

Aus der Medizinischen Klinik mit Schwerpunkt Psychosomatik
der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

„Das Körpermonochord in der Psychosomatischen Medizin -
Subjektives Erleben und Psychophysiologische Parameter“

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Dipl. Psych. Hubertus Sandler
aus Babenhausen (Schwaben)

Datum der Promotion: 16.06.2018

Inhaltsverzeichnis

Abstrakt	4
Einführung	6
Das Körpermonochord.....	6
Subjektives Erleben.....	7
EEG-Aktivität.....	7
Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität.....	8
Zielstellung	9
Methodik	10
Patientenstichprobe.....	10
Prozedur.....	10
Datenaufzeichnung und Datenanalyse.....	10
Subjektives Erleben.....	10
Elektrokortikale Aktivität.....	11
Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität.....	12
Ergebnisse	13
Subjektives Erleben.....	13
Elektrokortikale Aktivität.....	14
Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität.....	15
Diskussion	16
Subjektives Erleben.....	16
Elektrokortikale Aktivität.....	17
Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität.....	19
Conclusio.....	20
Literaturverzeichnis	21
Eidesstattliche Versicherung	27
Anteilerklärung	28
Originalpublikationen	30
Publikation 1: “ <i>Subjective experience of relaxation – induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music – a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders</i> ”.....	31

Publikation 2: <i>“Positive Emotional Experience: Induced by Vibroacoustic Stimulation Using a Body Monochord in Patients with Psychosomatic Disorders: Is Associated with an Increase in EEG-Theta and a Decrease in EEG-Alpha Power”</i>	51
Publikation 3: <i>“Relaxation - Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music - Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders”</i>	66
Lebenslauf	83
Publikationsliste	85
Danksagung	86

Abstrakt

Vibroakustische Stimulation durch ein Körpermonochord ist ein musiktherapeutisches Therapieverfahren, das sowohl Entspannung und Wohlbefinden, gelegentlich aber auch unangenehme Gefühle induzieren kann. Es wurden subjektives Erleben, elektrokortikale Aktivität (EEG), elektrodermale Aktivität (EDA) und Speichelcortisolausschüttung bei Patienten mit psychosomatischen Erkrankungen während einer Einzelbehandlung mit einem Körpermonochord im Vergleich zum Hören einer Entspannungsmusik von Audio-CD untersucht. Subjektives Erleben wurde mittels Selbstrating-Skalen erfasst. Während der Körpermonochordbehandlung erlebten die Patienten ein stärkeres Loslassen der willentlichen Kontrolle. Im Gegensatz zur CD-Musik wurde die Intensität der aufgetretenen Vorstellungsbilder nicht vom Ausmaß des positiven Erlebens beeinflusst. Dies kann als Hinweis auf eine stärkere Reduktion psychologischer Abwehrmechanismen interpretiert werden. Depressions- und Ängstlichkeitswerte zeigten keinen Einfluss auf das Erleben des Körpermonochords. Sowohl die Behandlung mit dem Körpermonochord als auch das Hören der Entspannungsmusik führte zu einer Verbesserung der Stimmung. Hinsichtlich der EEG-Aktivität wurden die Theta- und Alpha-Frequenzbänder in Abhängigkeit vom emotionalen Erleben untersucht. Sowohl während der Körpermonochordbehandlung als auch während der CD-Musik erfolgte eine Reduktion der Alpha-2-Power, was mit verstärkter kognitiver Verarbeitung sensorischer Stimulation assoziiert wird. Emotional-positives Erleben des Körpermonochords war mit einem Anstieg der frontalen Theta-Aktivität und einer stärkeren Reduktion der Alpha-2-Power assoziiert. Während des emotional-positiven Erlebens der CD-Musik zeigte sich hingegen kein signifikanter Anstieg der Theta-Power. Emotional-positives Erleben des Körpermonochords war mit Loslassen der willentlichen Kontrolle assoziiert und wird im Kontext von fokussierter Aufmerksamkeit als Flow-Erleben interpretiert. Die EDA ist ein Indikator für sympathische Erregung des autonomen Nervensystems, Cortisol gilt als valider Stressindikator der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse). Beide Behandlungen führten zu einer Reduktion der EDA, welche vom emotionalen Erleben beeinflusst war. Es zeigte sich zudem ein genereller Anstieg des Speichelcortisols, was konträr zu Ergebnissen früherer Studien scheint. Möglicherweise stellten die Behandlungen eine emotionale Herausforderung und Stressbelastung dar, die im Verlauf von den Patienten jedoch bewältigt wurde. Elektrodermale Aktivität und HPA-Achse stellen möglicherweise unterschiedliche Komponenten der psychophysiologischen Entspannungsreaktion dar.

Abstract

Vibroacoustic stimulation by a Body Monochord is a music-therapeutic method that can induce relaxation and well-being, but sometimes also unpleasant feelings can occur. We examined the subjective experience, electrocortical activity (EEG), electrodermal activity (EDA) and salivary cortisol levels during a single treatment with a Body Monochord in patients with psychosomatic disorders. As a comparative condition patients were exposed to relaxation music presented by audio CD. Subjective experience was recorded via self-rating scales. The experience of relaxation induced by the Body Monochord was characterised to a greater extent by release of control. Contrary to listening to the CD music, the intensity of imagery during the treatment with the Body Monochord was not related to positive emotional feelings. This might be interpreted in the way that during the treatment with the Body Monochord psychological defence mechanisms were more reduced; this may have made it easier for unconscious contents to appear. Psychometric scales for depressiveness and anxiety did not show any influence on the emotional experience of the Body Monochord. Both the treatment with the Body Monochord and listening to the relaxation music caused an improvement of mood. Concerning the EEG we examined the Theta- and Alpha-Frequencybands in relation to patients' emotional experiences. During both treatments a reduction in Alpha-2 power occurred, which we interpret as cognitive processing of the sensory stimulation. Emotional positive experience of the Body Monochord is strongly associated with an increase in frontal Theta activity and a stronger reduction in Alpha-2 power. The intensity of positive emotional feelings during the CD music showed no significant effect on the increase in Theta activity. The emotional positive experience of the Body Monochord is characterized by a more pronounced release of control. In the context of focused attention this is interpreted as flow experience. The EDA is an indicator of sympathetic arousal of the autonomic nervous system and salivary cortisol is considered to be a valid stress indicator of the hypothalamic pituitary adrenal axis (HPA-axis). Both the treatment with the Body Monochord and listening to the relaxation music caused a reduction of the EDA, which was influenced by patients' emotional experience. Contrary to previous findings an increase in salivary cortisol levels was observed. It is possible that the relaxation state was experienced as an emotional challenge that the patients were able to overcome in the course of the treatment session. Possibly the EDA and the HPA-axis represent independent components concerning the psychophysiological relaxation response.

Einführung

Das Körpermonochord

Das Hören von Musik, insbesondere von langsamer ruhiger Musik, kann Entspannungszustände und Gefühle des Wohlbefindens auslösen¹⁻⁹. In der Musiktherapie fand in den letzten Jahrzehnten die Behandlung mit dem Monochord und insbesondere dem Körpermonochord Einzug in die therapeutische Praxis. Dies wurde überwiegend durch Einzelfallberichte dokumentiert¹⁰⁻¹³. Das Monochord ist ein antikes Musikinstrument¹⁴ und besteht ursprünglich aus einem hölzernen Resonanzkasten, über den Saiten in gleicher Tonhöhe gespannt sind. Eine moderne Weiterentwicklung ist das Körpermonochord, das speziell für therapeutische Zwecke konzipiert wurde. Das Körpermonochord in der hier dargestellten Studie besteht aus einem Resonanzkasten mit vier Standbeinen. Unterhalb des Resonanzkastens befinden sich bis zu ca. 60 Saiten in Quint- oder Oktavstimmung. Während der Patient auf dem Resonanzkasten liegt, streicht der Therapeut an der Seite sitzend mit den Fingern beider Hände abwechselnd über die Saiten. Dadurch entsteht ein monotoner Klangteppich mit deutlich wahrnehmbarem Obertonspektrum. (Klangbeispiel: http://psychosomatik.charite.de/forschung/koerpererleben_koerperzentrierte_therapieverfahren/). Zusätzlich werden die Vibrationen durch den direkten Körperkontakt mit dem Resonanzkasten wahrgenommen. Studien zur therapeutischen Anwendung von Monochord und Körpermonochord wurden bislang an onkologischen^{15,16} und palliativen^{17,18} Patienten durchgeführt. Durch Monochordklänge und durch die vibroakustische Stimulation mit dem Körpermonochord können Zustände tiefer Entspannung und veränderter Körperwahrnehmung und eine Verbesserung des Wohlbefindens induziert werden^{15-17,19-21}. Auch körperlich-taktile Vibrationen, die bei sogenannter Vibroakustischer Therapie²² über Musik durch Lautsprecherboxen übermittelt werden, scheinen eine als angenehm erlebte psychophysiologische Entspannungsreaktionen zu bewirken²³⁻²⁶. Vereinzelt können durch Monochordklänge auch als bedrohlich erlebte Gefühle des Kontrollverlusts ausgelöst werden^{11,21}. Da Patienten mit psychosomatischen Erkrankungen häufig ein negatives Körperbild aufweisen²⁷, stellte sich die Frage, ob die Körpermonochordbehandlung eine geeignete Methode ist, Wohlbefinden und Körpererleben bei dieser Patientengruppe zu verbessern. In dieser Studie wurde zunächst untersucht, ob sich subjektives Erleben, elektrokortikale Aktivität, Hautleitwert und Cortisolausschüttung bei einer Behandlung mit dem Körpermonochord vom Hören von Entspannungsmusik via Audio-CD unterscheiden.

