

**EINFLUSS ZIRKADIANER RHYTHMIK
AUF DEN KURZZEITEFFEKT EINES
MYOFASZIALEN RELEASE DES
ZWERCHFELLS HINSICHTLICH
VAGALER MODULATION DER
HERZRATENVARIABILITÄT**

Master Thesis zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science of Osteopathy

im Universitätslehrgang "Master of Science - Osteopathy"

eingereicht von

Ulrike Hofer

Wiener Schule für Osteopathie

an der Donau-Universität Krems

Betreuer/in: MMSc DPO Jan Porthun

Betreuer/in: Mag. Franz Astleithner

Wien, 01.06.2015

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Ulrike Hofer, geboren am 18.10.1966 in Waidhofen/Ybbs erkläre,

1. dass ich meine Master Thesis selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Master Thesis bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Master Thesis mein Unternehmen oder einen externen Kooperationspartner betrifft, meinen Arbeitgeber über Titel, Form und Inhalt der Master Thesis unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

SPERRE

ACHTUNG:

Der Ausschluss der Benützung der Master Thesis kann für längstens 5 Jahre beim Studienrechtlichen Organ beantragt werden, wenn glaubhaft gemacht wird, dass wichtige rechtliche oder wirtschaftliche Interessen des oder der Studierenden gefährdet sind, sollte diese sofort veröffentlicht werden.

Die vom Studienrechtlichen Organ genehmigte Sperre ist anstelle dieser Seite sowohl in der Print-Version als auch in der elektronischen Version einzufügen.

Der Antrag ist früh genug zu stellen, um dem Studienrechtlichen Organ ausreichend Zeit für die Bearbeitung und Retournierung des Dokumentes zu geben, (mindestens 2 Monate).

DANKSAGUNGEN / WIDMUNGEN

Mein Dank gilt in erster Linie meinen Eltern, die die Basis meiner beruflichen Ausbildung ermöglicht haben. Weiters gilt mein Dank der sehr engagierten beratenden Unterstützung meines Betreuers Jan Porthun MMSc, D.O. und für die Betreuung und Unterstützung in statistischen Fragen bei Mag. Franz Astleithner. Für die Beratung in chronobiologischer Hinsicht möchte ich mich bei Univ. Prof. Dr. M. Moser und seinen Mitarbeitern vom Human Research Institut/Weiz bedanken. Mein herzlicher Dank für die Übersetzung der Kurzfassung gilt Frau Jennifer Weck. Ganz besonderes möchte ich mich bei der Firma Polar® Austria für die unkomplizierte Leihgabe des Messgerätes bedanken. Desweiteren gilt mein Dank an dieser Stelle allen freiwilligen Studienteilnehmerinnen. Für die Geduld und liebevolle Unterstützung gilt mein Dank von ganzem Herzen meinen Freunden und meiner Familie, im Besonderen zu erwähnen ist meine Nichte Marie-Christine, meine Freundin Eva und vor allem mein Lebensgefährte Thomas.

HERZLICHEN DANK!

Kurzfassung

Ziel: Das autonome Nervensystem unterliegt zirkadianen Schwankungen wodurch je nach Tageszeit unterschiedliche therapeutische Voraussetzungen gegeben sind. Ziel der Studie ist die Untersuchung, ob eine einmalig durchgeführte osteopathische Intervention, angewendet am Vormittag (08:00-10:00), den gleichen Kurzzeiteffekt hinsichtlich vagaler Modulation der Herzratenvariabilität (HRV) hat, wie angewendet am Nachmittag (16:00-18:00).

Design: Die vorliegende Studie ist eine randomisierte Studie im Parallelgruppendesign.

Methodik: 32 gesunde Frauen im Alter zwischen 30 und 56 Jahren nahmen an der Studie teil (n=32). Mittels Losentscheid erfolgte die Randomisierung in zwei Gruppen zu je 16 Teilnehmerinnen (n=16). Die osteopathische Intervention bestand aus einem myofaszialen Release des abdominalen Diaphragmas. Die Differenzwerte des HRV-Zielparameters RMSSD (ms) aus zwei Messungen der Vorruhephase (Basislinie) und den Prä/Post-Interventionsmessungen wurden im Gruppenvergleich statistisch (ANOVA, T-Test) ausgewertet (Schwellenwert der statistischen Signifikanz: $\alpha = 0,05$).

Ergebnisse: Der Wert für den Zielparameter RMSSD/ms stieg im Prä/Postvergleich in beiden Gruppen signifikant an. Die durchschnittliche Differenz der RMSSD-Werte war in der Vormittagsgruppe signifikant höher als in der Nachmittagsgruppe ($p=0,046$). Die Auswertung der Basislinie ergab keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p=0,92$).

Diskussion: Aufgrund des gewählten Studiendesigns konnte keine Aussage darüber gemacht werden, wodurch der Effekt auf die HRV erzielt worden ist (wie Ruhelage, Placeboeffekt oder Hawthorne-Effekt) und somit worauf sich der tageszeitliche Einfluss letztendlich bezogen hat.

Konklusion: Das Ergebnis spricht für einen Zusammenhang zwischen Interventionszeit und Wirkungsausmass der Intervention, deren Effektursache durch zukünftige Studien zu untersuchen ist.

Stichworte: Herzratenvariabilität, zirkadian, myofaszialer Release, Diaphragma

Abstract

Purpose: The autonomic nervous system (ANS) is subject to circadian rhythms, creating varied therapeutic preconditions. The purpose of this thesis is to investigate whether an osteopathic intervention performed in the morning has the same short-term effect on the vagal modulation of heart rate variability (HRV) as an intervention performed in the afternoon.

Design: This is a randomized study and uses parallel group study design.

Methods: Thirty-two healthy women between the ages of 30 and 56 took part in this study (n=32). Lots were drawn in order to randomly place participants into either the morning group (08:00 – 10:00) or the afternoon group (16:00 – 18:00), each group consisting of 16 participants (n=16). The chosen osteopathic intervention was a myofascial release of the abdominal diaphragm. The differential values of the HRV target parameter RMSSD (ms), based on two measurements in the resting phase (baseline) and measurements in the pre/post-intervention phase, were statistically analyzed after comparing both groups (ANOVA, t-Test). The threshold for statistical significance is $\alpha = 0,05$.

Results: In the pre/post-intervention comparison, the parameter RMSSD increased significantly in both groups. The difference in RMSSD values was, on average, significantly greater in the morning group than in the afternoon group ($p=0.046$). The analysis of the baseline yielded no significant differences between the two groups ($p=0.92$).

Discussion: Because of the chosen study design, no conclusion could be made as to what caused the effect on HRV (idle state, placebo effect or Hawthorne effect) and why the time of day had an impact on the results.

Conclusion: The results suggest that a correlation exists between the time of day an intervention takes place and the effectiveness of that intervention, the cause of which should be investigated in future studies.

Keywords: Heart rate variability, circadian, myofascial release, diaphragm

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Theorieteil	3
2.1	<i>Die Herzratenvariabilität (HRV)</i>	3
2.1.1	Definition der HRV	4
2.1.2	Physiologische Grundlagen der HRV	4
2.1.3	Analysemethoden und Parameter der HRV	6
2.1.4	Anwendungsbereiche der HRV- Analyse	10
2.2	<i>Die HRV - Spiegel des ANS</i>	11
2.2.1	Balance und Dysbalance des ANS	11
2.2.2	Die Rolle der parasympathischen Aktivität	12
2.2.3	Osteopathie und ANS	14
2.3	<i>Einflussfaktoren der HRV</i>	20
2.3.1	Einflussfaktor Atmung	20
2.3.2	Einflussfaktor Zirkadianrhythmus	24
2.3.3	Weitere Einflussfaktoren	28
3	Forschungsfrage und Forschungshypothesen	33
3.1	<i>Fragestellung</i>	33
3.2	<i>Hypothesen</i>	33
4	Methodologie	34
4.1	<i>Literaturrecherche</i>	34
4.2	<i>Studiendesign</i>	35
4.3	<i>Stichprobenbeschreibung</i>	35
4.4	<i>Materialien</i>	39
4.5	<i>Studienablauf</i>	40
4.5.1	Studienvorkehrungen	40
4.5.2	Versuchsablauf	41
4.5.3	Intervention	44
4.6	<i>Datenverarbeitung und Datenauswertung</i>	46
5	Ergebnisse	47
5.1	<i>Ergebnisse der HRV-Analyse für den Zielparameter RMSSD/ms</i>	48
5.1.1	Auswertung der Basislinie	48
5.1.2	Ergebnisse der HRV-Analyse im Prä/Post-Interventionsvergleich (Hypothesenprüfung)	51

5.2 Zusammenfassung der Ergebnisse	55
6 Diskussion.....	56
6.1 Auswertung der Basislinie.....	57
6.2 Prä-Post-Interventionsergebnisse der HRV-Analyse (Hypothesenprüfung).....	59
6.3 Methodenkritik	63
7 Konklusion	71
7.1 Zusammenfassung.....	71
7.2 Ideen für folgende Studien	74
7.3 Ausblick	76
Literaturverzeichnis.....	78
Anhang A	91
Abkürzungsverzeichnis.....	91
Tabellenverzeichnis	93
Abbildungsverzeichnis	94
Tabellen.....	96
Probandenaquise.....	99
Studienteilnahmeinformation	100
Einverständniserklärung	102
Anhang B	Fehler! Textmarke nicht definiert.

leitung

Die Herzratenvariabilität (HRV), die durch eine natürliche Arrhythmie der Herzfrequenz gekennzeichnet ist, wird als Globalindikator für die Schwingungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit des Organismus an wechselnde Umweltbedingungen und als Spiegel neurovegetativer Steuerungsmechanismen bezeichnet (Mueck_Weymann et al., 2002). Da mittels HRV- Analyse eine Beurteilung der sympatho-vagalen Balance möglich ist, hat dieses Verfahren unter anderem Bedeutung in der Risikoforschung von Herz-Kreislaufkrankungen

und in der Verlaufs- und Effizienzkontrolle von Behandlungsmaßnahmen erlangt (Wittling & Wittling, 2012).

Laut Statistik Austria (erstellt am 03.06.2014) zählen Herz-Kreislaufkrankungen zu den häufigsten Todesursachen in Österreich. Dabei sind Frauen (47,7%) häufiger betroffen als Männer (37,6%). Ein gemeinsames Merkmal kardiovaskulärer Erkrankungen und deren Risikofaktoren ist die reduzierte HRV als Ausdruck von sympatho-vagaler Dysbalance (meist sympathischen Dominanz), welche durch ungenügend inhibitorisch wirkende parasympathische Aktivität hervorgerufen wurde (De Meersman & Stein, 2007). Die vagale Modulation der HRV wird von vielen Faktoren (wie Alter, Geschlecht, Lifestilefaktoren oder Stress) beeinflusst (Bonnemeier et al., 2003; Fenzl, 2010; Friedman & Thayer, 1998; Nunan et al., 2010). Laut einer Untersuchung scheint die prämenopausale vegetative Ausgangslage ausschlaggebend für das Risiko zu sein, in der postmenopausalen Lebensphase Herz-Kreislaufkrankungen zu entwickeln (Shively et al., 2009). Behandlungsmethoden zur Aktivitätssteigerung des parasympathischen Systems haben demnach präventive und genderspezifische Relevanz.

In der Osteopathie ist die Harmonisierung des autonomen Nervensystems (ANS) ein wichtiger Behandlungsbestandteil um Gesundheit zu erhalten und den Heilungsprozess zu unterstützen (Liem et al., 2014). Bisher gibt es noch wenige Forschungsergebnisse, die den Effekt manueller Behandlung (bzw. Behandlungstechniken) auf die vagale Modulation der HRV untermauert haben (Delaney et al., 2002; Henley et al., 2008; Schneider, 2007).

Da die Atmung ein starker Einflussfaktor der HRV ist, haben Maßnahmen zur Verbesserung der Atemfunktion und Vertiefung der (Bauch-) Atmung positive Auswirkung auf die vagale Modulation der HRV (Kulur et al., 2009). In Untersuchungen wurde festgestellt, dass die manuelle Behandlung des abdominalen Diaphragmas nicht nur positive Auswirkung auf die Atemexkursion oder Lungenfunktion hat, sondern auch die HRV steigert (Hosking, 2009; Kulur et al., 2009; Niranjana et al., 2008).

Aufgrund tageszeitlicher Schwankungen des ANS können therapeutische Maßnahmen zu verschiedenen Tageszeiten unterschiedliche Reaktionen im Organismus auslösen und damit das Ergebnis zusätzlich (positiv oder negativ) beeinflussen (Hildebrandt et al., 2013). Nicht nur für methodologische Überlegungen zur Durchführung einer Studie, sondern auch für therapeutische Überlegungen ist es demnach wichtig die dynamischen Verhältnisse der vegetativen Regulationsmechanismen zu berücksichtigen (Hildebrandt et al., 2013; Scheer et al., 2010).

Ausschlaggebend für die vorliegende Untersuchung war die Frage, welche Tageszeit sich zum „Anschaukeln“ der parasympathischen Aktivität mittels therapeutischer Maßnahmen am besten eignen würde um in der geplanten Durchführung einer Effektivitätsstudie den optimalen Interventionszeitraum zu wählen. Da trotz überblicksmäßiger Durchsicht relevanter Literatur und Befragung von Experten keine befriedigende Antwort bezüglich bestmöglichem Interventionszeitpunkt zur (chronotherapeutischen) Optimierung (Erhöhung des vagalen Tonus) manualtherapeutischer Behandlung gefunden werden konnte, wurde nach Beratung mit einem Experten der Chronobiologie die Idee für die vorliegende Studie geboren, zuerst mittels einer (Vor-)Studie zu eruieren, ob die Wahl einer bestimmten Interventionstageszeit ausschlaggebend für das Wirkungsausmaß einer osteopathischen Intervention sein kann (Moser, 2014).

Chronobiologische Erkenntnisse waren bisher vor allem in Diagnoseverfahren, in der medikamentösen Therapieoptimierung (Smolensky & Peppas, 2007) oder im Bereich der Trainingsoptimierung von großem Interesse (Chtourou et al., 2012; Souissi et al., 2004). Ähnlich wie in der chinesischen Medizin, in der das Wissen der wechselnden Aktivitäten unterschiedlicher Organfunktionen („Organuhr“) in Diagnostik und Therapie (Chronoakupunktur) Anwendung findet (Wu, 2014), könnte es auch für die osteopathische Praxis von Vorteil sein, chronobiologische Erkenntnisse zu berücksichtigen, um die Wirkung von therapeutischen Maßnahmen zu optimieren und die Einordnung des Menschen in seine Umwelt bestmöglich zu unterstützen.

Das konkrete Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung der Frage, ob eine osteopathische Intervention (myofaszialer Release des abdominalen Diaphragmas), angewendet am Vormittag, den gleichen Kurzzeiteffekt auf die vagale Modulation der HRV an gesunden Frauen hat, wie angewendet am Nachmittag.

2

Th

eorieteil

2.1

Die

Herzratenvariabilität (HRV)

Im folgendem Kapitel wird der Begriff „Herzratenvariabilität“ als Globalindikator und Spiegel neurovegetativer Steuerungsmechanismen beschrieben und die biologischen Grundlagen der HRV erläutert. Anschließend wird die Rolle der parasympathischen Aktivität in der

Aufrechterhaltung sympatho-vagaler Balance dargestellt. Als Informationsquelle dienen aktuelle Lehrbücher über Anatomie, Physiologie (Benninghoff & Drenckhahn, 2008; Lippert, 2011; Schmidt et al., 2010; Speckmann et al., 2013), Herzratenvariabilität (Eller-Berndl, 2010; Wittling & Wittling, 2012) und Artikel aus Fachjournalen.

2.1.1

Defi

nition der HRV

Die Herzratenvariabilität beschreibt das Phänomen, dass unabhängig von der sich an den jeweiligen körperlichen Aktivitätszustand anpassenden Herzschlaggeschwindigkeit die Abstände aufeinanderfolgender Herzschläge ständig variieren und es dadurch zu einer natürlichen Arrhythmie der Herzfrequenz kommt (Wittling & Wittling, 2012). Im Sinusknoten (im rechter Vorhof des Herzens) wird der Schrittmacherstrom von beiden Anteilen des ANS moduliert. Die sympathische Aktivität führt durch Freisetzung von Noradrenalin zu einer Frequenzsteigerung, die vagale Aktivität führt durch Azetylcholinfreisetzung zu einer Herzfrequenzsenkung (Hottenrott & Internationales HRV-Symposium, 2014) (siehe Kapitel 2.1.2). Die HRV ist somit eine Kenngröße der Intaktheit neurovegetativer Steuerung und allgemein ein Indikator für die Fähigkeit des Organismus, die Herzfrequenz den wechselnden Umweltbedingungen dynamisch anzupassen (Montano et al., 2009; Mueck_Weymann et al., 2002).

2.1.2

Phy

siologische Grundlagen der HRV

Ohne Einwirkung äusserer Reize wird der intrinsische Rhythmus des Herzschlags vom Sinusknoten (primärer Taktgeber im rechten Vorhof) in einer konstanten Geschwindigkeit von circa 60 bis 80 Schlägen pro Minute vorgegeben. AV-Knoten, His-Bündel und Purkinje-Fasern weisen als sekundäre Schrittmachergewebe eine geringere Eigenfrequenz auf. Durch den ständig wechselnden (aktivierenden oder hemmenden) Einfluss von Sympathikus (Noradrenalin) und N. vagus (Acethylcholin) weist die Herzfrequenz auch unter konstanten Bedingungen eine physiologische Variabilität auf. Dadurch entstehen einerseits sehr schnelle, hochfrequente Schwankungen der Herzschlagabstände von ca. 15 Zyklen pro Minute (high frequency/HF) und andererseits langsame niederfrequente Schwankungen (ca. 3-6 Zyklen/Min.), die in low (LF), very low (VLF) und ultra low frequency unterteilt werden (Speckmann et al., 2013).

Für die langsamen niederfrequenten Modulationen der Herzschlaggeschwindigkeit ist vor allem das sympathische System (Neurotransmitter Noradrenalin) zuständig. Über Dehnungs- und Druckrezeptoren (Barorezeptoren) in den zentralen Gefäßabschnitten (rechter Vorhof, Ventrikel, Lunge, Carotissinus von Halsschlagadergabelung und Aortenbogen) erfolgt die Anpassung der Herzfrequenz auf Blutdruckschwankungen. Die noch langsameren Schwankungen der Herzfrequenz (VLF) werden durch thermoregulatorische und hormonelle Prozesse gesteuert (Speckmann et al., 2013).

Im Gegensatz zur sympathischen Herzfrequenzsteuerung, die sehr träge (1 - 2 Sek.) und mit einer langen Latenzzeit (15 - 20 Sek.) verläuft, ist die parasympathische Aktivierung sehr schnell (250 - 400 ms), mit einer maximalen Latenzzeit von 1 Sekunde. Die Ursache dieser unterschiedlichen Reizantwortdauer liegt einerseits in den unterschiedlichen Neurotransmittereigenschaften des jeweiligen Systems und andererseits in der unterschiedlichen Myelinisierung. Die myelinisierten Vagusfasern sind zehnmal so schnell wie die unmyelinisierten Sympathikusnerven (Speckmann et al., 2013). Der HF-Komponente kommt daher eine besondere Bedeutung als sensibles und valides Mass für parasympathische Regulationsprozesse zu (Wittling & Wittling, 2012). In Ruhe überwiegt die parasympathische Steuerung, wodurch die Unterschiede in den Herzschlagabständen zunehmen und es somit zu einer Erhöhung der HRV kommt (Speckmann et al., 2013).

Parasympathisch wird das Herz über den N. vagus innerviert, dessen zentrale Ursprungskerne in der Medulla oblongata liegen (Trepel, 2012). Dieser wirkt vorwiegend auf den Sinusknoten, die Vorhöfe und über den linken N. Vagus auch auf den AV-Knoten ein. Er bewirkt im Sinusknoten eine Verminderung der Herzfrequenz und im Atrioventrikulärknoten eine Erhöhung der AV-Überleitungszeit. Die Herzkammern sind nur gering parasympathisch innerviert, daher ist durch vagale Aktivität keine Verringerung der Herzkraft möglich (Speckmann et al., 2013).

Die beiden Anteile des ANS haben nicht nur Einfluss auf die Herzfrequenz (chronotrope Wirkung), sondern auch auf die systolische Kraftentwicklung (ionotrope Wirkung) und auf die atrio-ventrikuläre Überleitung (dromotrope Wirkung). Für die Anpassung der Auswurfleistung an die ständig wechselnden Belastungen kommt neben der Sympathikusaktivierung noch ein zweiter Mechanismus, der Frank-Starling-Mechanismus, zum Einsatz. Er ist von der sympathischen Innervierung unabhängig und ermöglicht die Anpassung der Auswurfleistung beider Ventrikel an Veränderungen der Vor- und Nachlast (Preload und Afterload). Die Vorlast (Wandspannung im Ventrikel am Ende der Diastole) erhöht sich durch einen verstärkten venösen Rückstrom und die Nachlast (Wandspannung im Ventrikel während der Systole) wird durch den Druck bzw. der Wandspannung der Aorta und A. Pulmonalis beeinflusst (Schmidt et

al., 2010). Der durch veränderten Füllungsdruck der Ventrikel hervorgerufene Anpassungsmechanismus (mechanosensorischer Rückkopplungsmechanismus) kann das Herzzeitvolumen bis auf das Doppelte des Ruhewertes gesteigert werden. Darüberhinaus ist eine zusätzliche Aktivierung des Sympathikus erforderlich (Speckmann et al., 2013).

2.1.3

Ana

lysemethoden und Parameter der HRV

Im folgenden Kapitel werden die zwei gängigsten Methoden der HRV-Analyse mit den wichtigsten Parametern vorgestellt und deren Vor- und Nachteile angeführt. Aus den Erläuterungen soll hervorgehen, weshalb in vorliegender Studie zur Beurteilung der parasympathischen Aktivität die zeitanalytische Methode mittels Parameter RMSSD/ms angewendet wurde.

Die HRV-Analyse dient zur Quantifizierung der autonomen Aktivität bzw. der Beurteilung des differenzierten Zusammenspiels von Sympathikus und Parasympathikus (Vagus) (Hottenrott & Internationales HRV-Symposium, 2014). Wie in Abbildung 1 ersichtlich werden die Parameter der HRV-Analyse von den Rohdaten einer hochwertigen EKG- Aufzeichnung („beat-to-beat-Aufzeichnung“/RR-Intervall) abgeleitet und statistisch ausgewertet (Eller-Berndl, 2010). Bei der EKG-Aufzeichnung wird die erste positive Zacke während der Ventrikelregung als R-Zacke bezeichnet. Aus den zeitlichen Abständen der R-Zacken (RR- Intervall) wird die Herzschlagfrequenz bestimmt (Sammit et al., 2014). Der durchschnittliche (Ruhe-) Wert (HRmean) beim Erwachsenen beträgt normalerweise 60 bis 80 Schläge pro Minute (S/min) (Speckmann et al., 2013). Der Begriff HRV beinhaltet eine Vielzahl an mathematisch berechneten Parametern, die Auskunft über die komplexe Rhythmik einer Zeitreihe aufeinanderfolgender Herzaktionen (RR-Intervalle) geben (Sammito et al., 2014).

Zur Bestimmung der HRV sind in Studien vor allem zwei Methoden (siehe Abbildung 1) gebräuchlich, die Analyse im Zeitbereich (time domain) und die Analyse im Frequenzbereich (frequency domain).

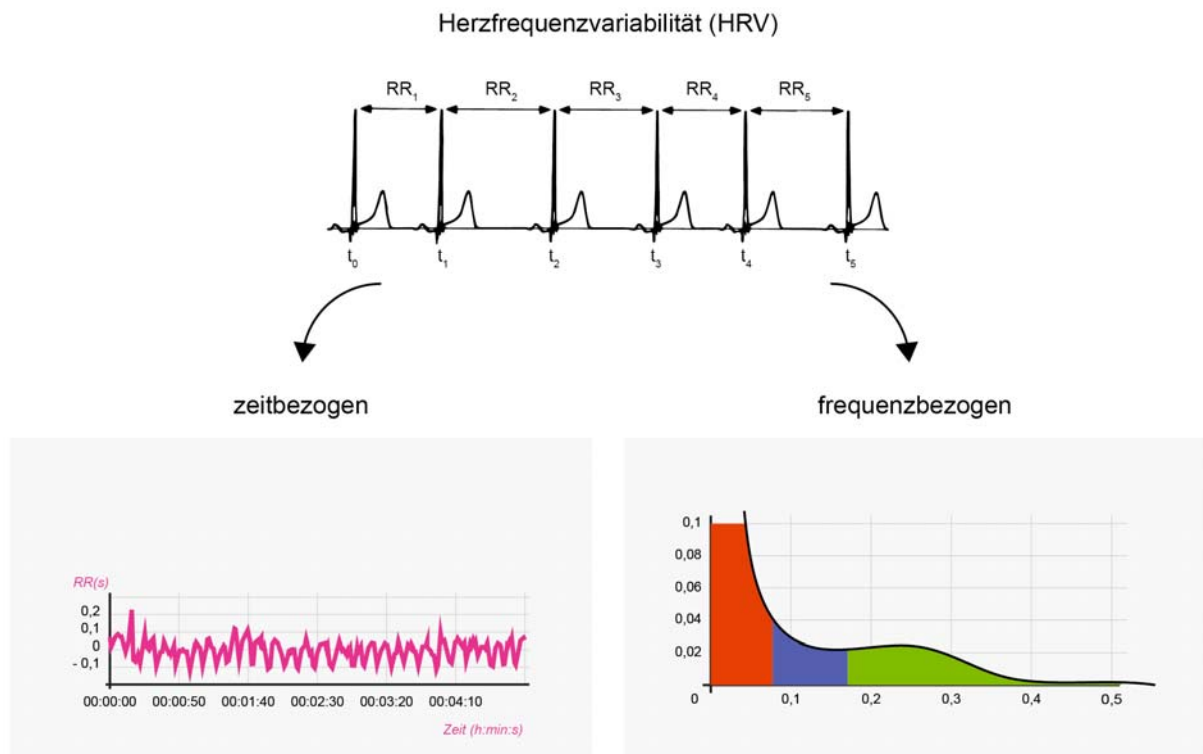


Abbildung 1: Schematische Darstellung der zeitanalytischen und frequenzanalytischen Methode der HRV-Analyse (Darstellung der Autorin, modif. nach Sammito et al., 2014)

Parameter der Zeitanalytischen Methode (Time Domain)

Als Grundlage der Analyse dienen hier die real gemessenen RR-Intervalle (auch als NN-Intervall bezeichnet) und die Differenzen zwischen den RR-Intervallen zweier aufeinanderfolgender Herzschläge. Mit diesem statistischen Verfahren wird die Streubreite der RR-Intervalle beschrieben (Wittling & Wittling, 2012). Eine Auswahl an Methoden wurde von der Task Force (1996) als Goldstandard definiert. Die gebräuchlichsten Parameter für Kurzzeitmessungen sind:

- *HRmean(S./Min.)*: durchschnittliche Herzfrequenz
- *RR/NN-Intervall (Normal to Normal)/ms*: Abstand zweier Herzschläge
- *SDRR/SDNN/ms*: Standardabweichung der RR-Intervalle zum Mittelwert (Maß für die Gesamtvariabilität/Gesamtpower/autonome Aktivität im Gesamtausmaß; dieser Wert darf allerdings nur bei gleicher Messdauer und Aktivität verglichen werden)
- *RMSSD/ms*: „Root Mean Square of the Successive Differences“; Quadratwurzel des quadrierten Mittelwertes der Summe aller Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen (siehe Abbildung 2); ein bewährtes Maß zur Erfassung hochfrequenter

Variationen von RR- Intervallen; Standardmaß für die efferente Vagusaktivität bzw. des parasympathischen Einflusses auf das Herz (je höher der Werte, desto höher die Aktivität).

$$\sqrt{\frac{(RR1-RR2)^2+(RR2-RR3)^2+ \dots (RR_{n-1}+RR_n)^2}{n}}$$

Abbildung 2: Formel für RMSSD/ms (modif. nach Curic et al., 2007)

- *pNN50%*: Prozentsatz der aufeinanderfolgenden RR-Intervalle mit mindestens 50ms Abweichung vom vorhergehenden Intervall (hohe Werte zeigen eine hohe parasympathische Aktivität an).

Vorteil dieser Methode ist, dass sie auch für kürzere Signallängen geeignet ist und bei qualitativ schlechteren Eingangsdaten robustere Werte liefert (unempfindlicher gegenüber Artefaktbelastung). Zudem müssen die RR-Intervalle für die Berechnung der Zeitbereichsparameter mit Ausnahme der Artefaktkorrektur nicht zusätzlich aufbereitet werden. Als Nachteil wird ihre geringere Sensitivität angeführt (Wittling & Wittling, 2012).

Der Übereinstimmungsgrad zeitbezogener Parameter soll bei Kurzzeitmessungen sehr hoch sein (Bürklein et al., 2005). In einem Review wurde zwar eine hohe Variabilität für Kurzzeitwerte des Parameters RMSSD festgestellt, jedoch soll diese Variabilität nach Ansicht der Autoren durch Studien mit Einsatz von Taktatmung und Messungen von sehr jungen und trainierten Probanden zustande gekommen sein (Nunan et al., 2010).

Parameter der Frequenzanalytischen Methode

Die einzelnen Spektralkomponenten der HRV werden über mathematische Frequenzanalyseverfahren (Fast-Fourier-Analyse/mathematisches Verfahren zur Umwandlung von zeitbezogenen in frequenzbezogene Daten) in einzelne Frequenzkomponenten zerlegt und jeweils ihre Power in Millisekunden zum Quadrat (ms^2) oder in % angegeben. Das Gesamtsignal wird mit Hilfe der Spektralanalyse in die sich unterschiedlich wiederholenden einzelnen Frequenzbereiche (siehe Abbildung 3) eingeteilt (Tarvainen, 2014; Wittling & Wittling, 2012).

Im Folgenden werden die Parameter mit dem jeweiligen Frequenzbereich (HZ/Hertz=Schwingung pro Sekunde), Periodendauer und Anzahl der Schwingungen pro Minute angeführt:

- HF (high frequency)/0,15-0,4 Hz: parasympathische Aktivität; Periodendauer: 2,5-7 Sek./8,5-24 Schwingungen/Min.
- LF (low frequency)/0,04-0,15 Hz: überwiegend sympathisch gesteuerter Bereich; Periodendauer: 7-25 Sek./3-8,5 Schwingungen/Min.
- VLF (very low frequency)/0,003-0,04 Hz: thermoregulatorische und humorale Einflüsse (sympathisch); Periodendauer: 25-300 Sec./0,2-3 Schwingungen/Min.
- LF/HF Ratio: Verhältnis von sympathischer zu parasympathischer Aktivierung (sympatho-vagale Balance).

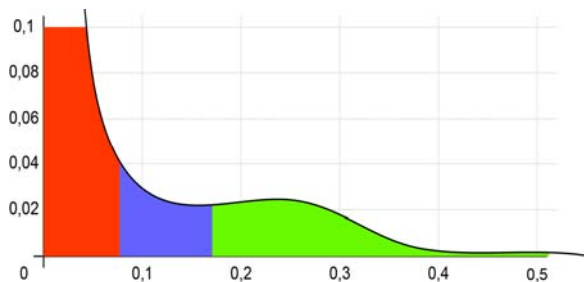


Abbildung 3: HRV-Analyse im Frequenzbereich (Darstellung der Autorin)

Als Vorteil dieser Methode wird zwar die hohe Sensitivität beschrieben, Nachteil hingegen soll die hohe Störanfälligkeit sein, da sie stärker auf Artefaktbelastung reagiert, welche durch zusätzliche Korrekturmethode (wie Neuabtastung oder Trend Entfernung) bereinigt werden müssen (Wittling & Wittling, 2012). Laut einem Review sollen die intraindividuellen Streuungen von Werten gesunder Probanden speziell bei Kurzzeituntersuchungen der frequenzanalytischen Methode sehr hoch sein (Nunan et al., 2009).

Zwischen den Parametern, die für die schnellen Impulse der Vagusaktivität stehen (RMSSD, pNN50 und HF), besteht nach Untersuchungsergebnissen eine sehr hohe Korrelation (Krüger, 2012; Wittling & Wittling, 2012).

Grundsätzlich wird zwischen Kurzzeitanalyse (2 - 15 Minuten) und Langzeitanalyse (12 - 24 Stunden) unterschieden. Letztere wird auch zur Beurteilung zirkadianer Rhythmen und des Schlafverhaltens angewendet (Eller-Berndl, 2010).

