

Diplomarbeit

HERZRATENVARIABILITÄT (HRV)- Stimulationseffekte am Punkt „Yintang“

eingereicht von

Verena Lisa Ganglbauer

Mat.Nr.: 0433343

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. DI Dr. techn. Dr. scient. med. Gerhard Litscher

(Leiter der Forschungseinheit für biomedizinische Technik in
Anästhesie und Intensivmedizin und des TCM – Forschungszentrums
Graz)

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwende habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 28.12.2009

.....

Unterschrift

Vorwort

Das Fachgebiet der Medizin bietet uns als Studenten der Medizinischen Universität Graz eine Vielzahl möglicher Themen zur Verfassung einer Diplomarbeit. Es gibt heutzutage viele interessante Sparten, in denen geforscht wird. Die Fragestellungen der Forschungsprojekte werden immer präziser, auf Details wird mehr und mehr geachtet, untersuchte Objekte werden kleiner und kleiner- nicht selten befindet man sich dabei im sogenannten Mikrokosmos.

Obwohl ich oft erstaunt bin, wie viel manche Professoren/-innen, Ärzte/-innen und wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen über eine bestimmte Zelle, ein bestimmtes Molekül oder Gebiet wissen, bin ich doch der Meinung, dass man, trotz den vielen Spezialisierungen, die heute möglich sind, den Menschen weder auf eine Zelle, ein Molekül noch einen Funktionskreis reduzieren kann und sollte. Vielmehr möchte ich es mir in meinem Beruf zur Aufgabe machen, den Menschen aus einer ganzheitlichen Sichtweise zu betrachten und zu verstehen, wie es auch bei komplementärmedizinischen Anwendungen oft der Fall ist.

Mein großes Interesse an solch „holistischen“ Methoden, wie zum Beispiel an der Akupunktur, führte mich schließlich zur Forschungseinheit für biomedizinische Technik in Anästhesie und Intensivmedizin unter der Leitung von Professor Litscher.

Durch die Auswahl des Themas „Herzratenvariabilität - Stimulationseffekte am Akupunkturpunkt Yintang“ hatte ich die Möglichkeit die Auswirkungen einer traditionellen Technik auf einen vegetativen Parameter untersuchen zu können.

Äußerst interessant war für mich der Aspekt, spezifische Wirkungen von Akupunktur auf eine Vielzahl physiologischer Parameter mithilfe von technischem Equipment „sichtbar“ machen zu können. Vor allem auch deswegen, weil der Mechanismus und die Wirkweise dieser fernöstlichen Technik bis heute noch nicht vollständig geklärt sind und aus diesem Grund trotz großartiger Erfolge häufig nicht als wissenschaftlich fundierte Methode angesehen wird.

Durch die Bearbeitung dieser interessanten Thematik erhielt ich die Chance, neue, biomedizinische und technische Zugangswege zur Akupunkturforschung kennen zu lernen und damit zu arbeiten, was mir sehr viel Freude bereitet hat.

Ich bin mir sicher, dass ich durch den umfassenden Erwerb von neuem Wissen über die „High-Tech-Akupunktur“ für meine Zukunft profitieren konnte und es ist ein Ziel von mir, diese Techniken auch später noch anzuwenden.

Danksagungen

Zunächst möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere meinen Eltern bedanken, die mir dieses Studium durch ihre persönliche und finanzielle Unterstützung ermöglicht haben und mich durch all die Jahre begleitet haben.

Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Univ.- Prof. DI Dr. techn. Dr. scient. med. Gerhard Litscher, der mich in den letzten Monaten bei der Erstellung der Diplomarbeit hervorragend betreut hat. Vor allem möchte ich ihm für sein Engagement und seine Unterstützung danken, den Großteil der Messungen erstmals im Rahmen einer TCM-Famulatur an der „Beijing University of Chinese Medicine“ durchführen zu können.

Weiters danke ich meinem Zweitbetreuer Herrn Univ.-Prof. Dr. Gerhard Schwarz .

Sehr herzlich bedanken möchte ich mich in diesem Sinne auch bei Frau Dr. Lu Wang, die mir bei der Kontaktaufnahme mit den Professoren/-innen der „Beijing University of Chinese Medicine“ weitergeholfen hat.

Mein Dank gilt auch Frau Mag. Ingrid Gaischek, die mir bei der Datensammlung und der statistischen Auswertung zur Seite stand.

MD Xie Zheng und MD Wang Yi Jun waren während meines Praktikums an der *Beijing University* in China wichtige Ansprechpersonen für mich. Für die hervorragende Zusammenarbeit mit ihnen möchte ich mich herzlich bedanken!

Ein herzliches Dankeschön an alle Probanden und Probandinnen, die sich freiwillig für die Teilnahme an der Studie zur Verfügung gestellt haben. Ohne ihre Mitarbeit wäre die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen.

Mein Dank gilt auch all jenen, die mich in den letzten Monaten begleitet und unterstützt haben und mir durch viele Tipps und Tricks rund um das Thema „Diplomarbeit“ großartig weitergeholfen haben. Herzlichen Dank an euch alle!

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Herzratenvariabilität (HRV) und besonders das LF/HF (low frequency/high frequency)- Verhältnis gewinnen als spezifische Indikatoren für ein gut ausgeglichenes autonomes Nervensystem in verschiedensten medizinischen Bereichen immer mehr an Bedeutung. Akupunktur und Akupressur scheinen positive Effekte auf diese Parameter und auf die Funktion des autonomen Nervensystems (ANS) zu haben. Das übergeordnete Ziel dieser randomisierten Cross-over Studie war, die speziellen Effekte von Akupunktur und Akupressur auf die mittlere Herzrate, die HRV und insbesondere auf das LF/HF- Verhältnis zu untersuchen.

Methoden: Im Rahmen einer Auslandsfamulatur an der “Beijing University of Chinese Medicine” unterzogen sich fünfundzwanzig gesunde Freiwillige (12 weiblich, 13 männlich; mittleres Alter $\pm$ SD: 26,5 $\pm$ 8,6 Jahre) drei Verfahren, bestehend aus Akupunktur am Extrapunkt 1 (Yintang), Akupressur am selben Punkt und einer Placebo Akupunktur an einem Placebopunkt über eine Dauer von jeweils zehn Minuten. Alle Probanden wurden über eine Zeitspanne von 20 Minuten monitorisiert, wofür ein Elektrokardiogrammrekorder (Medilog AR12) verwendet wurde. Die Werte vor, während und nach den drei Zuständen wurden gemessen und statistisch ausgewertet.

Ergebnisse: Die mittlere Herzrate fiel während der „Verum- Akupunktur“ und während Akupressur am Akupunkturpunkt Yintang ($p \leq 0,001$) signifikant ab. Die Veränderungen während Akupunktur am Placebopunkt waren ebenfalls signifikant ($p = 0,002$). Akupressur reduzierte den LF/HF- Quotienten deutlich. Eine Aufteilung nach Geschlecht zeigte, dass sich das LF/HF- Verhältnis in beiden Gruppen tendenziell verringerte. Die weiblichen Teilnehmer zeigten eine deutlichere Reduktion des LF/HF- Verhältnisses während und nach Akupressur.

Konklusion: Akupunktur, und vor allem Akupressur senkte den LF/HF- Quotienten. Dieser Effekt war in der Gruppe der Frauen deutlicher ausgeprägt und könnte als ein Anstieg vagaler Aktivität während Akupressur interpretiert werden.

Abstract

Background: The heart rate variability (HRV) and especially the LF/HF (low frequency/high frequency) ratio become more and more important as a specific indicator for a well-balanced autonomic nervous system in different disciplines of medicine. Acupuncture and acupressure seem to have positive effects on these parameters and the proper function of the autonomic nervous system (ANS). The main purpose of this randomized cross-over study was to investigate the specific effects of acupuncture and acupressure on the mean heart rate, the HRV and particularly on the LF/HF ratio.

Methods: In the context of a medical traineeship at the Beijing University of Chinese Medicine twenty-five healthy volunteers (12 female, 13 male; mean age $\pm$ SD: 26.5 ± 8.6 years) underwent three procedures consisting of acupuncture on extrapoint 1 (Yintang), acupressure on the same point and placebo acupuncture at a sham point each over 10 minutes. The sequence of the three methods was randomized. All volunteers were monitored over a period of 20 minutes using an electrocardiogram recorder (Medilog AR12). The data before, during and after the three conditions were measured and statistically analyzed.

Results: The mean heart rate decreased significantly during verum acupuncture and acupressure on Yintang ($p \leq 0.001$). The changes during acupuncture on the sham point were also significant ($p = 0.002$). Acupressure reduced the LF/HF ratio in all volunteers noticeably. A division into gender showed that the LF/HF ratio tended to decrease in both groups, but especially the females showed an obvious reduction of the LF/HF ratio during and after acupressure.

Conclusion: Acupuncture but especially acupressure reduced the LF/HF ratio. This effect was more pronounced in females and could be interpreted as an expression of growing vagal activity during acupressure.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	ii
Danksagungen	iv
Zusammenfassung	v
Abstract	vi
Inhaltsverzeichnis	vii
Glossar und Abkürzungen	x
Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xiii
1 Einleitung	1
1.1 Herzfrequenzvariabilität - Definition	1
1.1.1 Ursprung und Geschichte der Herzratenvariabilität	3
1.1.2 Herzratenvariabilität beim Fetus	5
1.2 Das „Autonome Nervensystem“	8
1.2.1 Übersicht über das „Vegetative Nervensystem“	9
1.2.2 Signalübertragung im vegetativen Nervensystem	11
1.2.3 Pars sympathica - Sympathikus	12
1.2.4 Pars parasympathica - Parasympathikus	15
1.3 Autonome Innervation des Herzens	18
1.3.1 Wirkung des Sympathikus am Sinusknoten	19
1.3.2 Wirkung des Parasympathikus am Sinusknoten	20
1.4 Modulatoren der Herzratenvariabilität	21
1.4.1 Das barorezeptorische System	21
1.4.2 Das respiratorische System	22
1.5 Messung der Herzratenvariabilität	23
1.5.1 Elektrokardiogramm (EKG)	23
1.6 Methoden zur Ermittlung der HRV	27
1.6.1 Zeitbasierte Auswerteverfahren (time domain analysis)	27
1.6.2 Frequenzbasierte Auswertung (frequency domain analysis)	27
1.7 Beispiele von HRV- Spektrogrammen	29
1.7.1 Beispiel 1	30

1.7.2	Beispiel 2	31
1.7.3	Beispiel 3	32
2	Material und Methoden	33
2.1	Einführung in die Akupunktur	33
2.2	Schaltkreise im menschlichen Körper	35
2.2.1	Zellstruktur	37
2.3	System der Meridiane nach Verständnis der TCM	39
2.4	Der Punkt „Yintang“	41
2.4.1	Indikationen	42
2.5	Stimulationsmethoden	43
2.5.1	Stimulation mittels Nadel	43
2.5.2	Stimulation mittels Akupressur.....	44
2.5.3	Stimulation mittels Moxibustion.....	44
2.5.4	Stimulation mit elektrischem Strom.....	45
2.5.5	Stimulation mittels Laser	46
2.6	Studie „Stimulationseffekte am Akupunkturpunkt YINTANG“	47
2.6.1	Fragestellung und Ziel der Studie	48
2.7	Arbeitshypothese.....	48
2.8	Studiendesign.....	48
2.9	Probanden/-innen.....	49
2.10	Akupunktur-/ Akupressurpunkte	49
2.10.1	Akupunkturpunkt Yintang.....	49
2.10.2	Placebopunkt	50
2.11	Messgerät zur Erfassung der Herzratenvariabilität.....	50
2.12	Der Messvorgang	52
2.13	Schematische Darstellung des Messvorganges	54
2.14	Computerunterstützte Datenanalyse	55
2.15	Statistische Methode	55
3	Ergebnisse	56
3.1	Veränderungen der mittleren Herzrate (mean heart rate)	56
3.1.1	Veränderungen der mittleren Herzrate bei Nadelakupunktur	56
3.1.2	Veränderungen der mittleren Herzrate bei Akupressur.....	56

3.1.3	Veränderungen der mittleren Herzrate bei Akupunktur am Placebopunkt	57
3.2	Geschlechtsspezifische Veränderungen der mittleren Herzrate.....	58
3.2.1	Veränderung der mittleren Herzrate bei Frauen	58
3.2.2	Veränderung der mittleren Herzrate bei den Männern.....	60
3.3	Veränderung der Herzratenvariabilität.....	63
3.4	Veränderungen im LF/HF-Verhältnis.....	65
3.5	LF/HF-Veränderung bei den weiblichen Probandinnen.....	66
3.6	LF/HF-Veränderung bei den männlichen Probanden	67
4	Diskussion	69
5	Literaturverzeichnis	76
	Anhang.....	80

Glossar und Abkürzungen

BIS	Bispektralindex
CTG	Cardiotocography (Kardiotokographie)
DGEIM	Deutsche Gesellschaft für Energetische & Informationsmedizin
ENS	Enterisches Nervensystem
HRV	Herzratenvariabilität
HFV	Herzfrequenzvariabilität
FHRV	Fetale Herzfrequenzvariabilität
HF	High frequency
Hz	Hertz (physikalische Einheit)
ISSSEEM	International Society for the Study of Subtle Energies and Energy Medicine
LF	Low frequency
MKG	Magnetkardiographie
NCCAM	National Center for Complementary and Alternative Medicine
NN	„normal to normal“- Abstand zweier Herzschläge
pNN50	Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 Millisekunden (ms) Abweichung vom vorausgehenden Intervall (höhere Werte weisen auf vermehrte parasymphatische Aktivität hin)
RR- Abstand	Abstand zwischen zwei R- Zacken im Elektrokardiogramm
r-MSSD	Quadratwurzel des quadratischen Mittelwertes der Summe aller Differenzen zwischen benachbarten NN- Intervallen
SDANN	Standardabweichung des Mittelwertes der NN-Intervalle in allen 5- Minuten der gesamten Aufzeichnung
SDNN/SDRR	Standardabweichung der NN-/RR- Intervalle
SDNN-i	Mittelwert der Standardabweichungen aller NN- Intervalle für alle 5- Minuten- Abschnitte bei 24- Stunden- Aufzeichnung
STV	„short time variability“- Kurzzeitvariabilität
TCM	Traditionelle Chinesische Medizin
ULF	Ultra low frequency
VLF	Very low frequency

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer Herzratenvariabilitätskurve.....	1
Abbildung 2: Wang Shu-He	3
Abbildung 3: Professor Hammacher mit dem ersten CTG- Prototyp	6
Abbildung 4: Pars sympathica (links) und Pars parasympathica (rechts).	17
Abbildung 5: Registrierung des EKG-Signals zur Evaluierung der HRV.....	24
Abbildung 6: Wellen und Zacken im EKG.....	25
Abbildung 7: Aufzeichnung des elektrischen (EKG-links) mit entsprechendem magnetischen (MKG-rechts) Herzfeld	26
Abbildung 8: Zuordnung von Sympathikus und Parasympathikus im HRV-Spektrogramm.....	30
Abbildung 9: Beispiel eines HRV Spektrogramms bei optimaler autonomer Regulation.	30
Abbildung 10: Beispiel eines HRV Spektrogramms bei reduzierter autonomer Regulation.	31
Abbildung 11: Beispiel eines HRV Spektrogramms bei sehr stark reduzierter autonomer Regulation.	32
Abbildung 12: Lokalisation der Tätowierungen am Beispiel "Ötzi"	34
Abbildung 13: Die Zelle und ihre Verbindungen - die lebende Matrix.....	37
Abbildung 14: Lokalisation "Yintang"	41
Abbildung 15: Anteile einer Akupunkturnadel.....	43
Abbildung 16: Stimulation von "Yintang" durch Akupressur.	44
Abbildung 17: Anwendung einer Moxazigarre	45
Abbildung 18: Anwendung der Laserakupunktur bei Kindern.....	46
Abbildung 19: Kooperation der Medizinischen Universität Graz (links) und der "Beijing University of Chinese Medicine (rechts)"	47
Abbildung 20: Lage des Placebopunktes über der linken Augenbraue (rotes Quadrat)	50
Abbildung 21: Medilog AR12	51
Abbildung 22: Probandin vor der HRV-Messung. Mit freundlicher Genehmigung der Probandin.....	52
Abbildung 23: Veränderungen der mittleren Herzrate.	57
Abbildung 24: Die mittlere Herzrate der Frauen bei Akupunktur, Akupressur und Placebostimulation.	59

Abbildung 25: Die mittlere Herzrate der Männer.	61
Abbildung 26: Die mittlere Herzrate der Männer ohne Proband Nr. 9.	62
Abbildung 27: Gesamtvariabilität aller Probanden/-innen.....	63
Abbildung 28: Gesamtvariabilität der Frauen.	64
Abbildung 29: Gesamtvariabilität der Männer.....	64
Abbildung 30: LF/HF-Verhältnis aller Probanden/-innen.	65
Abbildung 31: Veränderung des LF/HF-Quotienten nach Geschlecht (links: Frauen, rechts: Männer).....	66
Abbildung 32: Veränderung des LF/HF-Quotienten bei den Frauen.	67
Abbildung 33: Veränderung des LF/HF-Verhältnisses bei den männlichen Probanden.....	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einfluss von spezifischen Rezeptoren auf die Herzfrequenz (modifiziert)	22
Tabelle 2: Funktionen der Lebensenergie "Qi"	40

1 Einleitung

1.1 Herzfrequenzvariabilität - Definition

Die Herzfrequenzvariabilität, oder auch „Herzratenvariabilität“ (HRV, englisch „heart rate variability“) genannt, beschreibt die physiologische Fähigkeit des menschlichen Herzens, den zeitlichen Abstand von Herzschlag zu Herzschlag je nach situationsbedingter Belastung fortwährend zu verändern. Dies ist erforderlich, um sich den stetig wechselnden Anforderungen möglichst schnell anpassen zu können. Zur Bestimmung der Herzratenvariabilität werden Schwankungen der Herzfrequenz über einen definierten Messzeitraum bei der Analyse der Schlagfolge des Herzens betrachtet. Der zeitliche Rahmen kann dabei bis zu 24 Stunden betragen (1).

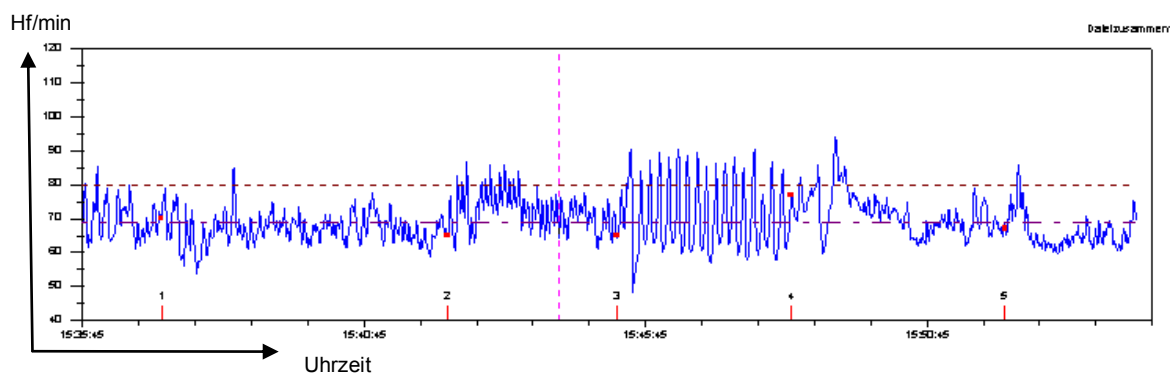


Abbildung 1: Beispiel einer Herzratenvariabilitätskurve¹

Veränderungen in der Herzfrequenz können als Folge von permanenten neurovegetativen und humoralen Regelprozessen betrachtet werden. Diese Prozesse werden durch zahlreiche Einflussfaktoren wie dem Blutdruckkontrollsystem, Einflüsse vom Hypothalamus und durch den Hirnstamm, hier vor allem durch den vagalen Teil des Kreislaufzentrums, erzielt (2). Die genannten Einflussgrößen und ihre Auswirkung auf die HRV werden unter im Laufe dieser Arbeit (Punkt 1.4) noch ausführlicher beschrieben.

Die Herzfrequenz des Menschen ist variabel. Bei extremer sportlicher Betätigung aber auch psychischer Belastung ist der menschliche Organismus bei jungen, gesunden Menschen in der Lage, die Herzfrequenz über autonome

¹ http://www.hrv24.de/HRV_Beispieler/HRV-Beispiele_Rechnen.htm; 10.12..2009

Regulationswege auf das zirka Dreifache zu erhöhen, um den momentanen Erfordernissen gerecht zu werden. Nur durch eine gelungene Anpassungsreaktion wird der Organismus weiterhin ausreichend mit genügend Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Nach Beendigung der körperlichen Aktivität oder der psychischen Anspannung wird die Herzfrequenz nach wenigen Sekunden wieder über autonome Mechanismen gesenkt. Die Herzfrequenz jedes Einzelnen ist jedoch auch in Ruhe sehr individuell. Neben Geschlecht und Alter spielt der Trainingszustand eine entscheidende Rolle. So werden bei hochtrainierten Athleten meist sehr niedrige Ruhepulswerte festgestellt, Werte, die bei älteren, untrainierten Patienten bereits eine Indikation für einen Herzschrittmacher darstellen würden (3).

Die Bestimmung der Herzratenvariabilität ermöglicht uns, den momentanen Zustand jener Organsysteme zu erfassen, die an der Regelung der Herzfrequenz beteiligt sind. Wird eine Verminderung der Herzratenvariabilität festgestellt, spricht dies für eine eingeschränkte Anpassungsfähigkeit des Organismus an exogene (aus der Umwelt stammende) oder endogene (aus dem Körperinneren entstandene) Faktoren. Die reduzierte „Regelfähigkeit“ der Herzfrequenz deutet somit ebenso auf eine verminderte Regulationsfähigkeit des Herzkreislaufsystems hin (4). Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Herzratenvariabilität den Einflüssen des autonomen Nervensystems unterliegt. Zentrale Projektionen, die im präfrontalen und insulären Kortex sowie im limbischen System entstehen, können eine Veränderung der HRV herbeiführen (5). Zudem kann auch eine Vielzahl von Medikamenten, zum Beispiel Antidepressiva (Amitriptylin) oder atypische Neuroleptika, die HRV drastisch einschränken (6).

Bei vorherrschender Dominanz des Nervus Sympathikus, der einen bedeutenden Teil des autonomen Nervensystems darstellt, wird zumeist eine verminderte HRV festgestellt. Eine ausgeprägte Variabilität der Herzrate deutet hingegen auf eine gelungene Anpassung des Körpers auf veränderte innere Zustände oder äußere Bedingungen hin (4). Die Adaptionfähigkeit des autonomen Nervensystems ist somit erhalten, das autonome Nervensystem ist in „Balance“ (5). Besonders vagale Dominanz steigert die HRV und verlangsamt die Herzfrequenz, es lässt sich daraus ein kardioprotektiver Vorteil für den Körper erzielen.

Die Herzratenvariabilität kann also als Globalindikator der sympathovagalen Balance betrachtet werden, wobei die Mittlerrolle zwischen Psyche und Körper einen bedeutenden Aspekt darstellt. Es wäre daher durchaus denkbar, die Herzratenvariabilität in Zukunft als potentiellen Screeningfaktor für präventivmedizinische Belange zu verwenden (4).

1.1.1 Ursprung und Geschichte der Herzratenvariabilität

Die Anfänge der Herzratenvariabilitätsforschung reichen etwa 1700 Jahre zurück und werden zum ersten Mal im dritten Jahrhundert in China schriftlich festgehalten. Der chinesische Arzt „Wang Shu-He“ beschrieb in seinen Schriften „Mai Ching“ („The Knowledge of Pulse Diagnosis“) verschiedene Pulstypen und erkannte schon bald, dass ein variabler Pulsschlag ein Zeichen für Gesundheit sei. Wang Shu-He dokumentierte seine Beobachtungen in seinen Schriften über die Pulsdiagnostik: *„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.“*² In der Lehre der „Traditionell Chinesischen Medizin“ (TCM) stellt die „Pulsdiagnostik“ bis heute einen wichtigen diagnostischen Faktor dar, eine physikalische Untersuchung ohne den Puls des Patienten zu fühlen, wäre in China bis heute undenkbar.



Abbildung 2: Wang Shu-He³

² <http://www.hrv24.de/HRV-Geschichte.htm>; 13.12.2009

³ <http://www.itmonline.org/docs/wangshu.htm>; 15.12.2009

Obwohl die Variation des Herzschlages schon lange bekannt war, erlangte die „Herzfrequenzvariabilität“ in der modernen Wissenschaft erstmals in den 1960er Jahren im medizinischen Bereich der Geburtshilfe große Bedeutung. In Form der „Kardiotokographie“ (CTG) wird die HRV bis heute standardmäßig zur Überwachung des kindlichen Herzschlages verwendet. Beobachtet wird hier ebenfalls die Herzratenvariabilität. Die gängigen Begriffe in der Geburtshilfe sind vor allem „Oszillationen“, „Dezelerationen“ oder „Akzelerationen“, die für den Verlauf der Geburt prognostisch von Bedeutung sein können.

Zunehmendes Interesse an der HRV - Forschung zeigte sich ab den 1980er Jahren. Seitdem ist die Anzahl der Publikationen in bekannten medizinischen Datenbanken beachtlich gestiegen, die Herzfrequenzvariabilität wird in ihrer medizinischen Bedeutung als potentieller Screeningfaktor wieder neu entdeckt (7). Die Entwicklung von moderneren, portablen EKG - Geräten ermöglicht die Untersuchung der Herzfrequenzvariabilität unter verschiedensten physiologischen, aber auch pathologischen Bedingungen. Standards wurden 1996 von der „European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology“ festgelegt, um eine einheitliche Quantifizierung und Interpretation der HRV zu garantieren (8). In den letzten Jahren nimmt die Forschungsarbeit rund um das Thema „Herzratenvariabilität“ immer mehr zu. Dennoch scheint der Begriff „Herzratenvariabilität“ bzw. „Herzfrequenzvariabilität“ im bekanntesten deutschen klinischen Wörterbuch „Pschyrembel“ bis heute nicht auf (7). Das Forschungsspektrum und Anwendungsfelder zur Herzratenvariabilität können folgenden Themengebieten zugeordnet werden:

In der klinischen Anwendung wird der Parameter „Herzratenvariabilität“ zur Kontrolle der Belastbarkeit und des Gesundheitszustandes herangezogen. Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität sind schon seit vielen Jahren hilfreiche Messgrößen zur Diagnosefindung unterschiedlicher Erkrankungen. Die Herzratenvariabilität als Messgröße zur Risikoberechnung für verschiedenste Erkrankungen muss sich jedoch noch etablieren. Anwendungsgebiete im Sport sind beispielsweise die Bewertung des Regenerationszustandes im Trainingsprozess, die Diagnostik und Bewertung

trainingsbedingter Anpassungen und die Bestimmung individueller Trainingszonen (own zone). Die Kontrolle der Belastbarkeit und des Gesundheitszustandes sowie der Nachweis der Wirksamkeit bestimmter Trainingsmethoden hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Gesundheit gehören ebenso zu den Anwendungsbereichen der Herzratenvariabilität (1).

Immer wichtiger wird die HRV auch in der „Stressmedizin und Psychophysiologie“. Die HRV dient hier 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. So kann der Patient bestimmte psychophysiologischen Vorgänge besser wahrnehmen und versuchen, sie besser zu steuern. Weiters kann die HRV dazu dienen, Entspannungstechniken wie das Biofeedback zu objektivieren (9).

1.1.2 Herzratenvariabilität beim Fetus

Die Herzfrequenzvariabilität gewinnt im prä- und perinatalen Bereich, vor allem zur Beurteilung antepartualer Kardiotokographien und damit zur Erfassung des fetalen Zustandes in utero zunehmend an Bedeutung (10).

Die Kardiotokographie, kurz „CTG“ genannt, ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung der Herzfrequenz des ungeborenen Kindes in utero mit simultaner Aufzeichnung der mütterlichen Wehentätigkeit. Mithilfe von Ultraschallwellen, die vom fetalen Herz zum Schallkopf reflektiert werden, können Rückschlüsse auf die fetale Herzaktivität gezogen werden (8). Im Jahre 1964 wurde der erste Prototyp des CTGs von Professor Dr. Konrad Hammacher vorgestellt und bleibt bis heute das Standardverfahren zur antepartualen und subpartualen Überwachung des ungeborenen Kindes (11).