Subjektives Erleben

Die Fokussierung der Aufmerksamkeit wird neben dem Loslassen von zielorientiertem analytischem Denken als notwendig erachtet, um einen Entspannungszustand erleben zu können^{28,29}. Bei der Behandlung mit dem Körpermonochord ist die Aufmerksamkeit nicht nur auf den akustischen Klang, sondern zusätzlich auch auf die körperlich erfahrbaren Vibrationen gerichtet. Die Behandlung mit dem Körpermonochord bewirkt somit möglicherweise eine stärkere Fokussierung der Aufmerksamkeit und somit einen stärker ausgeprägten Entspannungszustand. Zudem stellte sich die Frage, ob das emotionale Erleben des Entspannungszustandes von der klinischen Diagnose und des Ausmaßes der depressiven und Angstsymptomatik (wie z.B. Interessensverlust, Ängstlichkeit und Konzentrationsschwierigkeiten) abhängen. Da die Patienten horizontal auf dem Körpermonochord liegen und der Monochordklang wenig Struktur bietet³⁰, kann die Exposition auf dem Körpermonochord die gewohnten Bezugspunkte der Orientierung verringern. Dies könnte ein bedrohliches Gefühl des Kontrollverlustes hervorrufen¹⁸, was möglicherweise mit Depressivität und Ängstlichkeit in Beziehung stehen könnte.

Elektrokortikale Aktivität

Die elektrokortikale Aktivität (EEG) der verschiedenen EEG-Frequenzbänder gibt Rückschlüsse auf die kognitive Aktivierung und Beanspruchung. Die Beziehung zwischen EEG-Alpha-Aktivität und kortikaler Aktivierung ist invers³¹. Synchronisierte Alpha-Oszillationen im Sinne von regelmäßigen und ausgeprägten Amplituden, sind mit einer verminderten kognitiven Aktivität assoziiert. Eine Desynchronisation der Alpha-Aktivität, bei der die Alpha-Oszillationen zusammenbrechen, steht hingegen mit kognitiver Beanspruchung, Informationsverarbeitung sowie Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozessen in Verbindung³²⁻³⁴. Frontale Theta-Aktivität ist korreliert mit fokussierter Aufmerksamkeit³⁵⁻³⁷ und Gedächtnissuche^{36,38}. In verschiedenen Studien konnte während der Durchführung von Meditations- und Entspannungsübungen ein Anstieg der Theta-Aktivität beobachtet werden. Dies wurde im Zusammenhang mit erhöhter Aufmerksamkeit und konzentrierter Fokussierung auf ein mentales Objekt, die Meditations- und Entspannungsübungen zugrunde liegen, diskutiert³⁹⁻⁴⁴. Frontales midline Theta (FmT) wird vom anterioren Cingulum im medialen präfrontalen Cortex generiert⁴⁵, der sowohl in Emotionsverarbeitung als auch in Aufmerksamkeitsprozessen involviert ist⁴⁶⁻⁴⁹. EEG-Studien konnten diesbezüglich einen Anstieg von FmT während der emotional positiven Bewertung von Musik aufzeigen^{50,51}.

Manche EEG-Studien zur Musikwahrnehmung unterstützen das Modell der frontalen Lateralisierung der Emotionsverarbeitung⁵². So zeigten sich eine stärkere Aktivierung im linksfrontalen Cortex beim Hören von positiv konnotierter Musik und eine rechtsfrontale Aktivierung bei traurig oder ängstlich konnotierter Musik⁵³⁻⁵⁶. Musikinduzierte emotionale Erregung scheint mit einer rechtsfrontalen Reduktion der langsamen Alpha-Aktivität einherzugehen⁵⁷. Andere Studien hingegen sprechen gegen eine kortikale Lateralisierung der Emotionsverarbeitung^{58,59} und es zeigte sich, dass laterale elektrokortikale Effekte auch von strukturellen Parametern der Musik abhängen können⁵⁶.

Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität

Die elektrodermale Aktivität (EDA) umfasst spontane Fluktuationen der sympathisch innervierten ekkrinen Schweißdrüsenaktivität und gilt als Indikator für die Erregung des autonomen sympathischen Nervensystems⁶⁰ und emotionsassoziiertes sympathischer Aktivität. Verschiedene Studien zeigten diesbezüglich eine Reduktion der EDA bei angenehmen Gefühlen, wie Zufriedenheit oder Gefühlen der Geborgenheit, und einen Anstieg der EDA bei unangenehmen Emotionen wie Ärger, Angst und Abscheu⁶¹.

Neben der Aktivierung des sympathischen Nervensystems ist die Ausschüttung von Cortisol, die durch die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse moduliert wird, ein weiterer Indikator für die psychophysiologische Stress- und Entspannungsreaktion. Speichel-Cortisol gilt als valider Indikator für Plasma-Cortisol⁶² und ist der am häufigsten gebrauchte biologische Parameter in der Stressforschung⁶³. Verschiedene Entspannungsmethoden haben einen direkten Einfluss auf die Reduktion des Cortisolspiegels⁶⁴⁻⁶⁸ und es konnte gezeigt werden, dass ebenso das Hören von Musik eine Reduktion der Cortisolausschüttung bewirken kann⁶⁹⁻⁷¹.

Zielstellung

Subjektives Erleben

Es wurde untersucht, inwieweit sich das subjektive Erleben während der Behandlung mit einem Körpermonochord vom Erleben eines Entspannungszustandes, der durch das Hören von CD-Musik induziert wird, unterscheidet. Es wurde hierbei die Hypothese aufgestellt, dass das Körpermonochord eine stärkere Fokussierung der Aufmerksamkeit und ein stärkeres Ausmaß an Entspannung hervorruft. Zudem wurde geprüft, ob Patienten mit höheren Depressions- und Ängstlichkeitswerten das Körpermonochord als emotional weniger angenehm erleben.

Elektrokortikale Aktivität

Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass durch die stärkere sensorische Stimulation während der Körpermonochordbehandlung eine stärkere Fokussierung der Aufmerksamkeit eintritt, welche sich in einem frontalen Anstieg der EEG-Theta-Aktivität widerspiegelt. Weiterhin wurde überprüft, ob angenehmes Erleben im Gegensatz zu unangenehmem Erleben sowohl während der Körpermonochordbehandlung als auch während der Entspannungsmusik einen Anstieg (Synchronisation) des FmT bewirkt. Außerdem wurde untersucht, ob das Ausmaß des positiven Erlebens der Körpermonochord- und Musikexpositionen mit einer Lateralisierung der kortikalen Aktivierung assoziiert ist. Bei emotional positivem Erleben wird eine geringere linksfrontale Alpha-Aktivität und bei emotional unangenehmem Erleben eine geringere rechtsfrontale Alpha-Aktivität erwartet.

Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität

Es wurde angenommen, dass die vibroakustische Stimulation durch das Körpermonochord einen stärkeren Entspannungseffekt und ein stärker ausgeprägtes Wohlbefinden induziert als die CD-Musik. Dies sollte sich in einer stärkeren Reduktion der EDA und des Speichelcortisols während der Körpermonochordbehandlung widerspiegeln.

Methodik

Patientenstichprobe

An der Gesamtstudie nahmen insgesamt 101 Patienten teil, die sich aufgrund psychosomatischer Erkrankungen stationär in der Medizinischen Klinik mit Schwerpunkt Psychosomatik der Charité befanden. Subjektives Erleben und EEG-Aktivität wurden von jeweils 85 Patienten ausgewertet. Speichelcortisolmessungen wurden an 42 Patienten durchgeführt und gemeinsam mit der EDA und dem subjektiven Erleben analysiert. Die Gesamtstudie wurde genehmigt von der Ethikkommission der Charité – Universitätsmedizin in Berlin (Antragsnummer: EA1-290-12).

