

AUSWIRKUNGEN EINER CRANIALEN TECHNIK AUF DIE HERZRATENVARIABILITÄT

Masterthesis zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

im Universitätslehrgang Osteopathie

eingereicht von

Barbara Hauser

Department für Gesundheitswissenschaften und Biomedizin

an der Donau-Universität Krems

Betreuer: Ass. Prof. Jan Porthun, MMSc D.O. DPO

Statistik: Mag. Dr. Harald Lothaller

Externer Tutor: OA Priv-Doz. Dr. Reinhard B. Raggam

Graz, Juni 2016

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Barbara Hauser, geboren am 10. Juni 1979 in Graz 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.

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die an der Verwirklichung dieser Arbeit beteiligt waren. Dr. Stefan Friedrich stellte mir großzügigerweise den HRV-Scanner kostenlos zur Verfügung. Dr. Reinhard Raggam unterstützte mich tatkräftig bei der Interpretation der statistischen Auswertungen

Meiner Familie danke ich für die bewusste und unbewusste Unterstützung.

Meinen beiden Jungs, Benjamin und Florian danke ich dafür, dass sie so großartige Kinder sind und mir die Gelegenheit gegeben haben auch tagsüber am Schreibtisch zu sitzen. Und meinem Mann, Wolfgang, danke ich dafür, dass er den Mut hatte, den schwierigeren Weg zu gehen.

Abstract

Hintergrund: In der osteopathischen Praxis werden häufig Techniken eingesetzt, die sich in der Klinik zwar bewährt haben, zu deren Wirksamkeit jedoch keine wissenschaftlichen Belege vorliegen. Dies gilt auch für die Disengagement-Technik (DET) nach Nicholas & Nicholas (2009) an der Sutura occipitomastoidea (SOM).

Ziel: Das Ziel dieser Studie ist es zu überprüfen, ob eine DET an der SOM eine Auswirkung auf die Herzratenvariabilität (HRV) hat.

Methodik: Als Studientypus wurde eine pragmatische randomisierte kontrollierte Studie gewählt. 32 gesunde Probandinnen und Probanden zwischen 18 und 40 Jahren wurden per Los in zwei Gruppen (G1=Sham: n=16, G2=Disengagement: n=16) eingeteilt. Um eine ungewollte Beeinflussung in G1 zu vermeiden, wurde diese von einer „Nicht-Osteopathin“ betreut, G2 von einer Osteopathin. Für die Messung der HRV, die mittels Handgelenkselektroden erfolgte, wurde ein Gerät der Firma Biosign mit 500 Hz verwendet. In beiden Gruppen wurde je eine 5-minütige Messung vor und nach der Intervention durchgeführt.

Ergebnisse: Für G1 zeigte sich mittels jeder statistischen Auswertung, dass die Intervention keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die untersuchten Parameter hatte. Für G2 ergab die T-Test-Analyse eine statistisch signifikante Veränderung bei 50% der untersuchten Parameter (SD1: $p=0,032$; SD2: $p=0,047$; Stressindex: $p=0,030$; Mittl. Herzfrequenz: $p=0,0001$). Im Fall Biolog. HRV-Alter ergab sich ein Trend mit $p=0,055$. Im Wilcoxon-Rangsummen-Test zeigte sich eine statistisch signifikante Veränderung beim Parameter Power HF ($p=0,008$).

Konklusion: Für G1 konnte die H_0 -Hypothese widerlegt werden. Für G2 konnte die H_A -Hypothese in 50% der Parameter belegt werden – die DET hat einen Einfluss auf die HRV. Um die Ergebnisse noch eindeutiger belegen zu können, sollten weitere Studien zu diesem Thema mit größeren Stichproben durchgeführt werden.

Stichworte: Disengagement-Technik, Herzratenvariabilität, vegetatives Nervensystem, Sutura occipitomastoidea.

Abstract

Background: Osteopaths often use techniques that have been established in their daily work but have not been proved in scientifically observations. This applies also to the disengagement-technique (DET) after Nicholas & Nicholas (2009) performed at the occipitomastoid suture (OMS).

Objectives: The aim of this study was to examine the DET performed at the OMS on effects of the heart rate variability (HRV).

Methods: This study is a prospective randomized controlled study. 32 healthy adults (aged between 18 and 40 years) were differentiated into two different groups by drawing lots (G1=sham: n= 16, G2=disengagement: n=16). G1 was performed by a „non-osteopathic test-person“ and the disengagement-technique was performed by an „osteopathic test-person“ to avoid unwanted affections in G1. Measurement of the HRV was made by wrist-electrodes. In both groups there was one recording for five minutes before and after doing the intervention. Data was collected via heart-rate variability measurement tool from Biosign GmbH (500 Hz).

Results: All statistically tests of G1 showed that sham-intervention had no statistically significant effects on HRV parameters. The outcome in T-test-analysis for G2 resulted a statistically significant effect on 50% of measured HRV parameters (SD1: $p=0.032$; SD2: $p=0.047$; stress index: $p=0.030$; mean heart rate: $p=0.0001$). In case of biological HRV-age there was an obvious ($p=0.055$) effect. In addition a statistically significant shift on Power HF ($p=0.008$) was also observed in Wilcoxon-rank-sum-test.

Conclusion: For G1 the H_0 -hypothesis could be declined. For G2 the H_A -hypothesis could be verified in 50% of the measured HRV parameters – DET has an influence at the HRV. To better confirm these findings, larger studies with bigger sample sizes should be performed.

Keywords: disengagement-technique, heart rate variability, autonomic nervous system, occipitomastoid suture.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	1
1 EINLEITUNG.....	1
2 THEORIE	3
2.1 SCHÄDELANATOMIE.....	3
2.1.1 <i>Sutura occipitomastoidea (SOM)</i>	3
2.1.2 <i>Foramen jugulare</i>	4
2.2 NEUROANATOMIE	5
2.2.1 <i>Ursprungsgebiete des Nervus vagus</i>	5
2.2.2 <i>Extracranialer Verlauf des Nervus vagus</i>	5
2.2.3 <i>Aufzweigungen des Nervus Vagus</i>	6
2.3 VEGETATIVES NERVENSYSTEM (VNS)	6
2.3.1 <i>Zentrale Kontrolle des vegetativen Nervensystems</i>	7
2.3.2 <i>Vegetative Innervation des Herzens</i>	7
2.4 HERZ-HIRN-VERBINDUNG – DIE HERZINTELLIGENZ.....	7
2.5 ERREGUNGSLEITUNGSSYSTEM DES HERZENS.....	8
2.6 EINFLUSS DES VEGETATIVEN NERVENSYSTEMS AUF DAS HERZ-KREISLAUFSYSTEM	8
2.6.1 <i>Wirkung des Parasympathikus am Sinusknoten</i>	8
2.6.2 <i>Wirkung des Sympathikus am Sinusknoten</i>	9
2.7 HERZRATENVARIABILITÄT (HRV).....	9
2.7.1 <i>Geschichte der Herzratenvariabilität</i>	9
2.7.2 <i>Einsatzbereiche der HRV-Messung</i>	10
2.7.3 <i>Physiologische Zusammenhänge zwischen HRV und VNS</i>	11
2.7.4 <i>Einflussfaktoren auf die Herzratenvariabilität</i>	11
2.7.4.1 <i>Barorezeptorisches System</i>	11
2.7.4.2 <i>Respiratorisches System</i>	12
2.7.4.3 <i>Emotionen und Stressbelastungen</i>	12
2.7.4.4 <i>Andere Einflussfaktoren</i>	13
2.7.5 <i>Messung der Herzratenvariabilität</i>	13
2.7.6 <i>Methoden zur Ermittlung der Herzratenvariabilität</i>	14
2.7.6.1 <i>Zeitbezogene Analysen</i>	15
2.7.6.2 <i>Frequenzbezogene Analysen</i>	15
3 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN.....	17
3.1 FORSCHUNGSFRAGE.....	18
3.2 OSTEOPATHISCHE RELEVANZ.....	18
3.3 HYPOTHESEN	20
3.3.1 <i>Nullhypothese</i>	20
3.3.2 <i>Alternativhypothese</i>	20
4 METHODOLOGIE	21
4.1 LITERATURRECHERCHE	21
4.1.1 <i>Medizinische und osteopathische Fachliteratur</i>	21
4.1.2 <i>Publizierte Studien</i>	21
4.2 STICHPROBENBESCHREIBUNG	22
4.2.1 <i>Einschlusskriterien</i>	23

4.2.2	<i>Ausschlusskriterien</i>	23
4.3	BESCHREIBUNG DER PROBANDINNEN UND PROBANDEN	23
4.3.1	<i>Sham-Gruppe / Gruppe 1</i>	24
4.3.2	<i>Disengagement-Gruppe / Gruppe 2</i>	25
4.4	MATERIALEN	26
4.4.1	<i>Sham-Technik</i>	26
4.4.2	<i>Disengagement-Technik</i>	26
4.4.3	<i>HRV-Scanner</i>	27
4.4.3.1	Technische Daten	28
4.4.4	<i>Mess-Parameter</i>	28
4.4.4.1	SD1 und SD2	28
4.4.4.2	Power HF-Band	28
4.4.4.3	Power LF-Band	29
4.4.4.4	Total Power	29
4.4.4.5	Stress-Index	29
4.4.4.6	Mittlere Herzfrequenz	29
4.4.4.7	Biologisches HRV-Alter	30
4.5	STUDIENABLAUF	30
4.5.1	<i>Probanden-Akquirierung</i>	30
4.5.2	<i>Probanden-Information</i>	30
4.5.3	<i>Einverständniserklärung</i>	31
4.5.4	<i>Stichprobenziehung</i>	31
4.5.5	<i>Größe der Stichprobe</i>	32
4.5.6	<i>Durchführende Personen</i>	32
4.5.7	<i>Erhebungszeitpunkte und -intervalle</i>	33
4.5.8	<i>Positionierung der Probandinnen und Probanden</i>	33
4.5.9	<i>Anlage der Elektroden</i>	34
4.5.10	<i>Durchführung der HRV-Kurzzeit-Messungen</i>	35
4.5.11	<i>Ende des Untersuchungsganges</i>	35
4.6	DATENVERARBEITUNG UND –AUSWERTUNG	35
4.6.1	<i>Statistische Verfahren zur Hypothesenprüfung</i>	35
5	ERGEBNISSE	36
5.1	KONTROLLE DER GESCHLECHTERVERTEILUNG	36
5.2	UNTERSUCHUNG DER NORMALVERTEILUNG	37
5.3	ERGÄNZENDE AUSWERTUNGEN	37
5.4	NICHTPARAMETRISCHE TESTS	39
5.4.1	<i>Wilcoxon-Rangsummen-Test für Gruppe 1</i>	39
5.4.1	<i>Wilcoxon-Rangsummen-Test für Gruppe 2</i>	40
5.5	VERGLEICHENDE ABBILDUNGEN ZWISCHEN MESSUNG 1 UND MESSUNG 2 BEIDER GRUPPEN	40
6	DISKUSSION	45
6.1	DISKUSSION DER THEMENAUSWAHL	45
6.2	DISKUSSION DER METHODEN	46
6.2.1	<i>Literaturrecherche</i>	46
6.2.2	<i>Durchführende Personen</i>	47
6.2.3	<i>Wahl der Disengagement-Technik</i>	47
6.2.4	<i>Wahl der Sham-Technik</i>	48
6.2.5	<i>Wahl des Mess-Gerätes</i>	48

6.2.6	<i>Wahl der Einschlusskriterien</i>	49
6.2.7	<i>Wahl der Ausschlusskriterien</i>	49
6.2.7.1	Medikamente.....	49
6.2.7.2	Body-Mass-Index.....	50
6.2.7.3	Post-Menopause.....	50
6.2.7.4	Diabetes.....	50
6.2.7.5	Alter.....	51
6.2.7.6	Psoriasis.....	52
6.2.7.7	Herz-Kreislauf-Erkrankungen.....	52
6.2.7.8	Schilddrüsenerkrankungen.....	52
6.2.7.9	Bestimmte psychiatrische Erkrankungen.....	53
6.2.7.10	Störungen des zentralen und peripheren Nervensystems.....	54
6.2.7.11	Nierenerkrankungen (dialysepflichtig).....	54
6.2.7.12	Chronischer Schmerz.....	54
6.2.8	<i>Neu zu definierende Ausschlusskriterien</i>	55
6.2.8.1	Bestehende Schwangerschaft.....	55
6.2.8.2	Im Zeitraum der Studie stattfindende Therapiemaßnahmen.....	55
6.2.9	<i>Wahl der Mess-Parameter</i>	56
6.2.10	<i>Probanden-Akquirierung</i>	56
6.2.11	<i>Randomisierung</i>	57
6.2.12	<i>Erhebungszeitpunkte und -intervalle</i>	57
6.2.13	<i>Mess-Procedere</i>	57
6.3	DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	58
6.3.1	<i>Geschlechterverteilung</i>	58
6.3.2	<i>H₀-Hypothese</i>	59
6.3.3	<i>H_A-Hypothese</i>	59
6.3.3.1	SD1 und SD1.....	59
6.3.3.2	Stress-Index.....	60
6.3.3.3	Mittlere Herzfrequenz.....	60
6.3.3.4	Power HF.....	60
6.3.4	<i>Limitierende Faktoren</i>	60
6.3.5	<i>Mögliche Ursachen</i>	61
6.3.6	<i>Mögliche Änderungen des Studiendesigns</i>	62
6.4	DISKUSSION DER OSTEOPATHISCHEN RELEVANZ.....	63
7	KONKLUSION	66
7.1	ZUSAMMENFASSUNG.....	66
7.2	SCHLUSSFOLGERUNG.....	67
7.3	AUSBLICK.....	67
	LITERATURVERZEICHNIS	69
	ANHANG A	77
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	77
	TABELLENVERZEICHNIS.....	79
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	81
	FORMULAR ZUR PROBANDEN-INFORMATION.....	82
	FORMULAR ZUR EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG.....	84
	FLYER ZUR PROBANDEN-AKQUIRIERUNG.....	85
	STATISTISCHE AUSWERTUNG IN TABELLARISCHER FORM.....	86
	DATENBLÄTTER.....	98

1 Einleitung

In der täglichen klinischen Arbeit sollten neben den anatomischen und biomechanischen Verbindungen auch die physiologischen Verbindungen im menschlichen Körper im Fokus stehen. Das gilt für die Schulmedizin gleichermaßen wie für alternativmedizinische Disziplinen, zu der auch die Osteopathie zählt. Als behandelnde Person ist es wichtig zu wissen, wie ein System des menschlichen Körpers das andere beeinflusst und welche Schritte gesetzt werden müssen, um eine bestimmte Reaktion im Organismus hervorzurufen. Neben der klinischen Erfahrung, die nur über die Zeit erworben werden kann, wird es aber auch immer wichtiger, sich auf wissenschaftlich fundierte Nachweise stützen zu können.

Während der Behandlung bestimmter Bereiche des Körpers fiel der Verfasserin dieser Studie immer wieder auf, dass Patientinnen und Patienten darauf mehr oder weniger stark vegetativ reagierten. Dies konnte sich in einer Veränderung der Atemfrequenz, veränderter Schweißsekretion, vermehrtem Schlucken oder deutlich hörbarer Verdauungsgeräusche äußern. Vor allem bei Techniken im Hinterhauptsbereich und der oberen Halswirbelsäule waren diese Auswirkungen oft sehr eindrucksvoll. Meist berichteten die Patientinnen und Patienten auch von länger andauernden Reaktionen nach der Behandlung. Das war der Grund dafür, sich näher mit dieser Thematik zu beschäftigen, denn eben dieser Einfluss auf das vegetative Nervensystem ist ein wesentlicher Bestandteil der osteopathischen Arbeit.

Im Zuge der weiteren Recherchen stieß die Autorin auf die Möglichkeit den Zustand des vegetativen Nervensystems mit Hilfe der Herzratenvariabilitätsmessung zu erheben. Diese Technik findet seit den 60er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts eine weite Verbreitung in der Klinik und Wissenschaft und gilt seit 1996 als valide und reliabel (Task Force, 1996).

Die Aussage von Christian Fossum (Fossum, Vorlesung an der WSO, 2012), wonach sich in der Studie von Snider et al. (2010) gezeigt hatte, dass Techniken im suboccipitalen Bereich eine nachweisbare Veränderung der Herzratenvariabilität (also eine vegetative Reaktion) hervorrufen würden, veranlasste die Autorin schließlich dazu, sich mit diesem Körperbereich und seinem Zusammenhang mit dem Vegetativum näher zu beschäftigen.

Bei der Literaturstudie von Nicholas & Nicholas (2009) stieß die Studienverfasserin auf die Angabe, wonach sich durch eine Disengagement-Technik (engl. „Lockerung“ oder „Loslösung“) im Bereich der Sutura occipitomastoidea aufgrund eines parasympathischen Reflexes die Herzrate verändern ließe. Allerdings wurde hier nicht auf wissenschaftliche Belege für diese Aussage verwiesen, weshalb sich der Plan für die vorliegende Arbeit entwickelte.

2 Theorie

Das Wissen über die allgemeine Anatomie wird vorausgesetzt. Um speziellere Hintergründe und Zusammenhänge zwischen den anatomischen Gegebenheiten und deren Auswirkungen zu klären, werden unter den folgenden Punkten spezifische Besonderheiten angeführt.

2.1 Schädelanatomie

Suturen sind fibröse Gelenke, die durch Sharpey'sche Fasern verbunden sind. Diese Suturen wandeln sich erst im Laufe der Zeit zu knöchernen Verbindungen um. Die Sutura frontalis ist für gewöhnlich schon bei der Geburt synostosiert, die Sutura sagitalis verwächst dagegen als erste nach dem Säuglingsalter zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr. Zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr synostosiert die an sie anschließende Sutura lambdoidea. Die Sutura coronalis nimmt eine Zwischenstellung ein und verwächst zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr (Alves et al., 2009; Harth, Obert, & Ramsthaler, 2009; Oppermann, 2000; Fanghänel, Pera, Anderhuber, & Nitsch, 2009).

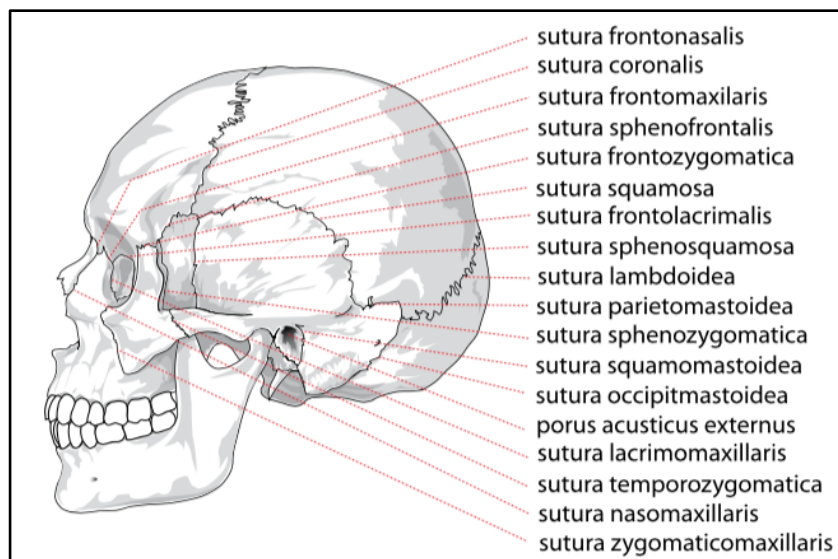


Abbildung 1: menschlicher Schädel mit Suturen (abgerufen am 25.11.2015 von:
http://commons.wikimedia.org/File%3AHuman_skull_side_suturas_side)

2.1.1 Sutura occipitomastoidea (SOM)

Die Sutura occipitomastoidea (siehe Abbildung 1) stellt die Verbindung zwischen dem Os occipitale und dem Os temporale dar und kann als Verlängerung der Sutura lambdoidea gesehen werden. Der konkave Margo mastoideus liegt zwischen dem Angulus lateralis und dem Processus jugularis. Der Rand des Os occipitale artikuliert mit dem konvexen Hinterrand der Pars mastoidea des Os temporale. Normalerweise ist der

Rand des Os occipitale im superioren Bereich nach außen gerichtet und im inferioren Teil nach innen gerichtet. Der Wechsel der Suturenränder wird condylosquamomastoider Pivotpunkt genannt. Die SOM ist eine unregelmäßige Sutura. Eine Kompression an dieser Naht führt zu einer entgegengesetzten Bewegung des Os temporale in Bezug zum Os occipitale (Liem, 2010; Fanghänel, Pera, Anderhuber, & Nitsch, 2003).

In der Literatur gibt es unterschiedliche Hinweise auf den Verknöcherungszeitpunkt der Sutura occipitomastoidea.

Mann, Naidich, & Towbin (2000) und Madeline & Elster (1995) konnten anhand von CT-Bildern zeigen, dass diese Sutura im zweiten Lebensjahr noch offen ist und sich ab dem dritten Lebensjahr zu verschließen beginnt. Bis zum 22. Lebensjahr ist sie laut den Autoren nur inkomplett fusioniert.

In der Studie von Todd & Lyon Jr. (1925) wurde festgestellt, dass die Verknöcherung der Sutura occipitomastoidea bei Männern zwischen dem 25. und 30. Lebensjahr beginnt. Nach einer langsamen Progression scheint dieser Prozess um das 80. Lebensjahr zum Stillstand zu kommen.

In der Verlängerung der Sutura occipitomastoidea befindet sich das Foramen jugulare.

2.1.2 Foramen jugulare

Im Gegensatz zu vielen anderen Foramina der Schädelbasis entsteht das Foramen jugulare im Grenzbereich zweier benachbarter Knochen der Schädelbasis. Es stellt eine große Öffnung zwischen der Incisura jugularis des Os occipitale und dem posterioren Rand der Pars petrosa dar. Das Foramen jugulare erstreckt sich von anterior medial als Fortsetzung der Fissura petrooccipitalis (entwicklungsgeschichtlicher Rest der Synchrondrosis petrooccipitalis) nach posterior lateral bis zum Beginn der Sutura occipitomastoidea.

Das Foramen wird in die folgenden zwei Abschnitte unterteilt:

1. In einen anterioren Abschnitt für den Nervus glossopharyngeus und den Sinus petrosus inferior und
2. in einen posterioren Abschnitt für den Nervus vagus und den Nervus accessorius, die Arteria meningea posterior sowie für die Vena jugularis interna, in die sich der Sinus transversus fortsetzt.

Die Längsachse des Foramen jugulare verläuft nicht horizontal sondern leicht nach anterior medial ansteigend (Barral & Croibier, 2008).

2.2 Neuroanatomie

Der Nervus vagus (X. Hirnnerv) entwickelt sich aus den Nerven des vierten und fünften Kiemenbogens. Er innerviert deshalb unter anderem alle Muskeln, die sich aus den Muskelanlagen dieser Kiemenbögen gebildet haben. Er führt allgemein-somatosensible, allgemein-viszeromotorische, speziell-viszeromotorische, allgemein-viszerosensible und speziell-viszerosensible Fasern. Sein Versorgungsgebiet reicht bis in den Brust- und Bauchraum (Feneis, 1998; Schünke, Schulte, & Schumacher, 2006).

2.2.1 Ursprungsgebiete des Nervus vagus

Die Nervenzellkörper der parasympathischen Neurone innerhalb des Nervus vagus liegen im Nucleus dorsalis nervi vagi, einem Kerngebiet im Myelencephalon. Die Nervenzellkörper der motorischen Fasern liegen im Nucleus motorius nervi vagi (Nucleus ambiguus). Die sensiblen Fasern projizieren aus der Peripherie zum Nucleus spinalis nervi trigemini und wahrscheinlich auch zum Nucleus pontinus nervi trigemini, während die sensorischen Fasern zum Nucleus tractus solitarii geleitet werden. Der Nerv tritt im Bereich der Medulla oblongata im Sulcus retroolivaris seitlich der Olive (gemeinsam mit dem Nervus accessorius und dem Nervus glossopharyngeus = untere Dreiergruppe) an die Hirnoberfläche. Von dort aus hat er einen lateral-horizontalen Verlauf in Richtung Foramen jugulare. Gemeinsam mit dem Nervus glossopharyngeus und dem Nervus accessorius ist er von einer Arachnoideahülle umgeben. Mit den übrigen Nerven der Vagusgruppe zieht er durch das Foramen jugulare aus der Schädelkapsel. Hier durchläuft er zwei eng benachbarte Ganglien:

- das Ganglion superius noch innerhalb der Schädelhöhle oder im Foramen jugulare und
- das Ganglion inferius außerhalb der Schädelhöhle.

In diesen beiden Ganglien liegen die Somata der afferenten Fasern (eine Unterscheidung zwischen sensibel und sensorisch wird nicht mehr getroffen) des Nervus vagus (Barral & Croibier, 2008; Feneis, 1998; Trepel, 2004).

2.2.2 Extracranialer Verlauf des Nervus vagus

Distal des Ganglion inferius kreuzt er medial den Processus styloideus und dessen Muskeln, wonach er gemeinsam mit der Arteria carotis communis und der Vena jugularis interna abwärts zieht (Barral & Croibier, 2008).

An der oberen Thoraxapertur zieht der rechte Nervus vagus über die Arteria subclavia dextra, während der linke Nervus vagus über den Aortenbogen verläuft. Im Brustraum

durchzieht der Vagus das obere Mediastinum und später das hintere Mediastinum (Trepel, 2004).

Im Bereich des hinteren Mediastinums lagern sich der rechte und der linke Vagusnerv dem Ösophagus an und bilden ein feines Nervengeflecht - den Plexus oesophageus - in dem sich die Fasern beider Seiten vermischen. Aus dem Plexus formen sich der vor dem Ösophagus gelegene Truncus vagalis anterior (aus dem linken Nervus vagus) und der hinter dem Ösophagus gelegene Truncus vagalis posterior (aus dem rechten Nervus vagus). Sie ziehen über den Hiatus oesophageus des Zwerchfells bis in das Abdomen (Trepel, 2004).

2.2.3 Aufzweigungen des Nervus Vagus

- Der Ramus meningeus (Hirnhautast)
- Der Ramus auricularis (Ohrast)
- Die Rami pharyngei (Rachenäste)
- Die Rami oesophagei (Speiseröhrenäste)
- Der Nervus laryngeus superior (oberer Kehlkopfnerve)
- Rami pericardiaci (Herzbeuteläste)
- Die Rami cardiaci (Herzäste)
- Der Nervus laryngeus recurrens (Stimmnerv)
- Die Rami tracheales (Luftröhrenäste) und Rami bronchiales (Bronchialäste)
- Truncus vagalis anterior und posterior (versorgen parasymphatisch den Großteil des Abdomens)

(Schünke et al., 2006).

2.3 Vegetatives Nervensystem (VNS)

Um die Gesamtfunktion des menschlichen Körpers zu gewährleisten, muss die individuelle Organfunktion koordiniert und an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Zur Erreichung dieses Zieles erhält, interpretiert, verarbeitet und sendet das VNS chemische und elektrische Botschaften über ein gut organisiertes zentrales autonomes Netzwerk (Slater, 2005).

Obwohl das VNS ein hauptsächlich efferentes System ist, welches Impulse aus dem zentralen Nervensystem (ZNS) zu den peripheren Organsystemen überträgt, erhält es auch afferente Inputs. Aus dem VNS stammen diese Inputs unter anderem aus den Barorezeptoren und Chemorezeptoren im Sinus caroticus und Aortenbogen. Diese sind

wichtig für die Kontrolle der Herzrate, des Blutdrucks und der Atemfunktion (Pratt, Gwinnutt, & Bakewell, 2008).

2.3.1 Zentrale Kontrolle des vegetativen Nervensystems

Die übergeordneten Zentren der vegetativen Kontrolle sind der Hypothalamus, das limbische System und die *Formatio reticularis*.

Neben der Regulation des Hormonsystems, des Wasser- und Elektrolythaushaltes, der Körpertemperatur und der Verdauung ist auch die Regulation der Herzaktivität, des Kreislaufes und des Blutdruckes ein Aufgabengebiet des Hypothalamus. Dieser sorgt als sogenanntes „oberstes Regulationszentrum“ für eine Homöostase im Körper in dem er sowohl über sympathische als auch über parasympathische Wege zur richtigen Zeit die richtigen Befehle zum Erfolgsorgan sendet (Dierlmeier, 2015).

Im Hypothalamus ist eine Vielzahl von Verhaltensaspekten implementiert, welche mit komplexen vegetativen Reaktionen einhergehen. Auch die zirkadianen Rhythmen werden von Regionen des Hypothalamus kontrolliert. Im limbischen System findet ein Teil der Verarbeitung von Emotionen und die Entstehung von Triebverhalten statt. Eine der Hauptaufgaben der *Formatio reticularis* ist die Koordination der Verschaltung einzelner Hirnstammkerne für spezielle Vitalfunktionen (z.B. Atmung und metabolische Funktionen). Zusätzlich werden von der *Formatio reticularis* auch parasympathische und sympathische Zentren kontrolliert (Schünke et al., 2006; Trepel, 2004).

2.3.2 Vegetative Innervation des Herzens

Die vegetative Versorgung des Herzens erfolgt vor allem über den *Plexus cardiacus* (eine Verflechtung von sympathischen und parasympathischen Nervenfasern um den Aortenbogen und den *Truncus pulmonalis*). Zum Großteil entstammen die Nervenfasern des *Plexus cardiacus* aus der Zervikalregion und dem zervikothorakalen Übergang. Diese sympathischen Nervenfasern der Halsganglien werden auch als Herznerven (*Nervi cardiaci*) bezeichnet und können in den *Nervus cardiacus cervicalis superior*, *medius* und *inferior* unterteilt werden. Die parasympathischen Fasern entstammen dem *Nervus vagus* (Fanghänel et al., 2003, Schünke, Schulte, & Schumacher, 2005; Schünke et al., 2006).

2.4 Herz-Hirn-Verbindung – die Herzintelligenz

Bei der embryonalen Entwicklung von der befruchteten Eizelle bis zum reifen Organismus wird das Herz vor dem Gehirn gebildet. Es ist außerdem die stärkste elektromagnetische Kraftquelle im Organismus mit einer Leistung von 2,4 Watt. Das

dadurch erzeugte Reizfeld lässt sich in allen menschlichen Zellen mit Hilfe eines Elektrokardiogramms (EKG) nachweisen. Die elektromagnetischen Wellen des Herzens sind innerhalb eines Organismus stärker als die des Gehirns. Missempfindungen und andere Symptome können auftreten, wenn die unterschiedlichen im Körper erzeugten Schwingungen (Herz, Gehirn, Atmung,..) nicht in Einklang sind. Sind diese jedoch im Gleichklang (in Kohärenz) entsteht Wohlbefinden. Der Zustand des „Flows“, Kreativität und viele andere günstige Zustände können sich einstellen. Viele therapeutische Ansätze orientieren sich an diesem Prinzip, indem sie versuchen, unterschiedliche Rhythmen zu synchronisieren, sei es zwischen Herz und Gehirn, sei es zwischen den beiden Gehirnhälften (Mück, 2014, Absatz HRV-Intelligenz).

2.5 Erregungsleitungssystem des Herzens

Das Herz verfügt über ein eigenes Erregungsbildungssystem und besitzt daher die Fähigkeit zur Autorhythmie. Es ist somit in der Lage Spontandepolarisationen auszulösen und weiterzuleiten, um eine ordnungsgemäß ablaufende Kontraktion der Vorhöfe und Kammern zu garantieren (Fanghänel et al., 2003).

2.6 Einfluss des vegetativen Nervensystems auf das Herz-Kreislaufsystem

Das VNS hat neben den Faktoren Zug, Druck, Temperatur und Hormonen die stärkste modulierende Wirkung auf die Sinusknoten-Depolarisation - die Herzaktivität wird also unmittelbar durch das Vegetativum kontrolliert. Parameter, die für den Kreislauf von Bedeutung sind (z.B. Herzfrequenz oder arterieller Blutdruck) können so durch dieses komplexe System an die verschiedensten Bedingungen, wie körperliche und geistige Aktivität, Stress, Ruhe und Schlaf angepasst werden (Hottenrott, 2004).

2.6.1 Wirkung des Parasympathikus am Sinusknoten

Der Vagus bewirkt an den Schrittmacherzellen des Sinusknotens eine Verlangsamung der spontanen Depolarisation. Es kommt zu einer verringerten Herzrate und Kontraktionskraft des Herzens. Durch die rasche Modulationsfähigkeit des parasympathischen Systems auf die Herzfrequenz sistiert diese sofort nach Beendigung des Vagusreizes, da das vorhandene Acetylcholin sehr rasch durch das Enzym Acetylcholinesterase abgebaut wird. Mit anderen Worten kann beim Vagus eine sofortige Änderung der Herzfrequenz bewirkt werden, während beim Sympathikus eine höhere Latenzzeit vorhanden ist (Hottenrott, 2004; Löllgen, 1999; Pratt et al., 2008).

2.6.2 Wirkung des Sympathikus am Sinusknoten

Die Herzrate und die Kontraktionskraft des Herzmuskels werden durch eine sympathische Aktivität erhöht. Die Reizleitungsgeschwindigkeit wird jedoch reduziert (Hottenrott, 2004; Löllgen, 1999; Pratt et al., 2008).

Im Gegensatz zum Parasympathikus verläuft die sympathische Stimulation deutlich langsamer. Sie benötigt ca. 20 - 30 Herzschläge, bis zur vollständig ausgeprägten Entwicklung (Hottenrott, 2002).

2.7 Herzratenvariabilität (HRV)

Als Herzratenvariabilität wird die Fähigkeit eines Organismus (Mensch, Säugetier) bezeichnet, die Frequenz des Herzrhythmus von Schlag zu Schlag, über einen kürzeren (Minuten) oder längeren Zeitraum (bis zu 24 Stunden) zu verändern. Auch im Ruhezustand treten spontan Veränderungen des zeitlichen Abstandes zwischen zwei Herzschlägen auf. Die HRV ist also ein Parameter der neurovegetativen Aktivität oder der autonomen Funktion des Herzens (Löllgen, 1999).

Die HRV beschreibt somit die Fähigkeit des Herzens, den zeitlichen Abstand von einem Herzschlag zum nächsten laufend anzupassen und sich so flexibel den ständig wechselnden Herausforderungen zu stellen. Eine ausgeprägte Herzratenvariabilität ist deshalb immer gegenüber einer Herzfrequenzstarre anzustreben. Je stärker der aktuelle Anteil des Parasympathikus ist, desto intensiver ist die Herzratenvariabilität. Wird der Körper in einen Stresszustand gebracht, das heißt er soll möglichst leistungsfähig werden, tritt der Parasympathikus zugunsten des Sympathikus zurück, die Herzschläge werden regelmäßiger. Je besser diese beiden Anteile, Sympathikus und Parasympathikus, zusammen arbeiten, umso besser kann sich das Herz und damit auch der gesamte menschliche Organismus auf wechselnde Situationen einstellen und angemessen reagieren (innere Selbstregulation) (BioSign GmbH, 2014; Löllgen, 1999).

2.7.1 Geschichte der Herzratenvariabilität

Bereits vor mehr als 1700 Jahren erkannte der chinesische Arzt Wang Shu-he, dass ein variabler Herzschlag ein Zeichen für Gesundheit sei. Er dokumentierte dies in seinen Schriften „Mai Ching“ (The Knowledge of Pulse Diagnosis). Wang Shu-he klassifizierte verschiedene Puls-Typen und beschrieb ihre klinische Bedeutung. Eine seiner Feststellung erinnert stark an das Phänomen der HRV:

"Wenn der Herzschlag so regelmäßig wie das Klopfen des Spechts oder das Tröpfeln des Regens auf dem Dach wird, wird der Patient innerhalb von vier Tagen sterben."
(Wang Shu-he, 300 Jhd. N. Chr., zitiert nach Mück, 2014, Absatz Geschichte).

Offenbar hatte der chinesische Gelehrte erkannt, dass ein variabler Herzschlag ein Zeichen von Gesundheit ist. In der Traditionellen Chinesischen Medizin ist die Pulsdiagnostik bis heute ein wichtiger Bestandteil der Diagnosestellung (Mück, 2014, Absatz Geschichte).

In der modernen Wissenschaft wurde die HRV erstmals Mitte der 60er-Jahre des letzten Jahrhunderts als diagnostisch wichtiges Phänomen beschrieben. Große Bedeutung erlangte sie von Anfang an in der Geburtshilfe, wo sie in Form der Cardiotocographie (CTG) bis heute eine wichtige Rolle spielt. Ab den 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts stieg das Interesse an der HRV-Forschung. Die Anzahl der Publikationen in bekannten medizinischen Datenbanken ist seitdem deutlich gestiegen (Mück, 2014, Absatz Geschichte).

Dies ist vermutlich auch den moderneren, portablen EKG-Geräten zu verdanken. Durch sie wurden Untersuchungen der HRV unter den unterschiedlichsten physiologischen und auch pathologischen Bedingungen ermöglicht. 1996 wurden von der „European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology“ Standards festgelegt, um eine einheitliche Quantifizierung und Interpretation der HRV zu garantieren (Task Force, 1996).

2.7.2 Einsatzbereiche der HRV-Messung

Neben dem oben schon beschriebenen Einsatz in der Geburtshilfe mittels CTG wird der Parameter Herzratenvariabilität auch zur Kontrolle der Belastbarkeit und des Gesundheitszustandes herangezogen. Die Herzfrequenz und die Herzratenvariabilität sind hilfreiche Messgrößen zur Diagnosefindung unterschiedlicher Erkrankungen.

Auch im Sport findet sich ein Anwendungsgebiet in der Bewertung des Regenerationszustandes im Trainingsprozess, bei der Diagnostik und Bewertung trainingsbedingter Anpassungen und der Bestimmung individueller Trainingszonen. Die Belastbarkeitskontrolle und auch der Nachweis der Wirksamkeit bestimmter Trainingsmethoden hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Gesundheit gehören ebenso zu den Anwendungsbereichen der Herzratenvariabilität (Hottenrott, 2002).

Daneben wird die Messung der HRV auch in der „Stressmedizin und Psychophysiologie“ immer wichtiger. Hier dient sie als Biofeedbackinstrument des Entspannungszustandes

und kann zur Bewertung von stress- und entspannungsbezogenen Einflüssen herangezogen werden. Beim Biofeedback werden physiologische Parameter gemessen und können mit Hilfe von Biofeedbacksystemen in visuelle oder akustische Signale umgewandelt werden. Damit haben Patientinnen und Patienten die Möglichkeit bestimmte psychophysiologische Vorgänge besser wahrzunehmen und können versuchen, sie besser zu steuern (Mück-Weymann, 2007).