Abbildung 3: Professor Hammacher mit dem ersten CTG- Prototyp⁴

Aufgrund der oftmals visuell vorgenommenen Auswertung antepartualer Kardiotokographien durch den diensthabenden Arzt, kommt es, je nach Erfahrung und Fachkompetenz des geburtshilflich tätigen Arztes zu einer beachtlichen Intra- und Interobservationsvariabilität. Von der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG) wird daher die Anwendung der computergestützten CTG-Analyse empfohlen. Diese Analyse stützt sich auf die Kriterien von Dawes und Redman (12) und dient ausschließlich der antepartualen Beschreibung des fetalen Zustandes durch eine computergestützte Analyse der fetalen Herzfrequenz. Ziel der Anwendung der Dawes- und Redman-Kriterien ist eine objektive Beurteilung in möglichst kurzer Zeit zu erreichen (12). Der dabei angewandte Computeralgorithmus ist seit den 1980er-Jahren für die Analyse von antepartualen CTGs verfügbar. Dieses computergestützte System ermöglicht die Bestimmung der Kurzzeitvariabilität (STV), die durch visuelle Beurteilung nicht ermittelt werden kann. Der wichtige Parameter der HRV-Zeitbereichsanalyse RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences) wird der Kurzzeitvariabilität zugeordnet und gibt Auskunft über kurzfristige Veränderungen der RR-Intervalle. Dieser Wert wird vor allem zur Betrachtung des parasympathischen Einflusses auf das Herz herangezogen und wird in Millisekunden (ms) angegeben (1). Bei einer externen CTG-Ableitung ist eine Schlag- zu

⁴ http://www.uni-duesseldorf.de/home/Informationen/pressemeldung?nr=8546&url_alt=http://www.uni-duesseldorf.de/home/start_int; 18.12.2009

Schlaganalyse, die den Goldstandard zur HRV-Beurteilung darstellen würde jedoch nicht möglich, da die gewonnenen Daten implementierten Datenverarbeitungsprozeduren zur Artefaktreduktion ausgesetzt werden. Die STV wird daher folgenderweise berechnet: Jede Minute wird in sechzehn Abschnitte geteilt, für jeden Abschnitt wird das mittlere Pulsintervall berechnet. Die STV ergibt sich aus der Änderung der Durchschnittswerte.

Dawes und Redman erstellten durch die Auswertung von 73802 CTGs Normalitätskriterien und stellten dabei fest, dass eine niedrige Kurzzeitvariabilität sehr stark mit fetaler Gefährdung korreliert (13). Werte unter 2,6 Millisekunden (ms) führen beispielsweise zum vermehrten Auftreten von metabolischen Azidosen beim Fetus und gesteigerten Raten von intrauterinem Fruchttod. Die klinische Relevanz der STV konnte somit in mehreren Studien belegt werden und ist unumstritten (14).

Eine sehr gute Alternative zur Erfassung der fetalen Herzaktivität ist das magnetische Gegenstück zur fetalen Elektrokardiographie, die Magnetkardiographie (MKG). Hierbei handelt es sich um eine völlig nicht-invasive Methode. Wie beim Elektrokardiogramm, das durch die Vernix caseosa jedoch nur sehr mühsam und mit hohem Artefaktpotential vom mütterlichen Abdomen abgeleitet werden kann, wird beim MKG ebenfalls das elektrophysiologische Signal der fetalen Herzaktivität registriert (10). Mit modernen Geräten, die heutzutage zur Verfügung stehen, ist es möglich, schon ab der 15./16. Schwangerschaftswoche (SSW) verlässliche Daten zur fetalen Herzaktivität zu erhalten. Demnach ist eine Analyse der fetalen Herzfrequenzvariabilität gemäß den Standards der postnatalen Kardiologie möglich (8). Der Vorteil der MKG- Anwendung liegt zusätzlich darin, dass das gewonnene Signal von hervorragender Qualität ist und eine Autokorrelation der Daten zur Artefaktreduzierung nicht notwendig ist. Somit können Standardmaße zur Messung der fetalen Herzratenvariabilität (HRV), zum Beispiel die „Schlag-zu Schlag-Variabilität“ ermittelt werden, was beim CTG nur über Umwege möglich ist. Dennoch verfügt das CTG über enormes Potential zur HRV Berechnung. Trotz der Vorteile der Magnetkardiographie, die eine differenziertere Betrachtung der HRV erlaubt, wird diese Methode aufgrund des hohen finanziellen Aufwandes nur an wenigen Zentren angewendet (10).

1.2 Das „Autonome Nervensystem“

Das autonome Nervensystem (ANS), oder auch vegetative Nervensystem (VNS) bildet mit dem somatischen (sensomotorischen) Nervensystem eine Einheit und stellt ein wichtiges System für den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Organen dar. Der Begriff „autonomes Nervensystem“ wurde erstmals von dem britischen Physiologen „John Newport Langley“ geprägt. Es handelt es sich hierbei um ein System, das nicht gleichermaßen dem menschlichen Willen unterworfen ist wie das somatische Nervensystem (15). Es kann jedoch von der Psyche mit bestimmten Techniken und Trainingsmethoden (autogenes Training) beeinflusst werden. Im Gegensatz zum somatischen (oikotropen) Nervensystem, welches mit seinen Nerven der Oberflächen- und Tiefensensibilität, der Sinnesorgane und der Skelettmuskeln den Zustand der Umwelt erfassen und mit Körperbewegungen beantworten soll, funktioniert das vegetative Nervensystem unbewusst, es regelt und vermittelt unwillkürliche Vorgänge in unserem Körper. Der Begriff „autonom“ erklärt sich dadurch, dass vieles nicht mehr bewusst gesteuert werden kann, während beim somatischen System vor allem die Wahrnehmung von Reizen aus der Umwelt und die motorische Steuerung eine entscheidende Rolle spielt (16). Die glatte Muskulatur aller Organe unseres Körpers, sowie das Herz, die Gefäße und Drüsen (Tränen-, Speichel-, und Schweißdrüsen) werden vom sogenannten „Vegetativum“ innerviert (15). Feinste Nervenfasern bilden in nahezu allen Geweben des Körpers ein zusammenhängendes, kommunizierendes Geflecht. Da die Fasern des vegetativen Nervensystems über eine intensive Verknüpfung mit den zerebrospinalen Nervenfasern verfügen und die Organstrukturen durchsetzen, erscheint es fast unmöglich, dem ANS eine charakteristische Struktur zuzuordnen. Unterschieden werden afferente (viszerosensible) von efferenten (viszeromotorische) Fasern (17). Der afferente Anteil des ANS zeigt den gleichen Aufbau wie das oikotrope System, während der efferente Abschnitt als Besonderheit Nervenzellen aufweist, die außerhalb des ZNS liegen (16).

Die Bedeutung des vegetativen Nervensystems wird somit immer deutlicher: Ändert sich im Körper das innere Milieu, reagiert das ANS meist unmittelbar,

um die Homöostase wieder herzustellen. Die ablaufenden Prozesse im Körperinneren werden dabei adäquat an die äußeren Belastungen angepasst. Ein Beispiel hierfür ist der Anstieg der Kontraktionskraft des Herzmuskels und der Muskeldurchblutung unmittelbar vor Beginn einer willkürlichen körperlichen Belastung oder vermehrter Speichelfluss beim Anblick unserer Lieblingsspeise. Diese vegetativen Veränderungen sind jedoch keine passiven Begleiterscheinungen auf spezifische emotionale, sensorische, motorische oder kognitive Prozesse, sondern werden durch einen aktiven Prozess direkt vom Gehirn erzeugt (15).

Das autonome Nervensystem koordiniert lebenswichtige Funktionen, sogenannte „Vitalfunktionen“ wie Atmung, Kreislauf, Körpertemperatur, Verdauung, Stoffwechsel, Drüsensekretion und Fortpflanzung. Dabei kooperiert das vegetative Nervensystem mit endokrinen, parakrinen und humoralen Regulationssystemen. Somit ergibt sich daraus, dass die Hormone unseres Körpers die Funktion des autonomen Nervensystems weitgehend beeinflussen können. Eine Dysfunktion des vegetativen Systems ist ebenso von erheblicher klinischer Tragweite wie eine vegetativ verursachte Über- oder Unterfunktion anatomischer Strukturen. Bei beiden wird der Gesamtorganismus, der zur Herstellung einer Homöostase tendiert, stark beeinträchtigt (16).

1.2.1 Übersicht über das „Vegetative Nervensystem“

Wir unterscheiden beim vegetativen Nervensystem topographisch eine zentrale und eine periphere Komponente. Funktionell, nach pharmakologischen Aspekten oder aber in klassischer Weise wird eine Einteilung in „Sympathikus“ (Orthosympathikus) und „Parasympathikus“ vorgenommen. Diese Einteilung bezieht sich vor allem auf die viszeromotorischen und sekretorischen Nervenfasern, da bei den viszerosensiblen Fasern eine solche Unterscheidung nicht möglich ist (17). Der dritte Teil des vegetativen Nervensystems wird vom Darmwandnervensystem, dem enterischen Nervensystem (ENS) gebildet (18). Die zentralen Zellgruppen des Sympathikus und des Parasympathikus liegen in verschiedenen Abschnitten des zentralen Nervensystems. Sie sind vor allem im Rückenmark, der Medulla Oblongata (verlängertes Rückenmark), in der Brücke (Pons), dem Mittel- und Zwischenhirn zu finden (16). Im Hirnstamm formieren

sich parasympathische Nervenzellen zu besonderen Kernen: der Nucleus Edinger- Westphal, die Nuclei salivatorii und der Nucleus dorsalis n. vagi. Das Sakralmark wird von parasympathischen Nervenzellen eingenommen, sympathische Neurone finden wir vor allem im Seitenhorn des Thorakal- und des oberen Lumbalmarks. Durch ihre spezifische Lokalisation liegen die parasympathischen Kerne folglich „*kraniosakral*“, die sympathischen Kerne „*thorakolumbal*“. Als übergeordnetes Steuerungszentrum des autonomen Systems ist der Hypothalamus zu nennen. Weiters sind an der zentralen Regulation der Organfunktionen auch Zellgruppen der Formatio reticularis beteiligt (17).

Beim peripheren vegetativen System lassen sich sechs Bereiche abgrenzen:

- Hirnnerven V₃, VII, IX, X und zugeordnete (parasympathische) Fasern,
- der (sympathische) Grenzstrang mit seinen zugehörigen Geflechten,
- sakrale, (parasympathische), viszerale Spinalnerven,
- prävertebrale und vaskuläre Ganglien,
- das enterische Nervensystem (ENS) und
- Paraganglien und chromaffine Zellen.

Da im Bereich der Extremitäten und der Rumpfwand für das periphere System keine eigenen vegetativen Nerven vorhanden sind, werden von den vegetativen Fasern alle Nervenbahnen des somatischen Nervensystems mitbenutzt. Aufgrund der Anlageart der inneren, meist unpaar vorhandenen Organe, existiert beim vegetativen System keine bilaterale Symmetrie der Nervenfasern.

Im therapeutischen Bereich wird jedoch vor allem die Einteilung in Sympathikus und Parasympathikus genutzt. Vor allem für das Verständnis des efferenten Parts ist diese Abgrenzung sinnvoll. Das Bauprinzip von Sympathikus und Parasympathikus ist gekennzeichnet durch die Hintereinanderschaltung von zwei Neuronen. Der neuronale Aufbau des vegetativen Systems lässt sich wie folgt beschreiben: Vegetative Fasern aus dem Rückenmark werden, bevor sie ihr Erfolgsorgan erreichen, über ein Ganglion geleitet. Dieses „Umschaltganglion“ liegt prä- oder paravertebral aber auch intramural. Das erste Neuron, das vom ZNS beziehungsweise vom Rückenmark zum Ganglion

zieht, wird deshalb „präganglionäres Neuron“ genannt. Die präganglionären Fasern sind von einer Myelinscheide umgeben und im Gegensatz zu den postganglionären, schwach- oder nicht- myelinisierten Fasern sehr schnell in der Erregungsleitung. Die Leitungsgeschwindigkeit kann hier bis zu 80 m/s betragen (19). Im peripher gelegenen Ganglion wird das erste präganglionäre Neuron auf das zweite postganglionäre Neuron umgeschaltet. Diese Umschaltung verläuft nicht immer ident, es können vier Umschaltungsarten unterschieden werden:

- a. Das erste Neuron des Sympathikus wird meist in den prä- oder paravertebralen Ganglien, das heißt rückenmarksnah aber organfern umgeschaltet.
- b. Beim Parasympathikus wird in organnahen, parasympathischen Neuronen umgeschaltet. Ausgenommen sind hierbei die Tränen- und Speicheldrüsen.
- c. Des weiteren existieren präganglionäre (erste) Neurone, die erst im Erfolgsorgan umgeschaltet werden. Ein Beispiel hierfür ist das ENS.
- d. Die letzte Gruppe der Neurone zieht ohne Umschaltung zu den Paraganglien, wie es beim Nebennierenmark zu finden ist.

Die postganglionären (zweiten) Neurone sind in der Lage, mit mehreren Zellen des Erfolgsorgans Synapsen zu bilden. Dies geschieht im „Vorbeilaufen“ unter Ausbildung von Verdickungen der Nervenaxone, was deshalb auch als „Synapse en passant“ bezeichnet wird. Dadurch können trotz lokal begrenzter Wirkung des Transmitters größere Zellgebiete aktiviert werden (16).

1.2.2 Signalübertragung im vegetativen Nervensystem

Die Erregungsübertragung im sympathischen Nervensystem erfolgt durch den Transmitter Noradrenalin, im parasympathischen durch den Botenstoff Acetylcholin. Die Bezeichnungen „adrenerges System“ beim Sympathikus und „cholinerges System“ beim Parasympathikus werden ebenso verwendet. Zu beachten ist jedoch, dass alle präganglionären Fasern sowohl beim Sympathikus als auch beim Parasympathikus, cholinerg sind. Nur die postganglionären Fasern des Sympathikus sind in der Mehrzahl noradrenerg, das heißt, der Transmitter ist hier Noradrenalin. Die Versorgung der

Schweißdrüsen ist vollständig cholinerg. Die postganglionären Fasern beim Parasympathikus sind ebenfalls cholinerg (muscarinerg) (16). Zu erwähnen ist auch die sensorische Innervation der inneren Organe. Die viszeralefferenzen ziehen von den Sinnesrezeptoren oder Sensoren der inneren Organe zum zentralen Nervensystem, welches dadurch über die Tätigkeit der inneren Organe informiert wird. Ausgenommen der Nozizeption („Schmerzempfindung“) wird diese Information in der Regel nicht bewusst wahrgenommen. Der hier beschriebene Vorgang wird als Viszerozeption zusammengefasst und dient der reflektorischen Steuerung der Eingeweide, spielt aber auch für die Entstehung von Emotionen eine bedeutende Rolle. Werden die Schmerz- / Nozizeptoren aktiviert, zum Beispiel durch extremen Sauerstoffmangel oder durch Zug am Mesenterium, können viszerale Schmerzen entstehen. Eine pathologische Interaktion zwischen dem Schmerzsystem und den Nozizeptoren kann demnach zu einem komplexen regionalen Schmerzsyndrom, CRPS („complex regional pain syndrome“) führen (15). Das CRPS kann den neuropathischen Schmerzen zugeordnet werden, welche durch Irritation des peripheren und/oder zentralen Nervensystems entstehen und durch das sympathische Nervensystem verstärkt werden können. Der Sympathikus spielt hier vor allem in der Chronifizierung von Schmerzen eine Rolle. In Tierexperimenten konnten Hinweise auf eine mögliche Verbindung zwischen sympathischen und dem sensorischen afferenten Nervensystems gefunden werden. Diskutiert wird in der Pathophysiologie einerseits die Freisetzung des Neurotransmitters Noradrenalin aus Nervenendigungen sympathischer Neurone, die zur Vervielfachung der schmerzhaften Impulse führen könnte. Andererseits könnte durch eine Ausschüttung von Noradrenalin eine Freisetzung von bestimmten Mediatoren (Prostaglandinen) gefördert werden, die zur verstärkten Sensibilisierung der sensorischen Neurone führt und somit Schmerz hervorrufen könnte (20).

1.2.3 Pars sympathica - Sympathikus

Die Unterteilung in Sympathikus und Parasympathikus beschreibt zwei teilweise antagonistisch (gegensätzlich) wirkende Teile des autonomen Nervensystems. Zum besseren Verständnis und zur klinischen Nutzung ist es wichtig zu

beherzigen, dass das somatische Nervensystem Funktionen induziert (erregt), während das Vegetativum bereits vorhandene Tätigkeiten moduliert (erregt und hemmt), um ein optimales Zusammenspiel der Viszera zu garantieren. Die meisten Effektororgane werden sympathisch und parasympathisch versorgt, wobei je nach Organ ein Überwiegen von Sympathikus oder Parasympathikus physiologisch vorhanden ist. Alter und Krankheitsstatus können die Vorherrschaft eines Parts verändern. Im Kindesalter zum Beispiel dominiert am Herzen der Sympathikus.

Der sympathische Teil des Nervensystems, die Pars sympathica, wird vom Grenzstrang und den aus ihm hervorgehenden Nerven, Geflechten und Ganglien gebildet. Topographisch kann die Pars sympathica in drei Teile (a-c) gegliedert werden:

a. Der Grenzstrang, Truncus sympathicus: Paravertebral befindet sich auf beiden Seiten der Wirbelsäule der Grenzstrang, Truncus sympathicus, der aus einer Kette von 22 bis 23 Ganglien aufgebaut ist. Die einzelnen Ganglien des Grenzstranges, der von der Schädelbasis bis zum Steißbein reicht, sind untereinander über sogenannte Rami interganglionares verbunden. Verbindungen zu den Ganglien der Gegenseite kommen in Form von Rami transversi vor. Zu beachten ist, dass die Rami interganglionares je zur Hälfte efferente (präganglionäre) und afferente Fasern besitzen. In den Seitenhörnern, jeweils beidseits im Nucleus intermediolateralis der Rückenmarkssegmente C8 bis L3, befinden sich die Neurone des Sympathikus. Kranial von C8 existieren keine Verbindungen zwischen Rückenmark und Halsgrenzstrang. Kopf, Hals, obere Gliedmaßen und Herz und zum Teil auch Lunge und Aorta erhalten daher ihre sympathische Versorgung vom Ganglion cervicothoracicum. Die afferenten viszerosensiblen Fasern des Sympathikus werden vor allem für die Schmerzleitung der Eingeweide benötigt (16). Beide Ganglionketten des Grenzstranges laufen an der Vorderseite des Steißbeins zusammen und bilden das unpaare Ganglion impar (18).

b. Prävertebrale Ganglien: Aus der Aorta gehen drei unpaare Äste für die Versorgung der Eingeweide ab. Es sind dies der Truncus coeliacus, die Arteria mesenterica superior und inferior. Rund um diese Abgänge sind drei größere

Ganglien zu finden, die in hohem Maße miteinander verbunden sind und Lymphknoten ähneln. Diese Ganglien erhalten Fasern aus dem Truncus vagalis posterior, dem Grenzstrang und den Nervi splanchnici thoracici majores et minores. Äste, die aus den drei prävertebralen Ganglien hervorgehen, spannen sich um die Gefäße und folgen diesen bis zu den inneren Organen.

c. Sympathische Geflechte: Aus den sympathischen Ganglien hervorgehende postganglionäre Fasern lagern sich um die Spinalnerven oder Gefäße an. Es kommt zur Ausbildung von Nervenplexen (lat. Plexus) um die Gefäße. Die postganglionären Nervenfasern zweigen sich mit den Gefäßgabelungen auf und erreichen so ihr Zielgebiet. Diese Axone sind auch für die nervale Versorgung der Gefäße zuständig. Der sympathische Ursprung ist auf den thorakolumbalen Bereich beschränkt. Der kraniale Ursprung kann von C8 bis Th2 variieren, die kaudalen Fasern können von L1 bis L3 entspringen. Die efferenten sympathischen Fasern verlassen das Rückenmark über die Vorderwurzel, gelangen in den Spinalnerv und ziehen durch den Ramus communicans albus zum zugehörigen Grenzstrangganglion, wo der überwiegende Teil der Axone auf das zweite postganglionäre Neuron umschaltet. Über die Rami communicantes grisei der Spinalnerven wird das Zielorgan erreicht. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zu den erregenden somatischen Nerven ist, dass die periphere, efferente Leitungsbahn des Sympathikus sowohl eine Erregung als auch eine Hemmung des Zielorgans hervorrufen kann. In den sympathischen Nerven lassen sich zusätzlich afferente, viszerosensible Fasern nachweisen, welche Erregungen von den Eingeweiden ins ZNS leiten. Diese Afferenzen sind vor allem für die Vermittlung von Schmerzen bedeutsam (16).

Im menschlichen Körper dient der Sympathikus der Leistungssteigerung und Energiebereitstellung. Besonders hohen Sympathikotonus finden wir sowohl in physischen als auch psychischen Stresssituationen. Der Körper reagiert mit der Bereitschaft zur Flucht oder zum Kampf. Man nennt dies auch „Fight or flight“-Charakter oder „ergotropes System“. Bei Aktivierung des Sympathikus erweitern sich die Pupillen, die Speichelproduktion wird reduziert. In der Lunge werden die Bronchien weitgestellt, damit eine höhere Luft- und Sauerstoffzufuhr

gewährleistet werden kann, die Atemfrequenz steigt. Das Herz reagiert mit gesteigerter Schlagfrequenz und Kontraktionskraft, die Herzkranzgefäße werden dilatiert, um die Blutversorgung des Herzens sicherzustellen, die Hautgefäße verengen sich. Dadurch gelangt mehr Blut zu den aktiven Muskeln, die Haut fühlt sich kalt an. Die Magen-Darm-Peristaltik geht zurück, denn der Körper stellt weder Zeit noch Energie für die Verdauung bereit. Der Sphinktertonus der Harnblase wird erhöht. In der Leber wird Glykogen metabolisiert und vermehrt Glucose für den Körper bereitgestellt. Das ZNS reagiert bei sympathischer Erregung mit gesteigerter Aufmerksamkeit und Antrieb, die Hirngefäße werden verengt. Im Skelettmuskel wird ebenfalls Glykogen abgebaut. Die Schweißproduktion nimmt zu.

1.2.4 Pars parasympathica - Parasympathikus

Die Pars parasympathica oder der Parasympathikus dominiert bei Entspannung und Ruhesituationen. Der Parasympathikus dient funktionell vor allem der Regeneration und greift stark bei aufbauenden Prozessen ein. Anatomisch können drei Anteile (a-c) differenziert werden.

a. Der Kopfteil: Die präganglionären Neurone dieses Anteils liegen im Hirnstamm. Von dort ziehen die Axone zu den parasympathischen Ganglien indem sie sich dem III., VII., IX., und X. Hirnnerven anschließen. Besonders erwähnenswert ist der Nervus vagus (N. X). Der Großteil seiner Fasern sind parasympathische Neurone, die, ausgehend vom Nucleus dorsalis n. vagi bis nahe der linken Colonflexur (Cannon-Böhm-Punkt), Herz, Lungen und Baueingeweide innervieren.

b. Der Sakralteil: Der Dickdarm wird ab dem Cannon-Böhm'schen Punkt gemeinsam mit dem Urogenitalsystem vom sakralen Anteil des Parasympathikus innerviert. Die Neurone des Sakralteils entstammen aus den Seitenhörnern von S2 bis S4. Die präganglionären Fasern bilden hier die Nn. splanchnici pelvini, welche an den Ganglien des Plexus hypogastricus enden. Die postganglionären Neurone ziehen nach ihrer Umschaltung weiter zum Colon descendens, Sigmoid, Rektum, Ureter, zur Vesica urinaria und zu den

Genitalorganen (18). Die Fasern des sakralen Parasympathikus kommunizieren mit dem Sympathikus und verteilen sich über die pelvinen Geflechte, die als „Frankenhäuser-Plexus“ zusammengefasst werden.

c. Periphere Ganglien: Periphere Ganglien, wie das Ganglion cardiacum, (Wrisbergi) findet sich im Bereich der vagalen Herznerven.

Für die efferente Leitung sind beim Parasympathikus ebenfalls zwei Neurone (prä- und postganglionär) vorhanden. Die Innervation der inneren Organe wird vom Sympathikus und Parasympathikus garantiert. Im Gegensatz zum Sympathikus erfolgt die Umschaltung auf das zweite Neuron beim Parasympathikus nahe am Zielorgan. Der Parasympathikus besitzt, ähnlich dem Sympathikus, afferente Fasern, die ins ZNS ziehen. Diese sind unter anderem für das Gefühl von Harn- und Stuhldrang und der Übelkeit verantwortlich. Die Wirkungen des parasympathischen Systems im Körper sind größtenteils gegensätzlich den Wirkungen des Sympathikus. Die Pupille wird eng gestellt, die Speichel- und Tränendrüsen werden zur Sekretion angeregt. Auf die Schweißdrüsen hat der Parasympathikus keine Auswirkung, diese werden sympathisch innerviert. Die Bronchien werden eng gestellt, die Atemfrequenz sinkt. Das Herz schlägt langsamer. Der Parasympathikus regt die Peristaltik im Magen-Darm-Bereich an, die Sekretion und Verdauung werden gefördert. Die Stoffwechselfunktionen werden so gesteuert, dass sie anabolen, aufbauenden Charakter aufweisen. Wichtige vegetative Reflexe besitzen spezifische Rezeptoren, die Interozeptoren. Dazu werden die Chemorezeptoren im Aortenbogen gezählt, die atrialen Mechanorezeptoren für die Erkennung einer Vorhofdehnung, die Barorezeptoren im Sinus caroticus für die Blutdruckregistrierung und die zentralen Enterozeptoren im ZNS, die eine Rolle für die pH-Wert Kontrolle des Liquor cerebrospinalis spielen (16).

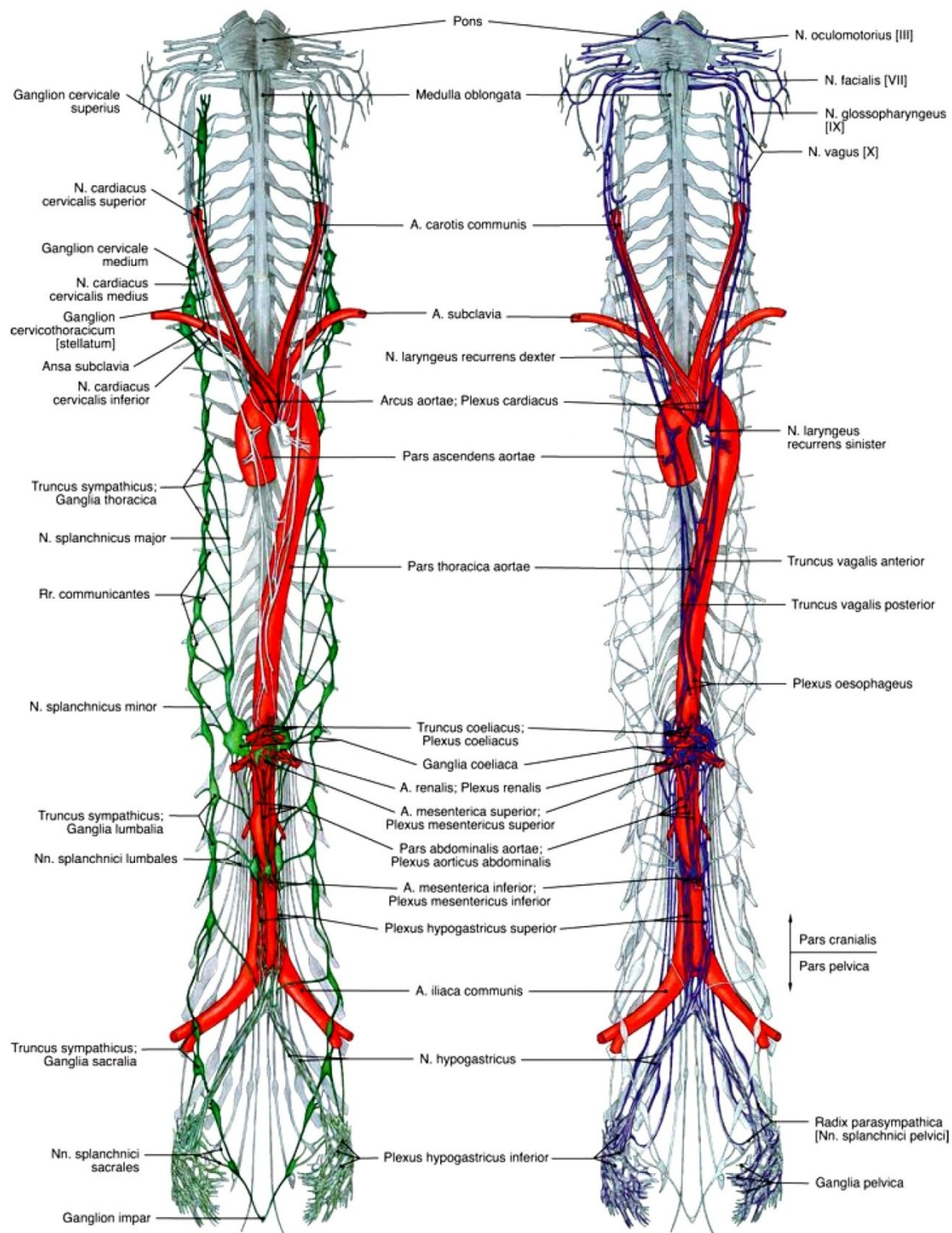


Abbildung 4: Pars sympathica (links) und Pars parasympathica (rechts)⁵.