Prozedur

Nach dem Anbringen der EEG-Elektroden erhielt jeder Patient eine 20minütige Exposition auf dem Körpermonochord und eine 20minütige Präsentation einer Entspannungsmusik (Panflöte mit Klavierbegleitung) von Audio-CD⁷², während der die Patienten ebenfalls auf dem Körpermonochord lagen. Die Patienten erhielten die Anweisung, die Augen zu schließen, nichts zu tun und nur dem Klang bzw. der Musik zuzuhören. Die Reihenfolge der Darbietung erfolgte randomisiert mit einer ca. 10minütigen Pause zwischen den Darbietungen. Nach jeder Darbietung beantworteten die Patienten Fragebögen zu ihrem subjektiven Erleben während der Behandlung. Zudem wurde mit jedem Patienten am Ende der gesamten Sitzung ein qualitatives Interview zum subjektiven Erleben während der Behandlungen durchgeführt (Die Auswertung der qualitativen Fragebogendaten ist nicht Teil der hier vorgestellten Studie). Die Datenerhebung erfolgte vormittags zwischen ca. 10:00 und 12:00 Uhr.

Datenaufzeichnung und Datenanalyse

Subjektives Erleben

Subjektives Erleben wurde unmittelbar nach jeder Exposition mittels eines verkürzten Fragebogens zur retrospektiven Selbsteinschätzung im Format einer 7-stufigen Likertskala erhoben^{73,74}. Die befragten Erlebniskategorien beziehen sich auf *Auflösen der Körpergrenzen, verändertes Zeiterleben, veränderte Wahrnehmung der Umgebung, transzendentes Erleben, Gefühl der Freude, Gefühl von liebender Güte, sexuelle Erregung, Ärger, Angst, Traurigkeit, Menge der inneren Bilder, Intensität der inneren Bilder, Nach-innen-gerichtete Aufmerksamkeit, Ausmaß der Konzentration, reduzierte Intensität der Selbstwahrnehmung, Subjektiv veränderter Bewusstseinszustand, Loslassen willentlicher Kontrolle, Entspannung*

und dem *Gefühl der Geborgenheit*. Für *Emotional-positives-Gefühl* wurde der Mittelwert der Kategorien *Gefühl der Freude*, *Gefühl von liebender Güte*, und *Gefühl der Geborgenheit* berechnet. Depressivität und Ängstlichkeit wurden durch die testpsychologische Standarddiagnostik der Klinik mit den deutschen Versionen des Patient Health Questionnaire (PHQ)⁷⁵ und der Generalized Anxiety Disorder 7-item Skala (GAD-7)⁷⁶ erhoben. Bei den 42 Patienten, bei denen Speichelcortisolmessungen vorgenommen wurden, wurde zusätzlich vor und nach jeder Behandlungsexposition der Berliner Stimmungsfragebogen (BFS)⁷⁷ zur Erfassung des momentanen Gemütszustandes (Müdigkeit, Teilnahmslosigkeit, ängstliche Depressivität, Ärger, Engagement, gehobene Stimmung) durchgeführt. Für die statistische Analyse wurden t-Tests, Pearson-Korrelationen und ein gemischtes lineares Modell berechnet.

Elektrokortikale Aktivität

Das EEG wurde von 28 aktiven Ag/AgCl-Elektroden (Fp1/2, F3/4, F7/8, Fc1/2, Fc5/6, C3/4, Cp1/2, Cp5/6, T7/8, P3/4, P7/8, O1/2, Fz, Fcz, Cz, Pz) abgeleitet. Signalverstärkung und digitale Aufzeichnung erfolgten über BrainAmp (Brain Products) und der Software Vision Recorder (Version 1.02, Brain Products; Abtaste: 500 Hz, Online-Band-Filter 0.1-100 Hz, 24 dB/oct.). Die EEG-Rohdaten wurden mit der Software Vision Analyzer (Version 1.05, Brain Products) weiterverarbeitet (Bandpass Filter 0.1-70 Hz; 24dB/oct; Notchfilter: 50 Hz). Die Augenartefaktkorrektur wurde mittels Independent Component Analysis über die gesamten Rohdaten durchgeführt. Die nachfolgende EEG-Analyse erfolgte für die jeweils 2-minütigen Ruheableitungen vor den Expositionen und für die 2-Minuten-Intervalle während der Perioden von 0-2, 5-7, 11-13 und 17-19 Minuten nach Beginn der beiden Expositionen. Die 2-Minuten-Intervalle wurden in 60 Segmente von 2 Sekunden unterteilt, per visueller Inspektion auf Artefakte untersucht, und anschließend einer Frequenzanalyse (Fast Fourier Transformation; Auflösung: .488 Hz) unterzogen. Danach wurden für jeden Ableitungsort die durch die Frequenzanalyse ermittelten EEG-Powerwerte der artefaktfreien 2-Sekunden-Segmente für jedes 2-Minuten-Intervall gemittelt. Die EEG-Frequenzbänder für Theta, Alpha-1 und Alpha-2 wurden anhand der ermittelten Maximalen Individuellen Alpha-Frequenz⁷⁸ für jeden Patienten individuell bestimmt. Aufgrund der hohen interindividuellen Varianz absoluter EEG-Powerwerte wurde für eine bessere Vergleichbarkeit der EEG-Daten die ereigniskorrelierte Desynchronisation (ERD) und Synchronisation (ERS)^{79,80} berechnet, die den prozentualen Anstieg bzw. Verringerung der EEG-Aktivität in Relation zur anfänglichen Ruhe-Ableitung wiedergibt. Für die statistischen Analysen wurden für die verschiedenen Frequenzbänder (Theta, Alpha-1, Alpha-2) die Mittelwerte der jeweiligen Ableitorte der

jeweils linken und rechten frontalen, centro-temporalen und parieto-occipitalen Regionen berechnet. Für Frontales Midline Theta (FmT), dessen Maximum im Bereich der Ableitorte Fz, F3/4⁸¹ lokalisiert wird, wurde der Mittelwert aus den Ableitorten Fz, Fcz, F3/4 und Fc1/2 gebildet (für die Berechnung der Mittelwerte der verschiedenen Ableitregionen wird auf Tab. 4 und Tab. 5 in Sandler et al.⁸² verwiesen). Um den Einfluss von *Diagnose, Ausmaßes an positivem Gefühl, Art der Behandlung, chronologische Reihenfolge der Behandlung, Messzeitpunkt, Hemisphäre* und *Region der Ableitung* auf die ERD/ERS zu testen, wurde für jedes Frequenzband separat ein gemischtes lineares Modell berechnet. Da die Interaktion *Art der Behandlung x Ausmaß an positivem Gefühl x Messzeitpunkt* für alle Frequenzbänder hoch signifikant war, wurde das gemischte lineare Modell danach für jede Behandlungsexposition separat berechnet. Da der Anstieg von EEG-Theta-Aktivität vom Ausmaß des positiven Erlebens abhing und sich für die beiden Behandlungsexpositionen deutlich unterschied, wurden für die statistische Analyse des FmT diejenigen Patienten mittels t-Tests und Varianzanalyse (ANOVA) verglichen, die nach der Selbstrating-Skala die beiden Behandlungsexpositionen emotional deutlich unterschiedlich erlebten.

Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität

Speichelcortisolproben wurden unmittelbar vor der ersten Behandlungsexposition (T1), direkt nach der ersten (T2) und unmittelbar nach der zweiten Behandlungsexposition (T3) entnommen. Speichelentnahme erfolgte durch Kauen auf Watterollen (Salivette ®; Sarstedt, Germany). Die Proben wurden sofort zentrifugiert, auf Eis gelegt, nach der Gesamtuntersuchung aliquotiert und bei -80° eingefroren. Der Cortisolspiegel wurde mit dem Immunoassay ELISA-Kit Parameter Cortisol Assay (R&D Systems, Inc. USA) bestimmt. EDA wurde kontinuierlich während der gesamten Untersuchung mit dem tragbaren Biofeedbackgerät MentalBioScreen K3 (Porta Bio Screen GmbH, Germany) aufgezeichnet. Hierfür wurden an den Handballen beider Hände jeweils zwei Schaumstoffelektroden fixiert. Die EDA-Analyse wurde für die jeweils 1-minütigen Ruheableitungen vor den Expositionen und für 1-Minuten-Intervalle während der Perioden von 0-1, 5-6, 11-12 und 17-18 Minuten nach Beginn der beiden Expositionen durchgeführt. Die EDA-Werte wurden für jedes Zeitintervall gemittelt. Für die statistische Analyse wurden ANOVAs mit Messwiederholung und t-Tests für abhängige Stichproben berechnet.