2.7.3 Physiologische Zusammenhänge zwischen HRV und VNS

Obwohl, wie unter Punkt 2.5 beschrieben, das Herz durch die Funktionen der Schrittmacher über eine Autorhythmie verfügt, stehen die Herzrate und der Rhythmus unter der Kontrolle des VNS (Task Force, 1996).

Durch den Einsatz der Spektralanalyse in der HRV wurde das Verständnis für die Modulationseffekte der neuronalen Mechanismen auf den Sinusknoten verbessert. Laut Akselrod et al., (1981) ist für die HF-Komponente eindeutig die efferente vagale Aktivität als hauptverantwortlich anzusehen (siehe auch Punkt 2.7.6).

Für die LF-Komponente gibt es kontroverse Ansichten bezüglich der Zuordnung. Vermutlich kann sie jedoch sowohl Parasympathikus als auch Sympathikus zugeordnet werden. Die Messung der HRV birgt jedoch ein erhebliches Potential, wenn es darum geht, die Rolle der VNS-Fluktuationen bei normalen gesunden Individuen zu beurteilen. (Task Force, 1996).

2.7.4 Einflussfaktoren auf die Herzratenvariabilität

Eine große Anzahl von exogenen und endogenen Faktoren beeinflusst den menschlichen Körper und im Besonderen die Herzaktivität. Auf das VNS und damit auch auf die HRV haben die im Folgenden beschriebenen Systeme einen besonders starken Einfluss.

2.7.4.1 Barorezeptorisches System

Barorezeptoren messen die Veränderungen des arteriellen Drucks im Aortenbogen und Sinus caroticus und antworten in Folge dessen mit rhythmischen Impulsmustern. Diese speziellen Impulsmuster haben wiederum Auswirkungen auf das VNS (Hottenrott, 2002).

Afferente Impulse der Baro- oder Pressorezeptoren, die infolge einer Erhöhung des transmuralen Drucks der Gefäßwände entstehen, bewirken beim VNS eine zunehmende Erregung von parasympathischen Strukturen. Sympathische Strukturen werden hingegen in ihrer Aktivität gehemmt. Das Barorezeptorensystem ist also in der Lage die

Herzfrequenz von Herzschlag zu Herzschlag zu verändern. Dabei ist es jedoch vom aktuellen Sympathikus-Parasympathikus-Verhältnis abhängig. Bei einer hohen sympathischen Aktivität hat die Aktivierung der Barorezeptoren demnach einen geringeren Effekt, als bei einem hohen parasympathischen Niveau (Hainsworth, 1995).

Als sogenannte Barorezeptorschleife wird jener Regelkreis bezeichnet, in den die Barorezeptoren mit ihrer Funktion eingebunden sind. Je nach Aktivitätsmuster des vegetativen Nervensystems können innerhalb dieses Regelkreises intrinsische Oszillationen im vasomotorischen Bereich mit einer Frequenz von etwa 0,1 Hz aufgezeichnet werden. Bei einer überwiegenden sympathischen Aktivität sind die baroreflektorisch bedingten Schwankungen der Herzfrequenz verstärkt. Mit Hilfe der Spektralanalyse ist es möglich diese Frequenz im Gesamtspektrum der Herzfrequenzvariabilität sichtbar zu machen (Hottenrott, 2002).

2.7.4.2 Respiratorisches System

Bei der Pulskontrolle kann die Schwankung der Herzfrequenz als respiratorische Sinusarrhythmie ertastet werden. Während der Inspiration wird die Herzfrequenz gesteigert und während der Expiration sinkt sie wieder. Dabei beeinflussen die Atmung selbst, der Atemrhythmus, die Atemtiefe und der Atemtypus (Brustatmung oder Bauchatmung) die Herzratenvariabilität. Der größte Effekt der Atmung auf die HRV kann bei einer Frequenz von 0,1 Hz registriert werden. Als Ursache kann eine hochfrequente parasympathische Aktivität gesehen werden. Bei erhöhtem Sympathikotonus in Folge physischer oder psychischer Belastung kann der Einfluss der Atmung auf die HRV gedämpft sein (Mück-Weymann, 2007).

2.7.4.3 Emotionen und Stressbelastungen

Das limbische System ist der Teil des Gehirns, der Sitz unserer Emotionen ist. Entwicklungsgeschichtlich ist diese Gehirnregion wesentlich älter als der Neokortex, der für das Bewusstsein und logische Denken zuständig ist. Der Einfluss des Neokortex auf unser limbisches System ist begrenzt. Wir können unsere Emotionen deshalb weit weniger direkt kontrollieren als beispielsweise motorische Körperfunktionen. Auf der anderen Seite kann unser limbisches System die Kontrolle über unseren Neokortex übernehmen, ohne dass sich unser Bewusstsein diesem Einfluss entziehen kann.

Entscheidend für die Entstehung von vielen Krankheiten ist, dass wesentliche Teile unserer Körperphysiologie (Blutdruck, Herzschlag, Immunsystem, Verdauung, Hormone, usw.) nicht vom Neokortex sondern vom limbischen System kontrolliert werden. Das

bedeutet, dass der Hirnteil, in dem unsere Emotionen beherbergt sind, gleichzeitig auch wesentliche Körpervorgänge steuert, ohne dass unser Bewusstsein darüber eine direkte Kontrolle ausüben kann. Und genau darin besteht die Ursache, warum chronische Überbelastungen (chronischer Stress), aber auch seelische Erkrankungen (z.B. Depressionen) auch zu physischen Erkrankungen führen können. Durch chronischen Stress verschlechtert sich auch die Regelung wichtiger Körperfunktionen. Beispielsweise steigt der Blutdruck und es werden vermehrt Stresshormone (Kortikosteroide) freigesetzt. Emotionen und Körperfunktionen sind untrennbar miteinander verbunden (BioSign GmbH, 2014).

2.7.4.4 Andere Einflussfaktoren

Auch die Aktivität von Chemorezeptoren in den Karotiden, atriale Rezeptoren und aortale Chemorezeptoren haben einen Einfluss auf die Herzratenvariabilität (Hainsworth, 1995).

Daneben wirken sich das Lebensalter, das Geschlecht, die Position des Körpers im Raum (Stehen, Sitzen, verschiedene liegende Positionen), die Tageszeit, Alkohol- und Nikotinkonsum, aber auch Kaffeegenuss sowie das Renin-Angiotensin-System und das Thermo-Regulations-System auf die Herzaktivität aus. Auch die Einnahme von bestimmten Medikamenten hat Einfluss auf die Variabilität der Herzschläge (Hottenrott, 2002).

Einen weiteren Einfluss stellt die Verbindung vom VNS mit zahlreichen zentralen Kernen und Neuronenpopulationen dar. Dazu zählen die Medulla oblongata, der Hypothalamus, Mittelhirnstrukturen (Pons), die Amygdala und kortikale Zentren (Hottenrott, 2004).

2.7.5 Messung der Herzratenvariabilität

Mit dem Elektrokardiogramm können die elektrischen Signale des Herzens aufgezeichnet und eine Zeitreihe von RR-Intervallen bestimmt werden. Sowohl die zeit- als auch die frequenz-basierte HRV-Analyse erfordern eine exakte Aufzeichnung der R-Zacken (siehe Abbildung 2) im EKG. Die Aufzeichnungsdauer kann dabei 30 Sekunden bis fünf Minuten für Kurzzeit-EKGs aber auch bis zu 24 Stunden bei Langzeit-EKGs betragen (Kennedy, 1995).

Die Erregungsausbreitung und Erregungsrückbildung kann durch die Ableitung eines Oberflächen-EKGs repräsentiert werden. Für die genaue Analyse der elektrischen Vorgänge im Herzen können im Oberflächen-EKG entstandene „Zacken“ oder „Wellen“ bestimmten Abschnitten der Erregungsausbreitung oder Erregungsrückbildung

zugeordnet werden. Folgende „Zacken“ und „Wellen“ können im Oberflächen-EKG interpretiert werden: P-Welle, QRS-Komplex und T-Welle.

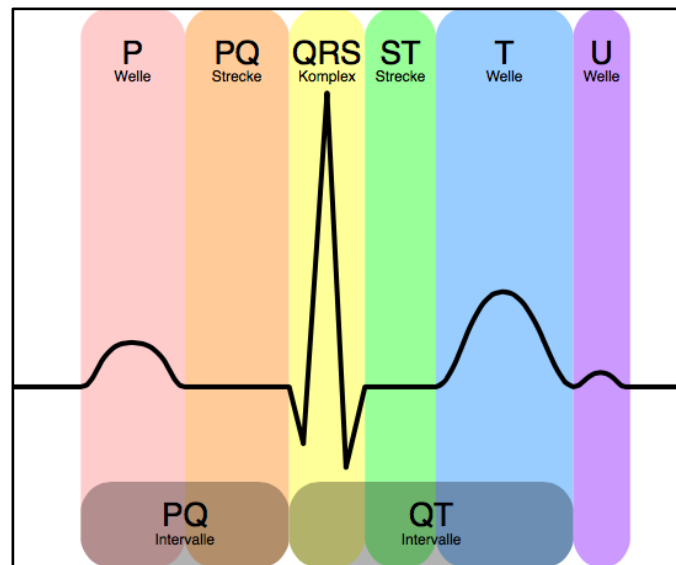


Abbildung 2: EKG, schematische Darstellung (abgerufen am 25.11.2015 von:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AEKG_Complex_de.svg)

Die P-Welle repräsentiert im EKG die Erregung der Vorhöfe - die Vorhofdepolarisation. Bei normaler intraatrialer Erregungsleitung präsentiert sich die P-Welle als halbrunde, regelmäßige, konvexbogige, überwiegend positive Welle. Die Dauer sollte zwischen 0,05 und 0,10 Sekunden betragen. Der QRS-Komplex beschreibt die Kammerdepolarisation und besteht aus der Q-, R- und S-Zacke. Eine Q-Zacke ist so definiert, dass sie vor dem positiven Ausschlag der R-Zacke liegt. Die Q-Zacke kennzeichnet die initiale Kammererregung und ist üblicherweise als kleine spitze negative Zacke im EKG zu erkennen. Die R-Zacke, die für die Bestimmung der RR-Intervalle und somit für die Beurteilung der HRV besonders wichtig ist, beschreibt immer einen positiven Ausschlag im EKG während Q und S negative Ausschläge kennzeichnen. Eine S-Zacke folgt der R-Zacke. Die R- und S-Zacken sind an ihrer schlanken, spitzen Form besonders gut zu erkennen (Schuster & Trappe, 2005).

2.7.6 Methoden zur Ermittlung der Herzratenvariabilität

Die Bestimmung der HRV hat sich als Methode in der klinischen Routine bewährt. Bei der kritischen Beurteilung müssen vor allem Einflussgrößen sowie die sorgfältige technische Durchführung beachtet werden. Artefakte oder technische Mängel der EKG-Aufzeichnung, speziell im Langzeit-EKG beeinträchtigen die Aussagekraft. Zur Beurteilung sind immer mehrere Auswerteparameter heranzuziehen. Die Bewertung

sollte schließlich unter Beachtung aller klinischen und funktionsdiagnostischen Größen erfolgen (Löllgen, 1999).

Zur Bestimmung der HRV gibt es verschiedene Auswertungsverfahren. Bei zeitbezogenen Messungen werden die Herzaktions-Intervalle über die Zeit gemessen und daraus Mittelwerte, Standardabweichung und andere Parameter ermittelt. Frequenzbezogene Analysen werden mit Hilfe von mathematisch-physikalischen Verfahren durchgeführt (BioSign GmbH, 2014).

2.7.6.1 Zeitbezogene Analysen

Die zeitbasierte Auswertung beruht auf der Messung der Abstände von zwei aufeinanderfolgenden regulären QRS-Komplexen im EKG. Hierbei wird der Abstand der R-Zacken ermittelt. Die regelrechten Abstände der R-Zacken werden als RR-Intervall oder noch besser als NN-Intervall (normal to normal) bezeichnet um eine Verwechslung mit der Abkürzung RR für Riva-Rocci (Blutdruckmessung) zu vermeiden. Die Standardabweichung der NN-Intervalle (SDNN) beinhaltet alle periodischen Komponenten der HRV und wird häufig als Maß für die Herzratenvariabilität verwendet. Die Standardabweichung (Wurzel der Varianz) wird bevorzugt aus einer Fünf-Minuten-Aufzeichnung oder aus einer 24-Stunden-Aufzeichnung berechnet und zeigt die Differenz zwischen maximaler und minimaler Intervalllänge an. Es ist jedoch unumgänglich EKG-Abschnitte gleicher Länge bzw. Dauer zu verwenden um bestimmte Kennwerte der HRV miteinander vergleichen zu können. Ansonsten würde sich ein verfälschtes Resultat ergeben (Birkhofer, Schmidt, & Förstl, 2005).

2.7.6.2 Frequenzbezogene Analysen

Die frequenzbasierte Auswertung erfolgt durch eine Spektralanalyse. Ziel hierbei ist das Auffinden und gleichzeitig die Quantifizierung von harmonischen, immer wiederkehrenden Komponenten während unregelmäßiger Herzaktion. Frequenzspezifische Oszillationen können hier genau beobachtet werden. Mittels der Fast Fourier Transformation werden verschieden definierte Frequenzspektren gewonnen, deren Integrale berechnet werden. Die Spektralanalyse ermöglicht eine Beurteilung des sympathischen und parasympathischen Schenkels und somit der sympatho-vagalen Balance. Die Total Power (Gesamtspektrum) verteilt sich über die unterschiedlichen Frequenzbereiche. Die spektrale Power wird zumeist für drei unterschiedliche Frequenzbänder angegeben (Birkhofer et al., 2005; Löllgen, 1999).

a. Der High-Frequency-Bereich (HF) bezeichnet das Leistungsdichtespektrum von 0,15 bis 0,40 Hz und kann dem Parasympathikus zugeordnet werden (Birkhofer et al., 2005; Löllgen, 1999).

Auf diesen Frequenzbereich hat vor allem die Atmung (vagal modulierte Sinusarhythmie; RSA) einen Einfluss (Mück-Weymann, 2002).

b. Der Low-Frequency-Bereich (LF) liegt zwischen 0,04 und 0,15 Hz. Hier wirken beide Anteile des VNS ein, aber auch die barorezeptorische Aktivität mit einer intrinsischen Frequenz von 0,1 Hz wird hier dargestellt (Löllgen, 1999; Mück-Weymann, 2002).

c. Der Very-Low-Frequency-Bereich (VLF) mit 0 bis 0,04 Hz unterliegt den Einflüssen des Hormonsystems, der Vasomotorik und der Thermoregulation. Auch ein Einfluss des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems wird hier vermutet (Hoos, 2004).

Ein wichtiger Parameter der Frequenzanalyse ist die LF/HF-Ratio. Das Verhältnis von niedrigen zu hohen Frequenzen stellt das Verhältnis des (stressorientierten) Sympathikus zum (entspannungsorientierten) Parasympathikus dar (Hottenrott, 2002).

Hierbei kommen jedoch die zirkadianen Einflüsse zum Tragen, da aufgrund der zirkadianen Rhythmik der Herz-Kreislaufsituation die LF-Komponente tagsüber und die HF-Komponente in der Nacht erhöht ist (Birkhofer et al., 2005).

Die sympatho-vagale Balance ist wiederum ein dimensionsloser Parameter zur normierten Angabe der Spektralleistung im LF- und HF-Bereich (Hoos, 2004).

3 Fragestellungen und Hypothesen

Im Rahmen dieser Arbeit soll geklärt werden, ob durch den Einsatz einer cranial-osteopathischen Technik an einer Schädelsutur ein Einfluss auf die HRV bei gesunden Probandinnen und Probanden genommen werden kann. Die Hypothese dieser Arbeit ist, dass es zu einer Veränderung der beteiligten anatomischen Strukturen durch eine manuelle Beeinflussung an einer solchen Sutur (im Sinne einer Veränderung des Abstandes der zugehörigen Knochen) kommt.

Unter Punkt 2.1.1 wurde auf die anatomischen Gegebenheiten der Sutura occipitomastoidea eingegangen. Laut der Studien von Mann, Naidich, & Tobwin (2000) und Madeline, & Elster (1995), sowie Todd, & Lyon Jr. (1925) fusioniert diese nur inkomplett, was die Vermutung nahe liegen lässt, dass hier eine cranial-osteopathische Technik eine Veränderung erzielen könnte. Im weiteren Verlauf der Sutura occipitomastoidea liegt das Foramen jugulare, welches (neben anderen Strukturen) die Durchtrittsstelle für den Nervus vagus an die Oberfläche ist (siehe Punkt 2.1.2). Der Nervus vagus stellt den Hauptanteil des parasympathischen Nervensystems im menschlichen Körper dar (Feneis, 1998; Schünke et al., 2006).

Die Wirkung, die er auf das Herz hat, wurde genauer unter Punkt 2.6.1 beschrieben. Unter parasympathischen Einfluss kommt es jedenfalls zu einer sofortigen Änderung der Herzfrequenz, weshalb auch mit einer raschen Veränderung der HRV zu rechnen ist. (Hottenrott, 2004; Löllgen, 1999; Pratt et al., 2008).

Mit Hilfe eines HRV-Scanners (für diese Arbeit wird ein Gerät der Firma BioSign GmbH verwendet; Beschreibung siehe Punkt 4.4.3.1) können Veränderungen, die im VNS entstehen aufgezeichnet und ausgewertet werden. Es werden die unter Punkt 4.4.4 beschriebenen Mess-Parameter verwendet. Diese sind: SD1, SD2, Power HF, Power LF, Total Power, Stress-Index, Mittlere Herzfrequenz, Biologisches HRV-Alter (BioSign GmbH, 2014; Birkhofer et al., 2005; Hottenrott, 2002; Löllgen, 1999; Mück-Weymann, 2002).

Vor allem die HF-Komponente aus der Spektralanalyse der HRV kann dem Parasympathikus ganz eindeutig zugeordnet werden (Akselrod et al., 1981).

Untersucht werden soll die sogenannte „Disengagement-Technik“ an der Sutura occipitomastoidea nach Nicholas & Nicholas (2009) (siehe Punkt 4.4.2). Von den beiden Autoren wurde postuliert, dass durch den Einsatz dieser Technik an der Sutura occipitomastoidea ein parasympathischer Reflex ausgelöst werden würde.

Um auszuschließen, dass jedoch der bloße Handkontakt am Schädel und die Zuwendung ausreichen um eine Reaktion hervorzurufen, wird neben der Disengagement-Gruppe auch eine Sham-Gruppe getestet, bei der die Handanlage gleich ist, wie in der Disengagement-Gruppe. Jedoch wird hier intentionslos in der Position verharrt (siehe Punkt 4.3.1).

Wie unter dem Punkt 4.5.10 beschrieben, werden zwei HRV-Kurzzeitmessungen mit fünfminütiger Dauer unmittelbar vor und nach der jeweiligen Technik durchgeführt, da der parasympathische Anteil des VNS sehr schnell auf Einflüsse reagiert (Hottenrott, 2004; Löllgen, 1999; Pratt et al., 2008).

3.1 Forschungsfrage

Die Forschungsfrage lautet wie folgt:

Hat eine Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea einen Einfluss auf die HRV?

3.2 Osteopathische Relevanz

Seit den 1960er Jahren gerät die Beurteilung des vegetativen Zustandes der Bevölkerung immer mehr in den Fokus von Medizin und Wissenschaft. Egal, ob es die Beurteilung des Zustandes eines ungeborenen Kindes mittels CTG ist, oder der Nachweis von Risikofaktoren für eine Vielzahl verschiedener Erkrankungen (siehe Punkt 2.7.2) (Task Force, 1996).

Gesundheitspolitisch gewinnen präventive Maßnahmen immer mehr an Bedeutung. Die österreichischen Sozialversicherungen sind ebenso wie die privaten Gesundheitsversicherungen bestrebt, ihre Mitglieder gesund zu erhalten bzw. wieder gesund zu machen (Beispiele: SVA - Gesundheitshunderter, Merkur - Time4me,...).

Neben einer optimalen Arbeitsplatzgestaltung und dem Minimieren von Risikofaktoren für Herz-/Kreislaufkrankungen stellen auch Maßnahmen zur Steigerung der parasympathischen Aktivität bzw. die Wiederherstellung der Balance und Reaktionsfähigkeit im VNS eine wichtige interdisziplinäre Aufgabe im Gesundheitswesen dar. Sie sind in der heutigen schnelllebigen und für viele Menschen stressbelasteten Zeit enorm wichtig.

Hildebrandt, Moser, & Lehofer (2013) stellten fest, dass eine stressinduzierte sympathische Dominanz nur bei gleichzeitig zu geringer parasympathischer Aktivität möglich ist. Nach Meinung der Autoren tragen deshalb Maßnahmen, die die vagale

Modulation der HRV stärken, wesentlich zum Wohlbefinden trotz Stressbelastung (erhöhte Resilienz = positives Stress-Empfinden) bei.

Eine hohe parasympathische Aktivität ist ein Zeichen einer guten körperlichen Fitness, aber auch für die Fähigkeit des Organismus, sich an die ständig wechselnden Umweltfaktoren anzupassen. Aus diesem Grund kann ein hoher vagaler Tonus eine Schutzfunktion gegenüber stressinduzierten Krankheiten und Überlastungssyndromen bieten (Hottenrott, 2002; Hildebrandt et al., 2013).

Therapeutische Maßnahmen, die zur Erhöhung der HRV führen haben also (unter anderem) einen besonderen, präventiven Wert. Es gibt zwar schon einige Studien, die einen HRV-erhöhenden Effekt durch cranial-osteopathische Techniken dokumentieren (vgl. Girsberger, 2012; Kraml, 2008; Schneider, 2007). Es erscheint jedoch notwendig die hypothetisch angenommenen Wirkmechanismen solcher Techniken durch weitere Untersuchungen zu bestätigen.

Besonders berufspolitisch ist es (nach Meinung der Studienautorin) wichtig, fundierte Belege für die Wirksamkeit der angewandten Methoden zu haben, um das (auch) präventive Potential der Osteopathie noch weiter hervor heben zu können. Hierbei geht es neben einer Anerkennung als eigenen Berufsstand auch um eine mögliche (weitere) Kostenübernahme durch die Versicherungen. Zur Zeit übernehmen nur wenige Versicherungen (SVA der gewerblichen Wirtschaft und private Zusatzversicherungen mit dementsprechendem Vertrag) einen Kostenanteil von osteopathischen Behandlungen. Je mehr fundierte Belege es für die Wirksamkeit von osteopathischen Techniken gibt, desto eher besteht die Möglichkeit, diese Ziele zu erreichen.

Falls im Rahmen dieser Studie festgestellt wird, dass eine Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea eine Auswirkung auf die HRV (im Sinne einer Erhöhung der parasympathischen Aktivität) hat, wäre dies ein Nachweis, dass an dieser anatomischen Struktur ein (zwar nur unspezifischer, aber doch genereller) Einfluss auf das vegetative Nervensystem genommen werden kann. Einerseits wäre damit ein Hinweis auf die Wirkung cranial-osteopathischer Techniken erbracht, andererseits könnte auch auf diesem Weg bei Patientinnen und Patienten mit Störungen im VNS (bei entsprechendem Befund) ein Einfluss genommen werden. Für die Patientinnen und Patienten kann nach erfolgtem Erstkontakt mit einer osteopathischen Technik das Interesse an der Osteopathie als Ganzes geweckt werden und die Aussicht auf Verbesserung bzw. Heilung dieser Erkrankungsbilder wäre ein großer Erfolg.

3.3 Hypothesen

3.3.1 Nullhypothese

H_0 : Die Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea hat keinen signifikanten Einfluss auf die Parameter SD1, SD2, Power HF, Power LF, Total Power, Stress-Index, Mittlere Herzfrequenz und Biologisches HRV-Alter der Herzratenvariabilität ($\alpha = 5\%$).

3.3.2 Alternativhypothese

H_A : Die Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea hat einen Einfluss auf die Parameter SD1, SD2, Power HF, Power LF, Total Power, Stress-Index, Mittlere Herzfrequenz und Biologisches HRV-Alter der Herzratenvariabilität ($\alpha = 5\%$).

4 Methodologie

Als Studientypus wurde für die vorliegende Arbeit eine pragmatische, randomisierte, einfach verblindete kontrollierte Studie gewählt.

4.1 Literaturrecherche

Die Zeitspanne für die Literaturrecherche reichte von 1925 bis in das Jahr 2015.

Da Informationen aus verschiedenen Themenbereichen nötig waren, wurde einerseits in medizinischer und osteopathischer Fachliteratur und andererseits in publizierten Studien recherchiert.

4.1.1 Medizinische und osteopathische Fachliteratur

Verwendet wurden Bücher, die eine Relevanz für die vorliegenden Arbeit haben. Die Themenbereiche umfassen dabei: Anatomie, Cranialosteopathie, Herzfrequenzvariabilität und Physiologie. Einerseits waren die Bücher im Besitz der Studienautorin andererseits wurde danach in der Universitätsbibliothek Graz gesucht.

4.1.2 Publierte Studien

In der Datenbankrecherche wurden folgende Suchbegriffe (siehe Tabelle 1) und Kombinationen daraus verwendet:

Tabelle 1: Suchbegriffe in Englisch und Deutsch (Darstellung der Autorin)

Suchbegriffe Englisch	Suchbegriffe Deutsch
autonomic nervous system	vegetatives Nervensystem
autonomic function	autonome Funktion
disengagement-technique	Disengagement-Technik
heart rate variability	Herzratenvariabilität
heart rate variation	Herzratenvariation
HRV	HRV
jugular foramen	Foramen jugulare
occipitomastoid suture	Sutura occipitomastoidea
osteopathy	Osteopathie
osteopathic	osteopathisch
vagus nerve	Nervus vagus
parasympathetic	Parasympathikus

Die verwendeten Datenbanken bzw. Journale finden sich alphabetisch geordnet in der folgenden Tabelle (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Verwendete Datenbanken und Journale (Darstellung der Autorin)

BioMedical Engineering OnLine (BioMed Central)	Brazilian Journal of Medical and Biological Research (Braz J MEd Biol Res)
Dicle Medical Journal (Diclemed)	Directory of Open Access Journals (DOAJ)
European Heart Journal (Eur Heart J)	Indian Pacing and Electrophysiology Journal
International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)	International Journal of Biomedical and Advance Research
Journal of the American Heart Association (Circulation)	Journal of the American Medical Association (JAMA)
Journal of the American Osteopathic Association (JOAO)	Med Line (Pub Med)
Osteopathic ResearchWeb	

Von den folgenden Internetseiten (siehe Tabelle 3) wurden Informationen abgerufen:

Tabelle 3: Verwendete Internetseiten (Darstellung der Autorin)

www.biosign.de
www.dimdi.de
www.help.gv.at
www.hrv24.de ;
www.merkur.at
www.sva.at

4.2 Stichprobenbeschreibung

Die Anforderungen, die bestimmen, ob eine Person in die vorliegende Studie aufgenommen wurde, werden unter den beiden folgenden Punkten geklärt. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden nicht verwendet, um einzelne Personen zurückzuweisen, sondern um geeignete Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu identifizieren und vor allem um Verfälschungen der Ergebnisse zu vermeiden, die durch die Ausschlusskriterien hervorgerufen werden können. Als Probandinnen und Probanden wurden für diese

Studie gesunde Personen mit einem Alter zwischen 18 und 40 Jahren akzeptiert, die die folgenden Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten.

4.2.1 Einschlusskriterien

- Unterschriebene Einverständniserklärung (siehe Anhang A)

4.2.2 Ausschlusskriterien

Die folgenden Ausschlusskriterien sind in zufälliger Reihenfolge aufgelistet.

- Einnahme von bestimmten Medikamenten (Antidepressiva, Hormonersatztherapie bei Schilddrüsenerkrankungen, Herzwirksame Medikamente)
- Erhöhter Body-Mass-Index
- Postmenopause
- Diabetes
- Alter von < 18 Jahren und > 40 Jahren
- Psoriasis
- Herz-Kreislaufkrankungen (Sick Sinus Syndrom, Vorhofflimmern, Ventrikuläre Extrasystolen, Erregungsleitungsstörungen, Rechts/Linksherzinsuffizienz, Angina Pectoris, Bluthochdruck, Zustand nach Herzoperationen, Koronare-Herz-Krankheit, Herzschrittmacher)
- Erkrankungen des vegetativen Nervensystems
- Schilddrüsenerkrankungen
- Bestimmte psychiatrische Erkrankungen (Depression, Angststörungen oder Schizophrenie, sowie Suchterkrankungen wie Nikotin- und Alkoholabusus)
- Störungen des zentralen und peripheren Nervensystems (Zustand nach mittelschweren und schweren Schädel-Hirntraumata, Gesteigerter intrakranieller Druck, (Stamm)-Hirn-Infarkt, Guillan-Barré-Syndrom, Morbus Parkinson)
- Nierenerkrankungen (dialysepflichtig)
- Chronischer Schmerz

4.3 Beschreibung der Probandinnen und Probanden

Die Probandinnen und Probanden wurden (wie unter Punkt 4.5.4 beschrieben) randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Als Gruppe 1 wurde die Sham-Gruppe definiert, als Gruppe 2 die Disengagement-Gruppe.

4.3.1 Sham-Gruppe / Gruppe 1

In diese Gruppe wurden 16 Personen eingeteilt, davon waren neun Personen männlich und sieben Personen weiblich. Das durchschnittliche Alter zum Untersuchungszeitpunkt betrug 31,38 Jahre, mit einem Minimum von 19 Jahren und einem Maximum von 40 Jahren (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Probandinnen und Probanden der Sham-Gruppe / Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)

Probanden-Nummer	Geschlecht	Alter zum Untersuchungszeitpunkt
P 1	weiblich	38 Jahre
P 2	weiblich	40 Jahre
P 3	weiblich	19 Jahre
P 4	männlich	40 Jahre
P 5	männlich	39 Jahre
P 6	männlich	40 Jahre
P 7	männlich	26 Jahre
P 8	männlich	38 Jahre
P 9	männlich	30 Jahre
P 10	weiblich	31 Jahre
P 11	weiblich	20 Jahre
P 12	weiblich	25 Jahre
P 13	männlich	20 Jahre
P 14	männlich	34 Jahre
P 15	weiblich	25 Jahre
P 16	männlich	37 Jahre

Die folgende Graphik (siehe Abbildung 3) zeigt die prozentuelle Verteilung der Geschlechter in der Sham-Gruppe.

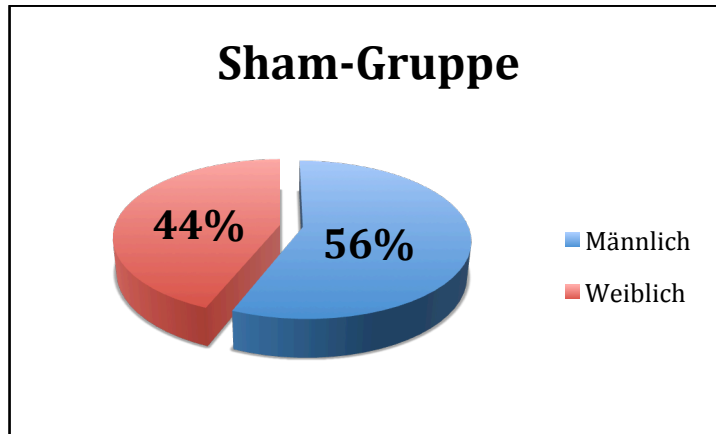


Abbildung 3: prozentuelle Geschlechterverteilung in der Sham-Gruppe (Darstellung der Autorin)

4.3.2 Disengagement-Gruppe / Gruppe 2

In diese Gruppe wurden 17 Personen eingeteilt, davon waren fünf Personen männlich und zwölf Personen weiblich. Das durchschnittliche Alter zum Untersuchungszeitpunkt betrug 34,47 Jahre, mit einem Minimum von 22 Jahren und einem Maximum vom 38 Jahren (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Probandinnen und Probanden der Disengagement-Gruppe / Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

Probanden-Nummer	Geschlecht	Alter zum Untersuchungszeitpunkt
P 17	männlich	37 Jahre
P 18	weiblich	38 Jahre
P 19	weiblich	35 Jahre
P 20	weiblich	34 Jahre
P 21	weiblich	26 Jahre
P 22	weiblich	36 Jahre
P 23	männlich	33 Jahre
P 24	weiblich	38 Jahre
P 25	männlich	30 Jahre
P 26	weiblich	26 Jahre
P 27	weiblich	35 Jahre
P 28	weiblich	31 Jahre
P 29	weiblich	33 Jahre
P 30	weiblich	34 Jahre
P 31	weiblich	22 Jahre
P 32	männlich	28 Jahre
P 33	männlich	34 Jahre

Die folgende Graphik (siehe Abbildung 4) zeigt die prozentuelle Verteilung der Geschlechter in der Disengagement-Gruppe.

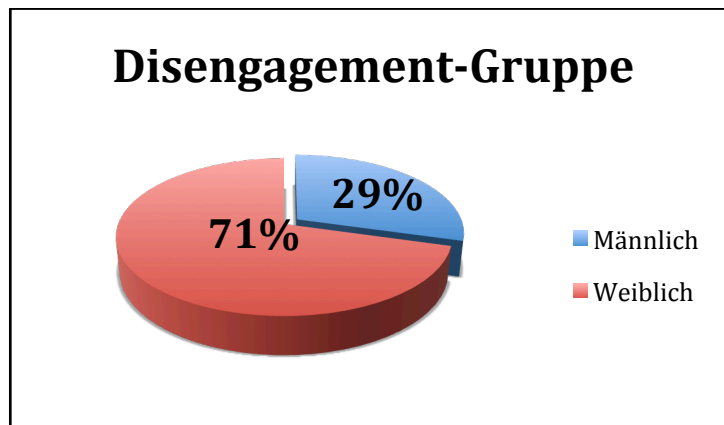


Abbildung 4: prozentuelle Geschlechterverteilung in der Disengagement-Gruppe (Darstellung der Autorin)

Bei einem männlichen Probanden dieser Gruppe konnte keine Auswertung vorgenommen werden, da die Daten wegen Extrasystolen nicht verwertbar waren. Der Proband wurde von der Studienautorin darauf hingewiesen bezüglich dieses Ergebnisses einen Facharzt aufzusuchen. Die Daten dieses Probanden wurden nicht in die statistische Auswertung aufgenommen.

4.4 Materialien

Im Rahmen dieser Studie wurden zwei unterschiedliche Techniken zur Anwendung gebracht die im Weiteren genauer erklärt werden.

4.4.1 Sham-Technik

Für die Sham-Technik sind keine osteopathischen oder sonstigen medizinischen Vorkenntnisse nötig. Die Hände wurden in gleicher Weise am Schädel der Probandinnen und Probanden positioniert wie bei der Disengagement-Technik. Die Durchführende verharrte in dieser Position bis zum Ablauf der vorgegebenen Zeit intentions- und bewegungslos.

4.4.2 Disengagement-Technik

Mit Hilfe der Disengagement-Technik oder Lockerungs-Technik kann versucht werden, ein Gelenk zu öffnen oder Gelenksflächen voneinander zu lösen. (Nicholas & Nicholas, 2009).

Voraussetzung für die Durchführung der Disengagement-Technik sind genaue anatomische Kenntnisse der einzelnen Suturen, der jeweiligen Richtung der Gelenkflächen der Schädelknochen und der Suturenart. Diese Kenntnisse sind die

Grundlage für die exakte Ausrichtung der therapeutischen „Kraft“-Anwendung und somit für die erfolgreiche Lösung der jeweiligen Suture. Die Suturen werden mithilfe einer direkten Technik gelöst, indem die beiden betroffenen Schädelränder in die entgegengesetzte Richtung auseinandergezogen werden. Die Disengagement-Technik wird vor allem dann verwendet, wenn Schädelnähte an Stellen mit Pivot-Punkten (siehe Punkt 2.1.1) oder an einer Sutura denticulata gelöst werden sollen. Es geht dabei nicht um ein gewaltsames Auseinanderbewegen der beteiligten Strukturen und Kräfte, sondern um ein „Raum-Schaffen“ zwischen den beteiligten Geweben. Je nach Situation kann die Art der Ausführung unterschiedlich sein. In einem Fall ist es mehr eine Art Bewegung, in einem anderen Fall eine reine Intention eines Disengagements. Das Gewebe sollte nicht in eine bestimmte Richtung bewegt oder gelöst werden, sondern es ist das Ziel inhärenten Bewegungen beziehungsweise Spannungen zu ermöglichen sich auszudrücken. Die Geschwindigkeit dieser Spannungsäußerungen wird nicht verändert, sondern erfolgt in ihrem eigenen Tempo (Liem, 2010).

Die Handanlage für Sham- und Disengagement-Technik ist aus Abbildung 5 ersichtlich. Zur besseren Darstellung wurde dafür das Schädelmodell auf die linke Seite rotiert. Zur Durchführung der Technik wurde der Kopf der Probandinnen und Probanden jedoch in einer rotationsneutralen Position gelagert.



Abbildung 5: Handanlage für Sham- und Disengagement-Technik am Schädelmodell (Darstellung der Autorin)

4.4.3 HRV-Scanner

Die HRV kann mit zahlreichen Geräten aus der Kardiologie gemessen und analysiert werden. Seit 1996 gilt diese Methode als Gold Standard (Task Force, 1996).

4.4.3.1 Technische Daten

Für die vorliegende Studie wurde ein Gerät der Firma BioSign GmbH mit 500 Hz verwendet (siehe Abbildung 6). Zur Messung des EKGs wurden die zum Gerät gehörenden Handgelenkselektroden laut Anleitung eingesetzt (siehe Punkt 4.5.9).



Abbildung 6: HRV-Scanner der Firma Biosign GmbH (Darstellung der Autorin)

4.4.4 Mess-Parameter

Die für diese Arbeit verwendeten Parameter werden im Folgenden beschrieben.

4.4.4.1 SD1 und SD2

SD1 und SD2 beschreiben die Streuung der Herzschläge im Poincaré-Diagramm. SD1 drückt die Breite der Punktwolke aus und ist sensitiver zu schnellen, höherfrequenten Änderungen der Herzfrequenz, wogegen SD2 die Länge der Punktwolke beschreibt und eher die Langzeit-HRV quantifiziert. Die Einheit wird in Millisekunden (ms) angegeben (BioSign GmbH, 2014).

4.4.4.2 Power HF-Band

Frequenzen im HF-Band werden dem Parasympathikus als Ursache zugeordnet, weshalb hier die beste Trennschärfe der Spektralanalyse erreicht werden kann. Das Leistungsdichtespektrum reicht von $> 0,15$ bis $0,40$ Hz. Die Einheit wird in Millisekunden zum Quadrat (ms^2) angegeben (BioSign GmbH, 2014).