Kurzzeitanalyse/Reliabilität und Stabilität

Mit der Gründung der Task Force durch die European Society of Cardiology und der North American Society of Pacing und Electrophysiology gelang der entscheidende Durchbruch in der Anerkennung der HRV-Analyse als reliables und valides Messverfahren für die vom ANS gesteuerten Regulationsprozessen. Ziel der Task Force war durch interdisziplinäre Zusammenarbeit die physiologischen Grundlagen der HRV-Analyse und deren Validität zu untersuchen und allgemeingültige Mess-Standards festzulegen (Wittling & Wittling, 2012).

Für Kurzzeitanalysen wird zur besseren Vergleichbarkeit ein Zeitbereich von 5 Minuten bzw. eine Messphase von 5 Minuten und 30 Sekunden empfohlen (Task Force, 1996; Wittling & Wittling, 2012). Reliabilität und Stabilität von Kurzzeitmessungen wurden in Untersuchungen unter Berücksichtigung bestimmter Faktoren positiv beurteilt. Kurzzeitmessungen in Ruheposition und bei gesunden Probanden wiesen eine höhere Reliabilität auf, als Messungen die während Aktivitäten oder an symptomatischen Probanden durchgeführt wurden (Sandercock et al., 2005). Auch die Reproduzierbarkeit von HRV-Kurzzeitmessungen über einen längeren Zeitraum wurde unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Herzfrequenz (mit Ausnahme des Parameters SDNN) als sehr stabil bewertet (Koskinen et al., 2009; Tarkiainen et al., 2005). Aufgrund der hohen Reliabilität und Stabilität sollen sich HRV-Kurzzeitanalysen auch für Interventionsstudien und Follow-Up/Untersuchungen eignen (Wittling & Wittling, 2012).

Normwerte(Referenzwerte) von Parametern der HRV-Analyse

Zur Erfassung von Normwerten von HRV-Kurzzeitanalysen wurde ein systematischer Review von 44 Studienergebnisse (21.438 gesunde Probanden) durchgeführt (Nunan et al., 2010). Die Autoren kamen zum Ergebnis, dass HRV-Werte der zeitbezogenen Methode eine geringere Variation zwischen Studien aufwiesen als bei der frequenzbezogenen Methode. Die Werte für Frauen waren im Durchschnitt 8 - 11% geringer als bei männlichen Probanden. Basieren auf Ergebnissen von 15 Studien wurde als Normwert für RMSSD/ms ein Mittelwert von 42ms (SD 15) mit einer Range von 19 - 75 angegeben. Als pathologisch werden Werte <15ms gewertet.

2.1.4

An

wendungsbereiche der HRV- Analyse

Als nichtinvasives Verfahren hat sich die HRV-Analyse in der Erforschung autonomer Regulationsprozesse und deren Einflussfaktoren in zahlreichen Fachgebieten (wie Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Psychologie, Neurologie, Kardiologie) etabliert (Hottenroott,

2002; Hottenrott & Internationales HRV-Symposium, 2014; Moser, 2014; Wittling & Wittling, 2012). Da mittels HRV-Analyse eine mögliche Gesundheitsgefährdung bereits im subklinischen Bereich (noch bevor traditionelle Risikomarker reagieren) aufgedeckt werden kann, ist sie in der Vorsorgemedizin zu einem wichtigen Bestandteil geworden (Garcia et al., 2013a; Montano et al., 2009; Thayer et al., 2010). Weiters wurde die HRV-Analyse in der Arbeitsmedizin (Tonello et al., 2014; Wolever et al., 2012), Stress- und Erholungsforschung (Curic et al., 2008; Shively et al., 2009; van Dixhoorn & White, 2005) und im klinischen Bereich z.B. in der Mortalitätsrisiko-Forschung nach Myokardinfarkt oder grundsätzlich in der Erforschung von Risikofaktoren kardiovaskulärer Erkrankungen (De Meersman & Stein, 2007; Garcia et al., 2013a; Thayer & Lane, 2007; Thayer et al., 2010) eingesetzt (vgl. Kapitel 2.2).

Sehr häufig wird die HRV-Analyse mittlerweile in der Effizienz- und Verlaufskontrolle von Behandlungsmaßnahmen, wie manuelle Therapie (vgl. Kapitel 2.2.3), physische Aktivität, Yoga, Entspannungstechniken, Diät, Akupunktur, Meditation, Farblichttherapie, um nur einige zu nennen, eingesetzt (Laoutaris et al., 2008; Nolan et al., 2008; van Dixhoorn & White, 2005; Wang et al., 2002; Wolever et al., 2012). In der Chronobiologie wird die HRV-Analyse zur Darstellung der zeitlichen Strukturierung des menschlichen Organismus angewendet (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014).

2.2

Die

HRV - Spiegel des ANS

Im folgenden Kapitel wird die Bedeutung sympatho-vagaler Balance zur Erhaltung von Gesundheit beschrieben und die präventive und genderspezifische Relevanz therapeutischer Maßnahmen zur parasympathischen Aktivitätssteigerung erläutert. Im Anschluß daran werden osteopathische Studien angeführt die sich mit der Beeinflussung des ANS befasst haben.

2.2.1

Bal

ance und Dysbalance des ANS

Die autonom-nervöse Aktivierungslage ergibt sich aus dem Zusammenspiel beider Anteile des ANS (Sympathikus und Parasympathikus) und ist interindividuell sehr verschieden, da viele Variablen (siehe Kapitel 2.3) das ANS beeinflussen (Nunan et al., 2009). Die jeweilige Aktivierungshöhe kann unabhängig voneinander variieren, sodass eine Person mit einem sehr hohen sympathischen Anteil nicht zwangsläufig einen niedrigen parasympathischen Anteil haben muss (Hottenroott, 2002).

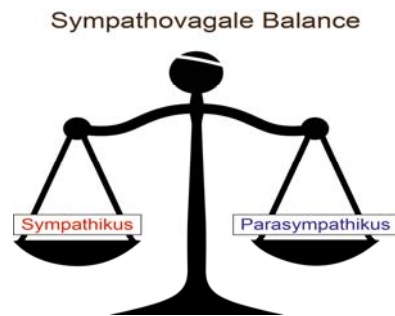


Abbildung 4: Waagenmodell I. (modif. nach Hottenrott, 2002)

Laut Moser (2014) ist ein Organismus umso gesünder und resilienter je mehr Aktivität zugleich in beiden Anteilen vorhanden ist (siehe Abbildung 4). Dieser Zustand ist durch eine hohe HRV gekennzeichnet (Hildebrandt et al., 2013).

Umgekehrt wird durch die Dominanz eines Anteils des ANS eine Dysbalance hervorgerufen, wodurch Adaptivität und Widerstandskraft in Mitleidenschaft gezogen werden (Moser, 2014). Ein Gesundheitsrisiko liegt dann vor, wenn entweder das Gesamtregulationsniveau des ANS generell beeinträchtigt ist, das Zusammenspiel von Sympathikus und Parasympathikus eine zu geringe Flexibilität aufweisen oder ein chronisches Ungleichgewicht der Aktivierungslage beider Anteile des ANS vorherrscht (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014).

Die verringerte HRV oder das Fehlen der Variabilität („Pulsstarre“) weist auf eine vegetative Imbalance des Organismus hin und hat klinische Relevanz (De Meersman & Stein, 2007; Garcia et al., 2013a; Thayer & Lane, 2007; Thayer et al., 2010). Auch die Abnahme der Synchronisation bzw. Koordination (Dissonanz/Rhythmusstörung) autonomer Rhythmen (wie Herzrhythmus und Atemrhythmus) soll auf Dauer pathologische Auswirkungen haben und steht in enger Beziehung zu vegetativen Regulationsstörungen (Garcia et al., 2013a; Hildebrandt et al., 2013).

2.2.2

Die

Rolle der parasympathischen Aktivität

Ein hoher vagaler Tonus ist nicht nur ein Indikator für gute körperliche Fitness und „Jugendlichkeit“, sondern auch Ausdruck für Resilienz und die Anpassungsfähigkeit des Organismus an täglich wechselnde Umweltbedingungen, weshalb ein hoher vagaler Tonus

Schutz gegenüber Überforderung und stressbedingten Krankheiten bieten kann (Hottenrott, 2002; Moser, 2014; Wittling & Wittling, 2012).

Die pathogenetische Relevanz einer (z.B. meist stressbedingten) sympathischen Hyperaktivierung (siehe Abbildung 5) hängt maßgeblich vom gleichzeitig vorherrschenden parasympathischen Aktivierungsgrad ab (Thayer & Lane, 2007). Nachdem lange Zeit vor allem die Hyperaktivität des sympathischen Nervensystems (SNS) im Mittelpunkt der Ursachenforschung von kardiovaskulären Erkrankungen (KVE) gestanden hat, rückt die vagale inhibitorische Funktion in der Erforschung von KVE und deren Risikofaktoren (wie Diabetes, Übergewicht oder Hypertonie) immer mehr in den Vordergrund (De Meersman & Stein, 2007; Garcia et al., 2013b; Thayer & Lane, 2007; Thayer et al., 2010). KVE liegen weltweit unabhängig vom Geschlecht an oberster Stelle betreffend Morbidität und Mortalität. Laut Statistik Austria (erstellt am 03.06.2014) liegt die Sterberate bei Frauen diesbezüglich höher als bei Männern. Nach Shively et al. (2009) spielt die prämenopausale Ausgangslage des ANS hinsichtlich dem Risiko, in der postmenopausalen Lebensphase Herz-Kreislaufkrankungen zu entwickeln, eine wichtige Rolle (Shively et al., 2009). Laut einer Untersuchung geht das Klimakterium oft mit sympathischer Dominanz und einer Reduzierung der HRV einher (Capaldo et al., 2013).

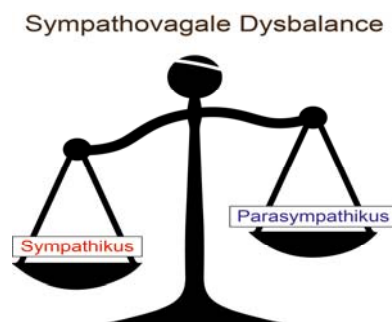


Abbildung 5: Waagenmodell II. (modif. nach Hottenrott, 2002)

Eine durch verringerte parasympathische Aktivität ausgelöste Dysbalance des ANS spielt auch im Alterungsprozess eine bedeutende Rolle (siehe Kapitel 2.3.3). Speziell zwischen dem 30. und dem 50. Lebensjahr ist eine rapide Verringerung der vagalen Steuerung der Herzrate zu verzeichnen (Bonnemeier et al., 2003; Umetani et al., 1998; Wittling & Wittling, 2012). Laut Eller-Berndl (2010) wird der Einfluss des Alters auf die vagale Aktivität danach (ab circa 50 Jahre) zunehmend von Faktoren des individuellen Lebensstils (wie Alkoholkonsum, Nikotinkonsum, hoher BMI, zuwenig Bewegung) ersetzt (siehe Kapitel 2.3.3).

Geschlechtsunterschiede bezüglich parasympathischer Aktivität werden sehr kontrovers, zwischen keinen signifikanten Unterschieden (Agelink et al., 2001), höherem vagalen Tonus bei Frauen (Abhishekh et al., 2013) und geringere parasympathische Aktivität bei Frauen unter 30 Jahren (De Meersman & Stein, 2007; Umetani et al., 1998; Wittling & Wittling, 2012) im Vergleich zu Männern angegeben (vgl. Kapitel 2.3.3). Einen Konsens gibt es jedoch darüber, dass genderbezogene Unterschiede mit zunehmendem Alter an Bedeutung verlieren (Fenzl, 2010). Die Ruhe – Herzfrequenz, welche invers assoziiert mit allen HRV-Parametern ist, soll laut einer Untersuchung von 1780 gesunden Probanden beiderlei Geschlechts (Alter von 24 bis 39 Jahren) bei Frauen höher sein als bei gleichaltrigen Männern (Koskinen et al., 2009).

2.2.3

Ost

osteopathie und ANS

Im folgendem Kapitel wird der osteopathische Ansatz zur Beeinflussung des kardiovaskulären Systems mittels relevanter Literatur aus dem Bereich der Osteopathie erläutert. Schwerpunkt liegt in der Beschreibung von Studien, die den Einfluss manueller Behandlung auf das ANS mittels Parameter der HRV untersucht haben.

Osteopathen werden darin ausgebildet ein Ungleichgewicht in struktureller oder rhythmischer Hinsicht wahrzunehmen (ecoute) und den Körper im Auffinden eines neuen Gleichgewichts (Balance) zu unterstützen. Das Faszien-system wird in der osteopathischen Literatur als dynamisches Interaktionsfeld und Austauschplatz aller Rhythmen bezeichnet (Dräger et al., 2011). Nach Ansicht von Dr. A. T. Still (2002) und Paoletti (2011) ist das Faszien-system Sitz zahlreicher Störungen, die durch Traumen jeglicher Art (mechanisch, chemisch, thermisch, infektiös, ischämisch oder emotional), schlechte Körperhaltung oder Stress ausgelöst werden können (Paoletti, 2011; Still, 2002) und dessen Fehlspannung die freie Zirkulation von Körperflüssigkeiten (direkt oder indirekt) beeinträchtigen kann (Liem, 2013; Liem et al., 2014).

Ein wichtiges Ziel osteopathischer Behandlung ist daher durch Wiederherstellung von Balance im Gewebe eine Normalisierung im Nerventonus und der Hämodynamik (Homöodynamik) zu bewirken (Meert, 2007; Paoletti, 2011).

Das Interesse die in der täglichen osteopathischen Praxis beobachtbaren vegetativen Reaktionen auch mittels Untersuchungen zu objektivieren zeigt sich anhand von Studien, die den Effekt osteopathischer Behandlung auf das ANS untersucht haben. Zur Quantifizierung des Effekts auf das ANS wurden dabei neben Parameter der HRV auch Parameter wie Blutdruck, Hautleitwiderstand oder Hauttemperatur herangezogen.

In den nachfolgend angeführten Studien wurde meist der Effekt einer einzelnen Technik oder einer Abfolge von Techniken auf das ANS untersucht. Nur wenige haben die Auswirkung einer allgemeinen osteopathischen Behandlung auf das ANS mittels Studie quantifiziert (Boehmueller, 2007; Fürpaß, 2007). Die nachfolgend angeführten Studien wurden in drei Teilbereiche zusammengefasst.

Effekt von Manipulationen an der Wirbelsäule oder Rippen auf das ANS

Eine übersichtliche Auflistung der nachfolgend angeführten Studien, die den Effekt manipulativer Techniken an der Wirbelsäule (WS) oder den Rippen auf das ANS untersucht haben (Budgell & Polus, 2006; Herre, 2013; Pestonit, 2013; Roman, 2014; Welch & Boone, 2008; White, 2012) ist in Tabelle 1 angeführt (signifikante Ergebnisse wurden mit Pfeilen ↑ / ↓ angegeben, nichtsignifikante Ergebnisse mit ○). Wie in der Auflistung erkennbar ist wurden mit HVLA- Techniken (high velocity low amplitude technik) und anderen osteopathischen Manipulationen, wie BLT (balance ligament technik) oder Oszillationstechniken an der WS und den Rippen teils signifikante (Budgell & Hirano, 2001; Budgell & Polus, 2006; Herre, 2013; Roy et al., 2009; Welch & Boone, 2008) und teils nichtsignifikante Ergebnisse (Pestonit, 2013; White, 2012) oder Teilergebnisse erzielt.

Die Autoren eines Reviews, die Forschungsergebnisse spinaler Manipulationen (von 1995 bis 2006) untersucht haben, sind der Ansicht, dass in diesem Gebiet weiter geforscht werden soll, da nur wenige Studien signifikante Einflüsse auf das ANS dokumentiert haben (Cramer et al., 2006).

Tabelle 1: Studien über den Effekt von Manipulationen der WS oder Rippen auf das ANS (Darstellung der Autorin)

(m = Männer; f = Frauen; J. = Jahre; C = cervical; T = thoracal; BP = Blutdruck)

Studie	Design Kontrollgruppe	n	Probanden	Intervention	Frequenz- Dauer	Follow-up	Outcome Effekt
Budgell&Hirano (2001)	Cross-over	25	gesund; 28,5±6 J. 20m/5f	- HVLA/C - sham	1 x 1 Woche	-	HR↓, LF↓ LF/HF↓
Budgell&Polus (2006)	Cross-over	28	gesund; 29±7 J. 23m/5f	- HVLA/T - sham	1 x	-	HR↓; LF↓ LF/HF↓; HF○
Roy et al. (2009)	1 control (n=11) 2 treatment (n=10) 2 sham(n=10)	51	low back pain/ pain free	- HVLA/L5 (instr.ass.) - sham	1 x	-	HF/ts↓; LF/ts,↑ LF/HF/tp/spf ↓ LF/HF/c/tpf/sp↑
Welch&Boone (2008)	Parallel/2 Gruppen	40	gesund; 21-55 J.	- HVT/C0-C1 - HVT/C7-L2/3	1 x	-	BPdia/C↓; BP sys○ BP/C↑; HR○ LF/HF↓ /C (HF↑) LF/HF↓/T(LF↑) SDNN↓
Roman (2014)	Parallel/2 Gruppen doppelblind	30	gesund; 25-65 J.	- BLT/T4 - touch only	1 x	-	HR↑○/BLT HR/sham↓
White (2012)	Sham control	18	gesund; 9 f/9m	- rib raising T - sham	1 x	- 24 Std. - 7 Tage	LF○; HF○ LF/HF○
Herre (2013)	Parallel/3 Gruppe	60	gesund; 19-53 J.	- oscillation technik 1x T1-T5/0,5 Hz - 2,0 HZ	1x	-	Bpsys↓(0,5Hz) Bpdia↑ HR↑ /c BP↑(02,0 Hz) 0,5/2,0○c
Pestonit (2013)	parallel	22	gesund; m 18-25 J. - placebo	- HVT T4	1 x	-	HRV○

Effekt craniosacraler Techniken/Therapie (CST) auf das ANS

Der zweite Bereich umfasst Studien, die den Effekt von craniosacralen Techniken (CST) auf das ANS untersucht haben (siehe Tabelle 2). Auch in diesem Bereich wurden eher heterogene Ergebnisse bezüglich ANS beobachtet. Ein positives Ergebnis im Sinne einer Steigerung der HRV-Parameter (SDNN, TP, LF, HF) wurde bei einer Studie von Girsberger (2012) mit einer 30-minütigen Behandlung an Probanden mit subjektivem Stressempfinden erzielt. Auch Schneider (2007) hat mit einer Membrane Fluid Balanced Technik an der WS signifikante Änderungen in Bezug auf Herzrate, Blutdruck und Atemfrequenz beschrieben. Die anderen angeführten Autoren haben keine signifikanten Effekte beobachtet, jedoch hat Kraml (2008)

direkt während der Intervention mit Cranial-Base-Release eine durchschnittliche Absenkung der Herzrate um 4,3% (3 Pulsschläge) dokumentiert.

Tabelle 2: Studien über Effekt von CST auf ANS (Darstellung der Autorin)

(MFBT = Membrane Fluid Balanced Technik; CBR = Cranial Base Release; SSB= Synchondrosis Sphenobasilaris-Lift; CV-4 Technik= Kompression des 4. Ventrikels))

Studie	Design Kontrollgruppe	n	Probanden	Intervention	Frequenz- Dauer	Follow-up	Outcome Effekt (O=nicht signif.)
Engel (2006)	3 Gruppen	46	gesund	CST	1x/?	-	Frageb./Bewußtsein ↑ HR ↓ LF, HF, LF/HF: ○
Girsberger (2012)	Cross-Over-D.	35	gesund; 19-60 J.	- CST - Ruhepos.	1x30 Min.	24-Std.	SDNN: ↑ TP ↑
Kraml (2008)	Within-subject	20	gesund	- SSB-Lift - CBR - touch-only	3x3 Min.	2 Wo. je	SDNN: ○ RMSSD: ○ HR ↓ (CRB)
Milnes&Moran (2007)	Within-subject	10	Gesund 6w/4m	- CV4 - touch-only	1 x	-	Hautwid.: ○ Hauttemp.: ○ HRV: ○ Atemfrequ.: ○
Schneider (2007)	Parallelgr.	70	Gesund 20-67J.	- CST (MFBT) - Ruhepos.	1 x 5 Min.	-	Pulsfrequ.: ↓ Atemfrequ.: ↓ Blutdruck: ↓

In einer Übersichtsarbeit von Jaekel & von Hauenschild (2011) über Studien, die den therapeutischen Effekt craniosacraler Behandlungstechniken untersucht haben, kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass nach Durchsicht von acht in ihrem Review aufgenommenen Studien zwar positive klinische Effekte hinsichtlich Schmerzreduktion, Schlafmuster oder Veränderungen des ANS angegeben wurden, jedoch aufgrund der geringen methodologischen Qualität vieler Studien keine Rückschlüsse bezüglich Wirksamkeit gezogen werden können (Jäkel & von Hauenschild, 2011).

Effekt myofaszialer Techniken auf das ANS

Der dritte Bereich umfasst Studien, die den Effekt myofaszialer Techniken auf das ANS untersucht haben (siehe Tabelle 3). Ausschlaggebend für die Wahl der Intervention in vorliegender Arbeit war, dass in diesem Bereich einige positive Ergebnisse hinsichtlich

Aktivitätssteigerung des PNS verzeichnet wurden (Delaney et al., 2002; Henley et al., 2008; Toro-Velasco et al., 2009).

In den angeführten Studien mit symptomatischen Probanden wurde der Effekt anhand Probanden mit Spannungskopfschmerz (Toro-Velasco et al., 2009), Depression (Scherding, 2012) oder chronischen Schmerzen (Fürpaß, 2007) untersucht. Aus einigen der in Tabelle 3 angeführten Studien geht hervor, dass zwar keine signifikanten Ergebnisse bezüglich HRV-Analyse erzielt wurden, jedoch das subjektive Befinden (Böhmüller, 2007), die Stimmungslage (Toro-Velasco et al., 2009) oder die Schmerzempfindung (Fürpaß, 2006) verbessert werden konnte (Boehmueller, 2007; Fürpaß, 2007; Scherding, 2012; Toro-Velasco et al., 2009).

Tabelle 3: Studien über Effekt von myofaszialen Techniken (MFR) und allgemeiner osteop. Behandlung auf das ANS (Darstellung der Autorin)

(m = männlich; w= weiblich; HUT = head up tilt; J. = Jahre; c = cervikal; MFTPM = myofascial triggerpointmassage)

Studie	Design Kontrollgruppe	n	Probanden	Intervention	Frequenz- Dauer	Follow-up	Outcome Effekt (O=nicht signif.)
Henley et al. (2008)	Within- subject	17	Gesund 19-50 J. 9m/8w	- MFR/c/50° HUT - sham (touch only) - control/no-touch/ 50° HUT	3 x 24 Std. Abstand 2 Min.		HR ↑/MFR/s/c LF ↑ /s/t/MFR HF ↓/s/t LF/HF: ↑↑ /s/t ↑ MFR (vagal tone)
Delaney et al. (2002)	parallel	30	Gesund 16w/14m 32,5±1,6 J.	- MFTPM Kopf,Nacken, Schultergürtel	1x		HR ↓ BPsys ↓; Bpdia ↓, HF ↑; Muskelsp. ↓; Stimmungslage ↑;
Toro-Velasco et al. (2009)	Cross-over	11	8w/3m 20-68 J. Spannungs- kopfschmerz	- Nackenmassage - placebo (detuning US)	1x	24 Std	HRV ↑; Druckschmerz (M.Temp.): ○ Stimmungslage ↑; Schmerz/24 Std.: ↓;
Hoos et al. (2004)	parallel	19	Gesund 19-26 J.	Mitchell-T. Keine Beh.	12x 30-40 Min.	12 Wochen	HR ↓; HRV/○ Befindlichkeit Körperkonzept
Scherding (2012)	Cross-over	14	Depression 25-60 J.	Standardisierte osteop.Behandl. Rib-raising/cbr/ssb- Dekompression	15 Min.		SDNN ○ ↗ LF/HF ○ ↘ Subj. Befinden ↑
Böhmüller (2007)	Singl subject	1	High-performance Tri-Athlet	Allg.Osteop. Beh.	7x	5 Mon.	SD1/RMSSD ↑/ 1Tag post HRV ○ /7 Tage
Fürpaß (2006)		12	Chron. Schmerzen 6f/6m 37,3±8,7 J.	Allg. osteop. Beh.	4x	8 Wochen	24-Std-HRV ○ ↗ VAS/Schmerz ↓

Da die meisten Untersuchungen der angeführten drei Bereiche an gesunden Probanden durchgeführt wurden, weisen die dabei dokumentierten positiven Auswirkungen hinsichtlich ANS bzw. HRV auf das präventive Potential osteopathischer Behandlungen hin (Budgell & Polus, 2006; Delaney et al., 2002; Girsberger, 2012; Henley et al., 2008; Schneider, 2007; Welch & Boone, 2008).

Nach Durchsicht relevanter Literatur im Bereich der Osteopathie ist jedoch anzumerken, dass insgesamt noch zu wenige Forschungsergebnisse vorliegen, die den Effekt osteopathischer Interventionen auf das ANS und die HRV hinreichend untermauern und daher weitere Forschung diesbezüglich als notwendig erscheint.

2.3

Einf

Einflussfaktoren der HRV

Nachfolgend werden die wichtigsten Einflussfaktoren der HRV angeführt, die für die Erstellung der Ein- und Ausschlusskriterien als Grundlage dienen. Wegen der besonderen Relevanz für die vorliegende Studie werden zuerst die Einflussfaktoren Atmung und zirkadiane Rhythmik in eigenen Kapiteln ausführlich beschrieben.

2.3.1

Einf

Einflussfaktor Atmung

Die Aktivität des kardialen und respiratorischen Systems ist in funktioneller und anatomischer Hinsicht sehr eng miteinander verknüpft. Charakteristisch dafür ist die mit dem Atemrhythmus einhergehende hochfrequente (vagusgesteuerte) Schwankung der Herzschlaggeschwindigkeit, die bereits im Tachogramm erkennbar ist (siehe Abbildung 6). Sie wird auch als „respiratorische Sinusarrhythmie“ (RSA) bezeichnet (Wittling & Wittling, 2012).

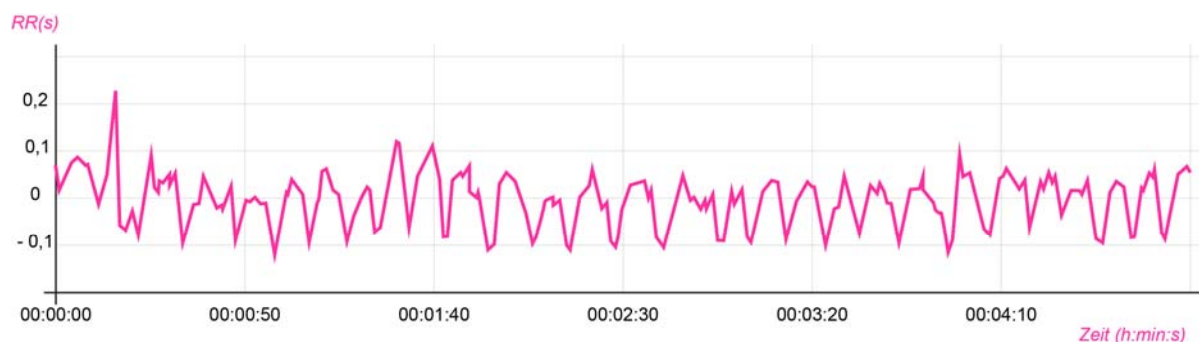


Abbildung 6: respiratorische Sinusarrhythmie (Tachogramm nach Darstellung der Autorin)

Die kardiovagalen Efferenzen werden maßgeblich von respiratorischen Neuronen im Bereich des Nucleus ambiguus der Medulla oblongata (sogenannte Ventrale respiratorische Gruppe) beeinflusst. In unmittelbarer Nähe befinden sich chemosensible Areale und die zentralen Neurone des SNS und PSN zur kardiovaskulären Steuerung. Nach neurophysiologischen Untersuchungen bestehen hier enge Verknüpfungen, die ein komplexes neuronales Netzwerk zur Steuerung und Synchronisierung kardiorespiratorischer Mechanismen bilden (Garcia et al., 2013b; Hick & Hick, 2013).

Es wird vermutet, dass es einen zentralen respiratorischen Generator (Oszillator) gibt, der nicht nur die Atemfrequenz steuert, sondern auch Einfluss auf die parasympathischen Zentren im Nukleus ambiguus ausübt (Hildebrandt et al., 2013). In einem Review von Garcia et al. (2013) wird der sogenannte Prä-Bötzinger-Komplex im Hirnstammbereich für die Rhythmogenese und die Aktivität von bestimmten in unmittelbarer Nähe liegenden Neurone für die kardiorespiratorische Kopplung diskutiert (Garcia et al., 2013b; Schmidt et al., 2010).

Während der Einatmung (Aktivität der Nn. phrenici) kommt es zu einer Aktivitätssteigerung im SNS und zu einer Inhibition der cardiovagalen Innervation (Zunahme der Herzrate) und während der Ausatemphase wird diese aktiviert (Abnahme der Herzrate). Je höher der vagale Tonus, desto höher ist die RSA. Die RSA wird somit durch eine Blockade der sympathischen Innervation nicht beeinflusst und ist rein vagusgesteuert. Zusätzlich wird die atembezogene Modulation der Herzschlagfrequenz von höheren Hirnzentren beeinflusst (Garcia et al., 2013b; Hick & Hick, 2013).

Die Intensität der RSA ist neben der Höhe des Vagotonus auch von der Atemfrequenz und dem Atemzugvolumen abhängig. Die Amplitude der RSA wird durch Verringerung der Atemfrequenz und Vertiefung der Atmung erhöht (Hildebrandt et al., 2013). Sie verringert sich durch aufrechte Position, mit dem Alter und bei kardiovaskulären Erkrankungen bzw. deren Risikofaktoren (De Meersman & Stein, 2007; Garcia et al., 2013b).

Da die Atmung neben dem Herzrhythmus den am leichtesten bewusst wahrnehmbaren Rhythmus im Körper darstellt und zusätzlich bewusst angesteuert werden kann, bietet sich die Atmung zur therapeutischen Beeinflussung der kardiorespiratorischen Regulationsmechanismen quasi als „Einfallstor“ an (Peters & Moser, 2013). Entspannte tiefe Atmung verbessert die vegetative Balance und öffnet damit im Hirnstammbereich den Weg zu einer optimalen Synchronisation von Herz- und Atemrhythmus, weshalb die bewusste Beeinflussung der Atmung häufig in Biofeedbackuntersuchungen eingesetzt wurde (Courtney et al., 2011; Wang et al., 2010).

Der Effekt von Atemübungen wurde in einigen Studien untersucht und dabei sehr eindrucksvolle Ergebnisse bezüglich HRV und anderen Parametern des ANS erzielt. So wurde anhand von Untersuchungen an Probanden mit erhöhtem Blutdruck oder Probanden mit Herzerkrankungen und Diabetes eine Verringerung der Blutdruckwerte und eine Erhöhung der HRV dokumentiert (Kaushik et al., 2006; Kulur et al., 2009; Mourya et al., 2009; Niranjan et al., 2008; Zamaklar-Trifunović et al., 2007). Die Autoren der Untersuchung von Kulur et al. (2009) bezeichnen die tiefe Bauchatmung als einfachste und effektivste Form des Stressmanagements.

Wallois et al. (2008) heben in ihrer Studie die Wichtigkeit der kardiorespiratorischen Kopplung speziell bei Neu- und Frühgeborenen hervor. Mittels Magnetomyogramm des Diaphragmas und Magnetokariogramm in der 36-38 Gestationswoche wurde in dieser Einzelfallstudie beobachtet, dass während Phasen mit diaphragmaler Atemaktivität eine geringere HR, höhere HF power, verbesserte sympatho-vagale Balance und höhere Kurzzeit-HRV verzeichnet wurden, als während Phasen ohne diaphragmaler Atemaktivität (Wallois et al., 2008).