Ergebnisse

Subjektives Erleben

Im Vergleich der verschiedenen Dimensionen des subjektiven Erlebens zwischen den beiden Behandlungsexpositionen (siehe Abb. 2 in Sandler et al.⁸³) zeigte sich ein hoch signifikant höheres Ausmaß an *Loslassen willentlicher Kontrolle* während der Behandlung mit dem Körpermonochord. Die höheren Werte für *transzendentes Erleben* während der Körpermonochordbehandlung und die höheren Werte für *Gefühl der Traurigkeit* während der CD-Musik zeigten geringe Effektstärken und eine marginale Tendenz zur Signifikanz (siehe Tab. 2 in Sandler et al.⁸³). Entgegen der Erwartungen unterschieden sich die Werte für *Konzentration* und *Nach-innen-gerichtete-Aufmerksamkeit* nicht signifikant zwischen den beiden Untersuchungsbedingungen. Die hohen Item-Schwierigkeiten der negativen Erlebniskategorien und deren geringen Mittelwerte wiesen darauf hin, dass negative Emotionen während beider Behandlungen nur gering ausgeprägt waren und nur geringfügig zwischen den Patienten differenzierten.

Der Faktor *chronologische Reihenfolge der Behandlung* erwies sich als signifikanter Prädiktor für *Emotional-positives-Gefühl* und *Entspannung*, sodass während der chronologisch ersten Behandlungsexposition diesbezüglich signifikant höhere Werte auftraten (siehe Tab. 4 in Sandler et al.⁸³ und Abb.1 in Sandler et al.⁸⁴) Der Prädiktor *Art der Behandlung* war signifikant für die Outcomevariable *Loslassen willentlicher Kontrolle* mit signifikant höheren Werten nach der Körpermonochordbehandlung. Die Art der Diagnose zeigte keinen signifikanten Einfluss auf das subjektive Erleben (siehe Tab. 4 in Sandler et al.⁸³).

Emotional-positives-Gefühl korrelierte während beider Behandlungsexpositionen moderat mit *Auflösen der Körpergrenzen*, *transzendentelem Erleben* und *Loslassen willentlicher Kontrolle*. Die höchsten Korrelationen ergaben sich zwischen *Emotional-positivem-Gefühl* und den Erlebniskategorien *Entspannung*. Im Gegensatz zum Körpermonochord zeigten sich für die CD-Musik moderate Korrelationen zwischen *Emotional-positivem-Gefühl* und den Erlebniskategorien *veränderte Wahrnehmung der Umgebung* und *Intensität der inneren Bilder*. Es ergaben sich leichte bis moderate negative Korrelationen zwischen *Emotional-negativem-Erleben* und den Erlebniskategorien *Entspannung* und *Konzentration* (siehe Tab. 3 in Sandler et al.⁸³).

Die Korrelationen zwischen den Depressivitäts- und Ängstlichkeitswerten des PHQ und GAD-7 und *Emotional-positivem-Gefühl* während den beiden Behandlungen lagen bei Null. Dahingegen ergaben sich im Gegensatz zum Körpermonochord jeweils geringe Korrelationen zwischen Depressivitäts- und Ängstlichkeitswerten und negativem Gefühl während der CD-Musik (siehe Tab. 5 in Sandler et al.⁸³). Im BSF zeigten sich ein signifikanter Anstieg für gehobene Stimmung und signifikante Verringerungen von Teilnahmslosigkeit, Ärger und ängstlicher Depressivität (siehe Abb. 2 in Sandler et al.⁸⁴).

Elektrokortikale Aktivität

Bei der Berechnung des gemischten linearen Modells für die Gesamtstichprobe der Patienten (siehe Tab. 6 in Sandler et al.⁸²) zeigte der Prädiktor *Diagnose* (Random Intercept) keinen signifikanten Effekt, sodass die Art der Diagnose keinen Einfluss auf die EEG-Aktivität der drei Frequenzbänder (Theta, Alpha-1, Alpha-2) hatte. Ebenso wurden der Prädiktor *Hemisphäre* und die Interaktion *Hemisphäre x Emotional-positives-Gefühl* für keines der drei Frequenzbänder signifikant, so dass bezüglich des emotionalen Erlebens keine Lateralisierung der EEG-Aktivität vorlag. Wie bereits erwähnt, ergab sich bei allen drei Frequenzbändern ein hochsignifikanter Effekt für die Interaktion *Art der Behandlung x Ausmaß an positivem Gefühl x Messzeitpunkt*. Dies bedeutet, dass der zeitliche Verlauf der EEG-Aktivität bei den beiden Behandlungsexpositionen in Abhängigkeit vom emotional-positiven Erleben unterschiedlich verlief. Die separate Berechnung des Gemischten linearen Modells ergab für beide Behandlungsexpositionen (siehe Tab. 7 in Sandler et al.⁸²) einen hochsignifikanten Prädiktor *chronologische Reihenfolge der Behandlung* für das Theta- und Alpha-1-Frequenzband. Dies bedeutet, dass während der Behandlung, die als erstes durchgeführt wurde, eine stärkere Reduktion der Theta- und Alpha-1 Aktivität vorlag.

Abbildung 2 in Sandler et al.⁸² zeigt den zeitlichen Verlauf der drei Frequenzbänder (Theta, Alpha-1, Alpha-2) in Abhängigkeit von der Intensität des emotional-positiven Erlebens der beiden Behandlungsexpositionen. Der Prädiktor *Ausmaß an positivem Gefühl x Messzeitpunkt* war für die Theta-Aktivität während der Körpermonochordbehandlung hochsignifikant. Das bedeutet, dass die Intensität des emotional positiven Gefühls einen signifikanten Einfluss auf den Anstieg der Theta-Aktivität über den zeitlichen Verlauf der Behandlungsexposition hatte. Nach anfänglicher Reduktion der Theta-Aktivität erfolgte bei höherer Intensität des positiven Gefühls ein stärkerer Anstieg als bei niedrigerer Intensität. Beim Alpha-2-Band zeigte der Prädiktor *Ausmaß an positivem Gefühl* hohe Signifikanz. Patienten mit höherer Intensität des positiven Gefühls wiesen eine geringere Alpha-2-Aktivität auf, die sich jedoch nicht

signifikant im zeitlichen Verlauf änderte. Während der Exposition mit der CD-Musik ergaben sich für das Theta-, Alpha-1- und Alpha-2- Band hingegen keine signifikanten Effekte für die Prädiktoren *Ausmaß an positivem Gefühl* und *Ausmaß an positivem Gefühl x Messzeitpunkt*. Das Ausmaß des emotional positiven Gefühls hatte somit während der CD-Musik keinen signifikanten Einfluss auf Veränderungen der EEG-Aktivität.

Der Anstieg des FmT war nur während emotional-positivem Erleben des Körpermonochords signifikant. In der ANOVA ergab sich hier ein signifikanter Effekt für den Faktor *Ableitungsregion-2* (medial, lateral), der einen signifikanten Anstieg der ERS von medialem Theta gegenüber lateralem Theta indiziert. Im gepaarten t-Test ergaben sich signifikante Unterschiede sowohl zwischen medialem und lateralem Theta, sowohl in der frontalen als auch der centralen Ableitungsregion. Im parietal-occipitalen Bereich zeigten sich diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede. Abbildung 3 in Sandler et al.⁸² zeigt die absolute EEG-Theta-Power während der Ruhebedingung und während der beiden Behandlungsexpositionen für diejenigen Patienten, die die beiden Behandlungen emotional deutlich unterschiedlich erlebten.

Speichelcortisol und elektrodermale Aktivität

In der ANOVA zeigte der Faktor *Messzeitpunkt* (vor 1. Behandlung, nach 1. Behandlung, nach 2. Behandlung) einen signifikanten Effekt. Der direkte Vergleich der Mittelwerte zwischen den drei Messzeitpunkten ergab einen signifikanten Anstieg des Speichelcortisols vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt. Der Anstieg des Speichelcortisols vom ersten zum dritten Messzeitpunkt und die Differenz zwischen zweitem und drittem Messzeitpunkt verfehlte das Signifikanzniveau (siehe Abb. 3 in Sandler et al.⁸⁴). Die Art der Behandlung und die chronologische Reihenfolge der Darbietung hatten keinen unterschiedlichen Einfluss auf Speichelcortisolausschüttung.