4.4.4.3 Power LF-Band

Dieser Bereich wird sowohl auf sympathische als auch auf parasympathische Aktivität zurückgeführt. Parasympathische Einflüsse treten vor allem bei niedriger Atemfrequenz (< 7 Atemzüge/Minute) in den Vordergrund. Des Weiteren ist dieser Frequenzbereich repräsentativ für barorezeptorische Aktivität. Die sogenannte Baroreflexschleife (siehe auch unter Punkt 2.7.3.1) weist eine intrinsische Frequenz von etwa 0,1 Hz auf. Das Leistungsdichtespektrum reicht von 0,04 bis 0,15 Hz. Die Einheit wird in Millisekunden zum Quadrat (ms^2) angegeben (BioSign GmbH, 2014).

4.4.4.4 Total Power

Die Total Power quantifiziert die Gesamtleistung über alle Frequenzbänder. Die Einheit wird in Millisekunden zum Quadrat (ms^2) angegeben (BioSign GmbH, 2014).

4.4.4.5 Stress-Index

Berechnet wird der Stress-Index in Anlehnung an Baevsky (1997) der diesen Parameter im Rahmen der russischen Weltraummedizin entwickelt und validiert hatte. Der Stress-Index erfreut sich zunehmender Beliebtheit, weil er sensitiv auf Verschiebungen des vegetativen Gleichgewichts zwischen Sympathikus und Parasympathikus reagiert. Er stellt letztlich eine mathematische Beschreibung des Histogramms dar.

$$\text{Stress-Index} = \frac{nD}{(2xD)x(\text{MaxRR} - \text{MinRR})}$$

D = der am häufigsten auftretende Wert einer gegebenen dynamischen Reihe
nD = Häufigkeit, stellt die Anzahl der dem Modalwert entsprechenden RR-Intervall aller Messwerte einer Stichprobe dar
MaxRR - MinRR = Variabilitätsbreite der untersuchten Reihe

Aufgrund seiner Empfindlichkeit ist der Stress-Index ein gutes Maß, um Veränderungen innerhalb einer Probandin oder eines Probanden über die Zeit zu registrieren. Er ist aber, wie alle anderen HRV-Parameter auch, stark durch den Gesamtzustand der neurovegetativen Regulation beeinflusst. Das heißt, liegt eine organisch bedingte Einschränkung der HRV vor (z.B. als Komplikation durch einen langjährigen Diabetes), wird dies durch einen hohen bis sehr hohen Stress-Index angezeigt, ohne dass eine Stressbelastung vorliegen muss (BioSign GmbH, 2014).

4.4.4.6 Mittlere Herzfrequenz

Die mittlere Herzfrequenz ist die durchschnittliche Herzfrequenz während der Messung (BioSign GmbH, 2014).

4.4.4.7 Biologisches HRV-Alter

Die HRV ist eine stark altersabhängige Größe. Je älter wir werden, desto geringer ist die HRV in der Regel. Dies ist allerdings (in gewissen Grenzen) ein reversibler Effekt. Es kann deshalb durchaus von Interesse sein zu wissen, welchem Alter die eigene HRV entspricht. Zur Bestimmung wird das Alter berechnet, bei dem genau 50% der gesunden Probandinnen und Probanden bessere und 50% schlechtere HRV-Werte in der RSA-Messung haben (BioSign GmbH, 2014).

4.5 Studienablauf

Im Folgenden werden die einzelnen Punkte des Studienablaufs näher beschrieben.

4.5.1 Probanden-Akquirierung

Die Probanden-Akquirierung erfolgte durch:

1. Verteilung von Flyern in diversen Lokalen und Geschäften sowie direkt an potentielle Probanden im Bereich des 1. Grazer Stadtbezirkes (vor allem im Bereich des Campus der Karl Franzens Universität Graz) und im Therapiezentrum Markhof, Geidorfgürtel 21, 8010 Graz.
2. Internet-Auftritt auf den Seiten www.osteopathie-hauser.at und www.tzmarkhof.at.
3. Mundpropaganda

Der Zeitraum für die Probanden-Akquirierung erstreckte sich von Juli 2013 bis Dezember 2013.

4.5.2 Probanden-Information

Nach telefonischer Kontaktaufnahme erhielt jede Probandin und jeder Proband per Post oder E-Mail eine schriftliche Erstinformation (im Anhang A) über den Ablauf der Studie. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurde gebeten mindestens 1,5 Stunden vor dem Untersuchungstermin nicht zu essen, zu rauchen und keinen Kaffee zu trinken sowie unmittelbar vor der Untersuchung die Blase zu entleeren, um den Einfluss auf das VNS nicht zu verändern. Kontaktlinsenträger wurden gebeten, diese nach Möglichkeit zu entfernen, um die Augen ohne Probleme für die Dauer der Untersuchung geschlossen halten zu können. Außerdem sollte auch bequeme, nicht einengende Kleidung getragen werden.

4.5.3 Einverständniserklärung

Vor der Durchführung der Studie wurde von allen teilnehmenden Probanden eine Einverständniserklärung eingeholt. Das dafür verwendete Formular ist im Anhang A zu finden.

4.5.4 Stichprobenziehung

Die Stichprobenziehung erfolgte durch Randomisierung. Vor Beginn der Studie wurden 40 äußerlich identische Kuverts je zur Hälfte mit der Notiz „Sham“ und zur anderen Hälfte mit der Notiz „Disengagement“ befüllt und gut gemischt. Während der ersten telefonischen Kontaktaufnahme mit den Probandinnen und Probanden, die vom Administrations-Personal des Therapiezentrum Markhof durchgeführt wurde, wurde jeweils eines dieser Kuverts in zufälliger Reihenfolge gezogen und geöffnet. Je nach enthaltener Notiz erfolgte danach die Einteilung in die Sham-Gruppe oder die Disengagement-Gruppe. Die Probandinnen und Probanden wurden nicht darüber informiert, welcher Gruppe sie zugeteilt wurden um eine einfache Verblindung sicherzustellen. Der Ablauf vom Zeitpunkt der Probandenakquirierung über die Einteilung in die beiden Gruppen bis zur Datenanalyse ist schematisch in der folgenden Abbildung (Abbildung 7) dargestellt.

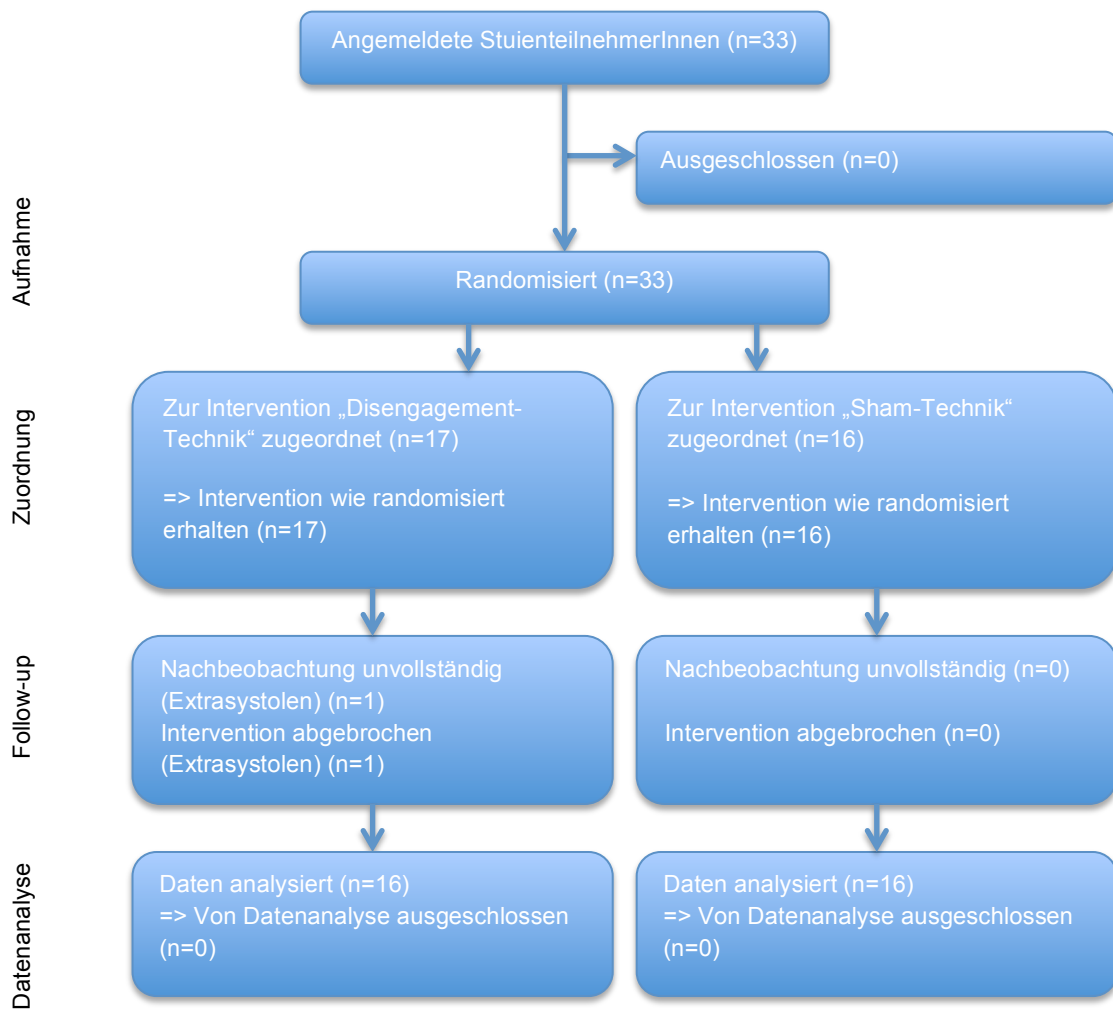


Abbildung 7: Flussdiagramm Probandenakquirierung – Datenanalyse (Darstellung der Autorin)

4.5.5 Größe der Stichprobe

Als Stichprobengröße (n) wurde eine Anzahl von mindestens 14 und maximal 20 Probanden pro Gruppe vordefiniert.

4.5.6 Durchführende Personen

Um sicherzustellen, dass es zu keiner ungewollten Beeinflussung in der Sham-Gruppe kommen würde, führten zwei verschiedene Personen die Techniken aus.

Die Technik in der Sham-Gruppe wurde von Frau Elisabeth Friedmann, Masseurin, nach Anleitung durch Frau Barbara Hauser durchgeführt.

Die Technik in der Disengagement-Gruppe wurde von Frau Barbara Hauser, Osteopathin und Studienautorin, durchgeführt.

4.5.7 Erhebungszeitpunkte und –intervalle

Alle Probanden erhielten einen Termin für die Durchführung der HRV-Messungen zwischen 13.30 Uhr und 14.30 Uhr, um im Biorhythmus eine möglichst gleiche Ausgangslage zu schaffen (Achary, Joseph, Kannathal, Lim, & Suri, 2006).

Die beiden HRV-Kurzzeitmessungen, die pro Probandin bzw. Proband eingeplant waren, wurden jeweils unmittelbar vor und nach Ausführung der Intervention (Sham- oder Disengagement-Technik) durchgeführt. Einen Überblick über den Ablauf der Messungen gibt Abbildung 8.

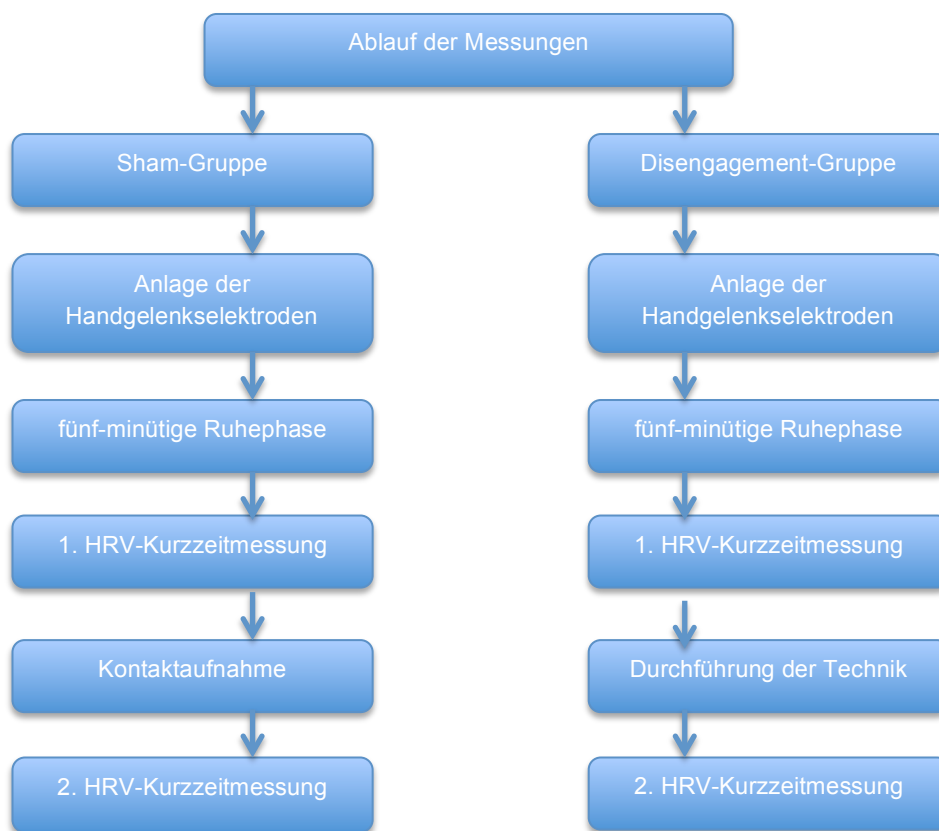


Abbildung 8: Flussdiagramm Ablauf der Messungen (Darstellung der Autorin)

4.5.8 Positionierung der Probandinnen und Probanden

Vor Beginn der Datenerhebung wurden alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer noch einmal über den Ablauf der Studie aufgeklärt und auf noch offene Fragen konnte eingegangen werden. Das unterschriebene Einverständnisformular wurde entgegengenommen und die Teilnehmer wurden gebeten sich auf die Behandlungsliege zu legen. Dort wurden sie in bequemer Rückenlage gelagert. Falls von den Probanden gewünscht wurden eine Decke und / oder eine Knierolle verwendet.

Um die Einflüsse des Lichtes auf das Herz zu reduzieren wurden die Augen mit einer Augenbinde abgedeckt, wodurch der Lichteinfall deutlich reduziert wurde (siehe Abbildung 9). Grundlage für diese Vorgehensweise sind Untersuchungen wonach der Nucleus suprachiasmaticus multisynaptische Verbindungen zum Herzen und damit signifikante circadiane Einflüsse auf das kardiovaskuläre System hat. Das bedeutet, dass Licht einen starken Einfluss auf das VNS und damit auf die HRV hat. (Eller-Berndl, 2010).



Abbildung 9: Lagerung und Anlage der Augenbinde (Darstellung der Autorin)

4.5.9 Anlage der Elektroden

Der Herzschlag wurde im Fall der vorliegenden Studie über Klammerelektroden an beiden Handgelenken registriert (siehe Abbildung 10). Laut den Herstellervorgaben wurden diese Elektroden so angebracht, dass die metallische Seite auf der Innenseite des Handgelenks zu liegen kam. Um einen optimalen Kontakt sicher zu stellen, wurde eine günstige Platzierung gewählt (stark behaarte Stellen, Narbengewebe, Hautfalten oder knochige Vorsprünge wurden vermieden) und angefeuchtetes Elektrodenpapier verwendet (BioSign GmbH, 2014).

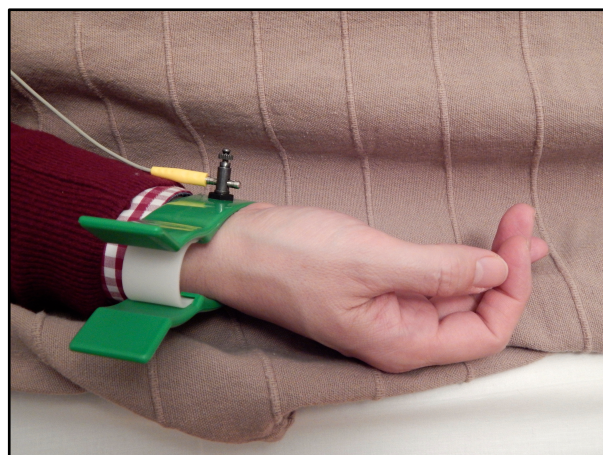


Abbildung 10: Anlage der Handgelenks-Elektroden (Darstellung der Autorin)

4.5.10 Durchführung der HRV-Kurzzeit-Messungen

Nachdem die Probandinnen und Probanden fünf Minuten in entspannter Rückenlage verbracht hatten, wurde überprüft, ob die Signalabnahme von ausreichend guter Qualität war. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden gebeten sich bis auf Widerruf möglichst nicht zu bewegen, um eine Bildung von Artefakten zu vermeiden und die erste fünf-minütige HRV-Kurzzeitmessung gestartet. Die zweite Erhebung erfolgte nach der durchgeführten Technik (Sham oder Disengagement) wieder für fünf Minuten.

4.5.11 Ende des Untersuchungsganges

Nach der zweiten Messung wurden die Elektroden und die Augenbinde abgenommen, das Lagerungsmaterial entfernt und die Probandinnen und Probanden gebeten sich langsam aufzusetzen. Bei Bedarf konnten noch einmal Fragen gestellt werden. Zum Abschluss erhielten alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer jeweils einen Behandlungsgutschein und eine Süßigkeit als Dankeschön für die Teilnahme an der Studie.

4.6 Datenverarbeitung und –auswertung

Mit der Datenverarbeitung und –auswertung wurde Herr Mag. Dr. Harald Lothaller beauftragt. Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe von IBM SPSS Statistics durchgeführt und das Signifikanzniveau auf 5 % festgesetzt.

4.6.1 Statistische Verfahren zur Hypothesenprüfung

Um zu beurteilen, ob die Verteilung der Geschlechter auf beide Gruppen problematisch war, wurde ein Kreuztest und Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Zur Auswertung der Ergebnisse wurden T-Tests und zu deren Absicherung „nicht-parametrische Verfahren“ (Kolmogorov-Smirnov-Test, Wilcoxon-Rangsummen-Test) angewendet.

5 Ergebnisse

Nach Anwendung der in den Methoden unter Punkt 4.6.1 beschriebenen statistischen Testungen wurde versucht die Null- und die Alternativhypothese zu überprüfen.

5.1 Kontrolle der Geschlechterverteilung

In einem ersten Schritt wurde die Geschlechterverteilung auf die beiden Studiengruppen untersucht. Es zeigte sich eine über beide Gruppen gleich verteilte Geschlechtsgewichtung in der Kreuztabelle (siehe Tabelle 6 bzw. Abbildung 11).

Tabelle 6: Kreuztabelle Gruppe x Geschlecht (Darstellung der Autorin)

Anzahl		Geschlecht		Gesamt
		weiblich	männlich	
Gruppe	SHAM	7	9	16
	DISENGAGEMENT	12	4	16
Gesamt		19	13	32

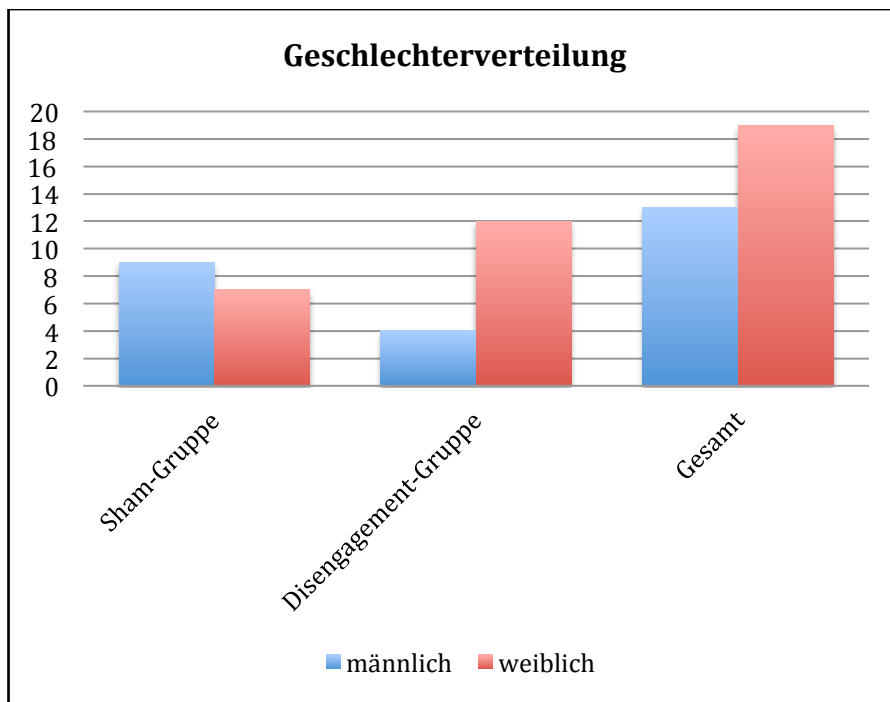


Abbildung 11: Geschlechterverteilung (Darstellung der Autorin)

Auch bei der Auswertung der Chi-Quadrat-Testung ergab sich eine über beide Gruppen gleich verteilte Geschlechtsgewichtung ($p=0,072$) (siehe Tabelle 7, grün markiert). Das heißt, die Geschlechtsverteilung auf die beiden Gruppen ist unproblematisch und daher musste das Geschlecht nicht zusätzlich in die folgenden Auswertungen aufgenommen werden.

Tabelle 7: Chi-Quadrat-Test (Darstellung der Autorin)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	3,239	1	,072		
Kontinuitätskorrektur	2,073	1	,150		
Likelihood-Quotient	3,305	1	,069		
Exakter Test nach Fisher				,149	,074
Zusammenhang linear- mit-linear	3,138	1	,077		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

5.2 Untersuchung der Normalverteilung

Des Weiteren wurden die Kollektive mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf die Normalverteilung untersucht. Dabei konnte eine überwiegende Normalverteilung der beiden Studienkollektive beobachtet werden (siehe Tabelle 13 bis 18 im Anhang A). Kritisch ist er bei Power HF, Power LF und Power Total, weshalb noch eine ergänzende Auswertung mit Hilfe von T-Test und Wilcoxon-Rank-Test zur Kontrolle der folgenden Auswertungen gemacht wurde.

5.3 Ergänzende Auswertungen

In der T-Test-Analyse der Gruppe 1 für gepaarte Stichproben bei normalverteiltem Kollektiv zeigt sich, dass die Intervention (Sham-Technik) keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die untersuchten Messparameter (SD1, SD2, Power HF, Power LF, Power Total, Stress-Index, Mittlere Herzfrequenz und Biologisches HRV-Alter) bei den jeweiligen Paaren hat (alle p -Werte $> 0,05$). Somit konnte die H_0 -Hypothese für die

Studiengruppe 1 widerlegt werden (siehe Tabelle 8, sowie Tabelle 19 und 20 im Anhang A).

Tabelle 8: T-Test-Analyse der Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)

Paare	T	df	Signifikanz (2-seitig)
1 M1_SD1 – M2_SD1	-1,387	15	,186
2 M1_SD2 – M2_SD2	-1,485	15	,158
3 M1_Power HF – M2_Power HF	,341	15	,738
4 M1_Power LF – M2_Power LF	,344	15	,736
5 M1_Power Total – M2_Power Total	-1,046	15	,312
6 M1_Stress-Index – M2_Stress-Index	,824	15	,423
7 M1_Mittlere Herzfrequenz – M2_Mittlere Herzfrequenz	,825	15	,422
8 M1_Biolog.HRV-Alter – M2_Biolog.HRV-Alter	1,053	15	,309

Für die Studiengruppe 2 konnte bei vier gematchten Paaren (Paar 1: $p=0,032$; Paar 2: $p=0,047$; Paar 6: $p=0,030$; Paar 7: $p=0,0001$) die H_0 -Hypothese widerlegt und die H_A -Hypothese bestätigt werden. Es zeigt sich eine signifikante Änderung dieser Messparameter nach der Intervention Disengagement-Technik (siehe Tabelle 9, grün markiert, sowie Tabelle 21 und 22 im Anhang A).

Beim Paar 8 zeigt sich ein deutlicher Trend der zwar statistisch nicht signifikant ($p=0,055$) ist, aber als tendenziell gewertet werden kann (siehe Tabelle 9, gelb markiert). Keine Unterschiede wurden bei den Paaren 3, 4 und 5 gefunden. Dies ist in erster Linie die Folge einer sehr großen Streuung der Messwerte (die Standardabweichung ist größer als der Mittelwert). Dadurch sind keine signifikanten Unterschiede demaskierbar (siehe Tabelle 21 und 22 im Anhang A).

Tabelle 9: T-Test-Analyse der Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

Paare	T	df	Signifikanz (2-seitig)
1 M1_SD1 – M2_SD1	-2,359	15	,032
2 M1_SD2 – M2_SD2	-2,160	15	,047
3 M1_Power HF – M2_Power HF	-1,690	15	,112
4 M1_Power LF – M2_Power LF	-,712	15	,488
5 M1_Power Total – M2_Power Total	-1,727	15	,105
6 M1_Stress-Index – M2_Stress-Index	2,400	15	,030
7 M1_Mittlere Herzfrequenz – M2_Mittlere Herzfrequenz	4,557	15	,0001
8 M1_Biolog.HRV-Alter – M2_Biolog.HRV-Alter	2,085	15	,055

5.4 Nichtparametrische Tests

Wegen den unter Punkt 5.2 erwähnten Problemen mit der Voraussetzung der Normalverteilung wurden die folgenden nichtparametrischen Tests für die Messparameter Power HF, Power LF und Power Total durchgeführt.

5.4.1 Wilcoxon-Rangsummen-Test für Gruppe 1

Der Wilcoxon-Rangsummen-Test wurde für die Intervention über das gesamte Kollektiv (nicht individuell gepaart wie oben!) berechnet. Die Intervention (Sham-Technik) zeigt keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die untersuchten Messparameter in der jeweiligen Gruppe. Es gibt keinen Unterschied innerhalb der Gruppe Power HF ($p=0,836$), sowie keinen Unterschied in der Gruppe Power LF ($p=0,326$) und in der Gruppe Power Total ($p=0,352$). Somit konnte auch hier die H_0 -Hypothese für die Gruppe 1 widerlegt werden (siehe Tabelle 10 und Tabelle 23 im Anhang A).

Tabelle 10: Statistik für Wilcoxon-Rangsummen-Test Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)

Messparameter	Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
M2_Power HF- M1_Power HF	-,207	,836
M2_Power LF- M1_Power LF	-,982	,326
M2_Power Total- M1_Power Total	-,931	,352

5.4.1 Wilcoxon-Rangsummen-Test für Gruppe 2

Der Wilcoxon-Rangsummen-Test wurde ebenfalls für die Intervention Disengagement-Technik über das gesamte Kollektiv (nicht individuell gepaart wie oben!) berechnet. Diese Intervention zeigt einen statistisch signifikanten Einfluss auf den untersuchten Messparameter in der Gruppe Power HF ($p=0,008$). Es gibt keinen Unterschied innerhalb der Gruppe Power LF ($p=0,088$), sowie keinen Unterschied in der Gruppe Power Total ($p=0,088$) (siehe Tabelle 11, sowie Tabelle 24 im Anhang). Für die Studiengruppe 2 konnte somit für den Messparameter Power HF die H_0 -Hypothese widerlegt und die H_A -Hypothese bestätigt werden.

Tabelle 11: Statistik für Wilcoxon-Rangsummen-Test Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

Messparameter	Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
M2_Power HF- M1_Power HF	-2,637	,008
M2_Power LF- M1_Power LF	-1,706	,088
M2_Power Total- M1_Power Total	-1,706	,088

5.5 Vergleichende Abbildungen zwischen Messung 1 und Messung 2 beider Gruppen

Für die folgenden Abbildungen wurden die Mittelwerte der Messparameter pro Paar verwendet und beide Gruppen miteinander verglichen. Wie aus den Abbildungen 12 bis 16 ersichtlich ist, steigen die Mittelwerte in Gruppe 2 (Disengagement-Gruppe) deutlich an, wohingegen die Werte in Gruppe 1 (Sham-Gruppe) gering (statistisch nicht signifikant) zunehmen bzw. abnehmen. Durch die Abbildungen 17 bis 19 wird (wieder eindeutiger für Gruppe 2) dargestellt, dass sowohl der Stress-Index wie auch die Mittlere Herzfrequenz und das Biologische HRV-Alter abnehmen, wohingegen die Abnahme der Werte in der Gruppe 1 weniger deutlich ausfallen. Somit wiederholen sich auch hier die, schon unter den Punkten 5.3 und 5.4 beschriebenen Ergebnisse. Die erhöhte HRV nach Anwendung der Disengagement-Technik in der Gruppe 2 kann als Verschiebung im VNS in Richtung Parasympathikus-Aktivität angesehen werden, was die Nullhypothese widerlegt und die Alternativhypothese bestätigt. In der Gruppe 1 kommt es jedoch zu keiner statistisch signifikanten Veränderung – die Nullhypothese wird dadurch widerlegt.

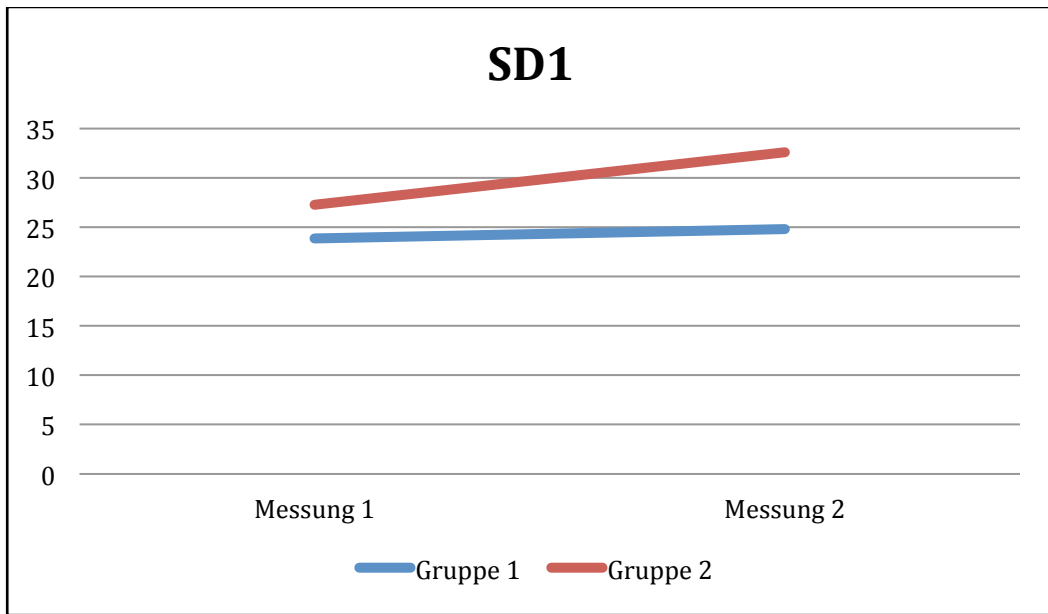


Abbildung 12: SD1: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

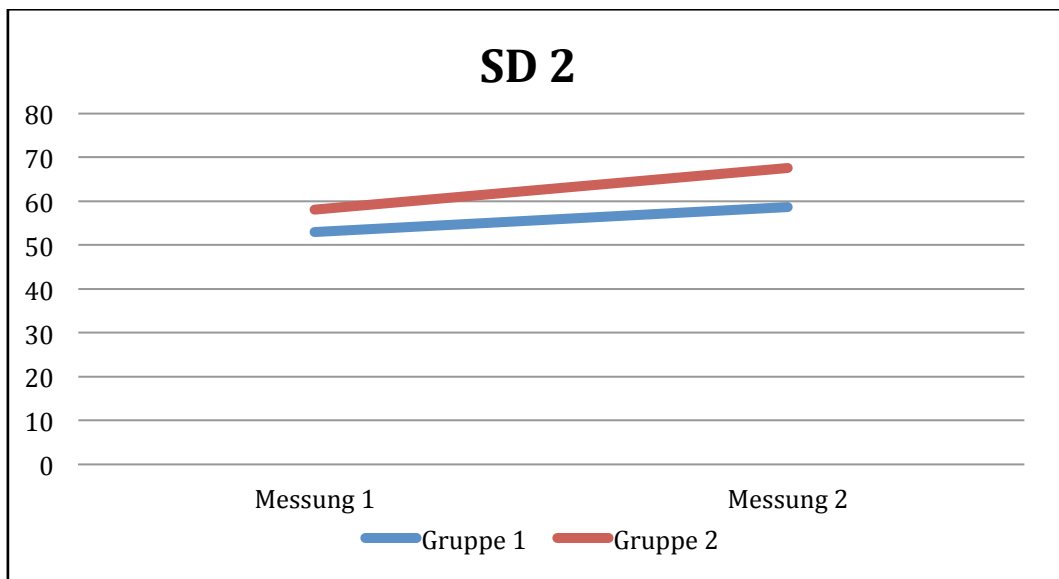


Abbildung 13: SD2: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

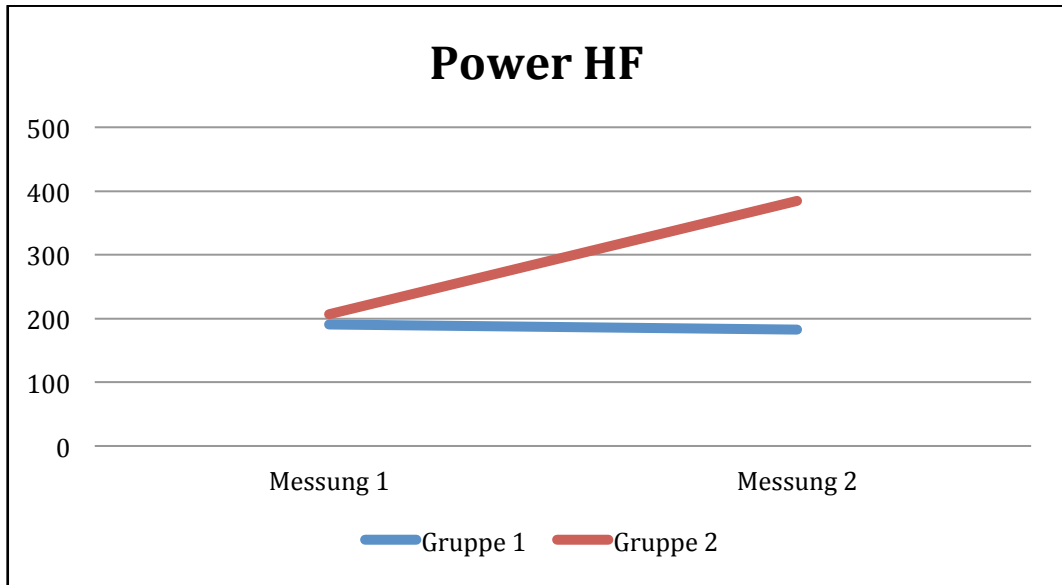


Abbildung 14: Power HF: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

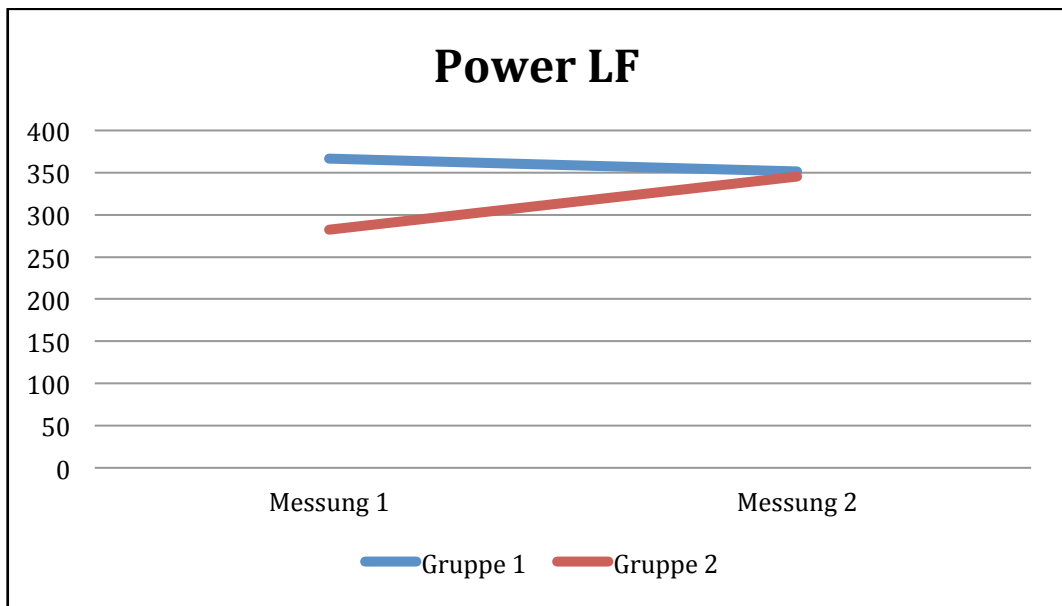


Abbildung 15: Power LF: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

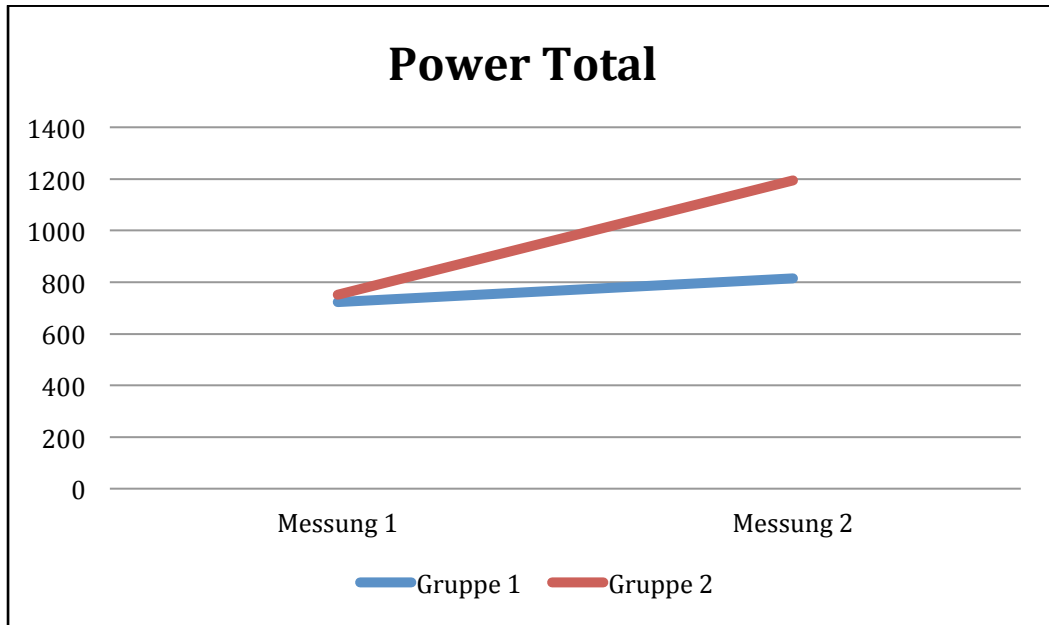


Abbildung 16: Power Total: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

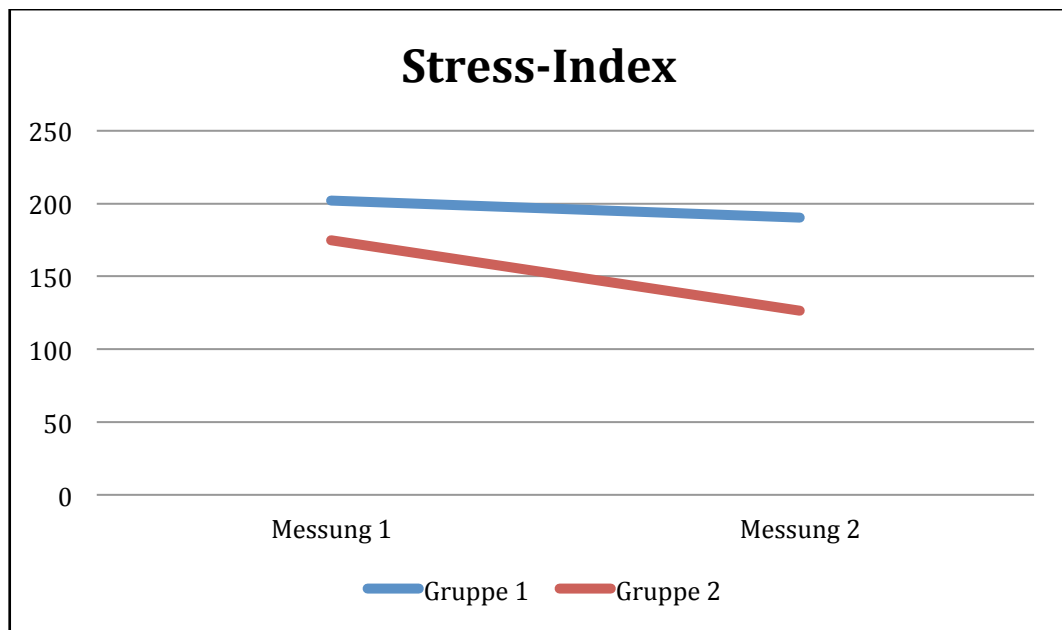


Abbildung 17: Stress-Index: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

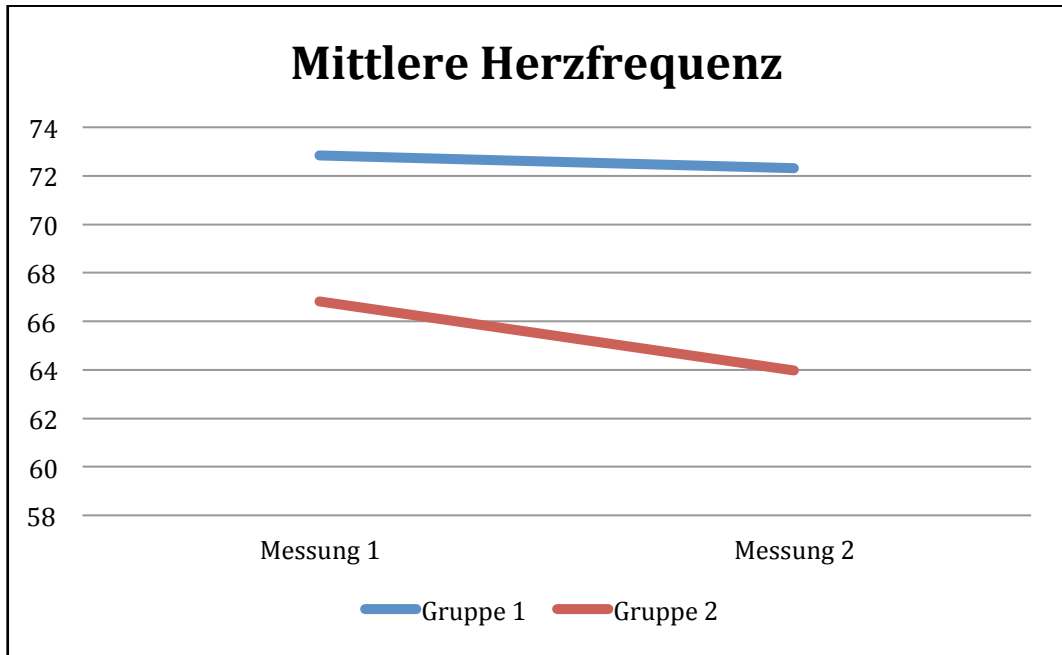


Abbildung 18: Mittlere Herzfrequenz: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