Interessant im Zusammenhang mit der parasympathischen Aktivierung ist auch eine Studie von Pal et al. (2014). Untersucht wurde die Auswirkung von langsamer Atmung durch jeweils eine Seite der Nasenlöcher (Yoga-Atmung). Dabei kam es nach 6 Wochen zu einer Steigerung der sympathischen Parameter der HRV-Analyse mit täglich einer Stunde Übungszeit beim Atmen durch das rechte Nasenloch und zu einer parasympathischen Aktivitätssteigerung beim Atmen durch das linke Nasenloch (Pal et al., 2014). Die Nasenatmung hat laut Hildebrandt et al. (2013) normalerweise einen rhythmischen Seitenwechsel mit einer am häufigsten beobachteten Periodendauer von ca. 8 Stunden. Wittling & Wittling (2012) weisen darauf hin, dass sich beide Großhirnhemisphären nicht nur die Aufgabe der Herzfrequenzregulation, sondern insgesamt die vegetativ gesteuerten Körperprozesse teilen. Die rechte Hemisphäre ist demnach eher für die sympathische Regulation und die linke Hemisphäre für die aktive Inhibition, also der parasympathischen Regulation zuständig.

Eine entspannte und freie Atmung scheint somit in präventiver und klinischer Hinsicht positive Effekte auf das ANS und die HRV zu haben. Weiters wurde in manchen angeführten Studien speziell die Bedeutung der Diaphragmaatmung (Bauchatmung) hervorgehoben (Kultur et al., 2009; Wallois et al., 2008).

Osteopathie und abdominales Diaphragma (Zwerchfell)

Im folgenden Abschnitt wird die Bedeutung des Diaphragmas in der Osteopathie beschrieben. Die Erläuterungen dienen als Hintergrundinformation für die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Behandlungstechnik (myofaszialer Release des abdominalen Diaphragmas). Der Einfachheit halber bezieht sich im folgenden Abschnitt das Wort „Diaphragma“ auf das abdominale Diaphragma (Zwerchfell).

Der wichtigste Atemmuskel ist das Diaphragma das in Ruhe die Hauptarbeit leistet (Lippert, 2011). Während im Jugendalter auch die Thoraxatmung beteiligt ist, wird das Diaphragma im Alter wieder zum Hauptatemmuskel, da die Retraktionskraft der Lunge und die Elastizität des Thorax wieder abnehmen (Benninghoff & Drenckhahn, 2008).

Das Diaphragma steht in räumlicher und funktioneller Hinsicht nicht nur mit dem kardialen System, sondern auch mit vielen anderen Strukturen und Körpersystemen in wechselseitiger Beziehung und gewährleistet durch viele Öffnungen die Verbindung zwischen Brust- und Bauchhöhle (De Coster & Pollaris, 2007; Liem et al., 2014). A. T. Still (2002) war der Ansicht, dass das Diaphragma mit seinen vielen Durchtrittsöffnungen die Dynamik der Flüssigkeiten wesentlich beeinflussen kann. Er hat auf die herausragende Bedeutung des Zwerchfells für Krankheit und Gesundheit immer wieder hingewiesen und das Diaphragma als das „am wenigsten verstandene Organ“ bezeichnet (Still, 2002).

Die Bedeutung einer guten Diaphragmaspannung für die rhythmische Dynamisierung von Flüssigkeiten (Lymphe, Blut, interstitielle Flüssigkeiten) geht auch aus einer Studie von Long (2001) hervor. Dabei wurde an gesunden Probanden mittels Laser-Doppler-Blutflußmessung festgestellt, dass durch Anwendung einer Muskel-Energie-Technik am Diaphragma die Durchblutung der Haut in den Füßen signifikant verbessert werden konnte (Long, 2001).

Die motorische und sensible Innervation des Zwerchfells erfolgt durch den Nervus phrenicus aus den Segmenten C3-C5 und durch afferente Fasern von Intercostalnerven (De Coster & Pollaris, 2007). Die Nn. phrenici verbinden sich zusätzlich mit den sympathischen Fasern der Cervicalregion und bilden ein regelrechtes Nervengeflecht (Plexus diaphragmaticus), das in neurovegetativer (sympathisch und parasympathisch) Verbindung mit den Strukturen des Brust- und des Bauchraumes steht (wie Nn. splanchnici thoracici majores, Sonnengeflecht, neurovegetative Fasern der Intercostalnerven, Lungenplexus, N. vagus, Nebenerengeflecht) Zwerchfellspannungen können daher Auswirkungen auf die regionalen Nervengeflechte (Plexus renalis und suprarenalis, Plexus coeliacus, Nn. splanchnici, spinale Nervenwurzeln) haben (Meert, 2007; Trepel, 2012). Von der rhythmischen Dynamisierung durch optimale Funktion des Diaphragmas profitieren daher nicht nur die Flüssigkeiten, sondern auch die neuronalen („neurovegetative Pumpe“) Strukturen (Heede & Danjon, 2013; Meert, 2007).

In der Osteopathie nimmt das abdominale Diaphragma als zentrales Element auch eine Schlüsselposition in der Aufrechterhaltung faszialer Balance ein (Meert, 2007). Um Vitalität und optimale Druckverhältnisse zu gewährleisten ist ein fasziales Spannungsgleichgewicht (speziell der Diaphragmen) essentiell (Heede & Danjon, 2013; Liem et al., 2014; Meert, 2007). Nach dem Konzept der Faszienketten ist das Diaphragma Teil und Ausgangspunkt der inneren zentralen Faszienkette, die über das Perikard bis zur Schädelbasis läuft und in Verbindung mit allen anderen myofaszialen Ketten steht und somit Einfluss auch auf entfernte Körperregionen haben kann (Schleip, 2014).

Untersuchungen haben ergeben, dass durch osteopathische Behandlungen nicht nur eine verbesserte Bewegungsfreiheit des Diaphragmas (Dennison, 2011; Hosking, 2009), sondern auch eine gesteigerte Lungenfunktion bei Rauchern und asymptomatischen Probanden erzielt werden konnte (Chuchill, 2001; Lescar, 2013; Oscoz Munoa, 2008).

Munoa (2008) hat den Effekt einer Diaphragmatechnik (Stretch des anterioren Anteils) an Rauchern mittels Spirometrie untersucht und signifikante Ergebnisse hinsichtlich Verbesserung der Lungenfunktion erhalten.

Cuchill (2001) hat im Prä-Post-Vergleich mittels Spirometrie den Effekt einer Muskel-Energie-Technik im Bereich des unteren Brustkorbs zur Beeinflussung der Diaphragmaspannung an 40 asymptomatischen Probanden beiderlei Geschlechts (Verhältnis 1:1) untersucht und ebenfalls eine Verbesserung der Lungenfunktion (unabhängig vom Geschlecht) dokumentiert.

In der Studie von Lescar (2013) wurde mittels Spirometer die Lungenfunktion an 28 gesunden Probanden vor und nach einer osteopathischen Intervention (direkte und indirekte Diaphragmatechnik) oder einer 5-minütigen Ruhephase im Liegen (within subject design) untersucht, und dabei eine signifikante Steigerung der Vitalkapazität beobachtet.

2.3.2

Einf

lussfaktor Zirkadianrhythmus

Im folgendem Kapitel wird der Einfluss der zirkadianen Rhythmik mit Schwerpunkt auf die vagale Modulation der HRV und die Atmung beschrieben.

Der Belichtungszyklus spielt im menschlichen Organismus als Rhythmusgeber (externer Zeitgeber) eine wichtige Rolle und gibt diesem einen biologischen Zeitraster vor (Eller-Berndl, 2010; Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014). Im Verlauf der Evolution hat vor allem der Tag/Nacht-Rhythmus den Zellstoffwechsel dahingehend geprägt, dass auch nach Ausschaltung externer „Zeitgeber“, wie Temperatur- oder Helligkeitsschwankungen, ein annähernd (zirka) 24-Stunden (Tag, lat.:dies) dauernder Rhythmus seiner Funktionen beibehalten wird (Schmidt et al., 2010; Speckmann et al., 2013). Die endogenen zirkadianen

Rhythmen (innere Uhren) sind Anpassungsvorgänge des Organismus an den Tag/Nacht-Rhythmus und betreffen jede einzelne Körperzelle (Hildebrandt et al., 2013).

Die Bildung und Aufrechterhaltung endogener Rhythmen ist noch nicht restlos geklärt. Untersuchungen haben ergeben, dass zirkadiane Rhythmen des Organismus genetisch gesteuert (sogenannte CLOCK-Gene) sind (Virag & Lust, 2014). Ihre Funktion soll in der Aufrechterhaltung und Anpassung von zirkadianen Rhythmen liegen (Eller-Berndl, 2010). Der zentrale Koordinator und Taktgeber (master clock) der endogenen Oszillatoren ist der Nucleus suprachiasmaticus (SCM), der im ventralen Bereich des Hypothalamus (direkt über dem Chiasma opticum) liegt (Schmidt et al., 2010). Externe Zeitgeber können die Frequenz der zirkadianen Schwankungen im geringen Ausmaß verstellen und synchronisieren (Hildebrandt et al., 2013).

Praktisch unterliegen alle Körperfunktionen diesen tagesrhythmischen Schwankungen (Hildebrandt, 2013). Der normalerweise nächtliche Abfall der Pulsfrequenz trägt wesentlich zur Energieeinsparung (Ökonomie/Ressourcen) bei (Hildebrandt et al., 2013). Die tagesrhythmischen Schwankungen beider Anteile des ANS sind auch in der zirkadianen Rhythmik der HRV erkennbar (Wittling & Wittling, 2012). 24-Stunden-Messungen an über 4200 Erwachsenen im Alter zwischen 20 und 65 Jahren beiderlei Geschlechts haben ergeben, dass im Durchschnitt die parasympathische Aktivierung ab ca. 08:00 Uhr morgens im geringen Ausmaß jedoch kontinuierlich ansteigt (Wittling & Wittling, 2012). Ein Hoch ist um cirka 03:00 Uhr nachts zu verzeichnen (Bilan et al., 2005; Chen, 2011; Kim et al., 2014). In Abbildung 7 sind die altersbezogenen Veränderungen der parasympathischen Aktivität anhand von 24-Stunden-Messungen (Parameter HF) dargestellt.

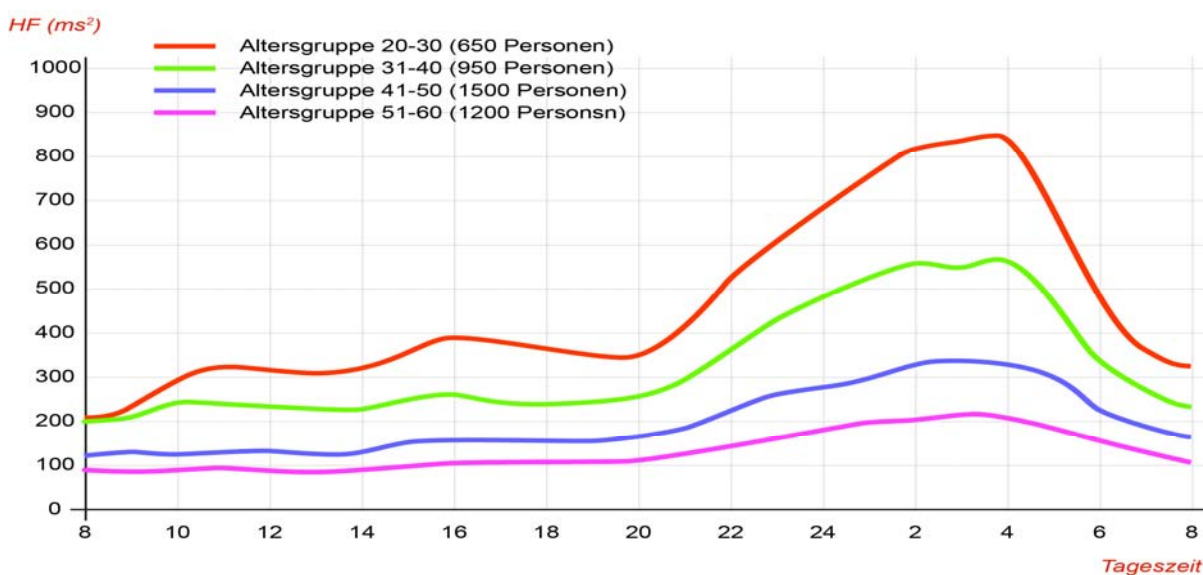


Abbildung 7: altersbezogene parasymphatische Aktivität im Tagesverlauf (Darstellung der Autorin, modif. nach Wittling & Wittling, 2012)

Ab ca. 21:00 Uhr kommt es zu einem massiven Anstieg bis zirka 04:00 Uhr, danach fällt er genauso rasch bis 08:00 Uhr morgens wieder ab. Die sympathische Aktivierung steigt ab 08:00 Uhr steil an und bleibt dann kontinuierlich auf dem Niveau bis sie ab zirka 05:00 Uhr morgens wieder abfällt. Ein Grund dafür könnte jedoch sein, dass der Parameter LFms² kein reines Maß für den sympathischen Anteil ist (Wittling & Wittling, 2012). Höchstwerte sollen in der Zeit von 05:00 Uhr bis 09:00 Uhr und zwischen 16:00 Uhr und 18:00 Uhr sein (Bilan et al., 2005; Kim et al., 2014). Grob kann von einer ergotropen Phase (Aktivitätsphase) von 03:00 Uhr bis 15:00 Uhr und von einer trophotropen Phase (Entspannungs- und Regenerationsphase) von 15:00 Uhr bis 03:00 Uhr gesprochen werden. Die Atemfrequenz nimmt in der trophotropen Phase des Tagesrhythmus ab und steigt danach in der ergotropen Phase wieder an (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014).

Die soziale Lebensform des Menschen bedingt einen periodischen Wechsel von Ruhe- und Aktivitätszyklen, die sich in einer sympathikusdominierten, zirka 90 bis 120 Minuten dauernden Aktivitätsphase und einer darauffolgenden zirka 20 Minuten dauernden Regenerationsphase zeigt. Dieses periodische Pulsieren ist eine Fortsetzung der Schlafzyklen (Schlafarchitektur) während des Tages (idealerweise) und wird auch als BRAC (basic rest and activity cycle) bezeichnet (Moser, 2014). Laut Beobachtungen von Wittling (2012) ist beispielsweise von 08:00 Uhr bis 10:00 Uhr stärker die rechte Großhirnhemisphäre (sympathische Steuerung) aktiv und von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr die linke Hemisphäre (parasymphatische Steuerung) aktiver (Information per Email, 2014).

In der Chronomedizin wird angenommen, dass aufgrund der rhythmischen Schwankungen der Körperfunktionen und der damit verbundenen wechselnden Ausgangsbedingungen davon ausgegangen werden kann, dass durch therapeutische Maßnahmen zu verschiedenen Tageszeiten unterschiedliche Reaktionen ausgelöst werden (Hildebrandt et al., 2013). In der Diagnostik körperlicher Funktionen, wie z.B. Blutdruckmessung (Maximalwerte um 15:00 Uhr und Minimalwerte um 03:00 Uhr) aber auch für therapeutische Überlegungen ist es demnach wichtig die dynamischen Verhältnisse der vegetativen Regulation zu berücksichtigen (Hildebrandt et al., 2013; Scheer et al., 2010). Durch Untersuchungsergebnisse aus der Krebsforschung wurde auch das Interesse in der Pharmakologie geweckt einen Weg zu finden, die zeitliche Koordination bzw. Organisation im Körper zu optimieren (Hrushesky et al., 2009; Huang et al., 2011).

Bezüglich chronotherapeutischer Optimierung von manuellen Therapiemaßnahmen zur parasympathischen Aktivitätssteigerung hat die Recherche nur wenige Anhaltspunkte ergeben. Einerseits wird hierfür die trophotrope Phase ab ca. 15:00 Uhr empfohlen, andererseits soll speziell die Verstärkung des BRAC-Zyklus wichtig sein, egal welche Phase zur Aktivitätssteigerung genutzt wird. Dies könnte auch durch Anregung der sympathischen Aktivität erfolgen, indem das sogenannte „parasympathische Nachschwingen“ genutzt wird. Nach Hildebrandt et al. (2013) intensiviert sich die Koordination von rhythmischen Körperfunktionen besonders in der trophotropen Phase, was für eine therapeutische Unterstützung in dieser Phase sprechen würde.

Virag & Lust (2014) haben sich mit dem zirkadianen Einfluss bei Myokardinfarkt beschäftigt und sind zur Ansicht gekommen, dass Störungen der rhythmischen Ordnung Vorboten oder Prädispositionsfaktoren für einen Myokardinfarkt sein können. Untersuchungen hinsichtlich tageszeitlicher Häufigkeitsmaxima von akuten kardiovaskulären Erkrankungen, wie Herzinfarkt oder Schlaganfall haben ergeben, dass speziell am Vormittag (06:00 Uhr – 12:00 Uhr), wenn das System quasi „hochfährt“ und die sympathische Aktivität ansteigt, eine zu gering inhibitorisch wirkende vagale Aktivität negative Auswirkungen haben kann (Elliott, 1998; Virag & Lust, 2014). Die Autoren einer Studie von Scheer et al. (2010) kommen nach Untersuchung von 12 Erwachsenen unter Laborbedingungen zum Ergebnis, dass die zirkadiane Rhythmik unabhängig von inneren und äusseren Einflüssen (wie Ruhe, Stresssituation, körperliches Training) Mechanismen beeinflusst, die kardiovaskuläre Risikofaktoren darstellen, wie z. B. ein Tief der vagalen Modulation der HRV in den Morgenstunden. Daher ist ihrer Meinung nach in der Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen die Optimierung des therapeutischen Timings besonders wichtig (Scheer et al., 2010).

Untersuchungsergebnisse zu diurnalen Einflüssen wurden auch hinsichtlich Performance von kognitiven Fähigkeiten (Carrier & Monk, 2000), sportliche Performance (Chtourou et al., 2012; Reilly & Waterhouse, 2009; Souissi et al., 2007), Körperwahrnehmung (Adam, 2000; Nam & Kwon, 2014) oder Gelenksbeweglichkeit (Gifford, 1987) gefunden. Für die vorliegende Untersuchung möglicherweise relevanten Studien sind nachfolgend kurz beschrieben.

Adam (2000) hat die Drucksensitivität von insgesamt 40 Probanden an zwei Tageszeiten (Vormittag/Nachmittag) in Abhängigkeit zur zirkadianen Typologie („Abendmensch“ oder „Morgenmensch“) untersucht. Die Morgentypen waren am Abend signifikant sensitiver auf Druck als am Morgen. Bei den Abendtypen war es umgekehrt (Adam, 2000).

Eine Studie von Kwon & Nam (2014) hat den zirkadianen Einfluß auf Tastgefühl, Zwei-Punkt-Diskriminierung und Gelenkstellungsperzeption zu drei Tageszeiten (09:00 Uhr, 13:00 Uhr und

18:00 Uhr) getestet und Schwankungen vorgefunden. Die Wahrnehmung war am Abend stärker ausgeprägt als am Morgen oder mittags (Nam & Kwon, 2014).

Gifford (1987) hat sich mit dem tageszeitlichen Einfluss auf die Gelenkbeweglichkeit befasst. Er hat an 25 Probanden beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 25 und 32 Jahren unter anderem den Finger-Boden-Abstand alle zwei Stunden über 24 Stunden gemessen. Die Flexibilität hat sich ab 06:00 Uhr bis zum späten Nachmittag gesteigert (18:00 Uhr) und ist danach wieder abgefallen.

Osteopathie und Zirkadianrhythmus

Nach Durchsicht relevanter Literatur in diversen Suchmaschinen (wie Pubmed, Google Scholar, osteopathic-research) wurden keine Studien gefunden, die den Effekt der Tageszeit auf die Wirksamkeit manueller Therapie untersucht haben.

Bei manchen Studien, die den Effekt manueller Behandlung auf das ANS untersucht haben, wurde der Einfluß der zirkadianen Rhythmik dahingehend berücksichtigt, indem die zu untersuchende Intervention bei allen Probanden zum gleichen Tageszeitpunkt (Zeitbereich) durchgeführt wurde (Girsberger, 2012; Henley et al., 2008; Welch & Boone, 2008). Jedoch wurden keine Gründe hinsichtlich Auswahl des Interventionstageszeitraumes angegeben. Die meisten Studien gaben keine konkreten Zeitangaben für die durchgeführte Intervention bzw. Messung an (White, 2012; Scherding, 2012; Milnes, 2006; Schneider, 2007; Toro Velasco et al., 2009).

2.3.3

Wei

tere Einflussfaktoren

Lebensalter

Das Alter ist vermutlich der stärkste Einflussfaktor für die HRV. Dies zeigt sich in einem Rückgang aller HRV-Parameter ab dem 30. Lebensjahr und widerspiegelt die zunehmende Verringerung der sympathischen und im Besonderen der parasymphatischen Aktivität (Bonnemeier et al., 2003; Fenzl, 2010; Nunan et al., 2009; Umetani et al., 1998; Wittling & Wittling, 2012). In Abbildung 8 und Abbildung 9 sind der Effekt des Alters auf die Parameter der parasymphatischen Aktivität (RMSSD/ms und HF ms²) dargestellt, welche dem Kurvenverlauf der HRV-Gesamtaktivierung (Total Power) ähnelt (Wittling & Wittling, 2012).

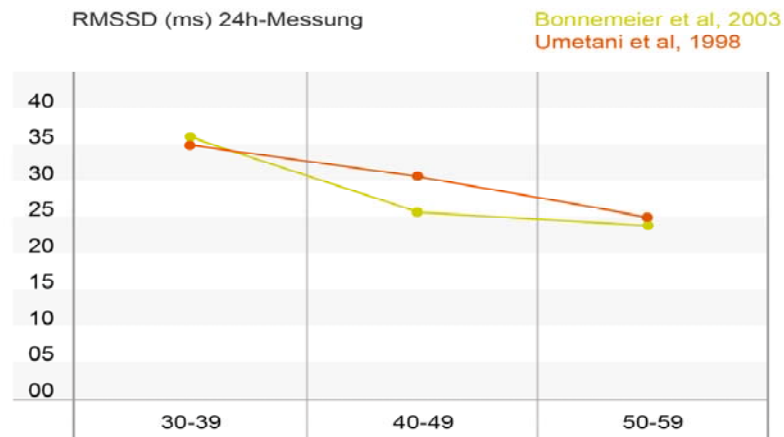


Abbildung 8: Effekt des Alters auf den HRV-Parameter RMSSD (Darstellung der Autorin, modif. nach Wittling & Wittling, 2012)

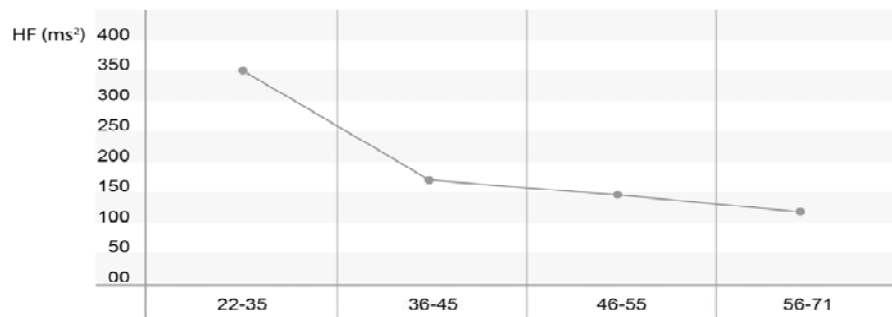


Abbildung 9 : Veränderung des Parameters HF im Lebensverlauf (Darstellung der Autorin, modif. nach Wittling & Wittling, 2012)

In der Menopause ist eine sympathische Dominanz und eine Verringerung der HRV zu beobachten (Capaldo et al., 2013).

Genetik

Genetische Komponenten haben sollen zu einem sehr hohen Prozentsatz (zwischen 13% und 23%) eine Rolle spielen, deren Einfluss jedoch mit zunehmendem Alter durch die Auswirkung des individuellen Lebensstils ersetzt wird (Singh et al., 2001).

Geschlecht

In der Beurteilung von Geschlechtsunterschieden gibt es sehr unterschiedliche Meinungen. Ergebnisse eines Reviews von Nunan et al. (2010) ergaben bezüglich zeitbezogener Parameter der HRV bei Frauen geringere Werte (8 - 11%), verglichen mit Männern. Auch die Untersuchung der Gesamtvariabilität anhand von 24-Stunden-Messungen hat bei Frauen bis 40 Jahre geringere Werte ergeben als bei Männern (Wittling & Wittling, 2012). Bezüglich parasymphatische Parameter wurden in Untersuchungen über HRV-Kurzzeitmessungen entweder keine signifikanten Unterschiede (Agelink et al., 2001), einen höheren vagalen Tonus bei Frauen (Abhishekh et al., 2013) oder eine geringere parasymphatische Aktivierung bis zu einem Alter von 30 Jahren dokumentiert (De Meersman & Stein, 2007; Umetani et al., 1998; Wittling & Wittling, 2012). Einen Konsens gibt es jedoch darüber, dass der Einfluss des Geschlechts altersabhängig ist und als Variable mit zunehmendem Alter (>50) an Bedeutung verliert (Fenzl, 2010). Die Herzfrequenz ist bei Frauen bis zu einem Alter von 55 Jahren höher als bei Männern (Agelink et al., 2001; Koskinen et al., 2009) und ist invers assoziiert mit der Höhe der HRV (Koskinen et al., 2009). Eine geschlechtsabhängige Auswertung der HRV-Analyse wird demnach empfohlen (De Meersman & Stein, 2007; Nunan et al., 2010; Sandercock et al., 2005; Wittling & Wittling, 2012).

Schwangerschaft

In der späteren Schwangerschaft wurde eine geringere HRV mit einer höheren Herzfrequenz und einem geringeren vagalen Tonus im Vergleich zu nichtschwangeren Frauen beobachtet (D'Silva et al., 2012; Ekholm, Hartiala, & Huikuri, 1997; Task Force, 1996; D'Silva et al., 2012).

Mentaler Stress und Emotionen

Das Herz ist ein sensibler Indikator des subjektiven Erlebens und wird durch Emotionen beeinflusst (Carnevali & Sgoifo, 2014; Friedman & Thayer, 1998). Untersuchungen unterstützen die Theorie, dass ein reduzierter inhibitorisch wirkender Vagotonus auch eine wesentliche Rolle in der physiologischen Regulation von Emotionen wie Angst oder Stress spielt (Carnevali & Sgoifo, 2014; Friedman, 2007). Ein Review von Friedmann (2007) ergab bei HRV-Messungen von Probanden mit Angststörungen, Panikattacken, posttraumatischer Stress oder Phobien höhere Herzfrequenzen, eine geringere parasymphatische Aktivität und somit eine Abnahme der HRV. Umgekehrt haben positive Emotionen oder Methoden zur Entspannung einen positiven Einfluss auf die HRV und die vagale Modulation der HRV (McCraty et al., 1998; Miu et al., 2009). Laut Moser (2014) wird durch Entspannung der Weg

im Stammhirn für die kardiorespiratorische Koordination geöffnet (eine Art „gate control“) und damit die vagal gesteuerte RSA beeinflusst.

Nikotin- und Kaffeekonsum

Bereits innerhalb von 30 Minuten nach dem Konsum einer Zigarette ist die sympatho-vagale Balance in Richtung sympathischer Dominanz verschoben (Karakaya et al., 2007). Die Auswirkungen von langfristigem Zigarettenkonsum sind eine generelle Reduzierung der neurovegetativen Regulation, im Speziellen in der parasympathischen Aktivierung (Wittling & Wittling, 2012). Ähnliche Auswirkung soll Kaffeekonsum haben (Corti et al., 2002; Sudano et al., 2005).

Alkohol

Die HRV kann durch chronischen Alkoholkonsum reduziert werden. Dabei kommt es zu einer Verringerung der parasympathischen Aktivierung und einer Erhöhung der sympathischen Aktivität, wobei das Ausmaß von der Höhe des Alkoholkonsums abhängig ist (Karpuyak et al., 2014; Weise et al., 1986).

Körperliche Fitness (sportliche Aktivität)

Laut Untersuchungsergebnissen verstärkt intensive körperliche Belastung oder Training die Durchblutungsrhythmik im Sinne einer sympathischen Reaktion und einer Reduzierung der HRV (Hottenrott & Internationales HRV-Symposium, 2014). Hingegen wird durch regelmäßiges Bewegungstraining die vagale Modulation erhöht und Ruhepuls gesenkt (Friedman, 2007). Ausdauersportler haben daher in der Regel nicht nur eine geringere Ruheherzfrequenz sondern auch eine höhere HRV (Hottenrott & Internationales HRV-Symposium, 2014). De Meersmann & Stein (2007) sind der Ansicht, dass durch Verbesserung und Erhaltung der körperlichen Fitness der Alterungseffekt (Verringerung der vagalen Modulation der HRV) abgepuffert werden kann.

Body Mass Index (BMI)/Adipositas

Der BMI wird berechnet aus dem Körpergewicht (kg) dividiert durch das Quadrat der Körpergröße (m^2). Erhöhtes Körpergewicht ($BMI > 26$) senkt die HRV und führt meist zu einer erhöhten Herzfrequenz. Gewichtsreduzierende Maßnahmen sollen hingegen positive Auswirkung auf die vagale Modulation haben (Antelmi et al., 2004; Windham et al., 2012; Wittling & Wittling, 2012).

Körperposition

In der Bauchlage wurden im Vergleich zur Rückenlage höhere Blutdruckwerte und Herzfrequenzen gemessen (Watanabe et al., 2007). Bei erhöhter Kopfposition (Head up tilt) von über 50° Flexion in der HWS (Halswirbelsäule) wurde eine sympathische Aktivitätssteigerung beobachtet (Henley et al., 2008).

Erkrankungen und Medikamenteneinnahme

Die HRV wird durch Herz-Kreislaferkrankungen (wie Myokardinfarkt, Kardiale Arrhythmie, Schlaganfall) und deren Risikofaktoren (siehe Kapitel 2.2), wie Bluthochdruck oder Diabetes mellitus (Rajendra Acharya et al., 2006), psychische Erkrankungen wie Depression (Carney et al., 2001; Mueck_Weymann et al., 2002; Stapelberg et al., 2012), Angststörungen und Panikattacken (Friedman & Thayer, 1998; Friedman, 2007) und durch Medikamenteneinnahme (wie Diuretika, bestimmte Antidepressive, Antiarrhythmika, abschwellende Nasentropfen, Schilddrüsenmedikamente, betamimetische Inhalativa oder Atropin) beeinflusst (Eller-Berndl, 2010; Rajendra Acharya et al., 2006; Task Force, 1996). Bei vielen Medikamenten sind jedoch noch Ergebnisse anhand von Studien ausständig (www.hrv24.de).

Schmerzen

An Probanden mit Schmerzen wurde eine erhöhte sympathische Aktivität und reduzierte vagale Modulation der HRV dokumentiert (Koenig et al., 2014). Keine Korrelation wurde zwischen Schmerzintensität (VAS) und Veränderung von HRV-Parameter gefunden (Meeuse et al., 2013).

Umgebungseinflüsse

Weitere Einflussfaktoren sind Umgebungseinflüsse wie Temperatur, Lärm, Luftdruck oder Raumbelichtung (Bruce-Low et al., 2006; Hottenroot, 2002; Schäfer & Kratky, 2006).

Fragestellung und Forschungshypothesen

Der vorliegenden Studie liegen folgende Fragestellung und Hypothesen zur Untersuchung des therapeutischen Kurzzeiteffekts einer osteopathischen Intervention in Abhängigkeit zum Behandlungszeitpunkt zugrunde.

3.1

Fra

gestellung

Hat die Anwendung eines myofaszialen Release des abdominalen Diaphragmas an gesunden Frauen im Alter zwischen 30 und 55 Jahren am Vormittag, den gleichen Kurzzeiteffekt hinsichtlich vagaler Modulation der HRV (Parameter RMSSD/ms), wie am Nachmittag?

3.2

Hyp

othesen

Nullhypothese:

Die Differenzwerte des HRV-Parameters RMSSD/ms vor und nach einer einmaligen osteopathischen Intervention (Myofaszialer Release des abdominalen Diaphragmas) an gesunden Frauen im Alter von 30 bis 55 Jahren, die im Zeitraum zwischen 08:00 Uhr und 10:00 Uhr angewendet wird, unterscheiden sich auf dem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ nicht von jenen, die aus den Werten berechnet werden, die vor und nach einer osteopathischen Intervention, die im Zeitraum zwischen 16:00 Uhr und 18:00 Uhr erfolgt, gemessen werden.

Alternativhypothese:

Die Differenzwerte des HRV-Parameters RMSSD/ms vor und nach einer einmaligen osteopathischen Intervention (myofaszialer Release des abdominalen Diaphragmas) an gesunden Frauen im Alter von 30 – 55 Jahren, die im Zeitraum zwischen 08:00 Uhr und 10:00 Uhr angewendet wird, unterscheiden sich auf dem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ signifikant von jenen, die aus den Werten berechnet werden, die vor und nach einer osteopathischen Intervention, die zwischen 16:00 Uhr und 18:00 Uhr erfolgt, gemessen werden.