Links: Der Grenzstrang beidseits der Wirbelsäule ist als Gesamtheit der sympathischen Ganglien und ihrer Verbindungen erkennbar (grün).

Rechts: Die Fasern des Parasympathikus (violett) verlaufen im Allgemeinen mit anderen Nervenfasern.

⁵ 21. Putz R, Pabst R. Sobotta- Anatomie des Menschen. Der komplette Atlas in einem Band. München: Elsevier GmbH; 2007:p. 43-44.

1.3 Autonome Innervation des Herzens

Das Herz besitzt die Fähigkeit zur Autorhythmie und ist somit über ein eigenes Erregungsbildungssystem in der Lage Spontandepolarisationen auszulösen und weiterzuleiten, um eine ordnungsgemäß ablaufende Kontraktion der Vorhöfe und Kammern zu garantieren. Dieses Erregungsbildungs- und Leitungssystem besteht aus dem Sinusknoten (primärer Schrittmacher des Herzens), dem Atrioventrikular- (AV-) Knoten (sekundärer Schrittmacher), dem His-Bündel mit einem rechten und linken Schenkel (Crus dextrum und sinistrum) und den Purkinjefasern (16). Physikalisch betrachtet, kann das Herz mit einer mechanischen Pumpe verglichen werden, aus physiologischer Sicht stellt das Herz ein zentrales Effektororgan dar, welches enormen Einfluss auf die Kreislaufhomöostase ausübt (22). Die vegetative Versorgung des Herzens erfolgt über das vegetative Nervensystem, vor allem über den Plexus cardiacus. Dieser Plexus stellt eine Verflechtung von sympathischen und parasympathischen Nervenfasern um den Aortenbogen und den Truncus pulmonalis dar, die von dort mit den Koronargefäßen zur Herzwand verlaufen. Sie innervieren sowohl die Koronarien als auch das Erregungsleitungssystem. Zum Großteil entstammen die Nervenfasern des Plexus cardiacus aus der Zervikalregion und dem zervikothorakalen Übergang. Die Nerven des Truncus sympathicus treten als N. cardiacus cervicalis superior, medius, inferior und als Nn. cardiaci thoracici in den Plexus cardiacus ein. Parasympathische Efferenzen erreichen über den X. Hirnnerven, den N. vagus das Herz. Vom Hauptstamm des N. vagus und teilweise auch vom N. laryngeus superior zweigt der R. cardiacus superior ab. Ebenfalls vom N. vagus und N. laryngeus recurrens gehen die Rr. cardiaci inferiores und die Rr. cardiaci thoracici etwas weiter kaudal ab und strahlen in den Plexus cardiacus ein. Das vegetative Nervensystem führt ebenfalls Afferenzen vom Herzen ins ZNS. Hierbei werden vor allem ischämiebedingte Schmerzreize (bei Angina pectoris) oder Druck- und Dehnungsreize vermittelt (16). Unter physiologischen Bedingungen wird die Herzfrequenz vom Sinusknoten bestimmt, der mit seiner Depolarisationsfrequenz (60-90 Erregungen/Minute) die nachgeordneten Systeme (AV- Knoten, His- Bündel) übertrifft. Die intrinsische Aktivität des primären Schrittmachers kann durch zahlreiche Faktoren (Zug, Druck,

Temperatur, Hormone) beeinflusst werden, weshalb dieser auch als Multi-Inputsystem angesehen wird. Das autonome Nervensystem mit Sympathikus und Parasympathikus hat jedoch die stärkste modulierende Wirkung auf die Sinusknoten-Depolarisation. Somit wird die Herzaktivität unmittelbar durch das Vegetativum kontrolliert. Parameter, die für den Kreislauf für Bedeutung sind, wie die Herzfrequenz aber auch der arterielle Blutdruck können durch dieses komplexe System an die verschiedensten Bedingungen, wie körperliche und geistige Aktivität, Stress, Ruhe und Schlaf angepasst werden. Es wäre daher ein Irrtum zu glauben, dass das Herz wie ein Metronom schlägt. Im Gegenteil, durch die fortwährende Modulation von Sympathikus und Parasympathikus entstehen permanent Abweichungen vom mittlere RR- Abstand. In Ruhe überwiegt am Herzen die efferente Vagusaktivität, die Herzfrequenz beträgt zirka 60-80 Schläge pro Minute. Die intrinsische Herzfrequenz würde etwa bei 100 Schlägen pro Minute liegen, wird aber durch die parasympathische Aktivität herabgesetzt (22).

1.3.1 Wirkung des Sympathikus am Sinusknoten

Kommt es zu einer Reizung des Sympathikus wird der Transmitterstoff Noradrenalin aus den präsynaptischen Vesikel der sympathischen Nervenendigung in den synaptischen Spalt freigesetzt. Noradrenalin diffundiert durch den Spalt und bindet dort an β -adrenerge Rezeptoren, die an der postsynaptischen Membran lokalisiert sind. In den schrittmacherkompetenten Zellen des Sinusknoten kommt es zum Beginn der Signaltransduktion in der Zellmembran und zur Auslösung eines Aktionspotentials. Die schrittmacherkompetenten Zellen sind dadurch charakterisiert, dass sich ihr Membranpotential während der elektrischen Diastole allmählich von ca. -60mV auf ca. -40mV ansteigt. Wird das Schwellenpotential, das für die Auslösung des Aktionspotentials entscheidend ist, erreicht, kommt es zur Öffnung von Kalziumkanälen und raschem Kalziumeinstrom in die Zelle, die Zellmembran wird positiv aufgeladen. Die anschließende Repolarisation ist durch den Ausstrom von Kalium gekennzeichnet, das Aktionspotential wird zum Ausgangsniveau repolarisiert (22). Am Sinusknoten bewirkt der Sympathikus somit eine Frequenzsteigerung durch Freisetzung von Noradrenalin. Die

Impulse des Sympathikus vermitteln eine Zunahme der Herzfrequenz (23). Im Gegensatz zum Parasympathikus benötigt die sympathische Stimulation etwas länger, ca. 20-30 Herzschläge, bis zur vollständig ausgeprägten Entwicklung (1). Für ein erneutes Ansprechen der Schrittmacherzellen im Sinusknoten auf sympathische Reize wird ebenfalls Zeit benötigt, da die Wiederaufnahme von Noradrenalin relativ langsam (einige Sekunden) verläuft (22).

1.3.2 Wirkung des Parasympathikus am Sinusknoten

Verglichen mit dem Sympathikus, weist der Parasympathikus instantane Modulationsfähigkeit auf, was bedeutet, dass die Aktivität des Sinusknotens auf einer Schlag- zu Schlag-Basis verändert werden kann. Der Grund für die geringere Latenzzeit von nur 150ms beim Parasympathikus liegt im rascheren Acetylcholinmetabolismus und der schnelleren Signaltransduktion in den Muskarinrezeptoren. Wie beim Sympathikus wird bei einer Vagusreizung Acetylcholin als Transmitterstoff in den synaptischen Spalt freigesetzt. Dieser bindet jedoch nicht an β - Rezeptoren, sondern an muskarinerge Rezeptoren in der postsynaptischen Membran. Der Vagus bewirkt an den Schrittmacherzellen des Sinusknotens eine Verlangsamung der spontanen Depolarisation. 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 (22). In der Praxis kann dieses Phänomen ebenfalls beobachtet werden: Bei körperlicher Belastung steigt die Herzfrequenz langsamer an, ist somit zeitlich verzögert, während sie bei Beendigung der körperlichen Aktivität relativ schnell absinkt (1).

1.4 Modulatoren der Herzratenvariabilität

Der menschliche Organismus, insbesondere auch die Herzaktivität unterliegen einer Vielzahl von endogenen und exogenen Einflüssen. Die Aktivität des autonomen Nervensystems, welches in ein komplexes System von physiologischen Regelkreisen eingebunden ist, wird dabei von mehreren Faktoren entscheidend beeinflusst.

1.4.1 Das barorezeptorische System

Als Barorezeptoren werden jene Rezeptoren bezeichnet, die Veränderungen des arteriellen Drucks im Aortenbogen und Carotissinus registrieren und in Folge dessen mit rhythmischen Impulsmustern antworten. Diese speziellen Impulsmuster haben wiederum Auswirkungen auf das vegetative Nervensystem (1). Afferente Impulse der Baro- oder Pressorezeptoren, die infolge einer Erhöhung des transmuralen Drucks der Gefäßwände entstehen, bewirken beim autonomen Nervensystem eine zunehmende Erregung von parasympathischen Strukturen. Sympathische Strukturen werden hingegen in ihrer Aktivität gehemmt (3). Die „Barorezeptorschleife“ bezeichnet jenen Regelkreis, 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 Hertz (Hz) aufgezeichnet werden. Die baroreflektorisch bedingten Schwankungen der Herzfrequenz sind bei Überwiegen des sympathischen Anteils des autonomen Nervensystems verstärkt. Die Spektralanalyse ermöglicht es, diese Frequenz im Gesamtspektrum der Herzfrequenzvariabilität sichtbar zu machen (1). Das Barorezeptorsystem ist in der Lage, die Herzfrequenz von Herzschlag zu Herzschlag zu verändern, es ist jedoch vom aktuellen Sympathikus- Parasympathikus-Verhältnis abhängig, das heißt, bei hoher sympathischer Aktivität hat die Aktivierung der Barorezeptoren geringeren Effekt als bei hohem parasympathischen Niveau (3).

1.4.2 Das respiratorische System

Die Schwankungen der Herzfrequenz lassen sich schon beim Pulsfühlen als „respiratorische Sinusarrhythmie“ (RSA) ertasten: Bei der Inspiration steigt die Herzfrequenz an während sie bei der Expiration wieder sinkt. Die Atmung selbst, die Tiefe der Atemzüge, ihr Rhythmus, der Atemtyp (Brustatmung, Bauchatmung) und die Atemlage, all diese Parameter der Atmung beeinflussen die Herzratenvariabilität (9). Im EKG wird dies durch schwankende Abstände der RR- Intervalle deutlich (24). Diese respiratorische Sinusarrhythmie entsteht infolge von hochfrequenter parasympathischer Aktivität und kann im Spektrum der Herzratenvariabilität nachgewiesen werden. Der größte Effekt der Atmung auf die HRV kann bei einer Frequenz von 0,1 Hz registriert werden. Infolge von körperlicher oder psychischer Belastung, bei hohem Sympathikotonus, kann der Einfluss der Atmung auf die HRV gedämpft werden.

Neben den zwei oben beschriebenen Systemen spielen noch einige weitere Faktoren in der Modulation der Herzschlagfolge eine bedeutende Rolle. Hierzu gehören die Aktivität von Chemorezeptoren in den Karotiden, atriale Rezeptoren und aortale Chemorezeptoren (3).

Tab. 1- Reflexe und deren Einfluss auf die Herzrate	
<u>Bradykardie erzeugende Reflexe</u>	<u>Tachykardie erzeugende Reflexe</u>
Barorezeptoren	Atriale Rezeptoren
Chemorezeptoren der Carotiden	Chemorezeptoren der Aorta
Chemoreflex der Coronarien (Bezold Jarisch Reflex)	Muskelrezeptoren
Hyperinflation der Lunge	(Angemessene) Inflation der Lunge

Tabelle 1: Einfluss von spezifischen Rezeptoren auf die Herzfrequenz (modifiziert)⁶

Ebenso beeinflussen das Renin-Angiotensin-System, das Thermo-Regulations-System, das Lebensalter, das Geschlecht, die Tageszeit, die Position des Körpers im Raum (liegend, sitzend, stehend), Alkohol, Nikotin aber auch Koffein die Herzaktivität. Auch die Einnahme von Medikamenten, Stress und körperliche Aktivität (Muskelaktivität) nehmen Einfluss auf die Variabilität der Herzschlagfolge (1). Die Herzfrequenz wird ebenfalls durch eine Verbindung

⁶ HAINSWORTH (1995) The Control and Physiological Importance of Heart Rate. IN MAREK MALIK, A. J. C. (Ed.) Heart Rate Variability. New York, Futura Publishing Company.

vom peripheren autonomen System mit zahlreichen zentralen Kernen und Neuronenpopulationen geregelt. Dazu zählen die Medulla oblongata, der Hypothalamus, Mittelhirnstrukturen (Pons), die Amygdala und kortikale Zentren (22).

1.5 Messung der Herzratenvariabilität

Besteht im menschlichen Körper eine autonome Dysfunktion, resultiert dies in einer Einschränkung der Herzratenvariabilität und weist bei multiplen internistischen Erkrankungen auf eine ungünstige Prognose hin. Vor allem bei Patienten mit Diabetes Mellitus, nach vorausgegangenem Herzinfarkt oder bei Herzinsuffizienz ist das rechtzeitige Erkennen einer solchen „Herzfrequenzstarre“ von enormer Bedeutung für die weitere Prognose.

1.5.1 Elektrokardiogramm (EKG)

Seitdem die physiologischen Schwankungen der Herzrate bei Medizinern und Forschungsteams einen hohen Stellenwert erlangt hatte, wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Herzratenvariabilität aufzeichnen und evaluieren zu können. Sowohl beim gesunden Menschen als auch beim Patienten kann heute mit nur drei Elektroden, die an bestimmten Positionen des Brustkorbes befestigt sind, mit großer Präzision das EKG-Signal aufgezeichnet und statistisch ausgewertet werden. Die natürliche Variation der Herzperiodendauer und die zeitliche Variation der Herzfrequenz kann dadurch genau dargestellt werden. Zur Auswertung der HRV werden Methoden im Zeitbereich und frequenzanalytische Verfahren verwendet (23).

Wird bei der Messung der Abstand zwischen zwei R-Zacken („RR-Abstand“) bestimmt, die der Zeitspanne zwischen zwei Kammererregungen des Herzmuskels entspricht, erkennt man, dass die Zeitabstände nicht vollkommen gleich sind, sondern im Bereich von Millisekunden variieren. Grund für dieses Phänomen sind beim gesunden Menschen physiologische Anpassungsreaktionen des Herzens an exogene oder endogene Anforderungen (1).

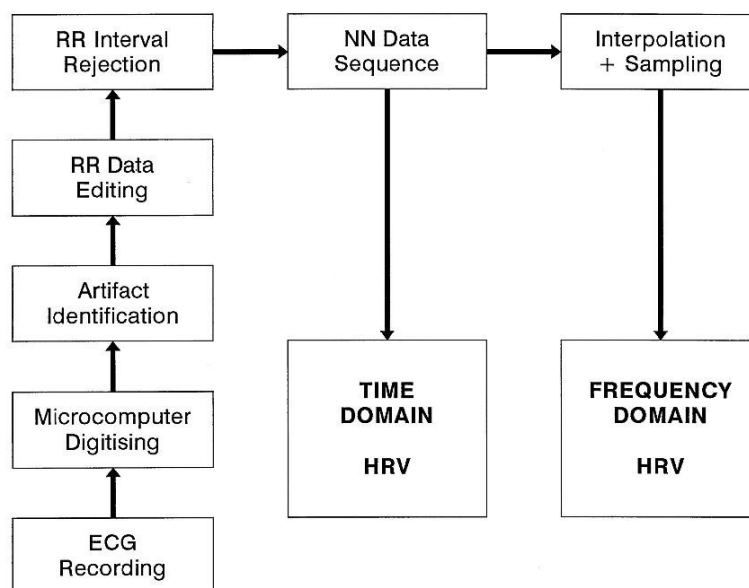


Abbildung 5: Registrierung des EKG-Signals zur Evaluierung der HRV⁷

Als deutliches Zeichen klinischer Imbalance kann die HRV bei spezifischen Erkrankungen mit vorliegender autonomer Neuropathie, wie z.B. Diabetes Mellitus, Alkoholerkrankung, Hypertonie sowie durch Medikamente erheblich reduziert sein (5).

Nachdem zahlreiche klinische Studien zur HRV durchgeführt wurden und auch die technische Entwicklung nicht Halt gemacht hat, dominieren zwei verschiedene Wege zur Beurteilung und Bewertung der HRV: Die Zeit-basierte („Time Domain Analysis“) und die Frequenz-basierte HRV-Analyse („Spectral-/ Frequency Domain Analysis“). Sowohl die Zeit- als auch die Frequenz-basierte HRV-Analyse erfordern eine exakte Aufzeichnung der R-Zacken. Wie bereits oben erwähnt können mit dem Elektrokardiogramm die elektrischen Signale des Herzens aufgezeichnet und eine Zeitreihe von RR-Intervallen bestimmt werden. Die Aufzeichnungsdauer schwankt dabei von 30 Sekunden bis 5 Minuten für Kurzzeit-EKGs, kann aber auch bis zu 24 Stunden betragen (zum Beispiel ambulant 24h-EKG). Das EKG kann somit als wichtiges Ursprungssignal für die Bestimmung und die darauffolgende Beurteilung der HRV betrachtet werden (25).

⁷ <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/93/5/1043>; 13.12.2009

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: die P-Welle, der QRS-Komplex und die T-Welle.

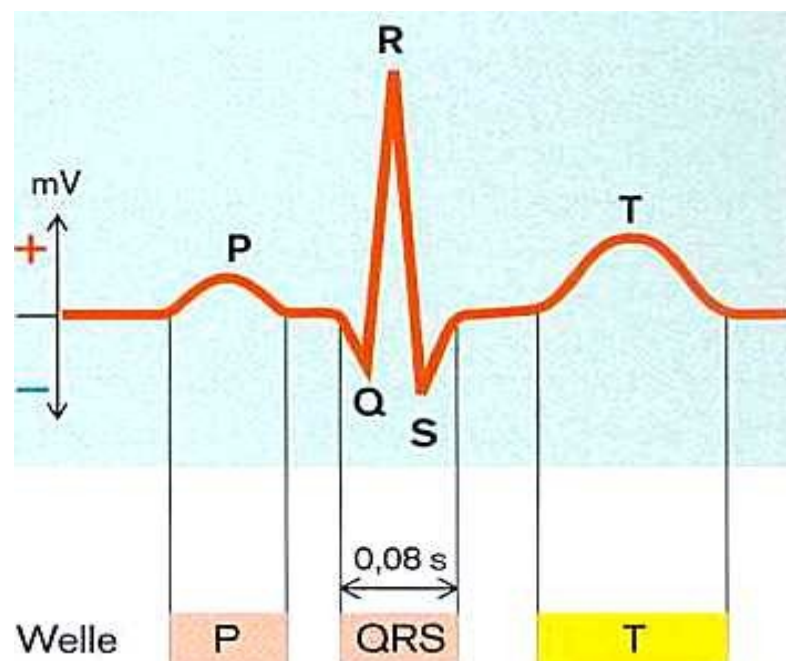


Abbildung 6: Wellen und Zacken im EKG⁸

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, 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

⁸ http://www.medizin.uni-essen.de/cardio/images/norm_ekg.jpg; 20.12.2009

kennzeichnen. Eine S-Zacke folgt der R- Zacke. Die R- und S-Zacken sind an ihrer schlanken, spitzen Form besonders gut zu erkennen. Die R-Zacke weist zusätzlich Besonderheiten auf: In den Brustwandableitungen (V1-V6) nimmt die Höhe der R-Zacke in den Ableitungen von V2-V5 normalerweise zu. Dies wird als „R-Progression“ oder „R-Entwicklung“ bezeichnet. Die S-Zacke nimmt parallel dazu von V2-V5 an Tiefe ab. Als „Umschlagszone“ wird jener Bereich bezeichnet, in dem R größer wird als S. Physiologischerweise sollte dieser Bereich bei V2/V3 oder V3/V4 liegen (26).

Zunehmendes Interesse zeigten Mediziner auch an den Magnetfeldern, die um den Körper entstehen und als „Biomagnetische Felder“ bezeichnet werden. Physikalischen Grundgesetzen zufolge (Oersted, 1819) erzeugt jeder elektrische Strom, der durch einen elektrischen Leiter fließt ein Magnetfeld im umgebenden Raum. Auch das Herz, welches das stärkste elektrische Feld in unserem Körper erzeugt, verfügt über ein stark pulsierendes Magnetfeld, welches sich unendlich in den Raum ausdehnt. Die zunehmende Erforschung des Magnetfeldes des menschlichen Herzens schuf die Grundlage für eine neues diagnostisches Konzept: die Magnetkardiographie (27).

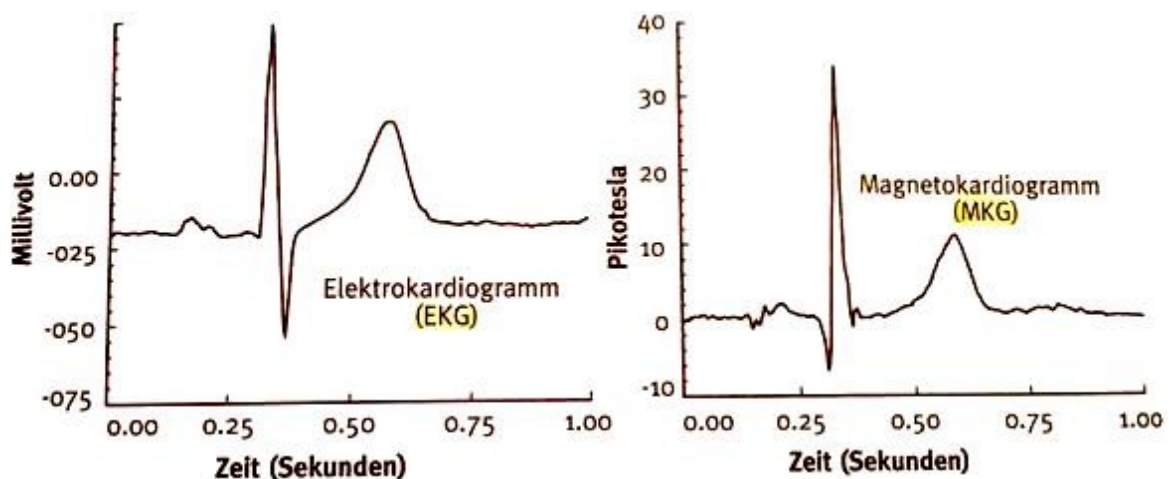


Abbildung 7: Aufzeichnung des elektrischen (EKG-links) mit entsprechendem magnetischen (MKG-rechts) Herzfeld⁹

⁹ 27. Oschman JL. Energiemedizin - Konzepte und ihre wissenschaftliche Begründung. 1 ed. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag; 2006:p. 22-109.

1.6 Methoden zur Ermittlung der HRV

Zur Bestimmung und Auswertung der Herzratenvariabilität werden vor allem zeitbasierte (time domain analysis) und frequenzbasierte Auswerteverfahren (frequency domain analysis) angewandt. Die statistischen Kennwerte der HRV, die durch statistische Verfahren generiert werden, werden als Indikatoren für autonome Aktivität angesehen.

1.6.1 Zeitbasierte Auswerteverfahren (time domain analysis)

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. Voraussetzung dafür ist, dass die QRS-Komplexe auf einer vorausgegangenen Sinusknotendepolarisation beruhen. Die regelrechten Abstände der R-Zacken werden als RR-Intervall oder NN-Intervall („normal to normal intervals“) bezeichnet. Fehlt die Sinusknotendepolarisation, werden diese Intervalle aus der Berechnung ausgeschlossen. 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- oder aus einer 24-Stunden-Aufzeichnung berechnet und zeigt die Differenz zwischen maximaler und minimaler Intervalllänge an. Um bestimmte Kennwerte der HRV miteinander vergleichen zu können, müssen jedoch EKG-Abschnitte gleicher Länge bzw. Dauer verwendet werden, ansonsten ist das Ergebnis verfälscht.

Die NN-Intervalle können auch graphisch dargestellt werden, indem in einem Koordinatensystem die Länge der NN-Intervalle gegen die Anzahl von NN-Intervallen gleicher Länge aufgetragen wird. Daraus errechnet sich dann der sogenannte Trianguläre Index (5).

1.6.2 Frequenzbasierte Auswertung (frequency domain analysis)

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 einer mathematischen Funktion, 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 sympathovagalen Balance. Da jedoch einige Bedingungen erfüllt sein müssen (Konstanz von Mittelwert und Varianz, Segmentmindestlänge, vollständige Daten) ist die Spektralanalyse fehleranfällig. Es kann gezeigt werden, wie sich die Power (total power = Gesamtspektrum) über die unterschiedlichen Frequenzbereiche verteilt. Die spektrale Power wird zumeist für drei unterschiedliche Frequenzbänder angegeben: HF („high frequency“), LF („low frequency“) und VLF („very low frequency“). Je nachdem, ob sympathische oder parasympathische Aktivität überwiegt, erfolgt die Gewichtung in den Frequenzbereichen (5).

Der HF-Bereich oder „high-frequency-Bereich“ bezeichnet das Leistungsdichtespektrum von 0,15-0,4 Hz und wird vorwiegend parasympathischer Aktivität zugeordnet. Einfluss auf diesen Frequenzbereich hat vor allem die Atmung (1). Eine enge Verbindung des HF-Bandes mit der hauptsächlich vagal modulierten respiratorischen Sinusarrhythmie (RSA) konnte in mehreren Studien belegt werden. Der Maximalwert der HF-Komponente variiert je nach Atemfrequenz (5, 6, 28).

Der LF- oder „low frequency-Bereich“ liegt zwischen 0,04 und 0,15 Hz. Hier wirken beide Schenkel des ANS ein, sympathische und parasympathische Aktivität wirkt sich in diesem Frequenzbereich aus. Bei Langzeitüberwachungen ist dieser Bereich jedoch charakteristisch für sympathische Aktivität (1). Auch barorezeptorische Aktivität mit einer intrinsischen Frequenz von 0,1 Hz zeichnet sich in diesem Bereich ab, deshalb wird das LF-Band oft auch als „Baroreflex-Band“ bezeichnet (6).

Im VLF-Bereich („very low frequency“) unter einer Frequenz von 0,04 Hz kann auf Einflüsse des Hormonsystems, der Vasomotorik und der Thermoregulation rückgeschlossen werden. Einflüsse des Renin-Angiotensin-Aldosteronsystems

werden ebenfalls hier vermutet (28). Für Kurzzeitaufzeichnungen ist die VLF-Komponente aufgrund der hohen Artefaktanfälligkeit weniger geeignet (5). Langzeit-EKG-Aufnahmen ermöglichen eine weitere Aufteilung des VLF-Bereiches: VLF-Bereich von 0,033- 0,04 Hz und ULF-Bereich („ultra low frequency“) von <0,033 Hz.

Ein wesentlicher Parameter der Frequenzanalyse ist das LF/HF-Verhältnis. Das Verhältnis von niedrigen zu hohen Frequenzen stellt das Verhältnis des (stressorientierten) Sympathikus zum (entspannungsorientierten) Parasympathikus dar (1). Dabei sollte beachtet werden, dass aufgrund der zirkadianen Rhythmik der Herz-Kreislaufsituation die LF-Komponente tagsüber und die HF-Komponente in der Nacht erhöht ist (5). Die sogenannte „sympathiko- vagale Balance“ ist ein dimensionsloser Parameter zur normierten Angabe der Spektralleistung im LF- und HF-Bereich (28). Der Normbereich liegt zwischen 1,5 und 2,0 (5). Bei Überwiegen des Sympathikus kommt es zur Verminderung der HRV, was die Adaptivität und Schwingungsfähigkeit unseres Organismus negativ beeinflussen könnte und zu negativen gesundheitlichen Folgen führen könnte (1).

1.7 Beispiele von HRV- Spektrogrammen

Im folgenden Abschnitt werden einige Beispiele von HRV- Spektrogrammen gezeigt, um die Aussagekraft der frequenzbasierten Auswertungsmethode zu verdeutlichen. Abb. 6 zeigt anhand von färbigen Schraffierungen, welche Frequenzbereiche weitgehend sympathischer bzw. parasympathischer Aktivität und Belastung bzw. Erholung zugeordnet werden. Im unteren Anteil der Abbildung ist dabei simultan die Herzrate ersichtlich.