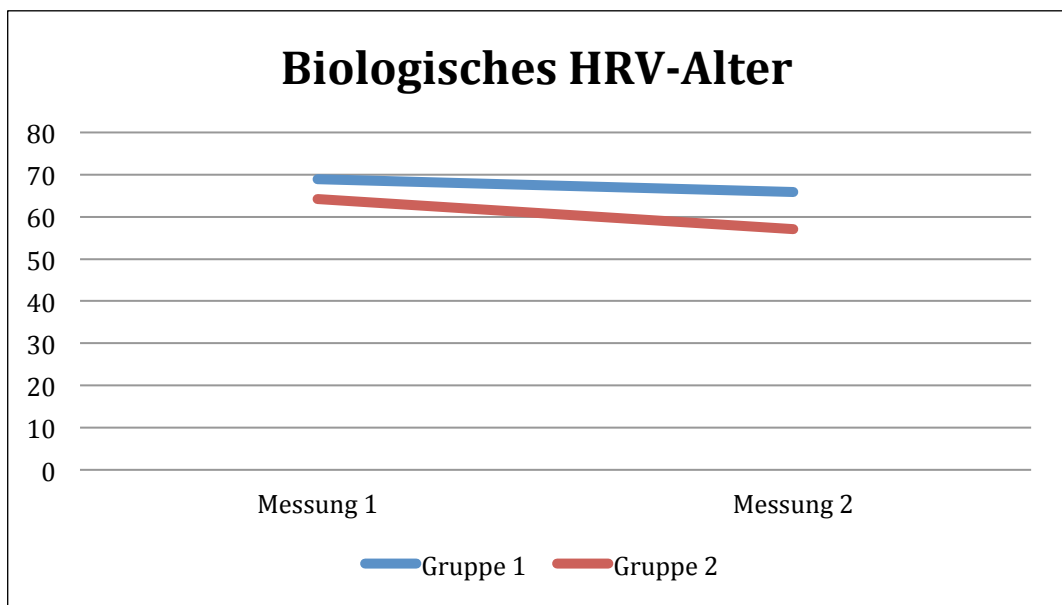


Abbildung 19: Biologisches HRV-Alter: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

6 Diskussion

In der folgenden Diskussion wurde versucht alle Inhalte dieser Arbeit aus einem kritischen Blickwinkel zu betrachten.

6.1 Diskussion der Themenauswahl

Als die Autorin auf der Suche nach einem interessanten Thema für ihre Masterthesis war, wurde ihr in diversen Vorlesungen an der Wiener Schule der subjektive Eindruck vermittelt, dass eine wissenschaftliche Arbeit zum Thema Osteopathie in erster Linie dann gut wäre, wenn erstens eine Studie mit Probandinnen und Probanden oder Patientinnen und Patienten durchgeführt und zweitens ein valides Messgerät verwendet werden würde. Viele (von Mitstudentinnen und Mitstudenten vorgeschlagene) interessante Themen erhielten keine Zulassung, weil sie entweder eines oder beide Kriterien nicht erfüllten. Auf dieser Grundlage ist (nach der Meinung der Autorin) auch die hohe Anzahl an Arbeiten zu erklären, die einen HRV-Scanner verwenden. Die relativ einfache Handhabung und die gut belegte Validität erleichtern die Durchführbarkeit einer solchen Arbeit erheblich. Allerdings ergibt sich dadurch eine Verzerrung in der Themenauswahl. Im Vordergrund steht nicht eine interessante wissenschaftliche Frage (die im besten Fall eine hohe Relevanz für die Osteopathie hat), sondern hier wird eher das sprichwörtliche Pferd von hinten aufgezäumt. Im Mittelpunkt steht das valide Messgerät (z.B. HRV-Scanner) und um dieses herum wird ein Thema aufgebaut.

Wie schon in der Einleitung unter Punkt 1 beschrieben, konnte die Studienverfasserin immer wieder vegetative Reaktionen bei ihren Patientinnen und Patienten beobachten, wenn sie bestimmte Techniken im Bereich der oberen Halswirbelsäule und des Occiputs durchführte. Diese waren oft sehr eindrucksvoll, sodass die behandelten Personen auch Fragen nach dem „Warum“ stellten. Da die Autorin unzufrieden mit der Tatsache war, nur mit einem „Wahrscheinlich, weil...“ oder „Vermutlich, weil...“ antworten zu können, rückte diese Fragestellung immer mehr in den Fokus. Dies wurde auch weiter verstärkt durch die Aussage von Christian Fossum (Fossum, Vorlesung an der WSO, 2012), wonach sich in der Studie von Snider et al. (2010) ein eindeutiger Nachweis einer vegetativen Reaktion auf suboccipitale Techniken gezeigt hatte. Die Möglichkeit, dies auch mit einem validen Messgerät nachzuweisen ergab sich durch die Zusammenarbeit mit Dr. Stefan Friedrich, der freudlicherweise das Know-how und das technische Equipment für diese Arbeit zur Verfügung stellte.

6.2 Diskussion der Methoden

6.2.1 Literaturrecherche

Das Zeitfenster für die Literaturrecherche der vorliegenden Arbeit reichte 1925 bis 2015. Vor allem die Grundlagenforschung zum Thema Schädelsturen von Todd, & Lyon (1925) wurde als sehr wichtig erachtet und deshalb in diese Studie integriert.

In der Datenbankrecherche wurden die, in der Tabelle 12 aufgelisteten Suchbegriffe und Kombinationen daraus verwendet:

Tabelle 12: Suchbegriffe Englisch / Deutsch (Darstellung der Autorin)

Suchbegriffe Englisch	Suchbegriffe Deutsch
autonomic nervous system	vegetatives Nervensystem
autonomic function	autonome Funktion
disengagement-technique	Disengagement-Technik
heart rate variability	Herzratenvariabilität
heart rate variation	Herzratenvariation
HRV	HRV
jugular foramen	Foramen jugulare
occipitomastoid suture	Sutura occipitomastoidea
osteopathy	Osteopathie
osteopathic	osteopathisch
vagus nerve	Nervus vagus
parasympathetic	Parasympathikus

Die Auswahl von gebundenen Werken erfolgte nach folgenden Kriterien: Osteopathische Fachliteratur, Medizinische Fachliteratur, Literatur zum Thema HRV-Scanner.

Da das Thema Herzratenvariabilität in einer Vielzahl von verschiedenen Forschungsbereichen (z.B. Medizin verschiedener Fachrichtungen, Psychologie, Technik,...) relevant ist, ergab die Literaturrecherche mit den oben angeführten Begriffen im Internet und in den verschiedenen Datenbanken eine große Summe an potentiell interessanten Studien. Alleine auf der Seite von Pubmed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) ergab der Suchbegriff „autonomic nervous system“ am

25. Juni 2013 143074 Treffer. Beim Suchbegriff „HRV“ waren es immerhin noch 7376 Treffer. Erst eine genaue Einschränkung bzw. die Kombination der Suchbegriffe ermöglichte bessere Übersicht.

Für die Disengagement-Technik konnten in der datenbankgestützten Literaturrecherche keine Ergebnisse erzielt werden.

6.2.2 Durchführende Personen

Durch den Einsatz einer „nicht-osteopathischen“ Test-Person in der Sham-Gruppe konnte sichergestellt werden, dass es zu keiner ungewollten Beeinflussung (im Sinne eines ungewollten Disengagements an der Sutura occipitomastoidea) in dieser Gruppe kommen würde. Allerdings war es dadurch nicht möglich festzustellen, dass die Veränderungen der HRV in der Disengagement-Gruppe tatsächlich durch die angewandte Technik zustande kamen. Auch ein ungewollter Einfluss aufgrund der unterschiedlichen Persönlichkeiten der beiden Testerinnen ist denkbar. Dieser Faktor sollte in einer neuerlichen Studie bedacht werden. Bei einer größeren Anzahl von Probandinnen und Probanden wäre der Einsatz von mehreren Osteopathinnen und Osteopathen, die die Disengagement-Technik durchführen sinnvoll, um zu sehen ob sich das Ergebnis der vorliegenden Studie reproduzieren lässt.

6.2.3 Wahl der Disengagement-Technik

Wie schon in der Einleitung unter Punkt 1 beschrieben, stellte sich die Verfasserin dieser Arbeit bei Techniken im occipitalen Bereich immer wieder die Frage nach der Ursache der ausgelösten vegetativen Reaktionen. Aufbauend auf die Studie von Snyder et al., (2010) begab sich die Studienautorin in der Fachliteratur auf die Suche nach einer Technik, bei der vermutet wurde, dass sich durch ihre Durchführung im Bereich des Foramen jugulare eine Veränderung herstellen ließe, wodurch es auch zu einem Einfluss auf den dort durchtretenden Nervus vagus und die daraus resultierende Reaktion im vegetativen Nervensystem kommen könnte. Bei Nicholas & Nicholas (2009) wird die Disengagement-Technik (siehe Punkt 4.4.2) an der Sutura occipitomastoidea beschrieben und gleichzeitig postuliert, dass sich durch diese Technik aufgrund eines parasympathischen Reflexes die Herzrate verändern würde. Die fehlenden wissenschaftlichen Belege für diese Aussage veranlassten die Verfasserin dazu, diese Technik im Rahmen der vorliegenden Studie genauer zu untersuchen.

In der Planungsphase der Studie war der Autorin nicht bewusst, dass genau dies der Nachteil an dieser speziellen osteopathischen Interventionstechnik ist. Es ist keine

Effektivitätsstudie bekannt, die diese Technik bezüglich ihrer generellen Effekte bzw. der Auswirkungen auf die HRV bereits untersucht hatte.

Ein Vorteil in der Wahl der Technik kann jedoch darin gesehen werden, dass im Gegenteil zu einer allgemeinen osteopathischen Behandlung weder die Position der Probandinnen und Probanden noch die Handposition während der Technik geändert werden musste. Durch solche Veränderungen (wie zum Beispiel den Lagewechsel) könnte es ansonsten zu einer ungewollten Verschiebung der HRV-Werte kommen. (Henley, Ivins, Mills, Wen, & Benjamin, 2008; Watanabe, Reece, & Polus, 2007).

6.2.4 Wahl der Sham-Technik

Für die Sham-Technik wurde die gleiche Handposition gewählt, die auch für die Durchführung der Disengagement-Technik nötig ist (siehe Punkt 4.4.1). Einerseits sollte die Ausgangsposition für alle untersuchten Probandinnen und Probanden die gleiche sein, andererseits wurde davon ausgegangen, dass auch ein osteopathischer Laie diese Sham-Technik durchführen könnte.

6.2.5 Wahl des Mess-Gerätes

Wie schon unter Punkt 6.1 beschrieben, wurde der HRV-Scanner einerseits gewählt, weil für die Genehmigung eines Masterthesen-Themas die Verwendung eines solchen Messgerätes beinahe unabdingbar erschien, andererseits die Validität und Reliabilität seit 1996 (Task Force, 1996) gesichert ist.

Durch die Zusammenarbeit mit ihrem Praxiskollegen hatte die Autorin dieser Arbeit leichten Zugang zu dem Gerät der Firma BioSign GmbH. Dr. Stefan Friedrich konnte als Besitzer und langjähriger Verwender des HRV-Scanners Frau Barbara Hauser und auch Frau Elisabeth Friedmann (verantwortlich für die Durchführung der Sham-Gruppe) sehr gut in die Verwendung einführen und bei technischen und fachlichen Fragen beratend zur Seite stehen.

Ein Nachteil bei der Auswahl des Messgerätes ist die Inkompatibilität mit den von der Autorin verwendeten Apple-Rechnern. Da dieser Faktor erst kurz vor Durchführung der Studie bekannt wurde, musste kurzfristig für die Messungen ein Leihgerät auf Microsoft-Basis besorgt werden. Auch die erhobenen Daten der Probandinnen und Probanden konnten nur mit Hilfe eines externen Speichermediums übertragen werden. Apple-User sollten sich bei der Planung einer Studie mit HRV-Scanner im Vorfeld darüber informieren ob es Kompatibilitäts-Probleme geben könnte um rechtzeitig darauf reagieren zu können.

6.2.6 Wahl der Einschlusskriterien

Das Einschlusskriterium für die Teilnahme an dieser Studie war die Abgabe der unterschriebenen Einverständniserklärung, die im Anhang A zu finden ist. Darin gaben die Probandinnen und Probanden an, dass sie die Studieninformation (zu finden im Anhang A) gelesen und verstanden hatten und keines der Ausschlusskriterien auf sie zutraf.

6.2.7 Wahl der Ausschlusskriterien

Im Rahmen der Literatur-Recherche für die vorliegende Arbeit konnten eine Vielzahl von Ausschlusskriterien gefunden werden. Durch den häufigen Einsatz von HRV-Messungen gibt es eine große Menge von Studien, die belegen, dass diese Ausschlusskriterien die HRV verändern.

Aufgrund der unterschriebenen Einverständniserklärung vertraute die Studienautorin darauf, dass die Angaben der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer richtig waren und verzichtete auf ein ärztliches Attest. Auch im Fall des Probanden bei dem während der ersten HRV-Messung Extrasystolen auftraten, waren ihm diese davor nicht bekannt. Da Probandinnen und Probanden grundsätzlich freiwillig und auf „good-will-Basis“ an dieser Studie teilnahmen, hätte die Einforderung eines ärztlichen Attests in Bezug auf die Ausschlusskriterien sehr wahrscheinlich eine eher abschreckende Wirkung auf mögliche Interessenten gehabt und dadurch die Anzahl der interessierten Personen reduziert.

6.2.7.1 Medikamente

Für die folgenden Medikamentengruppen konnte in Studien eine eindeutige Veränderung der HRV nachgewiesen werden:

Bei der Einnahme von bestimmten **Antidepressiva** treten signifikant kürzere SDNN- und RSA-Parameter auf. Die untersuchten Wirkstoffgruppen sind Trizyklische Antidepressiva, Serotonin-Wiederaufnahmehemmer und Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer (Licht et al., 2008).

Durch die Einnahme von **künstlichen Schilddrüsenhormonen** kommt es zu starken Effekten auf das Herz und das Blutgefäßsystem und außerdem zu Veränderungen im vegetativen Nervensystem. Die untersuchten Wirkstoffe sind Thyroxin und Thyreoidea-stimulierendes Hormon (Bhat, Sadhoo, Yograj, & Kaur, 2007; Kabir, Begum, Ferdousi, Begum, & Ali, 2010; Lakshmi, Vaney, & Madhu, 2009).

Auch bei **herzwirksamen Medikamenten** konnte ein Einfluss auf die HRV

nachgewiesen werden. Diese Medikamente können in die beiden folgenden Gruppen eingeteilt werden:

1. Betablocker: Das sind Arzneistoffe, die im Körper β -Adrenozeptoren blockieren und so die Wirkung des „Stresshormons“ Adrenalin und des Neurotransmitters Noradrenalin hemmen. Die wichtigsten Wirkungen von Betablockern sind die Senkung der Ruheherzfrequenz und des Blutdrucks, weshalb sie bei der medikamentösen Therapie vieler Krankheiten, insbesondere von Bluthochdruck und Koronarer Herzkrankheit eingesetzt werden (Bédard, Marquis, Poirier, & Provencher, 2010).

2. Calciumantagonisten / Calciumkanalblocker: Das ist eine Gruppe von Arzneistoffen, die hauptsächlich zur Behandlung von Bluthochdruck, koronarer Herzkrankheit und Herzrhythmusstörungen eingesetzt werden. Ihren Namen verdanken sie ihrem Wirkmechanismus. Sie verringern den Einstrom von Calcium-Ionen ins Innere der Muskelzelle. Dadurch wird vor allem die Kontraktilität der glatten Gefäßmuskeln herabgesetzt, was die Blutgefäße erweitert (Acanfora et al., 2002).

6.2.7.2 Body-Mass-Index

Neben den Medikamenten hat auch der Body-Mass-Index einen Einfluss auf die HRV. In den Studien von Shetty, Pai, Ak & Shetty (2001) bzw. Pal et al. (2012) konnte nachgewiesen werden, dass ein erhöhter BMI (> 23) zu sympatho-vagalen Imbalancen führt; vor allem, wenn auch schon ein leicht erhöhter Bluthochdruck (bis 139/89 mmHg) besteht.

6.2.7.3 Post-Menopause

In Untersuchungen konnte außerdem festgestellt werden, dass die HRV bei Frauen nach der Menopause verändert ist. Es kommt dabei zu einer Abnahme der parasympathischen Modulation im Vergleich zu jungen Frauen. Die Autoren vermuten hier sowohl einen hormonellen wie auch einen Einfluss des höheren Alters (Bhat, Sathoo, Yograj, & Kaur, 2005; Ribeiro et al., 2001).

6.2.7.4 Diabetes

Bei Patientinnen und Patienten mit Diabetes sind vor allem die Parameter der parasympathischen Modulation des Herzens (Power HF-Band) neben den allgemeinen Parametern (Power LF-Band, Total-Power, LF/HF-Ratio) im Vergleich zu gesunden Probandinnen und Probanden stark reduziert (Achary et al., 2006; Mirza & Lakshmi, 2012).

Mirza & Lakshmi (2012) vermuten hier als Ursache der früheren parasympathischen Schädigung die axonale Degeneration der längeren Vagus-Fasern durch den chronisch hohen Blutzuckerspiegel.

6.2.7.5 Alter

Das Alter kann als eines der wesentlichsten Ausschlusskriterien angesehen werden. Hier kommen nämlich zwei wichtige Faktoren zum Tragen.

1. Für die einzelnen Komponenten der Herzratenvariabilität sowie für die sympatho-vagale Balance sind im Altersgang voneinander abweichende Veränderungen zu beobachten.

Die größten Werte der Gesamt-HRV werden bei Kindern zwischen acht und 15 Jahren gemessen (Hrushesky, Fader, Schmitt, & Gilbertsen, 1984).

Bei einer Untersuchung der HRV im Liegen und Stehen bei 66 männlichen Personen zwischen neun und 62 Jahren wurde bereits ein steiler Abfall der kardiovagalen Modulation bis zum Übergang in die 4. Lebensdekade festgestellt (Shannon, Carley, & Benson, 1987).

Nach Jensen-Urstad et al., (1997) ist sogar zu erwarten, dass eine 60 bis 69-jährige Person nur noch ca. 30% der Variabilität einer 20 bis 29-jährigen Person aufweist.

HRV-Signale können also als Indikatoren für den Zustand des Herzens herangezogen werden. Sie werden mit zunehmendem Alter weniger zufällig, also weniger chaotisch, was zu einer Abnahme der Herzratenvariabilität führt. Die Ursache hierfür ist nicht der veränderte vagale Tonus, sondern vielmehr dass autonome, vasomotorische und thermoregulatorische Prozesse beziehungsweise die Regulation des Renin-Angiotensin-Systems Funktionseinbußen unterliegen (Acharya, Kannathal, Ong, Luk, & TjiLeng, 2004; Achary et al., 2006; Jennings & Mack, 1984; Migliaro et al., 2001).

2. Die unter Punkt 2.1.1 beschriebene Ossifikation der Sutura occipitomastoidea ist der Grund dafür, dass für die vorliegende Arbeit das Alter der Probanden auf maximal 40 Jahre begrenzt wurde.

Das Mindestalter von 18 Jahren ergab sich, da ab diesem Zeitpunkt die Volljährigkeit und Geschäftsfähigkeit erreicht wird (Bundeskanzleramt, 2015).

Da, wie oben beschrieben, die HRV im Kindesalter am stärksten ausgeprägt ist, wäre es sehr interessant, die vorliegende Arbeit noch einmal mit Kindern zu wiederholen. Vermutlich würden die Ergebnisse aufgrund der fehlenden altersabhängigen Faktoren noch eindeutiger ausfallen.

6.2.7.6 Psoriasis

Bicer et al. (2010) konnten in ihrer Studie zum Thema HRV und Psoriasis lediglich eine Verringerung des Power HF-Bands feststellen. Da diese jedoch die parasympathische Regulation widerspiegelt und die Autoren noch weitere Studien empfehlen, stellt eine Psoriasis-Erkrankung ein Ausschlusskriterium dar.

6.2.7.7 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Alle Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehen mit einer veränderten HRV einher und sind deshalb als Ausschlusskriterium zu sehen (Achary et al., 2006; Chelladurai & Kumaravel, 2011; Gang & Malik, 2003; RenuMadhavi & Ananth, 2012).

Genauer definiert sind das folgende Erkrankungen:

- Sick Sinus Syndrom
- Vorhofflimmern
- Ventrikuläre Extrasystolen
- Erregungsleitungsstörungen
- Rechts/Linksherzinsuffizienz
- Angina Pectoris
- Bluthochdruck
- Zustand nach Herzoperationen
- Koronare-Herz-Krankheit
- Herzschrittmacher

6.2.7.8 Schilddrüsenerkrankungen

Das Herz und das Kreislaufsystem werden direkt und indirekt durch die Schilddrüse beeinflusst. Bei einer Störung in der Hormonproduktion der Schilddrüse kommt es zu gesteigerten sympathischen Reaktionen und der Einfluss des parasympathischen Nervensystems ist reduziert. Daraus folgt eine Veränderungen in der HRV (Bhat, Kalsotra, & Yograj, 2007; Kabir, Begum, Ferdousi, Begum, & Ali, 2010; Lakshmi et al., 2009; RenuMadhavi & Ananth, 2012).

Auch nehmen die meisten Menschen mit Erkrankungen der Schilddrüse Medikamente ein, was schon weiter oben als Ausschlusskriterium definiert wurde.

6.2.7.9 Bestimmte psychiatrische Erkrankungen

Erkrankungen wie **Depression**, **Angststörungen** oder **Schizophrenie** führen zu einer Veränderung der HRV.

Vor allem die Depression ist mit einer höheren Rate an kardiovaskulären Erkrankungen und einer höheren Sterblichkeit verbunden (Berntson & Cacioppo, 2007; RenuMadhavi & Ananth, 2012; Sayar, Gülec, Gökce, & Ak, 2002).

Suchterkrankungen wie Nikotin- und Alkoholabusus werden laut ICD-10 der WHO (Version 2013) wie folgt definiert: Das Abhängigkeitssyndrom ist...

...eine Gruppe von Verhaltens-, kognitiven und körperlichen Phänomenen, die sich nach wiederholtem Substanzgebrauch entwickeln. Typischerweise besteht ein starker Wunsch, die Substanz einzunehmen, Schwierigkeiten, den Konsum zu kontrollieren, und anhaltender Substanzgebrauch trotz schädlicher Folgen. Dem Substanzgebrauch wird Vorrang vor anderen Aktivitäten und Verpflichtungen gegeben. Es entwickelt sich eine Toleranzerhöhung und manchmal ein körperliches Entzugssyndrom. Das Abhängigkeitssyndrom kann sich auf einen einzelnen Stoff beziehen (z.B. Tabak, Alkohol oder Diazepam), auf eine Substanzgruppe (z.B. opiatähnliche Substanzen), oder auch auf ein weites Spektrum pharmakologisch unterschiedlicher Substanzen. (WHO, DIMDI. 2012, block-f10-f19).

Bei Nikotinabusus ist der sympathische Einfluss auf den Baroreflex gesteigert und der parasympathische Einfluss reduziert, wodurch ein höheres Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen besteht. Als Kurzzeit-Effekt geben unter anderem Hayano et al. (1990) an, dass drei Minuten nach dem Rauchen die vagale kardiale Kontrolle abnimmt und zehn bis 17 Minuten nach dem Rauchen die sympathische Aktivität zunimmt (Acharya et al., 2004; Lucini, Bertocchi, Malliani, & Pagani, 1996; Niedermaier et al., 1993; Hayano et al., 1990).

Malpas, Whiteside, & Maling (1991) und Acharya et al. (2004) konnten nachweisen, dass Alkoholabusus vagale Neuropathien bei Männern verursacht.

Da dies sehr wahrscheinlich auch bei Frauen vorkommt gilt Alkoholabusus generell als Ausschlusskriterium.

6.2.7.10 Störungen des zentralen und peripheren Nervensystems

- Zustand nach mittelschweren und schweren Schädel-Hirntraumata:

Nach mittelschweren und schweren Gehirnverletzungen sind die normalen zyklischen Veränderungen in der HRV verändert (Achary et al., 2006; Gang & Malik, 2003; RenuMadhavi & Ananth, 2012).

Der Schweregrad wird hierbei durch die Glasgow Coma Scale definiert (Teasdale & Jennett, 1974).

- Gesteigerter intrakranieller Druck:

Durch den erhöhten intrakraniellen Druck kommt es zu einer rapiden Abnahme der HRV.

- (Stamm)-Hirn-Infarkt:

Die Auswirkungen auf die HRV sind aufgrund der geringen Studien-Populationen nicht gesichert.

- Guillan-Barré-Syndrom:

Die Sympatho-vagale-Balance verschiebt sich bei dieser Erkrankung in Richtung sympathischer Dominanz.

- Morbus Parkinson:

Durch diese Erkrankung kommt es zu meist massiven Veränderungen im vegetativen Nervensystem (Achary et al., 2006; Gang & Malik, 2003; RenuMadhavi & Ananth, 2012).

6.2.7.11 Nierenerkrankungen (dialysepflichtig)

Bei Nierenerkrankungen wurde eine starke Reduktion der HRV festgestellt. Als Ursache wird der durch die Dialyse veränderte Kalziumhaushalt angenommen. Dieser wiederum wirkt sich auf die Herzaktivität negativ aus. Im Speziellen war in Untersuchungen die Power im LF-Band erhöht und im HF-Band verringert (Achary et al., 2006; Gang & Malik, 2003).

6.2.7.12 Chronischer Schmerz

Bei Menschen mit chronischen Schmerzen kommt es laut Storella et al. (1999) zu Veränderungen der HRV.

Laut der WHO-Definition (Version 2014) entsteht ein chronisches Schmerzsyndrom bzw. eine chronische Schmerzkrankheit,...

...wenn der Schmerz seine eigentliche Funktion als Warn- und Leithinweis verliert und einen selbständigen Krankheitswert erhält. Die vorherrschende Beschwerde ist ein andauernder, schwerer und quälender Schmerz, der durch einen physiologischen Prozess oder eine körperliche Störung nicht hinreichend erklärt werden kann. Unter

Berücksichtigung der zeitlichen Dimension ist davon auszugehen, dass ein chronisches Schmerzsyndrom entsteht, wenn Schmerzen die ihren Ausgangspunkt in einem physiologischen Prozess oder einer körperlichen Störung haben länger als drei bis sechs Monate in einer oder mehreren anatomischen Regionen bestehen. Sie treten in Verbindung mit emotionalen Konflikten oder psychosozialen Belastungen auf, denen die Hauptrolle für Beginn, Schweregrad, Exazerbation oder Aufrechterhaltung der Schmerzen zukommt. Die Folge ist meist eine beträchtlich gesteigerte persönliche oder medizinische Hilfe und Unterstützung. Psychischen Faktoren wird eine wichtige Rolle für Schweregrad, Exazerbation oder Aufrechterhaltung der Schmerzen beigemessen, jedoch nicht die ursächliche Rolle für deren Beginn. Der Schmerz verursacht in klinisch bedeutsamer Weise Leiden und Beeinträchtigungen in sozialen, beruflichen oder anderen wichtigen Funktionsbereichen. (WHO, DIMDI. 2014, code/F45.41).

6.2.8 Neu zu definierende Ausschlusskriterien

Einige Zusammenhänge bzw. Faktoren wurden erst im Laufe der Arbeit an dieser These bewußt. Dazu zählen die beiden folgenden Punkte, die in der Planung einer neuerlichen Studie zu diesem Thema als Ausschlusskriterien berücksichtigt werden sollten.

6.2.8.1 *Bestehende Schwangerschaft*

Bei der Durchführung einer neuerlichen Studie zu dem vorliegenden Thema sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass auch eine bestehende Schwangerschaft als Ausschlusskriterium definiert wird. Laut Voss, Malberg, Schumann et al. (2000) gibt es im Vergleich zwischen Schwangeren und Nichtschwangeren einen eindeutigen Unterschied in der HRV. Für die vorliegende Studie kann gesagt werden, dass keine der Probandinnen „eindeutig“ schwanger war. Es wurde aber auch nicht abgefragt. Allerdings ist davon auszugehen, dass Frauen, die sich dessen bewusst sind, dass sie schwanger sind, sehr wahrscheinlich auch vor Teilnahme an einer Studie nachfragen, ob die angewandten Methoden einen Nachteil für das ungeborene Kind mit sich bringen könnten.

6.2.8.2 *Im Zeitraum der Studie stattfindende Therapiemaßnahmen*

Probandinnen und Probanden, die an einer Studie dieser Art teilnehmen, sollten sich nicht in zeitnaher therapeutischer Behandlung (wie zum Beispiel Akupunktur oder Osteopathie) befinden, da ein (Langzeit-)Effekt dieser Methoden auf die HRV nicht ausgeschlossen werden kann (Van Dixhoorn & White, 2005; Qian-Qian et al., 2013).

Für die vorliegende Arbeit wurde dieser Faktor nicht als Ausschlusskriterium berücksichtigt und auch nicht von den Probandinnen und Probanden erfragt.

6.2.9 Wahl der Mess-Parameter

Die Mess-Parameter für die vorliegende Arbeit wurden unter dem Aspekt gewählt, dass ein Zusammenhang mit dem vegetativen Nervensystem bestehen musste. Der zweite Aspekt für die Auswahl war die, von der Firma Biosign GmbH vorgegebene Software zur Datenerhebung.

6.2.10 Probanden-Akquirierung

Die Wahl der Probanden-Akquirierung kann als erfolgreich angesehen werden. Der im Anhang A ersichtliche Flyer wurde von der Autorin mit Unterstützung einer professionellen Grafikerin erstellt und enthielt alle wesentlichen Informationen für die potentiellen Probandinnen und Probanden. So konnte vermieden werden, dass sich Personen zu der Teilnahme an der Studie anmeldeten, die eine oder mehrere Ausschluss-Kriterien erfüllten. Bei Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern, die aus dem Patientenpool der Praxisgemeinschaft Therapiezentrum Markhof stammten (Dr. Stefan Friedrich, Dr. Gernot Träger, Barbara Hauser), war von vorne herein sicher gestellt, dass die Ein- und Ausschluss-Kriterien erfüllt wurden. Durch die Verteilung der Flyer in diversen Lokalen und Geschäften sowie direkt an potentielle Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer im Bereich des 1. Grazer Stadtbezirkes (vor allem im Bereich des Campus der Karl Franzens Universität Graz) konnte eine große Anzahl an Personen erreicht werden. Durch den Internet-Auftritt auf den Seiten www.osteopathie-hauser.at und www.tzmarkhof.at wurden keine zusätzlichen Probandinnen und Probanden akquiriert. Hier stellt sich die Frage, ob der Internet-Auftritt falsch gewählt war oder ob sich Personen, die persönlich angesprochen werden, eher dazu bereit erklären an einer Studie teilzunehmen.

Der Zeitraum für die Probanden-Akquirierung erstreckte sich von Juli 2013 bis Dezember 2013. Die Durchführung der Messungen dauerte von November 2013 bis Jänner 2014. Obwohl die Maximal-Anzahl von 20 Probanden pro Gruppe nicht erreicht wurde, mussten die Messungen mit Ende Jänner 2014 beendet werden. Ursache dafür war die Zwillingsschwangerschaft der Studienautorin und die dadurch notwendige Frühkarenzierung durch den Amtsarzt per 31. Jänner 2014. Ohne diesen Faktor wäre die Maximal-Anzahl an Messungen auf jeden Fall erreicht worden.

6.2.11 Randomisierung

Für die Terminvereinbarung zur Teilnahme an der Studie kontaktierten die Probandinnen und Probanden das Sekretariat des Therapiezentrums Markhof. Die Sekretariats-Angestellten hatten die Aufgabe, die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer randomisiert in die beiden Gruppen einzuteilen. Wie unter Punkt 4.5.4 beschrieben, wurde jeweils eines der vorbereiteten Kuverts geöffnet und je nach Notiz die Gruppeneinteilung vorgenommen. Des Weiteren wurden die Freiwilligen auch gleich zu einem bestimmten Termin eingeteilt. Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Sham-Gruppe bei Frau Elisabeth Friedmann, Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Disengagement-Gruppe bei Frau Barbara Hauser.

Durch die Wahl dieses Procederes wurde eine einfache Verblindung sichergestellt, da die Probandinnen und Probanden nicht darüber informiert wurden, welcher Gruppe sie zugeteilt waren.

6.2.12 Erhebungszeitpunkte und –intervalle

Der Erhebungszeitpunkt wurde für alle Probanden zwischen 13.30 Uhr und 14.30 Uhr eingeteilt. Auf diese Art und Weise wurde sichergestellt, dass die Ausgangssituation im Biorhythmus für alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer möglichst gleich war. Grundlage für dieses Vorgehen war die Feststellung von Achary et al., (2006), dass der Biorhythmus einen Einflussfaktor auf die HRV darstellt. Eine mögliche Verbesserung wäre es, alle Probanden zu genau der gleichen Uhrzeit (nicht in einer Zeitspanne wie in der vorliegenden Arbeit) zu den Messungen einzuteilen. Allerdings besteht durch dieses Verfahren die Gefahr, dass die Probandenanzahl geringer wäre, da bezüglich der Zeit keine Wahlmöglichkeit mehr bestünde.

6.2.13 Mess-Procedere

Der Ablauf der Datenerhebungen erfolgte in beiden Gruppen nach einem genormten Procedere. Da alle Probandinnen und Probanden nach der Anmeldung zur Studie neben dem Einverständnisformular auch eine Probanden-Information (Anhang A) erhalten hatten, waren wenige Fragen offen. Auf diese offenen Fragen wurde jedoch von beiden Testerinnen genau eingegangen um keine Unsicherheit entstehen zu lassen.