Methodologie

4.1

Literaturrecherche

Zur Erfassung des derzeitigen Forschungsstandes und der relevanten Hintergrundinformationen zum vorliegenden Untersuchungsthema wurde in der Zeit von Jänner 2014 bis Jänner 2015 (mit unterschiedlicher Intensität) in folgenden Datenbanken recherchiert: MedLine (PubMed), Osteopathic Research Web, OSTMED-DR, PEDRO, Science Direct, Google Scholar.

Folgende Suchbegriffe wurden u.a. verwendet: Osteopathic Medicine, Osteopathic Manipulative Treatment (OMT), myofascial, diaphragm, heart rate variability, hrv, parasympathetic output, breathing patterns, respiratory modulation, cardiovascular disease, work stress, autonomic imbalance, circadian rhythm, diurnal rhythm, biological rhythm, respiratory sinus arrhythmia und Synonyme davon.

Neben Fachjournalen aus dem Bereich der Osteopathie (Chiropractic & Osteopathy), Alternativmedizin (Altern. Ther. Health. Med., J. Altern. Complement Med.), Manuellen Medizin, Chiropractic, Physiologie (Journal of Physiology; frontiers in physiology), Physiotherapie (Australian J. of Physiotherapy), Chronobiologie (Chronobiology International) Sportmedizin (Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, British J. of Sports Medicine; Journal of Strength and Conditioning Research), Kardiologie (Intern. Journal of Cardiology, J. Cardiopulm. Rehabil. Prev. Circulation, Journal of Obesity; Alcohol Clin Exp Res.), Neurologie (Neuroscience and Biobehavioral Reviews, Autonomic Neuroscience), Psychologie (Psychophysiology, Biological Psychology; Journal of Psychiatry) oder Gynäkologie (Journal für Gynäkologische Endokrinologie) wurde aktuelle Fachliteratur und Skripten aus dem Bereich der Physiologie, Neurologie, Osteopathie, Chronobiologie und Herzratenvariabilität verwendet (vgl. Literaturverzeichnis, Kapitel 0).

Ergänzend wurden Informationen aus folgenden Internetseiten aufgerufen:

www.hrv24.de (Stand: 15.01.2014)

www.humanresearch.at

www.kubios.uef.fi

www.statistik.at (Stand: 03.06.2014)

4.2

Stu

diendesign

Die vorliegende Studie ist eine randomisierte Studie im Parallelgruppendesign zur Erhebung tageszeitlich bedingter Einflüsse auf das Wirkungsausmaß einer osteopathischen Anwendung.

Da der Einfluss der Tageszeit untersucht wurde und beide Gruppen die gleiche osteopathische Intervention erhalten haben, wodurch damit eine unbewusste Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse durch unterschiedliche Erwartungshaltung (seitens der Probandinnen und der Therapeutin) auszuschließen war, wurde eine Verblindung nicht für Notwendig befunden (ausführliche Erläuterung dazu siehe Kapitel 6.3).

Die Randomisierung der Gruppeneinteilung in eine „Vormittagsgruppe“ und eine „Nachmittagsgruppe“ erfolgte mittels Losentscheid (Schulz & Grimes, 2007). Aus einer Box mit 32 Losen, die im Verhältnis von 1:1 aus 16 Losen mit der Aufschrift „V“ (für die Vormittagsgruppe) und 16 Losen mit der Aufschrift „N“ (für die Nachmittagsgruppe) bestand, wurde bei telefonischer Anmeldung von der Untersuchungsleiterin ein Los gezogen und anschließend ein entsprechender Termin vereinbart.

4.3

Stic

hprobenbeschreibung

Die im folgenden Abschnitt angegebenen demografischen Daten und verhaltensbezogenen Charakteristika werden nachfolgend jeweils als Mittelwert und Standardabweichung (MW \pm SD) angeführt.

Die Rekrutierung der Probandinnen erfolgte durch Mundpropaganda aus dem erweiterten Bekanntenkreis der Studienleiterin und dem der Berufskolleginnen und Freunde im Raume Wien. Alle Studienteilnehmerinnen haben den nachfolgend angeführten Ein- und Ausschlusskriterien entsprochen.

Einschlusskriterien:

- Lebensalter zwischen 30 und 55 Jahren
- weibliches Geschlecht
- guter allgemeiner Gesundheitszustand nach subjektiver Selbsteinschätzung

- Unterzeichnung einer schriftlichen Einwilligung zur Studienteilnahme (Infoblatt und schriftliche Einverständniserklärung, siehe Anhang, Kap. 0)

Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 2.3):

- akute oder chronische Erkrankungen (physisch und psychisch)
- Schmerzsymptomatik
- bestehende Medikamenteneinnahme
- bestehende Schwangerschaft
- Frauen in der Menopause
- in Behandlung mit therapeutischen Methoden wie u.a. Akupunktur oder Osteopathie (siehe 2.1.4)

Insgesamt wurden 35 Probandinnen (n=35) für den Studieneinschluss evaluiert. Wie im Flussdiagramm (siehe Abbildung 12) ersichtlich wurden drei Probandinnen (n=3) wegen (nach genauerer Befragung) nicht erfüllter Einschlusskriterien (Medikamenteneinnahme wegen Depression; Medikamenteneinnahme wegen Hyperthyreose; bestehende Behandlung mit Akupunktur/Dauernadelung) wieder ausgeschlossen (Erläuterungen dazu, siehe Kapitel 2.3.3). Eine Probandin war bereits 56 Jahre und wurde aus pragmatischen Gründen nicht wieder ausgeschlossen.

Die Untersuchung wurde an 32 weiblichen Probandinnen (n=32) im Alter zwischen 30 und 56 Jahren ($42,5 \pm 7,1$) durchgeführt. (siehe Abbildung 10) Wie in Tabelle 4 ersichtlich, war der Mittelwert der Variable Alter in der Vormittagsgruppe (43,8) geringfügig höher, als in der Nachmittagsgruppe (41,2). Die Häufigkeitsverteilung der Variable Alter von der Gesamtgruppe ist in Abbildung 10 ersichtlich.

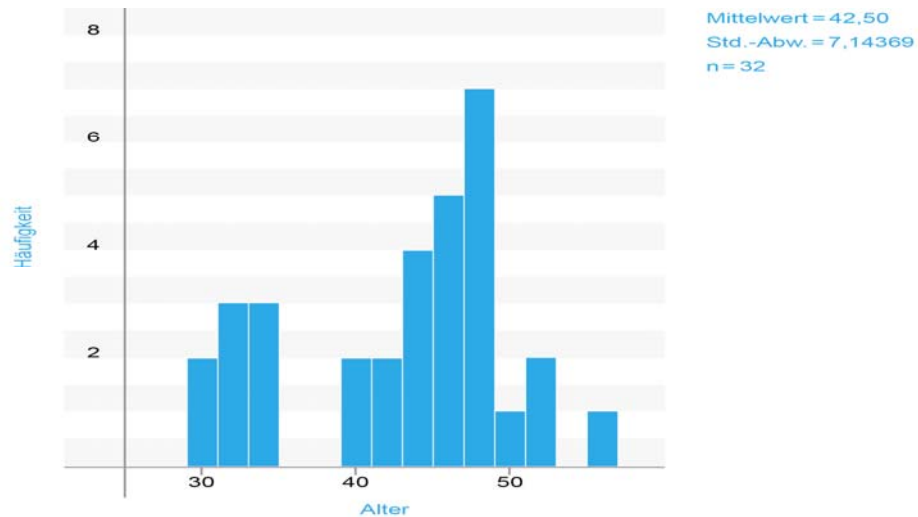


Abbildung 10: Altersverteilung der Gesamtstichprobe (n=32) (Darstellung der Autorin)

Neben demographischen Angaben zu Alter, Familienstand und Beruf (siehe Anhang, Tabelle 11) wurden auch einige verhaltensbezogene Charakteristika (wie Nikotinkonsum, Alkoholkonsum, Sport/Woche und Bewertung des Schlafes) erhoben, die in Tabelle 4 ersichtlich sind.

Tabelle 4: Alter und verhaltensbezogene Charakteristika (Darstellung der Autorin)
 (MW=Mittelwert; SD=Standardabweichung; BMI= body mass index)

		Gesamt (n=32)	Vormittagsgruppe (n=16)	Nachmittagsgruppe (n=16)
Alter	MW	42,5	43,81	41,1
	SD	7,14	6,18	7,98
	Median	44,5	44,5	44,5
BMI	MW	22,93	23,56	22,31
	SD	3,07	2,53	3,50
	Median	22,7	23,5	22
Nikotin	Raucher, n (%)	8 (25%)	4 (25%)	4 (25%)
	Nichtraucher, n (%)	24 (75%)	12 (75%)	12 (75%)
Alkohol	Nie, n (%)	27 (84%)	14 (88%)	13 (81%)
	Gelegentlich, n (%)	5 (16%)	2 (12%)	3 (19%)
Sport	Regelmäßig (1-6 Std./Wo.), n	26 (81%)	12 (75%)	14 (88%)
	Nie, n	6 (19%)	4 (24%)	2 (12%)
Schlaf	Gut, n (%)	22 (69%)	8 (50%)	14 (88%)
	Mittel-schlecht n (%)	10 (31%)	8 (50%)	2 (12%)

Die Probandinnen hatten eine Größe von 1,60m bis 1,80m ($1,70 \pm 0,1$) und ein Gewicht von 46 bis 90 kg (65 ± 10) (vgl. Tabelle 11, Anhang). Der Body-Maß-Index (Quotient des Körpergewichtes [kg] mit dem Quadrat der Körpergröße [m]) lag zwischen 17 und 29 kg/m^2 ($22,9 \pm 3,1$). Das Normalgewicht, das laut WHO (Stand 2008) bei einem BMI von 18,5 bis 25 kg/m^2 liegt, wurde von zwei Probandinnen der Vormittagsgruppe und vier Probandinnen der Nachmittagsgruppe überschritten. Von drei Probandinnen der Nachmittagsgruppe wurde das Normalgewicht unterschritten (siehe Anhang, Tabelle 11). In der Vormittagsgruppe ($23,6 \pm 2,5$) lag der MW für den BMI etwas höher als in der Nachmittagsgruppe ($22,3 \pm 3,5$).

75% der Probandinnen je Gruppe waren Nichtraucherinnen und 25% waren Raucherinnen. Die meisten Studienteilnehmerinnen (> 80%) gaben an nie Alkohol zu konsumieren. Beide Gruppen unterschieden sich diesbezüglich nur minimal voneinander (88% in der Vormittagsgruppe/ 81% in der Nachmittagsgruppe).

Bezüglich sportlicher Betätigung (in Stunden/Woche) gaben 75% der Probandinnen aus der Vormittagsgruppe und 88% der Probandinnen aus der Nachmittagsgruppe an regelmäßig (1 - 6 Stunden pro Woche) Sport zu betreiben. Insgesamt war jedoch die Gesamtstundenanzahl mit sportlicher Betätigung pro Woche in der Vormittagsgruppe deutlich geringer (28 Std.) als in der Nachmittagsgruppe (47 Std.) (siehe Anhang, Tabelle 11).

In der Nachmittagsgruppe haben 88% der Probandinnen den Schlaf mit „gut“ bewertet, im Vergleich zu 50% in der Vormittagsgruppe. 17 Probandinnen der Gesamtstichprobe hatten bereits Erfahrung mit Osteopathie, 10 davon in der Vormittagsgruppe und 7 in der Nachmittagsgruppe.

Beschreibung der Ausgangslage (Zielparameter RMSSD/ms und HRmean(S./Min.)

In Tabelle 5 sind die Ausgangsbedingungen (Basislinie/HRV-Analysesequenzen M1 und M2) hinsichtlich des Zielparameters RMSSD/ms durch Angabe von Minimum, Maximum, Median, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) ersichtlich (siehe Kapitel 5.1.1). Aus der Auflistung der Mittelwerte für RMSSD/ms im Gruppenvergleich geht hervor, dass die Vormittagsgruppe ($31,2 \pm 15,7/31,1 \pm 16,2$) in beiden Prä-Messphasen (M1/M2) geringere Werte aufwies, als die Nachmittagsgruppe ($36,2 \pm 24,7/35,7 \pm 24$), deren Werte auch breiter streuten.

Da die Herzfrequenz nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war, jedoch zur Erfassung des HRV-Analyse angeführt werden sollten, sind die Rohdaten für die Herzfrequenz zusätzlich (siehe Anhang A, Tabelle 13) mit Angabe von Mittelwert und Standardabweichung ersichtlich. Zu erwähnen ist, dass die Ausgangswerte (M1/M2) der durchschnittlichen Herzfrequenz (HRmean/Schläge pro Min.) in der Vormittagsgruppe ($67,1 \pm 5,7/66,5 \pm 5,7$) niedriger waren als in der Nachmittagsgruppe ($69,2 \pm 11,4/68,1 \pm 10,9$).

4.4

Mat

erialien

Zur Ableitung der RR-Intervalle (beat-to-beat-Erfassung) wurde ein Herzfrequenzmessgerät der Marke Polar® RS800CX verwendet, dessen Validität und Reliabilität nach den Richtlinien der Task Force (1996) untersucht und positiv bewertet wurde (Gamelin et al., 2006; Nunan et al., 2009; Schega et al., 2010). Über einen Sensor, der sich auf dem dazugehörigen Brustgurt befand, wurden Signale an den Armbandempfänger gesendet und die gewonnenen Daten der R-R-Intervalle mittels Polar Infrarot Interface von der dazugehörigen Software Polar Protrainer

5 übernommen. Anschließend wurden die Daten über das Analysesoftware-Programm Kubios HRV-Version 2.2. ausgewertet.

Die Software wurde von der Universität Kuopio, Finnland (Abteilung für Biomedizinische Signalanalyse/Prof. Dr. Karjalainen) kostenlos zum Download zur Verfügung gestellt und wurde anwenderfreundlich für wissenschaftliche Zwecke nach den standardisierten Richtlinien der Task Force (1996) entwickelt (Niskanen et al., 2004). Die Messergebnisse von HRV-Kurzzeitaufnahmen dieser Software wiesen in einer vergleichenden Untersuchung zweier Messverfahren einen hohen Übereinstimmungsgrad von zeitbezogenen Parametern im Vergleich mit Analyseergebnissen einer anderen Software (der Firma VarCor®) auf (Bürklein et al., 2005).

4.5 **Stu** **dienablauf**

4.5.1 **Stu** **dienvorkehrungen**

Die Untersuchung des Probandenkollektivs wurde im Zeitraum von September bis November 2014 durchgeführt. Da der Herzrhythmus von vielen Einflüssen moduliert wird (vgl. Kapitel 2.3) verlangte die Darstellung der Spontanverhältnisse eine besonders sorgfältige Standardisierung der Untersuchungsbedingungen (Licht, Temperatur, Körperlage,...). Zur Ausschaltung äußerer Einflüsse wurden die nachfolgend beschriebenen Vorkehrungen getroffen.

Die Studienteilnehmerinnen wurden instruiert vor dem vereinbarten Termin auf starke körperliche Betätigung zu verzichten und eine mindestens zweistündige Nahrungskarenz mit Verzicht auf koffeinhaltige Getränke, Alkohol und Nikotin einzuhalten. Um jeglichen Zeitdruck zu vermeiden wurde für jede Probandin ein Zeitraum von mindestens 60 Minuten eingeplant. Die Studienteilnehmerinnen wurden ausserdem bei Terminvergabe instruiert bequeme Kleidung zum Messtermin zu tragen. Auf einen wohl temperierten (23-25°C) und gut gelüfteten Behandlungsraum mit einer möglichst leisen Umgebung (Mobiltelefone lautlos gestellt) wurde geachtet. Die Messungen erfolgten während normalen Praxisalltagsgegebenheiten einer Praxisgemeinschaft, wodurch eine gewisse Gräuschkulisse aus der Umgebung (Warteraum) nicht ganz ausgeschlossen werden konnte.

suchsablauf

Nach ausführlicher Aufklärung über Inhalt und Ablauf der Studie in mündlicher und schriftlicher Form (siehe Anhang, Kap. 0) erfolgte die Vergabe der Termine entweder an einem Vormittag zwischen 08:00 und 10:00 Uhr (Vormittagsgruppe) oder an einem Nachmittag zwischen 16.00 und 18:00 Uhr (Nachmittagsgruppe) mittels Losentscheid (Zufallszuteilungsregel).

Die Messungen fanden an einem Wochentag von Montag bis Freitag statt, da wochentags ähnliche Alltagsbedingungen vorliegen (Moser, 2014). Die Wochentagsverteilung ist in Abbildung 11 ersichtlich.

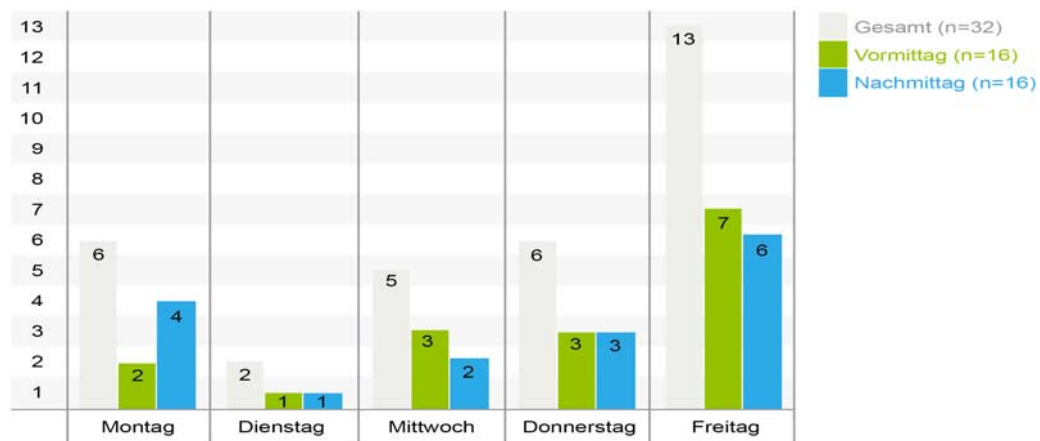


Abbildung 11: Wochentagsverteilung (Darstellung der Autorin)

In Abbildung 12 ist der gesamte Studienablauf in Form eines Flussdiagrammes dargestellt. Die Studienteilnehmerinnen wurden unmittelbar vor Messbeginn nochmals ausführlich über den Versuchsablauf informiert, das Stammbblatt mit den persönlichen Daten und den verhaltensbezogenen Charakteristika (wie BMI, Alkoholkonsum, Nikotinkonsum, Schlafgüte, Sportliche Betätigung/Woche) ausgefüllt, und danach der Blutdruck (BP) im Sitzen kontrolliert (laut Richtlinien der WHO/100:60<BP<130:85).

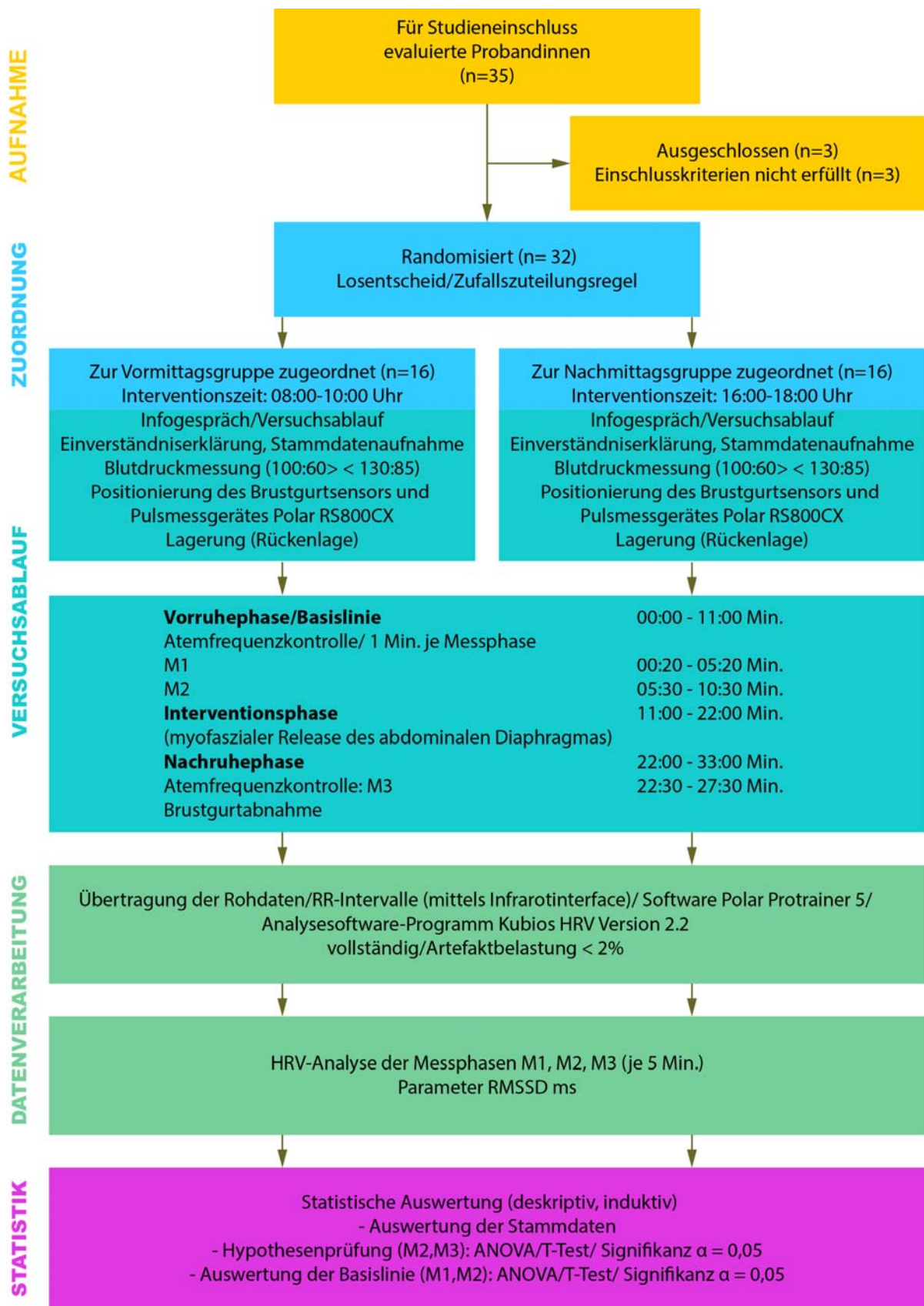


Abbildung 12: Darstellung des Studienablaufs als Flussdiagramm (Darstellung der Autorin)

Die Einverständniserklärung zur freiwilligen Teilnahme und die Einwilligung der Aufzeichnung persönlicher Daten in anonymisierter Form wurden schriftlich festgehalten (siehe Kapitel 9.7).

Im Anschluss daran wurde ein hoch elastischer (textiles Gurtband) Brustgurt (Polar® RS800CX) zur Abnahme der Signale (RR-Intervalle) befeuchtet und unter dem Brustansatz auf Höhe des Xyphoids angelegt. Auf eine entspannte und bei allen Probanden gleiche Lagerung (Rückenlage mit kleiner Knierolle, flachem Kopfpolster und Decke) wurde geachtet. Im gesamten Verlauf der Messung wurde nicht gesprochen.

Das Messgerät wurde zur Übertragung der Herzfrequenz auf einen Tisch neben der Behandlungsliege auf gleicher Höhe mit dem Brustgurt platziert und danach der rote Button gedrückt, um die RR-Intervalle zu empfangen und wiederholt gedrückt, um mit der Aufnahme zu starten. Nach einer Gesamtmessdauer von 33 Minuten wurde die Aufnahme wieder mittels Knopfdruck gestoppt und die Probandin aufgefordert sich aufzusetzen. Danach wurde der Brustgurt entfernt und gereinigt.

Wie in Abbildung 13 ersichtlich ist wurden drei Messphasen von jeweils fünf Minuten Dauer zur weiteren Verarbeitung (HRV-Analyse) und statistischen Auswertung herangezogen.

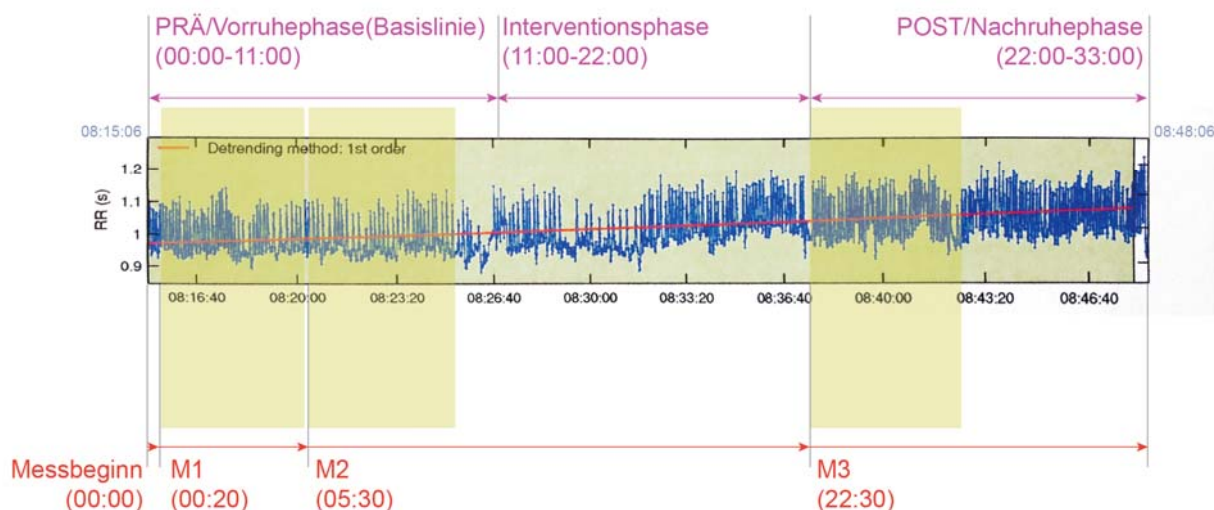


Abbildung 13: Darstellung der drei Messphasen/HRV-Analysephasen im Untersuchungsablauf (Darstellung der Autorin)

Die Atemfrequenz wurde quasi stichprobenartig jeweils eine Minute lang zu den drei Analysephasen (M1, M2 und M3) mittels Stoppuhr optisch beobachtet und kontrolliert (>9 Atemzügen pro Minute), da bis zu diesem Zeitpunkt des Studienverlaufs noch die Option für das Heranziehen von weiteren Parametern offen gehalten wurde. Laut Wittling & Wittling (2012) sollte die Atemfrequenz für die HRV-Analyse innerhalb von 9 - 24 Zyklen pro Minute liegen. Als problematisch wird eine zu geringe Atemfrequenz von unter 9 Zyklen beschrieben, da in der frequenzanalytischen Methode fälschlicherweise parasympathische Modulationen als sympathische Variationen interpretiert werden und somit die Gesamtinterpretation zunichte gemacht würde.

Für die Untersuchung der Ausgangslage (Basisline) wurden zwei Messphasen ausgewertet. Die erste Analysesequenz (M1/PRÄ) erfolgte 20 Sekunden und die zweite Analysesequenz (M2/PRÄ) 5,5 Minuten (M2) ab Messbeginn. In der Postinterventionsphase begann die dritte Analysesequenz (M3/POST), die 22,5 Minuten ab dem Start der Messung begann (siehe Abbildung 13).

Jeweils vor und nach der Intervention blieb ein „Spielraum“ (analysefreie Zeit) von 30 Sekunden für die Platzierung der Therapeutin (und der damit eventuell einhergehenden Unruhe) erhalten. Während des gesamten Messzeitraumes war die Therapeutin im Untersuchungsraum anwesend.

Der Versuchsablauf war für beide Gruppen identisch und unterschied sich nur durch den jeweiligen Interventionstageszeitraum (Vormittagsgruppe: 08:00-10:00 Uhr; Nachmittagsgruppe: 16:00-18:00 Uhr).

4.5.3

Intervention

Inte

Im folgenden Abschnitt wird die in dieser Studie angewendete osteopathische Technik beschrieben. Wie in Abbildung 13 ersichtlich wurde für die Interventionsphase eine standardisierte Dauer von 11 Minuten eingehalten. Alle Interventionen wurden ausnahmslos von einer erfahrenen Osteopathin (Studienleiterin) durchgeführt.

Myofascialer Release des abdominalen Diaphragmas (Ecoute mit Induktion nach Paoletti, 2011)

Handhaltung (siehe Abbildung 14):

Der Therapeut sitzt am Kopfende der Probandin und legt seine Hände großflächig seitlich an den Brustkorb im Bereich der 5. bis 12. Rippen an.



Abbildung 14: Darstellung der Handhaltung (Darstellung der Autorin)

Durchführung:

Mit einem Ecoute-Test und Induktion wird der Kontakt mit dem Gewebe hergestellt und der Spannungszustand des Zwerchfells, die Atembewegung und die inhärenten Geweberhythmen wahrgenommen. Die Hände folgen den Thoraxbewegungen und bringen die beiden Thoraxhälften zueinander in ein Gleichgewicht. Im Anschluss wird der Thorax als Ganzes ausbalanciert bis eine freie harmonische Bewegung in allen Raumebenen fühlbar wird. Ziel dieser Technik ist ein ausbalanciertes (zentriertes) Zwerchfell, das eine möglichst freie Ein- und Ausatemperiode zulässt.

enverarbeitung und Datenauswertung

Aus den Rohdaten (R-R-Intervalle/ms) der 33-minütigen Aufnahmen (siehe Kapitel 4.4) wurden mittels Software Kubios HRV 2.2 (Universität Kuopio, Finnland), gemäß Empfehlungen der Task Force (1996), jeweils fünf Minuten pro Messphase analysiert und auf Artefaktbelastung (unter 2%) blickdiagnostisch und softwaregestützt untersucht und falls notwendig mittels softwareintegrierter Funktion bereinigt (automatische Artefaktkorrekturverfahren). Für wissenschaftliche Studien sollte die Artefaktbelastung (Extrasystolen, Kontaktfehler) von unter 5% (Task Force, 1996) bzw. unter 2% liegen (Wittling & Wittling, 2012). Nachdem sichergestellt war, dass alle Messungen verwertbar waren (<2%), wurde der für die vorliegende Fragestellung relevante HRV-Zielparameter RMSSD/ms, als Indikator für die parasympathische Aktivität, zur weiteren Datenverarbeitung (statistische Auswertung) herangezogen (zusätzliche Erläuterungen finden sich in Kapitel 6).

Wie nicht nur Untersuchungen von Wittling&Wittling (2012) gezeigt haben, weisen HRV-Messverfahren unter der Voraussetzung, dass Messungen unter standardisierten Bedingungen durchgeführt werden, eine hohe Reliabilität und zeitliche Stabilität (Langzeit- und Kurzzeitstabilität) auf (siehe Kapitel 2.1.3).

Statistische Auswertung

Nach Übertragung der Messergebnisse in das Tabellenkalkulationsprogramm Excel Version 2010 von Microsoft® erfolgte die statistische Auswertung mittels Statistikprogramm SPSS® Version 20.0 (Statistical Package of Social Science/IBM) in Zusammenarbeit mit Mag. Franz Astleithner.

Für die Untersuchung der Nullhypothese (H_0) wurden die Differenzwerte des HRV-Zielparameters RMSSD/ms aus den Prä/Post - Messungen (M2/M3) berechnet und die jeweiligen Mittelwerte als abhängige Variable, mit der unabhängigen Variable Behandlungszeitraum (08:00-10:00 und 16:00-18:00) mittels T-Test für unabhängige Stichproben (ANOVA) untersucht.

Die Überprüfung der Normalverteilung des Parameters RMSSD/ms, als Voraussetzung für den T-Test für unabhängige Stichproben, erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest (siehe Tabelle 6). Als weitere Voraussetzung mussten die Varianzen in beiden untersuchten Gruppen gleich groß sein. Die Varianzhomogenität wurde mittels SPSS direkt beim T-Test für

unabhängige Stichproben mit dem Levene-Test der Varianzgleichheit geprüft (siehe Tabelle 9).

Zusätzlich wurde die Vergleichbarkeit der Ausgangssituation beider Gruppen vor der Interventionsphase (Basislinie) untersucht. Mit der Analyse der Basislinie sollte festgestellt werden, ob bereits in der Vorruhephase durch die Entspannung in der Rückenlage (ohne therapeutische Intervention) Veränderungen des untersuchten Parameters zu verzeichnen waren.

