

Diplomarbeit

**Entspannungseffekte der mechanischen
Akupressur
Yin Táng als mögliche Alternative zur Prämedikation**

eingereicht von:

Stephanie Schöpfer

zur Erlangung des akademischen Grades:

**Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr.ⁱⁿ med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

Unter Anleitung von

Dr.ⁱⁿ med. univ. Larissa Halb

und

ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gottfried Fuchs

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 13. Oktober 2016

Stephanie Schöpfer eh.

Vorwort

Als ich auf der Suche nach einem Thema für meine Diplomarbeit war, hatte ich noch keine genaue Vorstellung, für welche Fachrichtung ich mich nach dem Medizinstudium entscheiden würde. Daher wählte ich ein für mich sehr breitgefächertes Fach, mit dem ich durch diverse Famulaturen während des Studiums immer wieder in Berührung kam, die Anästhesie und Intensivmedizin. Meines Erachtens ist das Fachwissen aus Anästhesie und Intensivmedizin in den meisten anderen Fächern von großem Nutzen, sodass ich die Entscheidung, mich in diesem Fach durch meine klinische Studie und die ergänzende Literaturrecherche für meine Diplomarbeit zu vertiefen, für äußerst sinnvoll erachte. Die Akupressurstudie an sich hat mich aus verschiedenen Gründen angesprochen. Es handelt sich um eine Pilotstudie, mit welcher versucht werden sollte, den Effekt einer alternativmedizinischen Maßnahme wissenschaftlich zu belegen um diese im schulmedizinisch geprägten Spitalsetting zu etablieren. Da ich selbst wenig Erfahrung auf dem Gebiet der Akupressur hatte, war es für mich sehr interessant zu lernen, in welchen, medizinischen aber auch alltäglichen Bereichen diese, aus der TCM stammende Technik ihren Einsatz findet. Natürlich sollte man als SchulmedizinerIn keine Scheu haben, Medikamente richtig einzusetzen, jedoch muss man sich auch vor Augen halten, dass jede pharmakologisch erwünschte Wirkung, unter Umständen unangenehme Nebenwirkungen mit sich bringen kann, die man, könnte man vermehrt auf wirksame nicht-pharmakologische Methoden zurückgreifen, in der Lage wäre zu reduzieren. Meiner Meinung nach ist es als MedizinerIn sehr wichtig, immer wieder neue, auch noch wenig belegte Methoden zu erforschen um sich weiterzuentwickeln und der Gefahr der „Betriebsblindheit“ entgegenzuwirken. Dass die Möglichkeit, Forschung zu betreiben, nicht immer eine Willensfrage sondern mit zeitlichem und finanziellem Aufwand verbunden ist, gilt es natürlich zu berücksichtigen. Im Falle meiner Diplomarbeit erhielt die Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und Intensivmedizin der Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin dankenswerterweise eine Projektförderung des Landes Steiermark (Innenauftragsnummer: A 27226003005) zur Anschaffung der im Rahmen der Akupressurstudie eingesetzten Gerätschaften.

Danksagung

„In jede hohe Freude mischt sich eine Empfindung der Dankbarkeit.“

Marie Freifrau von Ebner-Eschenbach (1830-1916)

An erster Stelle möchte ich meiner gesamten Familie für die fortwährende Unterstützung im Laufe meiner Studienzeit danken.

Meiner Betreuerin, Dr.ⁱⁿ med. univ. Larissa Halb danke ich für die unkomplizierte und reibungslose Betreuung meiner Diplomarbeit.

Meinem Zweitbetreuer, ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gottfried Fuchs danke ich für die fachlichen und organisatorischen Hilfestellungen während der Erstellung meiner Diplomarbeit.

Ein besonderer Dank gilt meiner lieben Mutter, die mir die Absolvierung des Medizinstudiums ermöglicht hat und mir stets hilfreich zur Seite steht.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinem Freund Alex bedanken, der mich jedes Mal aufs Neue motiviert und bestärkt.

Eine große Danksagung gilt allen ProbandInnen, die mir ihr Vertrauen und ihre Zeit geschenkt haben, unentgeltlich an dieser Studie teilzunehmen – ohne sie wäre meine Diplomarbeit nicht möglich gewesen.

Herrn Dipl.-Ing. Klemens Keil danke ich für die Erstellung der statistischen Auswertung aller Studienmesswerte und den damit verbundenen zeitlichen Aufwand.

Herrn Univ.-Prof. i. R. Dr. med. univ. Gerhard Schwarz danke ich für die fachlichen Auskünfte im Rahmen meiner Diplomarbeit.

Zusammenfassung

Einleitung Um die nebenwirkungsreiche pharmakologische Prämedikation reduzieren oder ersetzen zu können, werden in aktuellen Studien Techniken aus der Traditionellen Chinesischen Medizin, wie Akupressur und Akupunktur als mögliche Alternativen auf ihre wissenschaftlich belegbare Wirksamkeit untersucht. Die in meiner Diplomarbeit beschriebene Pilotstudie befasst sich mit den Entspannungseffekten einer mechanischen Akupressur des Yin Táng-Punktes an gesunden Erwachsenen.

Methodik Es wurde eine 15-minütige mechanische Akupressur mittels pneumatischem Akupressursimulator durchgeführt. Die gewählten Messmethoden zum Nachweis der Entspannungseffekte waren der Bispektralindex (BIS), die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS), die Herzratenvariabilität (HRV) und die Elektroenzephalographie (EEG). Die Parameter wurden über 25 Minuten, 5 Minuten vor, 15 Minuten während und 5 Minuten nach der Akupressur an den in Rückenlage liegenden ProbandInnen gemessen. Nach Beendigung der Messung wurde das subjektive Empfinden der 21 ProbandInnen im Alter zwischen 20 und 52 Jahren (davon 14 weiblich, 7 männlich) mittels standardisierten Fragebögen ermittelt.

Ergebnis Es konnte eine, der Hypothese entsprechende statistisch signifikante Senkung des BIS-Wertes und ein subjektiv empfundener Entspannungseffekt nachgewiesen werden. Die NIRS-Messung zeigte gleichbleibende Werte den gesamten Messzeitraum hindurch. Die HRV wurde über die LF/HF-Ratio ausgewertet, welche zu Beginn der Akupressur statistisch signifikant anstieg und während der Akupressurphase eine statistisch nicht signifikante Senkung zeigte. Die EEG-Messung war aufgrund der artifiziellen Synchronisation des EEGs mit der Akupressureinwirkung unauswertbar.

Ausblick Um die Aussagekraft der Pilotstudie zu untermauern, ist es notwendig weitere klinische Studien mit größeren Fallzahlen durchzuführen. Die Entwicklung eines Akupressurstirnbands mit der Methodik des pneumatisch betriebenen Akupressursimulators ist aufgrund des signifikanten, mittels Bispektralindex nachgewiesenen, sedativen Effekts der Akupressur des Yin Táng-Punktes anzudenken.

Abstract

Introduction To reduce or replace the use of premedication with its large range of side effects, current clinical studies are investigating methods of the traditional chinese medicine, as acupressure und acupuncture on their scientifically proven effects as possible alternatives. The described pilot study in my diploma thesis deals with relaxation effects of mechanical acupressure on the Extra 1 acupuncture point in healthy volunteers.

Methods A 15 minutes lasting mechanical acupressure via a pneumatic acupressure-simulator has been conducted. The selected measuring methods matter in order to demonstrate the relaxation effects have been the bispectral index (BIS), the near-infrared spectroscopy (NIRS), the heart rate variability (HRV) and the electroencephalography (EEG). The parameters were recorded over 25 minutes. 5 minutes before, 15 minutes during and 5 minutes after the acupressure while the probands were laying in supine position. After completion of the testing, the subjective experience of the 21 probands at the age range from 20 to 52 years (14 female, 7 male), has been identified based on standardized questionnaires.

Results A statistically significant decrease of the BIS readings according to the hypothesis and a subjective felt relaxation effect were shown. The NIRS readings have shown constant measure values throughout the recorded time. The HRV, evaluated as the LF/HF ratio has shown a statistically significant increase at the beginning of the acupressure and a statistically non-significant decrease during the acupressure period. The EEG has not been evaluable because of the artificial synchronisation of the EEG with the acupressure.

Outlook To confirm the validity of the pilot study further clinical studies with larger numbers of probands are needed. The design of an acupressure headband including the methodology of the pneumatic acupressure-simulator should be considered on the basis of the significant sedative effect of the acupressure on the Extra 1 acupuncture point shown in the bispectral index.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	I
VORWORT	II
DANKSAGUNG	III
ZUSAMMENFASSUNG	IV
ABSTRACT	V
INHALTSVERZEICHNIS	VI
GLOSSAR	IX
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XI
TABELLENVERZEICHNIS	XII
1 EINLEITUNG	1
1.1 HINTERGRUND.....	1
1.2. AKUPRESSUR IN DER WESTLICHEN HUMANMEDIZIN	2
1.2.1 <i>Grundlagen der Akupressur</i>	2
1.2.2 <i>Akupressurformen</i>	4
1.2.3 <i>Anwendungsgebiete der Akupressur</i>	5
1.2.4 <i>Yin Táng-Punkt</i>	6
1.2.5 <i>Akupressur des Yin Táng-Punktes in klinischen Studien</i>	7
2 MATERIAL, METHODEN UND PROBANDINNEN	12
2.1 STUDIE	12
2.1.1 <i>Studiendesign</i>	12
2.1.2 <i>ProbandInnen</i>	12
2.1.2.1 <i>Rekrutierung</i>	12
2.1.2.2 <i>Studieneinschluss- und Ausschlusskriterien</i>	12
2.1.2.3 <i>Aufklärung</i>	13
2.1.3 <i>Studienablauf</i>	13
2.1.3.1 <i>Vor- und Nachbereitung</i>	13
2.1.3.2 <i>Durchführung</i>	14
2.1.4 <i>Datenauswertung</i>	15
2.2 MECHANISCHE AKUPRESSUR DES YIN TÁNG-PUNKTES	15

2.3	EEG.....	16
2.3.1	<i>Neuroanatomische Grundkenntnisse</i>	16
2.3.2	<i>Das Aktionspotential</i>	17
2.3.3	<i>Synaptische Reizübertragung</i>	17
2.3.4	<i>Postsynaptisches Potential</i>	18
2.3.5	<i>Neuronales Summenpotential</i>	19
2.3.6	<i>Corticale Feldpotentiale</i>	20
2.3.7	<i>Rolle der Gliazellen</i>	20
2.3.8	<i>EEG-Ableitungen</i>	21
2.3.9	<i>Beurteilung</i>	25
2.3.10	<i>EEG-Veränderung unter Narkose</i>	28
2.3.11	<i>EEG der Akutdiagnostik</i>	29
2.4	BISPEKTRALINDEX.....	30
2.4.1	<i>Prozessiertes EEG</i>	30
2.4.2	<i>Monoparametrisierung</i>	31
2.4.3	<i>BIS-Algorithmus</i>	34
2.4.4	<i>BIS und MAC</i>	38
2.4.5	<i>BIS versus Entropie</i>	39
2.4.6	<i>BIS und Akupressur</i>	41
2.5	HERZRATENVARIABILITÄT.....	42
2.5.1	<i>Hintergrund der HRV</i>	42
2.5.2	<i>Entstehung des HRV-Signals</i>	42
2.5.3	<i>Auswertung der HRV</i>	45
2.5.4	<i>Anwendungsgebiete der HRV</i>	48
2.5.5	<i>HRV und Akupressur</i>	49
2.6	NAH-INFRAROT-SPEKTROSKOPIE.....	50
2.6.1	<i>Hintergrund der NIRS</i>	50
2.6.2	<i>Funktionsweise der NIRS</i>	50
2.6.3	<i>Anwendungsgebiete der NIRS</i>	51
2.6.4	<i>NIRS und Akupressur</i>	52
3	ERGEBNISSE	53
3.1	ERGEBNISSE EEG.....	53
3.2	ERGEBNISSE BIS.....	53

3.3	ERGEBNISSE HRV	58
3.4	ERGEBNISSE NIRS	63
3.4.1	<i>Ergebnisse NIRS links</i>	63
3.4.2	<i>Ergebnisse NIRS rechts</i>	66
3.5	SUBJEKTIVES EMPFINDEN DER PROBANDINNEN	69
4	DISKUSSION	72
5	LITERATURVERZEICHNIS	75
	ANHANG	80

Glossar

AAI	A-Line Autoregressive Index
Abb.	Abbildung
ANS	Autonomes Nervensystem
ASA	American Society of Anesthesiologists Risikoklassifikation
ATP	Adenosintriphosphat, Energieträger
Aufl.	Auflage
BIS	Bispektralindex
BSR	Burst-Suppression-Ratio
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
EEG	Elektroenzephalographie
EH	Einheit
EMG	Elektromyographie
EOG	Elektrookulographie
EPSP	Exzitatorisches Postsynaptisches Potential
FFT	Fast-Fourier-Transformation
HF	Herzfrequenz
HRV	Herzratenvariabilität
Hz	Hertz, Frequenzeinheit
IBIs	interbeat intervalls
IPSP	Inhibitorisches Postsynaptisches Potential
MAC	Minimum Alveolar Concentration
MPF	Median-Power Frequency/Medianfrequenz
ms	Millisekunde
mV	Millivolt
MW	Mittelwert
NCSE	Nicht-convulsiver Status epilepticus
NIRS	Nah-Infrarot-Spektroskopie
nm	Nanometer
o. S.	ohne Seitenzahl(en)

PaM	Punkt außerhalb der Meridiane
PNS	Parasympathisches Nervensystem
psi	pound-force per square inch, Druckeinheit
PSP	Postsynaptisches Potential
Qi	Lebensenergie
SD	Standardabweichung
SE	State Entropie
SEF	Spectral Edge Frequency/spektrale Eckfrequenz
SNS	Sympathisches Nervensystem
SQI	Signalqualitätsindex
SR	Suppression Ratio
Tab.	Tabelle
TCM	Traditionelle Chinesische Medizin
vs	versus
α	alpha
β	beta
γ	gamma
δ	delta
θ	theta
$\mu\text{mol/l}$	Mikromol pro Liter
1/s	Frequenzeinheit

Abbildungsverzeichnis

ABB. 1 LOKALISATION DES YIN TÁNG-PUNKTES (HECKER ET AL. 2010: 437)	6
ABB. 2 LOKALISATION DES YIN TÁNG- UND DES SHAM (KONTROLL)-PUNKTES (ARAI ET AL. 2008: 662).....	8
ABB. 3 SYNAPTISCHE REIZAUSBREITUNG (ZSCHOCKE UND HANSEN 2012: 6, ERSTAUFLAGE 1995).....	19
ABB. 4 MONTAGENBILDUNG (HOPPE 2010: 18, ERSTAUFLAGE 2006)	23
ABB. 5 INTERNATIONAL 10-20 SYSTEM (VON JASPER 1958, ZIT. NACH ZSCHOCKE UND HANSEN 2012: 37, ERSTAUFLAGE 1995).....	24
ABB. 6 EEG-FREQUENZBEREICHE (ZSCHOCKE UND HANSEN 2012: 71, ERSTAUFLAGE 1995).....	26
ABB. 7 STADIEN DER NARKOSETIEFE (WILHELM, 2006: 49, ERSTAUFLAGE 2005).....	28
ABB. 8 BRAIN STATUS-ELEKTRODE (MEGA ELECTRONICS LTD 2016)	30
ABB. 9 FAST-FOURIER-TRANSFORMATION (FFT) (JANTZEN UND LÖFFLER 2000: 164) .	31
ABB. 10 MEDIANFREQUENZ EINER WACHEN (LINKS) UND EINER NARKOTISIERTEN PERSON (RECHTS) (SCHMIDT UND BISCHOFF 2005: 42)	33
ABB. 11 BIS-MONITOR (VON ASPECT 2000, ZIT. NACH ALVES 2007: 20)	35
ABB. 12 OPTIMALER EEG-PARAMETER (DURCHGEZOGENE LINIE) IM VERGLEICH ZU SEF/MPF (GESTRICHELTER LINIE) (BRUHN 2002: 17).....	36
ABB. 13 KOMPONENTEN DES BIS (BRUHN 2002: 17).....	38
ABB. 14 DIE HRV BEEINFLUSSENDE REGELKREISE (MOD. NACH MCCRATY [HERVORHEBUNG IM ORIGINAL] U.A. 1997 ZIT. NACH HOTTENROTT 2002: 3).....	43
ABB. 15 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN HF UND HRV (HOTTENROTT 2002: 6).....	45
ABB. 16A UND 16B AUSGEWOGENE VS VERMINDERTE HRV (HOTTENROTT 2002: 12)..	48
ABB. 17 BOXPLOT BIS	57
ABB. 18 GESCHÄTZTE RANDMITTEL BIS	58
ABB. 19 BOXPLOT HRV	61
ABB. 20 GESCHÄTZTE RANDMITTEL HRV	62
ABB. 21 BOXPLOT NIRS LINKS	65
ABB. 22 GESCHÄTZTE RANDMITTEL NIRS LINKS	66
ABB. 23 BOXPLOT NIRS RECHTS	68
ABB. 24 GESCHÄTZTE RANDMITTEL NIRS RECHTS	69

Tabellenverzeichnis

TAB. 1 AKUPRESSUR-DRUCKSTÄRKEN (VGL. ECKERT 2010: 29, ERSTAUFLAGE 1996)...	4
TAB. 2 NOMENKLATUR DES YIN TÁNG-PUNKTES (HECKER ET AL. 2010: 436)	7
TAB. 3 ZUORDNUNG DER BIS-WERTE (VGL. BRUHN 2002: 17).....	35
TAB. 4 VERGLEICH DER BIS-WERTE VON ISOFLURAN U. SEVOFLURAN BEI GLEICHEM MAC (GUPTA ET AL. 2016: 80).....	39
TAB. 5 ELEKTROPHYSIOLOGISCHE URSACHEN FÜR BIS UND SE-DIFFERENZEN (VGL. AHO 2015: 260).....	41
TAB. 6 BEGRIFFSDEFINITIONEN DER HRV-PARAMETER IM TACHOGRAMM.....	46
TAB. 7 BEGRIFFSDEFINITIONEN DER PARAMETER IN DER HRV-FREQUENZANALYSE (VGL. HOTTENROTT 2002: 10 F.).....	47
TAB. 8 ZUSAMMENFASSUNG DER FALLVERARBEITUNG	54
TAB. 9 DESKRIPTIVE STATISTIK BIS I.....	55
TAB. 10 DESKRIPTIVE STATISTIK BIS II.....	56
TAB. 11 ZUSAMMENFASSUNG DER HRV FALLVERARBEITUNG	59
TAB. 12 DESKRIPTIVE STATISTIK HRV I.....	60
TAB. 13 DESKRIPTIVE STATISTIK HRV II.....	60
TAB. 14 DESKRIPTIVE STATISTIK NIRS LINKS I.....	64
TAB. 15 DESKRIPTIVE STATISTIK NIRS LINKS II.....	64
TAB. 16 DESKRIPTIVE STATISTIK NIRS RECHTS I	67
TAB. 17 DESKRIPTIVE STATISTIK NIRS RECHTS II	67
TAB. 18 FRAGEBOGEN ZUM SUBJEKTIVEN EMPFINDEN DER PROBANDINNEN	70
TAB. 19 AUSWERTUNG DES FRAGEBOGENS ZUM SUBJEKTIVEN EMPFINDEN DER PROBANDINNEN	71

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Um PatientInnen auf ihre bevorstehende Operation vorzubereiten, ihnen die präoperative Aufregung oder sogar Angst zu nehmen, ist die medikamentöse Prämedikation das Mittel der Wahl. Die hierfür eingesetzten Pharmaka sind zumeist Tranquilizer, unter ihnen sind Benzodiazepine, die am häufigsten Eingesetzten. Nicht nur eine anxiolytische und sedierende Wirkung, auch Nebenwirkungen wie Benommenheit, paradoxe Erregungszustände oder Atemdepression werden ihnen zugeschrieben. (vgl. Striebel 2013: 6, Erstauflage 1988) Ein Zusammenhang mit postoperativem Überhang an Medikamenten oder postoperativer Übelkeit und Erbrechen steht ebenfalls im Raum. Um diese Nebenwirkungen reduzieren zu können, haben sich einige Studien der letzten Jahre mit dem Einsatz der TCM-Techniken Akupunktur und Akupressur am Yin Táng-Punkt, aber auch anderen Akupunktur- bzw. Akupressurpunkten als Ergänzung oder Alternative zur Prämedikation beschäftigt. Besonders PatientInnengruppen wie Kinder und Jugendliche, Schwangere, Menschen mit geistiger oder körperlicher Behinderung, chronisch Kranke, multimorbide oder geriatrische PatientInnen und Menschen mit Angststörungen sollten von einer Medikamenteneinsparung durch alternative Methoden zur Beruhigung und Vorbereitung vor Operationen profitieren. Die in meiner Diplomarbeit beschriebene Studie hebt sich durch folgende Rahmenbedingungen, Hypothesen und Zielsetzungen von bereits publizierten Studien ab:

- In den meisten Studien handelt es sich um kurze, maximal fünf bis zehnminütige Akupressursequenzen, in unserer Studie hingegen wurde die **Akupressurdauer** auf 15 Minuten ausgeweitet, von welcher man sich einen größeren Entspannungseffekt erwartete.
- Die Akupressur wurde nicht wie weit verbreitet durch kreisende Bewegungen mit dem Daumen des Durchführenden am Akupressurpunkt ausgeübt, sondern mittels **pneumatischem Pulsationsgerät** mechanisch ausgeführt. Die Methodik des Akupressursimulators wird in Unterkapitel 2.2 detailliert erklärt. Die Weiterentwicklung einer solchen Methodik für den

klinischen Alltag ist aufgrund einer möglichen Ressourceneinsparung im Gegensatz zur händisch ausgeführten Akupressur und eines erhofften stärkeren Entspannungseffekts als der einer Akupressurperle, welche einen konstanten Druck ausübt, zu überlegen.

- Als Akupressurpunkt wurde der **Yin Táng-Punkt** zwischen den Augenbrauen (siehe Abb. 1) gewählt, dem eine angst- und stresslösende und eine vor allem für diese Studie ausschlaggebende sedative Wirkung zugeschrieben wird
- Im Gegensatz zu Studien, in welchen die Entspannungseffekte der Akupressur auf einen singulären Parameter gemessen werden, kamen im Rahmen unserer Studie sogar vier, darüber hinaus neuartige Messmethoden zum Einsatz, **der Bispektralindex, die Herzratenvariabilität, die Nahinfrarotspektroskopie und das Brain Status EEG**. Erwartet wurde eine Verlangsamung der Wellen im EEG, eine jeweilige Senkung der BIS- und HRV-Werte und eine Steigerung der NIRS-Werte. Bei der HRV-Messung wurde der zeitliche Verlauf der LF/HF Ratio (Begriffserklärung in Tab. 7) analysiert. Die genannten Messmethoden werden in den Unterkapiteln 2.3 bis 2.6 erläutert. Um das subjektive Empfinden zu quantifizieren, wurden standardisierte Fragebögen eingesetzt.
- Um eine allgemeingültige Aussage über den Entspannungseffekt der Akupressur zu erzielen, wurden **gesunde ProbandInnen**, männlichen und weiblichen Geschlechts, mit einem ASA-Status von maximal ASA I-II im Alter zwischen 18 und 70 Jahren zur Studie zugelassen. Man beschränkte sich daher nicht, wie in anderen Studien, auf eine bestimmte der bereits erwähnten, möglicherweise profitierenden PatientInnengruppen.