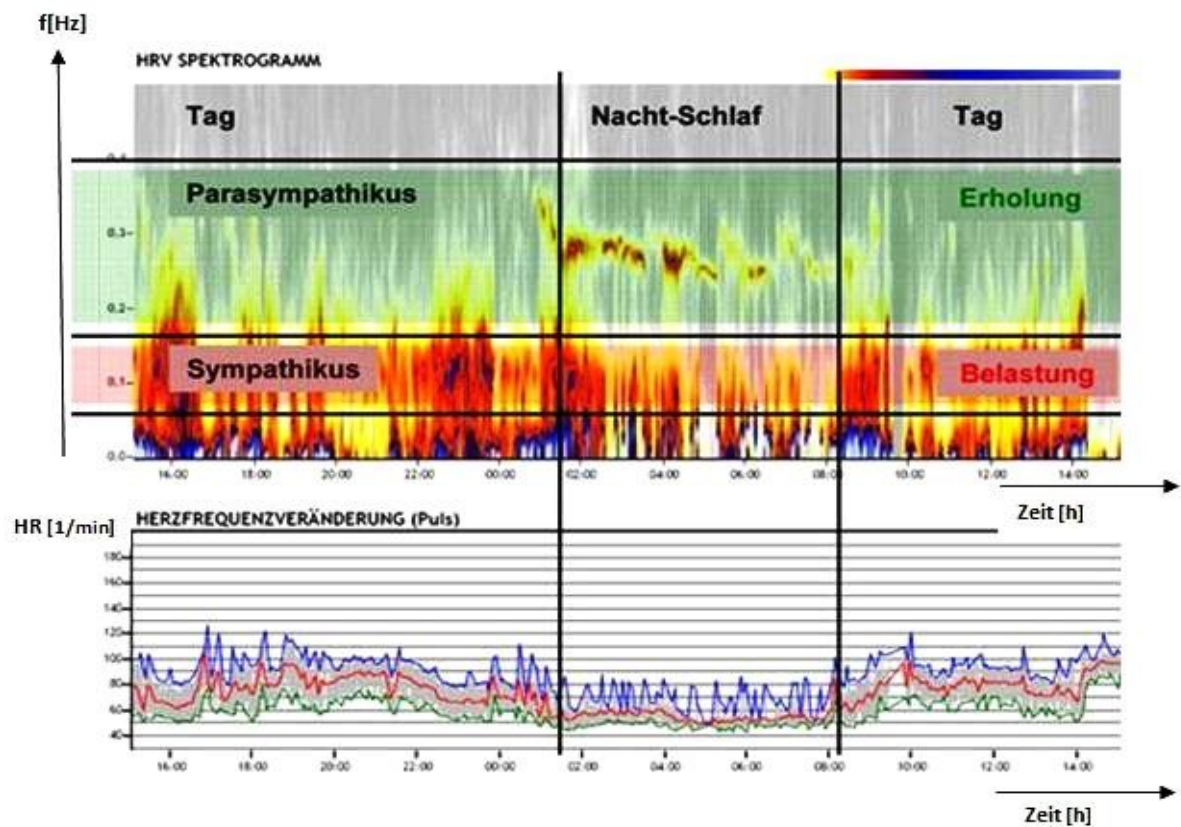


Abbildung 8: Zuordnung von Sympathikus und Parasympathikus im HRV-Spektrogramm¹⁰. Mit freundlicher Genehmigung von SCHILLER Handelsges.m.b.H. Linz

1.7.1 Beispiel 1

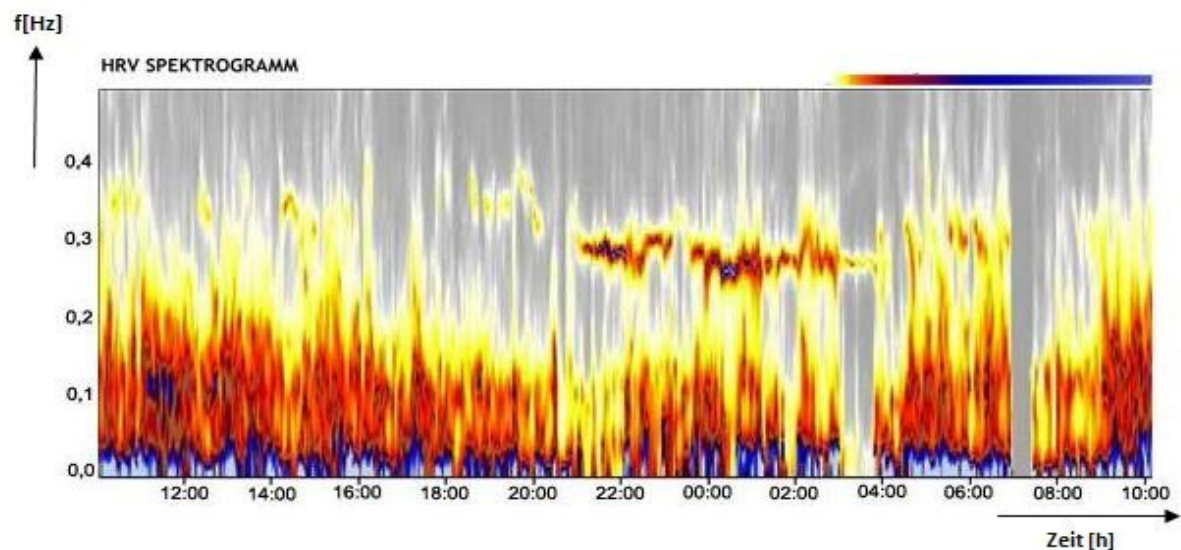


Abbildung 9: Beispiel eines HRV Spektrogramms bei optimaler autonomer Regulation.¹¹
x- Achse: Uhrzeit, y- Achse: Frequenz (Hz). Mit freundlicher Genehmigung von SCHILLER Handelsges.m.b.H. Linz

In Abbildung 9 ist das Ergebnis einer 24 Stunden HRV- Aufzeichnung zu sehen. Dieses Spektrogramm zeigt ein physiologisches Verhalten und lässt darauf schließen, dass eine gute Balance zwischen Be- und Entlastung besteht; Sympathikus und Parasympathikus sind somit ausgeglichen. Die Farben im Spektrogramm sind Ausdruck für die Signalintensität, wobei bei dieser Farbkodierung die Farbe grau auf niedrige, gelb, orange, rot und blau eher auf hohe Intensität hinweisen. Dieses Bild stammt von einem Menschen, der eine hohe Leistungsfähigkeit, hohe Vitalität und ein gutes Stressmanagement aufweist und sich gesund fühlt.

1.7.2 Beispiel 2

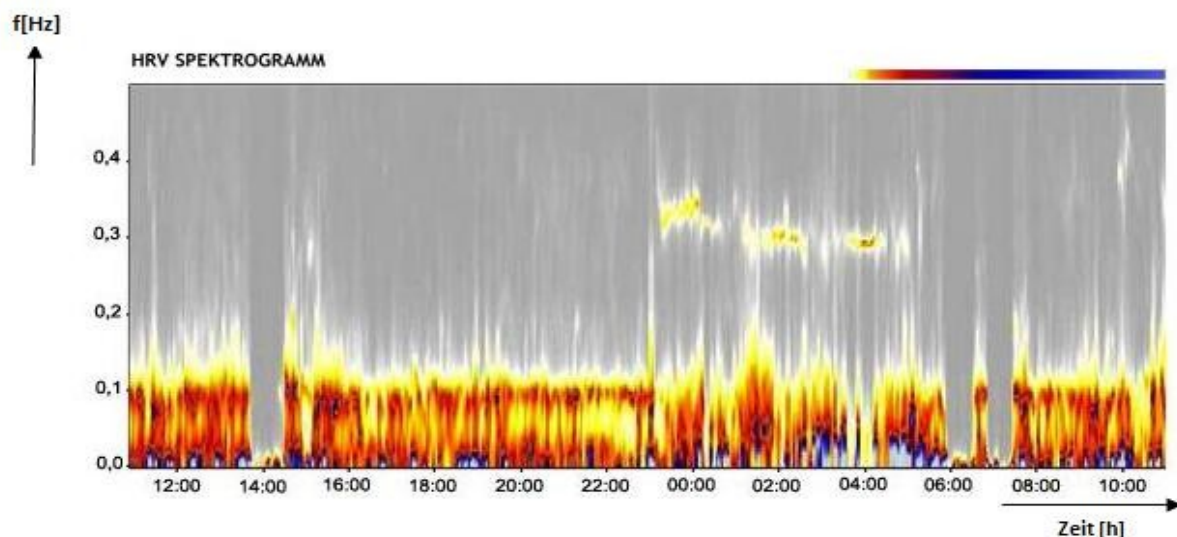


Abbildung 10: Beispiel eines HRV Spektrogramms bei reduzierter autonomer Regulation.¹²

x- Achse: Uhrzeit, y- Achse: Frequenz (Hz). Mit freundlicher Genehmigung von SCHILLER Handelsges.m.b.H. Linz

Im Unterschied zu Beispiel 1 ist bei diesem Spektrogramm zu erkennen, dass im Bereich des Parasympathikus (HF-Bereich = 0,15-0,4 Hz) wenig Intensität vorhanden ist. Vorherrschend ist hier die Farbe grau. Hohe Intensität ist jedoch im LF-Bereich und somit im Bereich sympathischer Aktivität ersichtlich. Diese HRV- Analyse weist auf eine eingeschränkte autonome Regulation bei chronischer Stressbelastung hin. Erholungs-/ Entspannungsphasen sind hier in nur ganz geringem Ausmaß ersichtlich.

1.7.3 Beispiel 3

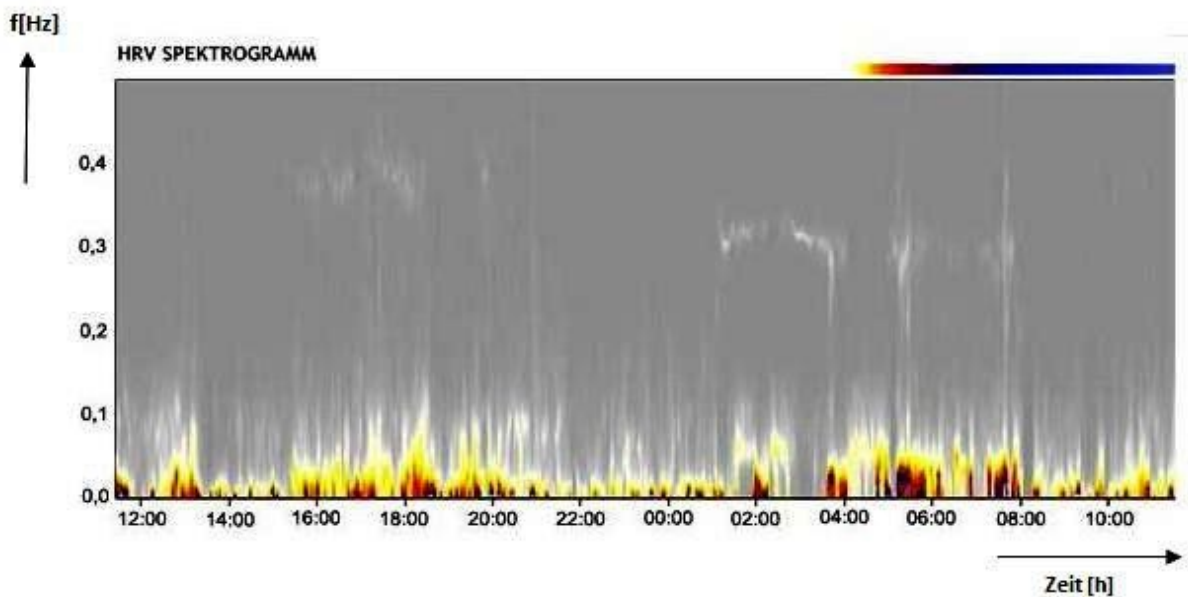


Abbildung 11: Beispiel eines HRV Spektrogramms bei sehr stark reduzierter autonomer Regulation.¹³

x- Achse: Uhrzeit, y- Achse: Frequenz (Hz). Mit freundlicher Genehmigung von SCHILLER Handelsges.m.b.H. Linz

Bei dieser HRV-Analyse dominiert die Farbe grau als Zeichen niedrigster Aktivität in allen Frequenzbereichen. Dies weist auf sehr eingeschränkte autonome Regulation hin. Eine sehr niedrige Stresstoleranz, Schlafstörungen oder sogar Depressionen führen zu solch, überwiegend grauen Bildern.

Die in dieser Art und Weise dargestellten Spektrogramme erinnern in ihrem Aussehen an ein loderndes Feuer, darum wird bei der HRV- Analyse auch oft vom „Lebensfeuer“ gesprochen. Im Beispiel 3 wirkt das „Lebensfeuer“ wie „ausgebrannt“, bei Menschen mit „Burnout-Syndrom“ ist dieses Bild der HRV-Analyse keine Seltenheit

^{10,11,12,13} 29. Zoister M. Herzratenvariabilität. Linz: Schiller Ges.m.b.H.; 2009; Available from: <http://www.hrv.cc/>. 20.12.2009

2 Material und Methoden

2.1 Einführung in die Akupunktur

Die Akupunktur zählt neben der chinesischen Arzneipflanzentherapie zu den bedeutsamsten Behandlungs- und Präventionstechniken in der Traditionellen Chinesischen Medizin. Wissenschaftler und Experten sind sich bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht einig, wie weit die Geschichte dieser Behandlungsmethode tatsächlich zurückreicht. Die derzeit allgemein gültige Theorie in China besagt, dass die Ursprünge der Akupunktur bis ins späte Steinzeitalter (8000- 3500 vor Christus) zurückreichen. Ausgehend von diesem Zeitalter entwickelte sich die Akupunktur über Tausende von Jahren zu jener Technik, die heute auch in der „westlichen Welt“ bekannt ist (30).

Historische Funde von mumifizierten menschlichen Körpern in Zentraleuropa, Indien, Südamerika und Sibirien lassen darauf schließen, dass Behandlungsmethoden, ähnlich der Akupunktur in China, vor mehreren tausend Jahren bereits in der westlichen Welt angewandt wurden. Die untersuchten mumifizierten Leichname wiesen an ganz bestimmten Lokalisationen sehr gut erhaltene Tätowierungsgruppen in Form von Ornamenten, Tieren aber auch in einfachen geometrischen Formen auf. Wissenschaftler untersuchten diese Tattoos auf eine mögliche therapeutische Relevanz. Der älteste mumifizierte menschliche Körper Europas, auch als „Mann aus dem Hauslabjoch“ oder „Ötzi“ bekannt, wies sowohl am Rücken als auch am Unterschenkel mehrere Tattoos einfacher geometrischer Form auf, die in ihrer Lokalisation nahezu exakt der Lokalisation klassischer Akupunkturpunkte entsprachen. Es bestätigte sich, dass sich neun der Tattoos direkt oder weniger als sechs Millimeter von klassischen Akupunkturpunkten entfernt davon befanden. Zwei weitere Tattoos lagen auf einem Meridian, ein Tattoo konnte einem Lokalpunkt zugeordnet werden. Die Mehrheit der Punkte konnten dem Gallenblasen-, Milz- oder Lebermeridian zugeordnet werden. Die Tätowierungen des etwa 5300 Jahre alten Leichnams wurden vermutlich mithilfe von Kohlenstaub als „Färbemittel“, welcher in punktförmige Wunden eingerieben wurde, erzeugt. Radiologische Untersuchungen konnten zeigen, dass der „Mann aus dem Hauslabjoch“

Arthrose bedingte Veränderungen im Lumbalbereich, im Hüft-, Knie-, und Sprunggelenk aufwies. Zu diesen Pathologien würde das „Tattoo“- oder Akupunkturschema ebenfalls passen, stellen erfahrene Akupunkteure fest (31).

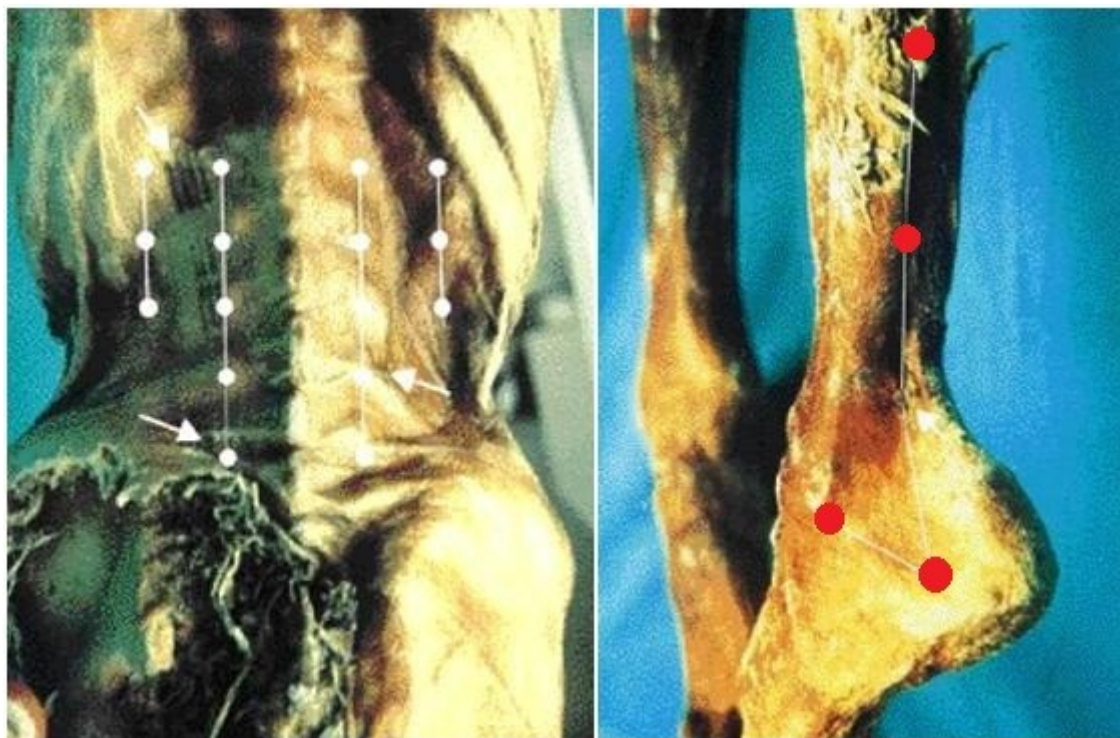


Abbildung 12: Lokalisation der Tätowierungen am Beispiel "Ötzi"¹⁴

Diese Ergebnisse könnten darauf hinweisen, dass eine „Frühform“ der Akupunktur auch in Europa schon vor mehr als 5000 Jahren angewendet wurde und sich bis heute zu einer gut etablierten Methode weiterentwickelt hat.

Die Methode der Akupunktur zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass diese Technik für eine Vielzahl von Krankheiten erfolgreich angewendet werden kann. Zudem weist die Akupunktur ein exzellentes Sicherheitsprofil auf: Nebenwirkungen, die unter medikamentöser Therapie fast immer bzw. sehr häufig auftreten, werden bei der Akupunktur in diesem Ausmaß nicht beobachtet (32). Das zunehmende Interesse der Patienten/-innen an komplementärmedizinischen Behandlungsmethoden, in Addition zur Schulmedizin, erfordert auch bei Medizinern die Bereitschaft, sich näher mit

¹⁴ 31. Dorfer L, Moser M, Bahr F, Spindler K, Egarter-Vigl E, Giullen S, et al. A medical report from the stone age? Lancet 1999 Sep 18;354(9183): p. 1023-1025.

dieser Materie auseinander zu setzen und die universitäre Forschung auf diesem Gebiet zu intensivieren (33). Die sogenannte „Energiemedizin“, die vielerorts noch nicht offiziell anerkannt wird, beschäftigt sich vor allem mit den energetischen Aspekten der Akupunktur. In den USA, wo die Energiemedizin bereits als eigene medizinische Sparte anerkannt wird, stellt das „National Center for Complementary and Alternative Medicine“ (NCCAM) der US-Gesundheitsbehörde eines der Hauptzentren für Komplementär- und Alternativmedizin dar. Aber auch in Deutschland beschäftigt man sich zunehmend mit dem interessanten Gebiet der Energie- und Komplementärmedizin. Zu nennen wäre hier die „Deutsche Gesellschaft für Energetische und Informationsmedizin (DGEIM) in Stuttgart. Seit 1989 gibt es in den USA erstmals eine Internationale Fachgesellschaft für Energiemedizin, die „International Society for the Study of Subtle Energies and Energy Medicine“ (ISSSEEM) in Colorado, USA (27).

2.2 Schaltkreise im menschlichen Körper

In der Akupunktur stellt der ordnungsgemäße Fluss der Lebensenergie „Qi“ einen der wichtigsten Aspekte für die Erhaltung der Gesundheit dar. Die Meridiane, welche in der Theorie der Akupunktur Leitbahnen für das „Qi“ darstellen, bilden im Körper ein vielfach verzweigtes System. Die Ausläufer der Meridiane ziehen dabei bis in das Innere aller Körperzellen zu den Zellorganellen und bis in den Zellkern, wo das genetische Material lokalisiert ist. Naturwissenschaftlich zu untersuchen gilt hierbei, wie diese „Kommunikation“ über die Meridiane ermöglicht wird und welche „Schaltkreise und Leitungsbahnen“ der menschliche Organismus tatsächlich aufweist.

Im menschlichen Körper laufen unzählige bioelektrische Phänomene ab, die, wie auch andere Arten von Elektrizität, denselben Gesetzmäßigkeiten unterliegen und die auf der Bewegung von Ionen beruhen. Diese Ionen, dazu gehören beispielsweise Natrium (+), Magnesium (+), Kalium (+), Chlorid (-) und Kalzium (+), sind unter anderem auch für die Signalübertragung nervaler Reize oder Stimuli erforderlich (27). Harold Saxton Burr, seit 1929 Professor an der „School of Medicine“ der Yale-Universität, nahm schon sehr früh an, dass jeder

physiologische Prozess im Körper ein elektrisches Gegenstück hat und führte dazu auch mehrere Untersuchungen durch. Burr war der Meinung, dass jedes sowohl normale als auch pathologische Geschehen im Körper eine elektrische Veränderung bewirkt und Energiefelder eine zentrale Rolle bei der Steuerung von Körperstruktur und -funktionen spielen. Er belegte dies durch die Untersuchung des Ovulationszyklus, bei dem Veränderungen der elektrischen Spannung am Tag des Eisprungs festgestellt werden konnten (34). Auch Reinhold Voll, Erfinder der „Elektroakupunktur nach Voll“ (EAV), untersuchte den Zusammenhang von Akupunkturpunkten und deren elektrische Leitfähigkeit. Voll war der Meinung, dass sich die elektrische Leitfähigkeit an Akupunkturpunkten bei spezifischen Krankheiten verändert (27). Auch andere Autoren konnten zeigen, dass es sich bei Akupunkturpunkten um Punkte mit erhöhter elektrischer Leitfähigkeit handelt und dass Meridiane Kanäle mit niedrigem elektrischem Flusswiderstand darstellen (35).

Durch die ständige Bewegung der Ionen im menschlichen Körper entsteht Elektrizität, die wiederum Grundvoraussetzung für die Entstehung von magnetischen Feldern ist. Wissenschaftler können diese elektrischen und biomagnetischen Felder messen und aufzeichnen. Im Unterschied zur „Bioelektrik“ beschäftigt sich die „Bioelektronik“ nicht mit dem Fluss der elektrisch geladenen Ionen, sondern mit den Flüssen viel kleinerer Einheiten, den Elektronen und Photonen. Es stellt sich nun die Frage, auf welchen „Bahnen“ diese Ströme durch den Körper fließen und wie Störungen bzw. Pathologien im menschlichen Organismus den Strom-/ oder Energiefluss, der in der Akupunktur von so zentraler Bedeutung ist, beeinflussen können. Um den Energie- und Informationsfluss im menschlichen Körper verstehen zu können, ist eine sorgfältige Untersuchung der Struktur und Funktion von Zellen und Geweben unabdingbar (27).

2.2.1 Zellstruktur

Die Zelle wurde bereits vielfach in Lehrbüchern beschrieben und ihr Aussehen folgendermaßen dargestellt: Die Zelle hat eine scharf definierte Grenze, die Zellmembran, in der Mitte der Zelle tritt der Zellkern als rundlicher Körper hervor. Dieser ist wiederum in das Zytopsol, eine transparente Substanz eingebettet, die zahlreiche Komponenten, die Zellorganellen enthält. Die Zellorganellen, wie beispielsweise die Mitochondrien, Peroxisomen und andere werden von inneren Membranen umschlossen. Im Zytopsol laufen viele chemische Reaktionen, wie zum Beispiel die Proteinherstellung, ab (36). Von zentraler Bedeutung ist auch das Zytoskelett, lange, feine Proteinfilamente, die im Zytopsol ein Netzwerk aus Röhrchen (Tubuli) und Bälkchen (Trabekeln) bilden und gemeinsam als zytoplasmatische Grundsubstanz (Matrix) bezeichnet. Das Zytoskelett der Zelle ist weiters über spezielle Verbindungselemente (Integrine) mit der Zelloberfläche und der extrazellulären Matrix verbunden, welche große Mengen des Proteins „Kollagen“ enthält.

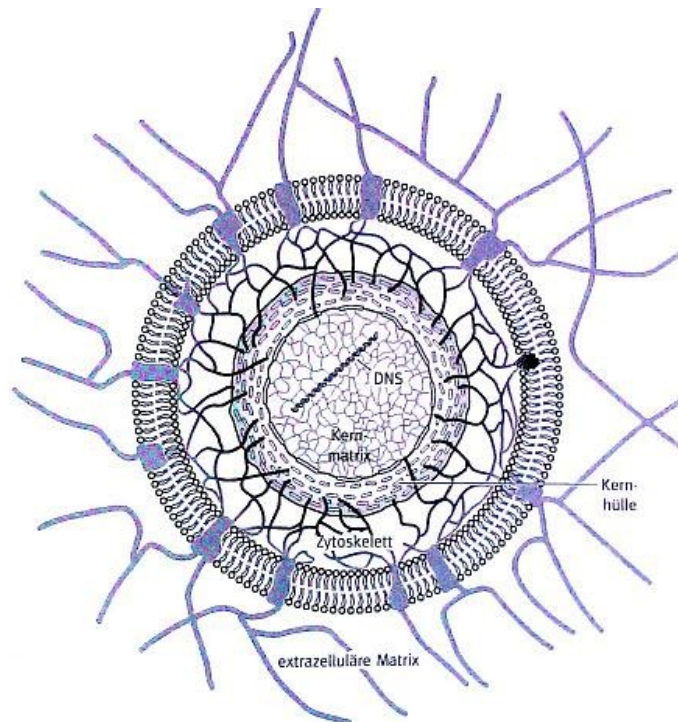


Abbildung 13: Die Zelle und ihre Verbindungen - die lebende Matrix¹⁵.

¹⁵ 27. Oschman JL. Energiemedizin - Konzepte und ihre wissenschaftliche Begründung. 1 ed. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag; 2006:p. 22-109.

Diese Tatsachen zeigen, dass die Grenzen zwischen Zellkern, Zellinnerem und Zellumgebung nicht so scharf gezogen werden können wie bisher angenommen, im Gegenteil, ein quer vernetztes System, welches als „lebende Matrix“ bezeichnet wird, durchzieht unseren gesamten Körper. Diese Matrix erstreckt sich als ununterbrochenes, dynamisches System in jeden Winkel unseres Körpers, grundlegend dafür, dass auf diesem Wege Energie übertragen werden kann. Schon geringe Einwirkungen auf dieses System, zum Beispiel Berührungen, beziehen alle Moleküle im Körper mit ein, Information wird bis in die kleinste Zelle des Körpers übermittelt.

Der menschliche Körper als komplexes, lebendes System benötigt ein kompliziertes, aufeinander abgestimmtes Informationssystem, um das Überleben garantieren zu können. Um dies zu erreichen, müssen Aktivitäten schnell, koordiniert und erfolgreich ablaufen, nichts verläuft unkorreliert, alles ist miteinander verbunden. Diese Tatsache erkennt man auch daran, dass bei der Akupunkturbehandlung nicht nur Punkte ausgewählt werden, die im Bereich des betroffenen Organs bzw. der betroffenen Region liegen (Lokalpunkte), sondern oft weit entfernt von der Pathologie (Fernpunkte). Ein für den Patienten oft unverständliches Vorgehen, das ohne ein funktionierendes Netzwerk nicht möglich wäre.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die „lebende Matrix“ ein mechanisches, energetisches, schwingendes, elektronisches Informationsnetzwerk darstellt, das mit hoher Geschwindigkeit arbeitet und einen simultanen Ablauf vieler physiologischer Prozesse ermöglicht, was in der Lehre der Akupunktur einen wesentlichen Aspekt darstellt (27).