Ein Vergleich der Differenzwerte der Basislinie mit den Differenzwerten der Prä/Post-Messungen sollte Aufschluss über einen möglichen Effekt der Intervention geben. Somit wurden auch die Differenzwerte der zwei Messungen aus der Vorruhephase (Basislinie/ohne Intervention) mit dem T-Test für unabhängige Stichproben (ANOVA) untersucht (siehe Tabelle 7) und die Normalverteilung der Differenzwerte wieder mittels Kolomogorv-Smirnov-Anpassungstest (siehe Tabelle 6).

Der Schwellenwert für die statistische Signifikanz wurde bei $\alpha = 0,05$ angesetzt.

5

Er

gebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Datenauswertungen mittels deskriptiver und induktiver Statistik dargestellt. Zuerst wird die statistische Auswertung der Basislinie zur Erfassung von Veränderungen des Zielparameters während der Prä-Interventionsphase (ohne therapeutisches Zutun) und zur Evaluierung von diesbezüglichen Gruppenunterschieden beschrieben. Im Anschluss daran erfolgt zur eigentlichen Hypothesenprüfung die Darstellung der Veränderungen des Zielparameters im Prä/Post-Interventionsvergleich.

Die Ergebnisse der untersuchten HRV-Parameter werden durch Angabe von Minimalwert, Maximalwert, Median, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) angeführt.

5.1

Erg

Ergebnisse der HRV-Analyse für den Zielparameter RMSSD/ms

5.1.1

Aus

wertung der Basislinie

Für die Darstellung der Ausgangslage (Basislinie) und der Reaktion auf die Vorruhephase (ohne therapeutisches Zutun) sind die Ergebnisse beider Prä-Interventions-Messungen (M1, M2) und deren Differenz durch Angabe von Minimalwert, Maximalwert, Median, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) in Tabelle 5 im Gruppenvergleich aufgelistet.

Tabelle 5: Ergebnisse des HRV-Zielparameters RMSSD/ms (M1, M2 und M3) (Darstellung der Autorin)

RMSSD ms	Gruppe	n	Minimum	Maximum	Median	Mittelwert	SD
M1 > Prä	Vormittagsgruppe	16	12,70	59,60	26,4	31,19	15,73
M2 > Prä	Vormittagsgruppe	16	14,50	77,70	24,80	31,06	16,22
M3 > Post	Vormittagsgruppe	16	15,30	73,60	37,00	37,87	19,01
Differenz M1-M2	Vormittagsgruppe	16	1,80	18,10	-1,6	-0,13	0,49
Differenz M2-M3	Vormittagsgruppe	16	0,80	-4,10	12,2	6,81	2,78

M1 > Prä	Nachmittagsgruppe	16	7,10	84,30	30,00	36,19	24,75
M2 > Prä	Nachmittagsgruppe	16	7,20	74,80	26,70	35,73	24,04
M3 > Post	Nachmittagsgruppe	16	11,00	93,40	28,30	36,94	24,68
Differenz M1-M2	Nachmittagsgruppe	16	0,10	- 9,50	-3,30	-0,46	0,71
Differenz M2-M3	Nachmittagsgruppe	16	3,80	18,60	1,60	1,21	0,64

M1 > Prä	Gesamt	32	7,10	84,30	28,90	33,69	20,56
M2 > Prä	Gesamt	32	7,20	77,70	25,40	33,40	20,31
M3 > Post	Gesamt	32	11,00	93,40	31,80	37,43	21,68
Differenz M1-M2	Gesamt	32	0,10	- 6,60	- 3,50	- 0,29	- 0,25
Differenz M2-M3	Gesamt	32	3,80	15,70	6,40	4,03	1,37

Zur visuellen Darstellung der Veränderungen des Zielparameters RMSSD/ms im Verlauf der drei Messphasen wurden die Auswertungen auch als Box-Whisker-Pplot (siehe Abbildung 16) und als Säulendiagramm dargestellt (siehe Abbildung 15).

Die Normalverteilung der RMSSD-Differenzwerte (M1/M2), als Voraussetzung für den T-Test für unabhängige Stichproben, wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest überprüft (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Test auf Normalverteilung der Differenzwerte bei der Gruppen (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) (Darstellung der Autorin)

		Differenz-RMSSD	
		Vormittagsgruppe	Nachmittagsgruppe
n		16	16
Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	-,1250	-,4563
	Standardabweichung	8,42951	9,99820
Extremste Differenzen	Absolut	,176	,164
	Positiv	,123	,164
	Negativ	-,176	-,147
Statistik für Test		,176	,164
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

Nach Auswertung des Testergebnisses konnte von einer Normalverteilung der Prä-RMSSD-Differenzwerte ausgegangen werden. Auch die Nullhypothese, dass die Varianzen in beiden Gruppen gleich sind, konnte beibehalten werden (siehe Tabelle 7).

Um zu prüfen, ob zwischen beiden Gruppen bereits signifikante Unterschiede bestanden haben, die durch das Liegen selbst (ohne therapeutische Intervention) in der Vorruhephase erzeugt wurden, sind die Differenzwerte der Prä-Messungen (M1, M2) mit dem T-Test für unabhängige Stichproben untersucht worden (siehe Tabelle 7).

Die Auswertungen der Prä-Messungen (M1, M2) ergaben für beide Gruppen eine unwesentliche Verringerung der RMSSD-Werte (siehe Tabelle 5). Zwischen den Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede in der Differenz der Mittelwerte. In der Vorruhephase (Liegen, ohne therapeutische Intervention) waren also die Änderungen des Zielparameters zwischen beiden Gruppen als gleichwertig zu betrachten (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: ANOVA, T-Test für unabhängige Stichproben der Differenzwerte der Basisline (M1,M2) (Darstellung der Autorin)

Gruppenstatistiken

M1/M2 (PRÄ)-Basislinie		n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
DIFFERENZ RMSSD	Vormittagsgruppe	,00	16	,1250	8,42951	2,10738
	Nachmittagsgruppe	1,00	16	,4563	9,99820	2,49955

Test bei unabhängigen Stichproben

M1/M2 (PRÄ)-Basislinie		Varianzgleichheit		T-Test für Mittelgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sign. 2-seitig	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Differenz	
									untere	obere
DIFFERENZ RMSSD	Varianzen sind gleich	,180	,675	-,101	30	,920	-,33125	3,26937	-7,00820	6,34570
	Varianzen sind ungleich			-,101	29,167	,920	-,33125	3,26937	-7,01621	6,35371

5.1.2

Ergebnisse der HRV-Analyse im Prä/Post-Interventionsvergleich (Hypothesenprüfung)

Die Messergebnisse der HRV-Analyse für den Zielparameter RMSSD/ms unmittelbar vor und nach der Intervention sind in Tabelle 5 als Prä(M2)- und Post(M3)-Interventionswert ersichtlich.

Nach Auswertung der Testergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests konnte wiederum von einer Normalverteilung der RMSSD-Differenzwerte im Prä/Post-Interventionsvergleich beider Gruppen ausgegangen werden (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 8: Test auf Normalverteilung (Kologorov-Smirnov-Anpassungstest) der RMSSD-Differenzwerte im Prä-Post-Vergleich (M2/M3) (Darstellung der Autorin)

		Differenz-RMSSD > M2/M3	
		Vormittagsgruppe	Nachmittagsgruppe
n		16	16
Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	6,8063	1,2688
	Standardabweichung	8,24188	6,69584
Extremste Differenzen	Absolut	,151	,159
	Positiv	,151	,159
	Negativ	-,124	-,136
Statistik für Test		,151	,159
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

Die Varianzhomogenität wurde mittels SPSS direkt beim T-Test für unabhängige Stichproben mit dem Levene-Test auf Varianzgleichheit untersucht und bestätigt (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: ANOVA, T-Test für unabhängige Stichproben mit Levene-Test der Varianzgleichheit (Darstellung der Autorin)

Gruppenstatistiken

M2/M3- PRÄ/POST	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
DIFFERENZ RMSSD	Vormittagsgruppe	16	6,8063	2,06047
	Nachmittagsgruppe	16	1,2688	1,67396

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sign. 2-seitig	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Differenz	
								untere	obere	
DIFFERENZ RMSSD	Varianzen sind gleich	1,906	,177	2,086	30	,046	5,53750	2,65475	,11578	10,95922
	Varianzen sind ungleich			2,086	28,792	,046	5,53750	2,65475	,10623	10,96877

In der Tabelle zu den Gruppenstatistiken ist erkennbar (siehe Tabelle 5), dass die Differenz der RMSSD-Werte im Mittel in der Vormittagsgruppe größer war als in der Nachmittagsgruppe. In der Vormittagsgruppe stieg der Wert durchschnittlich um 6,81ms an, während er in der Nachmittagsgruppe nur um 1,27ms anstieg. Die mittlere Differenz zwischen beiden Gruppen betrug somit 5,54ms. Im T-Test für unabhängige Stichproben wurde auf einem Signifikanzniveau von 5% festgestellt, dass die Null-Hypothese (es gibt keinen Zusammenhang zwischen Tageszeit und Interventionswirkung) zu verwerfen war.

Zur visuellen Darstellung sind die Messergebnisse (M1, M2, M3) des Zielparameters RMSSD/ms (Mittelwert und Standardabweichung) im Gruppenvergleich auch als Säulendiagramm (siehe Abbildung 15) und als Box-Whisker-Plot angeführt (siehe Abbildung 16).

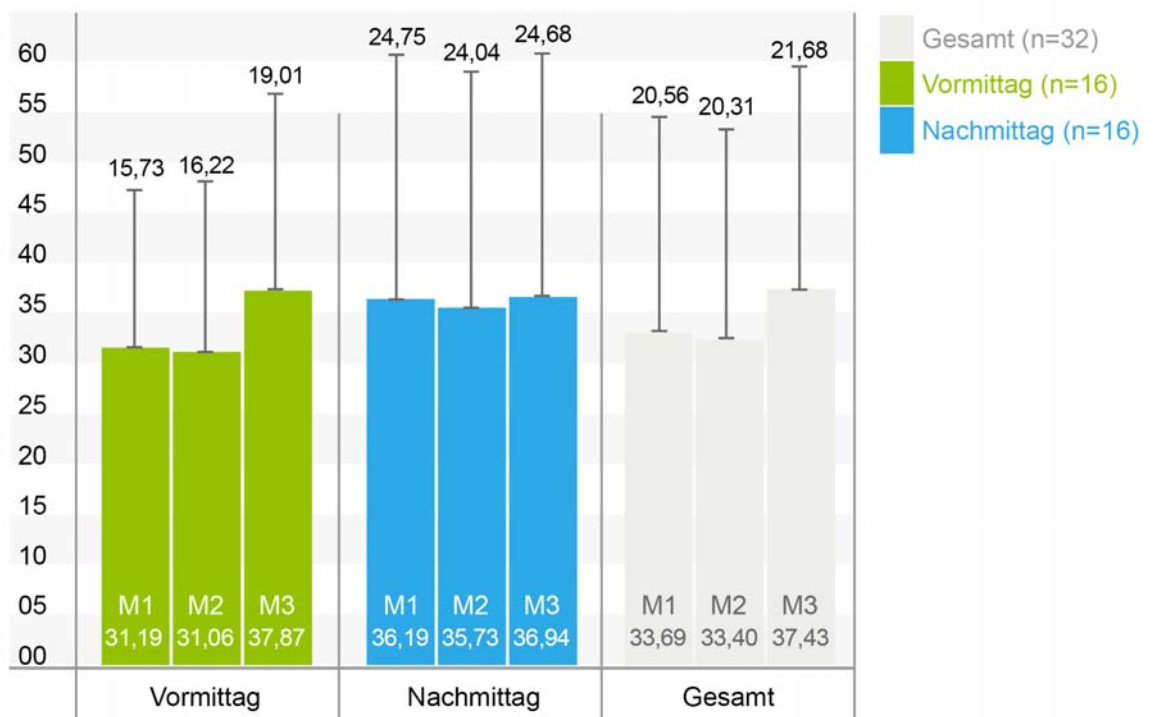


Abbildung 15: Ergebnisse des Zielparameters RMSSD/ms im Verlauf der Messphasen (Darstellung der Autorin)

Tabelle 10: Perzentile für Box-Whisker-Plot (Darstellung der Autorin)

Gruppe			M1 RMSSD	M2 Pre RMSSD	M3 Post RMSSD
Vormittagsgruppe	n	Gültig	16	16	16
		Fehlend	0	0	0
	Perzentile	25	18,43	20,38	19,05
		50	26,40	24,75	37,00
75		45,78	38,68	51,80	
Nachmittagsgruppe	n	Gültig	16	16	16
		Fehlend	0	0	0
	Perzentile	25	17,45	18,45	19,83
		50	29,95	26,65	28,30
75		53,05	63,20	57,80	

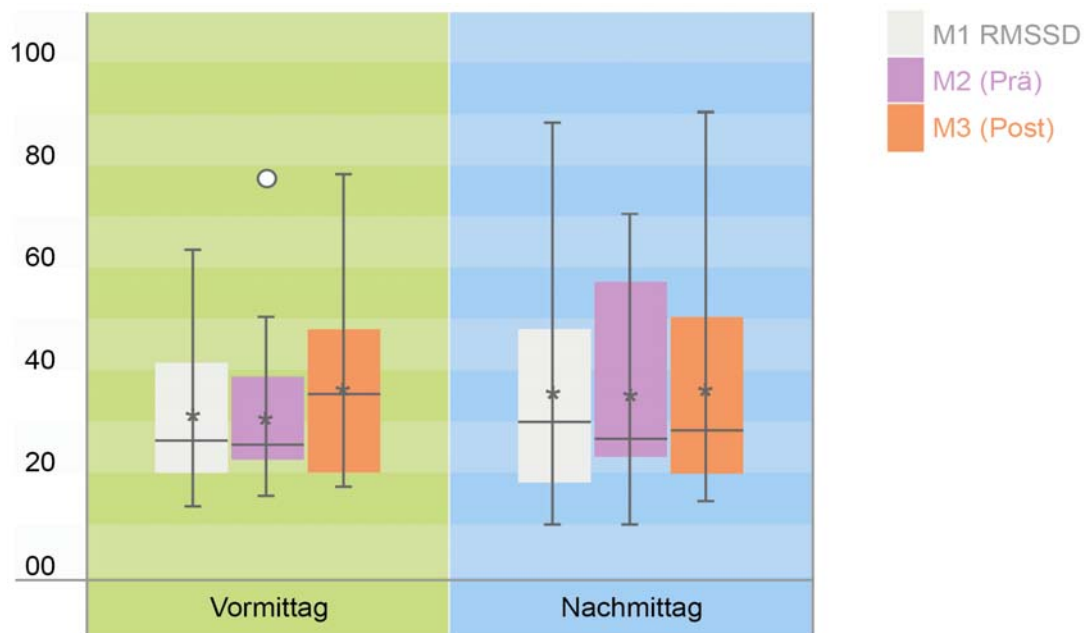


Abbildung 16: Parameters RMSSD (ms) im Gruppenvergleich als Box-Whisker-Plot (*=Mittelwert) (Darstellung der Autorin)

ammenfassung der Ergebnisse

Nachfolgend wird die Stichprobenbeschreibung kurz zusammengefasst und die Veränderungen des Zielparameters RMSSD/ms während der Basislinie und im Prä/Post-Vergleich beschrieben. Obwohl nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung, jedoch die Herzfrequenz einen Einflussfaktor der HRV darstellt (siehe Kapitel 2.1.3) werden zusätzlich die Veränderungen der Herzfrequenz (HRmean) in Schläge pro Min. (S/min) beschrieben, um einen Eindruck des Verhaltens dieses Parameters zu bekommen.

Untersuchungstichprobe:

Bezüglich Alter und verhaltensbezogenen Charakteristika der Studienpopulation gab es nur geringfügige Gruppenunterschiede. Die Mittelwerte der Variable Alter war in der Vormittagsgruppe ($43,8 \pm 6,2$) etwas höher als in der Nachmittagsgruppe ($41,1 \pm 8$). Genauso verhielt es sich mit den Werten für den BMI (Vormittagsgruppe: $23,6 \pm 2,5$; Nachmittagsgruppe: $22,3 \pm 3,5$). In der Nachmittagsgruppe gab eine Probandin mehr im Vergleich zur Vormittagsgruppe an, regelmäßig Sport zu betreiben und gelegentlich Alkohol zu konsumieren. Auch die Schlafqualität wurde in der Nachmittagsgruppe (88% von $n=16$) häufiger mit „gut“ bewertet, als in der Vormittagsgruppe (50% von $n=16$). Hinsichtlich Nikotinkonsum war die Gruppe sehr homogen aufgeteilt. In jeder Gruppe waren 4 (25%) Raucherinnen und 12 (75%) Nichtraucherinnen.

Basislinienauswertung

Die Ausgangslage (M2/Präinterventionsmessung) des Zielparameters RMSSD/ms (siehe Kapitel 5.1.1, Tabelle 5) war in der Nachmittagsgruppe (35,7 ms) höher als in der Vormittagsgruppe (31,6 ms). Während der Vorruhephase (Basislinie) kam es im Durchschnitt zu einer geringfügigen Reduzierung des Zielparameters RMSSD/ms. Die Differenz war zwar in der Nachmittagsgruppe etwas stärker ausgeprägt ($-0,5 \pm 0,7$) als in der Vormittagsgruppe ($-0,1 \pm 0,5$), jedoch war dieser Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($p=0,92$).

Die Ausgangswerte (M1/M2) der durchschnittlichen Herzfrequenz (HRmean/Schläge pro Min.) waren in der Vormittagsgruppe ($67,1 \pm 5,7/ 66,5 \pm 5,7$) niedriger, als in der Nachmittagsgruppe ($69,2 \pm 11,4/ 68,1 \pm 10,9$) mit einer durchschnittlichen Differenz der Mittelwerte von $-0,5 \pm 1,4$ in der Vormittagsgruppe und $-1,4 \pm 1,7$ in der Nachmittagsgruppe (siehe Anhang A, Tabelle 13).

Prä/Post-Interventionsvergleich (Hypothesenprüfung)

Im Prä-Post-Interventionsvergleich zur Hypothesenprüfung stieg der Zielparameter RMSSD/ms in beiden Gruppen signifikant an. In der Vormittagsgruppe stieg der RMSSD-Wert jedoch signifikant ($p=0,046$) stärker an ($6,8 \text{ ms} \pm 2,8$), als in der Nachmittagsgruppe ($1,2 \text{ ms} \pm 0,6$). Die mittlere Differenz zwischen beiden Gruppen betrug somit $5,6 \text{ ms}$ (siehe Kapitel 5.1.1, Tabelle 5).

Die Auswertung der Herzfrequenz (HRmean/Schläge pro Min.) ergab eine durchschnittliche Differenz von $-2,16 \pm 2$ in der Vormittagsgruppe und $-2,5 \pm 4,5$ in der Nachmittagsgruppe.

Im Prä/Postvergleich sank die Herzfrequenz unwesentlich (Differenz: $0,31$) stärker in der Nachmittagsgruppe, verglichen mit der Vormittagsgruppe (siehe Anhang A, Tabelle 13).

6

Dis

kussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war zu untersuchen, ob eine osteopathische Intervention, bestehend aus einem myofascialen Release des abdominalen Diaphragmas, angewendet am Vormittag (08:00 - 10:00 Uhr) den gleichen Kurzzeiteffekt auf die vagale Modulation der Herzratenvariabilität gesunder Frauen (im Alter zwischen 30 und 55 Jahren) hat, wie angewendet am Nachmittag (16:00 - 18:00 Uhr). Die parasympathische Aktivität wurde mittels zeitanalytischer Methode der HRV-Analyse (Parameter RMSSD/ms) ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen die Hypothese, dass es einen Zusammenhang zwischen Tageszeit und Interventionswirkung (Kurzzeiteffekt) gibt. Obwohl die Probandinnen beider Gruppen mit einer signifikanten Steigerung der parasympathischen Aktivität reagiert haben ist davon auszugehen, dass es bezüglich Ausmaß der Interventionswirkung einen Unterschied gemacht hat, ob die Intervention am Vormittag (08:00 bis 10:00 Uhr) oder am Nachmittag (16:00 bis 18:00 Uhr) durchgeführt wurde, da die RMSSD-Werte in der Vormittagsgruppe signifikant stärker anstiegen, als in der Nachmittagsgruppe.

Die Nullhypothese konnte somit nicht bestätigt werden.

wertung der Basislinie

Gruppendifferenzen in der Ausgangslage

Die im Mittelwertvergleich gemessenen geringeren Werte des Parameters RMSSD/ms in der Vormittagsgruppe verglichen mit der Nachmittagsgruppe entsprachen den erwarteten Schankungen parasymphathischer Aktivität, die bereits in der Literatur angeführt wurde (Bilan et al., 2005; Kim et al., 2014; Wittling & Wittling, 2012) und bestätigt die Ansicht, dass wegen des Einflusses der zirkadianen Rhythmik des ANS, ein direkter Vergleich (mit z.B. Referenzwerten) von Messergebnissen immer nur unter Berücksichtigung der Tageszeit erfolgen sollte.

Zusätzliche Faktoren für die unterschiedliche Ausgangslage könnten jedoch auch die geringfügigen Gruppenunterschiede der Variablen Alter und verhaltensbezogenen Charakteristika gelegen haben (siehe Tabelle 4). In der Vormittagsgruppe war der Mittelwert der Variable Alter (43,8) im Vergleich zur Nachmittagsgruppe (41,2) geringfügig höher. Wie Untersuchungen gezeigt haben ist das Alter ein sehr starker Einflussfaktor für die HRV und die parasymphathische Aktivität (Bonnemeier et al., 2003; De Meersman & Stein, 2007; Umetani et al., 1998; Wittling & Wittling, 2012). Der Unterschied im BMI soll laut Literatur einen geringeren Einfluss auf die vagale Modulation der HRV haben (De Meersman & Stein, 2007; Wittling & Wittling, 2012).

Ein weiterer Grund für die höhere parasymphathische Ausgangslage könnte der Gruppenunterschied in der sportlichen Betätigung pro Woche gewesen sein, da regelmäßiges Ausdauertraining und körperliche Fitness die vagale Modulation der HRV steigern (De Meersman & Stein, 2007; Hottenroott, 2002). Im Gegensatz zur Vormittagsgruppe (75%) gaben mehr Probandinnen in der Nachmittagsgruppe (88%) an, regelmäßig Sport zu betreiben. Zudem war die Gesamtstundenanzahl an körperlicher Betätigung pro Woche in der Nachmittagsgruppe deutlich höher (47 Std./Woche), als in der Vormittagsgruppe (28 Std./Woche) (siehe Anhang, Tabelle 11).

Da beide Gruppen in Bezug auf Alkohol- und Nikotinkonsum sehr homogen waren (75% Nichtraucherinnen und 25% Raucherinnen), konnte dahingehend der Einfluss auf die Differenz in der vagale Modulation nicht sehr ausgeprägt gewesen sein (Karakaya et al., 2007; Wittling & Wittling, 2012). Da nur ein geringfügig höherer Prozentsatz an Studienteilnehmerinnen in der Nachmittagsgruppe (eine Person) angab, gelegentlich Alkohol zu konsumieren, welcher Einfluss auf die parasymphathische Aktivität (senkend) haben soll (Weise et al., 1986) und die Probandinnen als Vorbereitung dahingehend instruiert wurden mindestens zwei Stunden vor ihrem Messtermin auf Alkohol und Nikotin zu verzichten, konnte dieser Einfluss als

vernachlässigbar angesehen werden. Jedoch konnte nicht ausgeschlossen werden, dass hinsichtlich Befragung von Nikotin- oder Alkoholkonsum falsche Angaben gemacht wurden.

Der höhere Wert in der Nachmittagsgruppe wäre eine Erklärung dafür, warum in dieser Gruppe mehr Probandinnen den Schlaf mit „gut“ beurteilt haben (88%), im Vergleich zu 50% der Teilnehmerinnen in der Vormittagsgruppe. Ein guter Schlaf wird durch einen hohen Vagotonus gewährleistet, der die Synchronisation von Rhythmen verbessert und so die Regenerationsfähigkeit und Ökonomie erhöht (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014).

Geringfügige Verringerung der RMSSD-Werte in der Basislinie

Interessant war, dass in beiden Gruppen im Verlauf der Vorruhephase (Basislinie) eine geringfügige Reduzierung der RMSSD-Mittelwerte zu beobachten war, obwohl in Untersuchungen festgestellt wurde, dass Rückenlage (Watanabe et al., 2007) und Entspannung (McCraty et al., 1998; Moser, 2014) eine Steigerung der vagalen Modulation bewirken. Zudem wurde auf eine horizontale (neutrale) Lagerung des Kopfes mit nur geringer Unterlagerung der HWS-Lordose geachtet, um einen Einfluss auf die HRV (Steigerung der sympathischen Aktivität) durch eine erhöhte Kopfposition ($>50^\circ$) zu vermeiden (Henley et al., 2008).

Eine mögliche Ursache für die Verringerung des RMSSD-Wertes in beiden Gruppen könnte der möglicherweise vorhandene Stress durch Angst vor „dem was unmittelbar kommen wird“ (vor dem Unbekannten) gewesen sein. Es hatten zwar zirka 50% der Stichprobe bereits Erfahrung mit Osteopathie und alle Probandinnen wurden bezüglich Ablauf und Art der Intervention hinreichend informiert, trotzdem konnte bei manchen Probanden möglicherweise eine gewisse Aufregung und Stress, was Einfluss auf die vagale Modulation der HRV hat (Carnevali & Sgoifo, 2014; Friedman, 2007), nicht ausgeschlossen werden. Ein ähnlicher Verlauf wurde auch von Kraml (2008) in ihrer Studie zur Untersuchung zweier osteopathischer Techniken während einer Vorruhephase (zur Placebobehandlung) beobachtet.

Die statistische Auswertung der Basislinie ergab keinen signifikanten Unterschied der RMSSD-Differenzwerte zwischen beiden Gruppen. Dies könnte ein Indiz dafür gewesen sein, dass die unterschiedliche Tageszeit und die damit einhergehende vegetative Ausgangslage (zirkadiane Rhythmus) noch keinen Einfluss auf die vagale Modulation der HRV in der Vorruhephase (Rückenlage) hatte (im Gegensatz zum Einfluss auf das Wirkungsausmass der therapeutischen Intervention). Da die Analysephasen in der Vorruhephase (M1,M2) unmittelbar (10 Sekunden Abstand) hintereinander erfolgten, während zwischen den Prä/Post-Messungen ein Zeitintervall (Interventionsphase) von 12 Minuten lag, ist ein direkter Vergleich beider Differenzwerte jedoch problematisch anzusehen (siehe Abbildung 13, Kap. 4.5.2).

Zukünftige Studien sollten dies berücksichtigen und einen gleichlangen Beobachtungszeitraum (längere Vorruhephase für die Auswertung der Basislinie) zur besseren Vergleichbarkeit der Differenzwerte aus der Basislinienauswertung und dem Prä/Post-Vergleich wählen oder (noch besser) diesen Faktor mittels entsprechendem Studiendesign untersuchen (Kontrollgruppenvergleich mit Ruheposition).

6.2

Prä

-Post-Interventionsergebnisse der HRV-Analyse (Hypothesenprüfung)

Steigerung der RMSSD-Werte in beiden Gruppen

Da die Steigerung der parasympathischen Aktivität erst in der Postinterventionsphase beobachtet wurde, konnte hypothetisch davon ausgegangen werden, dass der Effekt durch die Intervention verursacht wurde. Wie bereits beschrieben, kam es während der Vorruhephase (Basislinie) im Vergleich zur Prä/Post-Auswertung sogar zu einer geringfügigen Reduzierung der RMSSD-Mittelwerte beider Gruppen. Welche Faktoren der Intervention jedoch die Wirkung erzielt haben, konnten mit vorliegender Arbeit aufgrund des gewählten Studiendesigns nicht beantwortet werden.

Die hypothetisch angenommene Wirkung der osteopathischen Intervention könnte nicht nur positive Auswirkung auf die Atemexkursion oder Lungenfunktion gehabt haben, wie auch von anderen Autoren durch manuelle Behandlung des Diaphragmas beobachtet wurde (Chuchill, 2001; Lescar, 2013; Oscoz Munoa, 2008), sondern auch auf die vagale Modulation der HRV. Dies hätte bisherige Untersuchungsergebnisse bestätigt, welche mittels manueller Behandlung eine Aktivitätssteigerung der vagalen Modulation dokumentiert haben (Delaney et al., 2002; Henley et al., 2008; Toro-Velasco et al., 2009). Bei Girsberger (2012) und Schneider (2007) wurde mittels osteopathischer Intervention (CST) ein positiver Effekt auf das PNS im Vergleich zu einer Ruheposition beobachtet (Girsberger, 2012; Schneider, 2007).

Welche Faktoren die Steigerung des Parameters in beiden Gruppen letztendlich bewirkt haben konnte jedoch aufgrund des gewählten Studiendesigns nicht beantwortet werden. Berührung, positive Erwartung (Placebowirkung) oder der Hawthorne-Effekt (das Wissen der Studienteilnehmer, dass sie unter Beobachtung stehen (Weiß, 2013), oder die erbrachte Aufmerksamkeit des Therapeuten den Probandinnen gegenüber könnten die Steigerung der parasympathischen Aktivität in beiden Gruppen bewirkt haben. Die sanfte Berührung und die Wärme der Hände könnten ein Gefühl der Geborgenheit und des Umsorgtwerdens

hervorgerufen haben. Wie Untersuchungen gezeigt haben, wirken sich positive Emotionen auf die vagale Modulation der HRV aus (McCraty et al., 1998; Miu et al., 2009).

Der Effekt könnte auch durch die längere (im Vergleich zur Basislinie) Ruhephase erzielt worden sein (Watanabe et al., 2007). Entspannung (vagotoner Zustand) führt laut osteopathischer Literatur zu einer erhöhten Synchronisation inhärenter Rhythmen (Meert, 2007) und nach Ansicht von Chronobiologen zu einer vermehrten Kopplung zwischen Herz- und Atemrhythmus (vagale Steuerung), was sich positiv im Sinne der Ökonomie (Reduzierung der Herzfrequenz) und dem Auffüllen von Energieresourcen auswirken soll (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014). Eine Steigerung der HRV (mittles Parameter SDNN, LF/HF) während der Ruheposition wurde auch in einer Studie zur Untersuchung des Effekts einer standardisierten osteopathischen Intervention an Probanden mit diagnostizierter Depression (cross-over-design) dokumentiert (Scherding, 2012).

Obwohl nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung wurden auch die Ergebnisse der Herzfrequenzmessungen im Gruppenvergleich ausgewertet (durch Angabe von MW, SD, Min., Max., Median) und in Tabelle 13 (siehe Anhang A; Kab. 0) angeführt, da neben Alter und Geschlecht auch die Herzfrequenz in der Evaluierung der HRV eine wichtige Rolle spielt (Koskinen et al., 2009). Eine höhere Ruheherzfrequenz war in einer Untersuchung von 1780 gesunden Probanden (24-39 Jahre) mit einer niedrigeren HRV verbunden, wobei Frauen eine durchschnittlich höhere Ruheherzfrequenz aufwiesen (Koskinen et al., 2009). Zudem zeigte sich, dass eine hohe Ruheherzfrequenz einen starken Risikofaktor hinsichtlich Mortalität und Morbidität in symptomatischen und asymptomatischen Probanden darstellt (Hjalmarson, 2007; Perret-Guillaume et al., 2009). Der Mittelwertvergleich der Herzfrequenz (HRmean/Schläge pro Min.) ergab eine kontinuierliche Reduzierung der Herzrate im Verlauf der drei Analysephasen (HRmean: - 0,5/Baseline), wobei die stärkste Reduktion im Prä/Post- Vergleich (HRmean: - 2,2 S/Min.) auftrat.

Laut einer Untersuchung mittels 24-Stunden-Messungen von 61 gesunden Probanden im Alter zwischen 22 und 45 Jahren steigt die Herzfrequenz in den Morgenstunden an und fällt in den späteren Abendstunden wieder ab (Kim et al., 2014). Ähnlich den Ergebnissen aus dem Mittelwertvergleich des Zielparameters RMSSD/ms war die Reaktion im Prä/Post-Vergleich stärker ausgeprägt als während der Vorruhephase (Basislinie), mit dem Unterschied, dass in der Nachmittagsgruppe (-2,5 S./Min.) die Herzfrequenzreduktion im Prä/Post-Vergleich geringfügig stärker ausgeprägt war als in der Vormittagsgruppe (-2,2 S./Min.). Eine Reduktion der HR wurde auch in Studien mittels Manipulationen an der WS (Budgell & Hirano, 2001; Budgell & Polus, 2006), CST (Engel, 2006; Kraml, 2008; Schneider, 2007) oder myofaszialen

Techniken (Delaney et al., 2002; Hoos et al., n.d.) erzielt. Eine langfristige Herzfrequenzreduktion soll eine positive Auswirkung hinsichtlich Ökonomie und Auffüllen von Ressourcen haben (Moser, 2014).