Während beider Behandlungsexpositionen erfolgte im zeitlichen Verlauf eine deutliche Verringerung der elektrodermalen Aktivität. Die ANOVA zeigte einen signifikanten Effekt für den Faktor *Messzeitpunkt*, der einen signifikanten linearen Trend aufwies (siehe Abb. 4 in Sandler et al.⁸⁴). Die Art der Behandlung hatte jedoch keinen signifikanten Einfluss auf Unterschiede in der EDA. Es ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der *Art der Behandlung* und *chronologischer Reihenfolge der Darbietung*, sowie ein tendenziell signifikanter Interaktionseffekt *Art der Behandlung x chronologische Reihenfolge der Darbietung x Messzeitpunkt*, so dass bei der Behandlungsexposition, die als erstes dargeboten

wurde, im zeitlichen Verlauf eine stärkere Reduktion der EDA erfolgte. Da die erste Darbietung auch als emotional positiver erlebt wurde, weist dies darauf hin, dass ein höheres Ausmaß an positivem Erleben eine stärkere Reduktion der EDA bewirkte.

Diskussion

Subjektives Erleben

Die Behandlungsexposition, die chronologisch als erstes durchgeführt wurde, wurde von den Patienten emotional positiver erlebt als die nachfolgende Behandlungsexposition. Es ist zu vermuten, dass durch die Länge der gesamten Untersuchungsdauer, inklusive dem Anbringen der EEG-Elektroden, sich die Bereitschaft der Patienten verringerte, sich auf die zweite Exposition einzulassen. Allerdings könnte dies auch ein Hinweis darauf sein, dass es schwerer ist, sich auf eine neue Art der Entspannungsexposition einzustellen, wenn man sich zuvor bereits mit einer anderen Entspannungsmethode vertraut gemacht hat.

Das emotional positive Erleben während beider Behandlungsexpositionen korreliert mit nach innen gerichteter Aufmerksamkeit, transzendentalen Erleben, dem Auflösen der Körpergrenzen, Konzentration sowie Loslassen der Kontrolle und Entspannung. Dies deutet auf das Vorliegen von veränderten Wachbewusstseinszuständen⁸⁵⁻⁸⁷ hin, die bei Entspannungszuständen auftreten können⁸⁸. Während der Körpermonochordbehandlung fand ein stärkeres Ausmaß an Loslassen der Kontrolle über die eigenen Erfahrungen statt. Dies kann ein Hinweis darauf sein, dass während der Körpermonochordbehandlung psychologische Abwehrmechanismen stärker reduziert sind, als während des Hörens gewohnter CD-Musik. Dies lässt sich möglicherweise auf das Fehlen der gewohnten strukturgebenden musikalischen Parameter wie Melodie, harmonische Strukturen und Rhythmus bei Monochordklängen erklären, die beim gewohnten Musikhören ansonsten eine kognitive Orientierung an bekannte Referenzpunkte bieten³⁰. Durch das Fehlen dieser strukturgebenden Parameter verringert sich möglicherweise das subjektive Gefühl der Kontrolle über das eigene Erleben, da ein Eintauchen in bislang unbekanntes akustisch-sensorisches Erleben stattfindet. Ausmaß und Intensität der aufgetretenen inneren Vorstellungsbilder unterschieden sich nicht zwischen Körpermonochord und CD-Musik. Im Gegensatz zum Körpermonochord war die Intensität der inneren Bilder beim Hören der CD-Musik jedoch stärker korreliert mit emotional-positivem Erleben. Möglicherweise wurden bei Körpermonochord und CD-Musik thematisch unterschiedliche Bilder aktiviert. Bei positivem Musikerleben wurden durch die herkömmlichen musikalischen Strukturen möglicherweise angenehme Erinnerungen

hervorgerufen, die mit der Musik assoziiert sind. Da beim Körpermonochord musikalische Strukturen fehlen, bietet dieser Klang vermutlich eine größere Projektionsfläche unbewusster Bilder, die auch durch das stärkere Loslassen der Kontrolle sowohl bei angenehmem als auch unangenehmem Erleben hervorgerufen werden. In dem therapeutischen Verfahren des Katathymen Bilderlebens⁸⁹ und der daraus abgeleiteten Methode des Guided Imagery and Music⁹⁰ wird Musik dazu benutzt, mentale innere Bilder hervorzurufen, um diese therapeutisch bearbeiten zu können. Die Behandlung mit dem Körpermonochord stellt somit möglicherweise eine weitere nützliche Methode dar, um mit unbewussten Projektionen in Form innerer Bilder therapeutisch zu arbeiten. Das emotionale Erleben des Körpermonochords war nicht beeinflusst von Depressivität und Ängstlichkeit und entgegen der Hypothesen wurde das Loslassen der Kontrolle nicht als bedrohlich erlebt.

Elektrokortikale Aktivität

Während der Behandlungsexposition, die chronologisch als zweites dargeboten wurde, zeigte sich im EEG-Theta-Frequenzband eine geringere prozentuale EEG-Power als bei der chronologisch ersten Darbietung. Dieser Sequenzeffekt steht vermutlich damit in Zusammenhang, dass die chronologisch erste Behandlungsexposition emotional positiver erlebt wurde, was wahrscheinlich mit einer höheren Bereitschaft der Patienten einhergeht, sich auf die Behandlung einzulassen. Die höhere Theta-Aktivität kann somit im Kontext von höherer Aufmerksamkeit³²⁻³⁴ interpretiert werden.

In der EEG-Aktivität zeigten sich hinsichtlich des emotionalen Erlebens des Körpermonochords und der CD-Musik keine Unterschiede zwischen den beiden Hemisphären. Somit stützen die Ergebnisse dieser Studie nicht das Modell der kortikalen Lateralisierung der Verarbeitung emotional-positiven Erlebens⁵². Einschränkend muss bemerkt werden, dass eindeutige emotional-negative Gemütszustände nicht ausreichend oder zu wenig auftraten, sodass bezüglich der Lateralisierung der negativen Emotion keine hinreichende Aussage getroffen werden kann.

Im Allgemeinen war die EEG-Theta-Aktivität während der Körpermonochordbehandlung nicht höher als während des Hörens der CD-Musik, so dass die Hypothese, dass stärkere sensorische Stimulation generell eine höhere Fokussierung der Aufmerksamkeit bewirkt, die sich in höherer frontaler Theta-Aktivität niederschlägt, nicht bestätigt werden konnte. Wird die Klangliege deutlich emotional-positiver bewertet als die CD-Musik, erfolgt während der Klangliegenbehandlung ein signifikanter Theta-Anstieg über den gesamten Kortex,

insbesondere mit stärkerer Zunahme des FmT. Wird die Klangliege emotional weniger positiv erlebt, so bleibt Theta ungefähr auf dem Ausgangsniveau der Ruhebedingung. Ebenso erfolgt während der Rezeption von Entspannungsmusik keine bedeutende Veränderung der Theta-Aktivität, unabhängig von der emotionalen Bewertung und des damit verbundenen Gemütszustandes. Bei ähnlich hoher emotional-positiver Bewertung scheinen während der Klangliegenbehandlung somit andere elektrokorticale Prozesse stattzufinden als bei gewöhnlicher Entspannungsmusik. In früheren Studien wurde der Anstieg von FmT mit der Verarbeitung positiver Emotionen beim Musikhören assoziiert^{50,51}. Möglicherweise reflektiert FmT eher Unterschiede in der musikalischen Struktur und daraus resultierenden kognitiven Prozessen. Das Ergebnis der Studie unterstützt Überlegungen, dass frontales Theta weniger zwischen Emotionen unterscheidet, sondern mehr mit Erregung und Kognitionen assoziiert ist⁹¹. Der Anstieg der Theta-Aktivität kann als Indikator erhöhter Gedächtnisleistung interpretiert werden^{33,35,37}, in denen die ungewohnten Klangstrukturen und sensorischen Eindrücke, mit gespeicherten Informationen in einem neuronalen Assoziationsnetzwerk abgeglichen werden. Das positive Erleben der Klangliege entspricht womöglich dem von Csikszentmihalyi⁹² beschriebenem Flow-Erleben. Hierbei handelt es sich um eine freudvolle autotelische Erfahrung, die durch vollständige Konzentration auf eine zielgerichtete Tätigkeit beschrieben wird. Als Voraussetzung hierfür gilt, dass die Tätigkeit oberhalb der Schwelle zur Langeweile und unterhalb der Schwelle zur Überforderung und Bedrohung angesiedelt ist. Bezogen auf die Rezeption sensorisch-musikalischer Stimuli bedeutet dies, dass die Klänge nicht als langweilig erscheinen dürfen, sondern vielmehr eine Herausforderung darstellen müssen, die jedoch nicht als zu bedrohlich und überfordernd wirken darf. Die Klangliege stellt womöglich aufgrund des ungewohnten Klangcharakters und der zusätzlichen körperlichen Stimulierung eine stärkere Herausforderung dar als die CD-Musik mit gewohnten Strukturen und ermöglicht somit eine stärkere Flow-Erfahrung. Das Loslassen der Kontrolle, welches bei der Klangliegenerfahrung stärker ausgeprägt und mit positivem Erleben korreliert ist, könnte hierbei als das freudvolle Aufgehen in einem Zustand zwischen Langeweile und Überforderung interpretiert werden. Die damit einhergehende fokussierte Aufmerksamkeit spiegelt sich möglicherweise im Anstieg des frontalen EEG-Theta und insbesondere des FmT wider³⁵⁻³⁷. Die Desynchronisierung der Alpha-2 Aktivität, die während beider Behandlungsexpositionen auftrat, bei positivem Erleben des Körpermonochords jedoch am stärksten ausgeprägt war, kann im Kontext der sensorischen und auditiven Stimulation und damit verbundener kognitiver Prozesse und erhöhter Aufmerksamkeit interpretiert werden³²⁻³⁴.