1.2. Akupressur in der westlichen Humanmedizin

1.2.1 Grundlagen der Akupressur

Das der Traditionellen Chinesischen Medizin (TCM) entspringende Meridiansystem beruht auf der Vorstellung eines Netzwerks, dessen Kanäle der

Längsachse entlang im Körper verlaufen. Jing bedeutet auf Chinesisch Meridian. Die Meridiane lassen sich in zwölf Organmeridiane, welche wiederum in sechs Yin-Meridiane mit Zäng-(Speicher)organen und sechs Yang-Meridiane mit Fū-(Hohl)organen unterteilt werden, und acht Wundermeridiane mit Wunder-Organen einteilen. Um das Meridiansystem mit der schulmedizinischen Vorstellung zu verknüpfen, bilden die zahlreichen Gefäß-Nervenstränge das Meridiansystem. Somit lässt sich die Wirkung der Akupressur und auch der Akupunktur auf ein funktionierendes sympathisches Nerven- und Gefäßsystem erklären. Die angesprochene Wirkung ist sehr komplex, auf der einen Seite stimuliert die Akupunktur das zentrale, das periphere und vor allem das autonome Nervensystem, auf der anderen Seite steigert die Akupunktur oder Akupressur die Ausschüttung von verschiedenen Neurotransmittern. Diese durch klinische Studien untermauerten Beobachtungen erlauben es, die Akupressur und Akupunktur als naturwissenschaftlich belegt einzustufen, jedoch gibt es Effekte der Praktiken auf psychischer oder emotionaler Ebene, die bisher nicht auf wissenschaftlicher Basis erklärbar sind. (vgl. Eckert 2010: 4-7, Erstauflage 1996)

Auf den Meridianen selbst oder durch Kanälchen mit ihnen verbunden, befinden sich die sogenannten Xué Wei, empirisch ermittelte Akupressur- bzw. Akupunkturpunkte. Diese Stellen verfügen über eine gesteigerte elektrische Leitfähigkeit und sind durch diese Eigenschaft besonders für Energietransport in und aus der Umgebung geeignet. Sucht man Akupressur- bzw. Akupunkturpunkte mit den Händen, lassen sich Einwölbungen an der Körperoberfläche ertasten und bei Belassen eines Fingers an der Stelle, möglicherweise Energieströme spüren. Die Akupunktur- bzw. Akupressurpunkte kann man in Meridianpunkte, welche sich entlang der zwölf Organmeridiane oder entlang des Du und Rèn Mài, zwei der Wundermeridiane, befinden, und in Extrapunkte, die sich entweder außerhalb oder innerhalb der vierzehn Hauptmeridiane befinden, jedoch erst später entdeckt wurden, einteilen. Jeder der Punkte besitzt eine oder mehrere spezielle Eigenschaften. Folgende Eigenschaften lassen sich zuordnen:

- Druckschmerzhaftige Punkte (Á Shi Xué)
- Quellpunkte (Yuán Xué)
- Verbindungspunkte (Luò Xué)

- Sammel- /Alarmpunkte (Mù Xué) – Druckempfindlichkeit bei Erkrankung des zugehörigen Organs
- Leitungspunkte (Shu Xué) des Qi (Lebensenergie)
- Leitungspunkte (Shu Xué) der fünf Elemente (Brunnen-, Bach-, Strömungs-, Fluss- und Meerpunkt) – Sedierungs- und Tonisierungspunkte
- Spaltenpunkt (Xi Xué) – Behandlung akuter Erkrankungen
- Kreuzungs- /Vereinigungspunkt (Jiao Huì Xué) – Energieausgleich zweier Meridiane
- Meisterpunkte (Ba Huì Xué, Ba Mài Jiao Huì Xué) – Schlüsselpunkte
- Fenster zum Himmel (Tian Chuang Xué) – Energiefluss zwischen Kopf und Körper
- Extrapunkte – Punkte außerhalb des Meridiansystems (PaM) (vgl. Eckert 2010: 11-24, Erstauflage 1996)

1.2.2 Akupressurformen

Die manuelle Akupressur kann in zehn Druckstärken eingeteilt werden. Die Einteilung in Tab. 1 enthält jedoch reine Richtwerte, da die tatsächlich anzuwendende Druckstärke individuell variiert. Herrscht Leere in einem Akupressurpunkt, wird Berührung oder ausgeübter Druck als wohltuend empfunden. Ist eine Fülle an oder sogar eine Blockade des Qis im Punkt vorherrschend, kann eine Akupressur als äußerst schmerzhaft empfunden werden. In diesen Fällen zieht man eine Akupunktur vor, um die Blockade mittels Nadel zu lösen. (vgl. Eckert 2010: 29, Erstauflage 1996)

Druckstärke	Beschreibung
1	leichte Berührung mit Fingerkuppe; oberflächlicher Qi-Fluss
2 bis 3	leichter Druck mit Fingerkuppe
4 bis 5	mittelstarker Druck meist der Daumenkuppe (auch Zeige- und Mittelfinger wie bei Druckstärken 1-3)
6 bis 8	starker Druck ausgeübt vom Daumen
9 bis 10	starker Druck ausgeübt vom Ellbogen

Tab. 1 Akupressur-Druckstärken (vgl. Eckert 2010: 29, Erstauflage 1996)

Als der/die die Akupressur Ausübende kann man den Qi-Fluss als strömende oder ziehende Empfindung, ausbreitend vom Finger bis hin zu größeren Körperarealen, verspüren. Je nach Erfahrung und Gefühl findet man die optimale Druckstärke für einen guten Qi-Fluss und ebenfalls die richtige Dauer einer Akupressur. Außer in Ausnahmen, wird der Druck senkrecht auf den Punkt ausgeübt. Kürzere leichte Akupressur hat eine tonisierende, längere feste Akupressur eine sedierende Wirkung. Um den Qi-Fluss anzuregen, reicht eine kürzere Akupressur aus, um auf die psychische Komponente eines Punktes einzugehen, ist eine längere Akupressur von Nöten. Eine bereits angesprochene Blockade des Qis kann durch Muskelverspannungen und Verhärtungen des Bindegewebes hervorgerufen werden. Durch Fehlhaltungen kann es zu Blockaden kommen, aufgrund derer meist großflächige Meridianbereiche und teilweise ebenfalls die dazugehörigen Organe nicht ausreichend Qi erhalten. Um diese Kreisläufe zu unterbrechen und den Qi-Fluss in den Meridianen zu stimulieren, setzt man die Meridianmassage ein, die als Sonderform der Akupressur im Chinesischen als Tui Ná und im Japanischen als Shiatsu bekannt ist. (vgl. Eckert 2010: 29 f., Erstauflage 1996)

1.2.3 Anwendungsgebiete der Akupressur

Akupressur wird hauptsächlich bei leichten Schmerzzuständen oder psychischem und physischem Unwohlsein eingesetzt. Es wurde beobachtet, dass Akupressur einen stärkeren Effekt auf funktionelle und psychische Störungen als auf Erkrankungen organischen Ursprungs hat. Sind bereits Organe betroffen, zeigt die Akupunktur eine größere Wirksamkeit. (vgl. Eckert 2010: 31, Erstauflage 1996)

„Die häufigsten Indikationen für Meridianmassage und Akupressur sind im körperlichen Bereich Kopfschmerzen und Migräne, Zahnschmerzen, Schnupfen und Husten, Verspannungen und Schmerzen im Nacken, in den Schultern und am Rücken, Ischias und Hexenschuss, Regelbeschwerden und Geschlechtskälte, Verdauungsstörungen wie Verstopfung, Übelkeit, Brechreiz und Seekrankheit, und Notfälle wie Atemnot, Schwindel, Ohnmacht und Kreislaufkollaps. Im psychischen Bereich hilft Akupressur vor allem bei innerer Unruhe und Nervosität, Schlaflosigkeit, Lampenfieber und Prüfungsangst, Konzentrationsschwäche, Reizbarkeit, Missmut und Freudlosigkeit, Erschöpfung, Stress und mangelnder Antriebsdynamik.“ (Eckert 2010: 31, Erstauflage 1996)

1.2.4 Yin Táng-Punkt

Der Yin Táng-Punkt befindet sich in der Mitte zwischen den medialen Enden beider Augenbrauen, im Bereich der Glabella. Yin Táng bedeutet Siegelhalle, der Punkt wird auch als das dritte Auge, das Auge der inneren Wahrnehmung und der Vorstellungskraft beschrieben. (vgl. Eckert 2010: 289, Erstauflage 1996) Der Punkt liegt auf dem Wundermeridian Du Mài, der als Lenker und Koordinator des Zentralnervensystems gilt und dem ein großer Einfluss auf die Psyche zugesprochen wird. Die Akupunktur oder Akupressur des Du Mài rufen Eigenschaften wie Kraft, Klarheit, Mut und Selbstvertrauen hervor. (vgl. Eckert 2010: 251-254, Erstauflage 1996) Die Hauptindikationen für eine Akupunktur oder Akupressur des Yin Táng-Punktes sind den Kopf betreffend Cephalaea, vor allem frontal, Migräne und Spannungskopfschmerz, die Nase betreffend Sinusitis, verstopfte Nase und Rhinitis, die Augen betreffend Konjunktivitis und im Allgemeinen Schlafstörungen. (vgl. Römer 2013: 232, Erstauflage 1999) Weiters wird dem Yin Táng-Punkt eine angst-, stresslösende sowie sedative Wirkung zugeschrieben, dessen Mechanismus in zahlreichen aktuellen klinischen Studien erforscht wird. (vgl. Tugcu et al. 2015: 642 f.) Nach Bischko bildet dieser Punkt gemeinsam mit dem Punkt Blase 2 (Bl 2) links und rechts des Yin Táng-Punktes am medialen Orbitalrand über der Incisura frontalis das „vordere magische Dreieck“. Durch gemeinsame Aktivierung dieser Punkte können Blockierungen des Qis im Nasen- und Stirnbereich gelöst werden. Der Wirkungseintritt bei Symptomen im Kopf- und Nasenbereich sollte laut Bischko sehr rasch erfolgen. (vgl. Hecker et al. 2010: 248) In Abb. 1 ist die korrekte Lokalisation für eine Akupressur am Yin Táng-Punkt verbildlicht.

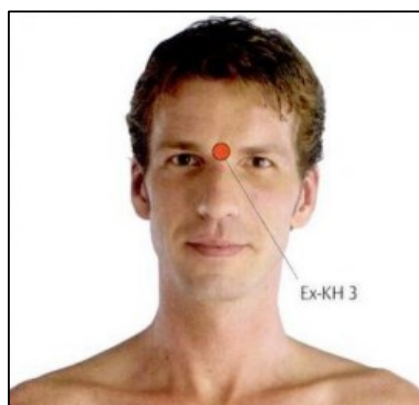


Abb. 1 Lokalisation des Yin Táng-Punktes (Hecker et al. 2010: 437)

In Tab. 2 ist die vollständige Nomenklatur des Yin Táng-Punktes angegeben, die aufgrund ihrer Vielfältigkeit für Verwirrung sorgen kann.

Eigenname	Yin Táng
Extrapunkt Deutsch	Ex-KH 3
Extrapunkt Englisch	Ex-HN 3
Chinese Acupuncture & Moxibustion	Extra 2
Outline	Extra 1
Essentials	Ex 1
König/Wancura	PaM 3

Tab. 2 Nomenklatur des Yin Táng-Punktes (Hecker et al. 2010: 436)

1.2.5 Akupressur des Yin Táng-Punktes in klinischen Studien

In der Studie „**Evaluation of peripheral perfusion in term newborns before and after Yintang (EX-HN 3) massage** [Hervorhebung im Original]“ aus dem Jahr 2015 von Tugcu et al. wurde die periphere Sauerstoffsättigung, der Perfusionsindex und der Puls der linken unteren Extremität von 17 gesunden Neugeborenen am fünften Lebenstag vor und nach Akupressur des Yin Táng-Punktes gemessen. Die Akupressur wurde 30 Sekunden im Uhrzeigersinn durchgeführt, für 30 Sekunden pausiert und danach für 30 Sekunden gegen den Uhrzeigersinn fortgesetzt. Die Messungen erfolgten jeweils eine Minute vor und eine Minute nach der Akupressur. Von den 17 mittels Sectio entbundenen und untersuchten Babies waren 9 weiblich und 8 männlich. Die Messungen ergaben eine statistisch signifikante Senkung des Pulses sowie eine statistisch signifikante Steigerung der Sauerstoffsättigung und des peripheren Perfusionsindex nach Akupressur. Dieser Effekt könnte, wie schon in früheren Studien zu beobachten war, auf die inhibitorische Wirkung auf den Sympathikus zurückzuführen sein. (vgl. Tugcu et al. 2015: 642-644)

Das Ziel der Studie „**Pressure Applied on the Extra 1 Acupuncture Point Reduces Bispectral Index Values and Stress in Volunteers** [Hervorhebung im Original]“ aus dem Jahr 2003 von Fassoulaki et al. war es, den Effekt der Akupressur des Yin Táng-Punktes auf BIS-Werte und auf Stress- und

Anspannungszustände 25 freiwilliger ProbandInnen mit ASA-Status I-II, davon 21 Frauen und 4 Männer, zu erforschen. Jede/r Proband/in erhielt zuerst eine Akupressur des Yin Táng-Punktes und an einem anderen Tag eines Kontrollpunktes, oder umgekehrt. Vor der Behandlung musste jede/r Proband/in mittels Stressskala von 0-10 seinen/ihren momentanen Stress- und Anspannungspegel einstufen. BIS-Elektroden wurden montiert und aus den ersten fünf Minuten der Messung, der Baseline BIS-Wert übernommen. Die Akupressur am Yin Táng-Punkt wurde zehn Minuten lang durch 20-25 kreisende Bewegungen pro Minute durchgeführt, am Kontrollpunkt, 2 cm vom lateralen Ende der linken Augenbraue entfernt, dargestellt in Abb.2, wurde nur fünf Minuten massiert, da dies als unangenehm empfunden wurde. Nach der Akupressur am Yin Táng-Punkt wurden der BIS-Wert für drei weitere Minuten gemessen. Danach wurden die ProbandInnen wiederum gebeten ihren Stress-, Angst- und Anspannungsgrad von 0-10 anzugeben. Man konnte eine statistisch signifikante Reduzierung des BIS-Wertes bis zu 50% während und nach der Akupressur am Yin Táng-Punkt nachweisen. Auch im Kontrollpunkt sank der BIS-Wert während der Akupressur leicht ab. In der Stress-Skala, die sich vor beiden Interventionen kaum unterschieden, zeigte sich danach eine Reduktion um 50% im Yin Táng- und um 14% im Kontrollpunkt.

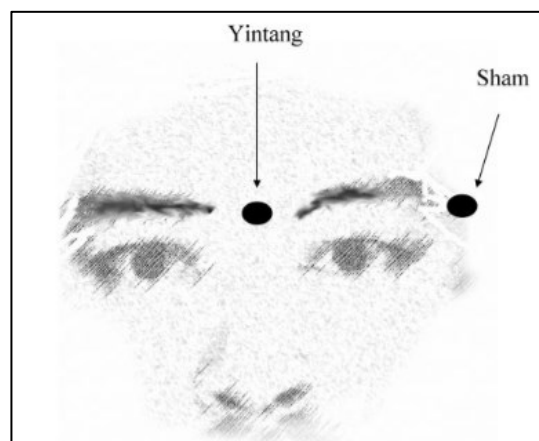


Abb. 2 Lokalisation des Yin Táng- und des Sham (Kontroll)-Punktes (Arai et al. 2008: 662)

Präoperativer Stress und Angst können intraoperativen Anästhetikabedarf und die Aufwachphase beeinflussen. Angstlösende und sedative Medikamente, wie

Benzodiazepine, Antihistamine oder α 2-Adrenozeptor-Agonisten, können durch Interaktion mit intraoperativ eingesetzten Hypnotika und Analgetika die Aufwachphase, die postoperative Sedierung und im weiteren Sinn auch den Entlassungszeitpunkt hinauszögern. Sedativa und Opiode, die meist als Prämedikation eingesetzt werden, sind mit Nebenwirkungen wie Benommenheit, Atemdepression, postoperativen Überhang an Medikamenten und postoperativer Übelkeit und Erbrechen vergesellschaftet. Nicht-medikamentöse Interventionen, wie Akupunktur oder elektrische Stimulation von Akupunkturpunkten werden eingesetzt, um akute und chronische Schmerzzustände oder auch postoperative Übelkeit und Erbrechen zu behandeln. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass durch präoperative Akupunktur postoperativ Schmerzen, Opiatbedarf, Übelkeit und Erbrechen reduziert werden konnten. Daher liegt die Überlegung nahe, pharmakologische Prämedikation gänzlich durch TCM-Techniken zu ersetzen, von denen man keine pharmakologischen Interaktionen, Auswirkungen auf Herzkreislaufsystem oder Atmung und eine verzögerte Aufwachphase erwarten müsste, jedoch ist ihre Evidenz limitiert. Im Vergleich zur Ohrakupunktur, die präoperative Angstzustände senken konnte, hat die Akupressur des Yin Táng-Punktes einige Vorteile:

- Integrität der Haut bleibt gewahrt
- nicht-invasive Methode
- einfache Ausführung (möglicherweise durch Gerät, kein professionelles Personal nötig)
- Selbstakupressur nach Anleitung möglich
- Infektionsgefahr bei Ohrakupunktur (vgl. Fassoulaki et al. 2003: 885-888)

Die Studie „**The Influence of Acupressure on the Monitoring of Acoustic Evoked Potentials in Unsedated Adult Volunteers** [Hervorhebung im Original]“ von Dullenkopf et al. aus dem Jahr 2004 beschäftigt sich mit der Auswirkung einer Akupressur des Yin Táng-Punktes auf den A-Line Autoregressive Index (AAI), ein Narkosetiefen-Monitor, der auf akustisch evozierten Potentialen basiert und den Stresspegel der 15 gesunden ProbandInnen (10 weibliche, 5 männliche) mit

einem ASA-Wert unter ASA III. An zwei verschiedenen Tagen erhielten die ProbandInnen einmal die Akupressur des Yin Táng-Punktes und einmal des Kontrollpunktes 2 cm lateral und horizontal des lateralen Randes der linken Augenbraue (siehe Abb. 2). Vor und nach der Behandlung wurde der Stresspegel mittels Stressskala von 0-100 erhoben. Die AAI-Messung wurde fünf Minuten vor, während des zehnminütigen Akupressurintervalls, in dem mit kreisenden Bewegungen 20-25mal in der Minute massiert wurde, und fünf Minuten nach der Intervention durchführt. Es ergaben sich statistisch signifikante Veränderungen des Stressskala-Wertes im Yin Táng-, nicht aber im Kontrollpunkt. Die AAI-Werte wurden bis zum Ende der zehnminütigen Massage des Yin Táng-Punktes um einen statistisch signifikanten Wert gesenkt, nicht jedoch bei Akupressur des Sham-Punktes. (Dullenkopf et al. 2004: 1147-48)

In der Studie „**The Effect of Acupressure at the Extra 1 Point on Subjective and Autonomic Responses to Needle Insertion** [Hervorhebung im Original]“ von Arai et al. aus dem Jahr 2008 beforschte den Effekt der Akupressur des Yin Táng-Punktes auf die 22 gesunden weiblichen Probandinnen. Sie wurden in eine Yin Táng- und eine Sham- bzw. Kontrollgruppe aufgeteilt. Nach einer zehnminütigen Entspannungsphase wurde eine Nadel 3mm vertikal in die Haut eines Unterarms gestochen und dort für 30 Sekunden belassen. Die Probandinnen sollten den gefühlten Schmerz mittels Schmerzskala von 0-10 einstufen. Danach wurde mit der Akupressur (20-25 kreisende Bewegungen in der Minute) begonnen. Es wurde erneut eine Nadel 3mm vertikal in die Haut des zweiten Unterarms gestochen und dort für 30 Sekunden belassen, während die Akupressur fortgeführt wurde. Die Probandinnen wurden wiederum gebeten den Schmerz auf der Schmerzskala einzustufen. Während der gesamten Zeit, wurde die HRV mittels EKG-Elektroden gemessen. Die Akupressur des Yin Táng-Punktes reduzierte den durch die Nadel verursachten Schmerz, wohingegen die Akupressur am Sham-Punkt den Schmerz noch verstärkte. Das Einstechen der Nadel erhöhte die LF/HF-Ratio (Begriffklärung in Tab. 7) der HRV, die Akupressur des Yin Táng-Punktes senkte die LF/HF Ratio der HRV vor und während der Nadelinsertion statistisch signifikant. Bei der Akupressur am Sham-Punkt war hingegen keine Veränderung zu beobachten. (vgl. Arai et al. 2008: 661-2)

Wie schon in Unterkapitel 1.1. angesprochen, wäre eine der PatientInnengruppen, die von einer nicht-pharmakologischen Prämedikation profitieren könnte, die der Kinder und Jugendlichen. Die Studie „**Extra-1 Acupressure for Children Undergoing Anesthesia** [Hervorhebung im Original]“ von Wang et al. aus dem Jahr 2008 hat die Effekte einer Akupressur des Yin Táng-Punktes von 52 Kindern im Alter zwischen 8 und 17 Jahren, mit einem ASA-Status von maximal ASA I-II, vor einer Vollnarkose für einen gastrointestinalen endoskopischen Eingriff untersucht. Die präoperative Angst der Kinder wurde mit Hilfe der State Trait Anxiety Inventory for Children (STAIC)-Skala, die den situationsbezogenen Angstzustand und die allgemeine Ängstlichkeit in zwei verschiedenen Skalen erfasst, vor und nach 30-minütiger Akupressur erfasst. Die Akupressur wurde mittels Akupressur-Perle, befestigt mit einem selbstklebenden Band, die einen konstanten Druck von 1.3 psi (entspricht ungefähr 0,09 bar) ausübt, durchgeführt. Mittels angebrachter BIS-Elektroden wurde der BIS-Wert während der prä- und perioperativen Phase überwacht. Die Kinder wurden in zwei Gruppen unterteilt, die einen erhielten die Akupressur am Yin Táng- und die anderen am Sham-Punkt (siehe Abb. 2) Die situationsbedingte Angst verringerte sich nach der 30-minütigen Akupressur am Yin Táng-Punkt um 9%, hingegen verstärkte sie sich um 2% durch die Akupressur des Sham-Punktes. Der durchschnittliche BIS-Wert änderte sich weder in der einen, noch in der anderen Gruppe in der präoperativen Phase während der Akupressur. Der intraoperative Propofolbedarf und BIS-Wert differierte ebenfalls nicht. Auch auf die Dauer der Aufwachphase und die postoperative Übelkeit und Erbrechen, konnten keine Effekte nachgewiesen werden. (vgl. Wang et al. 2008: 811-814)

2 Material, Methoden und ProbandInnen

2.1 Studie

2.1.1 Studiendesign

Bei der Studie handelt es sich um eine offene Pilotstudie mit 21 teilnehmenden ProbandInnen, durchgeführt unter gleichbleibenden Bedingungen ohne Kontrollgruppe.

2.1.2 ProbandInnen

2.1.2.1 Rekrutierung

Die Rekrutierung der ProbandInnen erfolgte hauptsächlich über soziale Medien wie Facebook und über direkten Kontakt auf der Medizinischen Universität Graz und im Freundes- und Bekanntenkreis. Die ProbandInnen wurden über den Ablauf der Studie, die Anonymisierung ihrer persönlichen Daten und ihre unentgeltliche Teilnahme informiert. Da kein geschlechtsspezifischer Unterschied in den Studienergebnissen erwartet wurde, wurden männliche und weibliche ProbandInnen gleichermaßen für die Studie akquiriert.

2.1.2.2 Studieneinschluss- und Ausschlusskriterien

Die ProbandInnen sollten sich zwischen dem 18. und dem 70. Lebensjahr befinden und in guter körperlicher und geistiger Verfassung sein. Ihr ASA-Status durfte maximal ASA I-II betragen und sie sollten keine Dauermedikation zur Blutdrucksenkung oder Tranquilizer einnehmen. Unerfahrenheit auf dem Gebiet der Akupressur wurde ebenfalls vorausgesetzt.

Es haben 21 Personen, davon 14 weibliche und 7 männliche ProbandInnen, an der Studie teilgenommen. Die ProbandInnen waren zwischen 20 und 52 Jahre alt und der Altersdurchschnitt lag bei 31 Jahren.

2.1.2.3 Aufklärung

Bevor die ProbandInnen an der Studie teilnehmen konnten, wurden sie mittels standardisiertem Aufklärungsbogen über die Studie informiert. Die Aufklärung umfasste den Zweck, den Ablauf, mögliche Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen, zusätzliche Medikamenteneinnahme, Gründe für eine vorzeitige Beendigung, den Datenschutz und Kosten bzw. Vergütung der Studienteilnahme. Am Ende der Aufklärung wurde die Einwilligungserklärung vom jeweiligen Probanden/von der jeweiligen Probandin unterschrieben. Den genauen Inhalt der „Information und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der klinischen Studie“ finden sie im Anhang dieser Diplomarbeit. Als mögliche Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen sind selten auftretende, vorübergehende leichte Unverträglichkeitsreaktionen der Haut auf die verwendeten Klebeelektroden zu nennen. Sollte es zum Auftreten dieser oder anderweitiger Beschwerden kommen, sollte der zuständige Arzt/die zuständige Ärztin umgehend informiert werden. Für die Studienteilnahme war keine zusätzliche Medikamenteneinnahme erforderlich. Die ProbandInnen hatten jederzeit die Möglichkeit, auch ohne Angabe von Gründen, ihre Teilnahmeerklärung zu widerrufen und aus der klinischen Studie auszuschneiden. Ebenfalls konnte der/die zuständige Arzt/Ärztin die Teilnahme eines Probanden/einer Probandin ohne dessen/deren Einverständnis beenden. Alle Mitarbeiter der Studie unterlagen der Schweigepflicht, die persönlichen Daten wurden anonymisiert zur statistischen Auswertung weitergegeben. Sollte es zu einer Veröffentlichung der Daten kommen, geschieht dies ebenfalls anonymisiert. Es sind den ProbandInnen keine Kosten durch die Studienteilnahme entstanden, jedoch war auch keine Vergütung vorgesehen.

2.1.3 Studienablauf

2.1.3.1 Vor- und Nachbereitung

Nach Rekrutierung der ProbandInnen war es ihnen möglich sich über den Online-Terminplaner „Doodle“ für einen der festgesetzten Termine einzutragen. Sie wurden darüber informiert inklusive Vor- und Nachbereitung ungefähr 45 bis 60 Minuten für die Studienteilnahme einzuplanen. Die Messung der ProbandInnen fand in einem abgeschlossenen Raum der Neurochirurgischen Intensivstation des

LKH Graz statt. Am Vortag des Teilnahmetermins wurden die ProbandInnen mittels SMS oder Email an den bevorstehenden Termin erinnert und es wurde ihnen der Ort und die Wegbeschreibung am LKH-Gelände zugesendet. Für die Dokumentation der BIS- und NIRS-Werte wurden Tabellen angefertigt, in welcher der/die anwesende StudienleiterIn einmal pro Minute die angezeigten Messwerte eintragen konnte. Für die Dokumentation des subjektiven Empfindens der ProbandInnen während und nach der Akupressur wurde ein standardisierter Fragebogen erstellt. Der/die ProbandIn legte sich in Rückenlage auf ein vorbereitetes Bett um mit der Anbringung der Messelektroden beginnen zu können. Die Stirn des Probanden/der Probandin wurde mit Hautdesinfektionsmittel desinfiziert bevor die vier BIS-Klebelektroden angebracht wurden. Danach wurden die beiden NIRS-Elektroden links und rechts frontotemporal angebracht. Weiters wurden die drei HRV-Elektroden am Oberkörper des Probanden/der Probandin befestigt. Zuletzt wurde das 3cm breite Stirnband mit dem Ballon über dem Yin Táng-Punkt, der durch den pneumatischen Akupressursimulator betrieben wird, mittels Klettverschluss auf die Kopfgröße des Probanden/der Probandin angepasst. Nach Anpassung des Stirnbands wurde der Akupressurmechanismus kurz getestet, ob der/die ProbandIn die Platzierung und Aufblasstärke des Ballons als angenehm empfand. Da der pneumatische Akupressursimulator in der Nähe der ProbandInnen platziert war, wurden den ProbandInnen Ohropax ausgehändigt, um einer Verminderung des Entspannungseffekts durch mögliche Störgeräusche entgegenzuwirken. 20 ProbandInnen benutzen die Ohropax, eine Probandin lehnte diese ohne Angabe von Gründen ab.

Nach abgeschlossener Nachbeobachtungsphase wurden die ProbandInnen aus ihrer Ruhephase sanft geweckt und alle Elektroden entfernt. Danach wurden die Hautstellen, auf denen sich die Elektroden befanden gereinigt und auf Rötungen und Hautirritationen untersucht.

2.1.3.2 Durchführung

Die ersten 5 Minuten der Messung dienten zur Beobachtung des Patienten mittels beschriebener Parameter ohne Akupressur. Am Ende der fünften Minute wurde

mit der mechanischen 15-minütigen Akupressur, dessen Methodik in Unterkapitel 2.2 beschrieben wird, begonnen. Am Ende der Minute 15 wurde die Akupressurphase beendet und der/die ProbandIn über weitere 5 Minuten nachbeobachtet. Während der gesamten 25-minütigen Testdauer wurden die gemessenen Werte der HRV direkt über die „MEDILOG DARWIN Holter Monitoring Software“ von *Schiller* aufgezeichnet. Die sich ändernden BIS-Werte wurden minütlich in die angefertigte Tabelle übertragen. Für die NIRS-Werte wurde die individuelle Baseline des Probanden/der Probandin in der Tabelle erfasst und über den Zeitraum der Messung einmal pro Minute separat für die linke und rechte Elektrode in die Tabelle übertragen. Nach Beendigung der Messung und Entfernung der Elektroden, wurden die ProbandInnen über ihr subjektives Empfinden während und nach der Akupressur befragt.