2.3 System der Meridiane nach Verständnis der TCM

In der Traditionell Chinesischen Medizin stellt die Meridian-Theorie die Basis aller Prinzipien der Akupunktur dar. Im Chinesischen wird dafür der Begriff „Jing Luo“ verwendet. „Jing“ bezeichnet in die deutsche Sprache übersetzt eine „longitudinale Linie“, was sinngemäß als „Wege im Körper“ aufgefasst werden kann. Diese „Wege“ stellen den Hauptstamm bzw. den Hauptpfad der Meridiane dar. „Luo“ bedeutet „Netzwerk“ oder „Verbindung“ und weist damit auf die vielen „Zweige“ oder „Verzweigungen“ der Meridiane hin. Im menschlichen Körper bilden die Meridiane ein Netzwerk, welches die obere Körperhälfte mit der unteren, das Körperinnere mit dem Äußere verbindet und somit ein vollständiges Ganzes darstellt. Die Akupunktur ist eine ganzheitliche Behandlungsmethode, die eine Verbindung von Mikrokosmos (Mensch) und Makrokosmos (Natur) herstellt und durch den ordnungsgemäßen Fluss von der Lebensenergie „Qi“ zur Gesunderhaltung unseres Organismus beiträgt (30). Die Meridiane oder „Jing Luo“ sind nun jene Leitungsbahnen, durch welche „Qi“ und das Blut durch den gesamten Organismus fließt. Die Meridiane stellen zusätzlich eine Verbindung zwischen den Organen (Zang-Fu-Organen) mit anderen Bereichen des Körpers dar und weisen eine enge Verbindung zur Körperoberfläche auf (32). Jeder der Meridiane steht mit einem bestimmten Organsystem in einer Reflexbeziehung, wodurch sich Pathologien der Organe auch an der Haut desselben Segments „abbilden“. Dies geschieht auch umgekehrt: Wenn die Hautoberfläche stark gereizt wird, kann dies zu Funktionsänderungen der Organe im zugehörigen Segment führen (37). Somit verfügt der menschliche Körper laut chinesischem Verständnis über ein stark ausgeprägtes Netzwerk, über welches eine reibungslose Kommunikation garantiert werden kann (32).

Meng und Exel beschreiben das „Qi“ als Ursubstanz des Universums, es enthält aber auch den Begriff der „Vitalität“, „Information“, „Physiologie“ und „Atmung“. „Qi“ stellt die Basis für alles Körperliche dar. In der TCM wird das „Qi“ in Yin und Yang eingeteilt, es können vier Hauptformen von „Qi“ unterschieden werden: das Quellen-Qi (Yuanqi), das Atmungs-Qi (Qingqi), das Nahrungs-Qi (Yinqi) und das Abwehr-Qi (Weiqi). Jede Form erfüllt dabei spezifische

Funktionen im Organismus. Generell werden dem „Qi“ folgende Funktionen zugeteilt:

Hauptfunktion	Physiologische Bedeutung
Antriebsfunktion	Anregung und Förderung des Wachstums, der Organfunktion, Antrieb des Meridians, der Bluterzeugung und –zirkulation und des Stoffwechsels der Körpersäfte.
Erwärmungsfunktion	Yang-Qi erzeugt Wärme, erhält die Körpertemperatur, „Erwärmung der Eingeweide und Meridiane“, garantiert die Zirkulation des Blutes und der Körpersäfte.
Abwehrfunktion	Wei-Qi schützt die Haut, leitet Noxen nach außen ab und schützt nach innen vor exogenen Noxen.
Zusammenhaltende Funktion	Zusammenhalten von Blut, Schweiß, Speichel, Magen-Darmflüssigkeit und Samen; Halten der Wundermeridiane Chongmai und Konzeptionsgefäß; Beibehaltung der Position von Organen in ihrer Körperlage. Kontrolle der Ausscheidung des Stuhls und des Urins. Kontrolle der Monatsregel.
Ernährende Funktion	Die Stofflichkeit des Qi ernährt den Körper und die Eingeweide.
Qihua Funktion (Stoffwechselfunktion)	Förderung der Umwandlung von Feinstoffen im Körper; Qihua bedeutet auch allgemein die Dynamik und Änderung des Qi. Infolge des Qihua entstanden die sechs bioklimatischen Qi (Wind, Hitze, Wärme, Feuchtigkeit, Trockenheit und Kalk). Alle Lebensäußerungen der Natur entstehen aus den regulären Klimaänderungen.

Tabelle 2: Funktionen der Lebensenergie "Qi"¹⁶

Nach James L. Oschman ist das „Qi“, welches durch die Meridiane fließen soll, eher als Wandlungsform einer Lebensenergie und nicht als eine Art materielle Flüssigkeit zu verstehen. Östliche Energietheorien, wie die der TCM werden

¹⁶ 37. Meng A, Exel W. Chinesische Heilkunst. 1 ed. Wien: Kneipp-Verlag GmbH; 2005.

immer enger mit westlichen biophysikalischen Methoden verknüpft und wissenschaftlich untersucht. Dabei fließen auch Erkenntnisse aus der Psychosomatik, Biofeedback- und Selbstregulationsforschung, Meditationsforschung und Parapsychologie ein (27).

2.4 Der Punkt „Yintang“

Der Punkt „Yintang“ beschreibt einen Stimulationspunkt bzw. Akupunkturpunkt in der TCM. Der Punkt „Yintang“ ist leicht zu lokalisieren, denn er kennzeichnet exakt den Mittelpunkt zwischen den beiden medialen Enden der Augenbrauen. Im Englischen wird er auch als „Hall of Seal“ bezeichnet, während dieser besondere Punkt im deutschsprachigen Raum unter dem Namen „Dekorierte Halle“ oder „das dritte Auge“ bekannt ist. Aufgrund seiner Lokalisation außerhalb des Meridiansystems wird er auch als „Extrapunkt 3 im Hals- und Nackenbereich“ bezeichnet (EX-HN 3) (33).

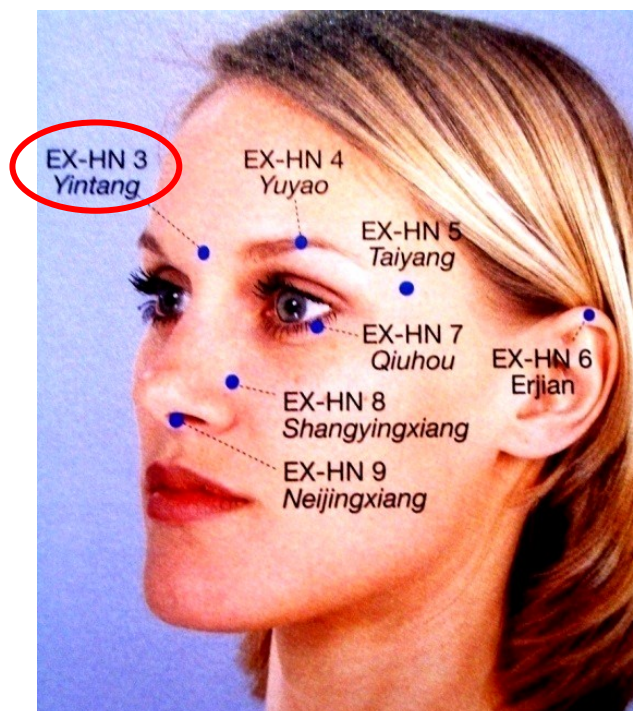


Abbildung 14: Lokalisation "Yintang"¹⁷

¹⁷ 33. Bahr F, Bushe-Centmayer K, Dorfer L, Jost F, Litscher G, Suwanda S, et al. (Hrsg.) Das große Buch der klassischen Akupunktur. München: Elsevier Urban & Fischer Verlag; 2007.

2.4.1 Indikationen

Aus Sicht der Traditionellen Chinesischen Medizin lassen sich mehrere Indikationen für die Stimulation des Punktes „Yintang“ nennen (32, 33, 38):

- Kopfschmerzen (vor allem frontal)
- Spannungskopfschmerz
- Schwere des Kopfes
- Stress und Angst- zum Beispiel vor operativen Eingriffen (39)
- Sinusitis und Rhinitis
- Schlaflosigkeit
- Schwindel
- Nasenbluten
- Vergesslichkeit
- Epilepsie, krampfartige Zuckungen bei Kindern
- Allgemeiner Yin-Mangel

In der TCM wird dieser Punkt besonders zur Beseitigung von Wind eingesetzt, der Geist (Shen) wird durch die Stimulation des Punktes beruhigt und die Nase befreit (z.B. bei Rhinitis).

Der Punkt „Yintang“ kann demnach sehr vielseitig eingesetzt werden. An der Medizinischen Universität Graz wurde von Litscher et al. in den letzten Jahren dieser Punkt und sein Einfluss auf den „Bispektralindex“ (BIS) genauer untersucht. Der BIS stellt gemeinsam mit der Entropie in der Anästhesie und Intensivmedizin einen wichtigen numerischen Deskriptor des Elektroenzephalogramms zur Beurteilung der Narkosetiefe dar. Je niedriger der BIS, desto tiefer die Narkose. Die Skala reicht dabei von 0-100, bei einem Wert von Null sind keine Hirnwellen detektierbar, bei einem Wert von 100 ist der Patient völlig wach. Üblicherweise beträgt der BIS bei einer Operation mit medikamentös gesteuerter Allgemeinnarkose 40-60. In den Untersuchungen von Litscher et al. konnte gezeigt werden, dass auch nicht-pharmakologische Interventionen, darunter Akupunktur und Akupressur, in der Lage sind, den BIS und die Entropie signifikant zu senken (33).

2.5 Stimulationsmethoden

Zur Stimulation eines Akupunkturpunktes gibt es mehrere Möglichkeiten: Meist sticht man Nadeln ein und bezeichnet dies als Akupunktur (lateinisch acus = Nadel, punctum = Stich). Man kann jedoch auch durch Fingerdruck (Akupressur), Wärme (Moxibustion), Strom (Elektroakupunktur) oder Laserstrahlen stimulieren. An dieser Stelle werden die in China gebräuchlichsten Methoden kurz vorgestellt.

2.5.1 Stimulation mittels Nadel

Akupunkturnadeln zur Stimulation eines bestimmten Körperpunktes sind in verschiedensten Ausführungen erhältlich. Die Akpunkturadeln in China werden meist aus korrosionsbeständigem Stahl hergestellt, sind sehr elastisch und besitzen die Fähigkeit, tief in die Haut einzudringen. Weiters können zur Punktstimulation auch Nadeln aus Gold, Silber oder Mischlegierungen verwendet werden. Die Eindringtiefe und auch die Elastizität sind jedoch im Vergleich zu den klassischen Nadeln reduziert. Der Vorteil dieser Nadeln besteht darin, dass die Materialien, aus denen sie bestehen, Wärme sehr gut leiten und für die sogenannte „Wärmeakupunktur“, bei der ein Moxakegel am Griff der Akupunkturadel befestigt und angebrannt wird, besonders gut geeignet sind. Akupunkturadeln werden in fünf Teile gegliedert: Nadelspitze, Körper, Nadelstamm, Nadelgriff und das Nadelende (Abb. 8).

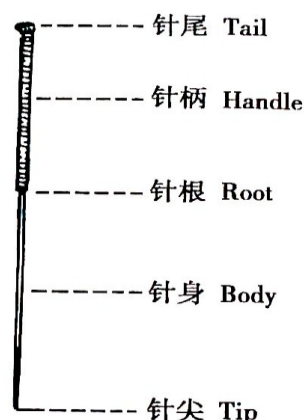


Abbildung 15: Anteile einer Akupunkturadel¹⁸

¹⁸ 32. Shen X, Wang H. Acupuncture and Moxibustion. 2 ed. Peking: People's Medical Publishing House; 2007:p. 260- 440.

Um den gewünschten therapeutischen Effekt zu erzielen, ist die Auswahl einer geeigneten Akupunkturnadel von großer Bedeutung. Je nach Konstitutionstyp, Alter, Punktlokalisation und Verfassung wird die geeignete Nadel vom Akupunkteur ausgewählt (32).

2.5.2 Stimulation mittels Akupressur

Die Akupressur bezeichnet jene Technik, bei der ein Akupunkturpunkt mittels Fingerdruck stimuliert wird. Es handelt sich hierbei um eine nicht-invasive Technik und kann auch vom Patienten selbst sehr gut durchgeführt werden. Die Punkte, die bei der Akupressur stimuliert werden, unterscheiden sich nicht von den klassischen Akupunkturpunkten der Traditionellen Chinesischen Medizin.



Abbildung 16: Stimulation von "Yintang" durch Akupressur.¹⁹

2.5.3 Stimulation mittels Moxibustion

Bei der Moxibustion steht das Erwärmen von Akupunkturpunkten und Meridianen im Mittelpunkt. Meist werden zur Wärmeapplikation Moxazigarren verwendet, die aus getrocknetem „Moxakraut“ (chinesisches Beifußkraut) hergestellt werden. Die Blätter werden getrocknet, gereinigt und anschließend zerteilt. Aus dem Kraut werden Moxazigarren oder Moxakegel in verschiedenen Größen geformt. Mit der Moxazigarre werden die Punkte von zirka zwei bis drei Zentimetern Entfernung erwärmt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der

¹⁹ Bildquelle: Verena Ganglbauer. Mit freundlicher Genehmigung des Probanden.

Patient zwar die Wärme, jedoch keinen „Verbrennungsschmerz“ fühlt. Moxakegel können entweder direkt auf die Haut aufgesetzt werden (direkte Moxibustion), oder auf dem Griff der Akupunkturnadel angebracht werden.



Abbildung 17: Anwendung einer Moxazigarre²⁰

Durch Moxibustion wird die Funktion der Meridiane und der Zang- Fu- Organe reguliert. Sie wird vor allem bei Erkrankungen angewandt, die durch „kalte Feuchtigkeit“ entstehen und somit zur Stagnation von „Qi“ und Blut führen können. Moxibustion reduziert ein Zuviel an Kälte und erwärmt die Meridiane (32), wodurch die Fortleitung von „Qi“ entlang der Meridiane unterstützt wird. Während es bei Raumtemperaturen von 15 bis 20 Grad Celsius schwierig ist, den Fluss von „Qi“ durch Akupunktur anzuregen, funktioniert dies bei Raumtemperaturen über 26 Grad sehr viel einfacher (30). Bei einer Dominanz von Yin, was aus chinesischer medizinischer Sicht mit „Kälte“, „Nacht“ und „Winter“ assoziiert ist, entsteht im Körper ebenso Kälte. Moxibustion wirkt diesem durch Verstärkung von Yang („Wärme“, „Sonne“ und „Sommer“) entgegen (40). Eine Vielzahl von Erkrankungen kann mit Moxibustion therapiert werden, jedoch sind auch die Gesundheitserhaltung und Krankheitsprävention von enormer Bedeutung (32).

2.5.4 Stimulation mit elektrischem Strom

Bei der Elektroakupunktur wird die Anwendung von Akupunktur und elektrischem Strom kombiniert. Dabei wird zuerst die Akupunkturnadel eingestochen bis ein „De-Qi-Gefühl“ erreicht wird. Anschließend wird eine geringe Menge elektrischen Stromes an die Nadel angelegt. Bei der Durchführung dieser Methode können bestimmte Parameter wie Frequenz und

²⁰ 32. Shen X, Wang H. Acupuncture and Moxibustion. 2 ed. Peking: People's Medical Publishing House; 2007:p. 260- 440.

Intensität genau dokumentiert werden. Je nach eingestellter Frequenz und Wellenform kann die Elektroakupunktur für eine Vielzahl von Beschwerdebildern angewandt werden. Die Wirkungen dieser Form der Akupunktur reichen von Schmerzreduktion über Beruhigung zur Verbesserung der Blut- und „Qi“-Zirkulation. Aufgrund der Anwendung von Elektrizität muss diese Methode jedoch stets überwacht werden. Besondere Vorsicht ist bei Patienten mit Herzerkrankungen und bei schwangeren Frauen geboten (32).

2.5.5 Stimulation mittels Laser

Bei der Laserakupunktur wird gebündeltes Licht definierter Wellenlänge erzeugt und auf einen Akupunkturpunkt gerichtet. Durch die große Energiedichte des Lasers ist es möglich, einen Akupunkturpunkt zu stimulieren: Das Licht des Lasers fällt auf die Haut und gibt dabei den Großteil seiner Energie an umliegende Gewebe und Zellen ab. Dadurch kann eine vorliegende Energieblockade („Qi- Stagnation“) beseitigt und das Gleichgewicht des Energieflusses wiederhergestellt werden. Wie bei der Nadelakupunktur sollten jedoch mehrmalige Behandlungen erfolgen, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Während der Behandlung ist das Tragen einer Laserlicht- undurchlässigen Brille obligat. Besonders geeignet ist diese schmerzfreie Form der Akupunktur für Säuglinge und Kinder, sie kann natürlich auch bei Erwachsenen in Kombination mit der Nadelakupunktur angewandt werden (41).

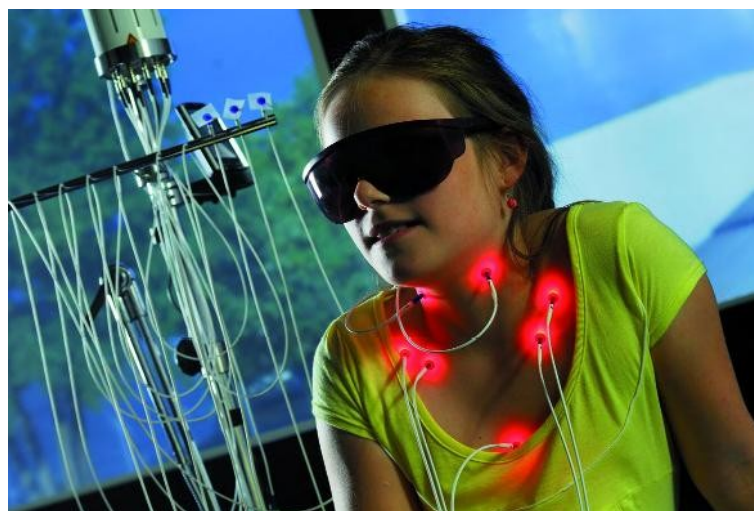


Abbildung 18: Anwendung der Laserakupunktur bei Kindern²¹

²¹Bildquelle: 3B Scientific GmbH Hamburg. Mit freundlicher Genehmigung.

2.6 Studie „Stimulationseffekte am Akupunkturpunkt YINTANG“

Die Studie „Stimulationseffekte am Akupunkturpunkt YINTANG“ wurde im Rahmen der forschungsgeleiteten Lehre am interuniversitären TCM-Forschungszentrum Graz (Akupunkturforschung) und an der Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin Graz (Forschungseinheit für biomedizinische Technik in Anästhesie und Intensivmedizin) unter der Leitung von Univ.-Prof. DI Dr.techn. Dr.scient.med. Gerhard Litscher durchgeführt. Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes des TCM-Forschungszentrums Graz und der Beijing University of Chinese Medicine ergab sich im September 2008 erstmals die Möglichkeit, den Großteil der HRV-Messungen in Beijing durchzuführen.



Abbildung 19: Kooperation der Medizinischen Universität Graz (links) und der "Beijing University of Chinese Medicine (rechts)"²²

Während eines vierwöchigen Aufenthaltes in Beijing hatte die Verfasserin der Diplomarbeit zusätzlich die Möglichkeit, einen TCM-Kurs und die Klinik der „Beijing University of Chinese Medicine“ zu besuchen, wo die praktische und klinische Anwendung der Akupunktur näher kennengelernt werden konnte.

²² <http://litscher.info/>, 20.12.2009
<http://www.at0086.com/BUCE/>, 21.12.2009

2.6.1 Fragestellung und Ziel der Studie

Die HRV ist mit der Funktion des ANS verbunden und gilt als einer der vielversprechendsten Parameter zur Beurteilung der autonomen Funktion (siehe auch Kapitel 1). Durch die vergleichsweise einfache Erfassung gewinnt die HRV-Messung und Analyse mehr und mehr an Bedeutung (42). Eine größere Leistung im Variabilitätsspektrum deutet darauf hin, dass sich der Organismus den momentanen Erfordernissen adäquat anpasst und das Verhältnis von sympathischer zu parasympathischer Aktivität ausgeglichen ist. Ziel dieser nicht therapeutischen Forschungsstudie ist zu untersuchen, ob mittels Akupunktur (Nadelakupunktur) und Akupressur (Stimulation eines Akupunkturpunktes mittels Fingerdruck) an einem spezifischen Akupunkturpunkt (Yintang) eine Änderung der Herzratenvariabilität erzielt werden kann. Für die Auswertung der Studie wurden folgende Parameter berücksichtigt:

- die mittlere Herzrate (mean heart rate)
- die Herzratenvariabilität gesamt und
- das LF/HF-Verhältnis

2.7 Arbeitshypothese

Die Hypothese, die für die vorliegende Arbeit ausgewählt wurde, ist daher, dass sich das LF/HF-Verhältnis durch Stimulationsverfahren wie Akupunktur und Akupressur am Akupunkturpunkt „Yintang“ reduziert.

2.8 Studiendesign

Die Studie wird im Sinne eines randomisierten kontrollierten „Cross-over“-Studiendesigns durchgeführt. Hierbei werden bei der teilnehmenden Person per Zufallsgenerator drei unterschiedliche Stimulationsverfahren der Reihe nach angewandt und danach miteinander verglichen:

1. Nadelakupunktur
2. Akupressur
3. Akupunktur am Placebopunkt

Die Reihenfolge der Stimulationsverfahren kann dabei von Proband/-in zu Proband/-in variieren.

2.9 Probanden/-innen

Für die Studie „Stimulationseffekte am Punkt YINTANG“ wurden Messungen an insgesamt 25 Probanden (n=25) durchgeführt. Mit einer Anzahl von dreizehn teilnehmenden Männern und zwölf teilnehmenden Frauen war das Verhältnis zwischen den beiden Geschlechtern sehr gut ausgewogen. Der/Die älteste Teilnehmer/-in war 52 Jahre alt, der/die jüngste Teilnehmer/-in 17 Jahre. Das mittlere Alter $\pm$ Standardabweichung konnte mit $26,5 \pm 8,6$ Jahre ermittelt werden.

Alle Teilnehmer/-innen gaben schriftlich die Zustimmung zur Studie. Für die jüngste teilnehmende Person liegt eine Einverständniserklärung eines Erziehungsberechtigten vor. Da diese Studie im Rahmen einer TCM-Famulatur an der „Beijing University of Chinese Medicine“ durchgeführt wurde, weist die Gruppe der Probanden eine Vielfalt von Nationalitäten auf: Zehn Personen aus Österreich, acht Personen chinesischer Herkunft, eine Teilnehmerin aus Großbritannien, eine Probandin aus Schweden, zwei Personen aus den USA, eine Probandin aus Brasilien, ein Teilnehmer aus Korea und eine Person aus Chile stellten sich freiwillig für die Teilnahme an der Studie zur Verfügung.

2.10 Akupunktur-/ Akupressurpunkte

2.10.1 Akupunkturpunkt Yintang

Für die Studie wurde der Punkt „Yintang“, welcher im Kapitel 2.4 schon ausführlich beschrieben wurde, ausgewählt. Die Stimulation erfolgte mittels Nadelakupunktur und Akupressur.

2.10.2 Placebopunkt

Als Vergleichspunkt wurde ein Placebopunkt stimuliert. Die Lokalisation des Placebopunktes kann folgendermaßen beschrieben werden: Ausgehend vom Punkt 3 E 23 („Dreifacher Erwärmer 23, chinesisch: „Sizhukong“), welcher sich am äußersten Ende der Augenbrauen in einem Grübchen befindet (33), wird 1,5 Cun nach kranial gemessen und anschließend von dort 1 Cun nach medial. Ein Cun entspricht dabei der Breite des Interphalangealgelenks des Patienten am Daumen (32).

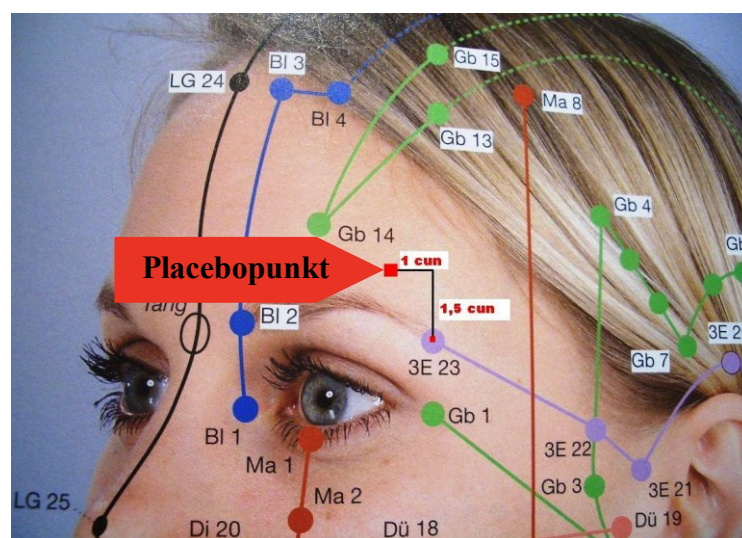


Abbildung 20: Lage des Placebopunktes über der linken Augenbraue (rotes Quadrat)²³

2.11 Messgerät zur Erfassung der Herzratenvariabilität

Die Herzratenvariabilität und deren Veränderung wurde mit dem hochauflösenden EKG-Gerät „Medilog AR12®“ (Huntleigh Healthcare, Cardiff, UK) und entsprechender Software ermittelt.

Mit diesem Recorder kann eine 3-Kanal-Brustwandableitung aufgezeichnet und die Zeitabstände aufeinanderfolgender R-Zacken exakt gemessen werden. Prinzipiell sind alle Arten von Klebeelektroden für das Anlegen der Ableitungen

²³ 33. Bahr F, Bushe-Centmayer K, Dorfer L, Jost F, Litscher G, Suwanda S, et al. (Hrsg.) Das große Buch der klassischen Akupunktur. München: Elsevier Urban & Fischer Verlag; 2007.

verwendbar. Das empfangene EKG-Signal wird mit 4096 Hz abgetastet. „Medilog AR12®“ zeichnet sich bei einer Abtastauflösung von 16 Bit durch eine sehr hohe Genauigkeit in der RR-Intervall-Analyse aus. Der Frequenzbereich reicht von 0,1- 1900 Hz. Das Gerät „Medilog AR12®“ ist für eine Messdauer von über 24 Stunden ausgelegt und definiert somit einen neuen Standard in der Überwachung mittels Langzeit-EKG.

Die Abmessungen des Geräts betragen 70 x 96 x 22 mm und das Gewicht, ohne Batterien, 100g. Zur adäquaten Stromversorgung werden zwei Batterien mit je 1,5 Volt verwendet. „Medilog AR12®“ ist weder zur Kontrolle der Herzfrequenz, noch zur EKG-Kontrolle bestimmt, sondern nur für die Aufzeichnung der erwähnten physiologischen Größen geeignet. Während der Aufzeichnung erkennt das Gerät Zeitpunkte von P- und T-Wellen, sowie Herzschrittmacherimpulse.



Abbildung 21: Medilog AR12²⁴

Ebenso können die Atemfrequenz und Apnoephasen über die respiratorisch bedingten Amplitudenänderungen der R-Zacken berechnet werden. „Medilog AR12®“ besitzt eine Speicherkarte (Compact Flash Card), auf der die erhobenen Daten in digitaler Form gespeichert werden.

²⁴ <http://www.hrv.cc/hardfacts.html>; 21.12.2009

2.12 Der Messvorgang

Die HRV-Messung wurde bei allen Teilnehmern in drei Sitzungen von je 20 Minuten, mit jeweils kurzen Pausen zwischen den einzelnen Messschritten, unterteilt. Es herrschte für alle teilnehmenden Probanden gleichwertige Bedingungen, die Messungen fanden in einem ruhigen Raum statt. In einem ausführlichen Gespräch wurde jede/-r Proband/-in über den Zweck, den Ablauf der Studie, mögliche Risiken und Komplikationen und seine/ihre Rechte als Studienteilnehmer aufgeklärt. Der/Die Teilnehmer/-in hatte schon im Vorfeld die Möglichkeit, bei aufgetretenen Unklarheiten, Fragen zu stellen. Der/Die Proband/-in bestätigte mit seiner/ihrer Unterschrift vor Teilnahme an der Akupunkturstudie ausführlich aufgeklärt worden zu sein. Keiner der teilnehmenden Personen hatte laut eigenen Angaben zum Zeitpunkt der Teilnahme gesundheitliche Probleme oder litt an einer Erkrankung.