Speichelcortisol und Elektrodermale Aktivität

Die Behandlung, die chronologisch als erstes dargeboten wurde, wurde emotional positiver bewertet als die chronologisch zweite Darbietung und es zeigte sich während emotional positiverem Erleben ein stärkerer Anstieg des Speichelcortisol-Levels. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu Ergebnissen verschiedener Studien, die zeigten, dass Musikhören und das Erleben von Entspannungszuständen eine Reduktion der Cortisolausschüttung bewirken können^{64-66,68-70,93,94}. Der Anstieg von Cortisol wird generell eher mit negativem Affekt assoziiert, eine Reduktion des Cortisols hingegen mit positivem Affekt⁹⁵⁻⁹⁷. Andere Studien zeigten hingegen keinen Einfluss emotional positiver Ereignisse oder Entspannung auf die Cortisolausschüttung^{98,99}. Möglicherweise wurden die Entspannungszustände während der Körpermonochordbehandlung und während dem Musikhören als emotional herausfordernd erlebt, sodass der Anstieg des Cortisols im Sinne einer Stressreaktion interpretiert werden kann. Es wurde diskutiert, dass Entspannungsmethoden, die mit bildlicher Imagination arbeiten, in stärkerem Ausmaß unangenehmes Erleben im Sinne von bedrohlichen Bildern und Vorstellungen hervorrufen können als Methoden, die ohne Bilder arbeiten, und sich dies in höherer Erregung niederschlagen kann¹⁰⁰. Die Ergebnisse unserer Studie zum subjektiven Erleben legen nahe, dass durch Klangliegenexposition und das Musikhören innerer visuelle Vorstellungsbilder angeregt wurden. Die Analyse qualitativer Interviewdaten zum subjektiven Erleben während Körpermonochordbehandlungen bei essgestörten Patienten ergab, dass im Verlauf der Behandlung unterschiedliche innere Bilder, Gedanken und körperbezogene Gefühle auftraten, die im Wechsel sowohl als angenehm als auch als unangenehm erlebt wurden¹⁰¹. Es lässt sich somit vermuten, dass ähnliche Erlebensweisen auch bei den Patienten dieser Studie auftraten. Sowohl die Körpermonochordbehandlung als auch das Hören der CD-Musik führte nach den Kategorien des BSF zu einer Verbesserung der Stimmung. Diese Messung reflektiert aber nicht das subjektive Erleben während der Behandlungen, sondern bezieht sich auf den Zeitpunkt unmittelbar nach Beendigung der Behandlungsexpositionen.

Während der chronologisch zuerst dargebotenen Behandlungsexposition, die emotional positiver erlebt wurde, zeigte sich eine stärkere Reduktion der EDA. Dies stimmt mit Ergebnissen verschiedener Studien überein, die einen Zusammenhang zwischen angenehmen Zuständen der Entspannung, Wohlbefinden oder Zufriedenheit und einer Reduktion der EDA aufzeigten⁶⁰. Da der Anstieg von Cortisol im Zusammenhang mit einer emotionalen Stressreaktion interpretiert wird, und die EDA als Indikator für emotionsassoziierte sympathische Aktivität betrachtet wird, würde man bei einer emotional herausfordernden Erfahrung einen Anstieg der EDA erwarten. Aber die emotionsassoziierte EDA-Reaktion ist

vermutlich überlagert von einer physischen Entspannungsreaktion, die durch die körperliche Liegeposition und die Fokussierung auf die musikalischen Parameter und vibroakustischen Reize hervorgerufen wird. So zeigte sich in einer früheren Studie¹⁰², dass bei aggressionsfördernder Musik im Gegensatz zu beruhigender Musik ein höheres Level der EDA zu verzeichnen war, jedoch insgesamt beim Hören beider Musikstile eine Reduktion der EDA zu beobachten war, was für eine Überlagerung von physischer Entspannung durch mentale Fokussierung und emotionsassoziierter Aktivierung spricht. Diese Überlegung wird auch gestützt durch die Tatsache, dass 8 Patienten unserer Gesamtstichprobe von insgesamt 101 Patienten die Behandlungsexpositionen aufgrund von unangenehmem Erleben abbrachen und dennoch eine Reduktion der EDA zu verzeichnen war (siehe Abb. 5 in Sandler et al.⁸⁴). Möglicherweise repräsentieren die EDA und die Aktivierung der HPA-Achse verschiedene Komponenten einer Entspannungsreaktion, sodass der die Reduktion der EDA stärker von einer körperlichen Relaxation und der Anstieg von Cortisol stärker von innerer mentaler Aktivität beeinflusst werden.

Conclusio

Im Vergleich zum Hören von Entspannungsmusik war das Erleben auf dem Körpermonochord geprägt von einem stärkeren Loslassen der willentlichen Kontrolle. Innere Vorstellungsbilder werden beim Körpermonochord auch bei weniger stark ausgeprägtem emotional-positivem Erleben hervorgerufen, wodurch möglicherweise Material für die therapeutische Bearbeitung generiert wird. Im EEG zeigte sich beim emotional-positivem Erleben des Körpermonochords ein stärkerer Anstieg von frontaler Theta-Aktivität, was als Flow-Erleben interpretiert werden kann. Sowohl die CD-Musik als auch das Körpermonochord führten zu einer Verbesserung der Stimmung und zu Entspannung, was sich in einer Reduktion der EDA niederschlug. Der Anstieg des Speichelcortisols deutet darauf hin, dass Musik und vibroakustische Stimulation auch Erlebensweisen hervorrufen können, die vermutlich eine emotionale Herausforderung darstellen.

Literaturverzeichnis

1. Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart* 2006; 92(4): 445-452.
2. Bradt J, Dileo C. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; Issue 2: CD006577.
3. Bradt J, Dileo C, Grocke D, Magill L. Music interventions for improving psychological and physical outcomes in cancer patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; Issue 8: CD006911.
4. Labbé E, Schmidt N, Barbin J, Pharr M. Coping with stress: the effectiveness of different types of music. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2007; 32(3): 163-168.
5. Sandstrom GM, Russo FA. Music hath charms: the effects of valence and arousal on recovery following an acute stressor. *Music Med* 2010; 2: 137–143.
6. Sokhadze EM. Effects of music on the recovery of autonomic and electrocortical activity after stress induced by aversive stimuli. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2007; 32(1): 31-50.
7. Yamamoto M, Naga S, Shimizu J. Positive musical effects on two types of negative stressful conditions. *Psychol Music* 2007; 35 (2): 249-275.
8. Weeks, BP, Nilsson U (2011). Music interventions in patients during coronary angiographic procedures: A randomized controlled study of the effect on patients' anxiety and well-being. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 10(2), 88-93.
9. White JM. Effects of relaxation music on cardiac autonomic balance and anxiety after myocardial infarction. *Am J Crit Care* 1999; 8(4): 220-230.
10. Timmermann T. Das Monochord – eine Wiederentdeckung. *Musikther Umsch* 1989, 10(4): 308-320.
11. Moser J (1997). Die Wirkung von Musikinstrumenten in psychotherapeutischen Prozessen. In: Müller, L. & Petzold, H.G. (Eds.). *Musiktherapie in der klinischen Arbeit Vol.16*. Stuttgart: Gustav-Fischer, 1997: 186-207.
12. Rittner S. Die Arbeit mit dem Ganzkörpermonochord in der Psychotherapie. In: Berger, L. (Ed.). *Musik, Magie und Medizin 1*. Paderborn: Junfermann, 1997: 110-117.
13. Fachner J, Rittner S. Sound and trance in a ritualistic setting – two single cases with EEG brainmapping. *Brain Topogr* 2003; 16(2): 121.
14. Creese D. *The Monochord in Ancient Greek Harmonic Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
15. Lee E-J, Bhattacharya J, Sohn C, Verres R. Monochord sounds and Progressive muscle relaxation reduce anxiety and improve relaxation during chemotherapy: a pilot study. *Complement Ther Med* 2012; 20(6): 409-416.
16. Rose J-P, Wies J. Sound meditation in oncological rehabilitation – a pilot study of a receptive music therapy group using the monochord. *Forsch Komplementärmed* 2008; 16(6): 335-343.
17. Teut M, Dietrich C, Deutz B, Mittring N, Witt CM. Perceived outcomes of music therapy with Body Tambura in end of life care - a qualitative pilot study. *BMC Palliat Care* 2014; 13(1): 18.