2.1.4 Datenauswertung

Alle erfassten Messwerte wurden anonymisiert. Die mittels Tabellen in minütlichem Abstand erfassten Werte der BIS- und NIRS-Messungen wurden in Exceltabellen übertragen und mittels SPSS statistisch ausgewertet. Die für die statistische Auswertung relevanten Werte der HRV-Messung wurden aus der „MEDILOG DARWIN Holter Monitoring Software“ ebenfalls in Exceltabellen übertragen und mittels SPSS ausgewertet. Das subjektive Empfinden der ProbandInnen wurde über einen standardisierten Fragebogen abgefragt und ausgewertet.

2.2 Mechanische Akupressur des Yin Táng-Punktes

Für die Akupressur unserer ProbandInnen am Yin Táng-Punkt im Rahmen der beschriebenen Studie, wurde ein pneumatischer Akupressursimulator eingesetzt, der wie folgt zu beschreiben ist. Die lokale Druckapplikation im Sinne einer automatisierten, mechanischen Akupressursimulation, erfolgte über ein pneumatisches Pulsationsgerät. Dabei handelt es sich um einen modifizierten Respirator für Säuglinge und Kleinkinder (*Dräger/Deutschland*), welcher pneumatisch getrieben und elektronisch gesteuert ist. Das kompakte, tragbare

technische Equipment inkludiert zusätzlich eine 5 Liter Sauerstoffdruckflasche. Supplementäre messtechnische Maßnahmen für eine exakte, synchrone Detektion des Anpressdruckes des Simulators am Applikationspunkt waren für diesen Prototypen nicht vorgesehen. Der mittlere Systemdruck lag zwischen 1 - 1,5 bar, um eine vergleichbare Druckwahrnehmung zur Akupressur zu entwickeln und wurde im Rahmen der Studienvorbereitung in Eigenversuchen vordefiniert. Um potentielle Überdrucksituationen kompensieren zu können, war ein "3-valve socket" mit einem elektronischen Triggermechanismus implementiert. Die Druckausübung erfolgte rhythmisch über eine Insufflationsphase, Druckkonstanzphase (= Anpressdruckphase) und Desufflationsphase mit einer Dauer von fünf Sekunden bei einer periodischen Applikationsfrequenz von 12/min. Die Druckübertragung wurde mit einem frontal (mittels Klebefolien) straff fixierten Ballon eines 80 cm langen, 8.0-French im Diameter gehaltenen Thrombektomiekatheters (*Fogarty, Baxter, USA*) mit einer maximalen Volumskapazität von ca. 8 Millilitern realisiert. Der Ballon wurde in ein 3 cm breites Band mit Klettverschluss integriert, das mittels einfacher Handhabung am Kopf des/der Probanden/Probandin mit Platzierung des Ballons über dem Yin Táng-Punkt als Stirnband angebracht wurde.

2.3 EEG

2.3.1 Neuroanatomische Grundkenntnisse

Um die Erzeugung von EEG-Ableitungen nachvollziehen zu können, ist auf anatomischer Ebene hauptsächlich das Verständnis des Cortex cerebri und dessen Aufbau relevant. (vgl. Wellach 2011: 9 f.) Der Isocortex wird in sechs Schichten gegliedert, welche ausgehend von der oberflächlichsten, wie folgt lauten: Lamina molecularis (I), Lamina granularis externa (II), Lamina pyramidalis externa (III), Lamina granularis interna (IV), Lamina pyramidalis interna (V) und Lamina multiformis (VI). (vgl. Bechmann et. al. 2012: 1110 f., Erstauflage 1942) Die vier Millionen Nervenzellen des Isocortex, sind in waagrechte und senkrechte Abschnitte eingeteilt, von welchen die senkrechten für das EEG ausschlaggebender sind, da sich in diesen Abschnitten die senkrechten Pyramidenzellen befinden, deren Pericarya in der Lamina pyramidalis interna (V)

vorrangig sind. Die spezifischen afferenten Bahnen des Thalamus führen in die Lamina granularis interna (IV) und in die Lamina pyramidalis interna (V) des Cortex, wo sie enden und hemmende und erregende Synapsen bilden. Die unspezifischen Kortexafferenzen des Thalamus führen zu apikalen Dendriten der in allen sechs Cortexebenen verstreuten Pyramidenzellen. Für die Vigilanz einer Person sind hauptsächlich die genannten afferenten Projektionen am Cortex, ausgehend vom Thalamus und sich darunter befindenden anatomischen Anlagen wie der Substantia reticularis, welche als primärafferente Filterung und Weiterleitung aufsteigender exzitatorischer Zuströme an den Thalamus fungiert, verantwortlich. Die efferenten Bahnen des Cortex, zum Thalamus verlaufend, üben eine über den Neurotransmitter γ -Aminobuttersäure hauptsächlich hemmend wirkende Rückmeldung auf den Thalamus aus. (vgl. Wellach 2011: 9 f.)

2.3.2 Das Aktionspotential

Die elektrische Erregung führt zu einem Spannungsunterschied zwischen der Innen- und Außenseite der Zellmembran einer Ganglienzelle, welche bis zu 100 mV betragen kann. Jedoch ist ein solcher Wert nur intrazellulär messbar. Eine Messung des dadurch entstandenen extrazellulären Feldpotentials ergibt maximale Werte von einigen 100 μ V. Eine zusätzliche Problematik in der Messung der Aktionspotentiale ergibt sich aus deren äußerst kurzen Dauer von höchstens 2 ms. Daher ergibt sich die Suche nach weiteren direkten bioelektrischen Potentialgeneratoren des EEGs. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 2, Erstauflage 1995)

2.3.3 Synaptische Reizübertragung

Als weitere Potentialgeneratoren sind bereits seit Untersuchungen in den 1950er Jahren Synapsen des Cortex zu nennen. Bei Aktivierung einer solchen Synapse kommt es zu einer Membranpotentialveränderung des postsynaptischen Neurons, welche im Vergleich zum Aktionspotential deutlich langsamer verläuft. Somit kommt es zu Membranpotentialüberlagerungen im Areal der Dendriten, welche Summenpotentiale und in Folge dessen im EEG ableitbare cortikale Potentialfelder erzeugen. Synapsen können in verschiedene Kategorien eingeteilt

werden: axosomatische und axodendritische, exzitatorische und inhibitorische Synapsen. Bei exzitatorischen Synapsen ist vor allem Glutamat als Neurotransmitter beteiligt. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 2, Erstauflage 1995) Der Einstrom von positiv geladenen Natriumionen durch die geöffneten Ionenkanäle bewirkt eine Änderung des Ruhemembranpotentials Richtung Positivierung im Zellinneren, und somit Depolarisation der Zellmembran. (vgl. Zschocke und Hansen 1999: 4 f.) Bei inhibitorischen Synapsen, bei welchen vorrangig γ -Aminobuttersäure als Neurotransmitter wirkt, kommt es zur Positivierung und somit Hyperpolarisation der Zellmembran. (vgl. Zschocke und Hansen 1999: 5)

2.3.4 Postsynaptisches Potential

Das postsynaptische Potential (PSP) beschreibt die Spannungsdifferenz zwischen der subsynaptischen und der postsynaptischen Membran. Dieses wird wiederum in exzitatorische postsynaptische Potentiale (EPSP) und inhibitorische postsynaptische Potentiale (IPSP) unterteilt. Es kommt zu einer passiven Erregungsausbreitung in der Zelle mit Abnahme der Spannung, welcher als elektrotonischer Stromfluss beschrieben wird. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 5, Erstauflage 1995) Beim EPSP entsteht ein elektrischer Dipol, dessen negativ geladener Pol den postsynaptischen Dendriten entspricht und dessen positiv geladener Pol sich mit abnehmender Intensität über die restliche Pyramidenzelle ausbreitet. Im Falle eines IPSP ist von umgekehrten Vorzeichen der jeweiligen Ladungen auszugehen. (vgl. Wellach 2011: 16) „Der positive Pol wird dabei als **Quelle** [Hervorhebung im Original] und der negative Pol als **Senke** [Hervorhebung im Original] bezeichnet.“ (Wellach 2011: 17) Dieser Spannungsabfall steht in Abhängigkeit zum Durchmesser der jeweiligen Dendriten. Je größer der Durchmesser, desto geringer der Widerstand, desto länger kann sich die postsynaptische Erregung ausbreiten und seinen Effekt am Beginn des Neuraxons ausüben. Hier werden Ionenkanäle geöffnet und je nach Klassifikation eines IPSP oder EPSP eine Hemmung oder Aktivierung eines Aktionspotentials in Form einer Depolarisation ausgelöst. Es handelt sich um einen gänzlich elektrischen Prozess. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 5 f., Erstauflage 1995)

In Abb. 3 wird der Ablauf der synaptischen und postsynaptischen Erregungsausbreitung und deren Ableitbarkeit im EEG beschrieben. Zuerst kommt es zur Ausbildung eines elektrischen Potentials an der Synapse, danach folgt eine ausschließlich passive elektrotonische Erregungsausbreitung bis zum Ursprung des Neuraxons, wo eine erneute elektrische Depolarisation zur Weiterleitung des Aktionspotentials führt. Im EEG sind die corticalen Feldpotentiale der PSP ableitbar. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 6, Erstauflage 1995)

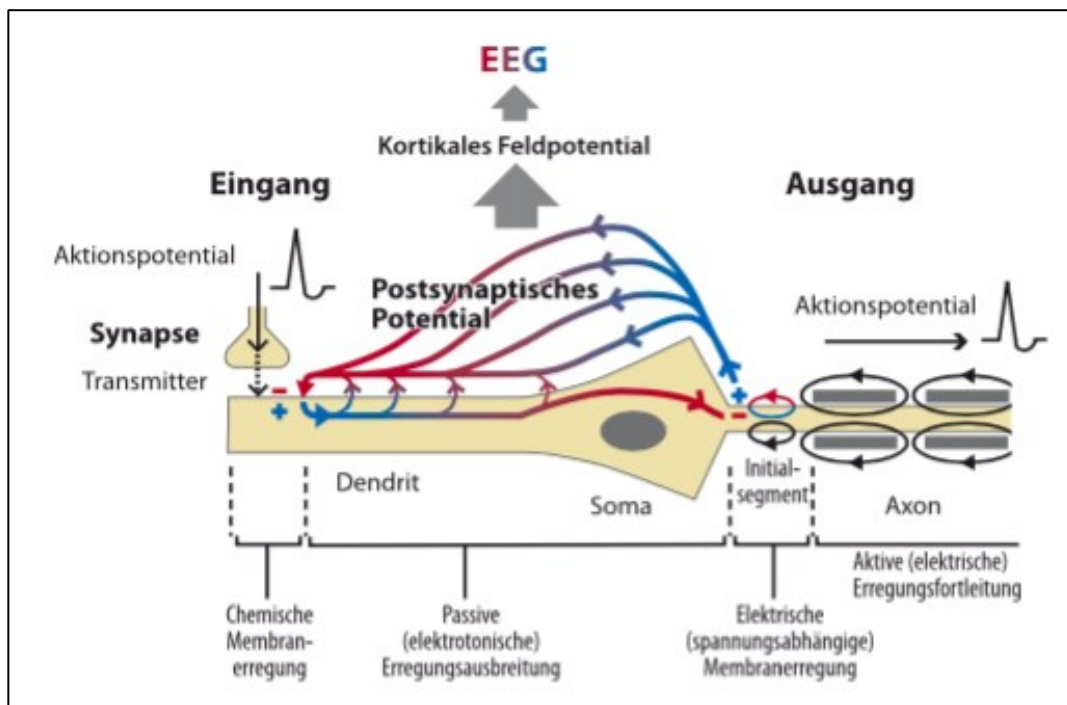


Abb. 3 Synaptische Reizausbreitung (Zschocke und Hansen 2012: 6, Erstauflage 1995)

2.3.5 Neuronales Summenpotential

Die separaten corticalen Dipole und die daraus resultierenden Potentialfelder sind meist zu schwach, um sie per EEG erfassen zu können. Entstehen jedoch multiple elektrische Dipole gleichzeitig, entsteht ein Summenpotential, und die dazugehörigen Potentialfelder überlagern und ergeben für das EEG gut ableitbare Werte. Die Intensität eines Potentialfelds ist an der Größe der Amplitude eines EEGs ablesbar. An der Steilheit des Potentialanstiegs erkennt man, wie synchron sich die abgeleiteten Nervenzellen entladen. Wie bereits erwähnt, spielen die vertikalen Pyramidenzellen mit ihren in den oberen corticalen Schichten liegenden

Dendriten mit ebenfalls vertikal ausgerichteten Dipolen, die größte Rolle für das EEG. Je mehr dieser parallel angeordneten Dipole, desto größer die Aussagekraft des EEGs. (vgl. Wellach 2011: 16)

2.3.6 Corticale Feldpotentiale

Die aufgezählten Abläufe führen zu einem Stromfluss. Die, die Zelle umgebenden Strukturen, wie Meningen, Cranium und Cutis, führen mit variablen Widerständen und Leitungsqualitäten zu ungleichen Spannungen. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 6, Erstauflage 1995) Zusammen ergibt dies ein elektrisches Feld, welches verschiedene Ausrichtungen hat. Es kann sich über fernere Hirnareale ausbreiten und dort gemessen werden. Es handelt sich dabei jedoch nur um eine neuronale Projektion, da der Entstehungsort des Potentials in einem anderen Hirnareal liegt. Diese ist im EEG messbar. Besonders die Substantia alba dient als guter elektrischer Leiter. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich an dieser Stelle auch ein neuer Dipol mit zugehörigem Potentialfeld entwickelt. (vgl. Wellach 2011: 17 f.) Für die Ausbreitung eines corticalen Feldpotentials und somit dessen Messbarkeit im EEG sicherlich nicht unerheblich ist die Ausbildung eines Hirnödems. Die genaue Auswirkung ist noch nicht geklärt. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 5 f., Erstauflage 1995)

2.3.7 Rolle der Gliazellen

Bei jeder Entstehung von Aktionspotentialen, werden verstärkt positive Kaliumionen aus dem Inneren der Zelle nach Außen transportiert. Über die Kalium-Natrium-Pumpe wird ein Anteil wieder zurück geschifft, der Rest verlässt das Interstitium nicht, es kommt zu einer Depolarisation, die in weiterer Folge zu einem Ausfall der physiologischen Nervenzellfunktion führen kann. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 15, Erstauflage 1995) „In geschädigten Hirnbereichen sind diese Vorgänge vor allem bei der Entwicklung fokaler epileptischer Erregungssteigerungen von Bedeutung.“ (Zschocke und Hansen 2012: 15, Erstauflage 1995) Die Gliazellen sind imstande die Anhäufung zu reduzieren, indem sie Kaliumionen aufnehmen. Diese Pufferfunktion der Gliazellen ist für das Bestehen physiologischer Erregbarkeitszustände von großer Bedeutung. Die

beschriebene Aufnahme der positiven Kaliumionen aus dem Extrazellularraum führt zu einer Reduktion des Membranpotentials und infolge dessen zur Depolarisation der Gliazellmembran. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 15, Erstauflage 1995) Nicht nur EPSP, auch hochfrequente IPSP können Gliapotentiale verursachen. Durch Schwankungen des Gliapentials werden die Gliazellen selbst zu sekundären autonomen Potentialquellen. Das Gliapotentiale breitet sich ebenfalls elektrotonisch aus. Die ausgebildeten Dipolfelder sind für das EEG kaum relevant, da sie sich durch die Struktur der Astrozyten gegenseitig neutralisieren und somit geschlossen sind. Die gap junctions, welche die Gliazellen untereinander verknüpfen, haben einen geringen Membranwiderstand, welcher eine gute Weiterleitung von Membranpotentialschwankungen erlaubt. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 16, Erstauflage 1995) Ob dadurch ein offenes Dipolfeld, welches für die EEG-Ableitung relevant wäre, entstehen kann, ist noch nicht geklärt. Wenn es zu Gewebeschäden im Gehirn gekommen ist, welche im EEG erkennbar sind, ist der Einfluss der Gliazellläsion ebenfalls unklar. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 17, Erstauflage 1995)

2.3.8 EEG-Ableitungen

„Die zeitliche und räumliche Summation postsynaptischer Potenziale der apikalen Dendriten, vornehmlich der kortikalen Pyramidenzellen, die parallel zueinander und senkrecht zur Kortexoberfläche orientiert sind, generiert elektrische Potenzialfelder unterschiedlicher Ausdehnung und Spannung auf der Kopfoberfläche. Die Verstärkung und Aufzeichnung dieser Potenziale entlang der Zeitachse erzeugt das EEG.“ (Hoppe 2010: 18, Erstauflage 2006) Der Differenzverstärker hat zwei Eingänge an welchen sich die Elektroden, zwischen denen ein Spannungsunterschied herrscht, befinden. Den Anschluss der Elektroden an die Verstärker und die produzierten Kanäle bezeichnet man als Montagenbildung. Man differenziert zwei Verfahren zur Montagenbildung, welche prinzipiell den gleichen Stellenwert haben: (vgl. Hoppe 2010: 18, Erstauflage 2006)

- a) Die referenzielle Montage: Der veraltete Name dieser Montage lautet unipolare bzw. monopolare Ableitung. Es gibt eine singuläre

Bezugselektrode für die restlichen Elektroden, welche jeweils an einen Eingang des Differenzverstärkers angeschlossen wird. Diese Elektroden befinden sich komplementär am zweiten Eingang. Als Bezugspunkt ist entweder eine reale Referenz möglich, oder eine virtuelle Durchschnitts- bzw. Mittelwertreferenz. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 43, Erstauflage 1995) Nachteile dieser Methode sind die Ausbreitung möglicher Fehlerquellen auf jeden Kanal und die oft erschwerte lokale Zuordenbarkeit eines Signals. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 45, Erstauflage 1995)

- b) Die bipolare Montage: Es werden zwei verschiedene Elektroden pro Differenzverstärker an beide Eingänge angehängt, die Potentialdifferenz der beiden Elektroden aufgezeichnet und diese in Reihe verschaltet. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 49, Erstauflage 1995) Vorzug dieser Methode ist das geringere Fehlerquellenpotential, da sich mögliche Artefakte nicht auf alle Ableitungen ausbreiten können. Abträglich sind unabsichtliche Veränderungen, welche durch die einzelnen bipolaren Ableitungen entstehen können. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 52, Erstauflage 1995)

In Abb. 4 sind beide Montagetypen, die Referenz- und die bipolare Ableitung schematisch erklärt.

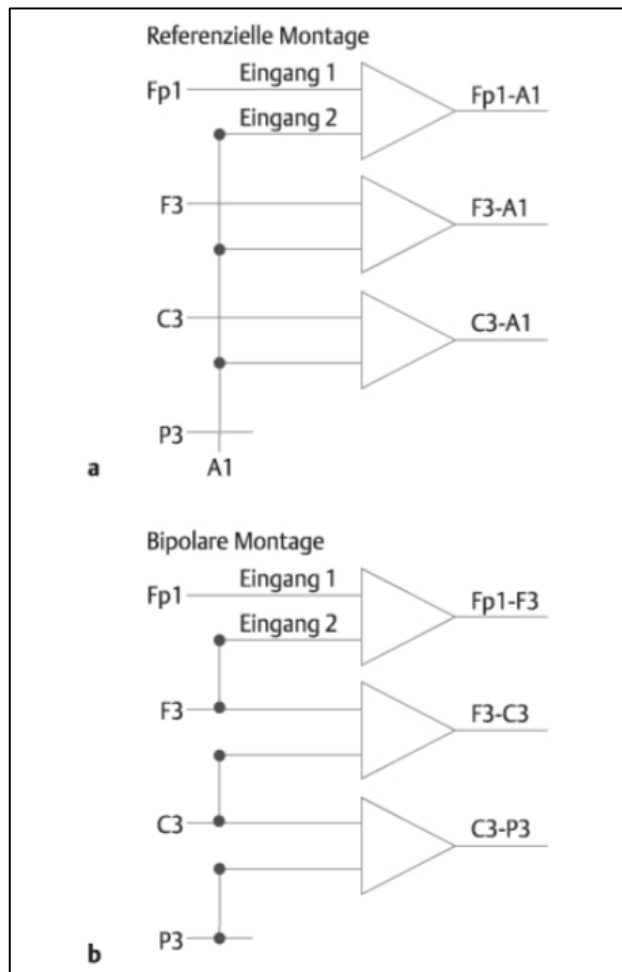


Abb. 4 Montagebildung (Hoppe 2010: 18, Erstauflage 2006)

Da die elektrische Aktivität des Cortex topographisch variiert, ist es sinnvoll sie flächendeckend zu messen. Um dies zu erreichen, hat sich das International 10-20 System durchgesetzt. Die Nomenklatur dieses Systems lautet, F für frontale, C für zentrale, P für parietale, T für temporale und O für okzipitale Elektroden. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 49, Erstauflage 1995) Der Schädel wird von den Bezugspunkten Nasion, beidseits präauriculär bis zum Inion vermessen und mittels International 10-20 System die individuellen Elektrodenplatzierungen festgelegt. Um ein diagnostisch verwertbares Ergebnis zu erhalten, ist ein Minimum von 16 Elektroden zu empfehlen. (vgl. Rampil 1998: 982) In Abb. 5 wird das 10-20 System, welches auf der prozentualen Einteilung der Kopfoberfläche, ausgehend von den genannten Bezugspunkten, basiert, bildlich erklärt. Die zusätzlichen Kleinbuchstaben z und p stehen für zero, der Mittellinie entsprechend, und für polar. Auf der linken Hemisphäre sind die ungeraden und auf der rechten Schädelhälfte die geraden Elektrodennummerierungen

angebracht. Es werden üblicherweise 19 Elektroden verwendet. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 37 f., Erstauflage 1995)

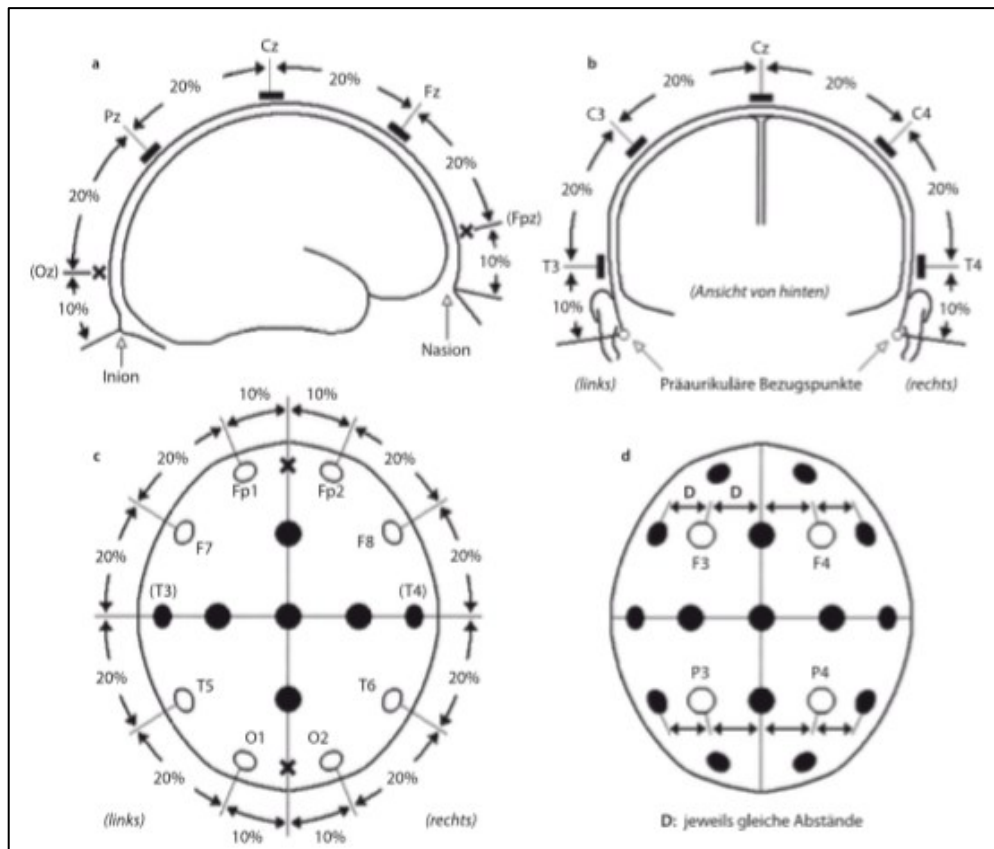


Abb. 5 International 10-20 System (von Jasper 1958, zit. nach Zschocke und Hansen 2012: 37, Erstauflage 1995)

Um eine noch genauere Messung zu erreichen, kann man auf die ausgeweitete Version des 10-20-Systems, dem 10%-System zurückgreifen. Dies wurde erstmals 1985 von Chatrian et al. erläutert und beruht, wie der Name schon sagt, auf reinen 10%-Abständen zwischen den Elektroden, von welchen es auch 80 an der Zahl geben kann. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 39 f., Erstauflage 1995)

Während der EEG-Messung ist miteinzubeziehen, dass es weitere elektrische Signale ausgehend von physiologischen Prozessen gibt, welche mit den EEG-Signalen interagieren und somit möglicherweise verfälschen können. Als etwaige Artefaktquellen sind die R-Zacke des EKGs, elektromechanische Aktivität der Schädelmuskulatur im EMG, Augenbewegungen im EOG und der gesamte Körper in seiner Eigenschaft als Antenne für elektromagnetische Strahlung zu nennen. Da

die auf den Körper wirkende elektromagnetische Strahlung auf der gesamten Körperoberfläche gleich groß ist, kann man den durch die Strahlung hervorgerufenen Spannungsbetrag von der im EEG dargestellten Spannung subtrahieren. Die Störquelle durch das EKG kann man mittels Referenzelektrode am Kopf verifizieren. Die von EMG und EOG ausgehende Spannung befindet sich in einem anderen Frequenzbereich und kann somit durch einen Frequenzfilter ausgespart werden. (vgl. Rampil 1998: 983)

2.3.9 Beurteilung

Im EEG gibt es verschiedene Parameter, die zur Befundung herangezogen werden. An erster Stelle steht die **Frequenz**. Diese lässt sich im EEG von 0 bis ungefähr 30 Wellen pro Sekunde darstellen. Die heute gültige Unterteilung der Frequenzbereiche in α (alpha)-, β (beta)-, θ (theta)- und δ (delta)-Wellen ist in Abb. 6 dargestellt. Dieser Einteilung liegt die Empirik zugrunde. Der normale Ruhegrundrhythmus in parietalen und okzipitalen Ableitungen liegt beim gesunden wachen Erwachsenen mit geschlossenen Augen im α -Wellenbereich von 7,5 bis 12,5/s. Darüber liegt der weiter gefasste β -Wellenbereich von 12,5 bis 30/s, der durch die Einnahme mancher Psychopharmaka und sedierender Medikation ausgelöst werden kann und im REM-Schlaf vorkommt. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 70, 121, Erstauflage 1995) Der darunter liegende θ -Wellenbereich von 3,5 bis 7,5/s tritt bei Bewusstseinsintrübung und Einschlafen auf. Frequenz und Amplitude nehmen im Vergleich zum α -Rhythmus ab. Eine Person, die wach ist, sollte keinen langsameren Rhythmus als 8/s haben, da ansonsten von einer cerebralen Fehlfunktion auszugehen ist. Die Abgrenzung zwischen θ - und δ -Wellen bei 3,5/s wurde beliebig gewählt. Ein Nachweis für markante Unterschiede zwischen beiden Frequenzbereichen ist nicht vorhanden. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 70, 121, Erstauflage 1995)