Für Probanden, deren Englischkenntnisse für das Verständnis des Aufklärungsbogens nicht vollständig ausreichten, wurde Frau Xie Zheng, MD aus Peking, die mit dem Ablauf und Inhalt der Studie sehr gut vertraut war, beauftragt das Aufklärungsprozedere zu übernehmen und eventuelle Fragen zu klären. Frau Xie Zheng, MD war bei allen Messungen der Studie präsent, observierte die Stichtechnik und die korrekte Stimulation der Akupunkturpunkte bzw. des Placebopunktes.

Abbildung 22: Probandin vor der HRV-Messung. Mit freundlicher Genehmigung der Probandin.²⁵

Zur Durchführung der Messungen liegt die teilnehmende Person in Rückenlage auf einer Untersuchungs- und Liege. Der Oberkörper des/der Probanden/-in ist dabei

²⁵ Fotoquelle: Verena Ganglbauer

leicht erhöht. Nach vorangegangener hygienischer Desinfektion und anschließender Trocknung der betroffenen Hautstellen werden für die Erfassung des EKG-Signals drei Klebeelektroden am nackten Oberkörper des/der Probanden/-in befestigt.

Nach einer anfänglichen fünfminütigen „Ruhephase“ wird mit der ersten Manipulation begonnen (Nadelakupunktur am Punkt „Yintang“/ Akupressur am Punkt „Yintang“/ Nadelakupunktur am Placebopunkt). Die Manipulation dauert exakt zehn Minuten, danach wird die Nadel entfernt bzw. die Akupressur gestoppt, es folgt erneut eine fünf- bis siebenminütige „Ruhephase“ bis mit dem zweiten Durchgang begonnen wird. In der nachfolgenden Graphik wird der Messvorgang zur besseren Darstellung abgebildet.

2.13 Schematische Darstellung des Messvorganges



2.14 Computerunterstützte Datenanalyse

Mithilfe einer speziellen Software (Darwin Scientific Software) können die gemessenen Daten direkt am Computer ausgewertet werden. Bei 24-Stunden-Aufzeichnungen werden die mittleren Herzraten über die gesamte Messung, sowie die minimale und maximale Herzfrequenz über Tag und Nacht ermittelt. Dies funktioniert ebenso bei kürzeren Messperioden.

Die zeitbasierte Auswertung beinhaltet die Bestimmung der Standardabweichung aller gewählten RR-Intervalle (SDNN) und dem prozentualen Anteil der Herzschlag- Intervalle, die um mindestens 50msec vom vorangegangenen Intervall abweichen (pNN50). Bei der frequenzbasierten Analyse (Spektralanalyse) werden mithilfe der Software die einzelnen Frequenzbänder (VLF, LF, HF) ermittelt (43).

2.15 Statistische Methode

Die statistische Auswertung der gesammelten Daten erfolgte mit dem Programmpaket SigmaPlot 11.0, Jandel Scientific Corp., Erkrath, Deutschland.

Zur Unterscheidung der geschlechtsspezifischen Aspekte wurde jeweils ein „t-test“ und für die Bedingungen vor, während und nach Akupunktur/ Akupressur ein „paired t- test“ angewandt.

Das statistische Signifikanzniveau wurde mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit (p) von 5% festgelegt ($p = 0,05$).

3 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Studie „Stimulationseffekte am Punkt Yintang“ vorgestellt. Die Resultate werden graphisch größtenteils in Form von „Box-Plot-Darstellungen“ präsentiert. Die horizontale Linie in der Box gibt die Lage des Medians an. Die Enden der Box definieren die 25ste und 75ste Perzentile, die Fehlerbalken kennzeichnen die 10te und 90ste Perzentile.

3.1 Veränderungen der mittleren Herzrate (mean heart rate)

Ein Parameter, der bei den Messungen berücksichtigt wurde, ist die durchschnittliche oder mittlere Herzrate (engl. mean heart rate) jedes/-r Probanden/-in. Diese konnte, wie im folgenden zu sehen ist, durch alle drei Stimulationsverfahren signifikant gesenkt werden.

3.1.1 Veränderungen der mittleren Herzrate bei Nadelakupunktur

Die mittlere Herzrate (HR mean) aller Probanden ($n = 25$) konnte nach Beginn der Stimulation am Punkt „Yintang“ vom mittleren Ausgangswert (Phase a) $70,3 \pm 9,9$ Schläge/min (HR mean $\pm$ SD) in den ersten fünf Minuten auf $68,5 \pm 9,5$ und auf $68,0 \pm 9,9$ in den zweiten fünf Minuten gesenkt werden. Der Abfall der Herzrate von Phase a nach Phase b war somit signifikant ($p \leq 0,001$). Nach Beendigung der Nadelstimulation (Zeitraum d) kam es wieder zum Anstieg der mittleren Herzrate ($68,6 \pm 9,7$ Schläge/min).

3.1.2 Veränderungen der mittleren Herzrate bei Akupressur

Bei einem Ausgangswert von $69,4 \pm 8,5$ Schläge/min (HR mean $\pm$ SD) konnte durch Akupressur am Punkt „Yintang“ eine Senkung der Herzrate auf $67,0 \pm 8,4$ (in Phase b) und $67,1 \pm 8,7$ (in Phase c) erreicht werden. Auch hier war das Ergebnis von a nach b signifikant ($p \leq 0,001$). In Phase d kam es erneut zu einem geringen Anstieg der Herzrate ($67,8 \pm 8,6$).

3.1.3 Veränderungen der mittleren Herzrate bei Akupunktur am Placebopunkt

Die mittlere Herzrate betrug vor Beginn der Nadelstimulation am Placebopunkt $69,5 \pm 9,9$ Schläge/min (HR mean $\pm$ SD). Durch Nadelstimulation konnte die mittlere Herzrate in den ersten fünf Minuten nach Beginn der Stimulation auf $67,7 \pm 9,6$ gesenkt werden. Das Ergebnis erwies sich ebenfalls als signifikant ($p = 0,002$). In den zweiten fünf Minuten (Phase c) kam es jedoch zu einem geringen Anstieg der Herzrate auf $68,0 \pm 9,2$. Nach Beendigung der Stimulation kam es zu keinem weiteren Anstieg ($68,0 \pm 10,0$) der mittleren Herzrate. Insgesamt waren die Veränderungen bei der Stimulation am Placebopunkt am geringsten.

In der folgenden Abbildung sind die oben beschriebenen Veränderungen graphisch dargestellt.

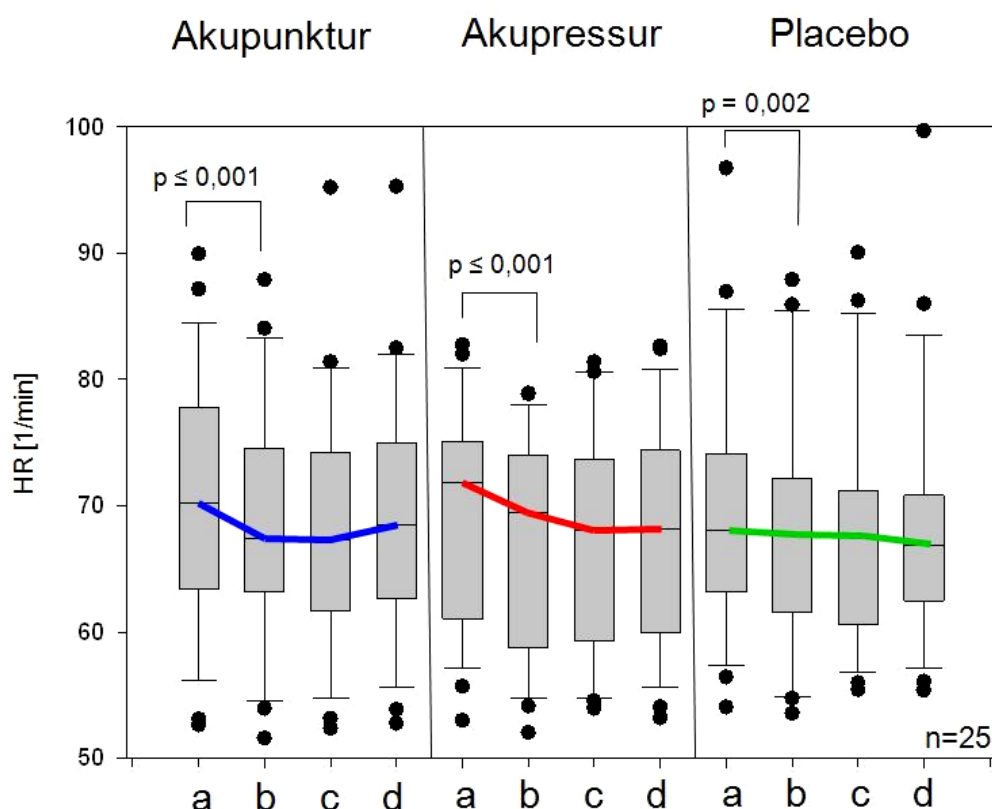


Abbildung 23: Veränderungen der mittleren Herzrate.

Die horizontale Linie in der Box zeigt die Lage des Meridians an. Unteres Ende der Box: 25. Perzentile, oberes Ende der Box: 75. Perzentile. Die Fehlerbalken kennzeichnen die 10. Und 90. Perzentile (a= vor, b und c = während, d= nach Stimulation).

3.2 Geschlechtsspezifische Veränderungen der mittleren Herzrate

3.2.1 Veränderung der mittleren Herzrate bei Frauen

Zur Untersuchung gelangten insgesamt zwölf Frauen mit einem mittleren Alter $\pm$ SD von $27,3 \pm 9,5$ Jahre. Die mittlere Größe der Teilnehmerinnen betrug $161,8 \pm 3,9$ cm und das mittlere Gewicht $\pm$ SD konnte mit $58,2 \pm 6,6$ kg ermittelt werden.

3.2.1.1 Ergebnisse der Nadelakupunktur bei Frauen

Bei der Nadelakupunktur konnte die mittlere Herzrate $\pm$ SD der Frauen in der Stimulationsphase vom Ausgangswert $70,9 \pm 8,9$ Schläge / min (Phase a, vor Stimulation) auf $69,0 \pm 8,6$ (in Phase b) und $68,5 \pm 8,3$ (Phase c) gesenkt werden. Der Abfall der Herzrate war von Phase a nach b mit $p = 0,029$ signifikant. Nach Beendigung der Stimulation (Phase d) kam es zu einem Anstieg der mittleren Herzrate auf $68,8 \pm 8,2$ Schläge pro Minute.

3.2.1.2 Ergebnisse der Akupressur bei Frauen

Vor Beginn der Akupressur (Phase a) wiesen die Frauen eine mittlere Herzrate $\pm$ SD von $70,9 \pm 7,3$ Schläge pro Minute auf. Dieser Wert konnte in den Phasen während der Akupressur auf $67,4 \pm 8,3$ (Phase b) und $67,3 \pm 9,0$ (Phase c) gesenkt werden. Der Abfall (Phase a-b) war mit $p \leq 0,001$ signifikant. In Phase d stieg die mittlere Herzrate $\pm$ SD auf $67,9 \pm 8,8$ an.

3.2.1.3 Ergebnisse der Nadelakupunktur am Placebopunkt

Der Ausgangswert der mittleren Herzfrequenz $\pm$ SD vor Akupunktur am Placebopunkt betrug $70,5 \pm 9,3$ Schläge pro Minute und fiel in der ersten Phase der Akupunktur auf $69,0 \pm 10,0$. Mit $p = 0,034$ war auch diese Reduktion der mittleren Herzrate signifikant. In Phase c blieb die mittlere Herzrate auf dem Wert von $69,0 \pm 9,2$. Nach der Akupunktur (Phase d) kam es zu einem weiteren, geringen Abfall der Herzrate $\pm$ SD auf $68,8 \pm 8,9$ Schlägen/Minute.

Graphisch ausgewertet, liefert die Stimulation des Punktes „Yintang“ bei den weiblichen Probandinnen folgendes Bild:

Mittlere Herzrate - Frauen ♀

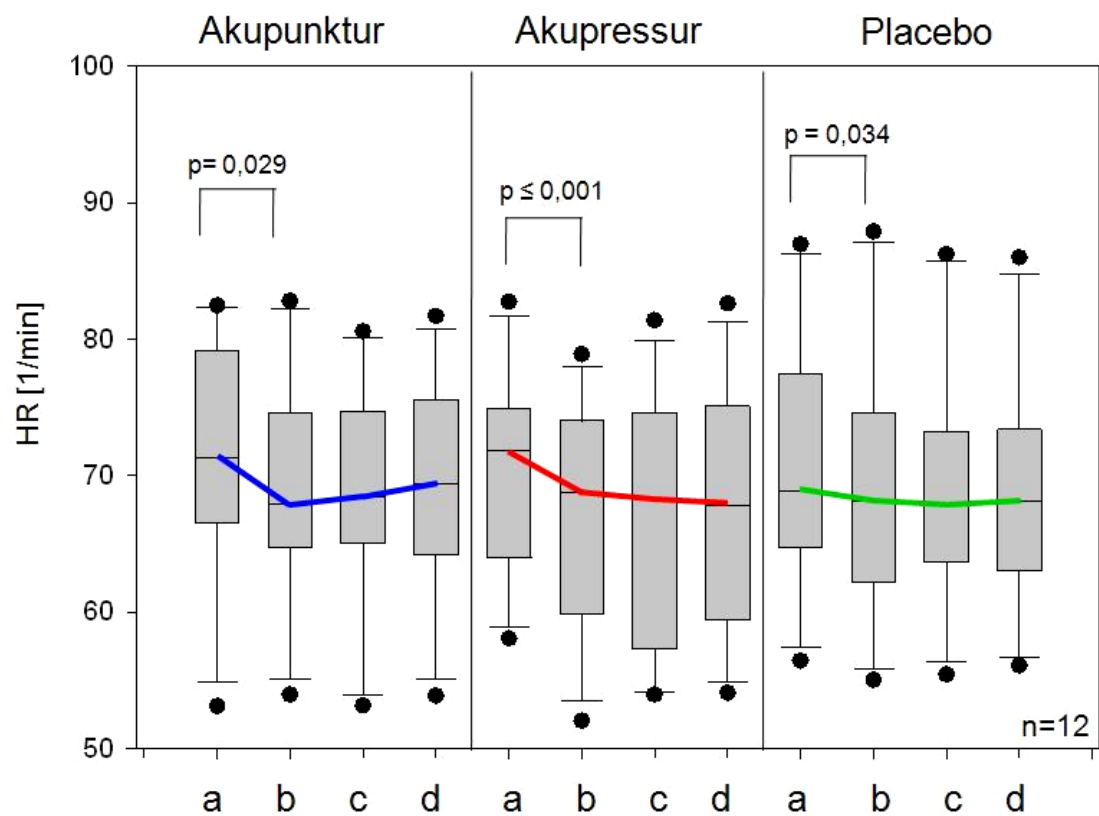


Abbildung 24: Die mittlere Herzrate der Frauen bei Akupunktur, Akupressur und Placebostimulation.

3.2.2 Veränderung der mittleren Herzrate bei den Männern

Für die Studie wurden dreizehn Männer in die Untersuchungen mit einbezogen. In dieser Gruppe betrug das mittlere Alter $\pm$ SD 25,8 $\pm$ 8,2 Jahre, die mittlere Größe $\pm$ SD 175,7 $\pm$ 8,4 cm und das mittlere Gewicht $\pm$ SD lieferte einen Wert von 66,3 $\pm$ 11,5 kg. Wie bei der Gruppe der weiblichen Teilnehmer wurden auch hier die Veränderungen der „mean heart rate“ untersucht.

3.2.2.1 Ergebnisse der Nadelakupunktur bei den Männern

Bei einem Ausgangswert der mittleren Herzrate $\pm$ SD von 69,9 $\pm$ 11,2 Schlägen / min, konnte in der ersten Phase der Stimulation (Phase b) ein Abfall der Herzrate auf 68,1 $\pm$ 10,6 erzielt werden. Dieser Abfall war mit $p = 0,006$ signifikant. In Phase c erreichte die mittlere Herzrate bei 67,5 $\pm$ 11,5 den niedrigsten Wert. Nach Ende der Akupunktur stieg die mittlere Herzrate auf den Wert von 68,5 $\pm$ 11,2 an.

3.2.2.2 Ergebnisse der Akupressur in der männlichen Gruppe

Vor Akupressur betrug die mittlere Herzfrequenz $\pm$ SD in der Gruppe der Männer 68,1 $\pm$ 9,6 Schläge / min. Durch die Stimulation konnte in Phase b ein Abfall auf 66,7 $\pm$ 8,8 erzielt werden. Dieser Abfall war mit $p = 0,024$ signifikant. In Phase c kam es wieder zu einem Anstieg der mittleren Herzrate (67,1 $\pm$ 8,8), der sich auch in Phase d fortsetzte (67,8 $\pm$ 8,9).

3.2.2.3 Ergebnisse der Akupunktur am Placebopunkt bei den Männern

Bei der Placebostimulation konnte, ausgehend von einer mittleren Herzrate $\pm$ SD von 68,5 $\pm$ 10,6 Schläge pro Minute eine Reduktion der Herzrate auf 66,6 $\pm$ 9,5 (Phase b) und 67,0 $\pm$ 9,4 (Phase c) erreicht werden. Der Abfall der Herzrate von Phase a nach Phase b erwies sich auch hier als signifikant. ($p = 0,021$).

Zusammengefasst ergibt sich aus diesen Messergebnissen folgendes Bild:

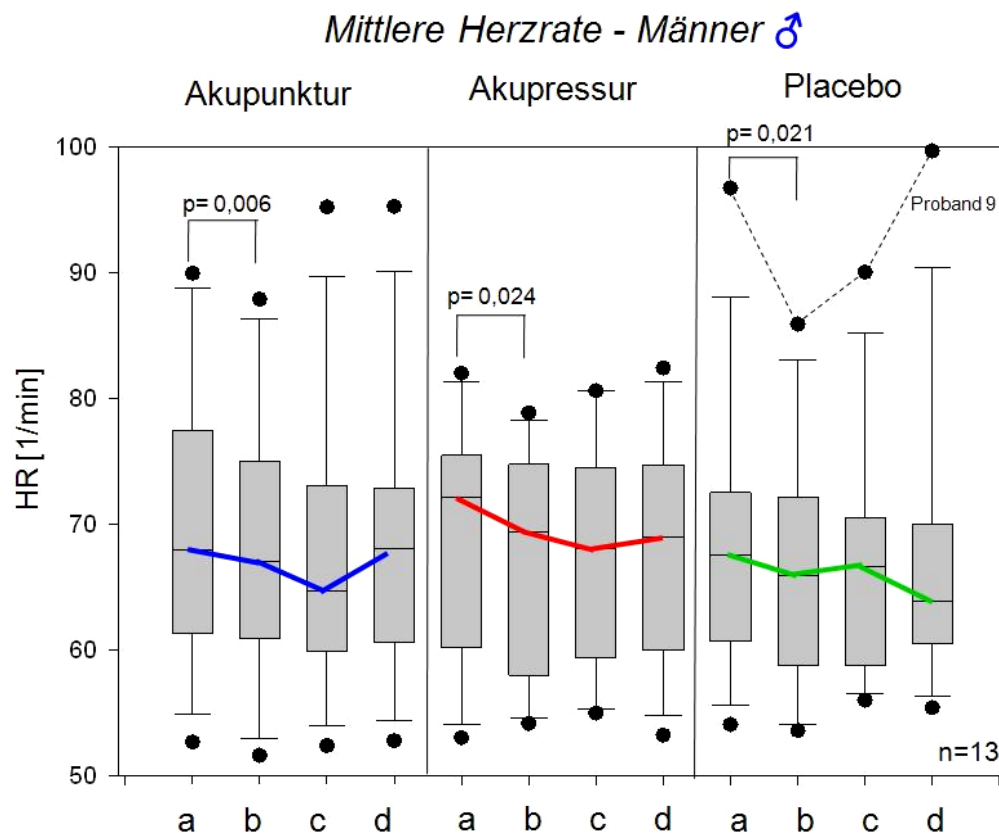


Abbildung 25: Die mittlere Herzrate der Männer.

Ein Teilnehmer der männlichen Versuchsgruppe (Proband Nr. 9) wies schon vor Beginn der Stimulation (Phase a) trotz liegender Position eine sehr hohe Herzfrequenz auf (≥ 90 Schläge/min) (vgl. Abb. 25).

Zur Überprüfung, ob die aufgezeichneten Werte dieses Probanden ausschlaggebend für das oben beschriebene Ergebnis (signifikantes Ergebnis bei der Stimulation am Placebopunkt) war, wurde dieser für eine separate Auswertung von der Versuchsgruppe ausgeschlossen und das Ergebnis erneut kalkuliert (Abb. 26).

Tatsächlich kam es in der Signifikanz zu einem abweichenden Ergebnis: Der Abfall der mittleren Herzrate, welcher durch die Nadelstimulation am Placebopunkt erzielt wurde (Phase a - Phase b) war nach „Ausschluss“ von Versuchsperson Nr. 9 aus der Probandengruppe nicht mehr als signifikant zu betrachten ($p = 0,06$). Die Ergebnisse der Akupunktur am Punkt Yintang und der Akupressur am genannten Punkt erzielt blieben jedoch weiterhin signifikant ($p_{\text{Nadelakupunktur}} = 0,012$; $p_{\text{Akupressur}} = 0,05$).

Im Vergleich zu Abb. 25 ist die mittlere Herzrate in folgender Abbildung ohne Proband Nr. 9 dargestellt.

Mittlere Herzrate - Männer ohne Proband Nr. 9

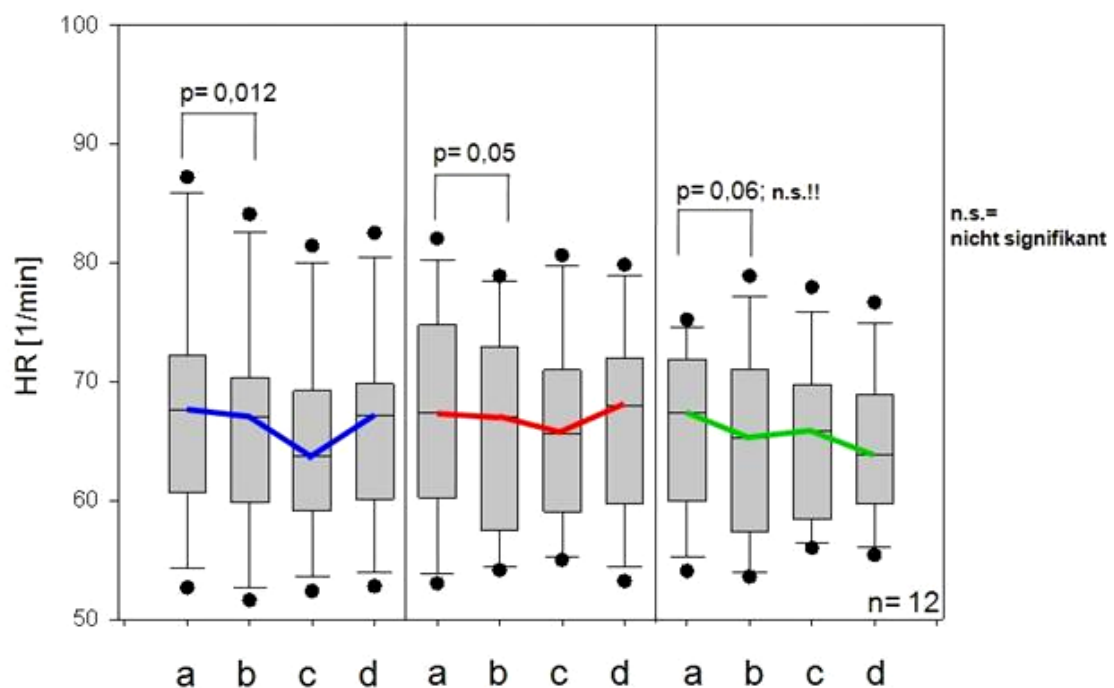


Abbildung 26: Die mittlere Herzrate der Männer ohne Proband Nr. 9.

3.3 Veränderung der Herzratenvariabilität

Die Gesamtvariabilität aller teilnehmenden Probanden/-innen zeigte während Akupunktur (Yintang), Akupressur (Yintang) und Akupunktur (am Placebopunkt) keine auffallend großen Veränderungen (Abb. 27).

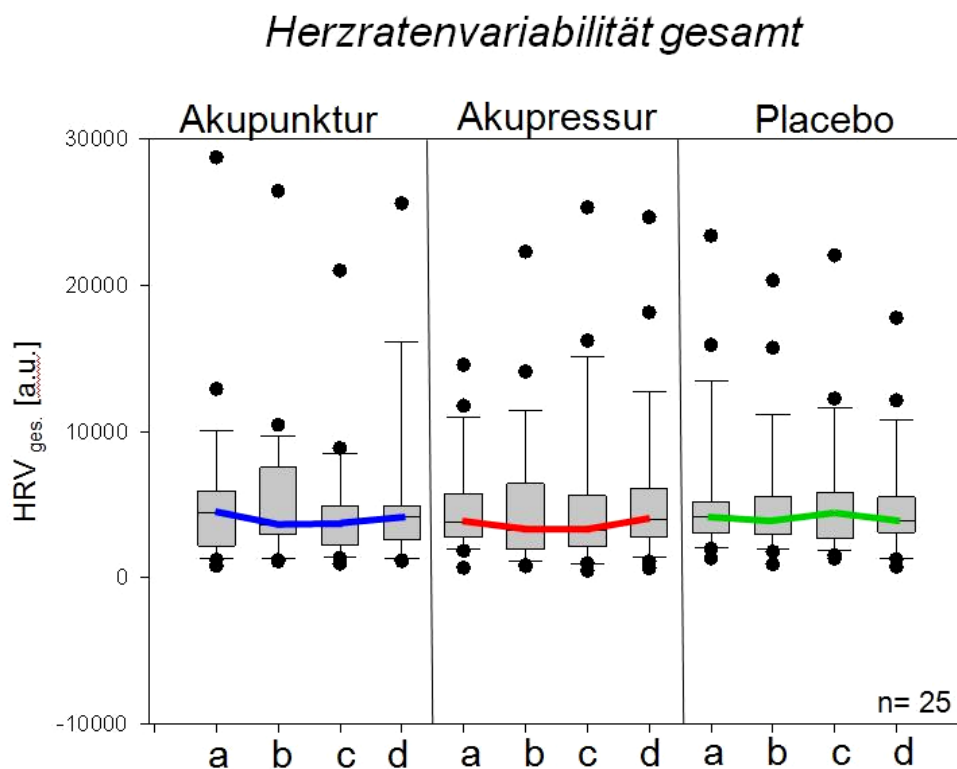


Abbildung 27: Gesamtvariabilität aller Probanden/-innen.

Auch hier wurde die Gesamtvariabilität nach Geschlecht aufgeteilt, was in den beiden folgenden Abbildungen (Abb. 28 und Abb. 29) dargestellt ist. In den Abbildungen 27 – 29 findet sich die Gesamtvariabilität normiert in „arbitrary units“ (a.u.) angegeben.

Herzratenvariabilität gesamt – Frauen in [a.u.]