18. Warth M, Kessler J, Kotz S, Hillecke TK, Bardenheuer HJ. Effects of vibroacoustic stimulation in music therapy for palliative care patients: a feasibility study. *BMC Complement Altern Med* 2015; 15:436.
19. Harthog T. The reception of monotonal sounds. An empirical study of the perception of monochords. *Z Musik Tanz Kunsttherapie* 2001; 12(3): 111-119.
20. Jungaberle H, Altieri P, Gerloff E, Kurze K, Verres R. Sounds streaming in – Contribution to the music psychology of monochords. *Musikther Umsch* 2003; 24(4): 319-332.
21. Sandler H, Tamm S, Klapp B, Bösel R. Das Ganzkörper-Monochord – Wirkungen auf EEG und subjektives Erleben. *Z Musik Tanz Kunsttherapie* 2008; 19(3): 110-120.
22. Rogers DRB, Ei S, Rogers KR, Cross CL. Evaluation of a multi-component approach to cognitive-behavioral therapy (CBT) using guided visualizations, cranial electrotherapy stimulation, and vibroacoustic sound. *Complement Ther Clin Pract* 2007; 13(2): 95-101.
23. Boyd-Brewer C, McCaffrey R. Vibroacoustic sound therapy improves pain management and more. *Holist Nurs Pract* 2004; 18(3): 111-118.
24. Mariaozouls C, Michel D, Schifftan Y. Vibration supported music therapy reduces pain and enhances relaxation in persons with paraplegia or tetraplegia - A pilot study of the psychological and autonomic effects of simultaneous acoustic and somatosensory music stimulation to manage pain. *Rehabilitation* 1999; 38(4): 245-248.
25. Patrick G. The effects of vibroacoustic music on symptom reduction. *IEEE Eng Med Biol Mag* 1999; 18(2): 97-100.
26. Spitzer M, Rath F, Groen G. Music and subjective wellbeing – preliminary results on use of a sound bed in depressive patients. *Nervenheilkunde* 2005; 24(3): 198-202.
27. Stumpf A, Braunheim M, Heuft G, Schneider G. Age-, gender-, and diagnosis-specific differences in the body image of psychosomatic outpatients. *Z Psychosom Med Psychother* 2010; 56(3): 283–296.
28. Benson H, Beary JF, Carol MP. The relaxation response. *Psychiatry* 1974; 37(1): 37-46.
29. Smith JC, Amutio S, Anderson JP, Aria LA. Relaxation: Mapping an uncharted world. *Biofeedback Self Regul* 1996; 21(1): 63-90.
30. Zeuch A. Creator of own realities. The sound meditation with the monochord. *Z Musik Tanz Kunsttherapie* 1999; 10(4): 175-185.
31. Goldman RI, Stern JM, Engel JJr, Cohen MS. Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm. *NeuroReport* 2002; 13(18): 2487-2492.
32. Dujardin K, Derambure P, Defebvre L., Bourriez, J.L., Jacquesson, J.M., Guieu, J.D. Evaluation of event-related desynchronization (ERD) during a recognition task: effect of attention. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 86(5): 353-356.
33. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Rev* 1999; 29(2-3): 169-195.
34. Klimesch W, Schack B, Sauseng P. The functional significance of theta and upper alpha oscillations. *Exp Psychol* 2005; 52(2): 99-108.
35. Deiber M-P, Missonier P, Bertrand O, Gold G, Fazio-Costa L, Ibanez V, Giannakopoulos P. Distinction between perceptual and attentional processing in working memory tasks: a study of phase-locked and induced oscillatory brain dynamics. *J Cogn Neurosci* 2007; 19(1): 158-172.

36. Pennekamp P, Bösel R, Mecklinger A, Ott H. Differences in EEG-theta for responded and omitted targets in a sustained attention task. *J Psychophys* 1994; 8: 131-141.
37. Schacter DL. EEG theta waves and psychological phenomena: a review and analysis. *Biol Psychol* 1977; 5(1): 47-82.
38. Bösel R. Die cerebrale Theta-Rhythmicität unterstützt kontextabhängige Diskriminationsleistungen. *Kognitionswissenschaft* 1993; 3(1), 53-69.
39. Aftanas LI, Golocheikine SA. Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalised attention: high resolution EEG investigation of meditation. *Neurosci Lett* 2001; 310(1): 57-60.
40. Bajjal S, Srinivasan N. (2010). Theta activity and meditative states: spectral change during concentrative meditation. *Cogn Process* 2010; 11(1): 31-38.
41. Cahn BR, Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull* 2006; 132(2): 180-211.
42. Kubota Y, Sato W, Toichi M, Murai T, Okada T, Hayashi A, Sengoku A. Frontal midline theta is correlated with cardiac autonomic activities during the performance of an attention demanding meditation procedure. *Cogn Brain Res* 2001; 11(2): 281-287.
43. Jacobs GD, Lubar JF. Spectral analysis of the central nervous system effects of the relaxation response elicited by autogenic training. *Behav Med* 1989; 15(3): 125-132.
44. Lagopoulos J, Xu J, Rasmussen I, Vik A, Malhi GS, Eliassen CF, Arntsen IE, Saether JG, Hollup S, Holen A, Davanger S, Ellingsen Ø. Increased theta and alpha EEG activity during nondirective meditation. *J Altern Complement Med* 2009; 15(11): 1187-1192.
45. Ishii R, Shinosaki K, Ukai S, Inouye T, Ishihara T, Yoshimine T, Hirabuki N, Asada H, Kihara T, Robinson SE, Takeda M. Medial prefrontal cortex generates frontal midline theta rhythm. *NeuroReport* 1999; 10(4): 675-679.
46. Lane RD, Reiman EM, Axelrod B, Yun L-S, Holmes A, Schwartz GE. Neural correlates of emotional awareness: evidence of an interaction between emotion and attention in the anterior cingulate cortex. *J Cogn Neurosci* 1998; 10(4): 525-535.
47. Lazar SW, Bush G, Gollub RL, Fricchione GL, Khalsa G, Benson H. Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *NeuroReport* 2000; 1(7): 1581-1585.
48. Lou HC, Kjaer TW, Friberg L, Wildschmidt G, Holm S, Nowak M. A ¹⁵O-H₂O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness. *Hum Brain Mapp* 1999; 7(2): 98-105.
49. Phan KL, Wager T, Taylor SF, Liberzon I. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage* 2002; 16(2): 331-348.
50. Sammler D, Grigutsch M, Fritz T, Koelsch S. Music and emotion: electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music. *Psychophysiology* 2007; 44(2): 293-304.
51. Lin Y-P, Duann J-R, Chen J-H, Jung T-P. Electroencephalographic dynamics of musical emotion perception revealed by independent spectral components. *NeuroReport* 2010; 21(6): 410-415.
52. Davidson R J. Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience. *Cogn Emot* 1998; 12(3): 307-330.