Um einen möglichst reibungslosen Ablauf der Messung zu ermöglichen, wurde das notwendige Mess-Equipment (HRV-Scanner plus Zubehör sowie Laptop) schon vor Eintreffen der Probandinnen und Probanden bereit gemacht. Dieser Vorgang ersparte unnötige Wartezeiten für die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer.

Bei der Lagerung wurde darauf Wert gelegt, dass die Position möglichst entspannt war und gleichzeitig die Anlage der Handgelenkselektroden nicht behindert wurde. Auch auf die korrekte Verwendung der Augenbinde wurde geachtet.

Bei einem Probanden der Disengagement-Gruppe kam es während der ersten 5-minütigen Messung zu Extrasystolen, woraufhin diese Messung abgebrochen und der Proband aufgefordert wurde dahingehend einen Facharzt aufzusuchen. Diese Daten wurden selbstverständlich nicht in die Auswertung mit aufgenommen. Bei allen anderen Probandinnen und Probanden kann die Durchführung aller Messungen als erfolgreich betrachtet werden.

Für eine neuerliche Durchführung einer Studie zu diesem Thema sollte überlegt werden, ob eine Langzeitmessung (24 Stunden) der HRV eingeplant würde. Diese Langzeitmessung könnte unter Umständen Informationen bezüglich eines Langzeiteffektes der Disengagement-Technik auf die HRV liefern. Die Autorin der vorliegenden Studie hatte in der Planungsphase selbst solche Überlegungen angestellt. Zu bedenken wäre allerdings, dass im Rahmen einer HRV-Langzeitmessung einerseits eine sehr große Datenmenge erhoben wird (Problem der statistischen Auswertbarkeit) und andererseits im Laufe von 24 Stunden sehr viele unterschiedliche Einflussfaktoren das Ergebnis verschieben können.

6.3 Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund der geringen Fallzahl und der teilweise verletzten Normalverteilung sind die unter Punkt 3.3 definierten Hypothesen nicht vollständig hinsichtlich der statistischen Signifikanz untersuchbar. Eine größere Anzahl an Probandinnen und Probanden würde zu einer verbesserten Relevanz der erhaltenen Ergebnisse in Bezug auf die statistische Aussagekraft führen. Allerdings wurde die Phase der Datenerhebung durch die notwendig gewordene Frühkarenzierung der Studienautorin früher als geplant beendet.

6.3.1 Geschlechterverteilung

Um für diese Studie eine möglichst große Aussagekraft für die Durchschnittsbevölkerung zu erhalten, wurden sowohl männliche als auch weibliche Probanden akquiriert. Im ersten Schritt der statistischen Auswertung wurde die Geschlechterverteilung auf die beiden Gruppen untersucht. Sowohl mittels Kreuztabelle als auch mittels Chi-Quadrat-Testung konnte keine problematische Verteilung festgestellt werden, weshalb das Geschlecht nicht in die folgenden Auswertungen aufgenommen werden musste.

6.3.2 H₀-Hypothese

Im gepaarten Kollektiv für die Gruppe 1 (Sham-Technik) konnte die H₀-Hypothese widerlegt werden. Keines der acht untersuchten Paare wies einen statistisch signifikanten Unterschied auf (p -Wert $> 0,05$). Dieses Ergebnis belegt, dass die Sham-Technik keinen Einfluss auf die HRV nimmt.

Dieses Ergebnis wiederholte sich auch bei Auswertung der Ergebnisse mit nichtparametrischen Tests für die Mess-Parameter Power HF, Power LF und Power Total, die auf Grund der Probleme mit der Voraussetzung der Normalverteilung durchgeführt wurden. Im Wilcoxon-Rangsummen-Test zeigte sich kein statistisch signifikanter Einfluss auf diese Mess-Parameter der Gruppe 1.

6.3.3 H_A-Hypothese

Mit Hilfe der T-Tests konnte die H_A-Hypothese für die Gruppe 2 (Disengagement-Technik) in 50 Prozent der untersuchten Paare (SD1, SD2, Stress-Index und Mittlere Herzfrequenz) eindeutig belegt werden. Alle p -Werte liegen bei $< 0,05$. Bei einem der untersuchten Mess-Parameter (das entspricht 12,5 Prozent) zeigt sich mit einem p -Wert von 0,055 ein Trend für eine Veränderung des Biologischen HRV-Alters, der als tendenziell gewertet werden kann. Keine statistisch signifikante Veränderung konnte bei den Mess-Parametern Power HF, Power LF und Power Total nachgewiesen werden. Auch hier wurde auf Grund der Probleme mit der Voraussetzung der Normalverteilung ein nichtparametrischer Test durchgeführt. Im Wilcoxon-Rangsummen-Test zeigt sich für die Mess-Parameter Power LF und Power Total keine statistisch signifikante Veränderung nach Durchführung der Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea. Für den Mess-Parameter Power HF konnte ein P -Wert von 0,008 erreicht werden. Im Folgenden sind die einzelnen Parameter noch einmal genauer dargestellt.

6.3.3.1 SD1 und SD1

Vor allem in der zeitbezogenen Analyse konnte für die Paare SD1 und SD2 ein signifikanter Unterschied gezeigt werden. Dies belegt, dass es während dieser Studie durch eine Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea sowohl zu schnelleren, höherfrequenten Änderungen der Herzfrequenz kam, als auch zu langsameren niederfrequenten.

6.3.3.2 Stress-Index

Die signifikante Veränderung des Paares Stress-Index belegt, dass es bei Anwendung der Disengagement-Technik im Rahmen dieser Untersuchung zu einer Verschiebung des vegetativen Gleichgewichtes zwischen Sympathikus und Parasympathikus in Richtung Vagustonus kam.

6.3.3.3 Mittlere Herzfrequenz

Besonders hervorzuheben ist die signifikante Veränderung des Paares Mittlere Herzfrequenz. Der p-Wert von 0,0001 zeigt auf, dass es, wie durch Nicholas & Nicholas (2009) postuliert, im Verlauf der Messungen durch den Einsatz einer Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea tatsächlich zu einer Veränderung der Herzrate kam.

6.3.3.4 Power HF

Beim Mess-Parameter Power HF kam es zu einer statistisch signifikanten Veränderung ($p=0,008$). Da Frequenzen dieses Mess-Parameters am eindeutigsten dem Parasympathikus zugeordnet werden können, ist ein Einfluss auf das VNS (im Sinne einer Erhöhung des Vagustonus) durch Einsatz einer Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea als sehr wahrscheinlich anzusehen.

6.3.4 Limitierende Faktoren

Aufgrund des gewählten Studiendesigns kann keine Aussage über mögliche Langzeiteffekte oder Auswirkungen bei symptomatischen Patientinnen und Patienten getroffen werden. Im osteopathischen Praxisalltag spielen kurzfristige Effekte eine eher untergeordnete Rolle. Patientinnen und Patienten treten mit bestimmten Beschwerdebildern an Osteopathinnen und Osteopathen heran und erhoffen sich in den meisten Fällen auch eine langfristige Linderung / Lösung ihrer Probleme. Bezüglich der andauernden Effekte von osteopathischer Behandlung auf das VNS bei Personen mit diagnostizierten Erkrankungen gibt es kaum Untersuchungen. Deshalb wäre eine weitere Forschung auf diesem Gebiet mit symptomatischen Probandinnen und Probanden wichtig. Die erzielten Ergebnisse lassen auch keine zuverlässige Aussage über einen Zusammenhang zwischen Effekt und Intervention zu. Es konnte lediglich festgestellt werden, dass es nach Anwendung der Disengagement-Technik in der Gruppe 2 zu signifikanten Veränderungen der HRV in 50% der Mess-Parameter kam. Diese Gruppe bestand (für die statistische Auswertung) aus vier männlichen und zwölf weiblichen Personen mit einem Mindestalter von 22 Jahren und einem Maximalalter von

38 Jahren. Somit ist ein Umlegen der Ergebnisse auf die Durchschnittsbevölkerung nicht möglich.

6.3.5 Mögliche Ursachen

Durch den Ablauf der Messungen (siehe Punkt 4) wurde versucht zu verhindern, dass externe Faktoren einen Einfluss auf die Ergebnisse hatten. Krankheitsbedingte Veränderungen der HRV wurden durch die genaue Definition der Ausschlussfaktoren nahezu ausgeschlossen. Jedoch sollten die unter Punkt 6.2.8 angeführten weiteren Ausschlusskriterien bei der Durchführung einer neuerlichen Studie berücksichtigt werden. Des Weiteren konnte eine ungewollte Beeinflussung (im Sinne eines ungewollt durchgeführten Disengagements) in der Sham-Gruppe durch eine „Nicht-Osteopathin“ verhindert werden. Gleichzeitig wurde jedoch darauf geachtet, dass der Ablauf der Messungen für alle Probandinnen und Probanden beider Gruppen gleich vollzogen wurde. Sowohl die Zeitpunkte und Mess-Intervalle als auch die Lagerung und die Anwendung einer Augenbinde waren standardisierte Vorgehensweisen in beiden Gruppen.

Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass weitere (nicht durch die Studienleiterin beeinflussbare) Faktoren eine Rolle spielen. So kann zum Beispiel nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob sich alle Probandinnen und Probanden an die im „Formular zur Probanden-Information“ (Anhang A) angeführten Verhaltensmaßnahmen hielten. Auch ein fehlendes körperliches Attest bezüglich des Gesundheitszustandes der Teilnehmerinnen und Teilnehmer stellt einen gewissen Unsicherheitsfaktor dar. Des Weiteren ist es möglich, dass der „Persönlichkeits-Faktor“ (siehe Punkt 6.2.2) ebenso eine Rolle spielt. Und schließlich kann auch die momentane emotionale Tagesverfassung bzw. belastende Gedanken die Ergebnisse beeinflusst haben.

Wenn davon ausgegangen wird, dass alle diese Faktoren keine Rolle spielen, so könnten die Ergebnisse folgendermaßen interpretiert werden:

Durch die Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea kommt es zu einer Beeinflussung der HRV und folglich auch des VNS. Als mögliche beteiligte Strukturen könnten folgende angesehen werden:

Der Nervus glossopharyngeus (IX. Hirnnerv) tritt gemeinsam mit dem Sinus petrosus inferior durch den vorderen Abschnitt des Foramen jugulare und bildet dort intracranial das Ganglion superius und extracranial das Ganglion inferius. Der Nervus glossopharyngeus besteht sowohl aus viszeroefferenten als auch aus parasympathischen Fasern (Schünke et al., 2006).

Eine Beeinflussung des Nervus glossopharyngeus durch die Disengagement-Technik könnte somit zu einer vegetativen Reaktion führen. Auch ist eine intracraniale Druckveränderung durch einen verbesserten Abfluss über den Sinus petrosus inferior mit Auswirkung auf die Gehirnhäute, die Sinus und eventuell auch auf die Gehirnstrukturen selbst denkbar.

Im hinteren Abschnitt treten der Nervus vagus (X. Hirnnerv) und der Nervus accessorius (XI. Hirnnerv) durch das Foramen jugulare. Der Nervus vagus gibt sowohl an das Ganglion superius wie auch an das Ganglion inferius Fasern ab. Die Arteria meningea posterior tritt an dieser Stelle in den Schädel ein und versorgt gemeinsam mit weiteren Arterien intrakranial die Dura mater. Über die Vena jugularis interna wird venöses Blut aus dem Gehirn abgeleitet (Schünke et al., 2006).

Auch in diesem Abschnitt des Foramen jugulare kommt es vermutlich zu einer Beeinflussung des Vegetativums. Direkt könnte dieser Einfluss über den Nervus vagus passieren und indirekt wiederum über die Veränderung im Blutgefäßsystem.

6.3.6 Mögliche Änderungen des Studiendesigns

Um eine größere Aussagekraft der Ergebnisse zu erhalten, ist eine Änderung des Studiendesigns zu empfehlen. Einerseits sollte diese Untersuchung mit einer größeren Anzahl an Probandinnen und Probanden wiederholt werden. Andererseits könnten auch folgende Punkte überdacht werden:

- Bei einer Durchführung der Studie mit Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Kindesalter ist mit eindeutigeren Ergebnissen zu rechnen, da in dieser Altersgruppe die HRV am ausgeprägtesten ist.
- Durch den Einsatz von mehreren Osteopathinnen bzw. Osteopathen könnte festgestellt werden, ob sich das Ergebnis auch dann reproduzieren lässt. Dies würde gegen einen reinen „Persönlichkeits-Faktor“ sprechen (siehe Punkt 6.2.2).
- Eine Wiederholung der HRV-Kurzzeitmessung nach einem bestimmten, vordefinierten Zeitraum (zum Beispiel nach 24 Stunden, einer Woche,...) könnte einen eventuellen längerfristigen Effekt aufdecken.
- Eine Langzeitmessung der HRV (24 Stunden) könnte Veränderungen, die innerhalb dieses Zeitraumes stattfinden nachweisen.
- Die Durchführung einer Befragung mittels Fragebogen zum Thema subjektives Wohlbefinden unmittelbar vor und nach bzw. in größerem zeitlichen Abstand zu den Messungen könnte eventuelle Langzeiteffekte auch auf diesem Weg nachweisen.

- Die Einschränkung der Untersuchung auf Probandinnen und Probanden bzw. Patientinnen und Patienten mit einem bestimmten Erkrankungsbild oder den Risikofaktoren dafür könnte neue Erkenntnisse bezüglich der Auswirkung auf die HRV in diesem speziellen Fall bringen.

6.4 Diskussion der osteopathischen Relevanz

Jede wissenschaftliche Untersuchung ist immer eine „Ausnahme-Situation“ und entspricht nicht unbedingt den Bedingungen in der Realität. Die Durchführung einer einzelnen Technik bei asymptomatischen Probandinnen und Probanden hat nichts mit dem zu tun, was eine osteopathische Behandlung ausmacht. Es ist jedoch unabdingbar sich theoretisches Wissen anzueignen, welches dann auch in die Praxis umgesetzt werden kann.

Seit den 1960er Jahren bieten HRV-Messungen ein Werkzeug um komplexe Zusammenhänge im Körper sichtbar und vergleichbar zu machen (Task Force 1996). Mit der Möglichkeit den Zustand des VNS mit Hilfe einer HRV-Messung darzustellen, ergibt sich neben der Anwendung in Studien wie der vorliegenden jedoch auch die Chance, bestimmte Erkrankungen frühzeitig zu erkennen bzw. deren Ausbrechen entgegen zu wirken.

Präventive Maßnahmen werden gesundheitspolitisch immer relevanter. So sind die österreichischen Sozialversicherungen ebenso wie einige private Gesundheitsversicherungen bereit, finanzielle Mittel für Präventionsprogramme bereit zu stellen (Beispiele: SVA - Gesundheitshunderter, Merkur - Time4me,...). Zu diesen Maßnahmen zählen unter anderem auch Möglichkeiten zur Steigerung der parasympathischen Aktivität bzw. die Wiederherstellung der Balance und Reaktionsfähigkeit im VNS. In der osteopathischen Praxis ist die Arbeit am Vegetativum ein wichtiger Punkt. Notwendigerweise sollten die vielfach hypothetisch angenommenen Wirkmechanismen solcher Techniken auch durch wissenschaftliche Untersuchungen bestätigt werden.

Besonders berufspolitisch ist es (nach Meinung der Studienautorin) wichtig, fundierte Belege für die Wirksamkeit der angewandten Methoden zu haben, um das (auch) präventive Potential der Osteopathie noch weiter hervor heben zu können.

Für die vorliegende Arbeit wurden Ausschlusskriterien definiert (siehe Punkt 4.2.2 sowie Punkt 6.2.6), die in den meisten Fällen Erkrankungen des Organismus darstellen, welche in Verbindung mit einer Störung des VNS einhergehen (entweder ursächlich oder

als Folge daraus). Häufig sind auch die emotionale Situation bzw. Stressbelastung für das Auftreten bestimmter Erkrankungen ursächlich (siehe Punkt 2.7.4.3). Die von Alexander (1977) beschriebenen psychosomatischen Krankheitsbilder *Ulcus ventriculi*, *Ulcus duodeni*, *Colitis ulcerosa*, *Morbus Crohn*, essenzielle Hypertonie, *Asthma bronchiale*, *Hyperthyreose*, *rheumatoide Arthritis* und *Neurodermitis* sind somit auch häufig Haupt- oder zumindest Nebendiagnose in osteopathischen Praxisräumen.

Diese Krankheitsbilder können teils beängstigende Symptome (z.B. Herzrasen) mit sich bringen, beziehungsweise eine deutliche Einschränkung der Lebensqualität nach sich ziehen und auf Dauer eine große Belastung darstellen.

Dierlmeier (2015) gibt an, dass es aus osteopathischer Sicht wichtig ist, alle Läsionen im craniosacralen System als negativen Einfluss für den Hypothalamus zu betrachten. Da er der „oberste Befehlsgeber“ für Sympathikus und Parasympathikus ist (vergleiche auch Punkt 2.2), können Störungen, die im cranialen System vorliegen auch beide Anteile des Vegetativums negativ beeinflussen. Auch Läsionen, die die *Medulla oblongata* (obere Anteile des Parasympathikus) betreffen, können sehr unterschiedlich in ihrer Ausprägung sein. Auf jeden Fall wird es jedoch zu einer Erhöhung des Sympathikotonus kommen, wodurch auch alle Organe, die vom *Nervus vagus* versorgt werden mit einem erhöhten Sympathikotonus reagieren können.

Mit dieser Untersuchung wurde festgestellt, dass eine Disengagement-Technik an der *Sutura occipitomastoidea* eine Auswirkung auf die HRV (im Sinne einer Erhöhung der parasympathischen Aktivität) und damit auf das VNS hat. Auch wenn dieser Einfluss sehr unspezifisch ist, konnten damit zwei Faktoren nachgewiesen werden:

1. Es kommt durch die Anwendung einer cranial-osteopathischen Technik zu einer körperlichen Reaktion. Das bedeutet, dass es durch diese Technik auch sehr wahrscheinlich zu einer Veränderung zwischen den beteiligten anatomischen Strukturen (*Occiput* und *Temporale*, sowie aller Gewebe, die in der Nähe dieser beiden Knochen liegen) kommt. Es ist nicht der reine Handkontakt oder die Zuwendung, die diese Reaktion hervorrufen – das konnte durch den Einsatz der Sham-Technik und deren Anwendung durch einen „Nicht-Osteopathen“ ausgeschlossen werden.
2. Es kommt durch die Anwendung dieser Technik zu einer Verschiebung im VNS in Richtung Parasympathikus-Aktivität.

Diese Ergebnisse lassen sich allerdings nicht eins zu eins in die Praxisrealität übertragen, denn die Studie wurde an asymptomatischen Probandinnen und Probanden

durchgeführt – eine Wiederholung an Patientinnen und Patienten eines bestimmten Erkrankungsbildes erscheint auf jeden Fall sinnvoll.

Trotzdem können diese Erkenntnisse für Osteopathinnen und Osteopathen in der täglichen Arbeit unter Umständen wertvoll sein. Bei einem entsprechenden Befund (z. B. ein oder mehrere Faktoren, die in der Anamnese auf eine „psychosomatische“ Veränderung bzw. Risikofaktoren bezüglich einer der unter Punkt 4.2.2 beschriebenen Erkrankungen hinweisen und eine zusätzliche Läsion an der SOM) kann durch Einsatz der Disengagement-Technik an der SOM aller Wahrscheinlichkeit nach ein Schritt in Richtung Verbesserung für Patientinnen und Patienten gesetzt werden. Hier spielt natürlich auch noch der von Dierlmeier (2015) beschriebene Rückkoppelungsmechanismus eine Rolle, denn durch den positiven Einfluss auf das limbische System wird ebenfalls der Hypothalamus und damit auch direkt das vegetative Nervensystem beeinflusst.

Im berufspolitischen Sinn bedeuten die Ergebnisse dieser Studie einen (wenn auch eingeschränkten) Nachweis der Wirksamkeit einer cranial-osteopathischen Technik.

7 Konklusion

Für die folgende Konklusion wurde diese Arbeit kurz zusammengefasst.

7.1 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Studie ergab eine umfangreiche datenbankgestützte Literaturrecherche, dass es zwar zum Thema HRV bzw. VNS umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten gibt, jedoch in Bezug auf die gewählte „Disengagement-Technik“ keine Treffer zu verbuchen waren. Im Theorieteil wurden die wichtigsten anatomischen und physiologischen Grundlagen sowie die Herzratenvariabilität erklärt. Die Forschungsfrage, die osteopathische Relevanz und die Hypothesen waren der nächste Punkt in der vorliegenden Arbeit. Im Kapitel Methodologie wurde der genaue Ablauf der Studie beschrieben.

Diese Untersuchung wurde an 33 Probanden/innen durchgeführt. Es gab zwei Gruppen zu 16 bzw. 17 Probanden. Die Daten eines Probanden der Disengagement-Gruppe fielen wegen aufgetretener Extrasystolen aus den weiteren Auswertungen, womit sich für die statistische Auswertung zwei Gruppen zu je 16 Teilnehmern ergaben. In der Gruppe 1 wurde die Sham-Technik von einer „Nicht-Osteopathin“ und in der Gruppe 2 die Disengagement-Technik von einer Osteopathin durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte mit einem HRV-Scanner der Firma Biosign GmbH. Mittels Handgelenks-Elektroden konnten die 5-Minuten-Kurzzeitmessungen der HRV aufgezeichnet werden.

Mit der statistischen Auswertung wurde Herr Mag. Dr. Harald Lothaller beauftragt – er verwendete IBM SPSS Statistics. In der Sham-Gruppe kam es bei keinem der untersuchten Mess-Parameter zu einer signifikanten Veränderung. In der Disengagement-Gruppe konnte jedoch in 50 Prozent der untersuchten Mess-Parameter eine signifikante Veränderung und in 12,5 Prozent der Fälle eine tendenzielle Veränderung erreicht werden. Bei den gepaarten Stichproben wurden folgende p-Werte erreicht: SD1 $p=0,032$, SD2 $p=0,047$, Stress-Index $p=0,030$ und Mittlere Herzfrequenz $p=0,0001$. Beim Biologischen HRV-Alter konnte ein p-Wert von 0,055 erreicht werden, der als Trend anzusehen ist.

Da bei der Auswertung jedoch Probleme mit der Normalverteilung auftraten, wurden zusätzlich nichtparametrische Tests für die Mess-Parameter Power HF, Power LF und Power Total durchgeführt. Für die Gruppe 1 bestätigten sich die nicht signifikanten Veränderungen. In der Gruppe 2 ergab sich für Power HF ein Wert von $p=0,008$. Dies

entspricht einer statistisch signifikanten Veränderung. Für Power LF und Power Total konnte keine statistisch signifikante Veränderung nachgewiesen werden.

7.2 Schlussfolgerung

Für die Gruppe 1 (Sham-Technik) konnte die H_0 -Hypothese widerlegt werden. Keiner der acht untersuchten Mess-Parameter wies einen statistisch signifikanten Unterschied auf, was belegt, dass die Sham-Technik keinen Einfluss auf die HRV nimmt.

Für die Gruppe 2 (Disengagement-Technik) konnte in 50 Prozent der untersuchten Mess-Parameter (SD1, SD2, Stress-Index und Mittlere Herzfrequenz) die H_0 -Hypothese widerlegt und die H_A -Hypothese belegt werden. Beim Mess-Parameter Biologisches HRV-Alter zeigt sich ein Trend für eine Veränderung, der als tendenziell gewertet werden kann.

Besonders hervorzuheben ist die signifikante Veränderung Mess-Parameters Mittlere Herzfrequenz. Der p-Wert von 0,0001 zeigt auf, dass es, wie durch Nicholas & Nicholas (2009) postuliert, tatsächlich durch den Einsatz einer Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea zu einer statistisch signifikanten Veränderung der Herzrate kommt.

Vor allem die statistisch signifikante Veränderung des Mess-Parameters Power HF deutet darauf hin, dass es nach Durchführung der Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea zu einer vegetativen Reaktion in der parasympathischen Achse kommt, da Frequenzen dieses Mess-Parameters am eindeutigsten dem Parasympathikus zugeordnet werden können.

7.3 Ausblick

Es ist zu empfehlen, diese Untersuchung mit einer größeren Anzahl an Probandinnen und Probanden zu wiederholen um eine größere Aussagekraft der Ergebnisse zu erhalten. Auch eine Wiederholung der Studie unter den folgenden Gesichtspunkten wäre zu überdenken:

- Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Kindesalter; da hier die HRV am ausgeprägtesten ist, ist auch mit einem eindeutigeren Ergebnis zu rechnen
- Wiederholung der Untersuchung mit mehreren Osteopathinnen bzw. Osteopathen um festzustellen, ob sich das Ergebnis auch dann reproduzieren lässt

- Wiederholung der HRV-Kurzzeitmessung nach einem bestimmten, vordefinierten Zeitraum (zum Beispiel nach 24 Stunden, einer Woche,..) um einen längerfristigen Effekt aufzudecken
- Langzeitmessung der HRV (24 Stunden) um Veränderungen, die innerhalb dieses Zeitraumes stattfinden nachzuweisen
- Durchführung einer Befragung mittels Fragebogen zum Thema subjektives Wohlbefinden unmittelbar vor und nach bzw. in größerem zeitlichen Abstand zu den Messungen. Dies könnte eventuelle Langzeiteffekte nachweisen
- Einschränkung der Untersuchung auf Probandinnen und Probanden bzw. Patientinnen und Patienten mit einem bestimmten Erkrankungsbild oder Risikofaktoren dafür

Literaturverzeichnis

- Acanfora, D., Trojano, L., Gheorghide, M., Picone, C., Papa, A., Furgi, G., ... Rengo, F. (2002). A randomized, double-blind comparison of 10 and 20 mg lercanidipine in patients with stable effort angina: effects on myocardial ischemia and heart rate variability. *Am J Ther.*, 9(5), 444-453.
- Achary, U.R., Joseph, K.P., Kannathal, N., Lim, C.M., & Suri, J.S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44, 1031–1051. doi:10.1007/s11517-006-0119-0
- Acharya, R.U., Kannathal, N., Ong, W.S., Luk, Y.P., & Tjileng, C. (2004). Heart rate analysis in normal subjects of various age groups. *BioMedical Engineering OnLine*, 3(24). doi:10.1186/1475-925X-3-24
- Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F.A., Shannon, D.C., Barger, A.C., Cohen, R.J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control. *Science*, 213(4504), 220-222.
- Alexander, F. (1977). *Psychosomatische Medizin – Grundlagen und Anwendungsgebiete*. (3. Aufl.). Berlin: de Gruyter
- Alves, J.C., Wafae, G.C., Coelho, D.D.P., Wafae, N., Coelho, V.D.A., Pereira, E., & Ruiz, C.R. (2009). Sagittal suture of the human cranium and the time of closing. *Int. J. Morphol.*, 27(2), 469-473.
- Baevsky, R.M. (1997). Noninvasive methods in space cardiology. *J Cardiovasc Diagn Proced*, 14(3), 161-171.
- Barral, J-P., & Croibier, A. (2008). *Manipulation kranialer Nerven*. München: Elsevier
- Bédard, M.E., Marquis, K., Poirier, P., & Provencher, S. (2010). Reduced heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease independent of anticholinergic or β -agonist medications. *COPD*, 7(6), 391-397.
- Berntson, G.G., & Cacioppo, J.T. (2007). Stress and Psychiatric Conditions, in *Dynamic Electrocardiography*. In Malik, M., & Camm, A.J. (Hrsg), *Heart Rate Variability* (S 57-64). New York: Futura Publishing Company.
- Bhat, A.N., Sadhoo, A.K., Yograj, S., & Kaur, G. (2005). Autonomic Functions in Postmenopausal Women. *Journal of Medical Education and Research*, 7(3), 135–139.

- Bhat, A.N., Kalsotra, L., & Yograj, S. (2007). Autonomic Reactivity With Altered Thyroid Status. *Journal of Medical Education and Research*, 9(2), 70–74.
- Bicer, A., Akdemir, R., Karakurt, Ö., Akis, H.K., Karasu, B., Sezen, Y., ... Eskioglu, F. (2010). Heart rate variability and turbulence in patients with psoriasis. *Dicle Tip Derg /Dicle Medical Journal*, 37(4), 326–331.
- Birkhofer, A., Schmidt, G., & Förstl, H. (2005). Herz und Hirn - Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 73, 192-205.
- BioSign GmbH. (2014). Dokumentation zum HRV-Scanner V 3.6. Abgerufen von http://www.hrv-scanner.de/download/HRV_Scanner_Dokumentation_web.pdf
- Bundeskanzleramt. (2015). Allgemeines zum Vertragsabschluss durch Kinder und Jugendliche (Geschäftsfähigkeit). Abgerufen von <https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/content/174/Seite.1740317.html#Muen>
- Chelladurai, M.E.S., & Kumaravel, N. (2011). Heart Rate Variability in Different Age and Pathological Conditions. *Journal of Computer Science*, 7(10), 1515–1524.
- Dierlmeier, D. (2015). Nervensystem in der Osteopathie. Periphere Nerven, Gehirn- und Rückenmarkshäute, Vegetativum. (1. Aufl.). Stuttgart: Haug
- Eller-Berndl, D. (2010). Herzratenvariabilität (1. Aufl.). Wien: Verlagshaus der Ärzte.
- Fanghänel, J., Pera, F., Anderhuber, F., & Nitsch, R., (Hrsg.). (2003). *Waldeyer: Anatomie des Menschen* (17. Aufl.). Berlin: de Gruyter.
- Fanghänel, J., Pera, F., Anderhuber, F., & Nitsch, R., (Hrsg.). (2009). *Waldeyer: Anatomie des Menschen* (18. Aufl.). Berlin: de Gruyter.
- Feneis, H. (1998). *Anatomisches Bildwörterbuch der internationalen Nomenklatur* (8. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme.
- Gang, Y., & Malik, M. (2003). Heart Rate Variability Analysis in General Medicine. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal*, 3(1), 34–40.
- Girsberger, W. (2012). Einfluss von Craniosacral Therapie auf die Regulation des autonomen Nervensystems bei Personen mit subjektiven Befindlichkeitsstörungen- Anwendungsbeobachtung mit HRV-Messung. (Masterthesis) Interuniversitäres Kolleg für Gesundheit und Entwicklung, Graz / Schloss Seggau.

- Hainsworth, R. (1995). The Control and Physiological Importance of Heart Rate. In Malik, M. & Camm, A.J. (Hrsg), Heart Rate Variability. (S. 3-20). New York: Futura Publishing Company.
- Harth, S., Obert, M., & Ramsthaler, F. (2009). Estimating age by assessing the ossification degree of cranial sutures with the aid of Flat-Panel-CT. *Legal Medicine*, 11(1), 186-189.
- Hayano, J., Yamada, M., Sakakibara, Y., Fujinami, T., Yokoyama, K., Watanabe, Y., & Takata, K. (1990). Short- and long-term effects of cigarette smoking on heart rate variability. *American Journal of Cardiology*, 65, 84–88. doi:10.1016/0002-9149(90)90030-5
- 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). doi.org/10.1186/1750-4732-2-7
- Hildebrandt, G., Moser, M., & Lehofer, M. (2013). *Chronobiologie und Chronomedizin/ Biologische Rhythmen - Medizinische Konsequenzen* (2. Auflage ed.). Weiz: gesundheitsleitsystem.
- Hoos, O. (2004). Spektralanalyse der Herzfrequenzvariabilität im Sport: Methoden und Anwendungen, Möglichkeiten und Grenzen. In Hottenrott, K, (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin* (S. 28-63). Hamburg: Czwalina
- Hottenrott, K. (2002). Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität und Anwendungsmöglichkeiten im Sport. In Hottenrott, K. (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität im Sport: Prävention, Rehabilitation und Training*. (S. 9-26). Hamburg: Czwalina
- Hottenrott, K. (Hrsg.). (2004). *Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport*. Hamburg: Czwalina
- Hrushesky, W.J., Fader, D., Schmitt, O., & Gilbertsen, V. (1984). The respiratory sinus arrhythmia: a measure of cardiac age. *Science*, 224(4652), 1001-1004.
- Jennings, J.R., & Mack, M.E., (1984). Does aging differentially reduce heart rate variability related to respiration? *Exp Aging Res*, 10, 19-23.

- Jensen-Urstad, K., Storck, N., Bouvier, F., Ericson, M., Lindblad, L.E., & Jensen-Urstad, M. (1997). Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta Physiol Scand*, 160, 235-241.
- Kabir, R., Begum, N., Ferdousi, S., Begum, S., & Ali, T. (2010). Relationship of Thyroid Hormones with Heart Rate Variability. *Journal of Bangladesh Society of Physiologist*, 5(1), 20–26.
- Kennedy, H.L. (1995). Heart Rate Variability Instruments from Commercial Manufacturers. In Malik, M., & Camm, A.J. (Hrsg), *Heart Rate Variability*, editor. *Heart Rate Variability*. (S 127-132). New York: Futura Publishing Company.
- 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. (Masterthesis). Donau-Universität, Krems.
- Lakshmi, V., Vaney, N., & Madhu, S.V. (2009). Effect of thyroxine therapie on autonomic status in hypothyroid patients. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 53(3), 219–226.
- Liem, T. (2010). *Kraniosakrale Osteopathie: Ein praktisches Lehrbuch* (5. Aufl.). Stuttgart: Hippokrates
- Licht, C.M.M., de Geus, E.J.C., Zitman, F.G., Hoogendijk, W.J.G., van Dyck, R., & Penninx, B.W.J.H. (2008). Association Between Major Depressive Disorder and Heart Rate Variability in the Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). *Archives of General Psychiatry*, 65(12), 1358 – 1367.
- Löllgen, H. (1999). Serie: Neue Methoden in der kardialen Funktionsdiagnostik – Herzfrequenzvariabilität. *Deutsches Ärzteblatt*, 96, (31–32). Abgerufen von: <http://www.aerzteblatt.de/archiv/18505/Serie-Neue-Methoden-in-der-kardialen-Funktionsdiagnostik-Herzfrequenzvariabilitaet>.
- Lucini, D., Bertocchi, F., Malliani, A., & Pagani, M. (1996). A controlled study of the autonomic changes produced by habitual cigarette smoking in healthy subjects. *Cardiovascular Research*, 31, 633–939.
- Madeline, L.A., & Elster, A.D. (1995). Suture closure in the human chondrocranium: CT assessment. *Radiology*, 196, 747-756.
<http://dx.doi.org/10.1148/radiology.196.3.7644639>

- Mann, S.S., Naidich, T.P., Towbin, R.B., & Doundoulakis, S.H. (2000). Imaging of postnatal maturation of the skull base. *Neuroimaging Clinics of North America*, 10, 1-21,vii
- Malpas, S.C., Whiteside, E.A., & Maling, T.J. (1991). Heart rate variability and cardiac autonomic function in men with chronic alcohol dependence. *British Heart Journal*, 65, 84–88.
- Merkur Versicherung AG. (2016). Vorsorge. Abgerufen von <http://www.merkur.at/cms/beitrag/1025577/497667>
- Migliaro, E.R., Contreras, P., Bech, S., Etxagibel, A., Castro, M., Ricca, R., & Vicente, K. (2001). Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34(3), 439–500.
- Mirza, M., & Lakshmi, A.N.R. (2012). A Comparative Study of Heart Rate Variability in Diabetic Subjects and Normal Subjects. *International Journal of Biomedical and Advance Research*, 03(08), 640–644.
- Mück, H. (17. Jänner 2014). Homepage. Abgerufen am 11. April 2014 von <http://www.hrv24.de/HRV-HerzIntelligenz/HRV-Intelligenz.htm>
- Mück, H. (17. Jänner 2014). Homepage. Abgerufen am 11. April 2014 von <http://www.hrv24.de/HRV-Geschichte.htm>
- Mück-Weymann, M. (2002). Die Variabilität der Herzschlagfolge: Ein globaler Indikator für Adaptivität in bio-psychozialen Funktionskreisen. *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation*, 60, 324-330.
- Mück-Weymann, M. (2007). Herzratenvariabilitäts-Biofeedback. *Forum Stressmedizin*, 1, 1-7.
- Nicholas, A.S., & Nicholas E.A. (2009). *Atlas Osteopathische Techniken: 350 osteopathische Techniken in Wort und Bild* (1. Aufl.). München: Elsevier.
- Niedermaier, O.N., Smith, M.L., Beightol, L.A., Zkowska-Grojec, Z., Goldstein, D.S., & Eckberg, D.L. (1993). Influence of cigarette smoking on human autonomic function. *Circulation*, 88, 562–571. doi:10.1161/01.CIR.88.2.562
- Oppermann, L.A., (2000). Cranial Sutures as Intramembranous Bone Growth Sites. *Developmental Dynamics*, 219, 472-485.

- Pal, G.K., Chandrasekaran, A., Hariharan, A. P., Dutta, T. K., Pal, P., Nanda, N., & Venugopal, L. (2012). Body mass index contributes to sympathovagal imbalance in prehypertensives. *BioMed Central Cardiovascular Disorders*, 12(54), 1471–2261. doi:10.1186/1471-2261-12-54
- Pratt, O., Gwinnutt, C., & Bakewell, S. (2008). *The Autonomic Nervous System – Basic Anatomy and Physiology: Compiled from articles originally published in Anaesthesia Tutorial of the Week (2005) and Update in Anaesthesia, edition 5 (1995). Update in Anaesthesia*, 24(2), 36-39.
- Qian-Qian L., Guang-Xia S., Qian X., Jing W., Cun-Zhi L., & Lin-Peng W. (2013). Acupuncture Effect and Central Autonomic Regulation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2013, Article ID 267959, 6 pages, doi:10.1155/2013/267959
- RenuMadhavi, CH., & Ananth, A.G. (2012). A Review of Heart Rate Variability and It's Association with Diseases. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 2(3), 86-90
- Ribeiro, T.F., Azevedo, G.D., Crescêncio, J.C., Marães, V.R.F.S., Papa, V., Catai, A.M., ... Silva, E. (2001). Heart rate variability under resting conditions in postmenopausal and young women. *Braz J Med Biol Res*, 34(7), 871 – 877.
- Sayar, K., Gülec, H., Gökce, M., & Ak, I. (2002). Heart Rate Variability in Depressed Patients. *Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 12(3), 130–133.
- 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. (Masterthesis)
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2005). *Prometheus. Lernatlas der Anatomie. Hals und Innere Organe*. Stuttgart: Thieme Verlag
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2006). *Prometheus. Lernatlas der Anatomie. Kopf und Neuroanatomie*. Stuttgart: Thieme Verlag
- Schuster, H-P., & Trappe H-J. (2005). *EKG-Kurs für Isabel (4 Aufl.)*. Stuttgart: Thieme
- Shannon, D.C., Carley, D.W., & Benson. H. (1987). Aging of modulation of heart rate. *Am J Physiol*, 253, H874-H877.