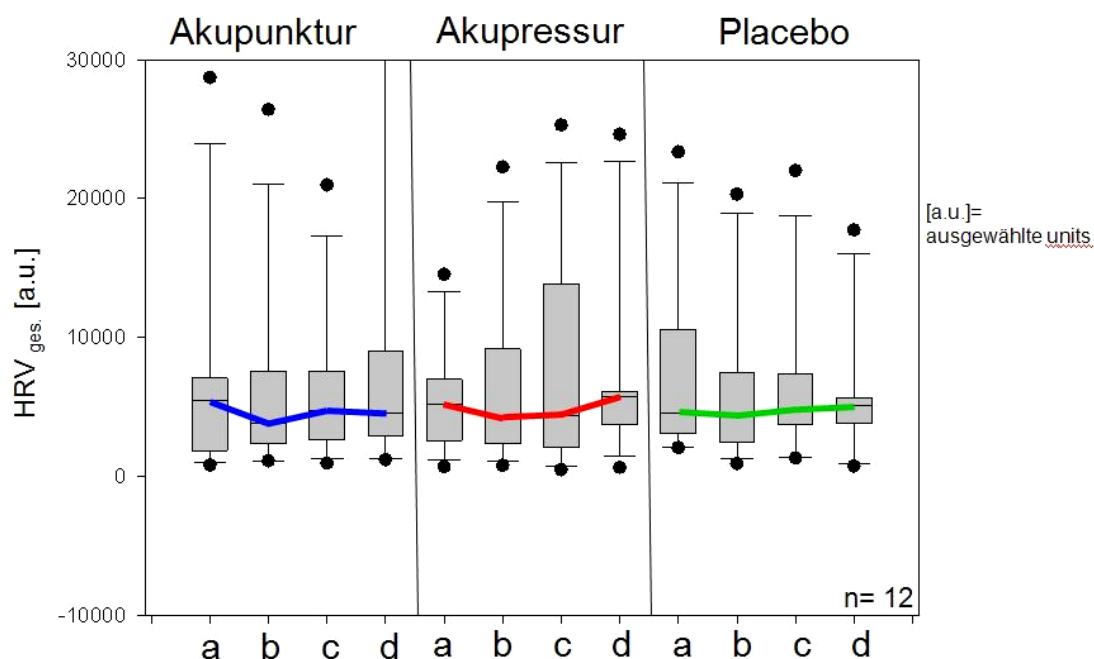


Abbildung 28: Gesamtvariabilität der Frauen.

Herzratenvariabilität gesamt – Männer in [a.u.]

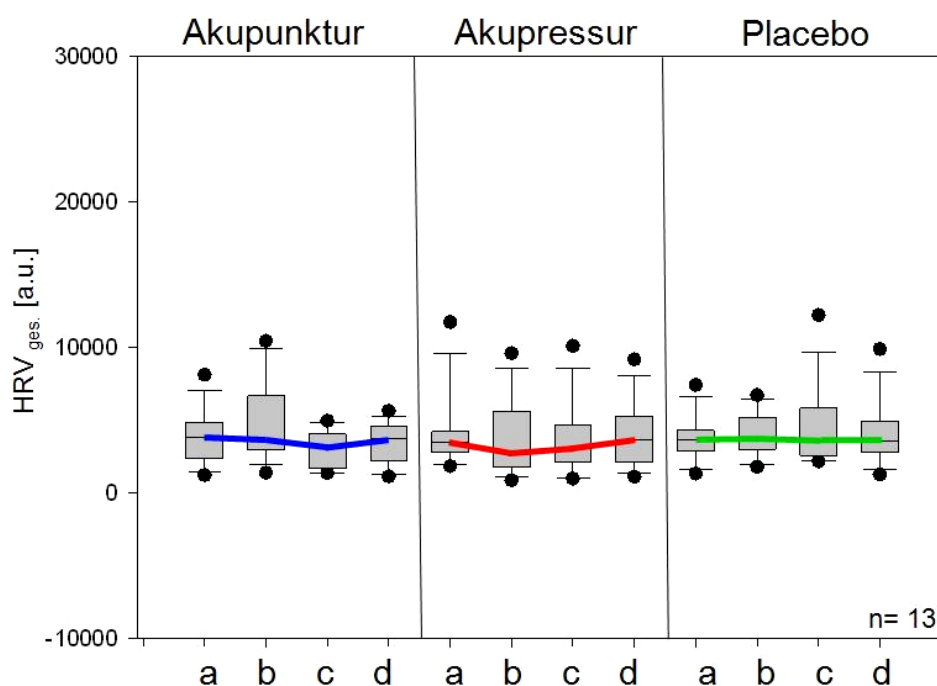


Abbildung 29: Gesamtvariabilität der Männer.

3.4 Veränderungen im LF/HF-Verhältnis

Um eine bessere Aussagekraft bezüglich einzelner Frequenzbänder der HRV zu erhalten, konnten mithilfe der HRV-Analyse Veränderungen des Vergleichsparameters (LF/HF) sichtbar gemacht werden.

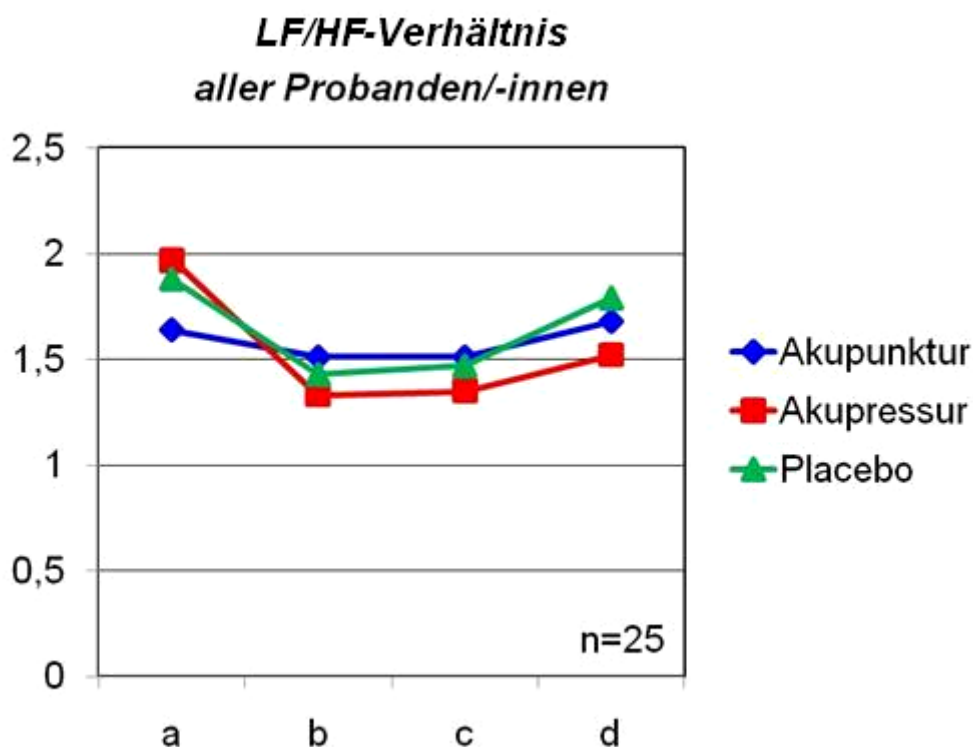


Abbildung 30: LF/HF-Verhältnis aller Probanden/-innen.

Die obige Abbildung zeigt das Verhalten des LF/HF-Quotienten aller teilnehmenden Personen ($n = 25$) vor, während und nach Akupunktur beziehungsweise Akupressur. Wie aus der Graphik hervorgeht, lagen die Ausgangswerte vor Beginn der Stimulation zwischen 1,6 und 2,0 (Phase a). Beachtlich ist, dass bei dem höchsten Ausgangswert von 2,0 die Stimulation durch Akupressur eine Senkung des LF/HF-Quotienten auf einen Wert von 1,35 (also um 0,65) erzielen konnte. Dieser Effekt trat schon in den ersten fünf Minuten der Stimulation auf und hielt bis in Phase d (nach Beendigung der Stimulation) an. Die Akupunktur, sowohl am Punkt „Yintang“ als auch am Placebopunkt, konnten ebenfalls eine Reduktion des Parameters LF/HF-Quotient erzielen, der Wert von 1,35 nach Akupressur wurde jedoch trotz des niedrigeren Ausgangsniveaus gegenüber der Akupressur nicht erreicht.

In der Folge wurde die LF/HF - Veränderung nach Geschlecht getrennt, was in Abb. 31 ersichtlich ist.

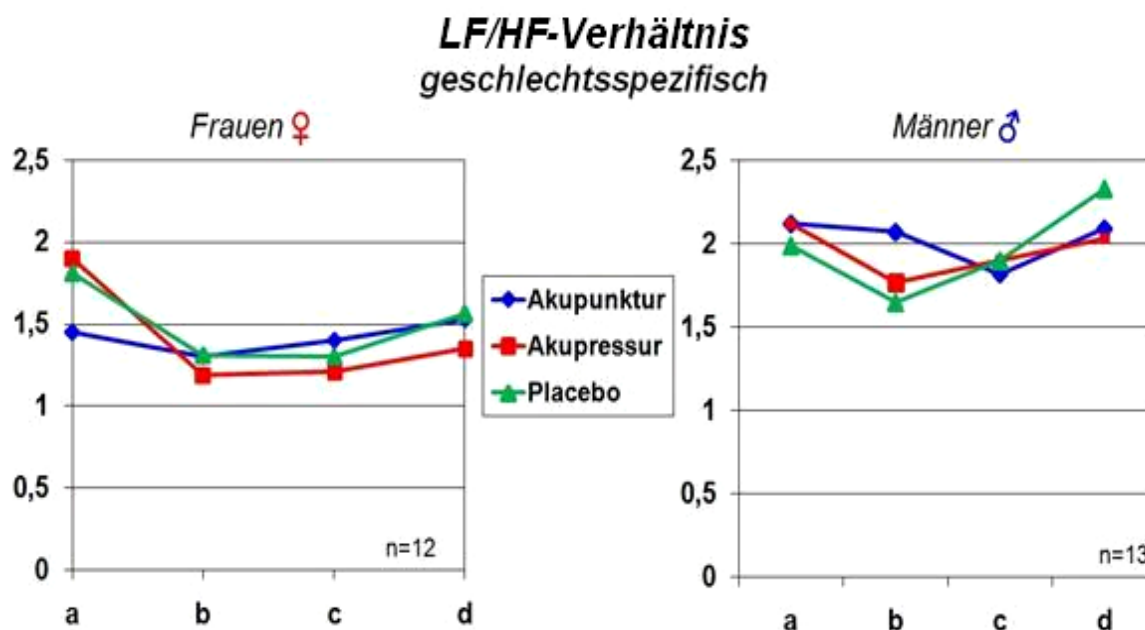


Abbildung 31: Veränderung des LF/HF-Quotienten nach Geschlecht (links: Frauen, rechts: Männer).

3.5 LF/HF-Veränderung bei den weiblichen Probandinnen

In der Gruppe der teilnehmenden Frauen lagen die Ausgangswerte des LF/HF-Verhältnisses zwischen 1,4 und 1,9, also im Normbereich (Abb.31). Durch alle Reizmodalitäten konnte eine deutliche Reduktion des Parameters erzielt werden. Der LF/HF- Quotient konnte durch die Stimulation mit Akupressur von 1,9 auf 1,2 (Differenz = 0,7 Einheiten) gesenkt werden (Abb. 32). In der Gruppe der weiblichen Probanden konnte dieser niedrige Wert weder durch Akupunktur am Punkt „Yintang“ noch am Placebopunkt erreicht werden. Nach Beendigung der Akupressur steigt der LF/HF-Quotient stetig aber langsam an. Vergleichsweise dazu verzeichnen die Kurven der Akupunktur- Stimulationen einen deutlich schnelleren Anstieg.

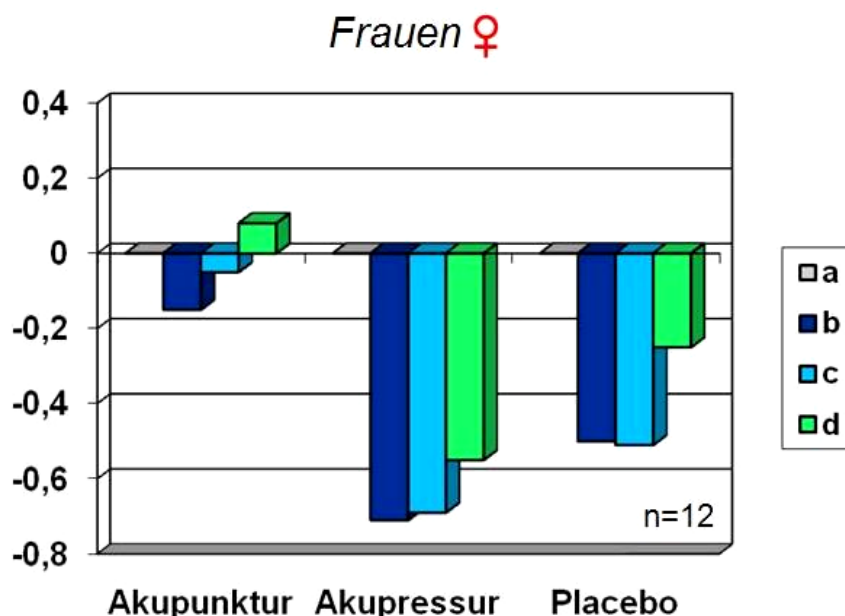


Abbildung 32: Veränderung des LF/HF-Quotienten bei den Frauen.

Der Wert 0 bezeichnet den Ausgangswert = Phase a: Zustand vor der Stimulation. Phase b: die ersten 5 Minuten der Stimulation, Phase c: die zweiten 5 Minuten der Stimulation, Phase d: nach Stimulation.

3.6 LF/HF-Veränderung bei den männlichen Probanden

Die Gruppe der Männer unterschied sich von der Frauengruppe schon in der Höhe der Ausgangswerte. Diese lagen bei den Männern etwas höher (2,0-2,15). Die männlichen Personen sprachen ebenfalls gut auf die 10-minütige Akupressur an, der LF/HF-Quotient konnte von 2,15 auf 1,7 gesenkt werden. Allerdings zeigte auch die Akupunktur am Placebopunkt Erfolg, der Ausgangswert von 2,0 konnte auf 1,6 gesenkt werden (Abb. 31). Ein langsamerer Abfall des Parameters zeigte sich bei der Akupunktur am Punkt „Yintang“, der größte Effekt zeigte sich erst in Phase c.

Wie auch in der Frauengruppe, wurde auch in der Gruppe der teilnehmenden Männer ein geringerer Abfall des Quotienten bei der Akupunktur am Punkt „Yintang“ verzeichnet. Zu sehen ist jedoch auch hier, gleich wie bei den Frauen, der schnellere Anstieg des LF/HF-Verhältnisses nach Beendigung der Stimulation des Placebopunktes. Während die Verumakupunktur und die Akupressur im Zeitraum nach der Stimulation noch eine LF/HF-Reduktion

aufweisen konnten, stieg der Parameter bei der Placeboakupunktur sprunghaft an (siehe Abb. 33).

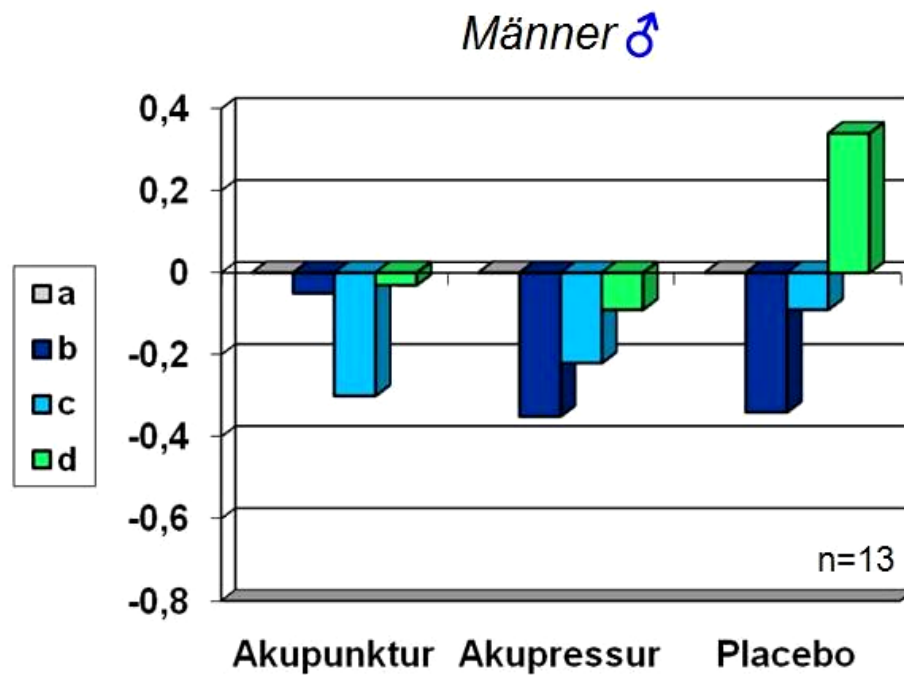


Abbildung 33: Veränderung des LF/HF-Verhältnisses bei den männlichen Probanden.

Phase a= Zustand vor Stimulation, Phase b= die ersten 5 Minuten der Stimulation, Phase c= die zweiten 5 Minuten der Stimulation, Phase d= nach Stimulation.

4 Diskussion

In der Studie „Stimulationseffekte am Punkt Yintang“ konnte gezeigt werden, dass durch Akupunktur und Akupressur bestimmte Parameter wie die Herzfrequenz, die Herzratenvariabilität und hier insbesondere das LF/HF-Verhältnis so verändert werden konnten, dass daraus auf eine Zunahme vagaler (parasympathischer) Aktivität während bzw. nach den Stimulationsverfahren geschlossen werden kann. Die erstellte Arbeitshypothese (siehe 2.7) wurde somit bestätigt, was durch die zusammengefassten Ergebnisse in Kapitel 3 ersichtlich ist.

Hervorzuheben ist, dass insbesondere Frauen auf die Stimulationsverfahren sehr gut ansprachen, vor allem bei der Akupressur konnte die deutlichste Reduktion (von 2,15 auf 1,7) des LF/HF-Quotienten erzielt werden. Wie aber aus Abb.29-33 hervorgeht, konnte auch die Akupunktur am Placebopunkt eine Reduktion dieses Parameters bewirken. Somit schnitt in der Gruppe der Frauen die Verumakupunktur am Punkt „Yintang“ zur Reduktion des LF/HF-Quotienten, besonders im Vergleich zur Akupressur in Bezug auf die gestellte Hypothese weniger gut ab.

Zum annähernd gleichen Ergebnis kam auch ein japanisches Forscherteam, das den Einfluss von Akupressur am Punkt „Yintang“ auf die Entropie, die HRV und das LF/HF-Verhältnisses im September 2008 untersuchten. Dazu wurden 48 Probanden in zwei Gruppen geteilt, eine Gruppe erhielt Akupressur am Punkt Yintang („Verumakupressur“), die andere am Placebopunkt (Lokalisation auf einer horizontalen Linie lateral der Augenbraue). Arai et al. kamen zu dem Ergebnis, dass die Herzratenveränderungen in beiden Gruppen nicht signifikant war, das LF/HF-Verhältnis konnte jedoch in beiden Gruppen signifikant ($p = 0,05$) reduziert werden. Zudem stellte das japanische Forscherteam fest, dass das LF/HF-Verhältnis nach Beendigung der Akupressur am Placebopunkt viel rascher auf den Ausgangswert anstieg als bei der „Verumakupressur“. Eine Aufteilung nach Geschlecht brachte folgendes Ergebnis: In der Gruppe der weiblichen Probandinnen, egal ob Yintang- oder Kontrollgruppe, konnte ein weitaus höherer Abfall des LF/HF-Quotienten erzielt werden als in der Gruppe der männlichen Probanden. Der Anstieg des LF/HF-Quotienten zurück zum

Ausgangswert erfolgte in der Gruppe der Frauen zudem viel langsamer als in der Gruppe der Männer (44). Die Ergebnisse der Studie „Stimulationseffekte am Punkt Yintang“, die zeigen, dass Akupressur am Punkt Yintang je nach Geschlecht demnach unterschiedliche Auswirkung auf das autonome Nervensystem ausübt, wurden auch durch die oben genannte japanische Studie bestätigt. Zusätzlich konnte jedoch in der Studie der vorliegenden Arbeit auch eine Reduktion der Herzrate durch unterschiedliche Stimulationsverfahren nachgewiesen werden (siehe 3.1 und 3.2).

Die Tatsache, dass sowohl in der vorliegenden als auch in der japanischen Studie durch die Stimulation eines Placebopunktes messbare Auswirkungen auf bestimmte Parameter wie die mittlere Herzrate, die HRV, das LF/HF-Verhältnis oder die Entropie erzielt werden konnten, lässt vermuten, dass eine Stimulation eines Körperpunktes, egal ob klassischer Akupunktur- oder Placebopunkt, ähnliche Effekte in Bezug auf die gewählten Analyseparameter erzielen kann.

Seit die ersten Ergebnisse der randomisierten, kontrollierten Studien ART („Acupuncture randomised trials“) und GERAC („German Acupuncture Trials“) vorliegen, die im Auftrag der deutschen Krankenkassen durchgeführt wurden, um eine wissenschaftliche Evaluierung der Akupunkturbehandlung zu ermöglichen, wird vielerorts sowohl in den Medien als auch auf wissenschaftlicher Basis über die Wirkung von „Verumakupunktur“, im Vergleich zur „Placebo- oder Shamakupunktur“ diskutiert (45). Die GERAC-Studie, eine der vier Studien im Rahmen dieser wissenschaftlichen Beurteilung, wurde an insgesamt 1162 Probanden (Durchschnittsalter $\pm$ SD = 50 $\pm$ 15 Jahre) durchgeführt, die unter chronischen Lumbalgien leiden. In dieser Studie wurde die Verumakupunktur gemäß dem Therapiekonzept der TCM, die Placeboakupunktur an „Nicht- Akupunkturpunkten“ und die konventionelle Therapie, eine Kombination aus medikamentöser Therapie, Physiotherapie und selbstständiges körperliches Training miteinander verglichen. Das deutsche Forschungsteam um Michael Haake kam zu dem Ergebnis, dass nach sechs Monaten 47,6% der Verumakupunkturgruppe, 44,2% der Placebogruppe und 27,4% der Gruppe mit konventioneller Therapie auf die Behandlung ansprachen. In den Akupunkturgruppen, egal ob Verum- oder Placeboakupunktur, profitierte somit fast die Hälfte der Patienten, während nur

etwa ein Viertel der Patienten mit leitlinienkontrollierter Standardtherapie einen Nutzen aus der Behandlungsform ziehen konnten (46).

Was bedeutet dies jedoch für den Einsatz der klassischen Akupunktur zur Behandlung einer Vielzahl von Erkrankungen? Liefern Verumakupunktur und Placeboakupunktur hinsichtlich des therapeutischen Benefits tatsächlich ähnliche Ergebnisse?

Mit einem deutlichen „Nein“ beantwortet Frank Bahr, 1. Vorsitzender der Deutschen Akademie für Akupunktur und Aurikulomedizin und 1. Vorsitzender der Europäischen Akademie für Traditionelle Chinesische Medizin, diese Frage. In einem von ihm verfassten Artikel weist Professor Bahr auf bisher nicht bzw. kaum beachtete Fehlerquellen bei der Durchführung von Placebo-/Shamakupunktur hin. Laut Bahr ist von Placeboakupunktur nur dann zu sprechen, wenn durch den Placebopunkt keine Eigenwirkung hervorgeht (47). Bei der Auswahl eines korrekten bzw. geeigneten Placebopunktes sind die aktuellen Erkenntnisse der, oft in den Hintergrund gerückten, Segment-Anatomie unbedingt zu berücksichtigen.

Ingrid Wancura-Kampik, Autorin des Buches „Segment-Anatomie“ bezeichnet das Wissen der Segmentlehre nur zurecht als „Schlüssel zu Akupunktur, Neuraltherapie und Manualtherapie“ (48). Schon im Vorwort ihres erst kürzlich veröffentlichten Werkes schreibt die Autorin:

„Darüber hinaus kann die Segment-Anatomie aber auch die uns oft unverständliche chinesische Medizinphilosophie als alleiniges Erklärungsmodell des Phänomens Akupunktur größtenteils mit seinen naturwissenschaftlichen Fakten ersetzen und deren Kenntnis darüber hinaus die Effizienz dieser Methode verbessern. Die Einteilung in Yin- und Yang-Bereiche, die Längsdrittelle der Körperoberfläche, die Akupunkturpunkte und die Meridiane, die Wechselbeziehungen zwischen Körperoberfläche und Körperinnerem und zum Teil auch die „pathogenen Faktoren“ finden ihre naturwissenschaftliche Erklärung in der Segment-Anatomie“ (Wancura- Kampik, 2009) (48).

Zur Lokalisation der sogenannten „Sham-/ Placebopunkte“ sollte laut Bahr unbedingt darauf geachtet werden, dass die in Erwägung gezogenen Punkte

keinesfalls in den segmentalen Headschen Zonen oder auf einem Tendinomuskulären Meridian liegen, da in diesem Bereich gewählte Punkte eine deutliche Eigenwirkung, wie zum Beispiel Analgesie oder Veränderung der Schmerzschwelle, besitzen (47). Die Kenntnisse über die Spinal-/ Segmentalnerven, die einzelne Segmentanteile (Dermatome, Myotome, Sklerotome, Neurotome und Enterotome) zu einer synchron reagierenden, funktionellen Einheit verbinden, sollten bei der Akupunktur nach der Meinung verschiedener Autoren berücksichtigt werden. Diese Einheit soll ein Leben lang bestehen bleiben, durch Wachstum und Weiterentwicklung kann es aber zu deutlichen Verlagerungen der einzelnen Segmentteile kommen. Liegen in einem Segmentanteil Störungen vor, soll diese Information jedoch mit den anderen Innervationsarealen ausgetauscht werden (48).

Im Falle der oben beschriebenen GERAC-Studie wurden insgesamt acht „Shampunkte“ ausgewählt. Nach einer Analyse von Bahr lagen alle dieser gewählten Punkte entweder im Bereich des Tendinomuskulären Meridians oder im Bereich der Headschen Zone, manche sogar in beiden. Hier lässt sich also zusammenfassend sagen, dass die Placebopunkte zum Teil sehr deutliche analgetische Wirkungen aufweisen können und nach Bahr keinesfalls als „Shampunkte“ geeignet waren (47). Im Gegensatz zum Statement von Ingrid Wancura-Kampik, die in der Segment- Anatomie eine naturwissenschaftlich gesicherte Möglichkeit einer Interpretation und Annäherung an die Akupunktur sieht, stehen Hypothesen des GERAC-Forschungsteams, die aus den Resultaten der Studie berücksichtigt werden sollten:

- Es gibt keine gesicherten spezifischen Effekte der Akupunktur.
- 2. Auch wenn es einen Akupunktur-spezifischen Effekt gibt, ist dieser sehr klein und wird von nicht-spezifischen Effekten überlagert.
- 3. Es gibt zwar Akupunktur-spezifische Effekte, deren Kausalität noch nicht bekannt ist, die aber zu einer Verbesserung der Symptome führen unabhängig davon, wo und wie tief gestochen wird (46).

Anhand des Beispiels der GERAC-Studie und auch vieler anderer sieht man recht deutlich, dass das Wissen um die exakte Auswahl von Placebopunkten

noch nicht ausreicht, um die Wirkung bzw. Unwirksamkeit von Akupunkturpunkten wissenschaftlich bewerten zu können.

Im Falle der Studie „Stimulationseffekte am Punkt Yintang“ lässt sich kritisch anmerken, dass möglicherweise die Lokalisation des Placebopunktes an der Stirn suboptimal gewählt war, wodurch sich auch hier die gemessenen Effekte (teilweise besseres Ansprechen der Probanden auf die „Placeboakupunktur“ als auf Verumakupunktur) erklären lassen würden. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass der ausgewählte Placebopunkt nahe an zwei weiteren Akupunkturpunkten (3E 23 und EX-HN 5 = Taiyang) lokalisiert ist, wodurch es durch die Stimulation des Placebopunktes auch zur Stimulation dieser beiden Punkte gekommen sein könnte. Der Punkt 3E 23 ist außerdem ein energetischer Konzentrationspunkt und Reunionspunkt mit dem Gallenblasen-Meridian. Zudem kann über ihn energetisch der Dreifach Erwärmer-Meridian (3E) im Sinne einer Sedierung beeinflusst werden (33). Um einen besseren Vergleich zwischen Verum- und Placeboakupunktur anstellen zu können, wäre es von Nutzen, eine Studie mit einem optimal gewählten „Placebopunkt“ durchzuführen, die dann mit der ersten Untersuchung verglichen werden könnte.

Ein weiterer Ansatzpunkt in der Fragestellung, warum auch die Placeboakupunktur den gewünschten Effekt lieferte, kann im Bereich der Schmerzmedizin/-empfindung gesehen werden. Die Folgen von Schmerzen bzw. Schmerzreizen auf bestimmte kardiovaskuläre Parameter wie Herzfrequenz, Blutdruck und HRV wurden bereits von einigen Forschungsteams untersucht (49),(50). Aslaksen et al. kamen beispielsweise zum Ergebnis, dass die mittlere Herzrate während applizierter schmerzhafter Stimuli bei einer Untersuchung von insgesamt 64 Studenten/-innen (32 davon weiblich) signifikant anstieg. Durch den Schmerzreiz, auf den rechten, volaren Unterarm appliziert, wurde in der HRV- Analyse ein Anstieg des LF-Bandes, im Vergleich zu den schmerzfreien Intervallen, verzeichnet. Dies spricht wiederum für eine Zunahme vor allem sympathischer Aktivität (50).