Nach Stresssituationen (Angst in der Vorruhephase vor dem Unbekanntem) soll es zu einem sogenannten Rebound-Effekt bzw. zu einem parasympathischen Nachschwingen kommen (Curic et al., 2008; Moser, 2014). Auch dies könnte in beiden Gruppen den Wert in der Post-Interventionsphase gesteigert haben.

Signifikanter Unterschied der Differenzwerte des Zielparameters RMSSD (Hypothesenprüfung)

Mit dem vorliegenden Untersuchungsergebnis kann zwar keine Aussage über den Zusammenhang zwischen Effekt und Intervention gemacht werden, jedoch kann eine Aussage darüber gemacht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen Interventionszeitraum und Wirkungsausmass der Intervention (wodurch auch immer verursacht) gegeben hat. Die Intervention hatte in der Vormittagsgruppe einen stärkeren Einfluss auf die vagale Modulation der HRV als am Nachmittag. Da die Aktivitätskurve der vagalen Modulation der HRV am Vormittag laut Untersuchungsergebnissen normalerweise sehr langsam und gering ansteigt (siehe Kap.2.3.2, Abbildung 7), im Gegensatz zum Nachmittag wo sie stärker und schnell ansteigt (Bilan et al., 2005; Chen et al., 2014; Kim et al., 2014) war es überraschend, dass der RMSSD-Wert in der Vormittagsgruppe, trotz der (wie erwartet) geringeren Ausgangslage im Prä/Post-Vergleich stärker anstieg und einen höheren Wert annahm, als in der Nachmittagsgruppe. Die Höhe des Wertes konnte also nicht durch die natürliche Schwankung der parasympathischen Aktivität verursacht worden sein.

Das Studienergebnis unterstützt die Annahme, dass aufgrund schwankender vegetativer Ausgangslage, therapeutische Maßnahmen zu verschiedenen Zeiten im Tagesverlauf unterschiedliche Reaktionen im Organismus auslösen können. Unabhängig von der Ursache der Interventionswirkung könnte der signifikant stärkere Anstieg der RMSSD-Werte in der Vormittagsgruppe ein Hinweis für die tageszeitlich bedingte unterschiedliche Reaktionsfreudigkeit des Organismus gewesen sein. Das „Anschaukeln“ der parasympathischen Aktivität, wodurch auch immer ausgelöst (wie Placebo, vermehrte Aufmerksamkeit, Entspannung durch längeres Liegen), war demnach in der ergotropen (eher sympathischen) Phase (03:00 und 15:00) effektiver als in der trophotropen Phase (15:00-03:00). Bei der Interpretation des Ergebnisses sollte jedoch berücksichtigt werden, dass neben den beiden Anteilen des ANS auch andere Körperfunktionen einer zirkadianen rhythmischen

Schwankung unterworfen sind (siehe Kapitel 2.3.2) und damit ist nicht geklärt, welche Mechanismen der jeweiligen körperlichen Ausgangslage diesen Effekt bewirkt haben.

Ein möglicher zusätzlicher Einflussfaktor für das Untersuchungsergebnis könnte der unterschiedliche Bekanntheitsfaktor der Osteopathie gewesen sein. Von den 32 Studienteilnehmerinnen hatten 17 Probandinnen (10 in der VG und 7 in der NG) bereits Erfahrung mit Osteopathie und waren daher möglicherweise eher an die Art der Berührung und Behandlung gewöhnt oder konnten sich innerlich besser auf „das was kommen wird“ einstellen. Alle Teilnehmerinnen wurden zwar ausreichend bezüglich Art der Intervention und Ablauf der Untersuchung informiert, jedoch konnte eine gewisse Irritiertheit nicht ausgeschlossen werden. Da in der Nachmittagsgruppe weniger Probandinnen mit osteopathischer Erfahrung waren, könnte die geringere Steigerung der parasympathischen Aktivität durch die Anspannung beeinflusst worden sein (Carnevali & Sgoifo, 2014; Friedman, 2007). Nach Durchsicht und Vergleich der Differenzwerte zwischen Probandinnen mit und ohne Osteopathieerfahrung konnte jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden. Mögliche Korrelationen müssten mit statistischen Verfahren abgeklärt werden.

Weitere mögliche Ursachen (neben der unterschiedlichen vegetativen Ausgangslage) für den Gruppenunterschied könnten Faktoren wie belastende Gedankengänge, die emotionale Tagesverfassung (McCraty et al., 1998; Vaschillo et al., 2008), diurnale Schwankungen der Gelenkmobilität (Gifford, 1987) oder der Körpersensitivität (Nam & Kwon, 2014) gewesen sein. Auch war nicht auszuschließen, dass trotz Verhaltensanweisungen bezüglich der Zeit vor dem Messtermin, manche Instruktionen (bezüglich Sport, Nikotin- und Alkoholkonsum) nicht eingehalten wurden.

Die Aussagekraft des Ergebnisses ist zusätzlich dahingehend zu hinterfragen, ob eine geringere Steigerung zu einer bereits höheren parasympathischen Ausgangslage, in Relation zu einer höheren Aktivitätssteigerung aus einer niedrigen parasympathischen Ausgangslage, eine möglicherweise geringere Relevanz haben könnte. Jedoch muss angemerkt werden, dass die Post-Interventionswerte der Nachmittagsgruppe von den RMSSD-Werten der Vormittagsgruppe übertroffen wurden. Zukünftigen Studien wird empfohlen, die Ergebnisse zusätzlich in Relation zu den jeweiligen Ausgangswerten zu stellen.

hodenkritik

Das Ergebnis der vorliegenden Studie hat zwar einen interessanten Zusammenhang zwischen Tageszeit (und den damit einhergehenden unterschiedlichen Ausgangsbedingungen) und Wirkungsausmaß der untersuchten Intervention aufgezeigt, jedoch ist die Aussagekraft durch einige Kritikpunkte limitiert. Durch die im folgenden Abschnitt dargestellten Faktoren wird das Untersuchungsergebnis einer weiteren kritischen Betrachtung bezüglich Methodik unterzogen.

Studiendesign

Die statistische Auswertung der Messergebnisse ergab zwar in beiden Gruppen eine signifikante Differenz im Kurzeiteffekt, jedoch konnte aufgrund des Studiendesigns nicht beantwortet werden, worauf (Effekt durch osteopathische Intervention, Plazebo-Effekt, Hawthorne-Effekt?) sich der tageszeitliche Einfluss bezogen hat. Ein Parallelgruppendesign mit idealerweise zwei Kontrollgruppen (Sham/hands-on und Ruheposition) wären notwendig gewesen, um mit dem Untersuchungsergebnis eine Aussage darüber machen zu können, ob der jeweilige Interventionstageszeitraum einen Einfluss auf die Wirksamkeit der osteopathischen Intervention hatte. Eine weitere Möglichkeit wäre eine Untersuchung im within-subject-design gewesen (jede Probandin erhält alle drei Varianten). Aus Gründen der Durchführbarkeit (mangelnde persönliche Ressourcen) waren jedoch die Möglichkeiten begrenzt.

Da die Reaktionsphase des Körpers nach einer Behandlung unterschiedlich lang sein kann und der Organismus mancher Probandinnen möglicherweise erst zu einem späteren Zeitpunkt reagiert hat, könnte die Beurteilung des Kurzeiteffekts von geringer Relevanz sein. Follow-up-Untersuchungen hätten klären können, ob diese Differenz auch zu einem späteren Zeitpunkt gemessen werden konnten. Trotz guter Bewertung bezüglich Stabilität von HRV-Kurzeitanalyseverfahren (Tarkiainen et al., 2005) ist die Beurteilung von Follow-up-Untersuchungen hinsichtlich Langzeiteffekten schwierig, da viele Einflussfaktoren innerhalb einer längeren Untersuchungsperiode das Ergebnis modulieren könnten (siehe Kap. 2.3.3).

Untersuchungsstichprobe

In die Studie wurden 35 gesunde Frauen im Alter zwischen 30 und 55 Jahren eingeschlossen (siehe Abbildung 12). Nach erfolgter Randomisierung (zum Interventionszeitpunkt) hat sich herausgestellt, dass eine Probandin bereits 56 Jahre alt war. Sie wurde aus pragmatischen Gründen nicht von der Studie ausgeschlossen.

Zur besseren Beurteilung des tageszeitlichen Einflusses auf den therapeutischen Effekt, erfolgte eine möglichst starke Eingrenzung der Stichprobe. Damit sollte der Einfluss von möglichst vielen zusätzlichen Modulatoren der HRV (wie Alter, Geschlecht, Erkrankungen, Medikamente) minimiert werden (siehe Kap. 2.3).

Die Studienteilnehmerinnen haben den Gesundheitszustand nach eigenem Ermessen bzw. deren subjektivem Empfinden eingeschätzt. Obwohl schriftliche und mündliche Informationen bezüglich Ein- und Ausschlusskriterien gegeben wurden, konnte nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden ob diverse Erkrankungen vorlagen. Zur Klärung des Gesundheitszustandes wäre ein ärztliches Attest objektiver gewesen und für zukünftige Studien zu empfehlen.

Da das Alter eines der stärksten Einflussfaktoren der HRV darstellt (De Meersman & Stein, 2007; Umetani et al., 1998) war eine möglichst homogen Gruppe diesbezüglich notwendig, um die Vergleichbarkeit von Werten gewährleisten zu können (Fenzl, 2010; Nunan et al., 2010; Rajendra Acharya et al., 2006). Das vorliegende Untersuchungsergebnis wäre durch eine zusätzliche Eingrenzung des Alters möglicherweise noch aussagekräftiger gewesen, da die deutlichste Abnahme der HRV zwischen der zweiten und vierten Lebensdekade dokumentiert wurde und daher in dieser Phase sehr große interindividuelle Unterschiede vorhanden sind (Bonnemeier et al., 2003; Fenzl, 2010; Umetani et al., 1998).

Ausschlaggebend für die Entscheidung einer genderspezifischen Eingrenzung der Studienpopulation waren Untersuchungsergebnisse und Empfehlungen von einigen Autoren für eine höhere Aussagekraft von genderspezifischen HRV-Auswertungen (De Meersman & Stein, 2007; Nunan et al., 2009; Wittling & Wittling, 2012). Hinsichtlich Geschlechtsunterschiede bei HRV-Messungen gibt es zwar sehr unterschiedliche Meinungen, jedoch fanden bisherige Untersuchungsergebnisse dahingehend Übereinstimmung, dass sich geschlechtsabhängige Unterschiede der HRV erst ab der fünften Lebensdekade wieder angleichen (Fenzl, 2010; Nunan et al., 2009). Die Eingrenzung der Stichprobe war zwar positiv für die Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen, allerdings wurde dadurch die Aussagekraft des Studienergebnisses hinsichtlich Repräsentativität für die Allgemeinheit limitiert. Dies wurde aufgrund der erforderlichen Stichprobenhomogenität bei HRV-Analyseverfahren (Koskinen et al., 2009; Nunan et al., 2010) und aufgrund der genderspezifischen präventiven Relevanz (Capaldo et al., 2013; Shively et al., 2009) bewusst in Kauf genommen. Die erworbenen Ergebnisse beziehen sich somit ausschließlich auf gesunde Frauen, im Alter zwischen 30 und 56 Jahren.

Untersuchungsbedingungen

Da die HRV auch von vielen Umgebungsfaktoren moduliert wird (siehe Kap. 2.3.3), war es wichtig auf möglichst standardisierte Messbedingungen zu achten (Hottenroott, 2002; Hottenroott & Internationales HRV-Symposium, 2014). Die räumlichen Untersuchungsbedingungen konnten jedoch nur limitiert kontrolliert werden. Faktoren wie Raumbelichtung (Moser, 2014; Schäfer & Kratky, 2006) und Raumtemperatur (Bruce-Low et al., 2006) wurden zwar annähernd gleich gehalten (soweit das in der Jahreszeit möglich war), der Faktor Geräuschkulisse (Kraus et al., 2013) war jedoch wegen der in Betrieb gehaltenen Praxisgemeinschaft nicht konstant gleich zu halten. Dies entsprach zwar den üblichen Behandlungsbedingungen, jedoch könnte dadurch der Entspannungseffekt bei manchen Probandinnen stärker beeinträchtigt gewesen sein.

Messgerät

Das in der vorliegenden Studie verwendete Herzfrequenzmessgerät (Polar® RS800CX) hat sich als einfach handhabbar erwiesen. Reliabilität und Validität des Messgerätes wurde hinreichend untersucht und durchgehend positiv bewertet (Bürklein et al., 2005; Gamelin et al., 2006; Nunan et al., 2009; Schega et al., 2010). Nach Shega et al. (2010) liefern die Pulsuhr Polar RS800CX und das Schiller-EKG gleichwertige Messungen. Vorgängermodelle wurden bereits in anderen Studien aus dem Bereich der Osteopathie verwendet (Kraml, 2008; White, 2012), allerdings hat Kraml (2008) die Messung mittels Polar-Pulsuhr als fehleranfällig bewertet. Die Befürchtung, dass die Abnahme über einen Brustgurt zu viele Artefakte erzeugen könnte, wurde in vorliegender Untersuchung nicht bestätigt. Da der Brustgurt aus einem textilelastischen Material bestand, konnte davon ausgegangen werden, dass die Atemexkursion nicht eingeschränkt wurde. Die Gefahr von Kontaktfehlern wegen zu lockerem Sitz des Brustgurtes war aufgrund der Untersuchungsposition minimiert. Die Ansicht von Hottenroott (2002), dass dieses Messgerät bei standardisierten Bedingungen zuverlässige Aufnahmen liefert (Hottenroott, 2002) wurde mit vorliegender Untersuchung bestätigt.

HRV-Analyse (Validität, Reliabilität)

Mit der Gründung der Task Force (1996) wurde die HRV-Analyse in wissenschaftlichen Kreisen international als reliables und valides Messverfahren zur Quantifizierung von vegetativen Regulationsmechanismen anerkannt. Gewisse Parameter zählen dabei zum Goldstandard der unterschiedlichen Analysemethoden (Moser, 2014; Task Force, 1996; Wittling & Wittling, 2012). In vorliegender Studie wurde eine HRV-Kurzzeitanalyse von fünf

Minuten angewendet, welche zur besseren Vergleichbarkeit von Studienergebnissen empfohlen wurde und damit einen Beitrag zu standardisierten Messungen in Studien geleistet hat (Bürklein et al., 2005; Nunan et al., 2010). Die Beurteilung der Reliabilität von Kurzzeitmessungen variiert sehr stark und war von gewissen Faktoren abhängig. Die Reliabilität von Kurzzeitmessungen, die in Ruheposition durchgeführt wurden und Messungen von gesunden Probanden wurde besser bewertet als HRV-Kurzzeitmessungen, die während Aktivität oder an kranken Probanden durchgeführt wurden (Sandercock et al., 2005). Die Reproduzierbarkeit von Kurzzeitmessungen über einen Zeitraum von 3-4 Monaten wurde als stabil eingestuft (Tarkiainen et al., 2005).

Die Software von Kubios HRV 2.2 (Universität Kuopio, Finnland) wurde entsprechend den wissenschaftlichen Richtlinien der Task Force (1996) entwickelt. Ihre Anwendung hat sich bereits in vielen Studien bewährt (Hottenrott, 2002; Hottenrott & Internationales HRV-Symposium, 2014; White, 2012). Alle Analysesequenzen wiesen wie für Studien empfohlen (Wittling & Wittling, 2012) keine bis geringe Artefaktbelastung (<2%) auf und wurden gegebenenfalls mittels softwareintegrierter Funktion bereinigt (Niskanen et al., 2004). Diese Korrekturen könnten jedoch die tatsächlichen Herzschlagabstände geringfügig verzerrt und das Messergebnis beeinflusst haben.

Zielparameter RMSSD

Zur Beurteilung der Veränderungen in der parasympathischen Aktivitätslage wurde einzig der HRV-Parameter RMSSD als bewährtestes zeitanalytisches Maß zur Erfassung hochfrequenter Variationen von RR-Intervallen herangezogen (Wittling & Wittling, 2012), da die gängigsten HRV-Parameter zur Beurteilung der parasympathischen Aktivität (RMSSD, HF, pNN50) in Untersuchungen eine sehr hohe Korrelation aufwiesen (Curic et al., 2008; Krüger, 2012; Wittling & Wittling, 2012). Aus Gründen der klinischen Relevanz für Herz-Kreislaufkrankungen und deren Prävention lag das Interesse insbesondere in der Beurteilung der Interventionswirkung auf die vagale Modulation der HRV (De Meersman & Stein, 2007; Thayer & Lane, 2007). Dies ließ jedoch keine Darstellung und Beurteilung der sympatho-vagalen Balance und der Gesamtvariabilität (total power) zu.

Normwerte

Laut Nunan et al. (2010) weisen jedoch auch sehr homogene Stichproben eine hohe intraindividuelle Variation von Messergebnissen auf.

Inwieweit die unterschiedliche Reaktion in beiden Gruppen damit in Zusammenhang stand, ob ein höherer Prozentsatz von Probanden Ausgangswerte hatten, die den Normwerten entsprachen, wurde nicht beurteilt. Nach den Richtlinien der Task Force (1996) sind RMSSD-Werte <15ms pathologisch. Der Richtwert wurde von einer Probandin der Vormittagsgruppe und zwei Probandinnen der Nachmittagsgruppe unterschritten.

Da von der Task Force (1996) nur grobe Richtwerte der HRV veröffentlicht wurden und Referenzwerte aufgeteilt nach Alterskategorien und Geschlecht gefehlt haben, wurde die vorhandene Datenlage mittels Review von Fenzl et al. (2010) zur Erstellung von Referenzwerten zusammengefasst. Nach Ansicht der Autoren war jedoch die Erstellung von Normwerten wegen der noch geringen Anzahl an longitudinal angelegten Kohortenstudien zur Risikostratifizierung (trotz großem Datenmaterial hinsichtlich präventivmedizinischer Bedeutung) schwierig. Ihre Empfehlung für die Bestimmung des Normwertes in der Praxis war, diesen innerhalb des unteren und oberen Quantils (P25-P75) einzugrenzen (Fenzl et al., 2010). Ein weiterer Review zur Erfassung von Normwerten von HRV-Kurzzeit-Messungen bei gesunden Erwachsenen hat durchwegs geringere Werte als die angegebenen Normwerte der Task Force vorgefunden. Dabei wurde auch bei sehr homogenen Gruppen eine sehr hohe interindividuelle Variation festgestellt, welche jedoch speziell die HRV-Analyse nach frequenzanalytischer Methode betraf. Die Vergleichbarkeit von Daten zwischen den Studien wurde für Parameter der zeitanalytischen Methode im Vergleich zur frequenzanalytischen Methode besser bewertet (Nunan et al., 2010). Konsens herrscht in der Ansicht, dass die erfassten Daten zwar als Referenzwerte herangezogen werden können, jedoch diese differenziert zu betrachten sind, da methodologische Faktoren (wie Alter, Geschlecht, physische Aktivität, Kaffee Konsum, Stress, subjektives Gesundheitsempfinden,...) Einfluss auf die Studienergebnisse hatten (Fenzl, 2010; Nunan et al., 2010). Trotz Bemühungen der Erstellung von Normwerten für HRV-Parameter sind daher die erworbenen Daten der HRV-Analyse immer nur im psychophysiologischen Gesamtkontext eines Individuums zu verstehen (Sammito et al., 2014).

HRV-Parameter HRmean(Schläge pro Min.)

Obwohl die Auswertung der Parameter HRmean (S/min) nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war, wurden die Veränderungen der Werte im Verlauf der Messphasen ebenfalls aufgelistet und die jeweiligen Mittelwerte und Differenzen berechnet um zumindest einen Eindruck für das Verhalten der durchschnittlichen Herzfrequenz während des Untersuchungsablaufs zu vermitteln (siehe Anhang, Tabelle 13). Zudem sind für den Vergleich von HRV-Referenzwerten neben Alter und Geschlecht auch die Herzfrequenz zu

berücksichtigen (Koskinen et al., 2009). Die Rohdatenauflistung samt Mittelwertberechnung soll zukünftigen Studien als Vergleichswerte für Kurzzeit-HRV-Analysen zur Verfügung stehen. Die Herzfrequenz (S/min) entsprach im Durchschnitt den Normwerten für die Ruheherzfrequenz (Sammito et al., 2014; Speckmann et al., 2013).

Randomisierung

Um einen ausgewogenen Stichprobenumfang beider Interventionsgruppen zu erhalten wurde ein eingeschränktes Randomisierungsverfahren, die Zufallszuteilungsregel, angewendet. Diese Entscheidung wurde getroffen, da keine Notwendigkeit bestand, dass die Gruppen für Zwischenauswertungen ausgewogen aufgeteilt waren. Das Hauptziel der vorliegenden Randomisierung bestand darin, die Behandlungstermine zufällig und unabhängig von den Präferenzen der Studienteilnehmer zu verteilen. Da die vorliegende Studie keine klassische Effektivitätsstudie war und beide Gruppen die gleiche Intervention erhalten haben, wurde die angegebene Randomisierungsmethode zur nachfolgenden statistischen Auswertung für ausreichend befunden. Aus praktischen Gründen wurde die Randomisierung von der Studienleiterin selbst (bei Terminvergabe) durchgeführt.

Verblindung

Nachdem der Einfluss der Tageszeit auf die Interventionswirkung untersucht wurde und beide Gruppen die gleiche Intervention erhalten haben, wurde der Einfluss der unterschiedlichen Erwartungshaltung in beiden Gruppen, der eventuell bei Sham-Behandlungen oder reiner Restingposition, seitens der Probandinnen und der Therapeutin (Studienleiterin) aufgetreten wäre, als gering eingeschätzt. Ein Kritikpunkt hinsichtlich Wahrung der Objektivität ist jedoch, dass die HRV-Analyse nicht untersucherunabhängig erfolgte.

Statistik

Eine höhere Probandenanzahl wäre notwendig gewesen, um an Relevanz hinsichtlich statistischer Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse zu gewinnen.

Mit dem T-Test für unabhängige Stichproben konnte untersucht werden, ob ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte eines untersuchten Parameters zweier unabhängiger Gruppen vorhanden war. So konnte in der vorliegenden Untersuchung der Frage nachgegangen werden, ob sich die RMSSD-Differenzwerte zwischen Patientinnen die am Vormittag behandelt wurden, und Patientinnen die am Nachmittag behandelt wurden, signifikant voneinander

unterschieden. Für die Durchführung dieses Tests mussten unterschiedliche Voraussetzungen gegeben sein. Dazu zählte, dass der untersuchte Parameter intervallskaliert war, was im konkreten Fall gegeben war (die Differenz der RMSSD-Werte waren als Ergebnis eines Messprozesses und darauffolgender Subtraktion intervallskaliert). Zudem sollten die Stichproben unabhängig voneinander sein und die Stichproben (abgesehen vom Stimulus der untersucht wird) aus derselben Population stammen. Diese Voraussetzung war erfüllt, da es sich vormittags und nachmittags jeweils um unterschiedliche Patientinnen gehandelt hat und da es keine Hinweise für weitere systematische Unterschiede der Stichprobe zwischen Vormittags- und Nachmittagsgruppe gab (siehe Kapitel 5). Eine weitere Voraussetzung war, dass der untersuchte Parameter (Differenz der RMSSD-Werte) normalverteilt war, was mittels Kolmogorof-Smirnov-Anpassungstest für beide Gruppen bestätigt werden konnte.

Intervention

Als osteopathische Intervention wurde ein Myofaszialer Release des abdominalen Diaphragmas (Paoletti, 2011) gewählt um eine Balance der Zwerchfellspannung zu erzielen und damit indirekt (siehe Kapitel 0) die vagale Modulation der HRV zu beeinflussen. Obwohl der Effekt der Intervention nicht durch Kontrollgruppen gesichert wurde, spricht das Ergebnis zumindest tendenziell für eine Beeinflussung der vagalen Modulation der HRV. Das Ergebnis wird von Studien untermauert, die eine Steigerung der parasympathischen Aktivität durch Beeinflussung der Atmung (Courtney et al., 2011; Kaushik et al., 2006; Kulur et al., 2009; Niranjana et al., 2008; Wang et al., 2010) und Verbesserung der Atemfunktion mittels Zwerchfelltechniken dokumentiert haben (Chuchill, 2001; Dennison, 2011; Lescar, 2013; Oscoz Munoa, 2008).

Nachteil dieser speziellen osteopathischen Interventionstechnik war, dass keine Effektivitätsstudie bekannt war, die diese Technik bezüglich Auswirkungen auf die HRV bereits untersucht hatte. Die bereits in Studien untersuchten Behandlungstechniken des Diaphragmas, wie Streck –Technik (Oscoz Munoa, 2008), Muskel-Energie-Technik im Bereich des unteren Brustkorbes (Chuchill, 2001), direkte und indirekte Diaphragmatechniken/Release und Recoil-Technik (Dennison, 2011; Lescar, 2013) oder ein „re-doming“ mit Manipulationen des thorakolumbalen Überganges und der unteren Rippen (Hosking, 2009) sind zwar dem myofaszialen Release ähnlich, jedoch wurden diese in Hinblick auf Lungenfunktion, Vitalkapazität, Thoraxmobilität oder Diaphragmaspannung untersucht und nicht hinsichtlich Auswirkung auf die HRV (Chuchill, 2001; Dennison, 2011; Lescar, 2013; Oscoz Munoa, 2008), wodurch Vergleichswerte dahingehend fehlen.

Eine osteopathische Technik mit einem bereits untersuchten Effekt auf den Vagotonus, wie z.B. zervikaler myofaszialer Release (Henley et al., 2008) oder myofasziale Triggerpunktmassage (Delaney et al., 2002), wäre zur Untersuchung der zirkadianen Einflüsse auf das Behandlungsausmass möglicherweise aussagekräftiger gewesen und daher für zukünftige Studien zu empfehlen.

Problematisch könnte auch der standardisierte Zeitumfang der angewendeten Intervention angesehen werden, da dies nicht dem osteopathischen Behandlungsansatz entsprach und individuelle Unterschiede in der Gewebereaktion nicht berücksichtigt werden konnten. Die standardisierte Dauer wurde jedoch zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse hingenommen.

Im Gegensatz zu einer allgemeinen osteopathischen Behandlung hatte die in der vorliegenden Studie angewendete osteopathische Technik den Vorteil, dass die Position der Probandinnen und die Handposition der Osteopathin nicht gewechselt werden musste und damit mögliche Einfluss- und Störfaktoren (wie Lagewechsel) vermieden werden konnten (Henley et al., 2008; Watanabe et al., 2007). Dies wäre bei einer allgemeinen, an die individuellen Erfordernisse angepassten osteopathischen Behandlung, nicht möglich gewesen.

Therapeutenanzahl

Kritisch könnte auch die Tatsache betrachtet werden, dass die Interventionen bei allen Probandinnen von der Studienleiterin persönlich durchgeführt wurden. Vorteil dabei war, dass der Einfluss durch unterschiedliche Ausführungen der Technik limitiert wurde und der Aspekt des Einflusses unterschiedlicher Persönlichkeiten oder Ausbildungs- und Erfahrungswerte ausgeschlossen wurde und dadurch die Anzahl an zusätzlichen Einflussfaktoren limitiert werden konnte. Das Engagement von zusätzlichen Osteopathen hätte jedoch einen erheblichen organisatorischen Mehraufwand bedeutet, wodurch die Durchführbarkeit der Studie gefährdet worden wäre. Nachteil war dadurch, dass das Ergebnis nicht repräsentativ für die Gesamtheit der Osteopathen ist.

Interventionszeiträume

Die jeweiligen Tageszeiträume beider Interventionsgruppen wurden nach Beratung von Experten der Chronobiologie und nach Durchsicht relevanter Literatur gewählt. Da die Chronomedizin noch ein relativ junges Forschungsfeld ist, und möglicherweise die Recherche in den diversen Suchmaschinen unzureichend war, wurde keine relevante Literatur bezüglich

chronotherapeutischer Optimierung von manuellen Behandlungsmethoden gefunden. Ein Vergleich mit bestehenden Studienergebnissen hinsichtlich HRV-Messungen und tageszeitlichem Einfluss war (neben unterschiedlicher Messdauer) dahingehend erschwert, dass in Studien häufig keine genauen Zeitangaben zum genauen Untersuchungszeitpunkt angeführt wurden (Kraml, 2008; Welch & Boone, 2008). Angaben zum Interventionstageszeitraum wurden in einer Studie von Henley et al. (2008), in der die Interventionen immer zwischen 13:30 und 16:00 Uhr stattfanden und bei Girsbergerger (2012), die alle Interventionen vormittags durchgeführt hat, angegeben (Girsberger, 2012; Henley et al., 2008).

In der Planungsphase der Studie wurde übersehen, dass die Zeitumstellung (26.10.214) in den Untersuchungszeitraum fallen wird. Durch die Umstellung von Sommerzeit auf die Winterzeit wurde ein Teil der Studienteilnehmerinnen zu einem Untersuchungszeitraum mit einer Stunde Zeitverschiebung gemessen (3 Probanden in der Vormittagsgruppe und 3 in der Nachmittagsgruppe), wodurch der Messbeginn bei diesen Probandinnen erst um 10:00 Uhr statt um 09:00 Uhr bzw. um 18:00 Uhr statt um 17:00 Uhr begann. Der Interventionszeitraum wurde damit unbeabsichtigt insgesamt auf 3 Stunden erweitert. Da jedoch auch der allgemeine gesellschaftliche Ruhe- und Aktivitätszyklus eine Rolle spielt (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014) und der um eine Stunde längere Beobachtungszeitraum in einem vergleichbaren Kurvenverlauf der parasympathischen Aktivität von 24-Stunden-Messungen liegt (siehe Kap. 2.3.2) könnte dieser Faktor vernachlässigbar gewesen sein.

7

Ko

nklusion

7.1

Zus

ammenfassung

Nach chronobiologischen Erkenntnissen sind durch zirkadiane Schwankungen des ANS wechselnde therapeutische Voraussetzungen gegeben, wodurch angenommen wird, dass je nach Tageszeit unterschiedliche Therapiereaktionen ausgelöst werden können (De Meersman & Stein, 2007; Hildebrandt et al., 2013). Auf der Suche nach dem bestmöglichen Behandlungszeitraum für die Durchführung einer Effektivitätsstudie wurde die Idee geboren zuerst mittels (Vor-) Studie zu untersuchen, ob die Wahl einer bestimmten Interventionstageszeit ausschlaggebend für das Wirkungsausmass einer osteopathischen Intervention (Kurzzeit-Effekt) sein kann.

Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Beobachtung von Veränderungen der parasympathischen Aktivität mittels HRV-Parameter RMSSD (ms) vor und nach einer osteopathischen Intervention bei gesunden Frauen im Alter zwischen 30 und 56 Jahren. Die Intervention bestand aus einem myofaszialen Release des abdominalen Diaphragmas (Paoletti, 2011). Zwei Gruppen wurden zu unterschiedlichen Tageszeiten (Vormittag 08:00-10:00/Nachmittag 16:00-18:00) untersucht und die Messergebnisse beider Gruppen im Prä/Post-Vergleich statistisch (ANOVA, T-Test für unabhängige Stichproben) ausgewertet. Der Schwellenwert für die statistische Signifikanz zur Hypothesenprüfung wurde bei $\alpha = 0,05$ angesetzt. Um festzustellen, ob bereits signifikante Änderungen in der Vorruhephase (ohne therapeutisches Zutun) zu verzeichnen waren, wurden auch zwei Messungen der Basislinie analysiert und die Differenzwerte ebenfalls im Gruppenvergleich statistisch (T-Test für unabhängigs Stichproben) ausgewertet.

Das Ergebnis der Untersuchung war eine signifikante Steigerung der parasympathischen Aktivität zu beiden Tageszeiten und signifikant höhere Differenzwerte aus den Prä-Postinterventions-Messungen in der Vormittagsgruppe im Vergleich zur Nachmittagsgruppe. Dieser signifikante Effekt wurde in beiden Gruppen, im Gegensatz zur Auswertung der Differenzwerte der Basislinie (Ruheposition, ohne therapeutische Intervention), erst nach der Intervention beobachtet.