- Shetty, S.B., Pai, S.R., Ak, N., & Shetty, B.A. (2011). Comparison Of Cardiac Autonomic Activity And BMI In Different Phases Of Menstrual Cycle Using Heart Rate Variability. *International Journal of Biomedical and Advance Research*, 2(10), 402 – 409.
- Slater, H. (2005). Vegetatives Nervensystem. In Van den Berg F. (Hrsg), *Angewandte Physiologie*, Band 2, (S 401-423). Stuttgart, New York: Thieme.
- Snider, E.J., Snider, K.T., Halma, K.D., Fossum, Ch., Fryer, G., Yang, Qu., ... Purcell, E. (2010). Differential Effects of Suboccipital Inhibition and Fourth Ventricle Compression On Heart Rate Variability: Evidence For Bi-Directional Modulation Of Autonomic Tone. *JAOA*, 110(8), 450-451.
- Storella, R.J., Shi, Y., O'Connor, D.M., Pharo, G.H., Abrams, J.T., & Levitt, J. (1999). Relief of Chronic Pain May be Accompanied by an Increase in a Measure of Heart Rate Variability. *Anesth Anal*, 89, 448–450.
- SVA (Sozialversicherungsanstalt der gewerblichen Wirtschaft). (2016). Abgerufen von <http://esvsva.sozvers.at/portal27/portal/svportal/content/contentWindow?contentid=10007.751244&action=2>
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability; Standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17, 354–381.
- Teasdale, G., & Jennett B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness: A practical scale. *Lancet*, 2(7872), 81–84.
- Trepel, M. (2004). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (3. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Todd, T.W., & Lyon Jr, D.W. (1925). Cranial suture closure. Its progress and age relationship. Part II. - Ectocranial closure in adult males of white stock. *American Journal of Physical Anthropology*, 8 (1), 23-45 Article first published online: 7 JUN 2005 DOI: 10.1002/ajpa.1330080103
- Todd, T.W., & Lyon Jr, D.W. (1925). Cranial suture closure. Its progress and age relationship. Part III. - Endocranial closure in adult males of Negro stock. *American Journal of Physical Anthropology*, 8 (1), 47-71 Article first published online: 7 JUN 2005 DOI: 10.1002/ajpa.1330080104

- Voss, A., Malberg, H., Schumann, A., Wessel, N., Walther, T., Stepan, H., & Faber, R. (2000). Baroreflex Sensitivity, Heart Rate, and Blood Pressure Variability in Normal Pregnancy. *American Journal of Hematology*, 13, 1218-1225
- 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.
- 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>
- WHO, DIMDI. (2012). ICD-10-GM. Systematisches Verzeichnis: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision. Abgerufen von <https://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-who/kodesuche/onlinefassungen/htmlamtl2013/block-f10-f19.htm>
- WHO, DIMDI. (2012). ICD-10-GM. Systematisches Verzeichnis: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision. Abgerufen von <http://www.icd-code.de/icd/code/F45.41.html>

Anhang A

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: menschlicher Schädel mit Suturen (abgerufen am 25.11.2015 von: http://commons.wikimedia.org/File%3AHuman_skull_side_suturas_side).....	3
Abbildung 2: EKG, schematische Darstellung (abgerufen am 25.11.2015 von: http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AEKG_Complex_de.svg)	14
Abbildung 3: prozentuelle Geschlechterverteilung in der Sham-Gruppe (Darstellung der Autorin)	25
Abbildung 4: prozentuelle Geschlechterverteilung in der Disengagement-Gruppe (Darstellung der Autorin).....	26
Abbildung 5: Handanlage für Sham- und Disengagement-Technik am Schädelmodell (Darstellung der Autorin).....	27
Abbildung 6: HRV-Scanner der Firma Biosign GmbH (Darstellung der Autorin)	28
Abbildung 7: Flussdiagramm Probandenakquirierung – Datenanalyse (Darstellung der Autorin)	32
Abbildung 8: Flussdiagramm Ablauf der Messungen (Darstellung der Autorin)	33
Abbildung 9: Lagerung und Anlage der Augenbinde (Darstellung der Autorin).....	34
Abbildung 10: Anlage der Handgelenks-Elektroden (Darstellung der Autorin).....	34
Abbildung 11: Geschlechterverteilung (Darstellung der Autorin)	36
Abbildung 12: SD1: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	41
Abbildung 13: SD2: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	41
Abbildung 14: Power HF: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	42
Abbildung 15: Power LF: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	42
Abbildung 16: Power Total: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	43
Abbildung 17: Stress-Index: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	43
Abbildung 18: Mittlere Herzfrequenz: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 (Darstellung der Autorin).....	44

Abbildung 19: Biologisches HRV-Alter: Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2
(Darstellung der Autorin).....44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchbegriffe in Englisch und Deutsch (Darstellung der Autorin).....	21
Tabelle 2: Verwendete Datenbanken und Journale (Darstellung der Autorin)	22
Tabelle 3: Verwendete Internetseiten (Darstellung der Autorin).....	22
Tabelle 4: Probandinnen und Probanden der Sham-Gruppe / Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)	24
Tabelle 5: Probandinnen und Probanden der Disengagement-Gruppe / Gruppe 2 (Darstellung der Autorin).....	25
Tabelle 6: Kreuztabelle Gruppe x Geschlecht (Darstellung der Autorin)	36
Tabelle 7: Chi-Quadrat-Test (Darstellung der Autorin).....	37
Tabelle 8: T-Test-Analyse der Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)	38
Tabelle 9: T-Test-Analyse der Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	39
Tabelle 10: Statistik für Wilcoxon-Rangsummen-Test Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)	39
Tabelle 11: Statistik für Wilcoxon-Rangsummen-Test Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	40
Tabelle 12: Suchbegriffe Englisch / Deutsch (Darstellung der Autorin).....	46
Tabelle 13: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 1, Messung 1 (Darstellung der Autorin)	86
Tabelle 14: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 1, Messung 2 (Darstellung der Autorin)	86
Tabelle 15: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 1, Veränderung Messung 2 in % von Messung 1 (Darstellung der Autorin).....	87
Tabelle 16: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 2, Messung 1 (Darstellung der Autorin)	89
Tabelle 17: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 2, Messung 2 (Darstellung der Autorin)	90
Tabelle 18: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 2, Veränderung Messung 2 in % von Messung 1 (Darstellung der Autorin).....	91
Tabelle 19: Statistik bei gepaarten Stichproben, Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)	92
Tabelle 20: Test bei gepaarten Stichproben, Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)	93
Tabelle 21: Statistik bei gepaarten Stichproben, Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	94

Tabelle 22: Test bei gepaarten Stichproben, Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	95
Tabelle 23: Wilcoxon-Rangsummen -Test, Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)	96
Tabelle 24: Wilcoxon-Rangsummen-Test, Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)	97

Abkürzungsverzeichnis

α	Signifikanzniveau
bzw.	beziehungsweise
CTG	Cardiotokogramm
DET	Disengagement-Technik
EKG	Elektrokardiogramm
G1	Gruppe 1 = Sham-Gruppe
G2	Gruppe 2 = Disengagement Gruppe
H _A -Hypothese	Alternativhypothese
H ₀ -Hypothese	Nullhypothese
HF-Bereich	High-Frequency-Bereich
HRV	Herzratenvariabilität
Hz	Hertz
LF-Bereich	Low-Frequency-Bereich
LF/HF-Ratio	Verhältnis von Low-Frequency- zu High-Frequency-Bereich
ms / ms ²	Millisekunde / Millisekunde zum Quadrat
n	Stichprobengröße
NN-Intervall	Normal-to-normal-Intervall
OMS	occipitomastoid suture
p-Wert	Signifikanzwert
RSA	Respiratorische Sinusarhythmie
SDNN	Standardabweichung der NN-Intervalle
SD1	Standardabweichung 1
SD2	Standardabweichung 2
SOM	Sutura occipitomastoidea
VNS	Vegetatives Nervensystem
VLf-Bereich	Very-Low-Frequency-Bereich
z.B.	zum Beispiel
ZNS	Zentrales Nervensystem

Formular zur Probanden-Information

Probanden-Information

Liebe Studienteilnehmerin, lieber Studienteilnehmer!

Sie haben sich bereiterklärt an dieser Studie zur Erlangung des Master-Grades in Osteopathie teilzunehmen. Der Titel der Studie lautet:

Hat eine Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea einen Einfluss auf das vegetative Nervensystem?

Begriffserklärung:

Die **Osteopathie** ist eine ganzheitliche, manuelle Therapieform, bei der die Osteopathin / der Osteopath hauptsächlich mit den Händen an bestimmten Körperstellen arbeitet um Blockaden und Ungleichgewichte im Körpersystem zu beheben.

Mit dieser Studie soll überprüft werden, ob eine bestimmte Technik an einer bestimmten Zone im Schädelbereich einen Einfluss auf das vegetative Nervensystem hat.

Das **Vegetative Nervensystem** steuert im menschlichen Körper automatisch ablaufende innerkörperliche Vorgänge. Dazu zählen unter anderem der Herzschlag, die Atmung, der Blutdruck, die Verdauung und der Stoffwechsel.

Mit einem **Herzratenvariabilitäts-Scanner** (HRV-Scanner) kann auf relativ einfachem Weg festgestellt werden, ob es zu Veränderungen im vegetativen Nervensystem kommt. Dieser HRV-Scanner misst die Variabilität von einem Herzschlag zum nächsten. Im optimalsten Fall ist diese Variabilität sehr hoch - das bedeutet, dass das vegetative Nervensystem auf Veränderungen in der Außenwelt reagiert.

Voraussetzung zur Studienteilnahme:

Zugelassen zur Studienteilnahme sind Personen mit einem Alter zwischen 18 und 40 Jahren. Die unterzeichnete Einverständiserklärung ist zwingend notwendig.

Es dürfen keine physischen Erkrankungen bestehen, die die Herzratenvariabilität beeinflussen. Dazu zählen: Diabetes, Psoriasis, Herz-Kreislaferkrankungen, Schilddrüsenerkrankungen, Nierenerkrankungen, Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems (Kopf-Hirnverletzungen, gesteigerter intracranieller Druck, Hirn-Infarkt, Guillan-Barré-Syndrom, Parkinson) und Erkrankungen des Vegetativen Nervensystems sowie ein Body-Mass-Index über 23. Weiters ausgeschlossen sind Personen mit psychiatrischen Erkrankungen wie Depressionen, Angststörungen, Schizophrenie, Suchterkrankungen (dazu zählen auch Nikotin- und Alkoholmissbrauch), da auch hier die Herzratenvariabilität verändert ist. Auch die Einnahme von bestimmten Medikamenten (Antidepressiva, Hormonersatztherapie, Herzwirksame Medikamente) und ein postmenopausaler Zustand sind Ausschlussgründe.

Zum Ablauf der Studie:

Sie werden gebeten, mindestens 1,5 Stunden vor ihrem Test-Termin nicht zu essen, nicht zu rauchen und keinen Kaffee zu trinken um den Einfluss auf das Vegetative Nervensystem nicht zu verändern. Unmittelbar vor ihrem Termin sollten sie die

Blase entleeren. Kontaktlinsenträger/innen werden gebeten diese nach Möglichkeit zu entfernen, um die Augen für die Dauer der Untersuchung (ca. 30 Minuten) ohne Probleme geschlossen halten zu können. Tragen sie bitte am Untersuchungstag bequeme Kleidung, die sie nicht einengt.

Vor Beginn der Untersuchung können letzte offene Fragen von ihrer Seite gestellt werden.

Sie werden in bequemer Rückenlage positioniert und gelagert. Es erfolgt die Anlage der Elektroden an beiden Handgelenken und ihre Augen werden mit einer leichten Augenbinde abgedeckt, um die Einflüsse des Lichts zu minimieren. Sie werden gebeten sich bis auf Widerruf möglichst nicht zu bewegen, um eine fehlerfreie Messung zu ermöglichen. Nach ein paar Minuten zur Entspannung wird die erste Messung für fünf Minuten durchgeführt.

Nach der Messung erfolgt die Test-Behandlung. Dafür werden die Hände mit sanftem Druck auf bestimmte Stellen des Schädels gelegt. Die Behandlung ist absolut schmerzfrei! Nach dieser Behandlung, die ca. fünf Minuten dauert, wird die zweite Messung mit dem HRV-Scanner durchgeführt.

Nach der Abnahme der Elektroden und der Entfernung des Lagerungsmaterials werden sie gebeten, sich langsam aufzusetzen. Sie haben die Gelegenheit, noch weitere Fragen zu stellen.

Es ist möglich, dass sie in den folgenden 24 bis 72 Stunden nach der Behandlung Reaktionen verspüren. Diese können von einer leichten Müdigkeit oder besonderen Wachheit über vermehrtes oder verringertes Schwitzen bis hin zu Veränderungen im Verdauungssystem reichen. Diese Reaktionen sind Zeichen einer Antwort des vegetativen Nervensystems auf die Behandlung und durchaus als positiv zu bewerten. Es ist aber auch durchaus möglich, dass sie keine Reaktionen verspüren. Als Dankeschön für ihre Teilnahme an der Studie erhalten sie einen Gutschein für eine therapeutische Behandlung im Therapiezentrum Markhof.

Vielen Dank für ihre Mitarbeit!

Barbara Hauser

Formular zur Einverständniserklärung

Schriftliche Einverständniserklärung zur Teilnahme an einem klinischen Versuch mit einer osteopathischen Technik!

- Bitte lesen Sie dieses Formular sorgfältig durch.
- Bitte fragen Sie, wenn Sie etwas nicht verstehen oder wissen möchten.

Titel der Studie:	Hat eine Disengagement-Technik an der Sutura occipitomastoidea einen Einfluss auf das vegetative Nervensystem?
Ort der Studie:	Therapiezentrum Markhof, Geidorfgürtel 21/1; 8010 Graz
Testpersonen:	Barbara Hauser, Elisabeth Friedmann
Proband/in:	Name und Vorname: Geburtsdatum: <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich

- Ich wurde von der Testperson schriftlich (und auf Wunsch auch mündlich) über die Ziele, den Ablauf der Studie, über die zu erwartenden Wirkungen und mögliche Nebenwirkungen informiert.
- Ich habe die zur oben genannten Studie abgegebene schriftliche Probanden-Information vom gelesen und verstanden. Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie sind mir zufriedenstellend beantwortet worden. Ich kann die schriftliche Probanden-Information behalten und erhalte eine Kopie meiner schriftlichen Einverständniserklärung.
- Ich hatte genügend Zeit, um meine Entscheidung zu treffen.
- Ich bin darüber informiert, dass eine Versicherung Schäden deckt, falls solche im Rahmen der Studie auftreten.
- Ich weiß, dass meine persönlichen Daten nur in anonymisierter Form zu Forschungszwecken verwendet werden. Ich bin einverstanden, dass die Prüfkommision der Studie und die Ethikkommission zu Prüf- und Kontrollzwecken in meine Originaldaten Einsicht nehmen dürfen, jedoch unter strikter Einhaltung der Vertraulichkeit.
- Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Zustimmung zur Teilnahme widerrufen.
- Ich bin mir bewusst, dass während der Studie die in der Probanden-Information genannten Anforderungen und Einschränkungen einzuhalten sind.

Ort, Datum	Unterschrift des/der Probanden/in
------------	-----------------------------------

Bestätigung der Testperson: Hiermit bestätige ich, dass ich diesem/r Patienten/in Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie erläutert habe. Ich versichere, alle im Zusammenhang mit dieser Studie stehenden Verpflichtungen zu erfüllen.

Ort, Datum	Unterschrift der Testperson
------------	-----------------------------

Flyer zur Probanden-Akquirierung



Für eine Masterthesen-Studie werden männliche und weibliche Probanden zwischen 18 und 40 Jahren gesucht. Voraussetzungen sind physische und psychische Gesundheit.

Zeitaufwand

Einmalig ca. 45 Minuten – die Termine finden um die Mittagszeit statt.

Durchführung

In bequemer Rückenlage wird eine vollkommen schmerzfreie Technik am Schädelknochen ausgeführt. Es soll damit geklärt werden, ob es dadurch zu einer Veränderung im vegetativen Nervensystem kommt.

Ort der Studie

Therapiezentrum Markhof, Geidorfgürtel 21/1, 8010 Graz (Nähe Uni Mensa)

Terminvereinbarungen

T: 0316 / 34 90 90

Studienleiterin



Barbara Hauser
Osteopathin, Physiotherapeutin, Yogalehrerin

Als Dankeschön erhalten alle ProbandInnen einen Behandlungsgutschein.

THERAPIEZENTRUM  MARKHOF

Statistische Auswertung in tabellarischer Form

Tabelle 13: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 1, Messung 1 (Darstellung der Autorin)

	M1_ SD1	M1_ SD2	M1_ Power HF	M1_ Power LF	M1_ Power Total	M1_ Stress- index	M1_ Mittlere HF	M1_ Biolog. HRV Alter	
N	16	16	16	16	16	16	16	16	
Parameter	Mittelwert	23,866250	52,941875	190,501250	366,688750	722,3537	202,122500	72,831250	68,88
der Normal- verteilung	Standardab- weichung	10,4863123	23,3905098	149,8743909	672,1411046	837,25283	116,0690316	8,4618263	17,546
Extremste	Absolut	,108	,229	,132	,305	,271	,178	,152	,213
Differenzen	Positiv	,108	,229	,128	,293	,271	,178	,152	,151
	Negativ	-,087	-,164	-,132	-,305	-,268	-,090	-,099	-,213
Kolmogorov-Smirnov-Z		,430	,916	,529	1,219	1,083	,713	,609	,852
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,993	,371	,943	,102	,192	,690	,852	,462

Tabelle 14: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 1, Messung 2 (Darstellung der Autorin)

	M2_ SD1	M2_ SD2	M2_ Power HF	M2_ Power LF	M2_ Power Total	M2_ Stress- index	M2_ Mittlere HF	M2_ Biolog. HRV Alter
N	16	16	16	16	16	16	16	16
Parameter der Normal- verteilung	Mittelwert 24,791875	58,699375	182,304375	814,290625	190,370625	72,313750	65,81	351,102500
	Standardab- weichung 10,3248453	25,6996582	129,8953696	923,7730524	106,4645825	8,8503453	17,830	798,2762921
Extremste Differenzen	Absolut ,082	,287	,148	,312	,164	,165	,258	,386
	Positiv ,082	,287	,148	,312	,164	,165	,154	,386
	Negativ -,072	-,211	-,112	-,288	-,096	-,128	-,258	-,342
Kolmogorov-Smirnov-Z	,327	1,149	,591	1,543	1,249	,655	,659	1,034
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	1,000	,143	,876	,017	,088	,784	,778	,236

Tabelle 15: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 1, Veränderung Messung 2 in % von Messung 1
(Darstellung der Autorin)

	SD1- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	SD2- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	HF- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	LF- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	Total- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	Stress- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	MittHF- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	BiolHRVAlter- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1
N	16	16	16	16	16	16	16	16
Parameter der Normal-Verteilung								
Mittelwert	105,7677	114,7210	113,2727	96,5788	130,7129	100,4248	99,2578	96,7966
Standardab- weichung	10,80716	35,71622	45,43910	60,84038	83,82990	24,88351	3,61193	16,68445
Extremste Differenzen								
Absolut	,162	,305	,227	,198	,338	,222	,138	,247
Positiv	,162	,305	,227	,198	,338	,141	,086	,142
Negativ	-,113	-,156	-,142	-,143	-,174	-,222	-,138	-,247
Kolmogorov-Smirnov-Z	,649	1,218	,909	,792	1,350	,888	,551	,988
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,793	,103	,380	,557	,052	,410	,922	,283

Tabelle 16: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 2, Messung 1 (Darstellung der Autorin)

	M1_ SD1	M1_ SD2	M1_ Power HF	M1_ Power LF	M1_ Power Total	M1_ Stress- index	M1_ Mittlere HF	M1_ Biolog. HRV Alter
N	16	16	16	16	16	16	16	16
Parameter der Normal-Verteilung								
Mittelwert	27,278125	58,044375	206,275000	282,155625	751,3338	174,817500	66,807500	64,19
Standardab- weichung	16,2844835	21,8988395	261,0344852	375,1124269	571,38477	99,4628214	9,3642964	20,724
Extremste Differenzen								
Absolut	,234	,110	,296	,393	,170	,160	,126	,173
Positiv	,234	,104	,296	,393	,165	,160	,102	,136
Negativ	-,184	-,110	-,267	-,284	-,170	-,129	-,126	-,173
Kolmogorov-Smirnov-Z	,934	,441	1,184	1,571	,682	,639	,503	,692
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,347	,990	,121	,014	,741	,808	,962	,725

Tabelle 17: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 2, Messung 2 (Darstellung der Autorin)

	M2_ SD1	M2_ SD2	M2_ PowerHF	M2_ PowerLF	M2_ PowerTotal	M2_ Stress index	M2_Mittl .HF	M2_ Biol. HRV Alter	
N	16	16	16	16	16	16	16	16	
Parameter der Normal- verteilung	Mittelwert	32,572500	67,560000	384,066250	1195,088750	126,278125	63,973125	57,00	345,145625
	Standardab- weichung	18,6037392	28,1422667	490,7034085	1408,4177965	77,7479738	8,9910642	19,435	512,2963798
Extremste Differenzen	Absolut	,230	,281	,247	,415	,229	,094	,167	,373
	Positiv	,230	,281	,235	,415	,229	,094	,090	,373
	Negativ	-,172	-,117	-,247	-,253	-,116	-,093	-,167	-,296
Kolmogorov-Smirnov-Z		,920	1,125	,990	1,492	1,659	,915	,375	,668
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,366	,159	,281	,023	,008	,372	,999	,764

Tabelle 18: Kolmogorov-Smirnov-Test der Gruppe 2, Veränderung Messung 2 in % von Messung 1
(Darstellung der Autorin)

		SD1- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	SD2- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	HF- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	LF- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	Total- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	Stress- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	MittHF- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1	BiolHRVAlter- Veränder- ung Messung 2 in % von Messung 1
N		16	16	16	16	16	16	16	16
Parameter der Normal- verteilung	Mittelwert	124,4376	120,8201	238,8382	141,3010	168,5464	80,4638	95,8090	91,2428
	Standardab- weichung	35,44500	36,59159	228,57439	76,29065	111,99524	35,76095	3,35110	22,37526
Extremste Differenzen	Absolut	,200	,187	,276	,186	,288	,092	,165	,182
	Positiv	,200	,187	,276	,186	,288	,092	,165	,182
	Negativ	-,141	-,118	-,219	-,099	-,181	-,082	-,140	-,140
Kolmogorov-Smirnov-Z		,801	,749	1,105	,745	1,152	,368	,662	,728
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,543	,628	,174	,636	,141	,999	,774	,665

Tabelle 19: Statistik bei gepaarten Stichproben, Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)

	Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Paaren 1	M1_SD1	23,866250	16	10,4863123	2,6215781
	M2_SD1	24,791875	16	10,3248453	2,5812113
Paaren 2	M1_SD2	52,941875	16	23,3905098	5,8476275
	M2_SD2	58,699375	16	25,6996582	6,4249146
Paaren 3	M1_PowerHF	190,501250	16	149,8743909	37,4685977
	M2_PowerHF	182,304375	16	129,8953696	32,4738424
Paaren 4	M1_PowerLF	366,688750	16	672,1411046	168,0352762
	M2_PowerLF	351,102500	16	798,2762921	199,5690730
Paaren 5	M1_PowerTotal	722,3537	16	837,25283	209,31321
	M2_PowerTotal	814,290625	16	923,7730524	230,9432631
Paaren 6	M1_Stressindex	202,122500	16	116,0690316	29,0172579
	M2_Stressindex	190,370625	16	106,4645825	26,6161456
Paaren 7	M1_MittHF	72,831250	16	8,4618263	2,1154566
	M2_MittHF	72,313750	16	8,8503453	2,2125863
Paaren 8	M1_BiolHRVAlter	68,88	16	17,546	4,386
	M2_BiolHRVAlter	65,81	16	17,830	4,457

Tabelle 20: Test bei gepaarten Stichproben, Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardab- weichung	Standard- fehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Untere	Obere				
Paaren 1	M1_SD1 - M2_SD1	-,9256250	2,6699662	,6674916	-2,3483496	,4970996	-1,387	15	,186	
Paaren 2	M1_SD2 - M2_SD2	-5,7575000	15,5062867	3,8765717	-14,0202169	2,5052169	-1,485	15	,158	
Paaren 3	M1_PowerHF - M2_PowerHF	8,1968750	96,2455063	24,0613766	-43,0887351	59,4824851	,341	15	,738	
Paaren 4	M1_PowerLF - M2_PowerLF	15,5862500	181,3316904	45,3329226	-81,0385873	112,2110873	,344	15	,736	
Paaren 5	M1_PowerTotal - M2_PowerTotal	-91,9368750	351,7010424	87,9252606	-	279,3451317	95,4713817	-1,046	15	,312
Paaren 6	M1_Stressindex - M2_Stressindex	11,7518750	57,0327733	14,2581933	-18,6387447	42,1424947	,824	15	,423	
Paaren 7	M1_MittHF - M2_MittHF	,5175000	2,5095245	,6273811	-,8197312	1,8547312	,825	15	,422	
Paaren 8	M1_BiolHRVAlter - M2_BiolHRVAlter	3,063	11,636	2,909	-3,138	9,263	1,053	15	,309	

Tabelle 21: Statistik bei gepaarten Stichproben, Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

		Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	M1_SD1	27,278125	16	16,2844835	4,0711209
	M2_SD1	32,572500	16	18,6037392	4,6509348
Paaren 2	M1_SD2	58,044375	16	21,8988395	5,4747099
	M2_SD2	67,560000	16	28,1422667	7,0355667
Paaren 3	M1_PowerHF	206,275000	16	261,0344852	65,2586213
	M2_PowerHF	384,066250	16	490,7034085	122,6758521
Paaren 4	M1_PowerLF	282,155625	16	375,1124269	93,7781067
	M2_PowerLF	345,145625	16	512,2963798	128,0740950
Paaren 5	M1_PowerTotal	751,3338	16	571,38477	142,84619
	M2_PowerTotal	1195,088750	16	1408,4177965	352,1044491
Paaren 6	M1_Stressindex	174,817500	16	99,4628214	24,8657054
	M2_Stressindex	126,278125	16	77,7479738	19,4369934
Paaren 7	M1_MittHF	66,807500	16	9,3642964	2,3410741
	M2_MittHF	63,973125	16	8,9910642	2,2477661
Paaren 8	M1_BiolHRVAlter	64,19	16	20,724	5,181
	M2_BiolHRVAlter	57,00	16	19,435	4,859

Tabelle 22: Test bei gepaarten Stichproben, Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)	
	Mittelwert	Standardab- weichung	Standard- fehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
				Untere	Obere				
Paaren 1	M1_SD1 - M2_SD1	-5,2943750	8,9755393	2,2438848	-10,0771023	-5,116477	-2,359	15	,032
Paaren 2	M1_SD2 - M2_SD2	-9,5156250	17,6230538	4,4057635	-18,9062875	-,1249625	-2,160	15	,047
Paaren 3	M1_PowerHF - M2_PowerHF	-177,7912500	420,7372623	105,1843156	-401,9863116	46,4038116	-1,690	15	,112
Paaren 4	M1_PowerLF - M2_PowerLF	-62,9900000	353,9788377	88,4947094	-251,6120082	125,6320082	-,712	15	,488
Paaren 5	M1_PowerTotal - M2_PowerTotal	-443,7550000	1027,8293006	256,9573252	-991,4465739	103,9365739	-1,727	15	,105
Paaren 6	M1_Stressindex - M2_Stressindex	48,5393750	80,8860015	20,2215004	5,4382672	91,6404828	2,400	15	,030
Paaren 7	M1_MitthF - M2_MitthF	2,8343750	2,4880112	,6220028	1,5086074	4,1601426	4,557	15	,0001
Paaren 8	M1_BiolHRVAlter - M2_BiolHRVAlter	7,188	13,790	3,447	-,161	14,536	2,085	15	,055

Tabelle 23: Wilcoxon-Rangsummen -Test, Gruppe 1 (Darstellung der Autorin)

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
M2_PowerHF - M1_PowerHF	Negative Ränge	7	9,14	64,00
	Positive Ränge	9	8,00	72,00
	Bindungen	0		
	Gesamt	16		
M2_PowerLF - M1_PowerLF	Negative Ränge	11	7,91	87,00
	Positive Ränge	5	9,80	49,00
	Bindungen	0		
	Gesamt	16		
M2_PowerTotal - M1_PowerTotal	Negative Ränge	6	8,33	50,00
	Positive Ränge	10	8,60	86,00
	Bindungen	0		
	Gesamt	16		

Tabelle 24: Wilcoxon-Rangsummen-Test, Gruppe 2 (Darstellung der Autorin)

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
M2_PowerHF - M1_PowerHF	Negative Ränge	2	8,50	17,00
	Positive Ränge	14	8,50	119,00
	Bindungen	0		
	Gesamt	16		
M2_PowerLF - M1_PowerLF	Negative Ränge	4	8,75	35,00
	Positive Ränge	12	8,42	101,00
	Bindungen	0		
	Gesamt	16		
M2_PowerTotal - M1_PowerTotal	Negative Ränge	5	7,00	35,00
	Positive Ränge	11	9,18	101,00
	Bindungen	0		
	Gesamt	16		

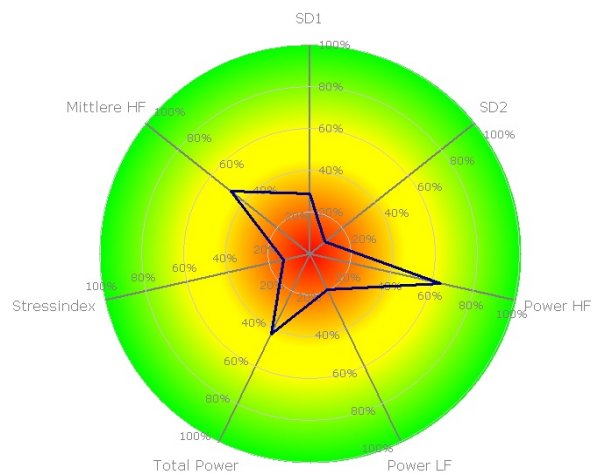
Datenblätter

Proband 1 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

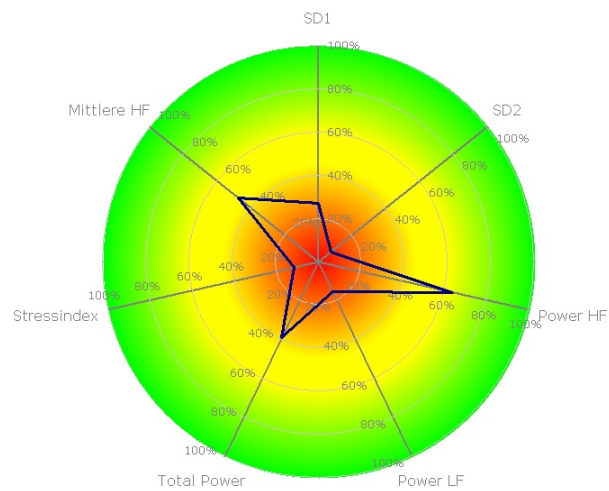
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	31,39	ms	28,66 %
SD2	42,25	ms	9,26 %
Power HF-Band	254,48	ms	63,89 %
Power LF-Band	39,61	ms	19,18 %
Power Total	452,31	ms	42,63 %
Stressindex	180,18	Pkt.	12,90 %
Mittlere HF	71,09	1/min.	48,19 %

Proband 1 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

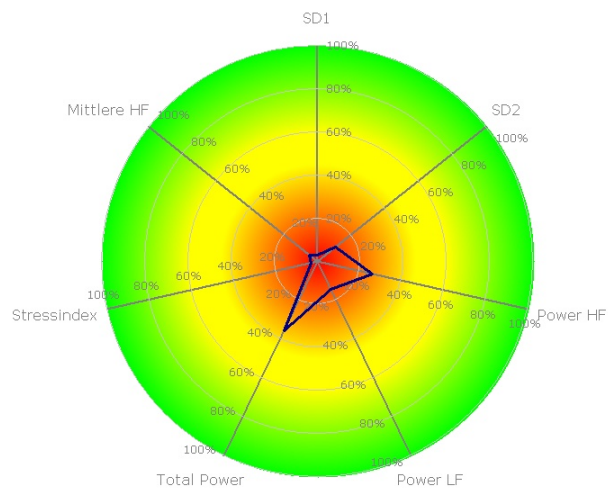
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	30,78	ms	27,21 %
SD2	38,11	ms	7,52 %
Power HF-Band	250,53	ms	63,55 %
Power LF-Band	29,03	ms	15,38 %
Power Total	363,60	ms	38,92 %
Stressindex	190,00	Pkt.	11,73 %
Mittlere HF	71,31	1/min.	47,25 %

Proband 2 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

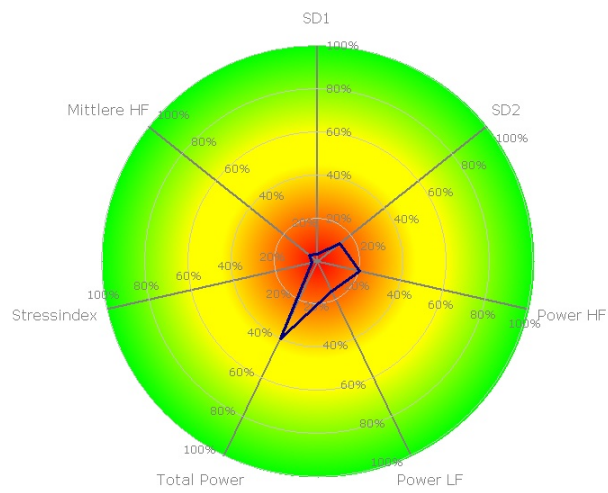
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	8,25	ms	2,81 %
SD2	40,82	ms	10,50 %
Power HF-Band	34,05	ms	25,86 %
Power LF-Band	23,30	ms	14,29 %
Power Total	243,01	ms	35,72 %
Stressindex	480,66	Pkt.	2,81 %
Mittlere HF	88,46	1/min.	4,63 %

Proband 2 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

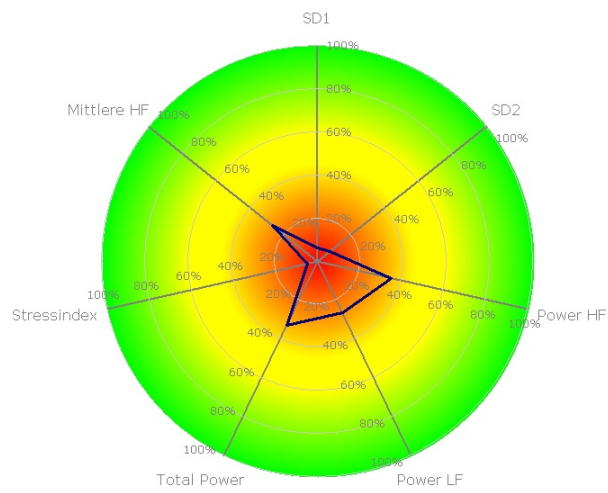
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	9,71	ms	3,37 %
SD2	45,58	ms	13,52 %
Power HF-Band	24,60	ms	20,10 %
Power LF-Band	25,49	ms	15,30 %
Power Total	304,87	ms	39,60 %
Stressindex	501,56	Pkt.	2,59 %
Mittlere HF	88,41	1/min.	4,67 %

Proband 3 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

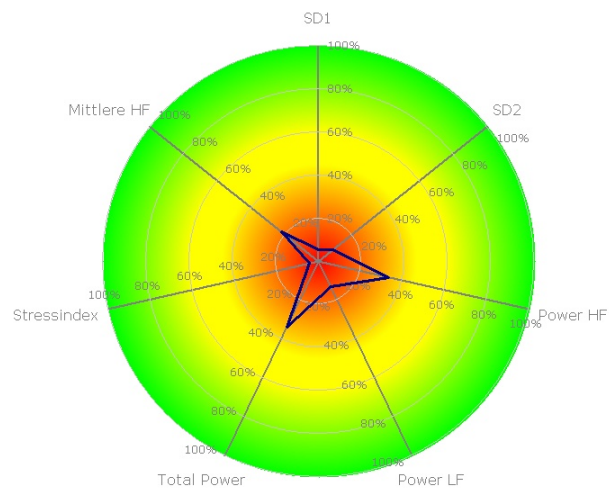
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	21,19	ms	6,30 %
SD2	50,57	ms	7,43 %
Power HF-Band	216,69	ms	35,08 %
Power LF-Band	107,63	ms	26,56 %
Power Total	483,65	ms	32,64 %
Stressindex	186,62	Pkt.	4,79 %
Mittlere HF	76,54	1/min.	26,91 %

Proband 3 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

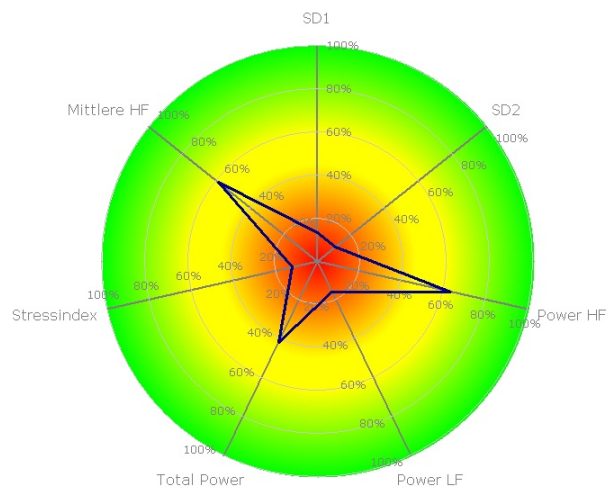
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	19,21	ms	5,33 %
SD2	54,60	ms	8,66 %
Power HF-Band	195,19	ms	33,34 %
Power LF-Band	33,97	ms	13,00 %
Power Total	528,57	ms	33,88 %
Stressindex	199,90	Pkt.	4,10 %
Mittlere HF	78,14	1/min.	21,89 %