Auch akute, beispielsweise postoperative Schmerzen haben Einfluss auf das kardiovaskuläre System. So wird auch in der Literatur über eine Zunahme des Blutdrucks, der Herzfrequenz und des myokardialen Sauerstoffverbrauchs

berichtet. Die Arrhythmieneigung ist unter starken Schmerzen ebenfalls erhöht (20).

Diese Erkenntnisse könnten auch bei der Studie „Stimulationseffekte am Punkt Yintang“ als Erklärungsmodell dienen. Die Akupunktur am Verumakupunkturpunkt, geht meist mit einem als eher unangenehm empfundenen „De-Qi-Gefühl“ einher. Li et al. (2004) konnten in einer Studie an Ratten zeigen, dass vor allem an Loci von Akupunkturpunkten eine große Anzahl freier Nervenendigungen von A- und C-Fasern gefunden wurde. Übertragen auf den Menschen bedeutet dies für das Forscherteam, dass Akupunkturpunkte äußerst erregbare Muskel-/ Hautnervenkomplexe mit einer hohen Dichte an freien Nervenendigungen darstellen (51). Damit könnte auch die höhere Schmerzintensität am Verumakupunkturpunkt erklärt werden, da Schmerz vor allem über A δ - und C-Fasern geleitet wird. Für die vorliegende Arbeit besitzen diese Resultate einen möglichen Erklärungsansatz.

Die Tatsache, dass wie im Falle des LF/HF-Verhältnisses Akupressur und Placeboakupunktur die vergleichsweise höhere Senkung erzielen konnten, könnte somit auf die gesteigerte Schmerzempfindung/-intensität am Verumakupunkturpunkt „Yintang“ zurückzuführen sein. Dies vermuten auch Hoos et al., die in einer Untersuchung an 20 Probanden/-innen die nicht-invasive Laserakupunktur der Nadelakupunktur vorzogen. Die Autoren sind der Meinung, dass die traditionelle Nadelakupunktur aufgrund ihrer Invasivität und durch den Aspekt der Schmerzhaftigkeit nur bedingt für das Erzielen einer Entspannung geeignet ist (52).

In der Studie „Stimulationseffekte am Punkt Yintang“ unterschied sich auch die Einstichtiefe zwischen Verum- und Placeboakupunktur. Während bei der Placeboakupunktur an der Stirn eher oberflächlich gestochen werden musste und der Schmerz durch den Nadeleinstich meist nur am Beginn der Stimulation auftrat, wurde am Punkt Yintang etwas tiefer gestochen, üblicherweise wird die Nadel an diesem Punkt etwa 0,3-0,5 Cun subcutan gestochen (33). Diese Maßnahme wurde häufig als unangenehmer und schmerzhafter als bei der Placeboakupunktur empfunden.

Es wäre denkbar, dass durch die Nadelstimulation eine Zunahme vagaler

Aktivität erzielt werden konnte, die jedoch durch die schmerzbedingte Zunahme sympathischer Aktivität überlagert wurde und daher in geringerem Ausmaß zu einer LF/HF-Senkung führte wie beispielsweise die Akupressur. Für nachfolgende Untersuchungen dieser Art wäre es daher sehr hilfreich, auch einen Schmerzfragebogen anzufertigen, um diesbezüglich noch aussagekräftigere Evaluierungen durch die Probanden/-innen selbst zu erhalten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass unterschiedliche Stimulationsmethoden sowohl am Punkt Yintang als auch an einem Placebopunkt zur hypothetisch angenommenen Änderung der Herzfrequenz und des LF/HF-Quotienten führten. Um die aufgetretenen Effekte am Placebopunkt erklären zu können, sind allerdings noch weiterführende Untersuchungen nötig.

Gesichert ist jedoch, dass die Herzratenvariabilität ein durchaus geeigneter Parameter scheint, um den Funktionszustand des autonomen Nervensystems und des psycho- physischen Entspannungszustandes darstellen zu können (52). Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die HRV sehr einfach und kostengünstig bestimmt werden kann. Weiterentwicklungen im technischen Bereich, vor allem in der Softwareentwicklung, ermöglichen mittels Spektrogrammen eine graphische Darstellung des Zusammenspiels von sympathischen und parasympathischen Nervensystem (Punkt 1.7).

Der HRV könnte als „Globalindikator für psycho-neuro-kardiale Prozesse“ in Zukunft in präventivmedizinischen Bereichen vermehrte Aufmerksamkeit zukommen (4). Möglicherweise könnte sich der Parameter als potentielle Screening-, Präventions- und Therapiemethode etablieren und auch vermehrt in allgemeinmedizinischen Praxen Verwendung finden.

5 Literaturverzeichnis

1. Hottenrott K. Herzfrequenzvariabilität im Sport. Sportwissenschaft DVf, editor. Hamburg: Czwalina 2002;p. 9-27.
2. Litscher G. Bioengineering assessment of acupuncture, part 7: heart rate variability. Crit Rev Biomed Eng 2007;35(3-4): p. 183-195.
3. Hainsworth R. The Control and Physiological Importance of Heart Rate. In: Marek Malik AJC, editor. Heart Rate Variability. New York: Futura Publishing Company; 1995. p. 3-20.
4. Mück- Weymann M. Depressionen und Herzratenvariabilität - Seelentief zwingt Herzschlag in enge Bahn. Der Hausarzt 2005;3: p. 64-69.
5. Birkhofer A, Schmidt G, Förstl H. Herz und Hirn - Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität. Fortschr Neurol Psychiatr 2005;73: p. 192-205.
6. Mück-Weymann M. Die Variabilität der Herschlagfolge. Ein globaler Indikator für Adaptivität in bio-psychosozialen Funktionskreisen. Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation 2002(60): p. 324-330.
7. Mück H. Kurze Geschichte der HRV. 2009; Available from: <http://www.hrv24.de/HRV-Geschichte.htm>. 05.07.2009
8. Lange S, Van Leeuwen P, Geue D, Hatzmann W, Gronemeyer D. Influence of gestational age, heart rate, gender and time of day on fetal heart rate variability. Medical & Biological Engineering & Computing 2005 Jul;43(4): p. 481-486.
9. Mück-Weymann M. Herzratenvariabilitäts - Biofeedback. Forum Stressmedizin 2007;1: p. 1-7.
10. Schiermeier S, van Leeuwen P, Lange S, Geue D, Daumer M, Reinhard J, et al. Fetal heart rate variation in magnetocardiography and cardiotocography - a direct comparison of the two methods. Z Geburtshilfe Neonatol 2007 Oct;211(5): p. 179-184.
11. Hucke V. Geburtsüberwachung: Der Wehenschreiber: Vom Düsseldorfer Keller in die Welt". Düsseldorf 2008; Available from: http://www.uni-duesseldorf.de/home/Informationen/pressemeldung?nr=8546&url_alt=http://www.uni-duesseldorf.de/home/start_int. 22.12.2008
12. Schneider KTM, Butterwegge M, Daumer M, Dudenhausen J, Gonser M, Husslein P, et al. Anwendung des CTG während Schwangerschaft und Geburt. 2004; Available from: http://www.dggg.de/_download/unprotected/g_03_04_02_anwendung_ctg_waehrend_schwangerschaft_geburt.pdf. 23.12.2008

13. Street P, Dawes GS, Moulden M, Redman CW. Short-term variation in abnormal antenatal fetal heart rate records. *Am J Obstet Gynecol* 1991 Sep;165(3): p. 515-523.
14. Dawes GS, Moulden M, Redman CW. Short-term fetal heart rate variation, decelerations, and umbilical flow velocity waveforms before labor. *Obstet Gynecol* 1992 Oct;80(4): p. 673-678.
15. Birbaumer N, Schmidt RF. *Biologische Psychologie*. 6 ed. Heidelberg: Springer Verlag; 2006:p. 101-115.
16. Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R. *Waldeyer - Anatomie des Menschen*. 17 ed. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG; 2003:p. 98-111.
17. Kahle W, Frotscher M. *Taschenatlas der Anatomie in 3 Bänden*. 9 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005:p. 294-305.
18. Faller A, Schünke M. *Der Körper des Menschen. Einführung in Bau und Funktion*. 14 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2004.
19. Silbernagl S, Despopolus A. *Taschenatlas der Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2003.
20. Schulte-am-Esch, Bause H, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. *Anästhesie. Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie*. 3 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2007.
21. Putz R, Pabst R. *Sobotta- Anatomie des Menschen. Der komplette Atlas in einem Band*. München: Elsevier GmbH; 2007:p. 43-44.
22. Hottenrott K. *Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport*. Sportwissenschaften DVf, editor. Hamburg: Czwalina Verlag; 2004.
23. Hottenrott K. *Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin*. Sportwissenschaften DVf, editor. Hamburg: Czwalina Verlag; 2005:p. 11-27.
24. Schwarz G. *Dissoziierter Hirntod: Computergestützte Verfahren in Diagnostik und Dokumentation*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 1990:p. 24-27.
25. Kennedy HL. *Heart Rate Variability Instruments from Commercial Manufacturers*. In: Marek Malik AJC, editor. *Heart Rate Variability*. Armonk, New York: Futura Publishing Company; 1995. p. 127-132.
26. Schuster H-P, Trappe H-J. *EKG- Kurs für Isabel*. 4 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 2005:p. 2-3.
27. Oschman JL. *Energiemedizin - Konzepte und ihre wissenschaftliche Begründung*. 1 ed. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag; 2006:p. 22-109.

28. Hoos O. Spektralanalyse der Herzfrequenzvariabilität im Sport-Methoden und Anwendungen, Möglichkeiten und Grenzen. In: Hottenrott K, editor. Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin. Hamburg: Czwalina; 2004. p. 28-63.
29. Zoister M. Herzratenvariabilität. Linz: Schiller Ges.m.b.H.; 2009; Available from: <http://www.hrv.cc/>. 19.06.2009
30. Bai X. Acupuncture- Visible Holism. 1 ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2001.
31. Dorfer L, Moser M, Bahr F, Spindler K, Egarter-Vigl E, Giullen S, et al. A medical report from the stone age? Lancet 1999 Sep 18;354(9183): p. 1023-1025.
32. Shen X, Wang H. Acupuncture and Moxibustion. 2 ed. Peking: People's Medical Publishing House; 2007:p. 260- 440.
33. Bahr F, Bushe-Centmayer K, Dorfer L, Jost F, Litscher G, Suwanda S, et al. (Hrsg.) Das große Buch der klassischen Akupunktur. München: Elsevier Urban & Fischer Verlag; 2007.
34. Burr HS, Musselman LK, Barton DS, Kelly NB. A bio-electric record of human ovulation. Science 1937;86(2231): 312.
35. Reichmanis M, Marino AA, Becker RO. Electrical correlates of acupuncture points. IEEE Trans Biomed Eng 1975;22(6): p. 533-535.
36. Alberts B, Bray D, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, et al. Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie. 2 ed. Weinheim: Wiley - VCH Verlag GmbH; 2001.
37. Meng A, Exel W. Chinesische Heilkunst. 1 ed. Wien: Kneipp-Verlag GmbH; 2005.
38. Hecker H-U, Steveling A, Peuker ET, Kastner J, Liebchen K. Taschenlehrbuch der Akupunktur. 3 ed. Stuttgart: Hippokrates Verlag; 2007.
39. Fassoulaki A, Paraskeva A, Patris K, Pourgiezi T, Kostopanagiotou G. Pressure applied on the extra 1 acupuncture point reduces bispectral index values and stress in volunteers. Anesth Analg 2003;96(3): 885-890.
40. Li C. Chinesische Medizin für den Alltag. München: Gräfe und Unzer Verlag GmbH; 2007:p. 8-11.
41. Strittmatter B. Laserakupunktur- Schmerzlos und sanft. Akupunktur [serial on the Internet]. 2006; 4: Available from: http://www.akupunktur-online.info/200604/pdf/Akupunktur_4-2006.pdf.
42. Obstoj P, Schultheiss B, Henning G. Spectral heart rate variability analysis in probands-age dependence and active orthostasis. Biomed Tech (Berl) 2002;47 Suppl 1 Pt 2: p. 588-591.

43. Lohninger A. Grundlagen der Messmethodik. Wien: Fa. Autonom Health; 2008; Available from: http://www.autonomhealth.com/upload/598_Grundlagen%20der%20Messmethodik.pdf. 18.06.2009
44. Arai YC, Ushida T, Matsubara T, Shimo K, Ito H, Sato Y, et al. The influence of acupressure at extra 1 acupuncture point on the spectral entropy of the EEG and the LF/HF ratio of heart rate variability. Evid Based Complement Alternat Med [serial on the Internet]. 2008; Available from: <http://ecam.oxfordjournals.org/cgi/reprint/nen061v1>.
45. Baecker M, Tao I, Dobos GJ. Acupuncture: quo vadis? Dtsch Med Wochenschr 2006 Mar 10;131(10): 506-511.
46. Haake M, Muller HH, Schade-Brittinger C, Basler HD, Schafer H, Maier C, et al. German Acupuncture Trials (GERAC) for chronic low back pain: randomized, multicenter, blinded, parallel-group trial with 3 groups. Arch Intern Med 2007 Sep 24;167(17): 1892-1898.
47. Bahr F. Avoidable errors during placebo- and sham- acupuncture. Schmerz & Akupunktur 2009;2: p. 1-4.
48. Wancura-Kampik I. Segment-Anatomie. Der Schlüssel zu Akupunktur, Neuraltherapie und Manualtherapie. 1 ed. München: Elsevier GmbH; 2009.
49. Terkelsen AJ, Molgaard H, Hansen J, Andersen OK, Jensen TS. Acute pain increases heart rate: differential mechanisms during rest and mental stress. Auton Neurosci 2005 Aug 31;121(1-2): 101-109.
50. Aslaksen PM, Myrbakk IN, Hoifodt RS, Flaten MA. The effect of experimenter gender on autonomic and subjective responses to pain stimuli. Pain 2007;129(3): 260-268.
51. Li AH, Zhang JM, Xie YK. Human acupuncture points mapped in rats are associated with excitable muscle/skin-nerve complexes with enriched nerve endings. Brain Res 2004;1012(1-2): 154-159.
52. Hoos O, Vockeroth E, Scharler D, Sommer H-M. Einfluss der Laserakupunktur auf die Herzratenvariabilität. In: Hottenrott K, editor. Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin. Hamburg: Czwalina; 2005. p. 208- 218.

Anhang

1. Einwilligungserklärung (englische Version)
2. Poster (International Symposium: Modernization of Traditional Chinese Medicine, Acupuncture and Herbal Medicine Research; May 14 - 16, 2009, Graz – Austria)
3. Lebenslauf

**Information for participants and informed consent for the clinical trial
"Effects of stimulation on the acupuncture point Yintang"**

Stimulation through acupuncture/acupressure

Dear Madam or Sir!

We invite you to take part in this non-therapeutic clinical research study. The information about the survey will be conducted in a detailed conversation between participant and doctor.

Your participation in this survey is voluntary and you can finish it at any time without mentioning reasons.

Research studies are necessary to gain new reliable medical research data which is important for the progress of medicine in the future.

To realize this project it is absolutely necessary that you give your consent to take part in this research study. For this, please, add your signature at the end of this document.

Please read the following text as extension to the conversation with your doctor, who will also give you all information you require. If you have any questions, do not hesitate to ask.

Please sign this informed consent if, and only if

- you have completely understood the kind and the procedure of this research study,
- you are willing to take part,
- you are positively aware of your rights as a participant.

This research study, the information for all participants and the informed consent have been inspected, reviewed and recommended by the ethics committee.

What is the aim of this research study?

The aim of this non-therapeutic research study is to find out if it is possible to modify "heart rate variability" by using needle-acupuncture and acupressure (stimulation of an acupuncture point with finger-pressure) on the particular acupuncture point "Yintang". "Heart rate variability" is a parameter which describes the ability of healthy human beings to adapt to changing environmental conditions. A great variability means that the reaction to specific exogenic and endogenic influences is successful. Furthermore, this clinical test is designed to compare the different methods of stimulation such as needle-acupuncture and acupressure.

How will the study be carried out?

This research study will take place in two cities: Graz (Austria) and Beijing (China).

About 25 persons are going to take part in this clinical test.

The duration of your participation will be about a few hours.

Before you decide to take part in this study we shall have to ask you a few questions about potential diseases and medication.

The study is designed as a controlled cross-over study. This means that the participant will be exposed sequentially to one of three different stimulation-methods per random generator: 1. needle-acupuncture, 2. acupressure, 3. acupuncture on a placebo-point.

The order of the different methods of stimulation can vary from person to person.

In this clinical test we shall try to compare “needle-acupuncture”, “manual acupressure” and “placebo-stimulation”. A “placebo-acupuncture-point” is a point on the human body which is normally not used for qualitative acupuncture in “Traditional Chinese Medicine”. With the “placebo-point” we don’t expect changes in “heart rate variability”.

For the accomplishment of this study we have to make the following arrangements:

Affixing 3 (three) electrocardiogram-electrodes to measure heart rate (beats per minute) and heart rate variability.

Stimulation of the point “Yintang” or the “placebo-point” using an acupuncture-needle or using manual stimulation. For this we shall ask you to come to our hospital. All in all you will have to come to the hospital once. To capture “heart rate variability” will take us about one hour.

Observing the deadlines and your compliance concerning the instructions of the investigator are relevant points for the success of this research study.

What do “needle-acupuncture” and “acupressure” mean?

Acupuncture is a method of medical treatment which has been used for more than 3000 years in China. Using “needle-acupuncture” means working with sterile acupuncture needles which are lanced through the skin to rest there for a few minutes to enhance the flow of energy in the “meridians”. In “Traditional Chinese Medicine” meridians are channel-like structures, where the life-energy (= Qi) flows.

Acupressure also uses the same points and meridians but in contrast to acupuncture stimulation only happens through finger pressure or with edgeless instruments.

Is there a benefit by taking part in this research study?

Your participation in this study doesn't ensure that you take benefit for your health.

Are there any risks, grievances or side-effects?

In general there are hardly any side-effects when you apply this method properly.

In some cases the "De-Qi-feeling" is recognized by the participants. It's a feeling which you can get through the acupuncture-needle, and it feels electrical.

There may appear a small hematoma around the puncture, numbness, and infections if you use unsterile needles, inflammation if the needle remains in the skin for a longer time.

What you have to do if you register symptoms, side-effects or injuries?

If you register any kind of symptoms, side-effects or injuries in the course of this research study, you have to inform your doctor. In severe cases, please call immediately this number: 0043 316 385-3907 (Prof. G. Litscher)

Information for women of child bearing age

Pregnant women are NOT allowed to take part in this clinical trial.

When do we have to stop the research study prematurely?

You have at all times the right to drop out of the study without giving reasons. Your withdrawal doesn't have any negative effects or drawbacks for you.

It's also possible that the doctor or director of studies decides to finish your participation in the research study ahead of time without your accordance. Possible reasons for this may be:

- a) You are not in accordance with the demands of this research study;
- b) Your doctor has come to the conclusion that your further participation is not in your interest;
- c) The director of studies decides to abandon the total research study or to end only your participation ahead of time.

How will we use the data of this research study?

Unless stated otherwise, only the verifiers and their colleagues, but also internal and external public health authorities, have direct access to the intimate data where your name is mentioned. These persons are bound to professional discretion.

The dissemination of data only happens in case of statistical significance and if so, your name will not be mentioned. In case of data publication you will not be named in this research study either.

Are there any costs for the participants?

There aren't any costs for you in the case you take part in this clinical trial.

Possibility to discuss further questions

For further questions concerning the research study, please contact the investigator, the director of the study and the assistants. We also invite you to ask questions concerning your rights as a participant of this study.

Name of contact person: Prof. G. Litscher

Constantly available with: 0043-316-385-83907

Name of contact person: Dr. Lu Wang

Constantly available with: 0043-316-385-3907

Name of contact person: Cand.med. Verena Ganglbauer

Constantly available with: 0086-136-935-792-16

Informed consent

Name of participant in block letters.....

Date of birth:..... Code:

I agree to partake in this non-therapeutic research study “Effects of stimulation on the point Yintang”.

I assure that Prof. G. Litscher, Ms. Dr. med Lu Wang and Cand.med. Verena Ganglbauer informed me about needle-acupuncture, acupressure, possible risks and extraordinary burden at length and coherently. They also informed me about the kind, meaning and importance of this research study and about the existing insurance and the regulation of possible claims.

Moreover, I have read the text with the information for participants and the informed consent, 5 pages altogether. All questions I had were answered adequately by the investigator in an understandable way. I had enough time to decide for or against the participation in this clinical trial. At this moment I have no more questions.

I’m going to follow the medical instructions which are required for the accomplishment of the study, but I reserve the right to finish my voluntary participation without receiving disadvantages for my medical attendance.

I accept that my data in the context of this non-therapeutic research study is recorded.

The handling of the information and data is subordinated to the terms of the Data Protection Act.

I agree that the original document with my signature remains in the hands of the investigator.

.....

Date and sign of the participant

.....

Date, name and sign of the tutor and the responsible doctor



Heart Rate and Heart Rate Variability During Acupuncture and Acupressure – Gender Specific Effects

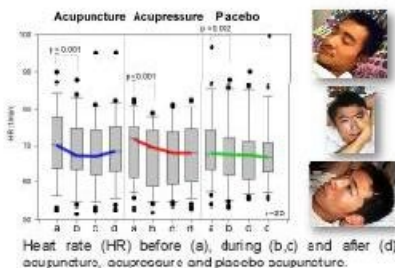
Verena Ganglbauer¹, Zheng Xie^{1,2}, Yi-Jun Wang^{2,3}, Lu Wang¹, Ingrid Gaischek¹, Baixiao Zhao², Gerhard Litscher¹

¹ Research Unit of Biomedical Engineering in Anesthesia and Intensive Care Medicine and TCM Research Center Graz, Medical University of Graz, Graz – Austria

² School of Acupuncture and Moxibustion, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing – China

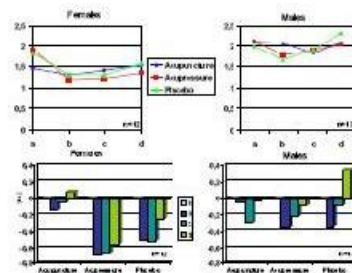
³ Wanjing Hospital of China Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing – China

Background: The heart rate variability (HRV) and especially the LF/HF ratio become more and more important as a specific indicator for a well-balanced autonomic nervous system in different disciplines of medicine. Acupuncture and acupressure seem to have positive effects on these parameters and the proper function of the autonomic nervous system (ANS) [1]. The main purpose of this randomized cross-over study was to investigate the specific effects of acupuncture and acupressure on the mean heart rate, the HRV and particularly on the LF/HF ratio.



Methods: In the context of a medical traineeship at the Beijing University of Chinese Medicine twenty-five healthy volunteers (12 f, 13 m; mean age $\pm$ SD: 26.5 $\pm$ 8.6 years) underwent three procedures consisting of acupuncture on extrapoint 1 (Yintang), acupressure on the same point and placebo acupuncture at a sham point over 10 minutes. The sequence of the three methods was randomized. All volunteers were monitored over a period of 20 minutes using an electrocardiogram recorder (Medilog AR12). The data before, during and after the three conditions were measured and statistically analyzed.

Results: The mean heart rate values decreased significantly during verum acupuncture and acupressure on Yintang ($p \leq 0.001$). The changes during acupuncture on the sham point were also significant ($p = 0.002$). Acupressure reduced the LF/HF ratio in all volunteers noticeably. A division into gender showed that the LF/HF ratio tended to decrease in both groups, but especially the females showed an obvious reduction of the LF/HF ratio during and after acupressure.



LF/HF ratio in females and males before (a), during (b,c) and after (d) acupuncture, acupressure and placebo acupuncture. The lower panel shows the normalized values (baseline). Note that acupressure in females has the highest effect on LF/HF ratio.



Conclusion: We concluded that acupuncture but especially acupressure reduced the LF/HF ratio. This effect was more pronounced in females and could be interpreted as an expression of growing vagal activity during acupressure [2].

References:

- [1] Litscher G. Bioengineering assessment of acupuncture, part 7: heart rate variability. *Crit Rev Biomed Eng* 2007 35(3-4):183-195.
- [2] Litscher G. Effects of acupressure, manual acupuncture and Laserneedle acupuncture on EEG bispectral index (BIS) and spectral edge frequency (SEF) in healthy volunteers. *Eur J Anaesthesiol* 2004;21:12-19.

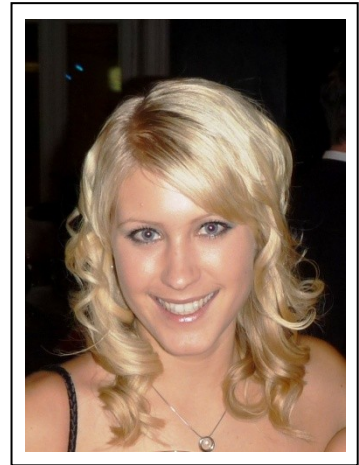


Supported by the Zukunftsfoonds Styria (project 407 1). The investigations are part of the project 'Bioengineering and clinical assessment of high-tech acupuncture – a Sino-Austrian research pilot study', supported by the Austrian Federal Ministries of Science and Research and of Health and the Eurasia Pacific Uninet.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Verena Ganglbauer
Geburtsdatum: 03. 12. 1985
Geburtsort: Steyr (OÖ)
Staatsbürgerschaft: Österreich
Familienstand: ledig
Studienadresse: Ruckerlberggürtel 12/13
8010 Graz



Schulbildung

Volksschule in Maria Laach (OÖ) von 1992-1996
Bundesrealgymnasium in Steyr (OÖ) von 1996- 2004

Studium

Studienbeginn an der Medizinischen Universität Graz Oktober 2004
Beendigung des ersten Abschnitts (1. Diplomprüfung) Juli 2005
Beendigung des zweiten Abschnitts (2. Diplomprüfung) Mai 2009
Absolvierung des dritten Abschnitts seit Juni 2009

Famulaturerfahrung

LKH Sierning- Innere Medizin (2005)
LKH Steyr- Orthopädie (2006)
Deutsch Ordens Spital Friesach- Innere Medizin (2007)
LKH Steyr- Innere Medizin (2007)
Klinik Bad Aussee für Psychosomatik & Psychotherapie (2008)
Beijing University for Traditional Chinese Medicine (2008)

Spezielle Studienmodule

- Modernste Methoden zur Messung der Body Composition
- Erkrankungen des Knochens und der Gelenke
- Klinisch- topografische Anatomie der Extremitäten
- Stationäre Psychosomatik und Psychotherapie (Bad Aussee)
- Case- based Learning in Theorie und Praxis
- Klinisch- topografische Anatomie der Eingeweide
- Wissenschaftlich fundierte Krankheitsprävention
- Schmerzmedizin

Studienbegleitende Ausbildung

- Ernährung und Krebsentstehung
- Einführung in die Akupunktur I
- Einführung in die Akupunktur II
- Innere Medizin I
- Innere Medizin II
- Spanisch für MedizinerInnen
- Phantomübungen für Anästhesiologie und Notfallmedizin
- Computerunterstützte Objektivierungstechniken der Akupunktur
- Medizinisches Lernen mit neuen Medien III
- Physikalische Therapie I
- Physikalische Therapie II
- Expeditions- und Wilderness-Medizin I
- Epidemiologische, ätiologische und therapeutische Aspekte der infektiösen Hepatitiden
- Moderne Sichtweisen, Präventionsarbeit, therapeutische Strategien bei Suchtkrankheit
- Häufige Erkrankungen in der Praxis der niedergelassenen Ärztin/ des niedergelassenen Arztes
- Spätfolgen nach onkologischen Erkrankungen im Kindesalter
- Ausgewählte Kapitel aus der Kinderchirurgie

- Verkehrsmedizin- Schleudertrauma der Halswirbelsäule
- Der weibliche Beckenboden
- Medizinisches Lernen mit neuen Medien IV
- English in the Clinical Practice I
- Augenärztliches Screening im Säuglings- und Kleinkindesalter
- Radiologische Diagnostik in der Notfall- und Akutmedizin
- Pädiatrie mit Schwerpunkt pädiatrische Kardiologie
- Fundus- Untersuchung
- Bipolar affective Störungen- Umgang mit krankhaften Stimmungsschwankungen mit bedside-teaching

Graz, 28.12.2009

.....