7.2

Sch

lussfolgerung

Körperrhythmen stehen zusätzlich in einem Ordnungszusammenhang mit geophysikalisch-kosmischen Rhythmen und werden von diesen moduliert und synchronisiert. Das Licht spielt dabei als Rhythmusgeber eine zentrale Rolle (Zirkadianrhythmus, Jahresrhythmus). Dadurch kommt es nach Ansicht von Chronobiologen zu rhythmischen Veränderungen der körperlichen Voraussetzung nicht nur für die Diagnostik (wie Labor, Blutdruckmessungen), sondern auch für therapeutische Anwendungen (Hildebrandt et al., 2013). Für Osteopathen könnte es in der Praxis von Vorteil sein chronobiologische Erkenntnisse zur Therapieoptimierung einzubeziehen, um die Einordnung des Menschen in seine Umwelt optimal zu unterstützen.

Die eingangs gestellte Forschungsfrage, ob die Wahl einer bestimmten Interventionstageszeit ausschlaggebend für das Wirkungsausmaß einer osteopathischen Intervention (Kurzzeiteffekt) sein kann, wurde mit vorliegender Untersuchung nur limitiert beantwortet.

Das signifikante Ergebnis der vorliegenden Studie unterstützt die Hypothese, dass es einen Zusammenhang zwischen Tageszeit und Interventionswirkung (Kurzzeiteffekt) gibt und es daher einen Unterschied gemacht hat, ob die osteopathische Intervention am Vormittag, in der Zeit von 08:00 bis 10:00 (bzw. 11:00) Uhr angewendet wurde, oder am Nachmittag, in der Zeit von 16:00 bis 18:00 (bzw. 19:00) Uhr. Tageszeitliche Einflüsse sind also hinsichtlich Wirkungsmaß von Interventionen in Betracht zu ziehen.

Die signifikante Steigerung der parasympathischen Aktivität beider Gruppen, im Vergleich zu den Änderungen in der Vorruhephase (Basislinie), ließen zwar einen Effekt der osteopathischen Intervention vermuten, jedoch konnte aufgrund des gewählten Studiendesigns nicht ausgeschlossen werden, dass dieser Effekt durch andere Einflussfaktoren (wie Ruheposition, Plazebo-Wirkung, positive Emotionen, Hawthorne-Effekt) zustande gekommen ist. Somit konnte keine Aussage darüber gemacht werden, worauf sich der tageszeitliche Einfluss ausgewirkt hat bzw. ob sich die Tageszeit tatsächlich auf den Kurzzeiteffekt der osteopathischen Maßnahme ausgewirkt hat.

Das Untersuchungsergebnis spricht jedoch tendenziell für die Beeinflussung der vagalen Modulation der HRV durch den angewendeten myofaszialen Release des abdominalen Diaphragmas, was die in der osteopathischen Literatur beschriebene zentrale Rolle des Diaphragmas in der Beeinflussung vieler Körpersysteme untermauert (Heede & Danjon, 2013; Paoletti, 2011; Still, 2002). Wie im Kapitel 2.2.2 erläutert, tragen Maßnahmen zur Aktivitätssteigerung der vagalen Modulation der HRV einen wichtigen Beitrag zur Prävention von Herz-Kreislauferkrankungen und deren Risikofaktoren bzw. zur Abpufferung des Alterungseffektes bei. Wissenschaftlich evaluierte und dokumentierte Effekte in der Beeinflussung des ANS mittels osteopathischer Behandlung leisten einen Beitrag den Stellenwert der Osteopathie auch in der Präventivmedizin zu erhöhen.

Da die HRV von vielen Einflussfaktoren moduliert wird, war für die HRV-Analyse eine hohe Homogenität der Stichprobe erforderlich um vergleichbare Untersuchungsergebnisse zu erhalten. Das Ergebnis der vorliegenden Studie ist somit nicht repräsentativ für die Allgemeinheit und nur für eine eingeschränkte Population (gesunde Frauen im Alter von 30 bis 56 Jahren) anwendbar.

Alle Interventionen wurden ausnahmslos nur von einer Therapeutin (Studienleiterin) durchgeführt wodurch keine Repräsentativität der Untersuchungsergebnisse für die Allgemeinheit der Osteopathen gegeben war. Zukünftige Studien sollten Untersuchungsergebnisse durch unterschiedliche Therapeuten validieren.

Keine Aussage konnte über Langzeiteffekte oder Effekt bei symptomatischen Probanden gemacht werden. Die Evaluierung von Kurzzeiteffekten entspricht nicht dem osteopathischen Praxisalltag, der einerseits zum Großteil aus symptomatischen Klienten besteht und in dem andererseits Kurzzeiteffekte von geringer Relevanz sind.

Keine Aussage konnte auch darüber gemacht werden, ob und wie die jeweilige tageszeitlich bedingte körperliche Ausgangslage zur Therapieoptimierung (hinsichtlich Kurzzeiteffekt) beigetragen hat. Welche tageszeitlichbedingten Mechanismen (rhythmischen Schwankungen der Körperfunktionen) im Körper die jeweilige therapeutische Optimierung bewirkt haben kann mit vorliegender Untersuchung nicht beantwortet werden. Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse konnte lediglich die Hypothese aufgestellt werden, dass das „Anschaukeln“ der vagalen Aktivität zu einer ergotropen Phase effektiver zu sein scheint, als zu einer trophotropen Phase. Limitierend ist, dass nur zwei Zeiträume untersucht wurden und somit das Ergebnis nur für die untersuchten Interventionszeiträume gilt.

Da es im Bereich der chronomedizinischen Optimierung von manuellen Behandlungsmethoden noch wenig Erfahrungswerte gibt, könnte das Ergebnis der vorliegenden Studie zukünftigen Effektivitätsstudien als Grundlage in der Einschätzung relevanter Einflussfaktoren (wie die zirkadiane Rhythmik des ANS) und in der Planung eines optimalen Interventionszeitfensters dienen. Die vorliegende Arbeit kann auch eine Anregung für zukünftige Studien sein, den genauen Interventionszeitraum für eine bessere Vergleichbarkeit von Studienergebnissen, als Voraussetzung für die Untersuchung möglicher chronobiologischer Zusammenhänge, anzuführen.

7.3

Ide

en für folgende Studien

Wie im Kapitel 2.2.3 angeführt liegen noch zuwenige Forschungsergebnisse vor die den Effekt osteopathischer Behandlung auf das ANS hinreichend untermauert haben.

Da in vorliegender Untersuchung mittels myofaszialem Release des abdominalen Diaphragmas signifikante Ergebnisse in beiden Gruppen hinsichtlich vagaler Modulation der HRV erzielt wurden, jedoch diese Ergebnis nicht mit einem Kontrollgruppenvergleich (sham/hands-on und restingposition) validiert wurde, könnten Folgestudien dies zum Gegenstand ihrer Untersuchung machen.

Dabei wären zur Erfassung der Gesamtvariabilität und Beurteilung sympatho-vagaler Balance zusätzliche Parameter (wie SDNN, meanRR, LF, LF/HF) der HRV-Analyse heranzuziehen.

Weiters wäre es interessant mittels Studien im within-subject/cross-over Design die chronobiologischen Einflüsse auf die Therapiewirkung innerhalb eines Individuums zu untersuchen. Die Probanden könnten z.B. jeweils am Vormittag und am Nachmittag (z.B. drei Wochen später, wegen gleicher vegetativer Ausgangslage und Einbeziehung des wash-out-Effekts) behandelt werden. Somit könnte der Frage nachgegangen werden, ob die unterschiedlichen Reaktionen eher von individuellen Faktoren abhängig waren oder vom Interventionstageszeitpunkt.

Eine weitere Idee für zukünftige Effektivitätsstudien wäre die Untersuchung im Withinsubject-Design mit mehreren Messwiederholungen an den Tagen vor (längere Basislinie) und nach der Intervention (follow-up-Messungen) welche immer zur gleichen Tageszeit stattfinden sollten. Dies würde wertvolle Erkenntnisse über die autonome Reaktion in den Tagen nach der Intervention (eventuell überschießende Therapiereaktionen) und über Langzeiteffekte bringen. Zusätzlich könnte damit der Effekt der Intervention mit mehreren gleichlangen Ruhephasen verglichen werden.

Für die Erhöhung der Aussagekraft bzw. zur Steigerung der Repräsentativität wäre es sinnvoll die Untersuchungstichprobe in zukünftigen Studien genderunabhängig, hingegen mit einer stärkeren Alterseingrenzung zu gestalten und durch unterschiedliche Therapeuten den Faktor Persönlichkeitseinfluss zu minimieren. Dadurch wäre die Repräsentativität auch für die Allgemeinheit der Osteopathen gewährleistet.

Zusätzlich wäre es auch interessant geschlechtsspezifische Unterschiede in der Reaktion auf die Intervention zu den jeweiligen vegetativen Ausgangslagen zu untersuchen. Somit könnte Forschung nicht nur in der chronotherapeutischen, sondern auch in der genderspezifischen Optimierung vorangetrieben werden.

Weiters könnte die Aussagekraft von HRV-Analyseergebnissen auch durch eine noch striktere Eingrenzung der Einschlusskriterien hinsichtlich Lifestilefaktoren (wie BMI, sportliche Aktivität, Alkohol- und Nikotinkonsum) und einer höheren Probandenanzahl oder mit Untersuchung von Subgruppen auf mögliche Zusammenhänge, gesteigert werden.

Nur wenige Studien haben die Auswirkung osteopathischer Behandlung auf das ANS bei Probanden mit diagnostizierter Erkrankung untersucht. Weitere Forschung wäre in diesem Gebiet anhand symptomatischer Probanden wichtig.

Unterstützend für die Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen aus HRV-Analysen wäre die Anwendung von standardisierten Mess- und Analyseverfahren und einer standardisierten Messdauer.

blick

Präventive Maßnahmen gewinnen gesundheitspolitisch immer mehr an Bedeutung, weshalb bei manchen Sozialversicherungen bereits ein Trend in Richtung finanzieller Unterstützung präventiver Maßnahmen zu beobachten ist. Besonders das Minimieren von Risikofaktoren für Herz- Kreislaufkrankungen stellt eine wichtige interdisziplinäre Aufgabe im Gesundheitssektor dar. Maßnahmen zur Steigerung der parasympathischen Aktivität und Wiederherstellung der Balance und Reaktionsfähigkeit des ANS sind in der heutigen schnelllebigen und für viele stressbelasteten Zeit enorm wichtig.

Laut Moser (2014) ist eine stressinduzierte sympathische Dominanz nur möglich, wenn gleichzeitig die parasympathische Aktivität zu gering ist. Daher tragen seiner Ansicht nach Maßnahmen, zur Verstärkung der vagalen Modulation der HRV, wesentlich zum Wohlbefinden trotz Stressbelastung, im Sinne einer erhöhten Resilienz („Positiver Stress“) bei. Moser (2014) hat hierfür eine sehr anschauliche Beschreibung: „ein entspanntes Herz tänzelt elegant durchs Leben“.

Da die Häufigkeit von akuten kardiovaskuläre Erkrankungen in den Vormittagsstunden besonders hoch ist, könnten aktivitätssteigernde Maßnahmen des PSN einen Beitrag leisten die sympathische Dominanz „abzupuffern“ und so zu einer Balance des ANS speziell in „Risikozeiten“ beitragen (Elliott, 1998; Virag & Lust, 2014). Der präventive Wert von therapeutischen Maßnahmen zur Erhöhung der HRV könnte durch Erforschung chronotherapeutischer Optimierung zusätzlich gesteigert werden.

Hinsichtlich HRV als Indikator für die Regulationsfähigkeit des ANS in Zusammenhang mit Prävention und Risikofrüherkennung von Herz-Kreislaufkrankungen scheint es sinnvoll, mittels HRV-Analyse die hypothetisch angenommenen Wirkmechanismen osteopathischer Behandlung weiter zu erforschen. Dies würde den bereits in einigen Studien dokumentierten Effekt osteopathischer Behandlung an gesunden Probanden zusätzlich untermauern und das präventive Potential der Osteopathie hervorheben.

Die Untersuchung der zeitlichen Strukturierung rhythmischer Funktionen des menschlichen Organismus könnte speziell für Osteopathen, die in der Beobachtung von inhärenten Rhythmen geschult sind, ein interessantes Forschungsgebiet sein. In der Chronobiologie wird von der „Zeitgestalt“ (rhythmische Funktionen/Ordnung) und „Raumgestalt“ (Struktur/räumliche Ordnung) gesprochen (Hildebrandt et al., 2013; Moser, 2014). Die Osteopathie könnte als

Bindeglied der „zeit“- und „raumordnenden“ Medizin betrachtet werden, welche den Organismus darin unterstützt in Harmonie mit seinem Umfeld (in rhythmischer und struktureller Hinsicht) zu leben. Die weitere Untersuchung des Zeitfaktors und seinen damit einhergehenden rhythmischen Schwankungen der Körperfunktionen könnte ein möglicherweise lohnendes Forschungsgebiet hinsichtlich chronotherapeutischer Optimierungsmöglichkeiten sein.

Literaturverzeichnis

- Abhishekh, H. A., Nisarga, P., Kisan, R., Meghana, A., Chandran, S., Raju, T., & Sathyaprabha, T. N. (2013). Influence of age and gender on autonomic regulation of heart. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 27(3), 259–264. <http://doi.org/10.1007/s10877-012-9424-3>
- Adam, L. (2000). Osteopathic Research Web - Publication - An investigation into the influence of circadian typology and time of day on myofascial sensitivity to pressure. Retrieved April 22, 2015, from http://www.osteopathic-research.com/index.php?option=com_jresearch&view=publication&task=show&id=12175&lang=en
- Agelink, M. W., Malessa, R., Baumann, B., Majewski, T., Akila, F., Zeit, T., & Ziegler, D. (2001). Standardized tests of heart rate variability: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender, and heart rate. *Clinical Autonomic Research*, 11(2), 99–108. <http://doi.org/10.1007/BF02322053>
- Antelmi, I., de Paula, R. S., Shinzato, A. R., Peres, C. A., Mansur, A. J., & Grupi, C. J. (2004). Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *The American Journal of Cardiology*, 93(3), 381–385. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2003.09.065>
- Benninghoff, & Drenckhahn. (2008). *Anatomie* (17th ed., Vol. 1). München, Jena: Urban&Fischer.
- Bilan, A., Witczak, A., Palusiński, R., Myśliński, W., & Hanzlik, J. (2005). Circadian rhythm of spectral indices of heart rate variability in healthy subjects. *Journal of Electrocardiology*, 38(3), 239–243.
- Boehmueller, E. (2007). The influence of an osteopathic treatment on the performance of a high-performance athlete. *Wiener Schule für Osteopathie*, wien.
- Bonnemeier, H., Wiegand, U. K. H., Brandes, A., Kluge, N., Katus, H. A., Richardt, G., & Potratz, J. (2003). Circadian Profile of Cardiac Autonomic Nervous Modulation in Healthy Subjects: *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 14(8), 791–799. <http://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2003.03078.x>
- Bruce-Low, S. S., Cotterrell, D., & Jones, G. E. (2006). Heart rate variability during high ambient heat exposure. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 77(9), 915–920.
- Budgell, B., & Hirano, F. (2001). Innocuous mechanical stimulation of the neck and alterations in heart-rate variability in healthy young adults. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 91(1-2), 96–99. [http://doi.org/10.1016/S1566-0702\(01\)00306-X](http://doi.org/10.1016/S1566-0702(01)00306-X)

- Budgell, B., & Polus, B. (2006). The Effects of Thoracic Manipulation on Heart Rate Variability: A Controlled Crossover Trial. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, 29(8), 603–610. <http://doi.org/10.1016/j.jmpt.2006.08.011>
- Bürklein, M., Vogt, L., & Banzer, W. (2005). Messverfahren zur Erfassung der Herzfrequenzvariabilität-Eine vergleichende Studie. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 12(Jahrgang 56).
- Capaldo, G., Wilhelm, M., & Stute, P. (2013). Menopause, Hitzewallungen und Herzfrequenzvariabilität - eine Übersicht. *Journal Für Gynäkologische Endokrinologie*, 7(3), 6–9. Retrieved from <http://www.kup.at/journals/summary/11774.html>
- Carnevali, L., & Sgoifo, A. (2014). Vagal modulation of resting heart rate in rats: the role of stress, psychosocial factors, and physical exercise. *Frontiers in Physiology*, 5. <http://doi.org/10.3389/fphys.2014.00118>
- Carney, R. M., Blumenthal, J. A., Stein, P. K., Watkins, L., Catellier, D., Berkman, L. F., ... Freedland, K. E. (2001). Depression, Heart Rate Variability, and Acute Myocardial Infarction. *Circulation*, 104(17), 2024–2028. <http://doi.org/10.1161/hc4201.097834>
- Carrier, J., & Monk, T. H. (2000). Circadian rhythms of performance: new trends. *Chronobiology International*, 17(6), 719–732.
- Chen, H. Y. (2011). Circadian Patterns of Heart Rate Turbulence, Heart Rate Variability and Their Relationship. *Cardiology Research*, 2(3), 112–118. <http://doi.org/10.4021/cr.v2i3.41>
- Chen, J., Li, C., & Wang, S. (2014). Periodic heat shock accelerated the chondrogenic differentiation of human mesenchymal stem cells in pellet culture. *PloS One*, 9(3), e91561. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0091561>
- Chtourou, H., Driss, T., Souissi, S., Gam, A., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2012). The effect of strength training at the same time of the day on the diurnal fluctuations of muscular anaerobic performances. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(1), 217–225. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821d5e8d>
- Chuchill, B. (2001). The Effect of muscle energy technique applied to the lower thoracic cage on lung function. *British College of Osteopathic Medicine, United Kingdom*.
- Corti, R., Binggeli, C., Sudano, I., Spieker, L., Hänseler, E., Ruschitzka, F., ... Noll, G. (2002). Coffee Acutely Increases Sympathetic Nerve Activity and Blood Pressure Independently of Caffeine Content Role of Habitual Versus Nonhabitual Drinking. *Circulation*, 106(23), 2935–2940. <http://doi.org/10.1161/01.CIR.0000046228.97025.3A>

- Courtney, R., Cohen, M., & van Dixhoorn, J. (2011). Relationship between dysfunctional breathing patterns and ability to achieve target heart rate variability with features of “coherence” during biofeedback. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 17(3), 38–44.
- Cramer, G., Budgell, B., Henderson, C., Khalsa, P., & Pickar, J. (2006). Basic Science Research Related to Chiropractic Spinal Adjusting: The State of the Art and Recommendations Revisited. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, 29(9), 726–761. <http://doi.org/10.1016/j.jmpt.2006.09.003>
- Curic, A., Männer, H., Meißner, S., & Moravetz, F. (2008). Untersuchung zur Herzratenvariabilität unter Stress- und Entspannungsbedingung. Universität Regensburg.
- De Coster, M., & Pollaris, A. (2007). *Viscerale Osteopathie* (4. ed.). Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Delaney, J. P. A., Leong, K. S., Watkins, A., & Brodie, D. (2002). The short-term effects of myofascial trigger point massage therapy on cardiac autonomic tone in healthy subjects. *Journal of Advanced Nursing*, 37(4), 364–371. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2002.02103.x>
- De Meersman, R. E., & Stein, P. K. (2007). Vagal modulation and aging. *Biological Psychology*, 74(2), 165–173. <http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.04.008>
- Dennison, L. (2011). A Quantitative Experiment to Assess the Effects of Osteopathic Treatment Targeting the Diaphragm on Chest Wall Mobility. British College of Osteopathic Medicine, United Kingdom.
- Dräger, K., Heede, P. van den, & Kleßen, H. (2011). *Osteopathie - Architektur der Balance: theoretische und praktische Zugänge zu therapeutischem Handeln* (1. Aufl). München: Elsevier, Urban & Fischer.
- D’Silva, L. A., Davies, R., Uzun, O., Emery, S., & Lewis, M. J. (2012). Influence of pregnancy stage on heart rate variability. *Proceedings of The Physiological Society, Proc Physiol Soc* 27. Retrieved from <http://www.physoc.org/proceedings/abstract/Proc%20Physiol%20Soc%2027PC107>
- Ekholm, E. M. K., Hartiala, J., & Huikuri, H. V. (1997). Circadian rhythm of frequency-domain measures of heart rate variability in pregnancy. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 104(7), 825–828. <http://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1997.tb12027.x>
- Eller-Berndl, D. (2010). *HERZRATENVARIABILITÄT* (1st ed.). Wien: Verlagshaus der Ärzte GmbH.
- Elliott, W. J. (1998). Circadian Variation in the Timing of Stroke Onset A Meta-analysis. *Stroke*, 29(5), 992–996. <http://doi.org/10.1161/01.STR.29.5.992>

- Engel, R. (2006). Cranial State of Mind - Does cranial osteopathy influence the patients state of consciousness?. Wiener Schule für Osteopathie.
- Fenzl, M. (2010). Herzratenvariabilität - Diagnosemittel für die Gesundheit: altersbezogene Effektgrößen. Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie, 58(4), 134.
- Friedman, B. H. (2007). An autonomic flexibility–neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. Biological Psychology, 74(2), 185–199. <http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.009>
- Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Autonomic balance revisited: panic anxiety and heart rate variability. Journal of Psychosomatic Research, 44(1), 133–151.
- Fürpaß, E. (2007). The Influence of osteopathy on the vegetative nervous system in chronic pain patients. Wiener Schule für Osteopathie.
- Gamelin, F. X., Berthoin, S., & Bosquet, L. (2006). Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. Medicine and Science in Sports and Exercise, 38(5), 887–893. <http://doi.org/10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c>
- Garcia, A. J., Koschnitzky, J. E., Dashevskiy, T., & Ramirez, J.-M. (2013a). Cardiorespiratory coupling in health and disease. Autonomic Neuroscience, 175(1), 26–37. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2013.02.006>
- Garcia, A. J., Koschnitzky, J. E., Dashevskiy, T., & Ramirez, J.-M. (2013b). Cardiorespiratory coupling in health and disease. Autonomic Neuroscience, 175(1), 26–37. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2013.02.006>
- Gifford, L. S. (1987). Circadian Variation in Human Flexibility and Grip Strength. Australian Journal of Physiotherapy, 33(1), 3–9. [http://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60579-1](http://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60579-1)
- Girsberger, W. (2012). Einfluss von Craniosacral Therapie auf die Regulation des autonomen Nervensystems bei Personen mit subjektiven Befindlichkeitsstörungen- Anwendungsbeobachtung mit HRV-Messung.
- Heede, P. van den, & Danjon, J.-L. (2013). Das kardiovaskuläre System in der Osteopathie: Entwicklungsdynamik, Funktionsdynamik, Behandlung. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Henley, C. E., Ivins, D., Mills, M., Wen, F. K., & Benjamin, B. A. (2008). Osteopathic manipulative treatment and its relationship to autonomic nervous system activity as demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. Osteopathic Medicine and Primary Care, 2, 7. <http://doi.org/10.1186/1750-4732-2-7>

- Herre, A.-J. (2013). An experimental study to compare the effects on the autonomic nervous system (measured by change in blood pressure and heart rate) of an oscillation technique applied to T1-T5 on normotensive subjects either of two different frequencies(0.5Hz or 2.0 Hz)".
- Hick, C., & Hick, A. (2013). Physiologie (7. Auflage). München: Urban&Fischer.
- Hildebrandt, G., Moser, M., & Lehofer, M. (2013). Chronobiologie und Chronomedizin/ Biologische Rhythmen - Medizinische Konsequenzen (2.Auflage ed.). Weiz: gesundheitsleitsystem.
- Hjalmarson, Å. (2007). Heart rate: an independent risk factor in cardiovascular disease. *European Heart Journal Supplements*, 9(suppl F), F3–F7. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/sum030>
- Hoos, O., Heidnereich, B., Betz, M., Stoll, O., & Kuno, H. (n.d.). Effekte einer körperorientierten Entspannung auf HRV und Befindlichkeit. In *Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport* (pp. 142–152). Hamburg: Czwalina.
- Hosking, S. W. (2009). The effect of osteopathic manipulative techniques on diaphragmatic movement and respiratory funktion in asymptomatic subjects. Unitec Institute of Technology, New Zealand.
- Hottenroott. (2002). Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität und Anwendungsmöglichkeiten im Sport in □: Hottenrott K.:Herzfrequenzvariabilität im Sport, Hamburg. Czalina Verlag.
- Hottenrott, K., & Internationales HRV-Symposium (Eds.). (2014). Herzfrequenzvariabilität - Grundlagen, Methoden, Anwendungen: 6. Internationales HRV-Symposium am 2. November 2013 in Halle (Saale). Hamburg: Feldhaus, Ed. Czwalina.
- Hrushesky, W. J., Grutsch, J. F., Wood, P., Yang, X., Oh, E.-Y., Ansell, C., ... Braun, D. (2009). Circadian Clock Manipulation for Cancer Prevention and Control and the Relief of Cancer Symptoms. *Integrative Cancer Therapies*. <http://doi.org/10.1177/1534735409352086>
- Huang, X.-L., Fu, C.-J., & Bu, R.-F. (2011). Role of Circadian Clocks in the Development and Therapeutics of Cancer. *Journal of International Medical Research*, 39(6), 2061–2066. <http://doi.org/10.1177/147323001103900601>
- Jäkel, A., & von Hauenschild, P. (2011). Therapeutic effects of cranial osteopathic manipulative medicine: a systematic review. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 111(12), 685–693.
- Karakaya, O., Barutcu, I., Kaya, D., Esen, A. M., Saglam, M., Melek, M., ... Kaymaz, C. (2007). Acute Effect of Cigarette Smoking on Heart Rate Variability. *Angiology*, 58(5), 620–624.

<http://doi.org/10.1177/0003319706294555>

- Karpyak, V. M., Romanowicz, M., Schmidt, J. E., Lewis, K. A., & Bostwick, J. M. (2014). Characteristics of heart rate variability in alcohol-dependent subjects and nondependent chronic alcohol users. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, 38(1), 9–26. <http://doi.org/10.1111/acer.12270>
- Kaushik, R. M., Kaushik, R., Mahajan, S. K., & Rajesh, V. (2006). Effects of mental relaxation and slow breathing in essential hypertension. *Complementary Therapies in Medicine*, 14(2), 120–126. <http://doi.org/10.1016/j.ctim.2005.11.007>
- Kim, H.-S., Yoon, K.-H., & Cho, J.-H. (2014). Diurnal Heart Rate Variability Fluctuations in Normal Volunteers. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 8(2), 431–433. <http://doi.org/10.1177/1932296813519013>
- Koenig, J., Jarczok, M. N., Ellis, R. J., Hillecke, T. K., & Thayer, J. F. (2014). Heart rate variability and experimentally induced pain in healthy adults: a systematic review. *European Journal of Pain (London, England)*, 18(3), 301–314. <http://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00379.x>
- Koskinen, T., Kähönen, M., Jula, A., Laitinen, T., Keltikangas-Järvinen, L., Viikari, J., ... Raitakari, O. T. (2009). Short-term heart rate variability in healthy young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 145(1-2), 81–88. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2008.10.011>
- Kraml, B. (2008). Der Effekt einer craniosacralen osteopathischen Behandlung auf die Herzfrequenzvariabilität. Untersuchung anhand von zwei Techniken im Vergleich: SSB-Lift und Cranial-Base-Release. Donau-Uni Krems.
- Kraus, U., Schneider, A., Breitner, S., Hampel, R., Ruckerl, R., Pitz, M., ... Peters, A. (2013). Individual Day-Time Noise Exposure During Routine Activities and Heart Rate Variability in Adults: A Repeated Measures Study. *Environmental Health Perspectives*. <http://doi.org/10.1289/ehp.1205606>
- Krüger, S. (2012). Beeinflussung der Schmerzstärke und Herzratenvariabilität beim Fibromyalgiesyndrom durch serielle wassergefilterte Infrarot-A-Therapie - Deutsche Digitale Bibliothek. Retrieved March 28, 2015, from <http://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/ZUFUXAVKYJUNK5SFVZL55BTVL6AOUI45>
- Kulur, A. B., Haleagrahara, N., Adhikary, P., & Jeganathan, P. S. (2009). Effect of diaphragmatic breathing on heart rate variability in ischemic heart disease with diabetes. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 92(6), 423–429, 440–447, 457–463.
- Laoutaris, I. D., Dritsas, A., Brown, M. D., Manginas, A., Kallistratos, M. S., Chaidaroglou, A., ...

Cokkinos, D. V. (2008). Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 28(2), 99–106. <http://doi.org/10.1097/01.HCR.0000314203.09676.b9>

Lescar, C. (2013). A compariso of direct&indirect osteopathic techniques on the thoracic diaphragm affecting FEV1,FVC and FEV1/FVC a Pilot study. European School of Osteopathy, United Kingdom.

Liem, T. (2013). *Kraniosakrale Osteopathie* (6.Auflage ed.). Stuttgart: Karl F Haug Verlag.

Liem, T., Dobler, T. K., & Puylaert, M. (Eds.). (2014). *Leitfaden Viszerale Osteopathie* (2nd ed.). München: Urban&Fischer.

Lippert, H. (2011). *Anatomie* (8. ed.). München: Urban&Fischer.

Long, A. (2001). Do diaphragmatic muscle energy techniques effect the blood flow in the lower limb?. *British College of Osteopathic Medicine*.

McCraty, R., Barrios-Choplin, B., Rozman, D., Atkinson, M., & Watkins, A. D. (1998). The impact of a new emotional self-management program on stress, emotions, heart rate variability, DHEA and cortisol. *Integrative Physiological and Behavioral Science: The Official Journal of the Pavlovian Society*, 33(2), 151–170.

Meert, G. F. (2007). *Das venöse und lymphatische System aus osteopathischer Sicht: Thorax, Abdomen, Becken, Extremitäten*. München: Elsevier, Urban & Fischer.

Meeuse, J. J., Löwik, M. S. P., Löwik, S. A. M., Aarden, E., van Roon, A. M., Gans, R. O. B., ... Reyners, A. K. L. (2013). Heart rate variability parameters do not correlate with pain intensity in healthy volunteers. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 14(8), 1192–1201. <http://doi.org/10.1111/pme.12133>

Miu, A. C., Heilman, R. M., & Miclea, M. (2009). Reduced heart rate variability and vagal tone in anxiety: Trait versus state, and the effects of autogenic training. *Autonomic Neuroscience*, 145(1–2), 99–103. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2008.11.010>

Montano, N., Porta, A., Cogliati, C., Costantino, G., Tobaldini, E., Casali, K. R., & Iellamo, F. (2009). Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the link between heart and behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(2), 71–80. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.07.006>

Moser, M. (2014). *Chronobilogie und Chronomedizin*.

Mourya, M., Mahajan, A. S., Singh, N. P., & Jain, A. K. (2009). Effect of slow- and fast-breathing

exercises on autonomic functions in patients with essential hypertension. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* (New York, N.Y.), 15(7), 711–717. <http://doi.org/10.1089/acm.2008.0609>

Mueck_Weymann, M., Moesler, T., Joraschky, P., Rebensburg, M., & Angelink, M. W. (2002). Depression Modulates Autonomic Cardiac Control: A Physiological Pathway Linking Depression and Mortality. *German Journal of Psychiatry*, 5, 67–69.

Nam, K., & Kwon, Y. (2014). Circadian fluctuations in three types of sensory modules in healthy subjects. *Neural Regeneration Research*, 9(4), 436. <http://doi.org/10.4103/1673-5374.128256>

Niranjan, M., Nagaraja, H., Anupama, B., Bhagylakshimi, N., Bhat, R., & Prabha, A. (2008). Effect of supervised integrated exercise on deep breathing - heart rate variability in male hypertensive patients. *Journal of Medical Science*, 15(8(4)), 350–356.

Niskanen, J.-P., Tarvainen, M. P., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2004). Software for advanced HRV analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 76(1), 73–81. <http://doi.org/10.1016/j.cmpb.2004.03.004>

Nolan, R. P., Jong, P., Barry-Bianchi, S. M., Tanaka, T. H., & Floras, J. S. (2008). Effects of drug, biobehavioral and exercise therapies on heart rate variability in coronary artery disease: a systematic review. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 15(4), 386–396. <http://doi.org/10.1097/HJR.0b013e3283030a97>

Nunan, D., Donovan, G., Jakovljevic, D. G., Hodges, L. D., Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2009). Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 243–250. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318184a4b1>

Nunan, D., Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2010). A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE*, 33(11), 1407–1417. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2010.02841.x>

Oscoz Munoa, G. A. (2008). The influence of the stretching technique for the anterior part of the diaphragm in the spirometric values in smokers (Generic). *Osteopathic School of Madrid, Spain*.