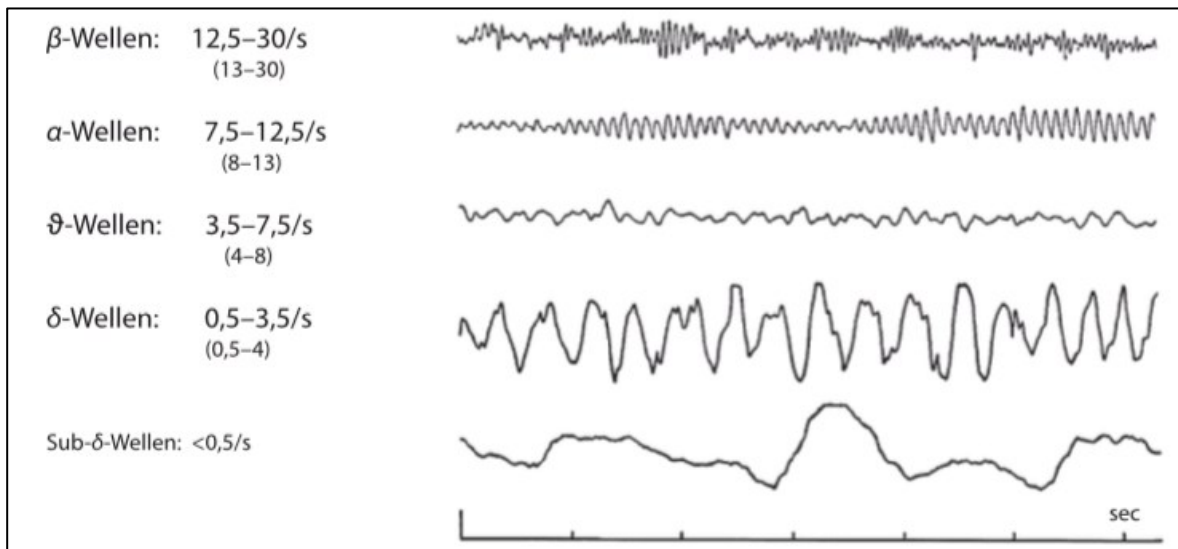


Abb. 6 EEG-Frequenzbereiche (Zschocke und Hansen 2012: 71, Erstaufgabe 1995)

Als zweiten Parameter betrachtet man die **Amplitude** der EEG-Welle, diese liegt bei maximal 100 μ V, da die Spannung durch die anatomischen Strukturen bis zur Ableitungselektrode auf der Kopfhaut abgeschwächt wird. Die Amplitude stellt die Potentialdifferenz der zwei Differenzverstärkereingänge der EEG-Elektrode dar. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 72, Erstaufgabe 1995) „Im Allgemeinen ergeben bipolare Ableitungen mit engem Elektrodenabstand niedrige Amplituden, Bezugsableitungen gegen die Ohren höhere Spannungsdifferenzen.“ (Zschocke und Hansen 2012: 72, Erstaufgabe 1995) Bei α - und β -Wellen sind normalerweise spindelförmige Modulationen zu erkennen. Diese sind durch Steigung und Abstieg der Amplitude unter einer Sekunde bei gleichbleibender Frequenz gekennzeichnet. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 73, Erstaufgabe 1995)

Im nächsten Schritt beschreibt man die Form der sich aneinanderreihenden oder überlagernden Wellen. Eine Welle wird als **Graphoelement** bezeichnet, dessen Polarität, Konfiguration und Morphologie zu differenzieren ist. Das Graphoelement kann positiv, unter der Nulllinie, oder negativ, oberhalb der Nulllinie, ausgerichtet sein. Die Konfiguration des Graphoelements gibt Auskunft über die Physiologie des EEG-Musters und erleichtert die Diagnostik eines möglichen pathologischen Musters und die Zuordnung eines bestimmten Krankheitsbildes. Die Konfiguration kann in monomorph und polymorph, sinusoidal, arkadenförmig und

sägezahnähnlich und monophasisch, biphasisch und triphasisch eingeteilt werden. (vgl. Wellach 2011: 68)

Hinzu kommen epilepsiespezifische Konfigurationen, welche die Grundaktivität unterbrechen, wie Spikes (hohe bi- oder triphasische negative Wellen mit raschem Anstieg, die 20-70 ms andauern), Sharp Waves (negative Wellen, nicht so spitz wie Spikes, 70-200 ms andauernd) oder Spike-Wave-Komplexe. (vgl. Wellach 2011: 89 f.)

„Das **Burst-Suppression-Muster** [Hervorhebung des Verfassers] ist gekennzeichnet durch kurzzeitige Aktivitäten des Kortex, die von Phasen weitgehender bis totaler Suppression der Hirnrindentätigkeit unterbrochen werden.“ (Zschocke und Hansen 2012: 322, Erstauflage 1995) Die Auslöser dieses Musters sind sehr vielfältig und reichen von cerebraler Schädigung bis hin zu Intoxikation und starker Sedierung. In der Notfall- und Intensivmedizin können sich unterschiedliche Ursachen überschneiden und eine eindeutige Diagnosefindung erschweren, daher ist es essentiell, bei Beurteilung eines EEGs immer das Zustandsbild und die laufende Medikation des Patienten/der Patientin mit einzubeziehen. Das Burst-Suppression-Muster kann je nach Erscheinungsbild und Ätiologie in 3 Typen eingeteilt werden:

- Typ I: generalisierte, polymorphe Bursts von 0,5-1 s als Zeichen einer gesamten cerebralen Schädigung infolge einer Hypoxie, häufig begleitet von Myoklonus.
- Typ II: verlangsamte, polymorphe Bursts von einigen Sekunden und längere Suppressionsphasen als Zeichen folgeschwerer cerebraler Schädigungen, oft vor dem Wechsel in ein isoelektrisches EEG zu beobachten.
- Typ III: polymorphe, länger als in Typ I andauernde Bursts mit vorkommenden α - und β -Wellen unterschiedlicher Frequenzen bei starker Sedierung oder bei KomapatientInnen nach Intoxikation ohne hypoxische Hirnschädigung. (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 322-324, Erstauflage 1995)

Prinzipiell ist bei jedem/r narkotisierten Patienten/Patientin ein Burst-Suppression-Muster auslösbar, „wenn das kritische Stadium des narkotischen Tiefschlafs mit

beginnender bulbärer Depression erreicht wird“. (von Pichlmayer et al. 1983, zit. nach Zschocke und Hansen 2012: 324, Erstauflage 1995)

2.3.10 EEG-Veränderung unter Narkose

Während der Sedierung oder Allgemeinnarkose eines Patienten/einer Patientin, verändert sich sein/ihr EEG im Vergleich zum EEG des/der wachen Patienten/Patientin, das altersabhängig α - und β -Wellen aufweist und im EEG-Band **a** der Abb. 7 wiedergegeben ist. Band **b** zeigt kurzanhaltende β -Wellen von hoher Frequenz, genannt β -arousal, wie es bei geringer Gabe einiger Anästhetika, wie Propofol, Barbiturate, volatilen Anästhetika oder Etomidat, vorkommt und paradoxerweise leichter Sedierung entspricht. Die EEG-Bänder **c** bis **e** zeigen eine bereits stärkere Anästhetikawirkung im Rahmen einer zunehmenden Sedierung, welche vorerst niedriger frequente θ -Wellen auslöst, die in den langsameren δ -Rhythmus mit zunehmender Amplitude wechseln, die bereits für eine Allgemeinanästhesie stehen. Das Band **f** zeigt ein wie im Unterkapitel 2.3.9 beschriebenes Burst-Suppression-Muster durch weiter erhöhte Anästhetikagabe wie bei einer tiefen Narkose. Dieses Muster kann in ein isoelektrisches EEG übergehen, welches, wie alle Stadien davor, reversibel ist. (vgl. Wilhelm, 2006: 48, Erstauflage 2005)

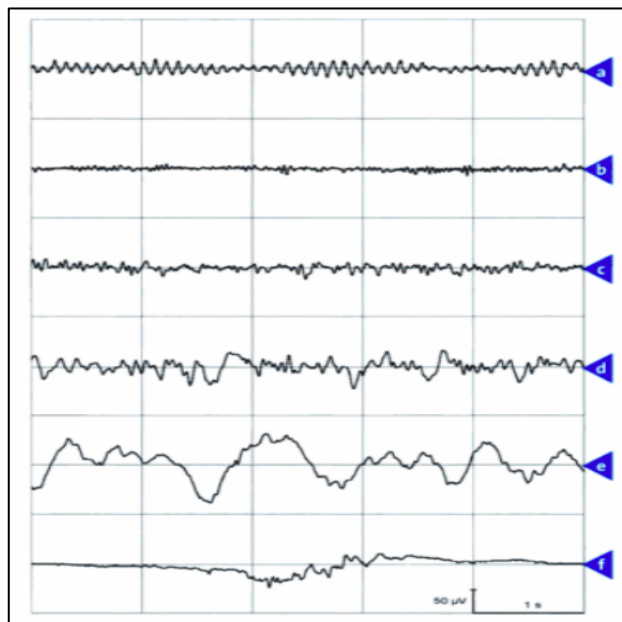


Abb. 7 Stadien der Narkosetiefe (Wilhelm, 2006: 49, Erstauflage 2005)

2.3.11 EEG der Akutdiagnostik

Aktuelle Studien an der Universität Ostfinnland in Kuopio haben gezeigt, dass eine neue Art des EEGs, dessen Elektroden rein an den haarlosen Kopfarealen (siehe Abb. 8) angebracht werden, zuverlässige Ergebnisse für eine schnelle Diagnostik liefert. Entwickelt wurde das *Brain Status* EEG von *Mega Electronics Ltd*, um vornehmlich die EEG-Durchführung im Schockraum und auf der Intensivstation zu vereinfachen. Auch im Rahmen der in dieser Arbeit beschriebenen Studie wurde diese Form des EEGs eingesetzt. Laut *Mega Electronics Ltd* liegen die Vorteile des *Brain Status* EEG in der raschen Anbringung der Elektroden im Gesichtsbereich ohne nötige Hautvorbehandlung oder zusätzlichem Gel. Da die Elektroden sich am Einweg-*Brain Status*-Stirnband, bei dem man zwischen den Größen S und L wählen kann, in einer fixen Anordnung befinden, ist keine zeitintensive Berechnung der korrekten Elektrodenplatzierungen mittels 10-20-System wie bei herkömmlichen EEGs notwendig. Ein weiterer Vorteil besteht in der einfach handzuhabenden Anbringung des Stirnbands, welches keine Bewegung des Kopfes des Patienten/der Patientin benötigt. Dies ist vor allem bei PatientInnen mit möglicher oder bekannter Schädel- oder Wirbelsäulenverletzung von Vorteil. Weiters können die Elektroden während einer CT-Untersuchung befestigt bleiben. Der größte Einsatzbereich des *Brain Status* ist die Erkennung von Störungen der elektrischen Hirnaktivität, die je nach Form auf eine Vielzahl möglicher Ursachen rückschließen lassen. (vgl. Mega Electronics Ltd 2016) Vor allem der nicht-convulsive Status epilepticus (NCSE) steht hierbei im Fokus. (vgl. Muraja-Murro et al. 2015: 245) Durch die Möglichkeit der schnelleren Diagnostik, erhofft man sich einen rascheren Therapiebeginn mit einer Reduzierung von Spätfolgen und Dauerschäden. (vgl. Mega Electronics Ltd 2016) Zu berücksichtigen ist jedoch die Tatsache, dass die frontalen Ableitungen, aus welchen das Brain Status-Stirnband besteht, die posterioren Areale des Gehirns nicht ableiten kann. Dies macht es zu einer Methode mit sehr hoher Spezifität (100%), aber geringer Sensitivität (50%) für NCSE. (vgl. Muraja-Murro et al. 2015: 245) Abb. 8 zeigt die Anbringung der *Brain Status* Elektrode. Die Benennung der einzelnen Elektrodenableitungen ist an das Ganzkopf-EEG angelehnt. Hinzu kommen die Bezeichnungen REF für Referenzelektrode, GND für Erdung, Sp für

Sphenoidale Ableitung und EOG für Potentiale, die aus der Elektrookulografie abgeleitet werden. (vgl. Mega Electronics Ltd 2016)



Abb. 8 Brain Status-Elektrode (Mega Electronics Ltd 2016)

2.4 Bispektralindex

2.4.1 Prozessiertes EEG

Als erster Schritt zum prozessierten EEG wird das Signal des Roh-EEGs mittels **FFT (Fast-Fourier-Transformation)**, welche 1965 entwickelt wurde, weiterverarbeitet. Es handelt sich hierbei um eine **Powerspektralanalyse**. Die analogen EEG-Signale werden über einen Zeitraum (Epoche) mit einer fixen Frequenz erfasst und in digitale Signale, welche man bestimmten Frequenzbändern zuordnen kann, umgewandelt. Die Frequenzbänder entsprechen denen im EEG und sind ebenfalls als α - (7,5-12,5 Hz), β - (12,5-30 Hz), θ - (3,5-7,5 Hz) und δ -Frequenzbänder (0,5-3,5 Hz) zu bezeichnen. In Abb. 9 ist dieser Vorgang vereinfacht dargestellt. Das Balkendiagramm rechts in der Abbildung zeigt das Leistungsspektrum oder auch Powerspektrum, waagrecht ist

die Frequenz und senkrecht die Amplitude bzw. die Intensität abzulesen. Die Powerspektralanalyse bietet den Vorteil einer übersichtlicheren Darstellung zur schnelleren Interpretation durch Verkleinerung der Datenmenge. Besonders bei langandauernder Überwachung, wie auf Intensivstationen, erleichtert dies die Auswertung. Da die Analyse in Echtzeit erfolgt, werden Änderungen im EEG zeitgleich angezeigt. Die Leistungsspektren des EEGs können somit quantifiziert und statistisch ausgewertet werden. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 164 f.)

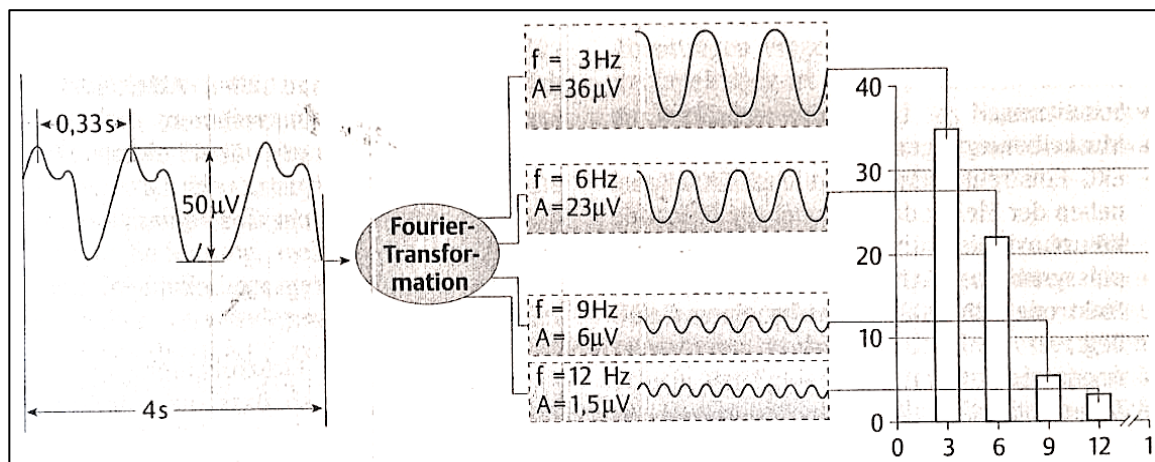


Abb. 9 Fast-Fourier-Transformation (FFT) (Jantzen und Löffler 2000: 164)

Um das Powerspektrum in eine zeitliche Relation zu setzen, unterliegt es im Anschluss an die FFT einer weiteren Bearbeitung. Zeitliche Änderungen des Powerspektrums und die vorherrschende Frequenzverteilung sind aus der **CSA (Compressed Spectral Array)** ablesbar. Einen Nachteil der CSA stellt die Überlagerung zeitlich früherer Kurven durch darauffolgende Kurven des Leistungsspektrums dar. Es kommt zu Verminderung des Informationsgehaltes. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 165)

Damit schnelle Änderungen im EEG eindeutiger zu detektieren sind, werden in der **DSA (Density Modulated Spectral Array)** punktuelle Dichteänderungen im Leistungsspektrum angezeigt. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 165)

2.4.2 Monoparametrisierung

Um die Interpretation der Powerspektralanalyse weiter zu vereinfachen, werden **Deskriptoren** eingesetzt. Nachteile dieser **Monoparametrisierung** können

jedoch verlorene Informationen oder auch Fehlinformationen durch Artefakte im Roh-EEG sein. Die 5 häufigsten verwendeten Deskriptoren zur Monoparametrisierung werden in folgender Aufzählung beschrieben:

1. SEF (Spectral Edge Frequency/spektrale Eckfrequenz)

Die spektrale Eckfrequenz ist der meist eingesetzte Deskriptor. Nach Limitierung der Artefakte lässt sich das leistungsbezogene Vorkommen nieder- und hochfrequenter Anteile des EEGs sehr gut herauslesen. Die SEF stellt diejenige Frequenz dar, unter welcher nach mathematischen Berechnungen nahezu 90 bis 95% der Gesamtaktivität des EEGs liegen. Einerseits dient die SEF zur Erkennung einer Trendentwicklung und andererseits zur Detektion plötzlicher Abweichungen in der Frequenzverteilung des EEGs. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 165) Wie bei allen Monoparametrisierungen sind als negative Aspekte dieser Methode, "die Vereinfachung komplexer neurogener Vorgänge sowie die sich daraus ergebenden Potentialschwankungen im EEG und deren Interpretation anhand nur eines Parameters" (Jantzen und Löffler 2000: 165) zu nennen. Ein Beispiel für diesen möglicherweise irreführenden Aspekt ist die Gabe von Benzodiazepin, welche zu einer im EEG nachweisbaren β -Aktivität und einer Zunahme der SEF führt. Diese beiden Änderungen könnten fälschlicherweise auf eine Steigerung der Vigilanz eines Patienten/einer Patientin mit nachweisbarer Sedierung zurückgeführt werden. Dies kann zu einer Fehlinterpretation der Narkosetiefe oder des Sedierungsgrades führen, daher ist die SEF hierfür nur begrenzt geeignet. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 165) Die Plasmakonzentrationen verschiedener Substanzklassen, die während einer Narkose zum Einsatz kommen, haben keine immer nachvollziehbare Relation zur SEF, möglicherweise kann dies durch die auf die Pharmakokinetik und -dynamik dieser Substanzen wirkenden Einflussgrößen, welche sich additiv auswirken können, erklärt werden. (vgl. Kröll 1998: 519)

2. MPF (Median-Power Frequency/Medianfrequenz)

Die MPF entspricht der SEF von 50%. Die MPF stellt die Unterteilung des Powerspektrums bei 50% der Gesamtenergie dar. 50% der Leistung liegen unter und 50% über diesem Grenzwert. Bei wachen Personen ist eine Medianfrequenz von ungefähr 9 Hz zu messen, Bewusstlosigkeit tritt bei

Werten kleiner gleich 5 Hz ein, der Kornealreflex erlischt ab 2 Hz und ein im EEG darstellbares Burst Suppression Muster ist mit einer Medianfrequenz von 1,5 Hz zu beobachten. (vgl. Kröll 1998: 518) In Abb. 10 wird der Unterschied zwischen der Medianfrequenz eines wachen und eines Patienten/einer Patientin unter Narkose mittels Diagramm dargestellt. Wie in Punkt 1 (SEF) beschrieben, korreliert die Plasmakonzentration nicht immer mit der SEF und der MPF, jedoch sind die genannten Parameter in der Routine ein geeignetes Mittel um Plasmakonzentrationen und die Wirkung der Anästhetika intraoperativ an ihnen abzulesen. (vgl. Kröll 1998: 519)

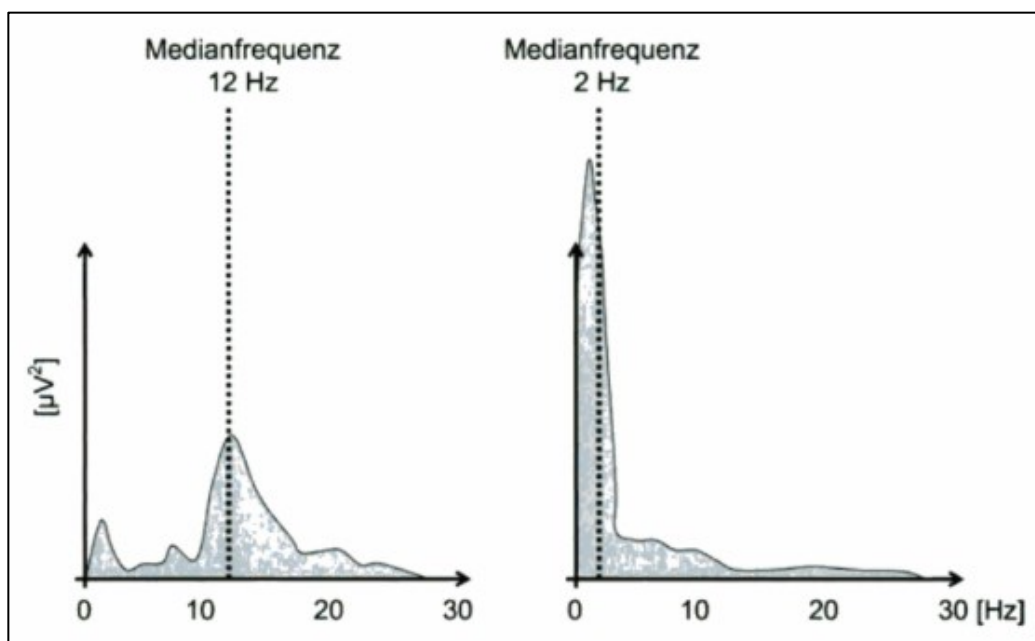


Abb. 10 Medianfrequenz einer wachen (links) und einer narkotisierten Person (rechts) (Schmidt und Bischoff 2005: 42)

3. Peakfrequenz

Die Peakfrequenz, stellt, wie der Name schon sagt, die Frequenz mit der höchsten Amplitude im Leistungsspektrum dar. (vgl. Schmidt und Bischoff 2005: 44)

4. Beta-Ratio

Die Beta-Ratio ist der Frequenzanalyse Parameter, welcher auch im BIS zum Einsatz kommt. Sie wird durch den Logarithmus des Quotienten aus der Energie der hohen Frequenzbänder durch die Energie der niedrigen

Frequenzbänder berechnet. Daraus ergibt sich ein Niedrigfrequenzband im Bereich von 11 bis 20 Hz, welches in zwei der klassischen Frequenzspektren, α - und β -Frequenzbereiche, fällt und ein Hochfrequenzband, welches sich mit dem β_2 -Frequenzbereich deckt. (vgl. Nunes et al. 2012: 108) Ergänzend zu erwähnen ist die mögliche, jedoch nicht sehr gebräuchliche, Einteilung des β -Frequenzbereichs in drei Spektren, β_1 (Frequenzbereich 12,5 – 18 Hz), β_2 (Frequenzbereich 18 – 24 Hz) und β_3 (Frequenzbereich 24 – 30 Hz). (vgl. Zschocke und Hansen 2012: 71, Erstauflage 1995)

5. BSR (Burst-Suppression-Ratio)

Die BSR gibt Auskunft über den Prozentanteil an Nulllinien in einer bestimmten Epoche des gemessenen EEGs. Je höher die BSR, desto stärker wird die Aktivität im EEG unterdrückt. Zu finden ist eine hohe BSR unter hoch dosierter Anästhetikagabe und bei der bewusst herbeigeführten medikamentös gesteuerten Hypothermie. Das Burst-Suppression-Muster wurde im Unterkapitel 2.3.9 näher beschrieben. Aufgrund der periodischen Abfolge der Nulllinien im Burst-Suppression-Muster, kann es in der FFT irrtümlich zur ausschließlichen Erfassung der Nulllinien und somit zu einer inkorrekten Informationsweiterleitung kommen, welche sich in einer isoelektrischen Nulllinie widerspiegelt. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 167)

2.4.3 BIS-Algorithmus

Das Monitoring mittels Bispektralindex (BIS) hat sich als geeignete Methode zur EEG-Überwachung und deren Interpretation während der Narkose etabliert. (vgl. Bruhn 2002: 17) In der beschriebenen Studie wurde der Bispektral-Index eingesetzt, um die Effekte der Akupressur auf die EEG-Aktivität zu dokumentieren. Die selbstklebende Einmal-Elektrode wird auf der Stirn, wenn möglich über der dominanten Gehirnhälfte, angebracht. Die BIS-Sensor-Elektrode besteht aus zwei Mess-, einer EMG- und einer Referenzelektrode. Das Roh-EEG-Signal wird mittels Analog-Digital-Konverter umgewandelt und der jeweilige BIS-Wert über verschiedene Subparameter berechnet. Beim BIS-Wert handelt es sich um eine dimensionslose Zahl im Bereich 0 bis 100. 0 entspricht einer fehlenden Aktivität im

EEG und 100 dem maximalen Wachheitszustand. Die BIS-Werte werden wie in Tab. 3 dargestellt, zugeordnet. (vgl. Bruhn 2002: 17)

Wachheit	100-85
Sedierung	85-65
Allgemeinnarkose	60-40
Zunehmend Burst-Suppression-Muster	30-0

Tab. 3 Zuordnung der BIS-Werte (vgl. Bruhn 2002: 17)

In Abb. 11 ist der BIS-Monitor zu sehen. Die Beschriftungen in der schematischen Abbildung benennen die Anzeigefelder des Monitors. Die dimensionslose Zahl links oben stellt den BIS-Wert dar, das Diagramm im unteren Bereich den zeitlichen Verlauf des BIS-Wertes über einen gewissen Zeitraum inklusive EMG-Skala. Oben rechts finden sich die Balken des SQI (Signalqualitätsindex) und der EMG-Aktivität, weiters das Roh-EEG in Echtzeit und die SR (Suppression Ratio).