Proband 4 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

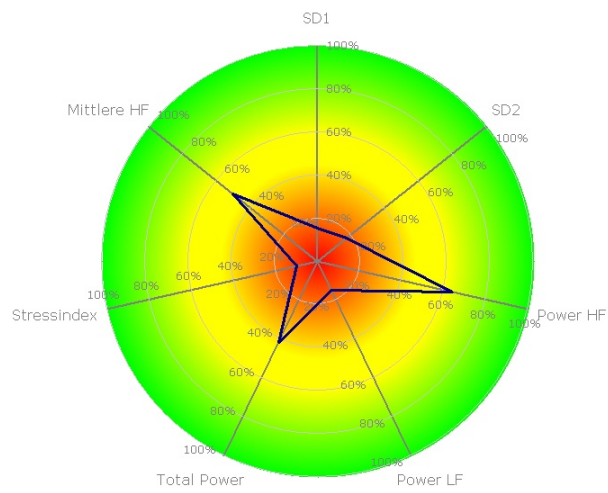
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	21,55	ms	13,15 %
SD2	42,30	ms	10,90 %
Power HF-Band	180,42	ms	63,31 %
Power LF-Band	26,61	ms	15,51 %
Power Total	356,33	ms	41,57 %
Stressindex	210,16	Pkt.	12,06 %
Mittlere HF	68,55	1/min.	58,85 %

Proband 4 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

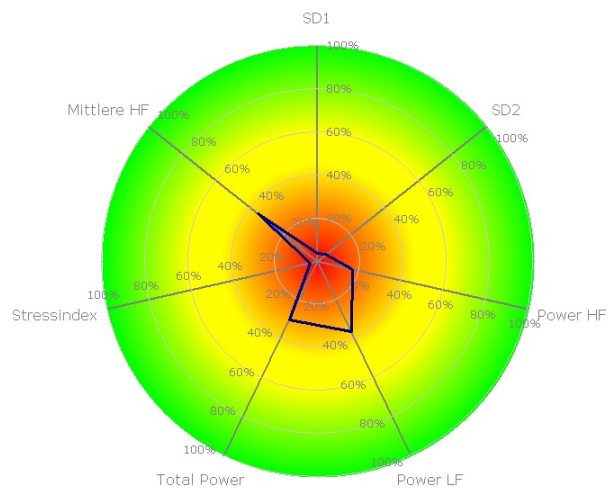
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	22,94	ms	15,28 %
SD2	51,21	ms	17,16 %
Power HF-Band	186,00	ms	64,01 %
Power LF-Band	25,27	ms	14,92 %
Power Total	352,69	ms	41,39 %
Stressindex	233,46	Pkt.	10,03 %
Mittlere HF	70,63	1/min.	50,11 %

Proband 5 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

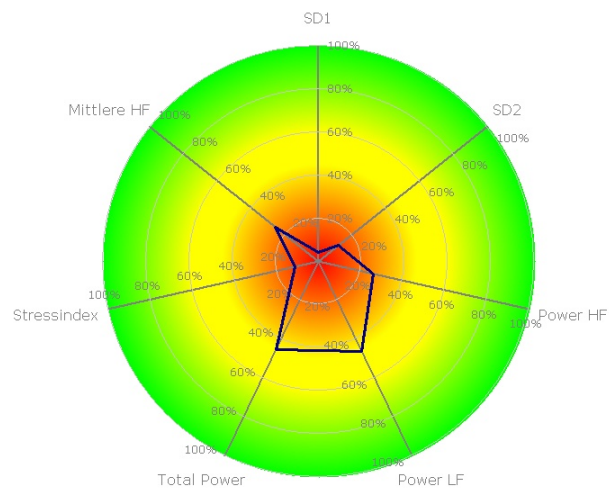
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	11,02	ms	3,59 %
SD2	30,02	ms	5,05 %
Power HF-Band	23,81	ms	16,62 %
Power LF-Band	105,92	ms	36,06 %
Power Total	203,34	ms	30,12 %
Stressindex	366,11	Pkt.	3,52 %
Mittlere HF	74,22	1/min.	35,31 %

Proband 5 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

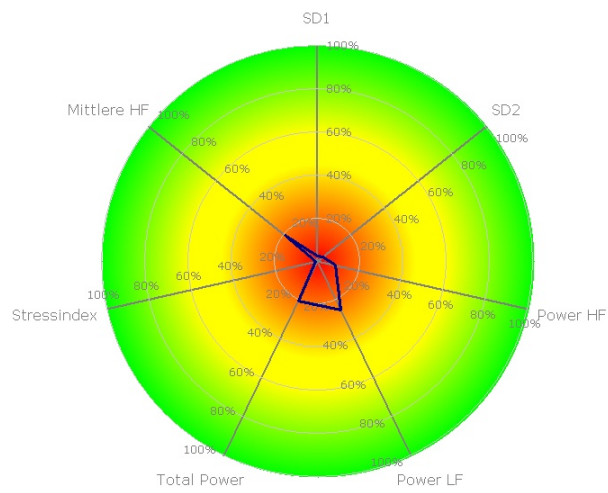
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	12,65	ms	4,32 %
SD2	46,88	ms	11,95 %
Power HF-Band	43,45	ms	26,01 %
Power LF-Band	174,04	ms	46,42 %
Power Total	513,87	ms	45,37 %
Stressindex	200,02	Pkt.	11,07 %
Mittlere HF	77,01	1/min.	25,37 %

Proband 6 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

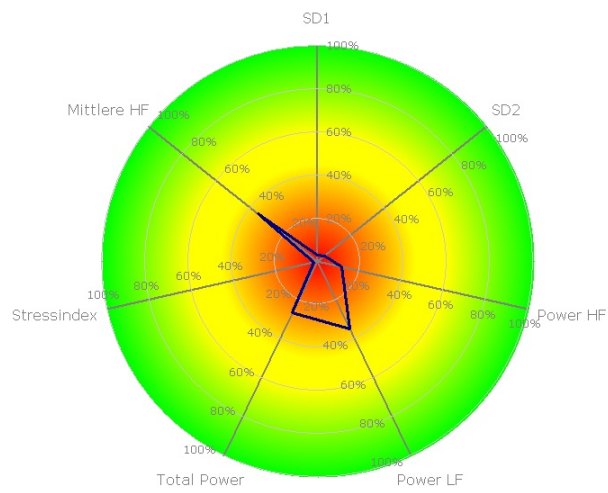
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	10,44	ms	2,36 %
SD2	33,14	ms	3,45 %
Power HF-Band	23,23	ms	8,34 %
Power LF-Band	109,62	ms	24,93 %
Power Total	205,51	ms	20,54 %
Stressindex	350,20	Pkt.	0,82 %
Mittlere HF	79,17	1/min.	19,05 %

Proband 6 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

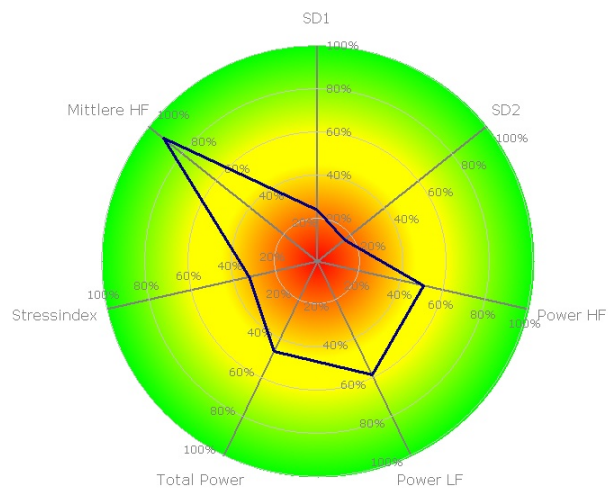
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	12,31	ms	2,75 %
SD2	38,64	ms	4,23 %
Power HF-Band	39,35	ms	11,64 %
Power LF-Band	203,46	ms	34,50 %
Power Total	353,59	ms	26,46 %
Stressindex	249,68	Pkt.	1,84 %
Mittlere HF	74,22	1/min.	35,30 %

Proband 7 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

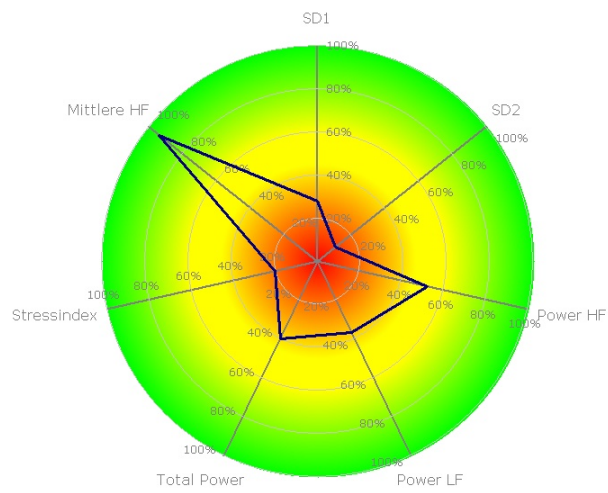
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	34,78	ms	23,88 %
SD2	64,42	ms	15,98 %
Power HF-Band	311,05	ms	50,61 %
Power LF-Band	484,19	ms	58,36 %
Power Total	890,47	ms	46,03 %
Stressindex	80,81	Pkt.	32,46 %
Mittlere HF	56,84	1/min.	91,29 %

Proband 7 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm

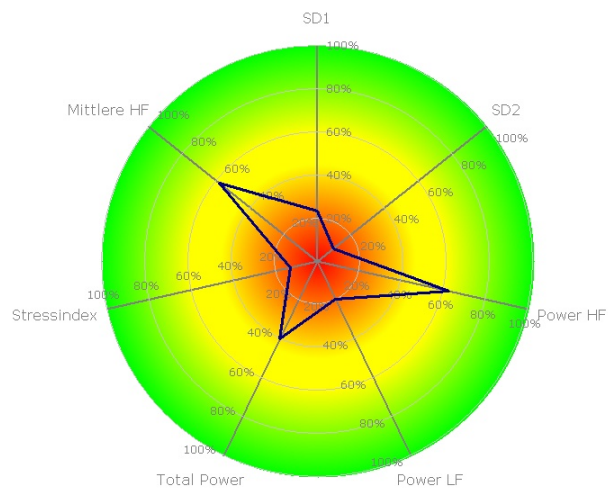


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	36,99	ms	28,08 %
SD2	54,66	ms	10,85 %
Power HF-Band	335,39	ms	52,13 %
Power LF-Band	158,18	ms	36,44 %
Power Total	597,11	ms	39,64 %
Stressindex	108,56	Pkt.	19,92 %
Mittlere HF	54,88	1/min.	93,60 %

Rang-Diagramm

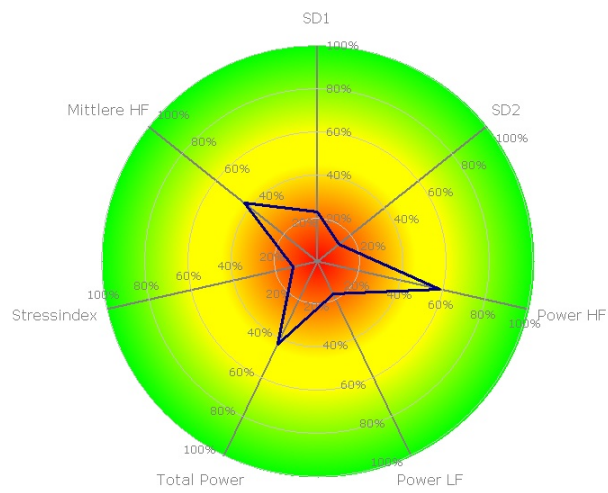


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	25,23	ms	23,23 %
SD2	36,68	ms	9,39 %
Power HF-Band	127,97	ms	62,24 %
Power LF-Band	32,95	ms	19,58 %
Power Total	273,33	ms	39,89 %
Stressindex	226,82	Pkt.	12,95 %
Mittlere HF	68,68	1/min.	58,35 %

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

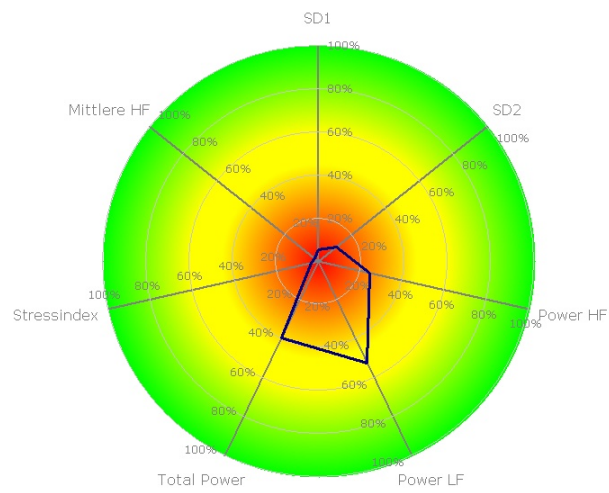
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	25,10	ms	22,91 %
SD2	42,24	ms	12,87 %
Power HF-Band	109,48	ms	58,31 %
Power LF-Band	26,86	ms	16,81 %
Power Total	316,48	ms	42,54 %
Stressindex	244,56	Pkt.	11,42 %
Mittlere HF	72,22	1/min.	43,43 %

Proband 9 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

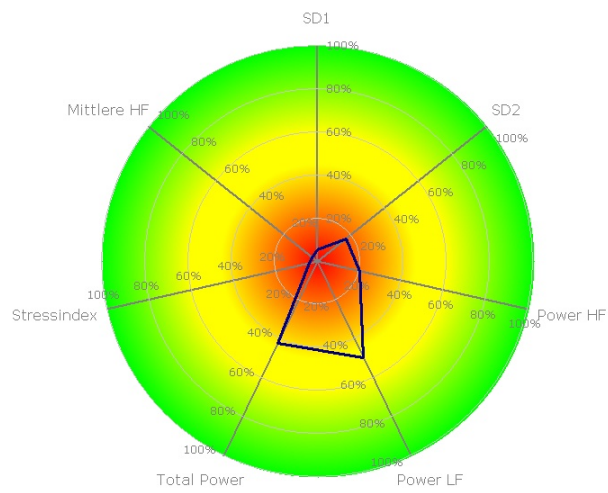
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	21,81	ms	5,28 %
SD2	70,13	ms	10,91 %
Power HF-Band	189,34	ms	24,36 %
Power LF-Band	647,28	ms	52,08 %
Power Total	1147,55	ms	39,49 %
Stressindex	173,66	Pkt.	3,28 %
Mittlere HF	92,47	1/min.	2,39 %

Proband 9 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

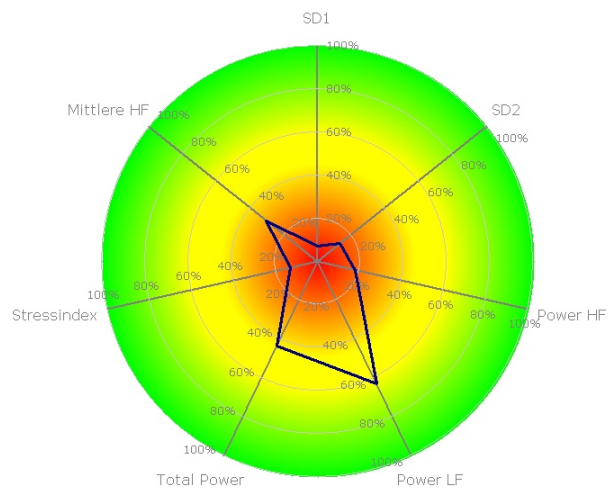
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	22,34	ms	5,49 %
SD2	84,46	ms	16,96 %
Power HF-Band	132,44	ms	20,27 %
Power LF-Band	558,74	ms	49,42 %
Power Total	1362,28	ms	41,94 %
Stressindex	164,50	Pkt.	3,74 %
Mittlere HF	91,13	1/min.	2,99 %

Proband 10 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm

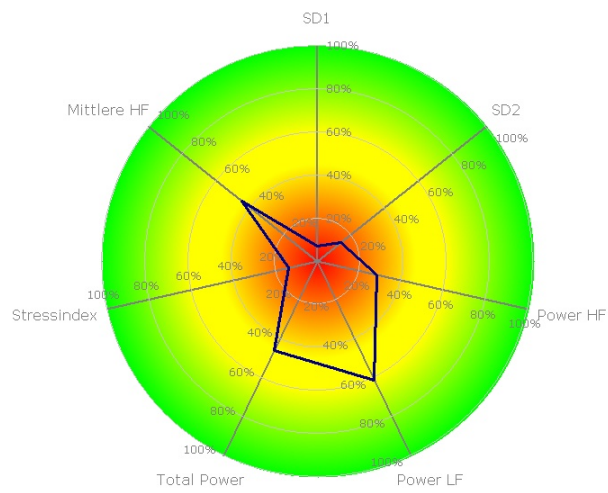


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	18,99	ms	7,07 %
SD2	54,77	ms	13,11 %
Power HF-Band	36,09	ms	17,95 %
Power LF-Band	505,95	ms	63,07 %
Power Total	615,25	ms	43,44 %
Stressindex	154,11	Pkt.	12,90 %
Mittlere HF	75,54	1/min.	30,39 %

Rang-Diagramm

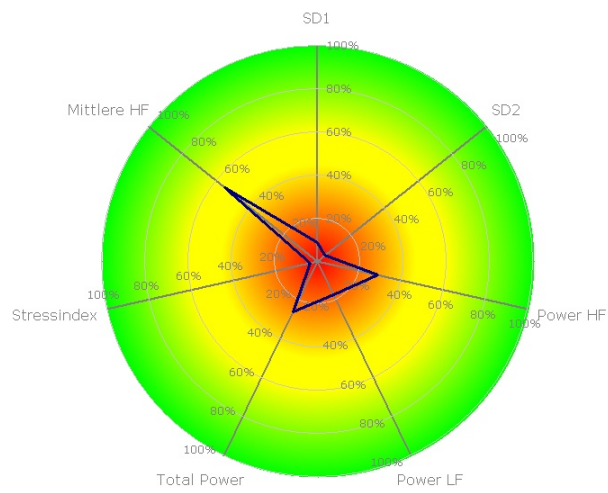


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	19,27	ms	7,27 %
SD2	56,30	ms	13,99 %
Power HF-Band	70,78	ms	28,07 %
Power LF-Band	451,75	ms	60,87 %
Power Total	706,26	ms	45,74 %
Stressindex	148,59	Pkt.	13,80 %
Mittlere HF	71,95	1/min.	44,52 %

Rang-Diagramm

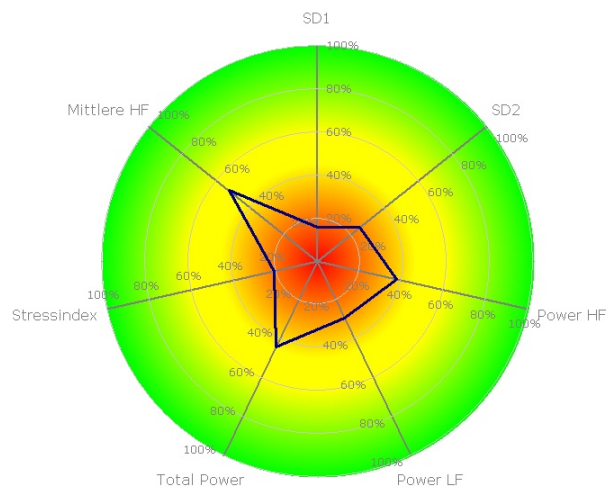


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	28,85	ms	8,84 %
SD2	42,88	ms	4,43 %
Power HF-Band	267,12	ms	28,79 %
Power LF-Band	66,15	ms	17,25 %
Power Total	403,43	ms	26,00 %
Stressindex	171,30	Pkt.	3,39 %
Mittlere HF	69,52	1/min.	54,84 %

Rang-Diagramm

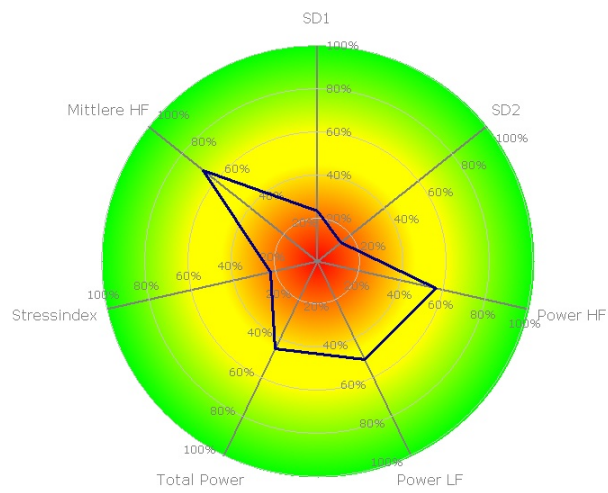


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	37,30	ms	15,85 %
SD2	98,63	ms	25,29 %
Power HF-Band	493,35	ms	37,76 %
Power LF-Band	169,04	ms	29,14 %
Power Total	1584,90	ms	44,14 %
Stressindex	77,90	Pkt.	20,50 %
Mittlere HF	70,07	1/min.	52,49 %

Rang-Diagramm

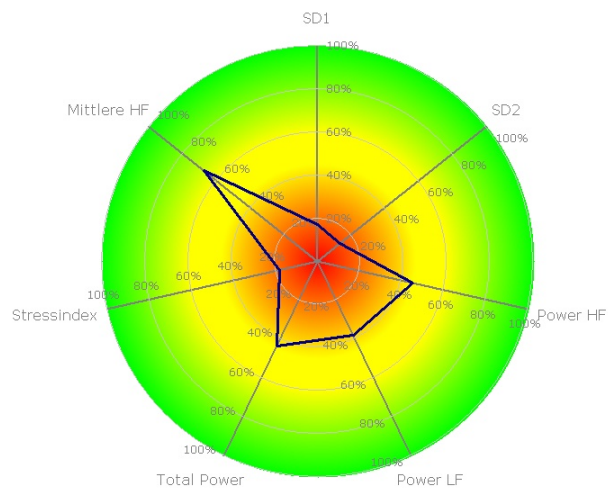


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	35,12	ms	23,20 %
SD2	61,90	ms	13,75 %
Power HF-Band	466,70	ms	56,58 %
Power LF-Band	344,20	ms	50,60 %
Power Total	879,06	ms	44,85 %
Stressindex	99,03	Pkt.	22,26 %
Mittlere HF	66,35	1/min.	67,56 %

Rang-Diagramm

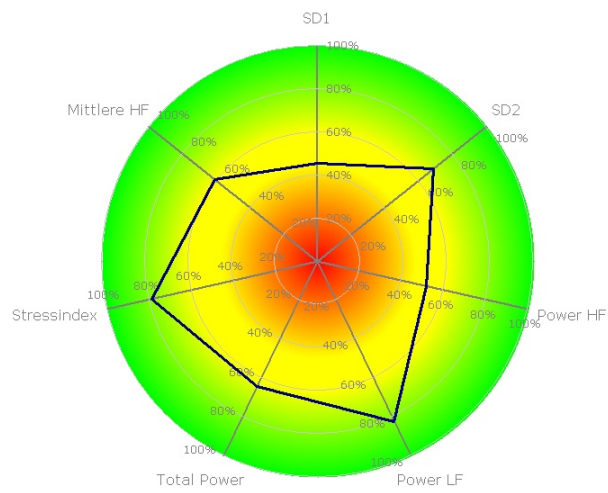


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	31,14	ms	17,05 %
SD2	60,68	ms	13,11 %
Power HF-Band	265,14	ms	45,43 %
Power LF-Band	180,30	ms	38,03 %
Power Total	815,01	ms	43,64 %
Stressindex	111,63	Pkt.	17,94 %
Mittlere HF	66,43	1/min.	67,24 %

Rang-Diagramm

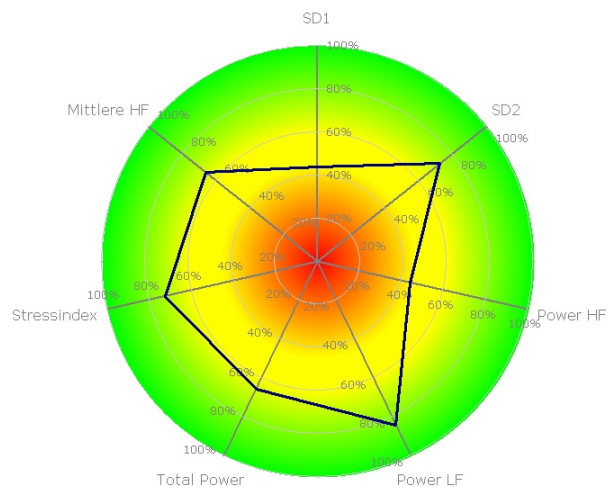


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	48,31	ms	45,49 %
SD2	128,14	ms	68,54 %
Power HF-Band	488,92	ms	51,61 %
Power LF-Band	2774,43	ms	82,10 %
Power Total	3667,66	ms	64,32 %
Stressindex	30,51	Pkt.	78,67 %
Mittlere HF	68,06	1/min.	60,87 %

Rang-Diagramm

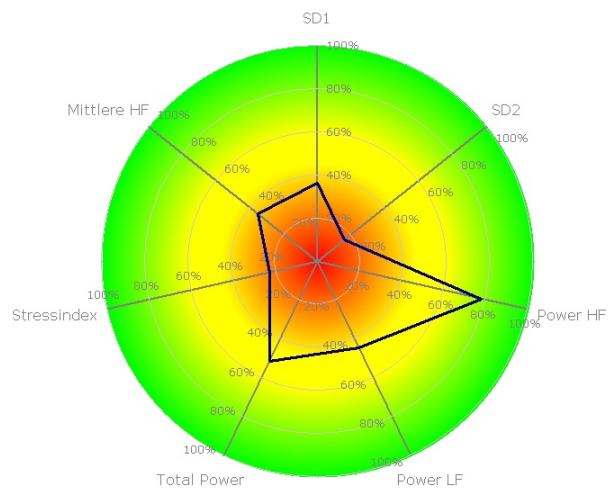


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	47,57	ms	43,83 %
SD2	132,72	ms	72,54 %
Power HF-Band	327,27	ms	44,08 %
Power LF-Band	3289,62	ms	83,95 %
Power Total	3983,04	ms	65,51 %
Stressindex	35,38	Pkt.	72,33 %
Mittlere HF	66,70	1/min.	66,20 %

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

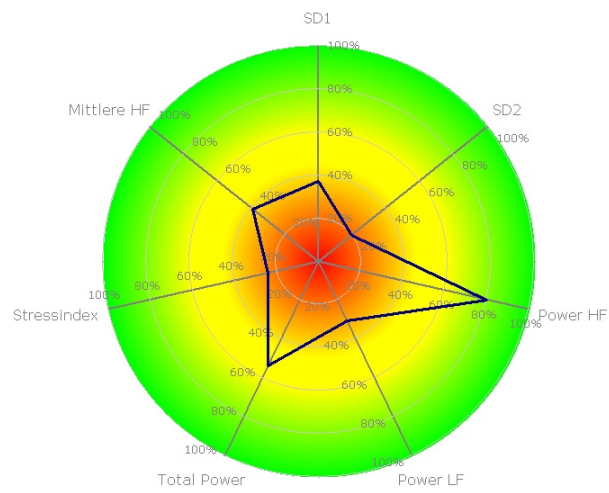
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	27,32	ms	36,17 %
SD2	41,92	ms	15,93 %
Power HF-Band	175,47	ms	77,99 %
Power LF-Band	100,21	ms	44,20 %
Power Total	401,55	ms	51,32 %
Stressindex	181,49	Pkt.	22,86 %
Mittlere HF	74,25	1/min.	35,21 %

Proband 14 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

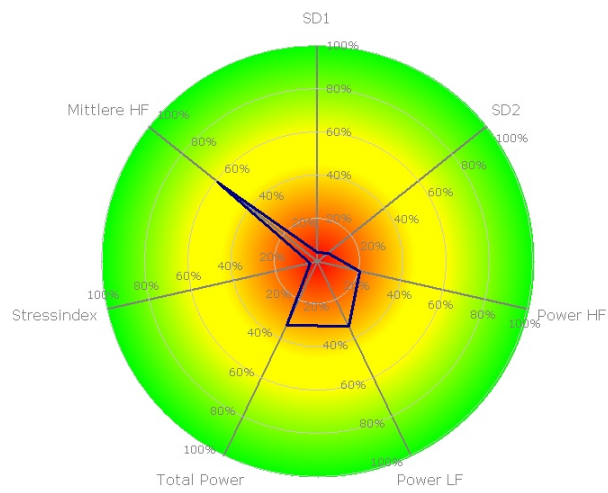
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	27,64	ms	37,24 %
SD2	45,45	ms	19,53 %
Power HF-Band	195,29	ms	80,00 %
Power LF-Band	53,45	ms	30,38 %
Power Total	457,91	ms	53,86 %
Stressindex	176,09	Pkt.	23,84 %
Mittlere HF	73,35	1/min.	38,77 %

Proband 15 – Messung 1



Bericht

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

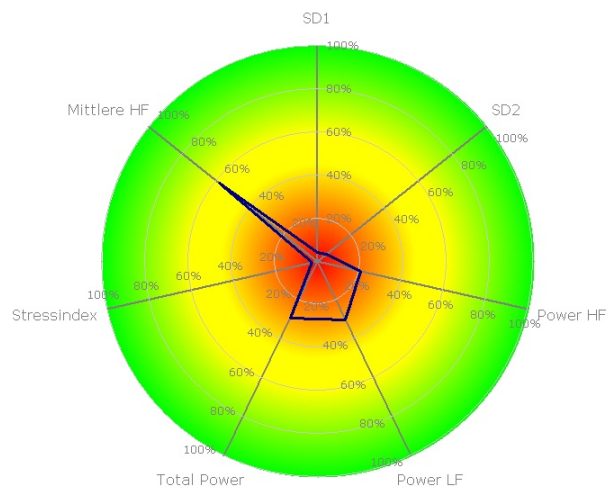
Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	14,93	ms	4,14 %
SD2	42,26	ms	6,31 %
Power HF-Band	56,18	ms	19,95 %
Power LF-Band	137,65	ms	33,45 %
Power Total	391,40	ms	32,79 %
Stressindex	252,01	Pkt.	3,48 %
Mittlere HF	68,51	1/min.	59,05 %

Proband 15 – Messung 2



Bericht

Rang-Diagramm

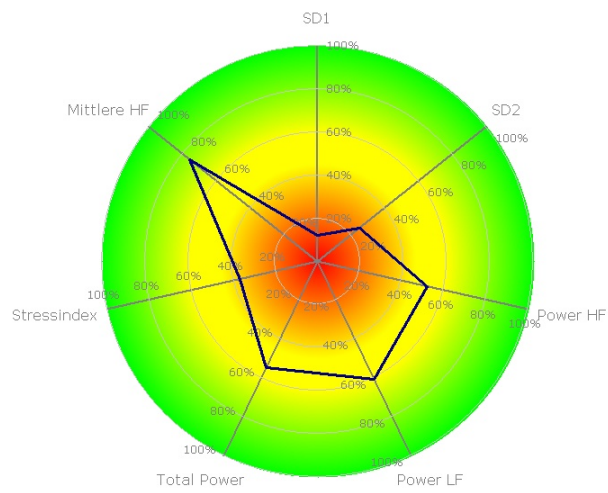


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	15,48	ms	4,36 %
SD2	38,03	ms	5,27 %
Power HF-Band	59,17	ms	20,62 %
Power LF-Band	112,32	ms	29,95 %
Power Total	297,15	ms	28,97 %
Stressindex	280,25	Pkt.	2,76 %
Mittlere HF	68,69	1/min.	58,29 %

Rang-Diagramm

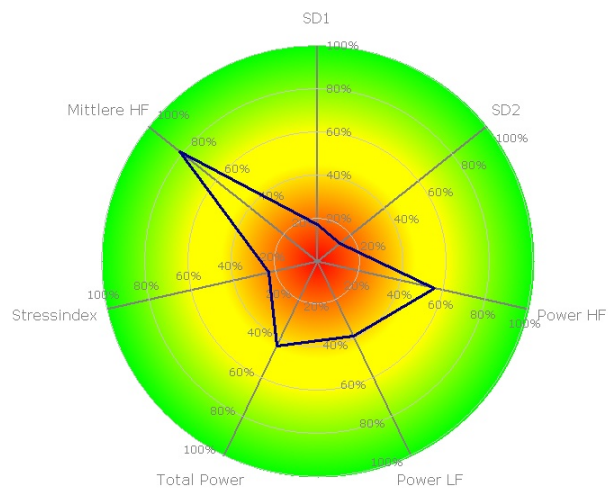


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	22,68	ms	12,14 %
SD2	64,87	ms	24,92 %
Power HF-Band	163,50	ms	52,27 %
Power LF-Band	361,32	ms	60,53 %
Power Total	943,81	ms	54,67 %
Stressindex	90,29	Pkt.	36,74 %
Mittlere HF	64,05	1/min.	75,47 %

Rang-Diagramm

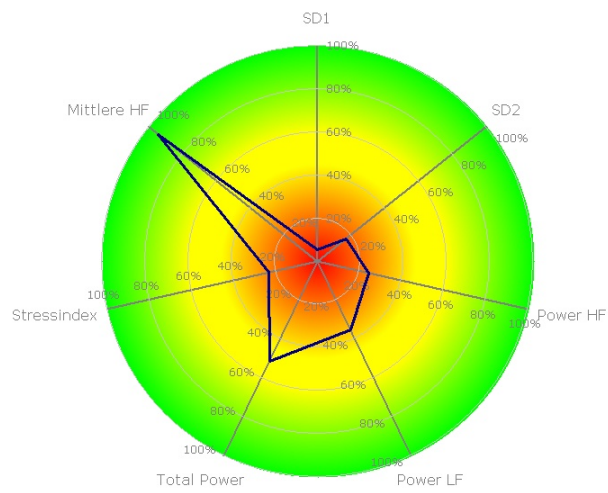


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	26,24	ms	17,25 %
SD2	51,00	ms	13,58 %
Power HF-Band	189,44	ms	55,64 %
Power LF-Band	126,12	ms	38,43 %
Power Total	491,32	ms	43,31 %
Stressindex	123,85	Pkt.	23,26 %
Mittlere HF	61,88	1/min.	81,66 %

Rang-Diagramm

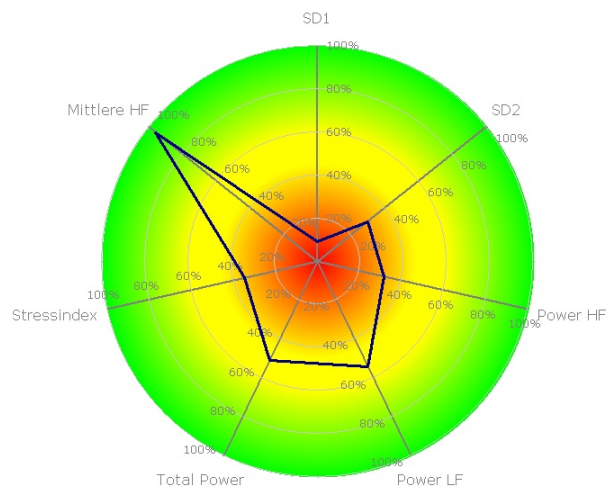


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	15,34	ms	5,53 %
SD2	56,07	ms	16,83 %
Power HF-Band	43,73	ms	24,20 %
Power LF-Band	109,04	ms	35,30 %
Power Total	785,56	ms	51,17 %
Stressindex	122,76	Pkt.	23,25 %
Mittlere HF	53,99	1/min.	94,45 %

Rang-Diagramm

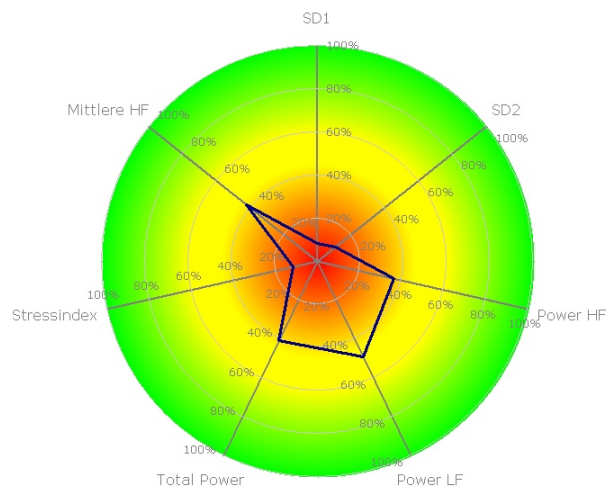


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	20,02	ms	9,10 %
SD2	69,76	ms	29,66 %
Power HF-Band	64,93	ms	31,44 %
Power LF-Band	267,14	ms	53,92 %
Power Total	765,90	ms	50,72 %
Stressindex	94,08	Pkt.	34,42 %
Mittlere HF	52,15	1/min.	95,87 %

Rang-Diagramm

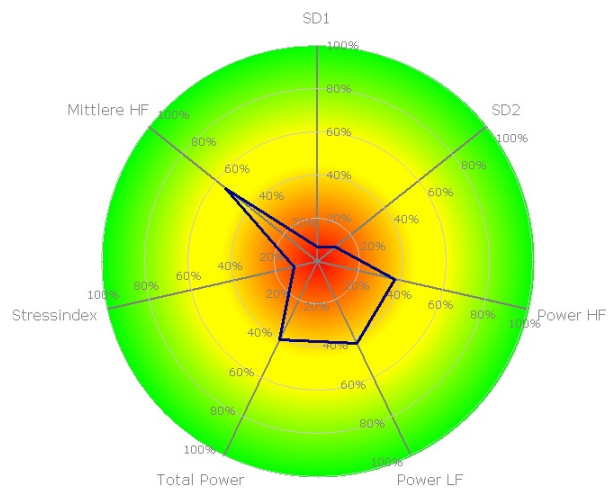


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	18,59	ms	8,23 %
SD2	45,42	ms	10,89 %
Power HF-Band	74,71	ms	36,22 %
Power LF-Band	201,01	ms	49,09 %
Power Total	404,93	ms	40,84 %
Stressindex	192,66	Pkt.	11,52 %
Mittlere HF	72,48	1/min.	42,32 %

Rang-Diagramm

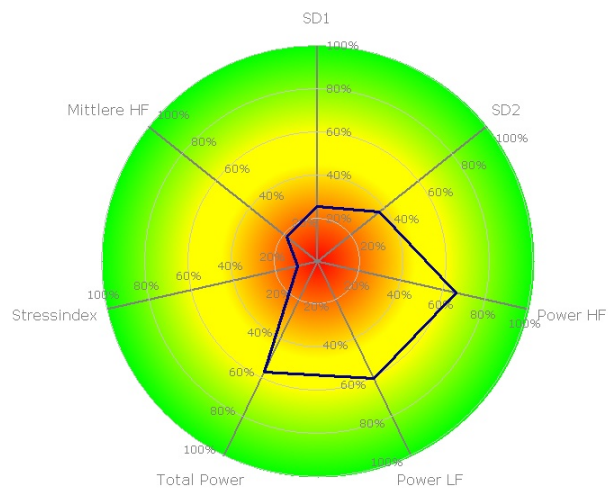


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	16,45	ms	6,51 %
SD2	44,53	ms	10,42 %
Power HF-Band	76,64	ms	36,77 %
Power LF-Band	144,55	ms	42,06 %
Power Total	391,62	ms	40,27 %
Stressindex	197,30	Pkt.	11,04 %
Mittlere HF	69,62	1/min.	54,42 %