Pal, G. K., Agarwal, A., Karthik, S., Pal, P., & Nanda, N. (2014). Slow Yogic Breathing Through Right and Left Nostril Influences Sympathovagal Balance, Heart Rate Variability, and Cardiovascular Risks in Young Adults. *North American Journal of Medical Sciences*, 6(3), 145–151. <http://doi.org/10.4103/1947-2714.128477>

- Paoletti, S. (2011). *Faszien Anatomie, Strukturen, Techniken, Spezielle Osteopathie*. Munich: Urban & Fischer. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/book/9783437561016>
- Perret-Guillaume, C., Joly, L., & Benetos, A. (2009). Heart rate as a risk factor for cardiovascular disease. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52(1), 6–10. <http://doi.org/10.1016/j.pcad.2009.05.003>
- Pestonit, M. A. (2013). Benefits of a High Velocity Thrust (HVT) technique in T4 in terms of heart rate variability (HRV), as indicative of changes in the autonomic nervous system, using Sportlab (Thesis/Dissertation). EOB.
- Peters, M., & Moser, M. (2013). *Gesundmacher Herz wie es uns steuert, verbindet und heilt*; der geniale Impulsgeber für Körper und Seele. Kirchzarten bei Freiburg: VAK-Verl.-GmbH.
- Rajendra Acharya, U., Paul Joseph, K., Kannathal, N., Lim, C. M., & Suri, J. S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 44(12), 1031–1051. <http://doi.org/10.1007/s11517-006-0119-0>
- Reilly, T., & Waterhouse, J. (2009). Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *European Journal of Applied Physiology*, 106(3), 321–332. <http://doi.org/10.1007/s00421-009-1066-x>
- Roman, V. G. (2014). Effects on heart rate of using a balanced ligamentous tension technique (BLT) on the fourth thoracic vertebra (T4).
- Roy, R. A., Boucher, J. P., & Comtois, A. S. (2009). Heart rate variability modulation after manipulation in pain-free patients vs patients in pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32(4), 277–286. <http://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.03.003>
- Sammito, S., Thielmann, B., Seibt, R., Klussmann, A., & Weippert, M. (2014). Leitlinie - Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzratenvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft.
- Sandercock, G. R. H., Bromley, P. D., & Brodie, D. A. (2005). The reliability of short-term measurements of heart rate variability. *International Journal of Cardiology*, 103(3), 238–247. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2004.09.013>
- Schäfer, A., & Kratky, K. W. (2006). The Effect of Colored Illumination on Heart Rate Variability. *Forschende Komplementärmedizin / Research in Complementary Medicine*, 13(3), 167–173. <http://doi.org/10.1159/000092644>
- Scheer, F. A. J. L., Hu, K., Evoniuk, H., Kelly, E. E., Malhotra, A., Hilton, M. F., & Shea, S. A. (2010). Impact of the human circadian system, exercise, and their interaction on

cardiovascular function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(47), 20541–20546. <http://doi.org/10.1073/pnas.1006749107>

Schega, L., Hamacher, D., Huckauf, a., Mecke, R., Böckelmann, I., & Tümler, J. (2010). Vergleich von Messverfahren zur Analyse der Herzfrequenzvariabilität(HRV). *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 61(12), 305.

Scherding, C. (2012, September 22). Einfluss einer osteopathischen Behandlung auf Herzratenvariabilität und Befinden bei Depressionen.

Schleip, R. (2014). *Lehrbuch Faszien: [Grundlagen, Forschung, Behandlung]*. München: Elsevier, Urban & Fischer.

Schmidt, R., Lang, F., & Heckmann, M. (2010). *Physiologie des Menschen (31st ed.)*. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Schneider, R. (2007). The effect of craniosacral membrane and fluid balance technique on the autonomic nervous system using pulse rate, breathing frequency and blood pressure as indicators.

Schulz, K. F., & Grimes, D. A. (2007). Reihe Epidemiologi 6:: Generierung von Randomisierungslisten in randomisierten Studien: Zufall, nicht Auswahl. *Zeitschrift Für Ärztliche Fortbildung Und Qualität Im Gesundheitswesen - German Journal for Quality in Health Care*, 101(6), 419–426. <http://doi.org/10.1016/j.zgesun.2007.05.027>

Shively, C. A., Musselman, D. L., & Willard, S. L. (2009). Stress, depression, and coronary artery disease: Modeling comorbidity in female primates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 133–144. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.06.006>

Singh, J. P., Larson, M. G., O'Donnell, C. J., & Levy, D. (2001). Genetic factors contribute to the variance in frequency domain measures of heart rate variability. *Autonomic Neuroscience*, 90(1), 122–126. Retrieved from [http://www.autonomicneuroscience.com/article/S1566-0702\(01\)00277-6/abstract](http://www.autonomicneuroscience.com/article/S1566-0702(01)00277-6/abstract)

Smolensky, M. H., & Peppas, N. A. (2007). Chronobiology, drug delivery, and chronotherapeutics. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 59(9–10), 828–851. <http://doi.org/10.1016/j.addr.2007.07.001>

Souissi, N., Bessot, N., Chamari, K., Gauthier, A., Sesboüé, B., & Davenne, D. (2007). Effect of Time of Day on Aerobic Contribution to the 30-s Wingate Test Performance. *Chronobiology International*, 24(4), 739–748. <http://doi.org/10.1080/07420520701535811>

Souissi, N., Gauthier, A., Sesboüé, B., Larue, J., & Davenne, D. (2004). Circadian rhythms in two

types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *International Journal of Sports Medicine*, 25(1), 14–19. <http://doi.org/10.1055/s-2003-45226>

Speckmann, E.-J., Hescheler, J., & Köhling, R. (2013). *Physiologie* (6th ed.). München: Urban&Fischer.

Stapelberg, N. J., Hamilton-Craig, I., Neumann, D. L., Shum, D. H. K., & McConnell, H. (2012). Mind and heart: heart rate variability in major depressive disorder and coronary heart disease - a review and recommendations. *The Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 46(10), 946–957. <http://doi.org/10.1177/0004867412444624>

Still, A. T. (2002). *Das grosse Still Kompendium*. (C. Hartmann, Ed.) (Erstausgabe). Pähl: Jolandos.

Sudano, I., Binggeli, C., Spieker, L., Lüscher, T. F., Ruschitzka, F., Noll, G., & Corti, R. (2005). Cardiovascular Effects of Coffee: Is It a Risk Factor? *Progress in Cardiovascular Nursing*, 20(2), 65–69. <http://doi.org/10.1111/j.0889-7204.2005.02477.x>

Tarkiainen, T. H., Timonen, K. L., Tiittanen, P., Hartikainen, J. E. K., Pekkanen, J., Hoek, G., ... Vanninen, E. J. (2005). Stability over time of short-term heart rate variability. *Clinical Autonomic Research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 15(6), 394–399. <http://doi.org/10.1007/s10286-005-0302-7>

Tarvainen, M. P. (2014, May 6). Kubios HRV version 2.2 Users Guide. Retrieved from <http://bsamig.uef.fi>

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*, 17(3), 354–381.

Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2007). The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biological Psychology*, 74(2), 224–242. <http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.11.013>

Thayer, J. F., Yamamoto, S. S., & Brosschot, J. F. (2010). The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International Journal of Cardiology*, 141(2), 122–131. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.09.543>

Tonello, L., Rodrigues, F. B., Souza, J. W. S., Campbell, C. S. G., Leicht, A. S., & Boulosa, D. A. (2014). The role of physical activity and heart rate variability for the control of work related stress. *Frontiers in Physiology*, 5, 67. <http://doi.org/10.3389/fphys.2014.00067>

- Toro-Velasco, C., Arroyo-Morales, M., Fernández-de-Las-Peñas, C., Cleland, J. A., & Barrero-Hernández, F. J. (2009). Short-term effects of manual therapy on heart rate variability, mood state, and pressure pain sensitivity in patients with chronic tension-type headache: a pilot study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32(7), 527–535. <http://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.08.011>
- Trepel, M. (2012). *Neuroanatomie Struktur und Funktion* (5. Auflage). München: Urban&Fischer.
- Umetani, K., Singer, D. H., McCraty, R., & Atkinson, M. (1998). Twenty-Four Hour Time Domain Heart Rate Variability and Heart Rate: Relations to Age and Gender Over Nine Decades. *Journal of the American College of Cardiology*, 31(3), 593–601. [http://doi.org/10.1016/S0735-1097\(97\)00554-8](http://doi.org/10.1016/S0735-1097(97)00554-8)
- Van Dixhoorn, J., & White, A. (2005). Relaxation therapy for rehabilitation and prevention in ischaemic heart disease: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation: Official Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, 12(3), 193–202.
- Vaschillo, E. G., Bates, M. E., Vaschillo, B., Lehrer, P., Udo, T., Mun, E. Y., & Ray, S. (2008). Heart rate variability response to alcohol, placebo, and emotional picture cue challenges: effects of 0.1-Hz stimulation. *Psychophysiology*, 45(5), 847–858. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00673.x>
- Virag, J. A. I., & Lust, R. M. (2014). Circadian influences on myocardial infarction. *Integrative Physiology*, 5, 422. <http://doi.org/10.3389/fphys.2014.00422>
- Wallois, F., Aarabi, A., Kongolo, G., Léké, A., & Grebe, R. (2008). Inverse coupling between respiratory and cardiac oscillators in a life-threatening event in a neonate. *Autonomic Neuroscience*, 143(1), 79–82. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2008.07.012>
- Wang, J. D., Kuo, T. B. J., & Yang, C. C. H. (2002). An alternative method to enhance vagal activities and suppress sympathetic activities in humans. *Autonomic Neuroscience*, 100(1), 90–95. Retrieved from [http://www.autonomicneuroscience.com/article/S1566-0702\(02\)00150-9/abstract](http://www.autonomicneuroscience.com/article/S1566-0702(02)00150-9/abstract)
- Wang, S.-Z., Li, S., Xu, X.-Y., Lin, G.-P., Shao, L., Zhao, Y., & Wang, T. H. (2010). Effect of slow abdominal breathing combined with biofeedback on blood pressure and heart rate variability in prehypertension. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 16(10), 1039–1045. <http://doi.org/10.1089/acm.2009.0577>
- Watanabe, N., Reece, J., & Polus, B. I. (2007). Effects of body position on autonomic regulation of

cardiovascular function in young, healthy adults. *Chiropractic & Manual Therapies*, 15(1), 19. <http://doi.org/10.1186/1746-1340-15-19>

Weise, F., Krell, D., & Brinkhoff, N. (1986). Acute alcohol ingestion reduces heart rate variability. *Drug and Alcohol Dependence*, 17(1), 89–91. [http://doi.org/10.1016/0376-8716\(86\)90040-2](http://doi.org/10.1016/0376-8716(86)90040-2)

Wei, C. (2013). *Basiswissen Medizinische Statistik: mit 20 Tabellen*; [mit Epidemiologie] (6., berarb. Aufl). Berlin: Springer.

Welch, A., & Boone, R. (2008). Sympathetic and parasympathetic responses to specific diversified adjustments to chiropractic vertebral subluxations of the cervical and thoracic spine. *Journal of Chiropractic Medicine*, 7(3), 86–93. <http://doi.org/10.1016/j.jcm.2008.04.001>

White, N. (2012). The immediate effect of osteopathic rib raising technique on heart rate variability: a randomised sham controlled experiment.

Windham, B. G., Fumagalli, S., Ble, A., Sollers, J. J., Thayer, J. F., Najjar, S. S., ... Ferrucci, L. (2012). The Relationship between Heart Rate Variability and Adiposity Differs for Central and Overall Adiposity. *Journal of Obesity*, 2012, e149516. <http://doi.org/10.1155/2012/149516>

Wittling, W., & Wittling, R. A. (2012). *Herzschlagvariabilitt Frhwarnsystem, Stress und Fitnessindikator*. Heiligenstadt: Eichsfeld Verlag.

Wolever, R. Q., Bobinet, K. J., McCabe, K., Mackenzie, E. R., Fekete, E., Kusnick, C. A., & Baime, M. (2012). Effective and viable mind-body stress reduction in the workplace: a randomized controlled trial. *Journal of Occupational Health Psychology*, 17(2), 246–258. <http://doi.org/10.1037/a0027278>

Wu, L. (2014). *Die Organuhr: Leben im Rhythmus der traditionellen chinesischen Medizin (TCM)*. Murnau a. Staffelsee: Mankau.

Zamaklar-Trifunovi, D., Seferovi, P. M., Petrovi, M., Zivkovi, M., Vukomanovi, G., Mili, N., ... Zdravkovi, M. (2007). [The influence of respiratory pattern on heart rate variability analysis in heart failure]. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, 135(3-4), 135–142.

Anhang A

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA.....	analysis of variance
ANS.....	Autonomes Nervensystem
BLT.....	balance ligament technik
BMI.....	Body Mass Index
BP.....	Blutdruck
BRAC.....	basic rest and activity cycle
C.....	cervical
CBR.....	Cranial Base Release
CST.....	Craniosacrale Therapie
CV-4.....	Kompression des vierten Ventrikels
HF.....	High Frequency
HR.....	Herzrate
HRV.....	Heartratevariability (Herzratenvariabilität)
HUT.....	head up tilt
HVLA.....	high velocity low amplitude
HVT.....	high velocity technic
Hz.....	Hertz
ID.....	Identifikationsnummer
J.....	Jahre
KVE.....	Kardiovaskuläre Erkrankungen
L.....	lumbal
LF.....	Low Frequency

LF/HF Ratio..... Qotient aus LF und HF

M1/M2/M3 Messphase 1/2/3

MFBT.....Membrane Fluid Balanced Technic

MFR..... myofasziale Techniken

MFTPMmyofascial triggerpointmassage

min..... Minuten

modif.....modifiziert

ms..... Millisekunde

MWMittelwert

PNSParasympathisches Nervensystem

RMSSD Root Mean Square of the Successive Differences

RSA.....respiratorische Sinusarrhythmie

S Schläge

SD Standardabweichung

SDNNStandardabweichung der RR-Intervalle zum Mittelwert

SNS Sympathisches Nervensystem

SSB Synchrondrosis Sphenobasilaris

Std.Stunde

T thoracal

TP..... Total Power

VLFvery low frequency

WHO..... World Health Organization

WS..... Wirbelsäule

Tabellenverzeichnis

<i>Nummer</i>	<i>Seite</i>
Tabelle 1: Studien über den Effekt von Manipulationen der WS oder Rippen auf das ANS (Darstellung der Autorin)	16
Tabelle 2: Studien über Effekt von CST auf ANS (Darstellung der Autorin)	17
Tabelle 3: Studien über Effekt von myofaszialen Techniken (MFR) und allgemeiner osteop. Behandlung auf das ANS (Darstellung der Autorin)	18
Tabelle 4: Alter und verhaltensbezogene Charakteristika (Darstellung der Autorin)	37
Tabelle 5: Ergebnisse des HRV-Zielparameters RMSSD/ms (M1,M2 und M3) (Darstellung der Autorin)	48
Tabelle 6: Test auf Normalverteilung der Differenzwerte bei der Gruppen (Kologorov-Smirnov-Anpassungstest) (Darstellung der Autorin)	49
Tabelle 7: ANOVA, T-Test für unabhängige Stichproben der Differenzwerte der Basisline (M1,M2) (Darstellung der Autorin).....	50
Tabelle 8: Test auf Normalverteilung (Kologorov-Smirnov-Anpassungstest) der RMSSD-Differenzwerte im Prä-Post-Vergleich (M2/M3) (Darstellung der Autorin)	52
Tabelle 9: ANOVA, T-Test für unabhängige Stichproben mit Levene-Test der Varianzgleichheit (Darstellung der Autorin).....	52
Tabelle 10: Perzentile für Box-Whisker-Plot (Darstellung der Autorin).....	54
Tabelle 11: demographische Daten der Studienpopulation (Darstellung der Autorin).....	96
Tabelle 12: Rohdaten des Zielparameters RMSSD/ms zu den drei Messphasen (Darstellung der Autorin)	97
Tabelle 13: Rohdaten der Herzfrequenz (HRmean) (Darstellung der Autorin)	98

Abbildungsverzeichnis

<i>Nummer</i>	<i>Seite</i>
Abbildung 1: Schematische Darstellung der zeitanalytischen und frequenzanalytischen Methode der HRV- Analyse (Darstellung der Autorin, modif. nach Sammito et al., 2014).....	7
Abbildung 2: Formel für RMSSD/ms (modif. nach Curic et al., 2007)	8
Abbildung 3: HRV-Analyse im Frequenzbereich (Darstellung der Autorin).....	9
Abbildung 4: Waagenmodell I. (modif. nach Hottenrott, 2002).....	12
Abbildung 5: Waagenmodell II. (modif. nach Hottenrott, 2002).....	13
Abbildung 6: respiratorische Sinusarrhythmie (Tachogramm nach Darstellung der Autorin)	20
Abbildung 7: altersbezogene parasymphatische Aktivität im Tagesverlauf (Darstellung der Autorin, modif. nach Wittling & Wittling, 2012).....	26
Abbildung 8: Effekt des Alters auf den HRV-Parameter RMSSD (Darstellung der Autorin, modif. nach Wittling & Wittling, 2012)	29
Abbildung 9 : Veränderung des Parameters HF im Lebensverlauf (Darstellung der Autorin, modif. nach Wittling & Wittling, 2012)	29
Abbildung 10: Altersverteilung der Gesamtstichprobe (n=32) (Darstellung der Autorin) ...	37
Abbildung 11: Wochentagsverteilung (Darstellung der Autorin).....	41
Abbildung 12: Darstellung des Studienablaufs als Flussdiagramm (Darstellung der Autorin)	42
Abbildung 13: Darstellung der drei Messphasen/HRV-Analysephasen im Untersuchungsablauf (Darstellung der Autorin).....	43
Abbildung 14: Darstellung der Handhaltung (Darstellung der Autorin)	45
Abbildung 15: Ergebnisse des Zielparameters RMSSD/ms im Verlauf der Messphasen (Darstellung der Autorin)	53

Abbildung 16: Parameters RMSSD (ms) im Gruppenvergleich als Box-Whisker-Plot
(*=Mittelwert) (Darstellung der Autorin)..... 54

Tabellen

Tabelle 11: demographische Daten der Studienpopulation (Darstellung der Autorin)

ID	WT	Alter	Gr./m	Kg	BMI	Nikotin	Alkohol	Beruf	Schlaf	Sport(Std./Wo)	Fam.
V01	MO	44	1,8	72	23	0	gel.	Steuerberater	gut	2	verh.
V02	FR	42	1,7	70	25	0	Gel.	Osteopathin/PT	gut	2	ledig
V03	FR	40	1,77	80	26	Ja	gel.	Studentin	gut	0	ledig
V04	MI	40	1,78	78	25	0	gel.	Studieng.leiterin	gut	1	verh.
V05	FR	56	1,73	70	24	gel.	0	Physioth.	gut	2	verh.
V06	DI	50	1,7	82	29	0	gel.	Osteopathin/PT	mittel	2	verh.
V07	Do	34	1,7	61	22	0	gel.	Osteopathin/PT	gut	1	ledig
V08	FR	30	1,73	61	21	gel.	gel.	Biotechnol./Diss	gut	2	ledig
V09	MO	45	1,62	58	21	gel.	gel.	PT	mittel	6	verh.
V10	MI	48	1,68	67	25	0	gel.	Sozialarb.	mittel	0	verh.
V11	DO	45	1,72	60	21	0	gel.	Dipl.Krankens.	g/m	4	ledig
V12	FR	48	1,64	70	27	0	gel.	Osteopathin/PT	schlecht	2	verh.
V13	FR	44	1,65	57	21	0	0	Osteopathin/PT	gut	2	ledig
V14	FR	47	1,8	64	20	0	gel.	Regisseurin	g/m	0	ledig
V15	MI	47	1,6	61	24	0	gel.	Ordin.Ass.	schlecht	0	gesch.
V16	DO	41	1,73	67	23	0	gel.	Lehrerin	mittel	2	ledig

N01	DO	47	1,7	45,5	17	Ja	gel.	Historikerin	gut	2	ledig
N02	MO	30	1,64	58	22	gel.	gel.	Osteopathin/PT	gut	3	ledig
N03	MO	31	1,6	65	26	0	0	Studentin	gut	2	ledig
N04	MO	48	1,64	67	26	ja	gel.	Lehrein	gut	2	ledig
N05	MI	48	1,78	90	29	0	0	Personalverr.	gut	5	verh.
N06	FR	51	1,62	59	23	0	gel.	Osteopathin/PT	gut	5	ledig
N07	MI	43	1,77	65	21	0	gel.	Ang.	gut	4	ledig
N08	FR	32	1,76	75	25	0	gel.	Studentin	gut	4	ledig
N09	FR	31	1,73	59	20	0	öfter	Ang.	mittel	6	ledig
N10	MO	44	1,7	75	27	0	0	Dipl. Krankens.	gut	1	verh.
N11	Do	33	1,75	50	17	gel.	gel.	Ang.	gut	0	ledig
N12	FR	45	1,64	49	19	10	gel.	PT	gut	2	ledig
N13	FR	33	1,73	65	22	5	gel.	Biologin	gut	4	ledig
N14	DI	46	1,76	65	22	0	gel.	AM	gut	2	ledig
N15	DO	45	1,61	51	20	0	gel.	Kindergärtnerin	gut	3	verh.
N16	FR	52	1,62	54	21	0	gel.	Ärztin	schlecht	2	ledig

Tabelle 12: Rohdaten des Zielparameters RMSSD/ms zu den drei Messphasen (Darstellung der Autorin)

ID	M1/Prä RMSSD	M2/Prä RMSSD	M3/Post RMSSD	M2-M3/Diff. RMSSD	M1-M2/Diff. RMSSD
V01	21,70	20,90	35,00	14,10	-0,80
V02	35,50	25,60	46,40	20,80	-9,90
V03	49,20	36,50	40,10	3,60	-12,70
V04	56,90	41,10	57,20	16,10	-15,80
V05	55,40	50,30	71,10	20,80	-5,10
V06	17,30	15,60	15,30	-0,30	-1,70
V07	15,40	23,90	30,70	6,80	8,50
V08	31,70	39,30	53,60	14,30	7,60
V09	30,30	32,90	39,00	6,10	2,60
V10	12,70	14,50	17,00	2,50	1,80
V11	17,40	16,90	19,00	2,10	-0,50
V12	23,30	21,80	23,70	1,90	-1,50
V13	59,60	77,70	73,60	-4,10	18,10
V14	21,60	20,20	18,80	-1,40	-1,40
V15	29,50	36,80	46,20	9,40	7,30
V16	21,50	23,00	19,20	-3,80	1,50

N01	18,50	23,10	22,30	-0,80	4,60
N02	17,10	17,20	23,70	6,50	0,10
N03	47,50	73,30	73,00	-0,30	25,80
N04	31,60	25,20	19,70	-5,50	-6,40
N05	10,10	10,90	12,80	1,90	0,80
N06	63,00	68,10	62,00	-6,10	5,10
N07	83,00	74,80	68,90	-5,90	-8,20
N08	54,90	37,60	36,80	-0,80	-17,30
N09	84,30	72,30	93,40	21,10	-12,00
N10	7,10	7,20	11,00	3,80	0,10
N11	41,00	30,10	32,80	2,70	-10,90
N12	28,30	24,50	20,20	-4,30	-3,80
N13	7,50	8,60	13,60	5,00	1,10
N14	21,00	22,20	27,30	5,10	1,20
N15	38,80	48,50	45,20	-3,30	9,70
N16	25,30	28,10	29,30	1,20	2,80

Tabelle 13: Rohdaten der Herzfrequenz (HRmean) (Darstellung der Autorin)

(HRm= HRmean/ Schläge pro Min.; V=Vormittagsgruppe; N=Nachmittagsgruppe)

Gruppe	M1/PRA ID HRm(1/min)	M2/PRA HRm(1/min)	M3/POST HRm(1/min)	M1/M2 Differenz/HR	M2/M3 Differenz/HR
V01	67,05	67,87	64,90	0,82	-2,97
V02	69,81	67,45	65,22	-2,36	-2,23
V03	63,15	64,00	62,19	0,85	-1,81
V04	66,52	68,79	66,25	2,27	-2,54
V05	60,78	61,33	58,09	0,55	-3,24
V06	66,62	66,82	65,27	0,20	-1,55
V07	63,57	61,50	56,69	-2,07	-4,81
V08	76,24	74,97	72,35	-1,27	-2,62
V09	62,21	60,08	56,91	-2,13	-3,17
V10	71,44	71,08	66,00	-0,36	-5,08
V11	61,51	61,10	59,59	-0,41	-1,51
V12	65,24	65,31	65,39	0,07	0,08
V13	62,96	60,46	58,65	-2,50	-1,81
V14	61,77	61,05	61,11	-0,72	0,06
V15	77,08	75,73	71,59	-1,35	-4,14
V16	77,00	76,79	79,53	-0,21	2,74
Min	60,78	60,08	56,69		
Max	77,08	76,79	79,53		
MW	67,06	66,52	64,36	-0,54	-2,16
SD	5,66	5,70	6,22	1,35	1,96
Median	65,88	66,07	65,06		
N01	69,70	70,10	68,17	0,40	-1,93
N02	79,50	78,29	72,94	-1,21	-5,35
N03	74,66	68,92	70,79	-5,74	1,87
N04	68,32	68,62	68,86	0,30	0,24
N05	76,48	74,43	72,22	-2,05	-2,21
N06	50,98	49,11	50,31	-1,87	1,20
N07	61,67	62,82	59,47	1,15	-3,35
N08	64,28	66,17	67,48	-1,89	1,31
N09	45,32	45,57	41,94	0,25	-3,63
N10	85,39	85,66	82,76	0,27	-2,90
N11	61,49	60,56	60,94	-0,93	0,38
N12	67,88	66,20	63,42	-1,68	-2,78
N13	84,55	80,90	76,56	-3,65	-4,34
N14	80,04	78,71	61,83	-1,33	-16,88
N15	75,24	72,78	73,96	-2,46	1,18
N16	62,05	60,38	58,09	-1,67	-2,29
Min	45,32	45,57	41,94		
Max	85,39	85,66	82,76		
MW	69,22	68,08	65,61	-1,38	-2,47
SD	11,36	10,88	10,19	1,72	4,45
Median	69,01	68,77	67,83		

Probandenaquise

Freiwillige Studienteilnehmerinnen gesucht!

Liebe Chorkolleginnen, ich suche für eine Studie im Rahmen meiner Ausbildung (Master of Osteopathie) freiwillige Teilnehmerinnen. Falls jemand Interesse hat, oder Frauen kennt die gerne bei einer Studie teilnehmen möchten, dann gib mir bitte über untenstehenden Kontakt Bescheid.

Es geht in der Studie darum, welchen Effekt die Tageszeit auf die Wirksamkeit einer bestimmten osteopathischen Technik hat.

Zeitaufwand: ca. 60 Min.

Ort: 1070 Wien

Alter: 30-55 Jahre

Weiblich

Gesund (keine Herz- Kreislauferkrankung, neurolog. oder psychische Erkrankung, Diabetes, akute Schmerzsymptomatik, Infekterkrankung,...), keine Extremsportlerin, keine Medikamenteneinnahme

Ich wäre euch sehr dankbar, wenn ihr mich dahingehend unterstützen könntet!

Bitte ruf mich bei Interesse einfach an, dann erhältst du genauere Informationen in mündlicher und falls du für die Studienteilnahme geeignet bist, auch in schriftlicher Form.

Vielen Dank! Bitte weitergeben!

Ulrike Hofer

Westbahnstr. 27-29/3/88, 1070 Wien

T: 0676 7611025

praxis@ulrikehofer.com

www.ulrikehofer.com

Studienteilnahmeinformation

Information zur Teilnahme an der Studie

„EINFLUSS ZIRKADIANER RHYTHMIK AUF DEN KURZZEITEFFEKT EINES MYFASZIALEN RELEASE DES ZWERCHFELLS HINSICHTLICH VAGALER MODULATION DER HERZRATENVARIABILITÄT“

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Ich lade Sie ein an der oben genannten Studie teilzunehmen. Dieses Informationsblatt informiert sie über den Zweck und den genauen Ablauf der Studie. Falls etwas unklar bleibt, zögern sie nicht Fragen zu stellen. Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jedoch jederzeit ohne Angaben von Gründen aus der Studie austreten. Klinische Studien sind notwendig um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Voraussetzung für die Durchführung dieser Studie ist, dass sie nach ausführlichem Informationsgespräch Ihre freiwillige Teilnahme schriftlich erklären.

Der **Zweck** dieser Studie ist die Auswirkung tageszeitlicher Schwankungen des vegetativen Nervensystems auf den Effekt einer osteopathischen Intervention zu untersuchen.

Studienablauf: Die Studie wird in der Praxisgemeinschaft für Osteopathie und Physiotherapie, Westbahnstr. 27-29/3/88, 1070 Wien durchgeführt. An der Studie nehmen ungefähr 32 Personen teil. Es wird mit Ihnen ein Termin festgelegt, an dem die osteopathische Intervention und Messung der Herzfrequenz (mittels Brustgurt) durchgeführt wird. Bitte planen sie für diesen Termin zirka 1,5 Stunden ein. Die Intervention dauert ca 30 Minuten und erfolgt in Rückenlage. Nach einer Vorruhephase von 11 Minuten lege ich meine Hände für die Dauer der Behandlung (11 Minuten) seitlich an den Brustkorb an. Danach folgt wieder eine Nachruhephase von 11 Minuten.

Risiken und Nebenwirkungen sind nicht zu erwarten. Jedoch kann durch die Behandlung ein Prozess der Integration ausgelöst werden. Treten wider Erwarten Symptome oder Reaktionen auf, melden Sie sich unter folgender Nummer: 0676 7611025 oder teilen diese unverzüglich ihrem Arzt mit.

Sollte sich an Ihrem Teilnahmeprofil (Ein- und Ausschlusskriterien) kurzfristig etwas ändern (Infekt, Medikamenteneinnahme, Schwangerschaft,...), so teilen sie mir das bitte vor Studienbeginn mit.

Da das autonome Nervensystem sehr leicht durch bestimmte Faktoren beeinflusst werden kann, sollten sie zwei Stunden vor dem vereinbarten Termin, Nahrungskarenz mit Verzicht auf koffeinhaltige Getränke, Alkohol und Nikotin, einhalten. Ich bitte Sie auch am Termintag auf starke körperliche Betätigungen zu verzichten.

Die im Rahmen der Studie erhobenen **persönlichen Daten** unterliegen den datenschutzgesetzlichen Bestimmungen. Der Studienleiter unterliegt der Schweigepflicht. Die Nutzung bzw. etwaige Veröffentlichung der Daten erfolgt in verschlüsselter Form mittels Zahlencodes, wodurch Ihre Anonymität gewahrt bleibt. Die Weitergabe der verschlüsselten Daten an Dritte erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken.

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der Studie austreten.

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten.
Für weitere Fragen zu dieser Studie bin ich erreichbar unter:

Einverständniserklärung

Einverständniserklärung der Probandin zur freiwilligen Teilnahme an der Studie

„EINFLUSS ZIRKADIANER RHYTHMIK AUF DEN KURZZEITEFFEKT EINES MYFASZIALEN RELEASE DES ZWERCHFELLS HINSICHTLICH VAGALER MODULATION DER HERZRATENVARIABILITÄT“

Name (in Druckbuchstaben):.....

Geburtsdatum:.....Code:.....

Ich,....., erkläre mich bereit an der angegebenen Studie freiwillig teilzunehmen. Ich wurde ausreichend von Fr./Hr.über Zweck, Ablauf (Dauer, Behandlungsform, Messung), Nutzen, mögliche Risiken und Begleiterscheinungen der Studie und über eine etwaige Aufwandsentschädigung aufgeklärt. Ich habe den Aufklärungstext gelesen und verstanden. Bei Unklarheiten meinerseits hatte ich die Möglichkeit Fragen zu stellen, die mir in verständlicher Weise beantwortet wurden. Ich hatte ausreichend Zeit mich für die Teilnahme der Studie zu entscheiden und habe derzeit keine weiteren Fragen mehr. Ich werde den für die Durchführung der Studie erforderlichen Anordnungen Folge leisten und weiß darüber Bescheid, dass ich jederzeit meine freiwillige Mitwirkung an der Studie ohne Angabe von Gründen zurücknehmen kann. Ich bin damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie ermittelten Daten in verschlüsselter Form gespeichert werden. Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes in der geltenden Fassung werden eingehalten. Ich habe eine Kopie von der Studienteilnehmerinformation und der Einverständniserklärung erhalten. Das Original verbleibt beim Therapeuten (Studienleiter).

.....
Ort und Datum

.....
Unterschrift des Studienteilnehmers

.....
Ort und Datum

.....
Unterschrift des Studienleiter