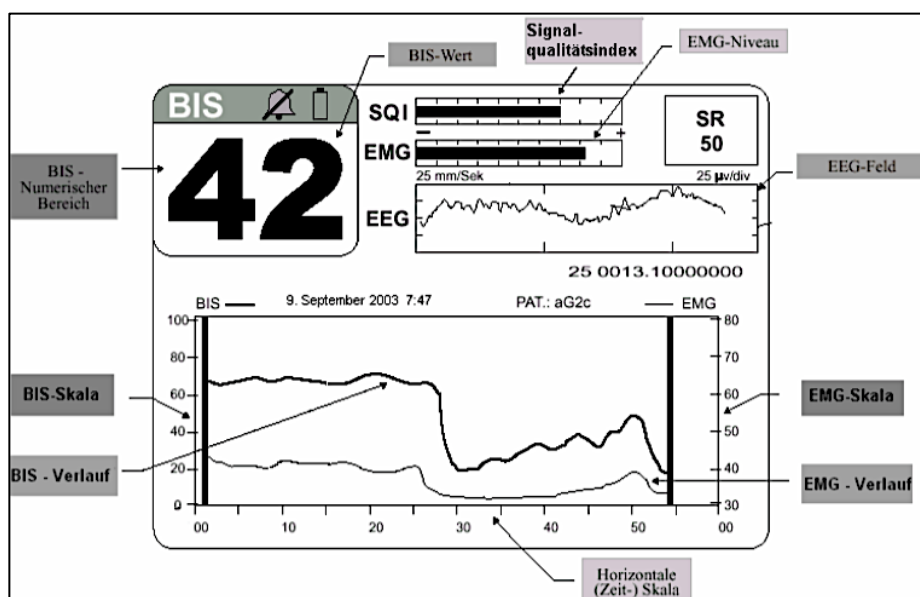


Abb. 11 BIS-Monitor (von Aspect 2000, zit. nach Alves 2007: 20)

Der exakte Algorithmus ist der Firma Aspect Medical Systems (Natick, Massachusetts, USA) vorbehalten, jedoch lässt sich dieser in seinen Grundzügen erklären. Wie bereits im Unterkapitel 2.4.2 beschrieben, stoßen die Monoparameter SEF und MPF als geeignete Narkoseüberwachung an ihre Grenzen. In Abb. 12 ist der Verlauf, der den abnehmenden Wachheitsgrad des

Patienten/der Patientin unter ansteigender Anästhetikagabe von Vigilanz über Allgemeinnarkose bis hin zum Nulllinien-EEG beschreibt, dargestellt. Aufgrund ihrer hohen interpersonellen und individuellen Varianz sind die Monoparameter SEF sowie MPF als Narkosetiefe-Parameter nicht geeignet. Ein weiterer Grund ist der, wie schon bei Beschreibung des Monoparameters SEF erwähnte paradoxe Anstieg von SEF und MPF unter niedrigdosierter Gabe einiger Anästhetika, genannt β -Arousal, beziehungsweise bei einem durch hochdosierte Anästhetika ausgelöstem Burst-Suppression-Muster. Die durchgezogene Linie im Diagramm zeigt den erwünschten Verlauf eines EEG-Parameters zur Messung der Narkosetiefe. (vgl. Bruhn 2002: 17)

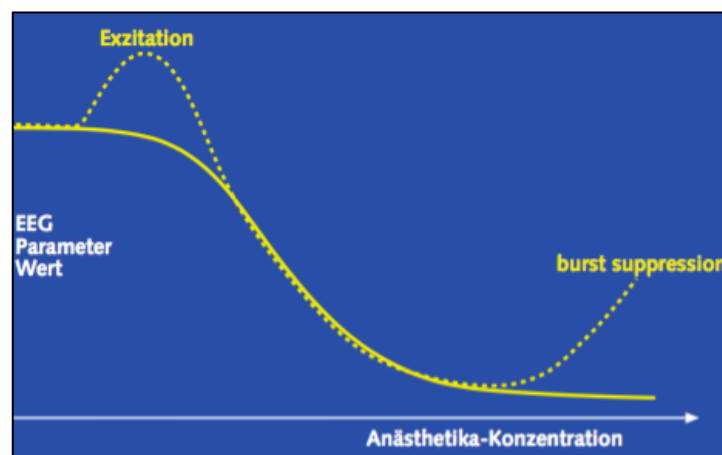


Abb. 12 Optimaler EEG-Parameter (durchgezogene Linie) im Vergleich zu SEF/MPF (gestrichelter Linie) (Bruhn 2002: 17)

Mit dem BIS wird die Problematik der paradoxen Anstiege der SEF und der MPF gelöst, indem ein Subparameter, errechnet aus der Bispektralanalyse, eine relative β -Ratio für geringe und eine Burst-Suppression-Ratio (BSR) für die hohen Konzentrationen an Anästhetika eingesetzt werden. Somit entspricht der Bispektralindex einem Multiparameter-Index. Neben dem Powerspektrum entsteht bei der FFT, die im Unterkapitel 2.4.1 beschrieben wird, auch ein Phasenspektrum, welches außer im Prozess der Bispektralanalyse vernachlässigbar ist. Hierbei wird die Kopplung von Phasenwinkeln der verschiedenen Frequenzen quantifiziert. Jedoch hat der Subparameter aus der Bispektralanalyse keinen allzu großen Einfluss auf den BIS, wie die Namensgebung des Index vermuten lässt. Der BIS-Algorithmus konnte bisher nur

für die BIS-Werte 0 bis 30 aufgeschlüsselt werden und lautet wie folgt: (vgl. Bruhn 2002: 17 f.)

$$\text{„BIS} = 50 - \text{BSR}/2\text{“ (Bruhn 2002: 18)}$$

Der BIS-Wert ist in diesem Bereich rein von der BSR abhängig, die Bispektralanalyse fließt in den Wert nicht mit ein, wenngleich sie bei Burst-Suppression-EEGs relevante Resultate hervorbringt. (vgl. Bruhn 2002: 18) In Abb. 13 ist der Algorithmus, der zum BIS-Wert führt, bildlich wiedergegeben. Das EEG-Signal wird mittels FFT in ein Power- und ein Phasenspektrum umgewandelt. Dieses wird mittels Bispektralanalyse in den SynchFastSlow Subparameter weiterverarbeitet. (vgl. Bruhn 2002: 17) Der SynchFastslow Subparameter wird mittels Logarithmus des Quotienten aus der Energie des Bispektrums von 0.5 bis 47 Hz durch die Energie des Bispektrums von 40 bis 47 Hz berechnet. Er korreliert am besten mit mittelgradiger bis leichter Narkose, Erregungszuständen im EEG und dem intraoperativen Verlauf der Narkosetiefe. Die BSR zeigt das Vorkommen von Burst-Suppression-Mustern an, deren Anzahl mit Tiefe der Narkose zunimmt. Dieser Subparameter hat daher bei tiefer Narkose großen Einfluss auf den BIS-Wert. Die relative β -Ratio ist der wichtigste Berechnungsalgorithmus bei oberflächlicher Sedierung und wurde in Unterkapitel 2.4.2 genauer beschrieben. (vgl. Nunes et al. 2012: 108 f.) Gemeinsam ergeben die genannten Subparameter den BIS-Wert. Die Gewichtung der einzelnen Subparameter hängt vom jeweiligen Sedierungs- beziehungsweise Narkosegrad ab, der genaue Algorithmus wird von der Firma Aspect unter Verschluss gehalten. (vgl. Bruhn 2002: 17)

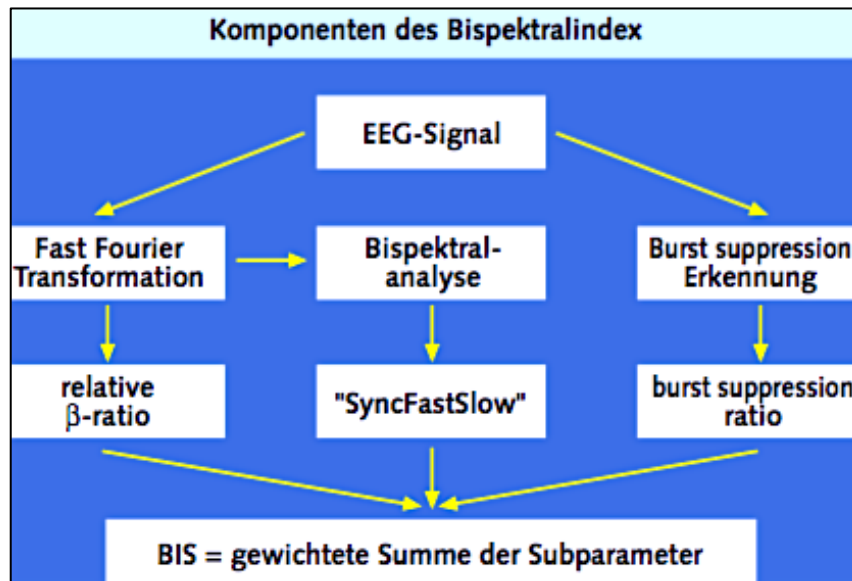


Abb. 13 Komponenten des BIS (Bruhn 2002: 17)

2.4.4 BIS und MAC

Bei gleichem MAC-Wert (Minimum Alveolar Concentration) erzeugen unterschiedliche volatile Anästhetika verschiedene BIS-Werte. Vor allem im niedrigen BIS-Bereich und hohen Anästhetika-Konzentrationen, ist der Effekt auf den BIS-Wert sehr stark vom jeweiligen volatilen Narkosemittel abhängig. In höheren BIS-Bereichen spielt die elektrophysiologische Erregung im EEG die vorrangige Rolle. In der Studie „**Comparison of equi-minimum alveolar concentration of sevoflurane and isoflurane on bispectral index values during both wash in and wash out phases: A prospective randomised study** [Hervorhebung im Original]“ von Gupta et al. aus dem Jahr 2016 wurden BIS-Werte, die von Sevofluran und Isofluran hervorgerufen wurden, bei gleichem MAC-Wert verglichen um das Anästhetikum mit dem besseren hypnotischen Effekt herauszufinden. 60 ASA I und II PatientInnen zwischen 20 und 40 Jahren, bei denen eine Mastoidektomie durchgeführt wurde, wurden in zwei Gruppen unterteilt. Die eine erhielt Isofluran, die andere Sevofluran mit gleichem MAC-Wert. Gemessen wurden die BIS-Werte der Einleitungs- und Ausleitungsphase. Bei äquivalentem MAC zeigte die Studie, wie in Tab. 4 ersichtlich, einen geringeren BIS bei Sevofluran als bei Isofluran. Ursache dafür könnte, wie in früheren Studien beobachtet, ein paradoxer Anstieg des BIS von 35 auf 46 bei einer Konzentrationssteigerung von 0,8% auf 1,6% Isofluran und dessen Senkung

auf den Ausgangswert bei Rückgang der Konzentration auf 0,8% sein. Möglicherweise verursacht durch das hochfrequente „pre-burst“ EEG. Ein weiterer Faktor ist der ungeklärte Einfluss des dem Isofluran zugefügten Lachgases (N₂O). Laut früheren Studien vermindert dieses den dämpfenden Effekt auf die EEG-Aktivität, jedoch gibt es widersprüchliche Aussagen zu dieser Hypothese. Herzfrequenz und Blutdruck waren bei den PatientInnen mit Sevofluran stabiler als bei PatientInnen mit Isofluran. BIS zeigte in dieser Studie seinen Nutzen in der präzisen Dosierung und somit rascheren Erholung von der Narkose. (Gupta et al. 2016: 79-83)

MAC	Group I (n=30)		Group S (n=30)		P value
	Mean±SD	Min-max	Mean±SD	Min-max	
0.00	95.33±1.86	92-98	95.37±1.88	93-99	0.945
0.50	55.87±3.19	50-63	54.13±2.83	48-61	0.030
1.00	49.87±2.69	44-56	46.30±3.44	40-53	0.0003
1.50	45.17±2.76	39-51	41.63±3.97	34-48	0.0001
1.00	51.83±3.17	46-58	46.90±4.72	38-59	0.0001
0.50	57.90±2.28	53-65	51.83±3.36	46-57	<0.0001
0.00	92.77±1.94	89-96	92.73±1.80	90-96	0.945

Tab. 4 Vergleich der BIS-Werte von Isofluran u. Sevofluran bei gleichem MAC (Gupta et al. 2016: 80)

2.4.5 BIS versus Entropie

Um Effekte der Anästhetika auf das zentrale Nervensystem zu quantifizieren, ist das EEG beziehungsweise dessen prozessierten EEG-Parameter die Methode der Wahl. In einigen Studien ergaben sich Unterschiede zwischen der BIS-Messung und den Werten des Entropie-Moduls (SE, State Entropie) während Allgemeinnarkose oder Sedierung. In anderen Studien ist sogar die Rede von paradoxen Änderungen und inakkuratem Ablesen von Indexwerten als mögliche Fehlerquelle. Bisher wurde jedoch kein elektrophysiologischer Hintergrund für diese Unstimmigkeiten erforscht. Zahlreiche Faktoren, wie physiologische Erregungszustände, epilepsieartige Spikes (Begriffsdefinition siehe Unterkapitel 2.3.9) oder Artefakte, können EEG-Muster erzeugen, die vom zu erwartenden

„normalen“ Anästhesie-Muster abweichen. Unterschiedliche Anästhetika sind ebenfalls für abweichende EEG-Muster verantwortlich. Weiters hat sich gezeigt, dass die Übereinstimmung von Entropie und BIS mit dem Alter abnimmt. Das Ziel der finnischen Studie „**Comparison of Bispectral Index and Entropy values with electroencephalogram during surgical anaesthesia with sevoflurane** [Hervorhebung im Original]“ von A. J. Aho et al. aus dem Jahr 2015 setzte sich das Ziel, diejenigen EEG-Eigenschaften und Artefakte zu analysieren, welche für die Unterschiede in den BIS- und Entropie-Indexwerten während einer Sevofluran-Narkose verantwortlich sind. Zu diesem Zweck wurden 65 Patientinnen zwischen 50 und 80 Jahren und einem ASA-Status von I bis III während einer länger als 30 Minuten andauernden gynäkologischen Operation mit endotrachealer Intubation mittels EEG, BIS und Entropie-Modul überwacht. Verwertet wurden alle Differenzen, die größer gleich zehn Einheiten über 60 oder mehr Sekunden anhielten. Die elektrophysiologischen Ursachen für die Differenzen zwischen BIS und SE sind in Tab. 5 dargestellt. Bei langsamer EEG-Aktivität war BIS höher als SE, bei Burst-Suppression-Mustern war SE höher als BIS. Eine Hypothese hierfür ist die fallweise vorhandene Unfähigkeit des Entropie Algorithmus ein Burst-Suppression-Muster richtig zu detektieren. Auch der BIS-Algorithmus erkennt ein BSM nicht immer, daher ist das Aufscheinen der Roh-EEG-Kurve am Anästhesie-Monitor äußerst sinnvoll, da es für das geschulte Auge visuell eindeutig zu erkennen ist. Bei schneller EEG-Aktivität war SE höher als BIS. Während Einsatz des Elektroauters stiegen beide Indices an, BIS mehr als SE. Nach Beendigung gingen beide auf ihre Ausgangswerte zurück. EMG-Signale führten in vier Episoden zu höheren BIS- als SE-Werten. Diese und frühere Studien haben gezeigt, dass Entropie resistenter gegen Artefakte ist als BIS. (vgl. Aho 2015: 259-265)

θ- und δ-Wellen	BIS > SE (max. 41 EH)
δ-Wellen mit α/β-Aktivität	SE > BIS (max. 43 EH)
Schnelle α/β-Aktivität	SE > BIS (max. 30 EH)
Burst-Suppression-Muster	SE > BIS (max. 43 EH)
Elektrokauter-Signale (Artefakt)	BIS > SE (max. 42 EH)
EMG-Signale (Artefakt)	BIS > SE (max. 42 EH)

Tab. 5 Elektrophysiologische Ursachen für BIS und SE-Differenzen (vgl. Aho 2015: 260)

2.4.6 BIS und Akupressur

In zahlreichen früheren Studien wurde, wie auch in unserer beschriebenen Studie, der Bispektralindex als Maß des Entspannungseffekts der Akupressur eingesetzt. In der Studie „**Acupressure on the Extra 1 Acupoint: The Effect on Bispectral Index, Serum Melatonin, Plasma β-Endorphin, and Stress** [Hervorhebung im Original]“ von Fassoulaki et al. aus dem Jahr 2007 wurde ebenfalls eine Akupressur des Yin Táng-Punktes, zwischen den Augenbrauen, an vier männlichen und acht weiblichen ASA I ProbandInnen, zwischen 28 und 35 Jahren, durchgeführt. Man erwartete sich eine Verminderung des BIS-Wertes und des Stresspegels. Jede/r Proband/in erhielt an drei aufeinanderfolgenden Tagen in Behandlung A eine Akupressur am Yin Táng-Punktes, in Behandlung B eine Scheinakupressur 2 cm vom lateralen Ende der linken Augenbraue und in der Kontrollbehandlung C keine Akupressur. Die Akupressur wurde mit dem Daumen mittels zwanzig bis 25 kreisenden Bewegungen pro Minute über einen Zeitraum von zehn Minuten ausgeübt. Das Ergebnis der Studie in Bezug auf die BIS-Wertänderung war eine deutliche Senkung des BIS-Wertes während der Yin Táng-Akupressur im Vergleich zur Scheinakupressur und zur Kontrollbehandlung ohne Akupressur. (vgl. Fassoulaki et al. 2007: 312-315)

2.5 Herzratenvariabilität

2.5.1 Hintergrund der HRV

Die klinische Relevanz der HRV wurde erstmals 1965 von Hon und Lee entdeckt, als Änderungen der IBIs (interbeat intervalls) ohne Veränderung der Herzfrequenz das erste Anzeichen für fetalen Distress darstellten. In den 1970er-Jahren schenkte man der Existenz physiologischer Rhythmen der IBIs immer mehr Bedeutung. 1977 zeigten Wolf et al. erstmals den Zusammenhang zwischen erhöhtem Postinfarkt Mortalitätsrisiko und verminderter HRV. In 1981 wurde die Powerspektralanalyse von Herzfrequenzschwankungen zur quantitativen Evaluation der IBIs eingeführt. In den späten 1980er-Jahren gewann die HRV an Bedeutung, als bewiesen werden konnte, dass die HRV ein aussagekräftiger, unabhängiger Prädiktor für die Mortalität nach einem akuten kardialen Infarkt sei. Durch den Fortschritt der Technik ist es möglich kardiographische Mehrkanalaufnahmen über 24 Stunden zu nutzen, um zusätzliche Informationen über die physiologische und pathologische Kondition eines Patienten/einer Patientin zu erhalten und dies für Riskmanagement und individuelle Prävention zu nutzen. (vgl. Camm et al. 1996: 355)

2.5.2 Entstehung des HRV-Signals

Eine gesunde Herzfunktion ist durch irreguläre Intervalle zwischen den aufeinanderfolgenden Herzschlägen gekennzeichnet. Diese Variabilität resultiert aus Rhythmusschwankungen der, den Rhythmus der Herzaktivität vorgebenden Komponenten, um die kardiovaskuläre Homöostase aufrechtzuerhalten und die Herzfrequenz auf etwaige Anforderungen anzupassen. Die HRV ist somit ein Maß für die Anpassungsfähigkeit des Herzens und somit des kardiovaskulären Kreislaufs an Belastungen. Die Abweichungen in der zeitlichen Abfolge der Herzschläge bewegen sich in einem Bereich von über 100 ms als Reaktion auf eine Belastung oder Anforderung. Die HRV (Herzfrequenz- beziehungsweise Herzratenvariabilität) beschreibt die Änderung der Herzfrequenz während eines gemessenen Zeitintervalls, wenn die zeitliche Abfolge der Herzperioden analysiert wird. Die autonome und die neurovegetative Herzaktivität werden mittels HRV gemessen. (vgl. Hottenrott 2002: 2) Die HRV wird hauptsächlich durch das ANS

(autonome Nervensystem) gesteuert. Weiters ist das zentrale Nervensystem, genauer die Formatio reticularis der Medulla oblongata, der Hypothalamus und Areale des Neo- und des Paleocortex, an der kardiovaskulären Regulation beteiligt. Wenn die aufeinanderfolgenden Intervalle zwischen den Herztönen (IBIs) auf einer Zeitachse dargestellt werden, ergibt sich eine oszillierende Kurve. Diese uneinheitliche Oszillation ergibt sich aus den rhythmischen Impulsen der unterschiedlichen regulatorischen Komponenten. Die rhythmische Aktivität ausgehend vom parasympathischen Nervensystem (PNS) hat eine höhere Frequenz, als die des sympathischen Nervensystems (SNS). (vgl. Borell et al. 2007: 295)

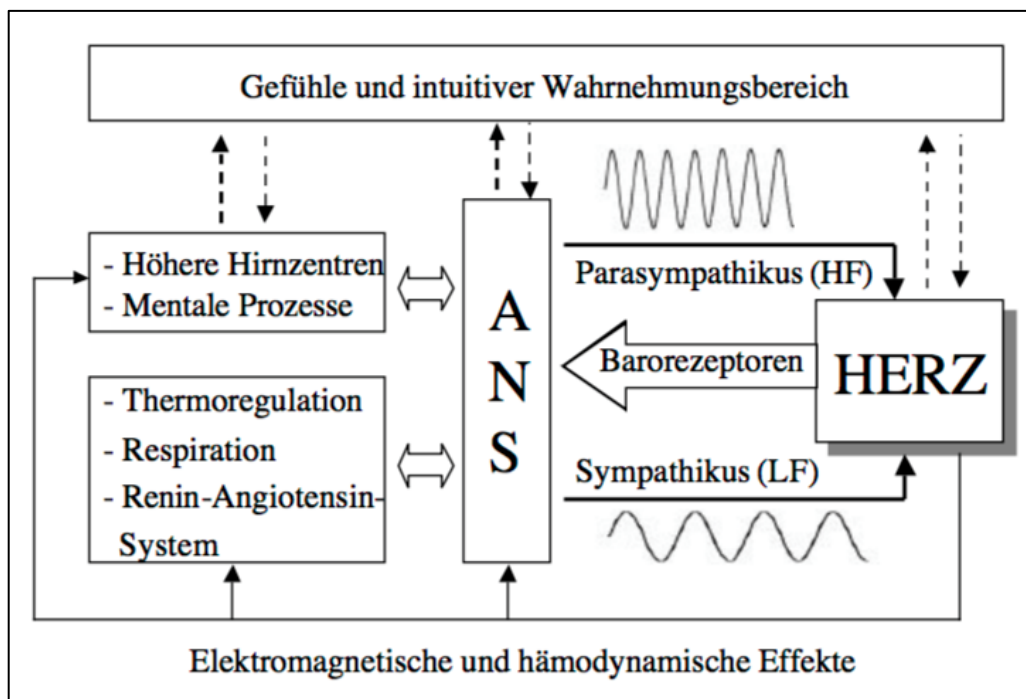


Abb. 14 Die HRV beeinflussende Regelkreise (mod. nach MCCRATY [Hervorhebung im Original] u.a. 1997 zit. nach Hottenrott 2002: 3)

In der folgenden Aufzählung werden die fünf, die HRV maßgeblich beeinflussenden, Regelkreise, welche in Abb. 14 vereinfacht dargestellt sind, näher beschrieben:

a) Barorezeptorischer Regelkreis

Die Barorezeptoren, welche größtenteils im Carotissinus und dem Aortenbogen zu finden sind, reagieren auf die Wanddehnung der

Gefäße. Arterielle Blutdruckschwankungen werden mit das ANS beeinflussenden Impulsabfolgen beantwortet. Afferente Impulse ausgehend von den Barorezeptoren wirken hemmend auf Komponenten des SNS und erregend auf die des PNS. Die sich daraus ergebende Abfolge wird als Baroreflexschleife bezeichnet. In dieser entsteht eine intrinsische Oszillation mit einer Frequenz von 0,1 Hz, welche sich mittels HRV detektieren lässt. Ein gesteigerter Sympathikotonus steht in Zusammenhang mit vermehrten, durch den Baroreflex hervorgerufenen, Schwankungen der Herzfrequenz.

b) Regelkreis der Atmung

Die Atmung beeinflusst die HRV direkt: durch Einatmen ist eine Steigerung und durch Ausatmen eine Senkung der Herzfrequenz erkennbar. Das beobachtete, vom PNS ausgehende, Phänomen wird als respiratorische Sinusarrhythmie bezeichnet und verstärkt sich mit zunehmender Entspannung eines Menschen. Dieses Phänomen ist ebenfalls in der HRV darstellbar. Je höher der Sympathikotonus, desto weniger Einfluss hat die Atmung auf die HRV.

c) RAS (Renin-Angiotensin-System)

Das RAS ist für den Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt verantwortlich und reguliert den Blutdruck dadurch ebenfalls mit. Es fungiert als Gegenspieler der Baroreflexschleife bei vermindertem peripheren Gefäßwiderstand. In dieser Funktion hat es Einfluss auf die HRV im niederfrequenten Bereich.

d) Thermoregulation

Ebenfalls im Niedrigfrequenz-Bereich nimmt die Thermoregulation Einfluss auf die HRV.

e) ANS (Autonomes Nervensystem)

Nicht nur die körperinternen Regelkreise beeinflussen das ANS beziehungsweise das Herz, auch die von der Wahrnehmungs- und Gefühlswelt und den höheren Hirnzentren ausgehenden Reize.