Rang-Diagramm

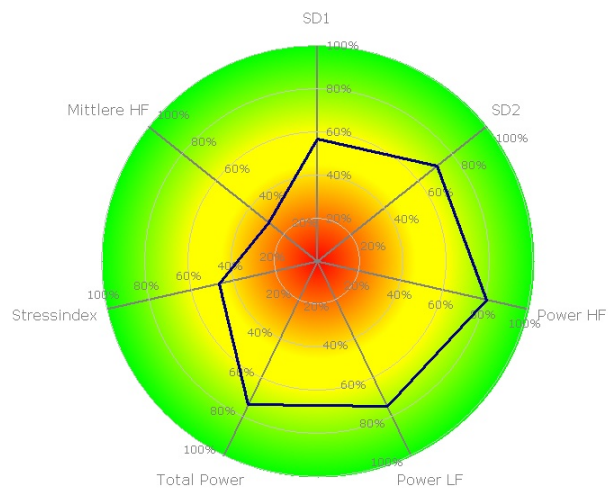


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	31,33	ms	25,22 %
SD2	77,65	ms	36,68 %
Power HF-Band	349,80	ms	65,80 %
Power LF-Band	385,28	ms	60,29 %
Power Total	1170,53	ms	56,82 %
Stressindex	197,49	Pkt.	9,45 %
Mittlere HF	79,50	1/min.	18,20 %

Rang-Diagramm

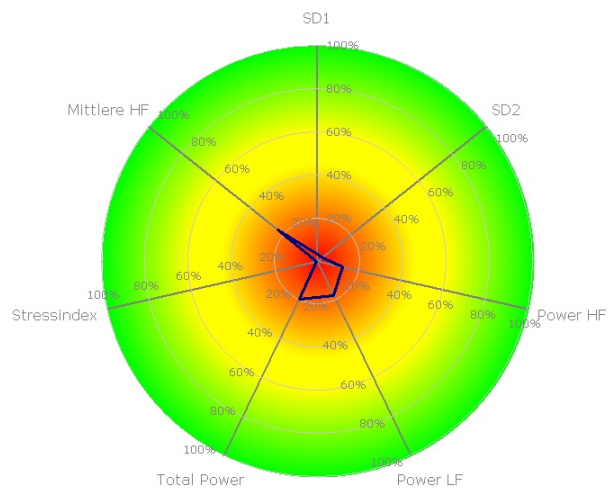


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	43,38	ms	56,60 %
SD2	105,01	ms	70,75 %
Power HF-Band	822,35	ms	80,56 %
Power LF-Band	842,68	ms	74,60 %
Power Total	3509,47	ms	73,74 %
Stressindex	71,70	Pkt.	46,45 %
Mittlere HF	76,04	1/min.	28,59 %

Rang-Diagramm

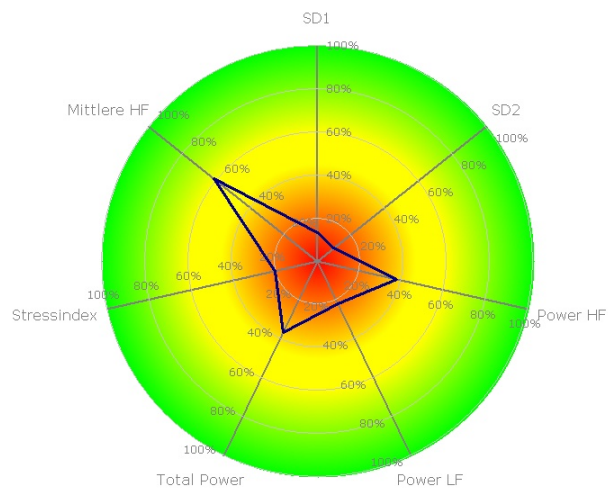


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	15,19	ms	3,21 %
SD2	31,21	ms	2,96 %
Power HF-Band	52,61	ms	12,13 %
Power LF-Band	68,00	ms	17,54 %
Power Total	215,58	ms	19,50 %
Stressindex	362,78	Pkt.	0,52 %
Mittlere HF	77,61	1/min.	23,49 %

Rang-Diagramm

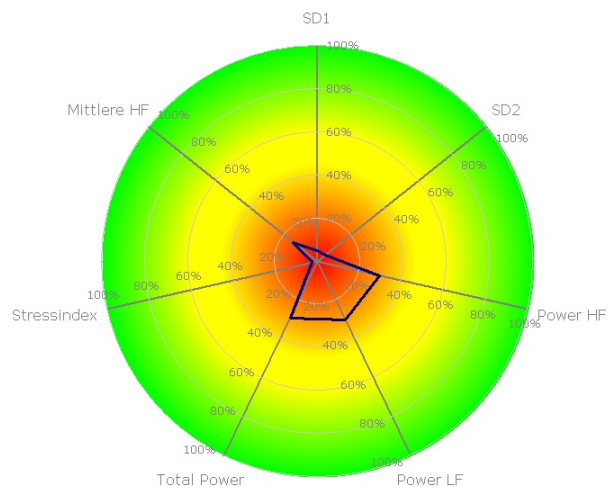


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	34,67	ms	13,28 %
SD2	66,55	ms	9,73 %
Power HF-Band	495,18	ms	37,82 %
Power LF-Band	99,29	ms	21,86 %
Power Total	934,84	ms	36,63 %
Stressindex	78,53	Pkt.	20,17 %
Mittlere HF	67,92	1/min.	61,45 %

Rang-Diagramm

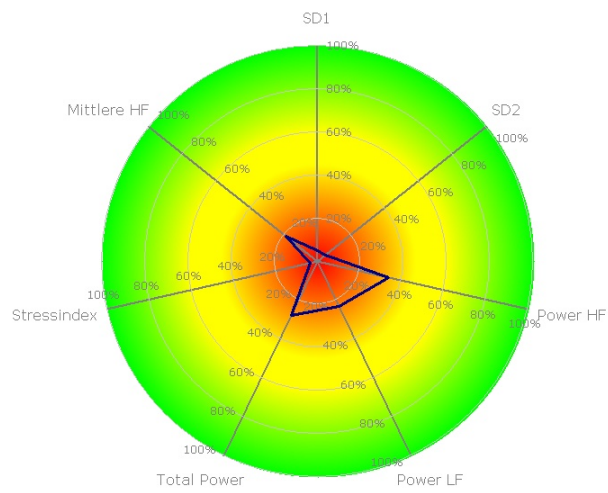


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	16,91	ms	5,13 %
SD2	35,28	ms	4,83 %
Power HF-Band	100,77	ms	29,61 %
Power LF-Band	108,17	ms	29,93 %
Power Total	283,29	ms	28,92 %
Stressindex	294,16	Pkt.	2,68 %
Mittlere HF	81,18	1/min.	14,33 %

Rang-Diagramm

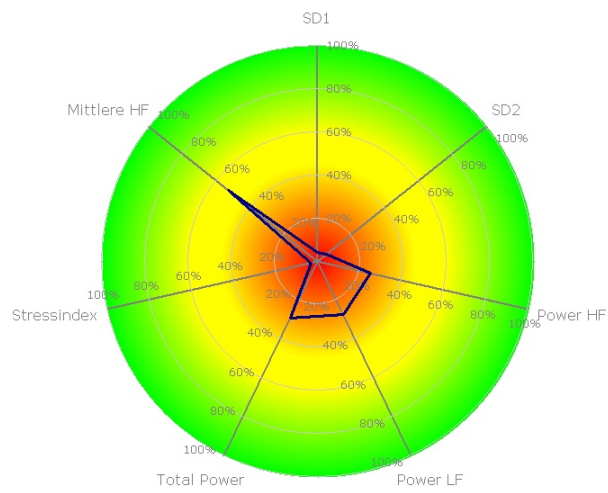


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	17,07	ms	5,20 %
SD2	34,08	ms	4,58 %
Power HF-Band	127,50	ms	33,73 %
Power LF-Band	70,20	ms	23,20 %
Power Total	257,10	ms	27,63 %
Stressindex	270,52	Pkt.	3,21 %
Mittlere HF	79,28	1/min.	18,76 %

Rang-Diagramm

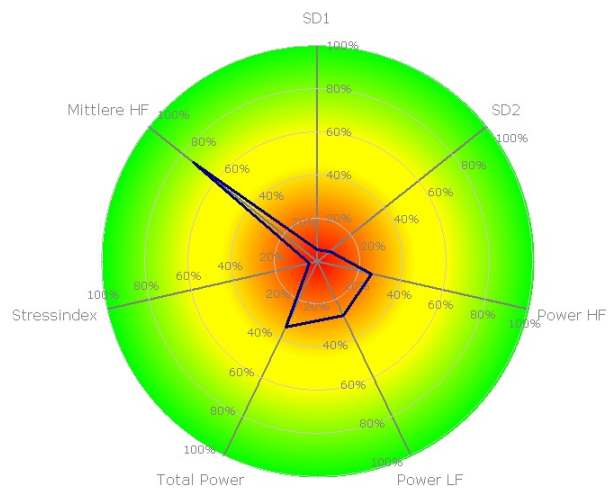


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	12,60	ms	4,06 %
SD2	31,57	ms	5,11 %
Power HF-Band	47,51	ms	25,25 %
Power LF-Band	72,07	ms	27,51 %
Power Total	207,10	ms	29,04 %
Stressindex	369,48	Pkt.	2,94 %
Mittlere HF	69,95	1/min.	53,00 %

Rang-Diagramm

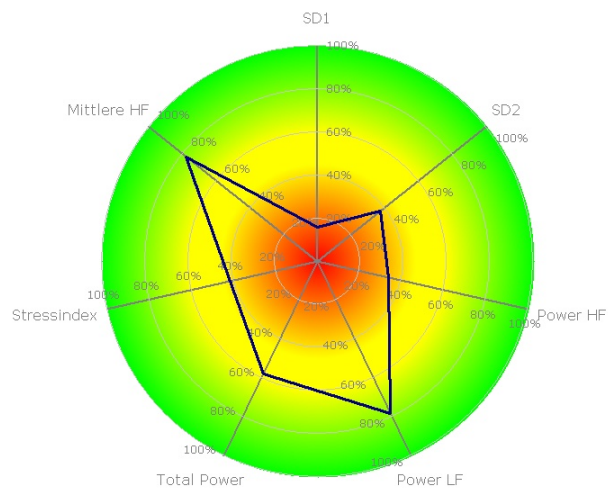


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	14,98	ms	5,26 %
SD2	39,50	ms	7,58 %
Power HF-Band	49,10	ms	25,82 %
Power LF-Band	72,35	ms	27,58 %
Power Total	287,25	ms	33,94 %
Stressindex	321,34	Pkt.	3,89 %
Mittlere HF	64,68	1/min.	73,44 %

Rang-Diagramm

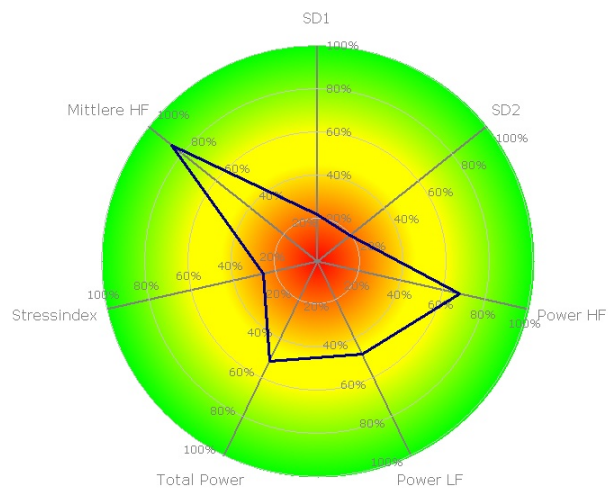


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	27,02	ms	15,94 %
SD2	80,75	ms	37,23 %
Power HF-Band	90,08	ms	33,87 %
Power LF-Band	1157,87	ms	78,02 %
Power Total	1367,21	ms	57,83 %
Stressindex	76,13	Pkt.	41,41 %
Mittlere HF	63,35	1/min.	77,60 %

Rang-Diagramm

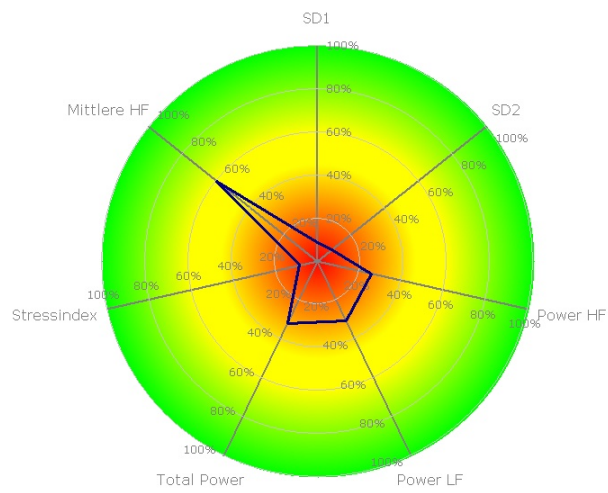


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	30,59	ms	21,84 %
SD2	62,61	ms	19,18 %
Power HF-Band	443,37	ms	67,34 %
Power LF-Band	224,48	ms	47,55 %
Power Total	925,51	ms	51,26 %
Stressindex	107,21	Pkt.	25,46 %
Mittlere HF	59,85	1/min.	86,27 %

Rang-Diagramm

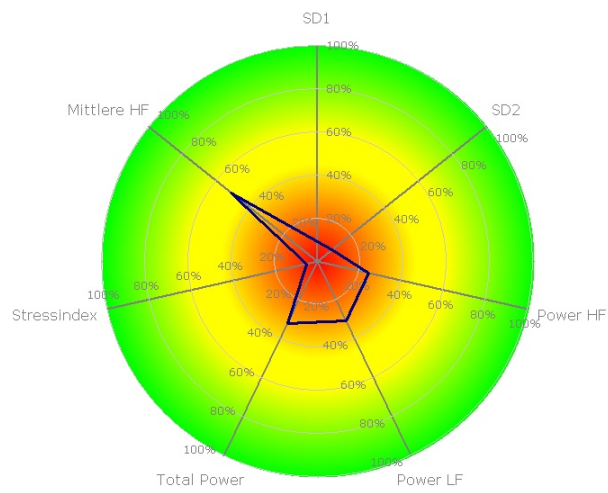


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	27,95	ms	8,94 %
SD2	60,28	ms	8,61 %
Power HF-Band	176,08	ms	25,56 %
Power LF-Band	172,61	ms	30,73 %
Power Total	594,82	ms	31,98 %
Stressindex	124,30	Pkt.	8,40 %
Mittlere HF	68,37	1/min.	59,63 %

Rang-Diagramm

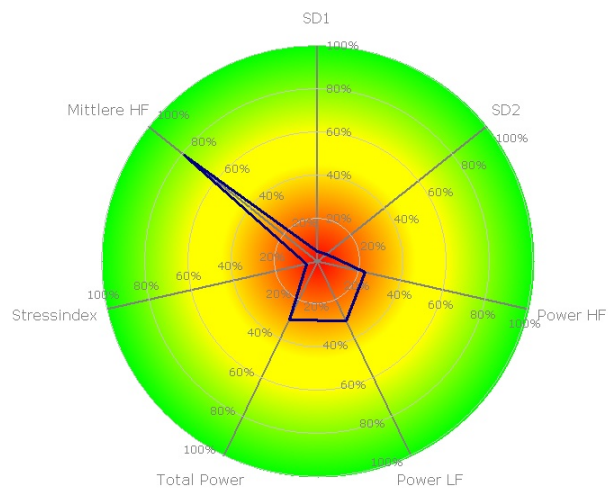


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	28,56	ms	9,36 %
SD2	60,79	ms	8,76 %
Power HF-Band	162,14	ms	24,50 %
Power LF-Band	169,58	ms	30,45 %
Power Total	595,21	ms	31,99 %
Stressindex	154,44	Pkt.	5,08 %
Mittlere HF	70,41	1/min.	51,05 %

Rang-Diagramm

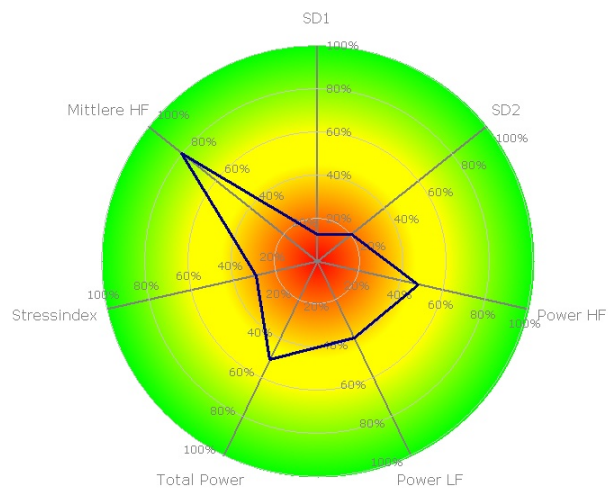


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	14,95	ms	4,62 %
SD2	36,15	ms	5,53 %
Power HF-Band	52,89	ms	22,62 %
Power LF-Band	100,08	ms	30,51 %
Power Total	266,92	ms	29,96 %
Stressindex	239,47	Pkt.	5,18 %
Mittlere HF	62,95	1/min.	78,75 %

Rang-Diagramm

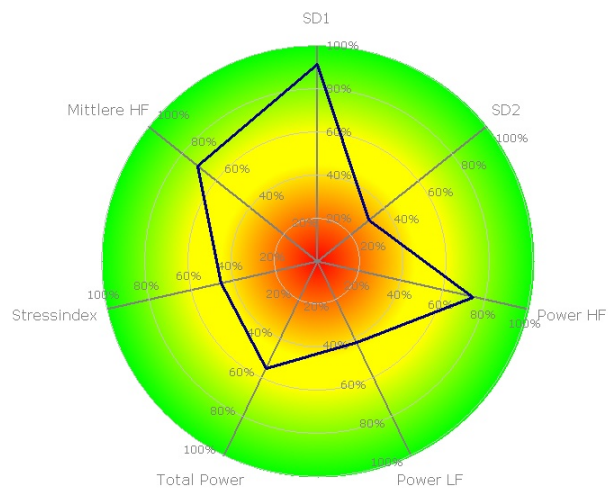


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	25,19	ms	12,45 %
SD2	66,10	ms	20,15 %
Power HF-Band	203,69	ms	47,90 %
Power LF-Band	159,93	ms	39,20 %
Power Total	969,50	ms	50,42 %
Stressindex	94,23	Pkt.	29,05 %
Mittlere HF	62,37	1/min.	80,38 %

Rang-Diagramm

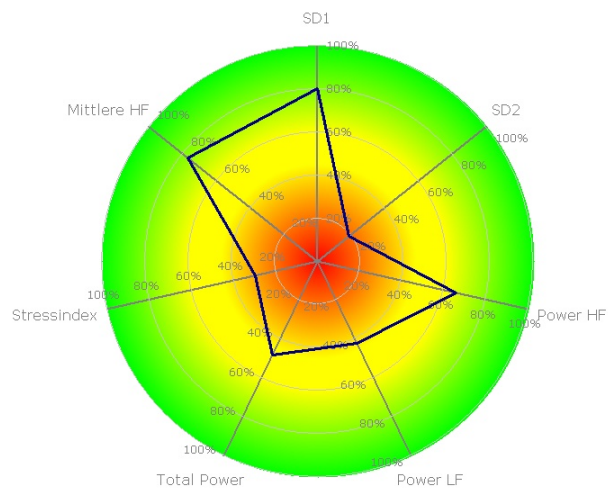


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	69,59	ms	91,19 %
SD2	82,22	ms	30,63 %
Power HF-Band	1062,52	ms	74,07 %
Power LF-Band	206,14	ms	41,79 %
Power Total	1498,47	ms	54,89 %
Stressindex	63,21	Pkt.	45,87 %
Mittlere HF	65,48	1/min.	70,70 %

Rang-Diagramm

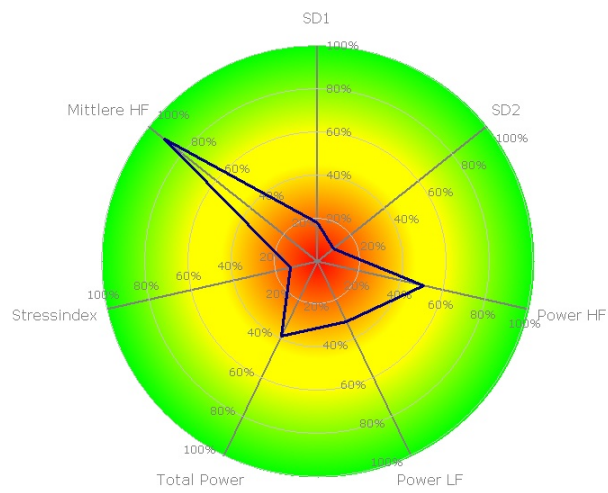


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	60,10	ms	80,08 %
SD2	67,60	ms	18,39 %
Power HF-Band	651,45	ms	65,77 %
Power LF-Band	210,85	ms	42,23 %
Power Total	997,43	ms	48,23 %
Stressindex	86,61	Pkt.	29,61 %
Mittlere HF	63,66	1/min.	76,66 %

Rang-Diagramm

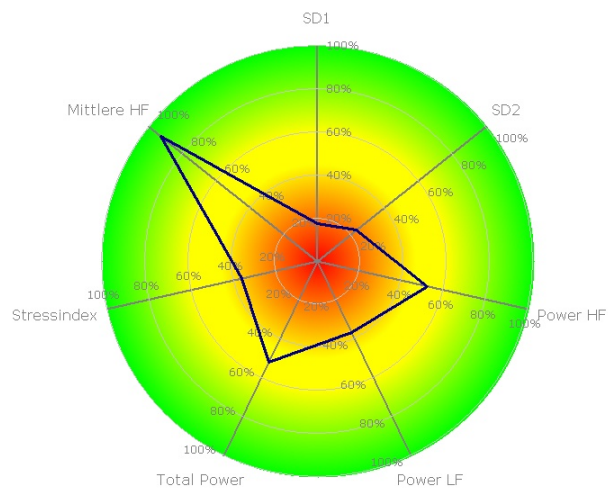


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	27,52	ms	18,10 %
SD2	44,93	ms	9,53 %
Power HF-Band	170,12	ms	50,33 %
Power LF-Band	90,50	ms	30,98 %
Power Total	397,28	ms	38,50 %
Stressindex	166,98	Pkt.	12,97 %
Mittlere HF	57,29	1/min.	90,66 %

Rang-Diagramm

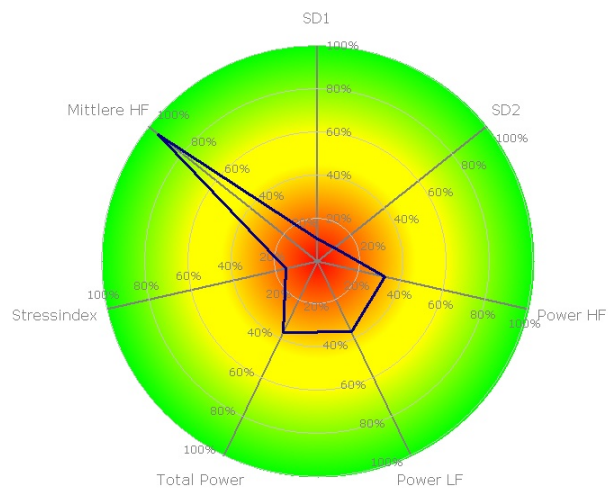


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	27,19	ms	17,56 %
SD2	65,01	ms	23,13 %
Power HF-Band	185,77	ms	52,31 %
Power LF-Band	122,04	ms	36,61 %
Power Total	861,00	ms	51,64 %
Stressindex	88,56	Pkt.	35,90 %
Mittlere HF	55,61	1/min.	92,81 %

Rang-Diagramm

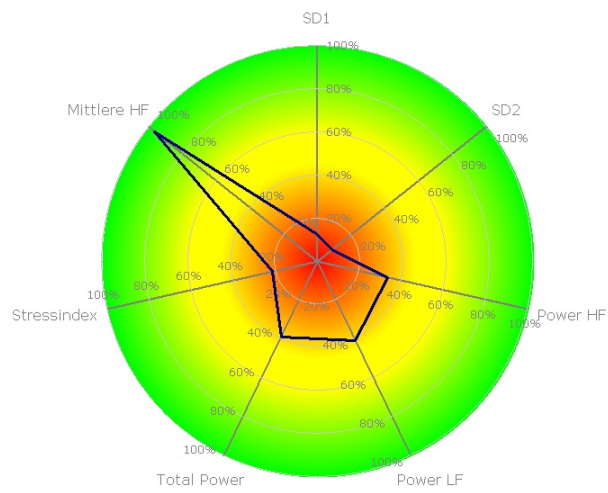


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	23,04	ms	10,36 %
SD2	48,61	ms	9,88 %
Power HF-Band	91,04	ms	32,23 %
Power LF-Band	135,15	ms	36,27 %
Power Total	405,60	ms	36,47 %
Stressindex	140,08	Pkt.	15,13 %
Mittlere HF	53,99	1/min.	94,45 %

Rang-Diagramm

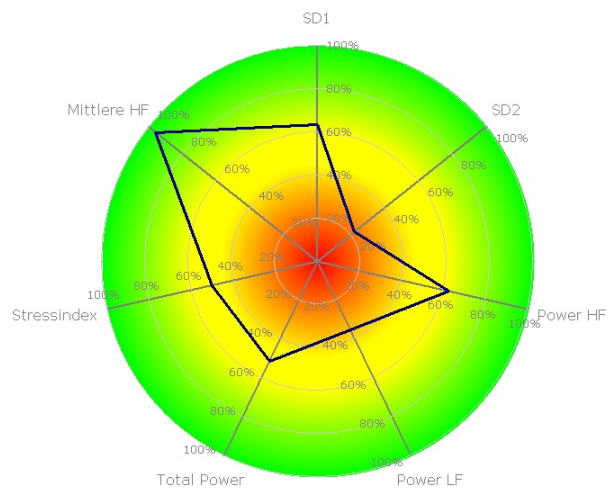


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	25,06	ms	12,53 %
SD2	45,21	ms	8,48 %
Power HF-Band	96,23	ms	33,27 %
Power LF-Band	169,16	ms	40,64 %
Power Total	466,75	ms	38,69 %
Stressindex	115,65	Pkt.	21,22 %
Mittlere HF	51,51	1/min.	96,29 %

Rang-Diagramm

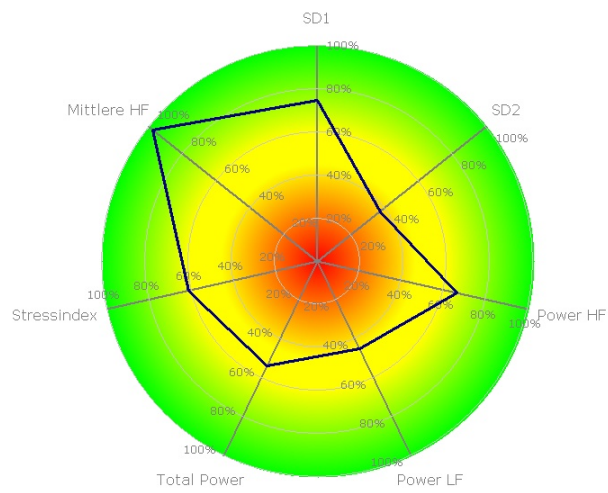


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	47,25	ms	63,24 %
SD2	66,02	ms	22,05 %
Power HF-Band	341,03	ms	62,21 %
Power LF-Band	120,89	ms	35,17 %
Power Total	925,83	ms	51,31 %
Stressindex	64,94	Pkt.	49,82 %
Mittlere HF	52,37	1/min.	95,73 %

Rang-Diagramm

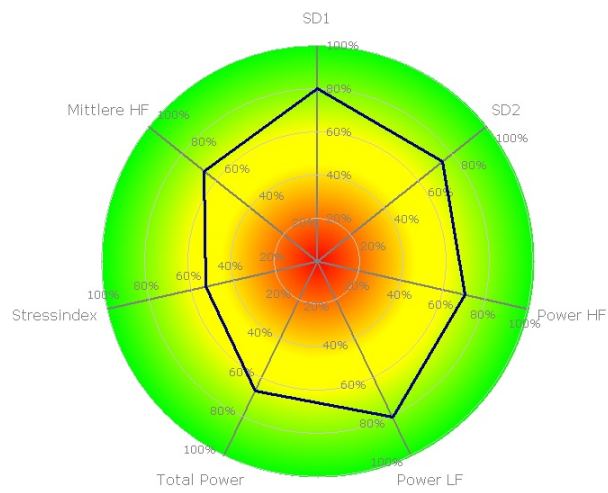


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	52,20	ms	74,67 %
SD2	80,54	ms	37,09 %
Power HF-Band	413,52	ms	66,08 %
Power LF-Band	198,65	ms	45,06 %
Power Total	1054,26	ms	53,52 %
Stressindex	52,43	Pkt.	60,99 %
Mittlere HF	49,37	1/min.	97,39 %

Rang-Diagramm

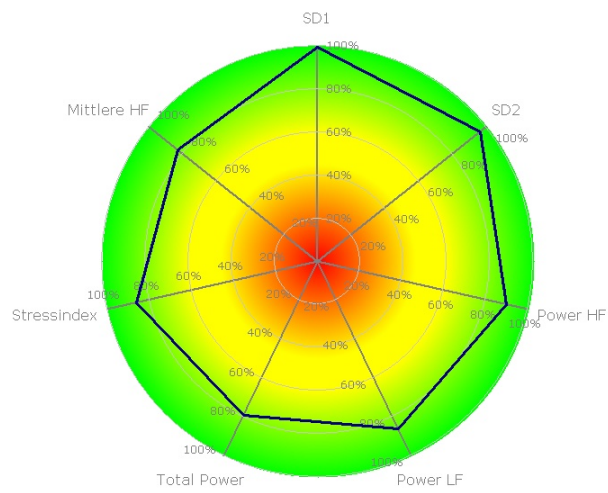


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	54,15	ms	80,12 %
SD2	109,95	ms	74,28 %
Power HF-Band	461,71	ms	69,88 %
Power LF-Band	1285,31	ms	80,20 %
Power Total	2252,00	ms	66,74 %
Stressindex	62,26	Pkt.	53,04 %
Mittlere HF	66,47	1/min.	67,10 %

Rang-Diagramm

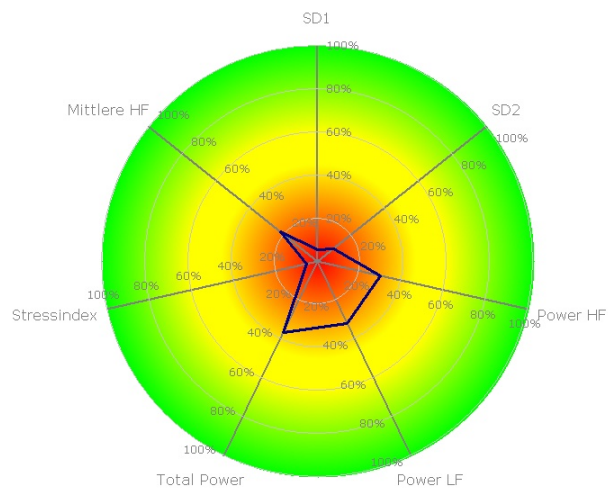


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	83,03	ms	99,00 %
SD2	152,16	ms	96,21 %
Power HF-Band	2012,05	ms	89,54 %
Power LF-Band	2132,04	ms	86,10 %
Power Total	5682,27	ms	79,11 %
Stressindex	27,78	Pkt.	86,05 %
Mittlere HF	61,45	1/min.	82,72 %

Rang-Diagramm

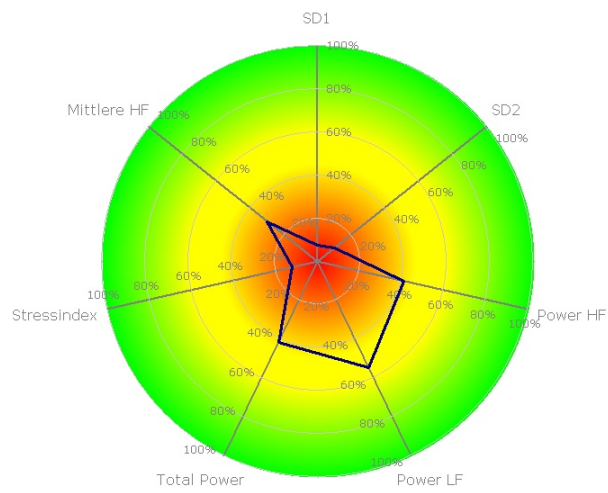


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	18,42	ms	5,34 %
SD2	54,89	ms	9,63 %
Power HF-Band	131,69	ms	29,95 %
Power LF-Band	137,01	ms	31,81 %
Power Total	559,01	ms	36,35 %
Stressindex	191,96	Pkt.	5,31 %
Mittlere HF	78,17	1/min.	21,80 %

Rang-Diagramm

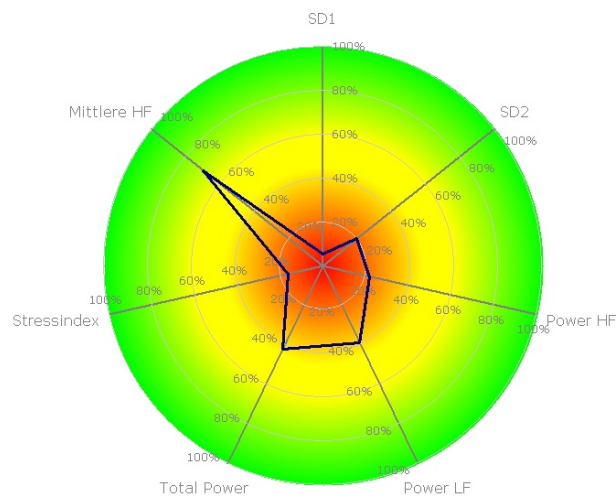


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	22,20	ms	7,43 %
SD2	56,51	ms	10,26 %
Power HF-Band	247,03	ms	40,95 %
Power LF-Band	457,85	ms	54,46 %
Power Total	782,85	ms	41,46 %
Stressindex	129,66	Pkt.	12,14 %
Mittlere HF	75,76	1/min.	29,60 %

Rang-Diagramm

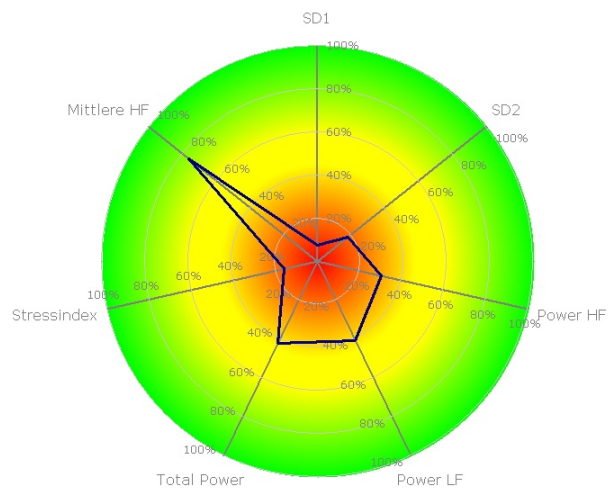


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	16,60	ms	5,21 %
SD2	67,71	ms	19,90 %
Power HF-Band	54,11	ms	21,61 %
Power LF-Band	165,36	ms	38,70 %
Power Total	632,21	ms	42,06 %
Stressindex	128,42	Pkt.	16,10 %
Mittlere HF	65,77	1/min.	69,68 %

Rang-Diagramm

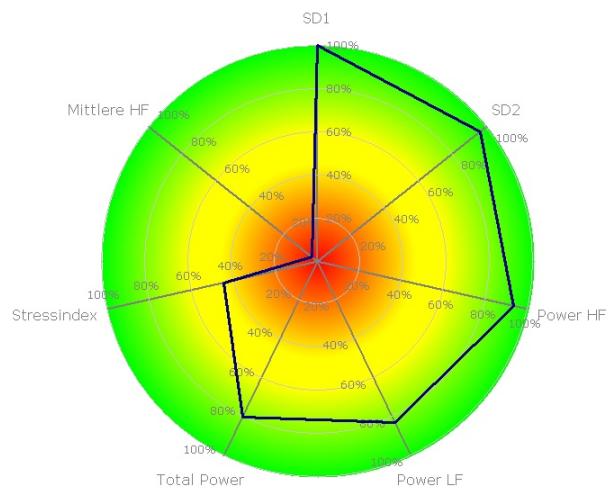


Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	20,47	ms	7,55 %
SD2	65,00	ms	17,93 %
Power HF-Band	94,11	ms	30,38 %
Power LF-Band	181,54	ms	40,51 %
Power Total	640,46	ms	42,27 %
Stressindex	130,41	Pkt.	15,65 %
Mittlere HF	63,89	1/min.	75,97 %

Rang-Diagramm



Hinweis: Dargestellt wird der Vergleich mit der Altersgruppe für die wichtigsten HRV-Parameter. Ein Rang von z.B. 80% bedeutet "medizinisch besser" als 80% der Altersgruppe. In der Regel bedeuten hohe absolute Werte eine gute HRV und damit einen hohen Rang. Bitte beachten Sie im Unterschied dazu, dass bei der mittleren HF und dem Stressindex ein hoher absoluter Wert zu einem niedrigen Rang führt.

Parameter mit Normwerten

Parameter	Wert	Einheit	Ranking
SD1	134,47	ms	100,00 %
SD2	152,94	ms	96,48 %
Power HF-Band	3176,53	ms	92,96 %
Power LF-Band	1567,47	ms	82,88 %
Power Total	6051,16	ms	80,00 %
Stressindex	73,78	Pkt.	44,43 %
Mittlere HF	90,34	1/min.	3,40 %

Proband 33 – Messung 2: fand auf Grund der aufgetretenen Extrasystolen während Messung 1 nicht statt.