Weitere die HRV beeinflussende Faktoren sind prinzipiell dieselben, welche auf die Herzfrequenz wirken, wie Alter, Geschlecht, Medikamente, Stress, etc. Ein wichtiger Einflussfaktor für die HRV ist die Arbeitsmuskulatur. Je höher die körperliche Anstrengung ist, desto mehr Impulse gibt die Muskulatur ab und desto geringer wird der Vagotonus. In einem sehr hohen Frequenzbereich sind die Abweichungen der IBIs kaum mehr messbar. In Abb. 15 ist der Zusammenhang der HF und der HRV unter Belastung dargestellt. Bei einer proportionalen HF-Zunahme, ist die HRV-Abnahme überproportional bis zu einer Sauerstoffaufnahme von 60%. (vgl. Hottenrott 2002: 3-5)

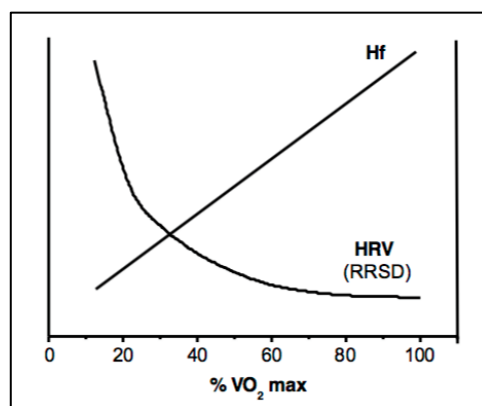


Abb. 15 Zusammenhang zwischen HF und HRV (Hottenrott 2002: 6)

2.5.3 Auswertung der HRV

Um die HRV qualitativ analysieren zu können, wird diese im **Tachogramm** in zeitliche Relation gesetzt. In dieser Darstellung wird die Detektion von Extrasystolen und etwaigen Artefakten erleichtert, welche vor einer nachfolgenden Analyse herausgefiltert werden müssen. (vgl. Hottenrott 2002: 7) Von besonderer Bedeutung ist die Dauer der Messung. Von long term Messungen spricht man ab 24 Stunden, von short term bei Messungen kleiner gleich fünf Minuten. Um Befunde miteinander vergleichen zu können, müssen die Messungen von gleicher Dauer sein bzw. die gleiche Anzahl an IBIs enthalten. Die long term Messungen ergeben nur einen „Grand Average“, da die physiologischen Modulatoren nicht konstant stabil bleiben. (vgl. Hottenrott 2002: 17) In Tab. 6 werden die Parameter, welche zur Auswertung des Tachogramms herangezogen werden und somit zur Befundung der HRV beitragen, beschrieben: (vgl. Hottenrott 2002: 7)

Auswertungsparameter	Maßeinheit	Begriffsdefinition
RR oder NN	ms	Abstand zw. 2 Herzschlägen bzw. 2 R-Zacken im EKG
RRSD oder SDNN	ms	Standardabweichung aller NN-Intervalle während einer Messung (entspricht der Gesamtvariabilität)
RMSSD	ms	Quadratwurzel vom quadrierten Mittelwert der summierten Differenzen aufeinanderfolgender RR-Intervalle; zeigt Herzfrequenzänderungen innerhalb eines RR-Intervall an (Kurzzeitvariabilität); parasympathische Aktivität wird angezeigt
pNN50	%	Prozentualer Anteil sukzessiver NN-Intervalle mit Abweichungen größer gleich 50 ms; HF-Schwankungen größeren Ausmaßes werden analysiert; parasympathische Aktivität wird angezeigt

**Tab. 6 Begriffsdefinitionen der HRV-Parameter im Tachogramm
(vgl. Hottenrott 2002: 8 f.)**

Der **Poincaré Plot**, auch genannt Lorenz- oder Streudiagramm, ist ein zweidimensionales Diagramm zur Darstellung von IBIs. Jeder Punkt im Diagramm gibt die Dauer eines IBI in Abhängigkeit zum vorangegangenen IBI an. Der Poincaré Plot ermöglicht eine qualitative Analyse durch die visuelle Begutachtung und Interpretation der klassifizierten geometrischen Form des Diagramms. Bei einem gesunden Menschen zeigt sich eine Ellipse. Treten abweichende geometrische Formen auf, können diese Hinweis auf eine Herzinsuffizienz sein, die in anderen HRV Messmethoden unentdeckt geblieben wären. Die quantitative Analyse geht aus der Position der Ellipse im Diagramm hervor, die sich mit dem Zentrum des Streudiagramms an sich decken sollte. Dafür wird das zweidimensionale Diagramm um 45° im Uhrzeigersinn gedreht und die

Standardabweichung (SD1) um die horizontale Achse, die sich durch die Messwerte zieht, berechnet. Die sich daraus ergebenden kleinen Halbachsen der Ellipse stehen für die Kurzzeit-HRV. Das Diagramm wird danach um 45° gegen den Uhrzeigersinn gedreht um die Standardabweichung (SD2) um die horizontale Achse zu berechnen, welche die großen Halbachsen und somit die Langzeit-HRV darstellen. Die quantitative Analyse können Aufschluss über Vagusregulation und Arrhythmien geben. (vgl. Borell et al. 2007: 300) Erkennbar sind Artefakte oder Arrhythmien an Punkten im Streudiagramm weit außerhalb der Ellipse. Den Entspannungszustand einer zu messenden Person, ebenso Stresszustände und andere psychische Anspannungen sind an Größe und Form der Ellipse ablesbar. (vgl. Hottenrott 2002: 9 f.)

Ebenso wie beim prozessierten EEG, kann auch bei der HRV die Powerspektralanalyse FFT (Fast-Fourier-Transformation) zur mathematischen **Frequenzanalyse** eingesetzt werden. In Tab. 7 werden die zur Analyse herangezogenen Parameter aufgelistet und definiert. (vgl. Borell et al. 2007: 300)

Parameter	Begriffsdefinition
HF, High Frequency	Frequenz von 0,15 – 0,4 Hz; parasympathisch gesteuert; Einfluss der Atmung; Entspannung
LF, Low Frequency	Frequenz von 0,04 – 0,15 Hz; größerer sympathischer Einfluss; parasympathischer Einfluss bei niedriger Atemfrequenz; barorezeptorische Aktivität
VLF, Very Low Frequency	< 0,04 Hz; Einfluss von Renin-Angiotensin System, Vasomotorik u. Thermoregulation
LF/HF-Ratio	Ausmaß des sympathischen (Stress) u. des parasympathischen Einflusses (Entspannung) auf das Herz

Tab. 7 Begriffsdefinitionen der Parameter in der HRV-Frequenzanalyse (vgl. Hottenrott 2002: 10 f.)

Die in Tab. 7 beschriebene LF/HF-Ratio wird in den Abb. 16a und 16b bildlich dargestellt. Abb. 16a zeigt den ausgewogenen Zustand eines gesunden

Menschen mit einer normalen HRV. Er ist in der Lage auf Umwelteinflüsse oder interne Belastungen adäquat zu reagieren und sich anzupassen. In Abb. 16b wird eine Verschiebung in Richtung des sympathischen Einflusses und das daraus resultierende Ungleichgewicht dargestellt. Die Verminderung der HRV hat ebenfalls Einfluss auf die bio-psycho-soziale Ebene eines Organismus und kann zu anhaltenden psychischen Anspannungszuständen, sowie zu Depression führen. (vgl. Hottenrott 2002: 12)

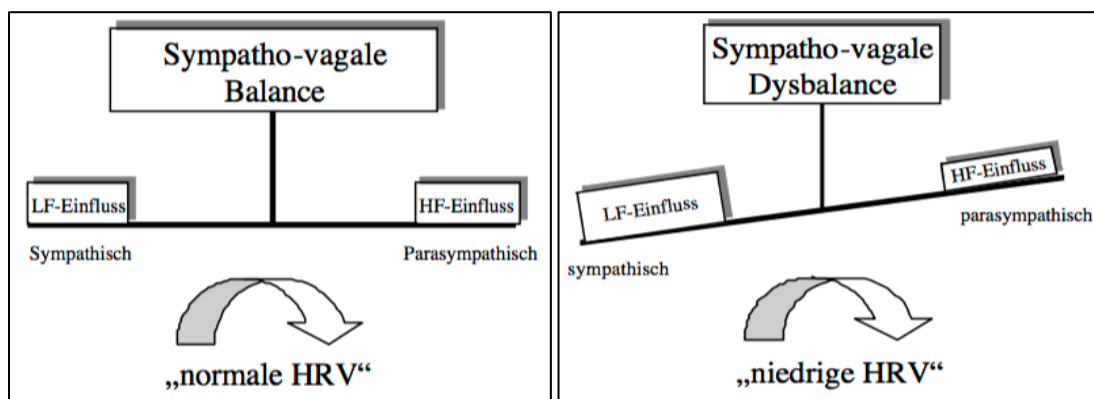


Abb. 16a und 16b Ausgewogene vs verminderte HRV (Hottenrott 2002: 12)

2.5.4 Anwendungsgebiete der HRV

Von großer Bedeutung ist die HRV in der Intensivmedizin bei Langzeitüberwachung der PatientInnen und, wie schon erwähnt, der Risikoabschätzung von Postinfarkt-PatientInnen. Des Weiteren spielt die HRV bei der Diagnose und Einschätzung von diabetischer Polyneuropathie, Blutdruckproblemen, plötzlichem Herztod, chronischer Herzinsuffizienz und Kardiomyopathien eine Rolle. Für die Wirksamkeit von Medikamenten, die auf das Herz-Kreislaufsystem wirken, ist die HRV ebenfalls ein Parameter. Ein großes Einsatzgebiet der HRV seit den 1990er Jahren ist der Sport. Durch die mobilen Geräte wurde die Messung während sportlicher Aktivität ermöglicht, welche mit den Messungen in Ruhe verglichen werden können. Im sportlichen Bereich lässt sich mittels Messung der HRV durch Auslotung individueller Belastungsgrenzen Trainingsoptimierung erzielen. (vgl. Hottenrott 2002: 17 f.) Seit die HRV als stabiler Marker für das autonome Nervensystem und als Indikator für Stressresistenz gilt, ist die HRV-Messung aus der Weiterentwicklung des Stressmanagements nicht mehr wegzudenken. Wie bereits in Unterkapitel 2.5.3

beschrieben, steht eine hohe HRV für eine große Flexibilität im Selbst-Regulierungssystem des Menschen. Generalisierte Angstzustände, posttraumatische Belastungs- und Panikstörungen, sowie kardiovaskuläre Erkrankungen gehen hingegen mit herabgesetzter HRV einher. Der HRV wird daher immer mehr Beachtung in psychiatrischen und psychologischen Studien geschenkt, da sie als Parameter für die Wirksamkeit von Entspannungstechniken, wie Autogenem Training oder Progressiver Muskelentspannung, und HRV Biofeedback Behandlungen, zur Reduktion psychiatrischer oder psychischer Symptome, gemessen wird. Unter HRV Biofeedback Behandlungen versteht man das Bewusstmachen der eigenen physiologischen Körperfunktionen, wie die bewusste Bauchatmung, während der Patient/die Patientin sein/ihr aktuelles HRV Feedback über ein Messgerät ablesen kann. (vgl. Lee et al. 2015: 391-396)

2.5.5 HRV und Akupressur

In der Studie „**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** [Hervorhebung im Original]“ von Arai et al. aus dem Jahr 2011 wurde an 24 ProbandInnen (12 Männer, 12 Frauen) eine Akupressur des Yin Táng-Punktes durchgeführt, wie es in der beschriebenen Studie ebenfalls erfolgte, die restlichen 24 ProbandInnen befanden sich in der Kontrollgruppe und erhielten eine Akupressur am Sham-Punkt (falscher Akupressurpunkt). Die ProbandInnen wurden in eine ruhige Umgebung gebracht, um sich dort zehn Minuten zu entspannen. Nach fünf Minuten startete die Akupressur mittels kreisender Bewegungen des rechten Daumens über fünf Minuten. Danach blieben die ProbandInnen für weitere fünf Minuten sitzen und wurden weiterhin mittels EKG und Spektraler Entropie überwacht. Die Akupressur führte zu keiner statistisch signifikanten Veränderung der Herzfrequenz. Die LF/HF-Ratio wurde statistisch signifikant gesenkt, stärker bei den weiblichen Probandinnen, als bei den männlichen Probanden, und blieb nach Beendigung der Akupressur nur bei den weiblichen Probandinnen für kurze Zeit auf dem gesenkten Niveau. (vgl. Arai et al. 2011: o. S.)

2.6 Nah-Infrarot-Spektroskopie

2.6.1 Hintergrund der NIRS

Die Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) wurde 1977 von Jöbsis entwickelt. Es handelt sich dabei um eine nichtinvasive Methode den Metabolismus des Sauerstoffs im Gehirn regional zu messen. Das Verfahren macht eine rechtzeitige Erkennung von Hypoxie und zerebraler Minderperfusion möglich. Die drei nachfolgenden Parameter können im Rahmen der NIRS bestimmt werden:

- Oxyhämoglobin / Desoxyhämoglobin ($\mu\text{mol/l}$)
- regionale Gewebesättigung ($r\text{sO}_2$; %)
- reduzierte Zytochromoxidase aa_3 ($\mu\text{mol/l}$)

Das Verhältnis von oxygeniertem zu desoxygeniertem Hämoglobin ist Marker für eine mögliche Gewebshypoxie. Das mitochondriale Enzym Zytochromoxidase aa_3 ist an der Atmungskette und Bildung von ATP beteiligt. Das Enzym kann im oxidierten oder im reduzierten Zustand vorkommen. Je nach Vorhandensein von Sauerstoff und den Elektronenströmen in der Atmungskette, ist die eine oder die andere Form vorherrschend. Überwiegt der reduzierte Zustand der Zytochromoxidase aa_3 , ist das Angebot an Sauerstoff im Vergleich zum Elektronenfluss, der beim Substratabbau entsteht, vermindert. Herrscht die oxidierte Form des Enzyms vor, spricht dies für ein vermindertes Angebot an Substrat, sowie einer verstärkten Ausschöpfung des Sauerstoffangebotes. Die reduzierte Zytochromoxidase aa_3 ist somit ein Prädiktor für den intrazellulären Sauerstoffgehalt und eine mögliche Gewebshypoxie. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 264)

2.6.2 Funktionsweise der NIRS

Die Messung erfolgt in einem kegelförmigen Gewebsabschnitt, welcher arterielle, venöse und kapilläre Anteile enthält. Von einer Lichtquelle wird Licht von verschiedener Frequenz und Intensität mit einer Eindringtiefe von bis zu 8 cm in das Gewebe entsandt und reflektiert. (vgl. Hoeft et al. 2008: 326) Das Licht der NIRS liegt im Wellenlängenbereich von 700 bis 950 nm. Es wird abhängig von

Gewebeart und den vorkommenden Chromophoren (Oxy- oder Desoxyhämoglobin und reduzierte oder oxidierte Zytochromoxidase aa₃) verschieden absorbiert und reflektiert. Das reflektierte Licht wird von einem Lichtdetektor absorbiert und mittels Algorithmus, der, den Absorptionscharakter des jeweiligen Gewebes (Liquor, Gehirn, Knochen, Haut) und der Chromophoren berücksichtigt, in die Parameter rsO₂, Zytochromoxidase aa₃ und Oxy- oder Desoxyhämoglobin umgewandelt. (vgl. Jantzen und Löffler 2000: 264 f.) Anders als bei einem Pulsoxymeter handelt es sich bei der NIRS um eine vom Puls unabhängige, durchgehende Messung. Aufgrund des unausgewogenen Verhältnisses 84:16 von cerebralem venösen zu arteriellem Blut, stellt das Messergebnis hauptsächlich die cerebrovenöse Sättigung dar. Die Messmethode der NIRS kann in zwei Bereiche unterteilt werden, die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration und die der Sauerstoffsättigung. (vgl. Hoeft et al. 2008: 326)

2.6.3 Anwendungsgebiete der NIRS

Wie bereits beschrieben, handelt es sich bei der NIRS um eine nichtinvasive Methode, die cerebrale Perfusion und Oxygenierung im zeitlichen Verlauf zu messen. Zu Beginn des Einsatzes von NIRS-Geräten in den 1990er Jahren, waren die Ergebnisse nicht zuverlässig genug. Durch moderne Technologien der weiter entwickelten Spektroskopie, wurden jedoch Erfolge erzielt, welche die NIRS als neues **Monitoring** für PatientInnen mit kritischer cerebraler Oxygenierung etablieren könnten. Ein weiterer neuer **Bedside-Test**, welcher die cerebrale Perfusion durch den intravenös injizierten Farbstoff Indocyaningrün (ICG) mittels NIRS misst, könnte für PatientInnen mit einem ischämischen Insult bei Fragestellung einer Thrombolyse von Bedeutung sein. Bei PatientInnen mit **Schädel-Hirn-Trauma** kann man bei erhöhtem intracraniellem Druck und abnehmenden cerebralen Perfusionsdruck, ein vermindertes Oxyhämoglobin und ein erhöhtes Desoxyhämoglobin messen. Die noch nicht gänzlich ausgereifte räumliche Auflösung, verhindert den Einsatz der NIRS in der räumlichen Zuordnung von intracerebralen Hämatomen. Eine weitere Anwendung findet die NIRS als Teil des Monitorings von **Carotisoperationen**, welches die Verhinderung eines ipsilateralen Insultes zum Ziel hat. Sinkt die Sauerstoffsättigung während

des Abklemmens um mindestens 13%, hat dies EEG-Veränderungen zur Folge, andere Studien nennen ein Absinken um 11 bis 25% als Prädiktor einer cerebralen Ischämie. Wie bei Carotisoperationen, kommt die NIRS auch bei **Herzoperationen** zum Einsatz um die intraoperative cerebrale Oxygenierung zu optimieren und somit Langzeitschäden durch eine Ischämie zu verhindern. Ein wiederholtes intraoperatives Auftreten cerebraler Sauerstoffsättigung von weniger als 50% korreliert mit häufigem postoperativen Auftreten neuropsychologischer Schäden. Für **cerebrovaskuläre Ereignisse** und den damit verbundenen Therapien, ist der Nutzen der NIRS aufgrund widersprüchlicherer und zu geringer Datenlage noch nicht vollständig geklärt. Während einer **Reanimation** kann man die NIRS zur Objektivierung einer ansteigenden cerebralen Oxygenierung als prognostischen Faktor ansehen. (vgl. Terborg und Keller 2015: 75 f., Erstauflage 2008)

2.6.4 NIRS und Akupressur

In einer Akupressurstudie wurde der Xiyangguan Akupunkturpunkt (GB33) auf der lateralen Seite des Knies, in einer Vertiefung über dem lateralen Femur-Epicondylus und der Bizepssehne, von zwölf gesunden ProbandInnen über fünf Minuten durch Daumendruck stimuliert. Frühere Studien haben einen Einfluss von Akupressur und Akupunktur auf die Durchblutung der Körperoberflächen bewiesen. Die genannte Studie „**Acupressure at the Meridian Acupoint Xiyangguan (GB33) Influences Near-Infrared Spectroscopic Parameters (Regional Oxygen Saturation) in Deeper Tissue of the Knee in Healthy Volunteers.**“ von Litscher et al. aus dem Jahr 2013, wollte die Frage klären, ob auch Durchblutung tieferer Gewebeschichten durch Akupressur beeinflusst wird. Als Parameter wurde die rsO₂, gemessen von einem Zweikanal-Oximeter, basierend auf NIRS-Technologie, herangezogen. Die Messungen haben ein Ansteigen des rsO₂ während der Akupressur bei allen zwölf ProbandInnen ergeben. Am zweiten, nicht stimulierten Knie, konnte ebenfalls ein leichtes, statistisch nicht signifikantes, Ansteigen des Mittelwertes der rsO₂ gemessen werden. (vgl. Litscher et al. 2013: o. S.)

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse EEG

Aufgrund der einfacheren Handhabung im Vergleich zu herkömmlichen EEGs kommt das *Brain Status* EEG (nähere Beschreibung in Unterkapitel 2.3.11) auf der neurochirurgischen Intensivstation des Universitätsklinikums Graz immer öfter zum Einsatz. Besonders die Detektion von NCSE immobilisierter IntensivpatientInnen soll damit erleichtert werden. Auch in unserer beschriebenen Studie wollten wir EEG-Veränderungen, ausgelöst durch die pneumatische Akupressur des Yin Táng-Punktes, mittels *Brain Status* EEG nachweisen. Die *Brain Status* Elektrode wurde korrekt (siehe Abb. 8) angebracht und ein physiologisches EEG-Signal der wachen Probandin konnte abgeleitet werden. Nach Beginn der mechanischen Stimulation des Yin Táng-Punktes zwischen den Augenbrauen der ersten Probandin, kam es jedoch zu einer Verlangsamung der Wellen durch eine artifizielle Synchronisation des EEGs mit der Akupressureinwirkung und somit zur Unauswertbarkeit des EEGs. Auf die Messung weiterer ProbandInnen wurde infolge dessen verzichtet. Wir konnten keine verwertbaren EEG-Veränderungen durch die durchgeführte Akupressur für unsere Studie detektieren und daher keine Ergebnisse zu EEG-Veränderungen unter Akupressur des Yin Táng-Punktes gewinnen.

3.2 Ergebnisse BIS

Die BIS-Messung über den gesamten Zeitraum von 25 Minuten wurde für die statistische Auswertung in vier definierte Messzeitpunkte eingeteilt:

- „Vorbereitung Patient“
- „Akupressurbeginn“
- „Akupressurende“
- „Nachkontrolle“

Tab. 8 zeigt die Zusammenfassung der Fallverarbeitung mit allen 21 ProbandInnen zu allen 4 Messzeitpunkten.

	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamtsumme	
	H	Prozent	H	Prozent	H	Prozent
VorbereitungPatient	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%
Akupressurbeginn	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%
Akupressurende	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%
Nachkontrolle	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%

Tab. 8 Zusammenfassung der Fallverarbeitung

Die deskriptive Statistik wurde in den Tab. 9 und 10 erfasst. Zum Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ betrug der BIS-Mittelwert 90,286 (+Standardabweichung 6,3494). Zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ betrug der BIS-MW 91,476 (+SD 4,6757) und bei „Akupressurende“ 78,143 (+SD 15,3013). Zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ betrug der BIS-MW 86,095 (+SD 9,3161).

		Statistik	Standardfehler	
VorbereitungPatient	Mittelwert	90,286	1,3855	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	87,396	
		Obergrenze	93,176	
	5% getrimmter Mittelwert	90,757		
	Median	91,000		
	Varianz	40,314		
	Standardabweichung	6,3494		
	Minimum	74,0		
	Maximum	98,0		
	Bereich	24,0		
	Interquartilbereich	8,0		
	Schiefe	-1,245	,501	
	Kurtosis	1,709	,972	
	Akupressurbeginn	Mittelwert	91,476	1,0203
95 % Konfidenzintervall für Mittelwert		Untergrenze	89,348	
		Obergrenze	93,605	
5% getrimmter Mittelwert		91,693		
Median		92,000		
Varianz		21,862		
Standardabweichung		4,6757		
Minimum		81,0		
Maximum		98,0		
Bereich		17,0		
Interquartilbereich		5,5		
Schiefe		-,833	,501	
Kurtosis		,534	,972	

Tab. 9 Deskriptive Statistik BIS I

		Statistik	Standardfehler	
Akupressurende	Mittelwert	78,143	3,3390	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	71,178	
		Obergrenze	85,108	
	5% getrimmter Mittelwert	78,857		
	Median	83,000		
	Varianz	234,129		
	Standardabweichung	15,3013		
	Minimum	45,0		
	Maximum	98,0		
	Bereich	53,0		
	Interquartilbereich	25,0		
	Schiefe	-,638	,501	
	Kurtosis	-,552	,972	
Nachkontrolle	Mittelwert	86,095	2,0329	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	81,855	
		Obergrenze	90,336	
	5% getrimmter Mittelwert	86,741		
	Median	86,000		
	Varianz	86,790		
	Standardabweichung	9,3161		
	Minimum	62,0		
	Maximum	98,0		
	Bereich	36,0		
	Interquartilbereich	13,0		
	Schiefe	-,724	,501	
	Kurtosis	,660	,972	

Tab. 10 Deskriptive Statistik BIS II

Einige Werte der deskriptiven Statistik spiegeln sich in einer weiteren Form der statistischen Auswertung, im Boxplot, wider. In Abb. 17 ist der Boxplot aus den gemessenen BIS-Werten dargestellt. Die Ordinate stellt die BIS-Skala von 40 bis 100 dar. Die Abszisse stellt die Zeitachse dar, an der man die festgesetzten Zeitpunkte ablesen kann, für welche jeweils ein Boxplot erstellt wurde.

Für den Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ kann man einen Medianwert von 91,000, ein Minimum von 74,0, ein Maximum von 98,0 und einen Interquartilbereich von 8,0 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurbeginn“ kann man einen Medianwert von 92,000, ein Minimum von 81,0, ein Maximum von 98,0 und einen Interquartilbereich von 5,5 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurende“ kann man einen Medianwert von 83,000, ein Minimum von 45,0, ein Maximum von 98,0 und einen Interquartilbereich von 25,0 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Nachkontrolle“ kann man einen Medianwert von 86,000, ein Minimum von 62,0, ein Maximum von 98,0 und einen Interquartilbereich von 13,0 ablesen.

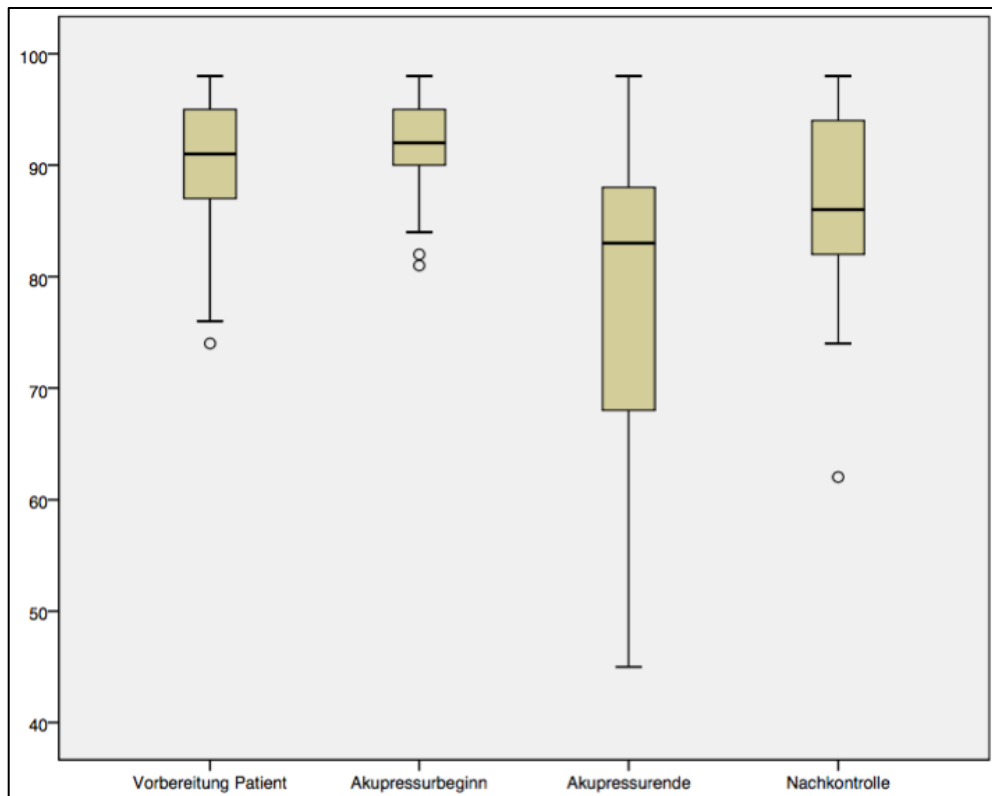


Abb. 17 Boxplot BIS

In Abb. 18 ist das Diagramm der geschätzten Randmittel dargestellt. Auf der Ordinate ist die BIS-Skala von 78 bis 90 abzulesen, auf der Abszisse wiederum die Zeit mit den vier definierten Zeitpunkten. Die geschätzten Randmittel dienen als Schätzung der vorhergesagten Mittelwerte. Die Randmittel, die auch vom Diagramm in Abb. 18 ablesbar sind, liegen bei „Vorbereitung Patient“ bei 90,286, zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ bei 91,476 und bei „Akupressurende“ bei 78,143. Zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ betrug das geschätzte Randmittel 86,095.

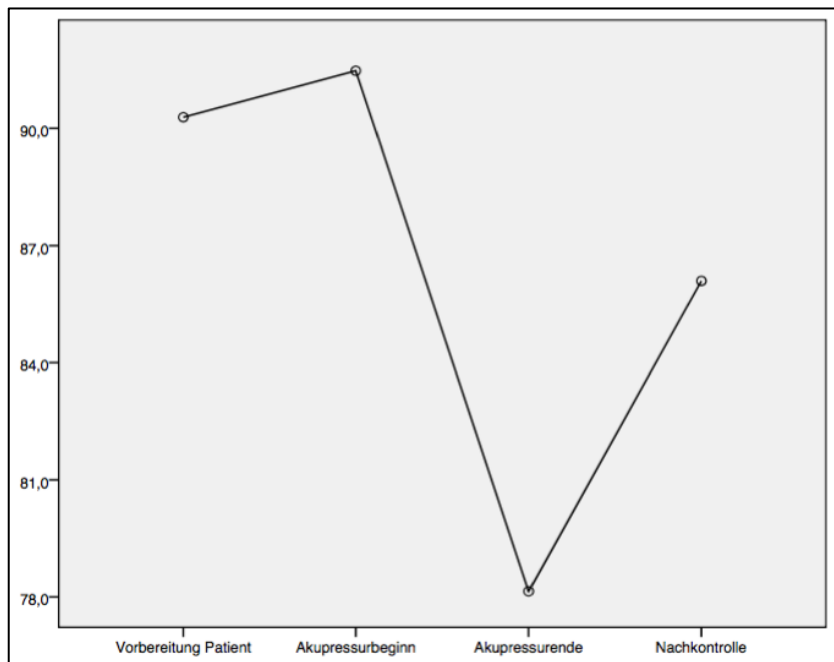


Abb. 18 Geschätzte Randmittel BIS

Zusammenfassend ist das Ergebnis als statistisch signifikante Senkung des BIS-Wertes durch Akupressur am Yin Táng-Punkt zu werten. Die statistisch ausgewerteten Messwerte beweisen die Studienhypothese, dass eine 15-minütige mechanische Akupressur am Yin Táng-Punkt eine statistisch signifikante Senkung des BIS-Wertes erzielt und somit sedative Effekte hat. Die Wachheit einer Person wird auf der BIS-Skala mit Werten von 100-85 angegeben, eine Sedierung mit 85-65. Mit Mittelwerten von 90,286 zum Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“, 91,476 zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ und 78,143 zum Zeitpunkt „Akupressurende“ kann man von einem nachweisbaren Übergang vom Wachheitszustand in einen Sedierungszustand sprechen. Nach Beendigung der Akupressur stieg der BIS-Wert im Mittel bis zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ wieder auf 86,095 an, was für einen zunehmenden Wachheitsgrad nach Beendigung der Akupressur spricht. Der BIS-Wert konnte durchschnittlich um den Wert 13,333 der dimensionslosen BIS-Skala gesenkt werden.

3.3 Ergebnisse HRV

Bei der HRV-Messung mittels „MEDILOG DARWIN Holter Monitoring Software“ von *Schiller* konnten von 21 ProbandInnenmessungen nur 17 statistisch

ausgewertet werden, da die Auswertung der restlichen 4 Messungen aufgrund technischer Probleme nicht möglich war. In Tab. 11 ist hierdurch eine Fallzahl von 17 statt der Gesamtteilnehmerzahl von 21 angenommen. Ebenso wurde trotz einer nachgewiesenen Messdauer von 25 Minuten pro ProbandIn, die auszuwertenden Messdaten durch die „MEDILOG DARWIN Holter Monitoring Software“ auf Minute 20, den Zeitpunkt des „Akupressurendes“, limitiert. In Tab. 11 sind die drei festgesetzten Messzeitpunkte „Vorbereitung Patient“, „Akupressurbeginn“ und „Akupressurende“ aufgelistet. Bei den analysierten Werten handelt es sich um die LF/HF-Ratio im zeitlichen Verlauf.

	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamtsumme	
	H	Prozent	H	Prozent	H	Prozent
VorbereitungPatient	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%
Akupressurbeginn	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%
Akupressurende	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%

Tab. 11 Zusammenfassung der HRV Fallverarbeitung

Die deskriptive Statistik für die Messungen der LF/HF-Ratio wird in den Tab. 12 und 13 dargestellt. Zum Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ betrug der Mittelwert der LF/HF-Ratio -0,02965 (+SD 0,126413). Zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ betrug der MW 0,20335 (+SD 0,319531) und bei „Akupressurende“ 0,23700 (+SD 0,273357).

		Statistik	Standardfehler	
VorbereitungPatient	Mittelwert	-,02965	,030660	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	-,09464	
		Obergrenze	,03535	
	5% getrimmter Mittelwert	-,02466		
	Median	-,02000		
	Varianz	,016		
	Standardabweichung	,126413		
	Minimum	-,295		
	Maximum	,146		
	Bereich	,441		
	Interquartilbereich	,196		
	Schiefe	-,527	,550	
	Kurtosis	-,361	1,063	
	Akupressurbeginn	Mittelwert	,20335	,077498
95 % Konfidenzintervall für Mittelwert		Untergrenze	,03907	
		Obergrenze	,36764	
5% getrimmter Mittelwert		,22411		
Median		,31400		
Varianz		,102		
Standardabweichung		,319531		
Minimum		-,565		
Maximum		,598		
Bereich		1,163		
Interquartilbereich		,497		
Schiefe		-1,019	,550	
Kurtosis		,569	1,063	
Akupressurende		Mittelwert	,23700	,066299

Tab. 12 Deskriptive Statistik HRV I

		Statistik	Standardfehler
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	,09645
		Obergrenze	,37755
	5% getrimmter Mittelwert	,22728	
	Median	,25900	
	Varianz	,075	
	Standardabweichung	,273357	
	Minimum	-,129	
	Maximum	,778	
	Bereich	,907	
	Interquartilbereich	,425	
	Schiefe	,359	,550
	Kurtosis	-,531	1,063

Tab. 13 Deskriptive Statistik HRV II

Zahlreiche Werte der deskriptiven Statistik sind in einer weiteren Form der statistischen Auswertung, im Boxplot, abzulesen. In Abb. 19 wird der aus den gemessenen HRV-Werten erstellte Boxplot dargestellt. Die Ordinate stellt die LF/HF-Ratio-Skala von -0,50 bis 0,75 dar. Die Abszisse stellt die Zeitachse dar, an der man die festgesetzten Zeitpunkte ablesen kann, für welche jeweils ein Boxplot erstellt wurde.

Für den Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ kann man einen Medianwert von -0,02000, ein Minimum von -0,295, ein Maximum von 0,146 und einen Interquartilbereich von 0,196 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurbeginn“ kann man einen Medianwert von 0,31400, ein Minimum von -0,565, ein Maximum von 0,598 und einen Interquartilbereich von 0,497 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurende“ kann man einen Medianwert von 0,25900, ein Minimum von -0,129, ein Maximum von 0,778 und einen Interquartilbereich von 0,425 ablesen.

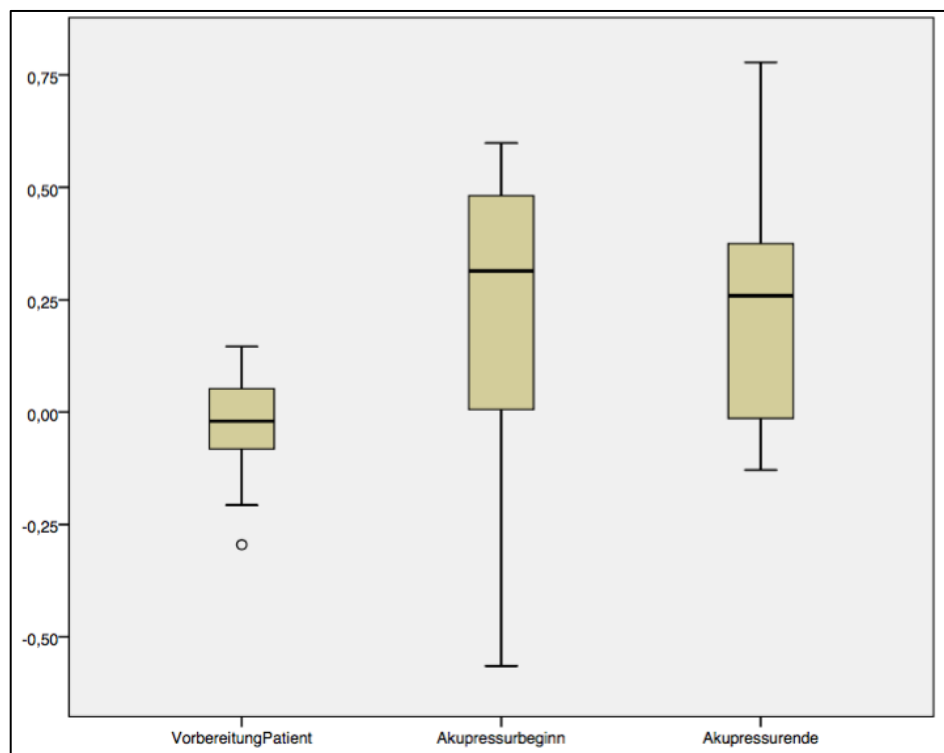


Abb. 19 Boxplot HRV

Die geschätzten Randmittel sind in Abb. 20 dargestellt. Auf der Ordinate ist die LF/HF-Ratio-Skala von -0,50 bis 0,250 abzulesen, auf der Abszisse wiederum die

Zeit mit den drei definierten Zeitpunkten. Die geschätzten Randmittel dienen als Schätzung der vorhergesagten Mittelwerte. Die Randmittel, die vom Diagramm in Abb. 20 ablesbar sind, liegen zum Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ bei -0,02965, zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ bei 0,20335 und bei „Akupressurende“ bei 0,23700.

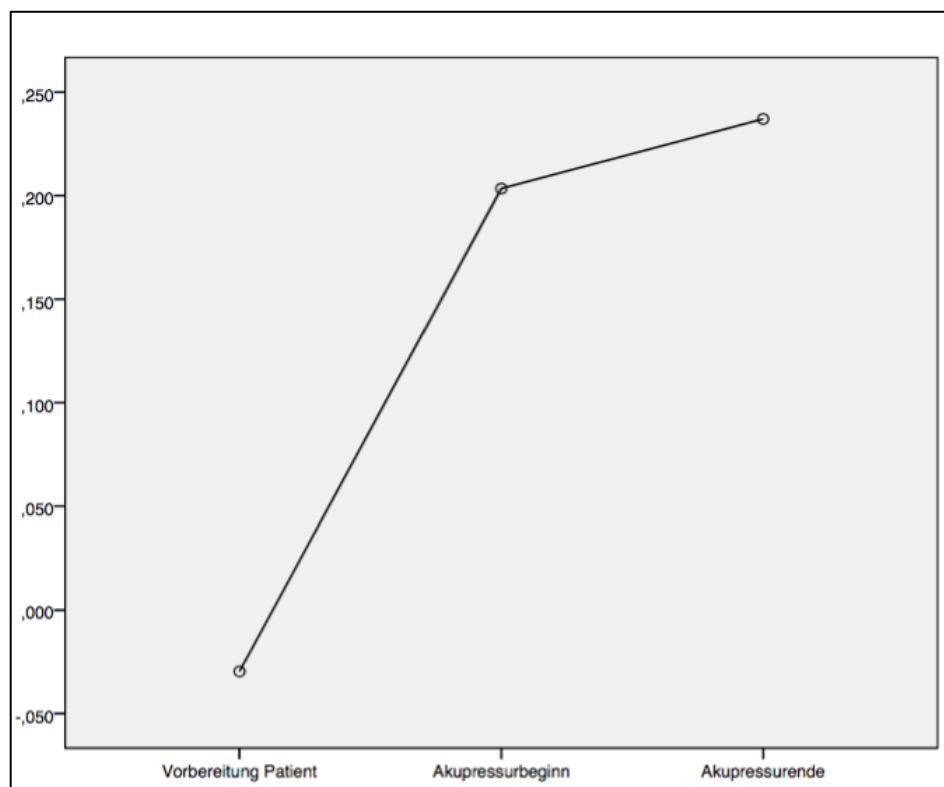


Abb. 20 Geschätzte Randmittel HRV

Zusammenfassend ist das Ergebnis als statistisch signifikante Hebung der LF/HF-Ratio zum Zeitpunkt des Akupressurbeginns und einer leichten Senkung des Medianwertes während der Akupressurphase zu deuten. Das statistisch ausgewertete Ergebnis konnte die Studienhypothese, dass eine 15-minütige mechanische Akupressur am Yin Táng-Punkt eine statistisch signifikante Senkung des LF/HF-Ratio erzielt, nicht beweisen. Die Steigung des Mittelwertes im Gegensatz zur Senkung des Medianwertes in Zeitpunkt „Akupressurende“ ist auf statistische Ausreißer in Richtung Maximum, dargestellt im Boxplot, zu erklären.

3.4 Ergebnisse NIRS

Die NIRS-Messungen über den gesamten Zeitraum von 25 Minuten wurden ebenfalls wie die BIS-Messung für die statistische Auswertung in vier definierte Messzeitpunkte eingeteilt, die bereits in Unterkapitel 3.2 aufgezählt wurden. Die Zusammenfassung der Fallverarbeitung mit allen 21 ProbandInnen zu allen 4 Messzeitpunkten entspricht für NIRS links und NIRS rechts der Tab. 8.

Zusammenfassend haben die Messergebnisse der linken und der rechten NIRS-Elektrode keine signifikante Veränderung der individuellen NIRS-Baselines nachgewiesen. Die Hypothese, der NIRS-Wert könnte durch die in Ruhephase übertretenden und somit weniger Sauerstoff verbrauchenden Zellen aufgrund der Akupressur des Yin Táng-Punktes, statistisch signifikant gesteigert werden, konnte in der beschriebenen Studie nicht bestätigt werden. Das statistisch ausgewertete Ergebnis konnte die Studienhypothese, dass eine 15-minütige mechanische Akupressur am Yin Táng-Punkt eine statistisch signifikante Steigerung des individuellen NIRS-Wertes erzielt, nicht belegen.

3.4.1 Ergebnisse NIRS links

Die deskriptive Statistik wird in den Tab. 14 und 15 dargestellt. Zum Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ betrug der NIRS links-MW 73,381 (+SD 5,4081). Zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ betrug der NIRS links-MW 73,571 (+SD 5,2875) und bei „Akupressurende“ 73,048 (+SD 5,4633). Zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ betrug der NIRS links-MW 73,952 (+SD 6,1194).

			Statistik	Standardfehler
Vorbereitung Patient	Mittelwert		73,381	1,1801
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	70,919	
		Obergrenze	75,843	
	5% getrimmter Mittelwert		73,529	
	Median		73,000	
	Varianz		29,248	
	Standardabweichung		5,4081	
	Minimum		63,0	
	Maximum		81,0	
	Bereich		18,0	
	Interquartilbereich		8,5	
	Schiefe		-,175	,501
	Kurtosis		-1,039	,972
	Akupressurbeginn	Mittelwert		73,571
95 % Konfidenzintervall für Mittelwert		Untergrenze	71,165	
		Obergrenze	75,978	
5% getrimmter Mittelwert			73,582	
Median			74,000	
Varianz			27,957	
Standardabweichung			5,2875	
Minimum			65,0	
Maximum			82,0	
Bereich			17,0	
Interquartilbereich			10,0	
Schiefe			-,048	,501
Kurtosis			-1,195	,972
Akupressurende		Mittelwert		73,048
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	70,561	
		Obergrenze	75,534	
	5% getrimmter Mittelwert		73,106	
	Median		75,000	
	Varianz		29,848	
	Standardabweichung		5,4633	
	Minimum		65,0	
	Maximum		80,0	
	Bereich		15,0	
	Interquartilbereich		11,5	
	Schiefe		-,226	,501
	Kurtosis		-1,643	,972

Tab. 14 Deskriptive Statistik NIRS links I

			Statistik	Standardfehler
Nachkontrolle	Mittelwert		73,952	1,3354
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	71,167	
		Obergrenze	76,738	
	5% getrimmter Mittelwert		73,892	
	Median		74,000	
	Varianz		37,448	
	Standardabweichung		6,1194	
	Minimum		65,0	
	Maximum		84,0	
	Bereich		19,0	
	Interquartilbereich		12,5	
	Schiefe		-,019	,501
	Kurtosis		-1,372	,972

Tab. 15 Deskriptive Statistik NIRS links II

Einige Werte der deskriptiven Statistik sind in einer weiteren Form der statistischen Auswertung, im Boxplot, abzulesen. In Abb. 21 ist der Boxplot aus den gemessenen NIRS links-Werten dargestellt. Die Ordinate stellt die NIRS-Skala von 60 bis 85 dar. Die Abszisse stellt die Zeitachse dar, an der man die festgesetzten Zeitpunkte ablesen kann, für welche jeweils ein Boxplot erstellt wurde.

Für den Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ kann man einen Medianwert von 73,000, ein Minimum von 63,0, ein Maximum von 81,0 und einen Interquartilbereich von 8,5 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurbeginn“ kann man einen Medianwert von 74,000, ein Minimum von 65,0, ein Maximum von 82,0 und einen Interquartilbereich von 10,0 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurende“ kann man einen Medianwert von 75,000, ein Minimum von 65,0, ein Maximum von 80,0 und einen Interquartilbereich von 11,5 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Nachkontrolle“ kann man einen Medianwert von 74,000, ein Minimum von 65,0, ein Maximum von 84,0 und einen Interquartilbereich von 12,5 ablesen.

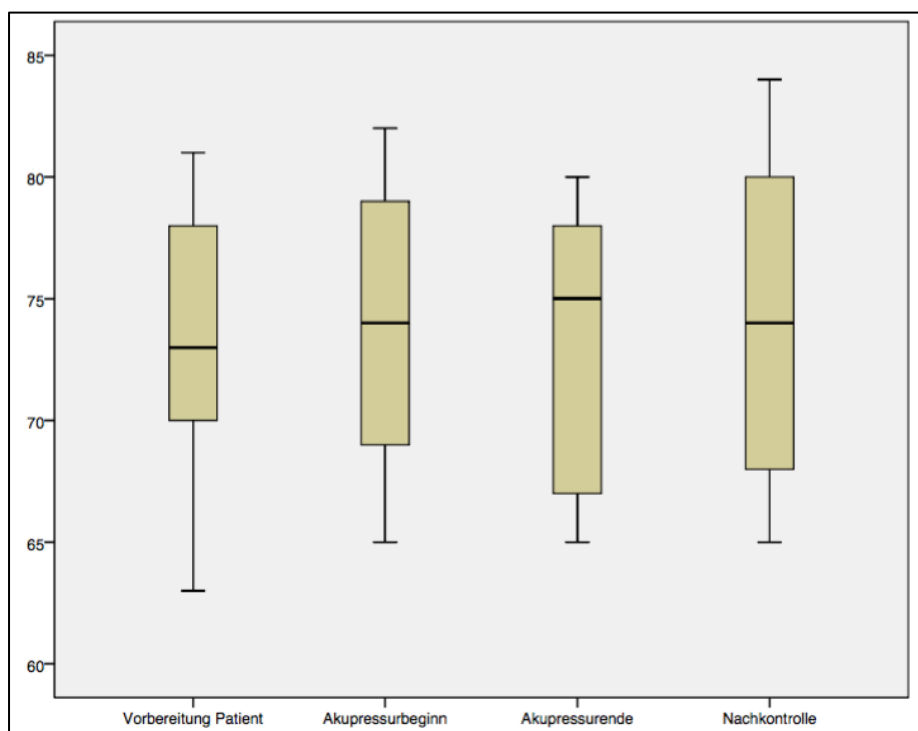


Abb. 21 Boxplot NIRS links

In Abb. 22 ist das Diagramm der geschätzten Randmittel dargestellt. Auf der Ordinate ist die NIRS-Skala von 70 bis 90 abzulesen, auf der Abszisse wiederum die Zeit mit den vier definierten Zeitpunkten. Die geschätzten Randmittel dienen als Schätzung der vorhergesagten Mittelwerte. Die Randmittel, die vom Diagramm in Abb. 22 ablesbar sind, liegen bei „Vorbereitung Patient“ bei 73,381, zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ bei 73,571 und bei „Akupressurende“ bei 73,048. Zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ betrug das geschätzte Randmittel 73,952.

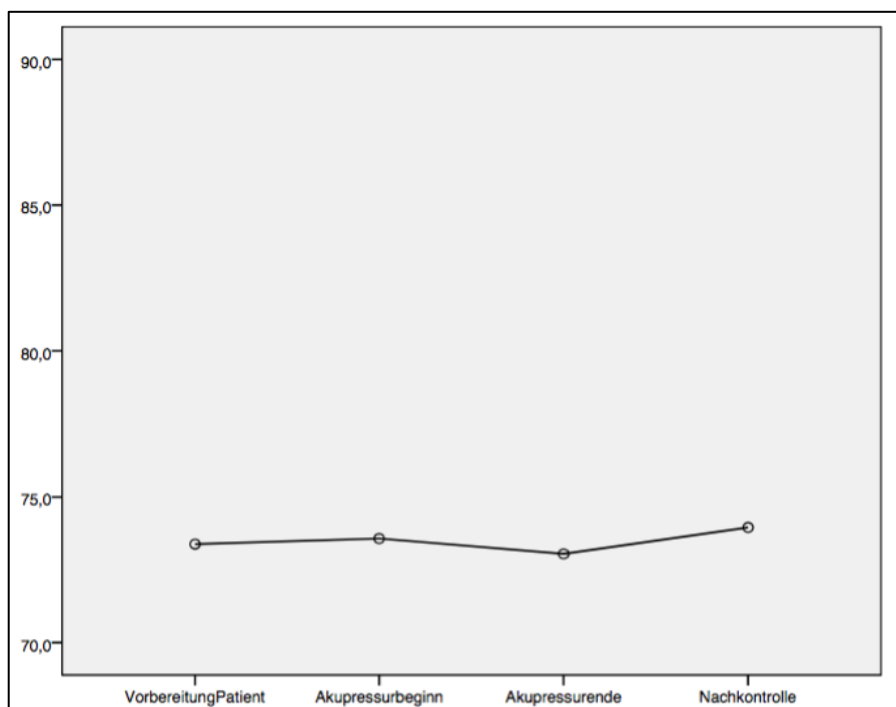


Abb. 22 Geschätzte Randmittel NIRS links

3.4.2 Ergebnisse NIRS rechts

Die deskriptive Statistik für die Messungen der rechten NIRS-Elektrode wird in den Tab. 16 und 17 dargestellt. Zum Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ betrug der NIRS rechts-MW 74,333 (+SD 5,5166). Zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ betrug der NIRS rechts-MW 74,000(+SD 6,3008) und bei „Akupressurende“ 73,524 (+SD 7,5605). Zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ betrug der NIRS links-MW 74,476 (+SD 6,7500).

		Statistik	Standardfehler	
Vorbereitung Patient	Mittelwert	74,333	1,2038	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	71,822	
		Obergrenze	76,844	
	5% getrimmter Mittelwert	74,746		
	Median	75,000		
	Varianz	30,433		
	Standardabweichung	5,5166		
	Minimum	60,0		
	Maximum	81,0		
	Bereich	21,0		
	Interquartilbereich	7,5		
	Schiefe	-1,020	,501	
	Kurtosis	,807	,972	
Akupressurbeginn	Mittelwert	74,000	1,3749	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	71,132	
		Obergrenze	76,868	
	5% getrimmter Mittelwert	74,116		
	Median	76,000		
	Varianz	39,700		

Tab. 16 Deskriptive Statistik NIRS rechts I

		Statistik	Standardfehler	
	Standardabweichung	6,3008		
	Minimum	61,0		
	Maximum	85,0		
	Bereich	24,0		
	Interquartilbereich	9,0		
	Schiefe	-,516	,501	
	Kurtosis	-,332	,972	
	Akupressurende	Mittelwert	73,524	1,6498
95 % Konfidenzintervall für Mittelwert		Untergrenze	70,082	
		Obergrenze	76,965	
5% getrimmter Mittelwert		73,902		
Median		74,000		
Varianz		57,162		
Standardabweichung		7,5605		
Minimum		57,0		
Maximum		83,0		
Bereich		26,0		
Interquartilbereich		13,0		
Schiefe		-,608	,501	
Kurtosis		-,654	,972	
Nachkontrolle	Mittelwert	74,476	1,4730	
	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	71,404	
		Obergrenze	77,549	
	5% getrimmter Mittelwert	74,849		
	Median	76,000		
	Varianz	45,562		
	Standardabweichung	6,7500		
	Minimum	57,0		
	Maximum	85,0		
	Bereich	28,0		
	Interquartilbereich	8,0		
	Schiefe	-,933	,501	
	Kurtosis	,945	,972	

Tab. 17 Deskriptive Statistik NIRS rechts II

Zahlreiche Werte der deskriptiven Statistik sind in einer weiteren Form der statistischen Auswertung, im Boxplot, abzulesen. In Abb. 23 ist der Boxplot aus den gemessenen rechten NIRS-Werten dargestellt. Die Ordinate stellt die NIRS-Skala von 55 bis 85 dar. Die Abszisse stellt die Zeitachse dar, an der man die festgesetzten Zeitpunkte ablesen kann, für welche jeweils ein Boxplot erstellt wurde.

Für den Zeitpunkt „Vorbereitung Patient“ kann man einen Medianwert von 75,000 ein Minimum von 60,0, ein Maximum von 81,0 und einen Interquartilbereich von 7,5 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurbeginn“ kann man einen Medianwert von 76,000, ein Minimum von 61,0, ein Maximum von 85,0 und einen Interquartilbereich von 9,0 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Akupressurende“ kann man einen Medianwert von 74,000, ein Minimum von 57,0, ein Maximum von 83,0 und einen Interquartilbereich von 13,0 ablesen.

Für den Zeitpunkt „Nachkontrolle“ kann man einen Medianwert von 76,000, ein Minimum von 57,0, ein Maximum von 85,0 und einen Interquartilbereich von 8,0 ablesen.

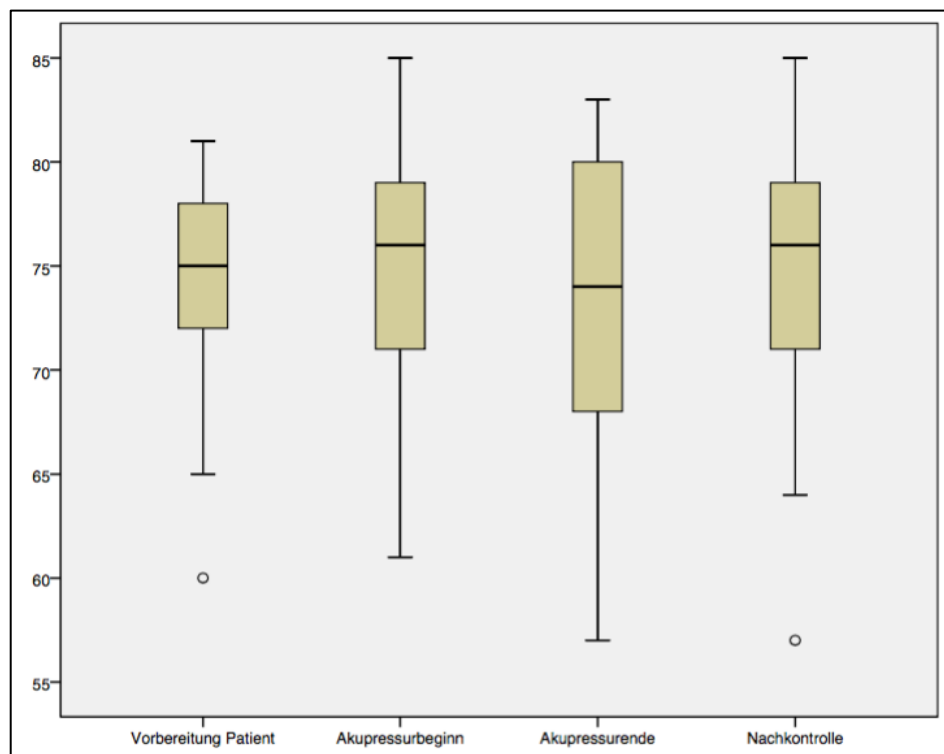


Abb. 23 Boxplot NIRS rechts

In Abb. 24 ist das Diagramm der geschätzten Randmittel wiedergegeben. Auf der Ordinate ist die NIRS-Skala von 70 bis 90 abzulesen, auf der Abszisse wiederum die Zeit mit den vier definierten Zeitpunkten. Die geschätzten Randmittel dienen als Schätzung der vorhergesagten Mittelwerte. Die Randmittel, die vom Diagramm in Abb. 24 ablesbar sind, liegen bei „Vorbereitung Patient“ bei 74,333, zum Zeitpunkt des „Akupressurbeginns“ bei 74,000 und bei „Akupressurende“ bei 73,524. Zum Zeitpunkt „Nachkontrolle“ betrug das geschätzte Randmittel 74,476.

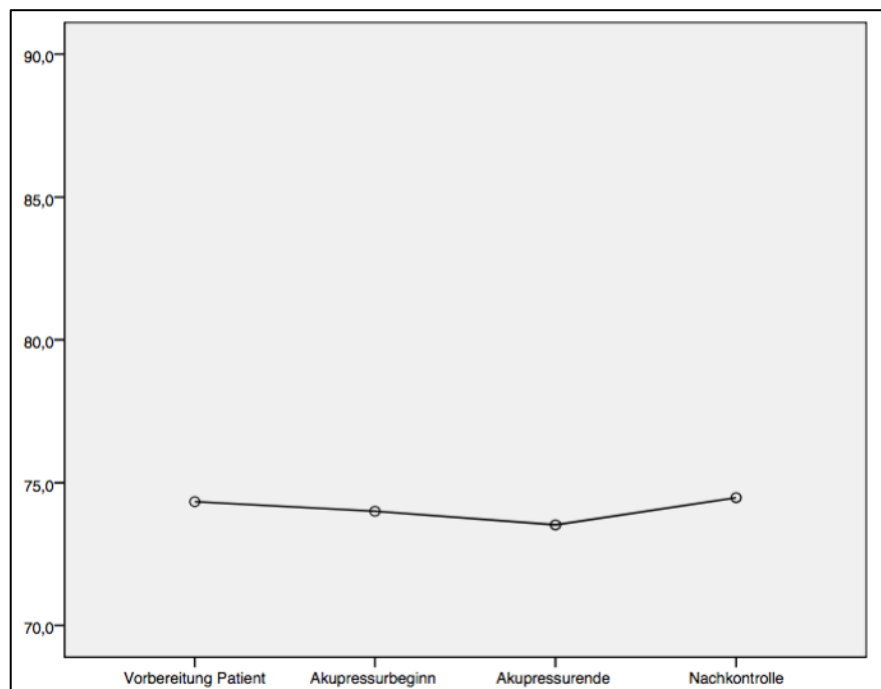


Abb. 24 Geschätzte Randmittel NIRS rechts

3.5 Subjektives Empfinden der ProbandInnen

Das subjektive Empfinden der ProbandInnen während und nach der Akupressur wurde mittels standardisiertem Fragebogen abgefragt und ausgewertet. Die Fragen sind in Tab. 18 zu finden.

Fragen	Antworten
1. Haben Sie die mechanische Akupressur als angenehm oder unangenehm empfunden?	<input type="radio"/> angenehm <input type="radio"/> unangenehm
2. Sind Sie während der Akupressur eingeschlafen?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
3. Haben Sie im Laufe der Akupressur eine Veränderung ihrer Entspannung bemerkt?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
4. Fühlen Sie sich jetzt nach Beendigung der Messung entspannter als vor Beginn?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
5. Auf einer Skala von 0-10: wie entspannt fühlten Sie sich vor der Messung?	0: starker Stress 10: Tiefenentspannung
6. Auf einer Skala von 0-10: wie entspannt fühlen Sie sich jetzt nach der Messung?	0: starker Stress 10: Tiefenentspannung
7. Würden Sie wieder auf Akupressur als Entspannungshilfe zurückgreifen?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein

Tab. 18 Fragebogen zum subjektiven Empfinden der ProbandInnen

Die Ergebnisse der Auswertung des Fragebogens sind in Tab. 19 dargestellt. 2 von 21 ProbandInnen empfanden die Akupressur als unangenehm, 5 ProbandInnen sind während der Akupressur eingeschlafen. 12 ProbandInnen bemerkten während der Akupressur eine Veränderung ihres Entspannungszustandes. Vor der Akupressur lag der durchschnittliche Entspannungsgrad auf einer Skala von 0-10 zwischen 4 und 5, nach der Akupressur bei 7. 15 der 21 TeilnehmerInnen würden zukünftig wieder auf Akupressur als Entspannungsmethode zurückgreifen. Zusammenfassend kann man von einem positiven Effekt der Akupressur auf das subjektive Empfinden der ProbandInnen sprechen:

- 90% der ProbandInnen empfanden die Akupressur als angenehm
- 57% der ProbandInnen bemerkten im Laufe der Akupressur eine Veränderung ihres Entspannungszustandes
- 71% der ProbandInnen würden zukünftig erneut auf Akupressur als Entspannungstechnik zurückgreifen

- Der Entspannungsgrad verbesserte sich im Durchschnitt um 21%
- 24% der ProbandInnen sind während der Akupressur eingeschlafen

Fragen	Antworten der ProbandInnen	
Frage 1	angenehm: 19	unangenehm: 2
Frage 2	ja: 5	nein: 16
Frage 3	ja: 12	nein: 9
Frage 4	ja: 17	nein: 4
Frage 5	10 (0) 9 (0) 8 (0) 7 (2) 6 (3) 5 (9)	4 (3) 3 (3) 2 (0) 1 (1) 0 (0)
Frage 6	10 (1) 9 (3) 8 (5) 7 (7) 6 (2) 5 (1)	4 (1) 3 (0) 2 (0) 1 (1) 0 (0)
Frage 7	ja: 15	nein: 6

Tab. 19 Auswertung des Fragebogens zum subjektiven Empfinden der ProbandInnen

4 Diskussion

Wie in Kapitel 3 beschrieben, konnten die Ergebnisse der Studie die Studienhypothesen nur zu einem Teil beweisen. Allgemein ist zu erwähnen, dass es sich um eine Pilotstudie mit einer in Relation geringen Anzahl von 21 ProbandInnen handelt.

Die EEG-Messung sollte im Rahmen dieser Studie im Vergleich zur BIS-Messung angewandt werden. Jedoch führte die Akupressur des Yin Táng-Punkt zu einer Unauswertbarkeit des *Brain Status* EEG (nähere Beschreibung in Unterkapitel 2.3.11) durch die Verlangsamung der Wellen durch eine artifizielle Synchronisation des EEGs mit der Akupressureinwirkung. Das *Brain Status* EEG als Messmethode für Akupressureffekte wäre für Akupressurmethode ohne räumlichen Zusammenhang mit den EEG-Elektroden vorstellbar, unserer Erfahrung nach ist es jedoch für weitere Studien über Akupressur des Yin Táng-Punktes aufgrund der Dominanz der frontalen Ableitungen keine geeignete Messmethode.

Die Hypothese der statistisch signifikanten BIS-Wertsenkung durch Akupressur des Yin Táng-Punktes konnte bewiesen werden. Dieses Ergebnis würde der mechanischen Akupressur durch einen pneumatischen Akupressursimulator die gleiche Effizienz wie der händisch durchgeführten Akupressur, welche in zahlreichen Studien, unter anderem von Fassoulaki et al. 2003 und 2007 zuschreiben. Ein besseres Studien-Outcome im Bezug auf die BIS-Wertsenkung konnte gegenüber der mechanischen Akupressur durch eine Akupressurperle, welche einen konstanten Druck auf den Yin Táng-Punkt, eingesetzt von Wang et al. 2008, bewiesen werden.

Die Hypothese, der individuelle NIRS-Baselinewert würde sich unter Akupressur statistisch signifikant steigern und damit einen geringeren Sauerstoffverbrauch aufgrund des gesenkten Metabolismus der Gehirnzellen anzeigen, konnte nicht eindeutig bewiesen werden. Aufgrund des Versuches, die ProbandInnen durch die Akupressur in einen Entspannungszustand zu versetzen, mussten wir auf eine pneumatische Blutdruckmessung verzichten, da diese den Entspannungseffekt

der Akupressur unterbrochen hätte. Ein Senken des Blutdruckes und dadurch ein Minderangebot an verfügbaren Sauerstoff hätte das Gleichbleiben der NIRS-Werte statt der erwarteten Steigerung durch einen Blutdruckabfall im Laufe der Akupressur in liegender Position möglicherweise erklären können. Litscher et al. konnten eine statistisch signifikante Erhöhung des rsO_2 bei Durchblutungssteigerung durch Knieakupressur im Jahr 2013 zeigen. Die NIRS-Messung als Nachweismethode von Akupressureffekten ist meiner Literaturrecherche nach zu urteilen, noch nicht ausreichend erforscht. Womöglich können zukünftige Studien signifikantere Ergebnisse besonders in Zusammenhang mit der Akupressur des Yin Táng-Punktes, zu erzielen.

Die Hypothese der HRV-Messung besagte eine statistisch signifikante Senkung der LF/HF-Ratio durch die Akupressur des Yin Táng-Punktes. Wie auch Arai et al. im Jahr 2011 gezeigt haben, wollten wir den parasympathischen Entspannungseffekt mittels Akupressur nachweisen. Es zeigte sich in der statistischen Auswertung eine Hebung der LF/HF-Ratio zum Zeitpunkt „Akupressurbeginn“, was für eine sympathische Stressreaktion auf die ungewohnte Stimulation und die durch den pneumatischen Akupressursimulator verursachten Geräusche sprechen würde. Im Laufe der Akupressurphase kam es zu einer statistisch nicht signifikanten Senkung des Medianwertes. Eine längere Akupressurphase hätte möglicherweise eine statistisch signifikante Senkung der LF/HF-Ratio gezeigt, nachdem sich die Auswirkungen der sympathischen Stressreaktion bei Beginn der Akupressur durch Überwiegen des parasympathischen Einflusses zurückgebildet hätten. Ob der Unterschied zwischen manueller Akupressur und der mechanischen Akupressur mittels pneumatischem Akupressursimulator einen Effekt auf die LF/HF-Ratio und somit auf das parasympathische und sympathische Gleichgewicht eines Organismus hat, bleibt weiter zu evaluieren.

Das subjektive Empfinden, welches über einen Fragebogen nach der 25-minütigen Messung ermittelt wurde, zeigte äußerst positive Ergebnisse in Bezug auf den Entspannungseffekt der Akupressur. 90% der ProbandInnen empfanden die Akupressur als angenehm, 57% der ProbandInnen bemerkten im Laufe der Akupressur eine Veränderung ihres Entspannungszustandes, 71% der

ProbandInnen würden zukünftig erneut auf Akupressur als Entspannungstechnik zurückgreifen und der Entspannungsgrad verbesserte sich im Durchschnitt um 21%.

Die Akupressurdauer war mit 15 Minuten schon über der durchschnittlichen Dauer von 5 bis 10 Minuten in früheren Studien. Es kann diskutiert werden, ob eine länger andauernde Akupressurphase nicht nur in Bezug auf die HRV-Messung, sondern ebenso auf die weiteren Parameter einen statistischen Mehrwert haben könnte. Weitere in Diskussion zu stellende Faktoren in Bezug auf die durchgeführte Studie sind der fragliche Einfluss auf die Ergebnisse durch ein Ungleichgewicht zwischen weiblichen (14) und männlichen (7) ProbandInnen und das Fehlen einer Kontrollgruppe, einer in Akupressurstudien sogenannten „Sham-Gruppe“. Dies wiederum ist auf den Umstand einer Pilotstudie zurückzuführen.

Um die, der Hypothese entsprechenden Ergebnisse der BIS-Messung und des subjektiven Empfindens zu untermauern, müssen weitere klinische Studien mit größeren ProbandInnengruppen untersucht werden. Gleiches gilt für einen Nachweis der NIRS- und der HRV-Hypothese. Jedoch kann man die durchgeführte Pilotstudie als tendenzgebenden Anhaltspunkt in der Erforschung der Akupressur als mögliche ergänzende oder alternative Methode zur pharmakologischen Prämedikation ansehen.

5 Literaturverzeichnis

- Aho, A. J., Kamata, K., Jäntti, V. et al. (2015): Comparison of bispectral index and entropy values with electroencephalogram during surgical anaesthesia with sevoflurane, in: *British Journal of Anaesthesia*, 2015, 115 (2), 258-66
- Alves, T. M. (2007): Spektrale Entropie und Bispektral Index als Messgrößen für die Wirkung von Propofol auf das EEG, Inaugural-Dissertation im Fach Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin an der Medizinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Arai, Y.-C. P., Ushida, T., Osuga, T. et al. (2008): The effect of acupressure at the Extra 1 point on subjective and autonomic responses to needle insertion, in: *Anesthesia & Analgesia*, 2008, 107 (2), 661-4
- Arai, Y.-C. P., Ushida, T., Matsubara, T. et al. (2011): 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, in: *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011, 2011, o. S.
- Bechmann, I. und Nitsch, R. (2012): Zentrales Nervensystem, Systema nervosum centrale, Gehirn, Encephalon und Rückenmark, Medulla spinalis, in: Anderhuber, F. (Hrsg.), Pera, F. (Hrsg.), Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer – Anatomie des Menschen. Lehrbuch und Atlas in einem Band*, 19. Aufl., Berlin: Verlag Walter de Gruyter, 945-1126
- Borell, von E., Langbein, J., Després, G. et al. (2007): Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals. A review, in: *Physiology & Behavior*, 2007, 92, 293-316

- Bruhn, J. (2002): Entwicklung und klinische Anwendung des Bispektralindex (BIS), in: Forum moderne Inhalationsanästhesie (F.M.I), *DAK 2002 NÜRNBERG*. „Narkosetiefe“ und metabolischer Flow. Stellenwert moderner Techniken der Narkosesteuerung, [online] www.ibrarian.net/navon/paper/Prof__Dr__med__J__Baum.pdf?paperid=10683470 [29.09.2016]
- Camm, A. J., Malik, M., Bigger J. T. et al. (1996): Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use, in: *European Heart Journal*, 1996,17, 354–81
- Dullenkopf, A., Schmitz, A., Lamesic, G. et al. (2004): The influence of acupressure on the monitoring of acoustic evoked potentials in unsedated adult volunteers, in: *Anesthesia & Analgesia*, 2004, 99, 1147–51
- Ebner, A. (Hrsg.) und Deuschl, G. (Hrsg.) (2011): *EEG*, 2. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme Verlag
- Eckert, A. (2010): *Das Tao der Akupressur und Akupunktur. Die Psychosomatik der Punkte*, 4. Aufl., Stuttgart: Karl F. Haug Verlag
- Fassoulaki, A., Paraskeva, A., Patris, K. et al. (2003): Pressure applied on the Extra 1 acupressure point reduces bispectral index values and stress in volunteers, in: *Anesthesia & Analgesia*, 2003, 96: 885–90
- Fassoulaki, A., Paraskeva, A., Kostopanagiotou, G. et al. (2007): Acupressure on the Extra 1 acupoint: The effect on bispectral index, serum melatonin, plasma β -endorphin, and stress, in: *Anesthesia & Analgesia*, 2007, 104, 312-7
- Gupta, M., Shri, I, Sakia, P. et al. (2015): Comparison of equi-minimum alveolar concentration of sevoflurane and isoflurane on bispectral index values during both wash in and wash out phases: A prospective randomised study, in: *Indian Journal of Anaesthesia*, 2015, 59 (2), 79-84

- Hecker, H.-U. (Hrsg.), Steveling, A. (Hrsg.) und Peuker, E. T. (Hrsg.) (2010):
Praxis-Lehrbuch Akupunktur, Stuttgart: Hippokrates Verlag
- Hoeft, A., Metzler, H., und Pasch, T. (2008): *Monitoring in Anästhesie und Intensivmedizin*, Berlin: Springer-Verlag
- Hottenrott, K. (2002): Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität und Anwendungsmöglichkeiten im Sport, in: Hottenrott, K. (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität im Sport. Prävention – Rehabilitation – Training*, dvs Band 129, Hamburg: Czwalina Verlag, 9-26
- Jantzen, J-P. (Hrsg.) und Löffler, W. (Hrsg.) (2000): Neuroanaesthesie. Grundlagen – Klinik – Neuromonitoring – Intensivmedizin, Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Kröll, W. (1998): Narkosetiefe, in: List, W. (Hrsg.), Metzler, H. (Hrsg.) und Pasch, T. (Hrsg.), *Monitoring in Anästhesie und Intensivmedizin*, 2. Aufl., Berlin: Springer Verlag, 509-27
- Lee, J., Kim, J. K., und Wachholtz, A. (2015): The benefit of heart rate variability biofeedback and relaxation training in reducing trait anxiety, in: *The Korean journal of health psychology*, 2015, 20 (2), 391-408
- Litscher, G., Ofner, M., He, W. et al. (2013): Acupressure at the Meridian acupoint Xiyangguan (GB33) influences near-infrared spectroscopic parameters (regional oxygen saturation) in deeper tissue of the knee in healthy volunteers, in: *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 2013, o. S.
- Mega Electronics Ltd (2016): Brain Status, [online]
<http://www.megaemg.com/products/brainstatus/> [29.09.2016]

- Muraja-Murro, A., Mervaala, E., Westernen-Punnonen, S. et al. (2015): Forehead EEG electrode set versus full-head scalp EEG in 100 patients with altered mental state, in: *Epilepsy & Behavior*, Aug. 2015, 49: 245-9
- Nunes, R. R., Chaves, I. M. M., Alencar, de J. C. et al. (2012): Bispectral index and other processed parameters of electroencephalogram: an update, in: *Revista Brasileira de Anestesiologia*, Jan.-Feb. 2012, 62 (1), 105-17
- Rampil, I. J. (1998): A Primer for EEG Signal Processing, in: *Anesthesiology*, Okt. 1998; 89 (4); 980-1002
- Römer, A. (2013): *Akupunktur für Hebammen, Geburtshelfer und Gynäkologen. Lehrbuch der Chinesischen Medizin*, 5. Aufl., Stuttgart: Hippokrates Verlag
- Schmidt, G.N. und Bischoff P. (2005): EEG-Monoparameter, in: Wilhelm, W. (Hrsg.), Bruhn, J. (Hrsg.) und Kreuer S. (Hrsg.): *Überwachung der Narkosetiefe. Grundlagen und klinische Praxis*, Köln: Deutscher Ärzteverlag, 39-47
- Stöhr, M. (Hrsg.), Wagner, W. (Hrsg.), Pfadenhauer, K. (Hrsg.) et al. (Hrsg.) (1999): *Neuromonitoring*, Darmstadt: Dr. Dietrich Steinkopf Verlag
- Striebel, H. W. (2013): *Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung*, 8. Aufl., Stuttgart: Schattauer Verlag
- Terborg, C. und Keller, E. (2015): Nahinfrarotspektroskopie, in: Schwab, S. (Hrsg.), Schellinger, P. (Hrsg.), Werner, C. (Hrsg.) et al. (Hrsg.) (2015), *NeuroIntensiv*, 3. Aufl., Berlin: Springer-Verlag, 75-79
- Tugcu, A. U., Cabioglu, T., Abbasoglu, A. et al. (2015): Evaluation of peripheral perfusion in term newborns before and after Yintang (EX-HN 3) massage, in: *Journal of Traditional Chinese Medicine*, Dez. 2015, 35 (6): 642-645

Wang, S-M., Escalera, S., Lin, E. C. et al. (2008): Extra-1 acupuncture for children undergoing anesthesia, in: *Anesthesia & Analgesia*, 2008, 107 (3), 811–6

Wellach, I. (2011): *Praxisbuch EEG. Einführung in die Beurteilung, Befundung und Differenzialdiagnose*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Wilhelm, W. (Hrsg.), Bruhn, J. (Hrsg.) und Kreuer S. (Hrsg.) (2006): *Überwachung der Narkosetiefe. Grundlagen und klinische Praxis*, 2. Aufl., Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Zschocke, S. (Hrsg.) und Hansen, H.-C. (Hrsg.) (2012): *Klinische Elektroenzephalographie*, 3. Aufl., Berlin: Springer-Verlag

Anhang

Information und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der klinischen Studie

Akupressur-Stimulation-Studie zur emotionalen Entlastung – Yintang als mögliche Alternative zur Prämedikation? - Pilotstudie

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein, an der oben genannten klinischen Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen ärztlichen Gespräch.

Die Teilnahme an einer klinischen Studie ist freiwillig und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen durch Sie beendet werden.

Klinische Studien sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser klinischen Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit Ihrem Arzt sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der klinischen Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über die Rechte als Teilnehmer an dieser klinischen Studie im Klaren sind.

Zu dieser klinischen Studie, sowie zur Patienteninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

1. Was ist der Zweck der klinischen Studie?

Der Zweck dieser klinischen Studie ist es, einen sedierenden Effekt der Akupressur nachzuweisen. Das soll beitragen, in Zukunft möglicherweise auf starke sedierende Medikamente im Vorfeld einer Narkose verzichten zu können.

2. Wie läuft die klinische Studie ab?

An der Stirn des Probanden wird nach dem Anbringen eines Routinemonitorings der Vitalfunktionen (periphere Sauerstoffsättigung, Blutdruck und Herzfrequenz) zuerst eine Klebelektrode zur Messung des Bispectralindex angebracht. Daraufhin erfolgt eine ca. 5minütige Ruhephase, gefolgt von einer ca. 20minütigen Akupressur des

Akupunkturpunktes Yintang. Dieser befindet sich an der Nasenwurzel. Die Akupressur wird in liegender Position durchgeführt.

Während dieser Phase wird der Proband nach seinen subjektiven Eindrücken befragt, ob er sich müde fühle, ob es angenehm oder eher unangenehm sei und ob ihm die Akupressur am Druckpunkt Schmerzen verursache.

Nach ca. 20 Minuten wird die Akupressur beendet, es folgt eine weitere, ca. 10minütige Ruhephase. Werte auf den Ausgangspunkt gewartet.

Nach der Untersuchung wird die Hautkontaktstelle der Klebeelektroden auf Rötungen inspiziert.

3. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?

In seltenen Fällen können die verwendeten Klebeelektroden vorübergehend leicht Unverträglichkeitsreaktionen der Haut (Rötung, trockene Hautstellen) auslösen.

4. Zusätzliche Einnahme von Arzneimitteln?

Für diese Studie ist keine zusätzliche Einnahme von Arzneimitteln erforderlich.

5. Was ist zu tun beim Auftreten von Symptomen, Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?

Sollten im Verlauf der klinischen Studie irgendwelche Symptome, Begleiterscheinungen oder Verletzungen auftreten, müssen Sie diese Ihrem Arzt mitteilen, bei schwerwiegenden Begleiterscheinungen umgehend, ggf. telefonisch (Telefonnummern, etc. siehe unten).

7. Wann wird die klinische Studie vorzeitig beendet?

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

Ihr Prüfarzt wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die in bezug auf diese klinische Studie bekannt werden, und für Sie wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann Ihre Entscheidung zur **weiteren** Teilnahme an dieser klinischen Studie neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihr Prüfarzt entscheidet, Teilnahme an der klinischen Studie vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen.

8. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Studie gesammelten Daten verwendet?

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Prüfer und deren Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser klinischen Studie werden die persönlichen Daten des Probanden nicht genannt.

9. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?

Durch Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten.

10. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Studie stehen Ihnen Ihr Prüfarzt und seine Mitarbeiter gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Teilnehmer an dieser klinischen Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der Kontaktperson: **OA Dr. Andreas SCHÖPFER**
Ständig erreichbar unter: **385 80436**

Name der Kontaktperson: **ao Univ. Prof. Dr. Gottfried FUCHS**
Ständig erreichbar unter: **385 81916**

11. Einwilligungserklärung

Name des Probanden in Druckbuchstaben:

Geb. Datum:

Ich bin damit einverstanden, dass ich an der Studie „Akupressur-Stimulation-Studie zur emotionalen Entlastung – Yintang als mögliche Alternative zur Prämedikation? - Pilotstudie“ teilnehme.

Ich bin von Herrn/Frau (*Dr.med.*) ausführlich und verständlich über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Aufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 4 Seiten umfasst gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir vom Prüfarzt verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zur Zeit keine weiteren Fragen mehr. **Ich behalte mir jedoch das Recht vor, die freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden.**

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass die im Rahmen dieser klinischen Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden. Um die Richtigkeit der Datenaufzeichnung zu überprüfen, dürfen Beauftragte des Auftraggebers und der zuständigen Behörden beim Prüfarzt Einblick in die personenbezogenen Krankheitsdaten nehmen.

Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet.

.....
(Datum und Unterschrift des Patienten)

.....
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Arztes)