53. Altenmüller E, Schürmann K, Lim VK, Parlitz D. Hits to the left, flops to the right: different emotions during listening to music are reflected in cortical lateralisation patterns. *Neurpsychologia* 2002; 40(13): 2242-2256.
54. Gagnon L, Peretz I. Laterality effects in processing tonal and atonal melodies with affective and nonaffective task instructions. *Brain Cogn* 2000; 43(1-3): 206–324.
55. Schmidt LA, Trainor LJ. Frontal brain electrical activity (EEG) distinguishes valence and intensity of musical emotions. *Cogn Emot* 2001; 15(4): 487-500.
56. Tsang CD, Trainor LJ, Santesso LD, Tasker SL, Schmidt LA. Frontal EEG responses as a function of affective musical features. *Ann N Y Acad Sci* 2001; 930: 439-444.
57. Mikutta C, Altorfer A, Strik W, Koenig T. Emotions, Arousal, and Frontal Alpha Rhythm Asymmetry During Beethoven's 5th Symphony. *Brain Topogr* 2012; 25 (4): 423-430.
58. Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proc Natl Acad Sci USA* 2001; 98(20): 11818-11823.
59. Khalifa S, Schon D, Anton J-L, Liégeois-Chauvel C. Brain regions involved in the recognition of happiness and sadness in music. *NeuroReport* 2005; 16(18): 1981-1984.
60. Boucsein W. *Electrodermal Activity*. Second Edition. Springer: New York, 2007.
61. Kreibig SD. Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biol Psychol* 2010; 84: 394-421.
62. Castro M, Elias PCL, Martinelli JR, Antonini SRR, Santiago L, Moreira AC. Salivary Cortisol as a tool for physiological studies and diagnostic strategies. *Braz J Med Biol Res* 2000; 33(10): 1171–1175.
63. Hellhammer D, Wüst S, Kudielka B. Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology* 2009; 34: 163-171.
64. Jevning R, Wilson AF, Davidson JM. Adrenocortical activity during meditation. *Horm Behav* 1978; 10: 54-60.
65. Jin P. Changes in heart rate, noradrenaline, cortisol and mood during Tai Chi. *J Psychosom Res* 1989; 33(2): 197-206.
66. Lee MS, Kang C-W, Lim H-J, Myung-Suk Lee M-S. (2004). Effects of Qi-training on anxiety and plasma concentrations of cortisol, ACTH, and aldosterone: a randomized placebo-controlled pilot study. *Stress Health* 2004; 20: 243-248.
67. Pawlow LA, Jones GE. The impact of abbreviated progressive muscle relaxation on salivary cortisol and salivary immunoglobulin A (sIgA). *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2005; 30(4): 375-387.
68. Sudsuang R, Chentanez V, Veluvan K. Effect of Buddhist meditation on serum cortisol and total protein levels, blood pressure, pulse rate, lung volume and reaction time. *Physiol Behav* 1991; 50(3): 543-548.
69. Möckel M, Röcker L, Störk T, Vollert J, Danne O, Eichstädt H, Müller R, Hochrein H. Immediate physiological responses of healthy volunteers to different types of music: cardiovascular, hormonal and mental changes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1994; 68: 451–459.
70. Koelsch S, Fuermetz J, Sack U, Bauer K, Hohenadel M, Wiegel M, Kaisers UX, Heinke W. Effects of music listening on cortisol levels and propofol consumption during spinal anesthesia. *Front Psychol* 2011; 2(58): 1-9.
71. Uedo N, Ishikawa H, Morimoto K, Ishihara R, Narahara H, Akedo I, Ioka T, Kaji I, Fukuda S. Reduction in salivary cortisol level by music therapy during colonoscopic examination. *Hepatogastroenterology* 2004; 52(56): 451-453.

72. Canzani O. Clouds [Recorded by Impuls International N.V.]. On Balance - Für Körper und Seele [CD]. Kent. United Kingdom: TCM Music Group, 2003.
73. Pekala RJ. Quantifying Consciousness: An Empirical Approach. New York: Plenum Press, 1991.
74. Rux M. Erprobung der deutschen Übersetzung des Phenomenology of Consciousness Inventory von Pekala: Normwerte, Gütekriterien, Änderungsvorschläge. University Gießen, 2002.
75. Löwe B, Spitzer RL, Zipfel S, Herzog W. Gesundheitsfragebogen für Patienten (PHQ-D). Komplettversion und Kurzform. 2. Auflage. Karlsruhe: Pfizer 2002.
76. Hörhold M, Klapp BF, Schimmack U. Testing the invariance and hierarchy of a multidimensional model of mood by means of repeated measurement with student and patient sample. *Z med Psychol* 1993; 1: 27-35.
77. Spitzer RL, Kroenke K, Williams JB, Löwe B. A brief measure for assessing generalized anxiety disorder: the GAD-7. *Arch Intern Med* 2006; 166(10): 1092-1097.
78. Doppelmayr M, Klimesch W, Pachinger B, Ripper B. Individual differences in brain dynamics: important implications for the calculation of event-related band power. *Biol Cybern* 1998; 79(1): 49-57.
79. Klimesch W, Pfurtscheller G, Mohl W, Schimke H. Event-related desynchronisation, ERD- mapping and hemispheric differences for words and numbers. *Int J Psychophysiol* 1990; 8(3): 297-308.
80. Pfurtscheller G, Lopes da Silva FH. Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles. *Clin Neurophysiol* 1999; 110(11): 1842–1857.
81. Mitchell DJ, McNaughton, N, Flanagan D, Kirk, IJ. Frontal-midline theta from the perspective of hippocampal “theta”. *Prog Neurobiol* 2008; 86(3): 156-185.
82. Sandler H, Tamm S, Fendel U, Rose M, Klapp BF, Bösel R. (2016). Positive emotional experience – induced by vibroacoustic stimulation using a Body Monochord in patients with psychosomatic disorders – is associated with an increase in EEG-theta and a decrease in EEG-alpha power. *Brain Topogr* 2016; 29(4): 524-538. DOI:10.1007/s10548-016-0480-8
83. Sandler H, Fendel U, Peters E, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Subjective experience of relaxation - induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music – a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders. *Nord J Music Ther* 2017; 26(1): 79-98. publiziert online 2015: DOI: org/10.1080/08098131.2015.1089312
84. Sandler H, Fendel U, Buße P, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Relaxation - Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music - Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders. *PLoS ONE* 2017; 12(1): e0170411. DOI:10.1371/journal.pone.0170411
85. Ludwig AM. Altered States of Consciousness. *Arch Gen Psychiatry* 1966; 15(3): 225-234.
86. Tart CT. A systems approach to altered states of consciousness. In: Davidson J.M. & Davidson R.J. (Eds.). *The Psychophysiology of Consciousness*, New York: Plenum Press, 1980: 243-270.
87. Farthing GW. *The Psychology of Consciousness*. Englewood Cliffs. NJ: Prentice Hall, 1992.
88. Vaitl D, Gruzelier J, Jamieson G A, Lehmann, D, Ott U, Sammer G, Strehl U, Birbaumer N, Kotchoubey B, Kübler A, Miltner WHR, Pütz P, Strauch I, Wackermann J. Psychobiology of Altered States of Consciousness. *Psychol Bull* 2005; 131(1): 98-127.
89. Leuner H. Die Bedeutung der Musik in imaginativen Techniken der Psychotherapie. In: Revers, W.R., Harrer, G., Simon, W.C.S. (Eds). *Neue Wege in der Musiktherapie*. Düsseldorf/Wien: Econ-Verlag, 1974: 178-201.

90. Summer, L. *Music Consciousness: The Evolution of Guided Imagery and Music*. Gilsum, NH: Barcelona Publishers, 2002.
91. Bekkedal MTV, Rossi J 3rd, Panksepp J. Human brain indices and emotion: Delineating responses to affective vocalizations by measuring frontal theta-event-related synchronisation. *Neurosci Behav Rev* 2011; 35(9): 1959-1970.
92. Csikszentmihalyi M. *Flow – The psychology of optimal experience*. NY: Harper & Row, 1990.
93. Khalifa S, Bella SD, Roy M, Peretz I, Lupien SJ. Effects of relaxing music on salivary cortisol level after psychological stress. *Ann N Y Acad Sci* 2003; 999: 374-376.
94. Miluk-Kolasa B, Ominski Z, Stupnicki R, Golec L. Effects of music treatment on salivary cortisol in patients exposed to pre-surgical stress. *Exp Clin Endocrinol* 1994; 102(2): 118-120.
95. Booij SH, Bos EH, de Jonge P, Oldehinkel AJ. The temporal dynamics of cortisol and affective states in depressed and non-depressed individuals. *Psychoneuroendocrinology* 2016; 69: 16–25.
96. Buchanan TW, al'Absi M, Lovallo WR. Cortisol fluctuates with increases and decreases in negative affect. *Psychoneuroendocrinology* 1999; 24: 227-241.
97. Smyth J, Ockenfels MC, Porter L, Kirschbaum C, Hellhammer DH, Stone AA. Stressors and mood measured on a momentary basis are associated with salivary cortisol secretion. *Psychoneuroendocrinology* 1998; 23(4): 353–370.
98. Peeters F, Nicholson NA, Berkhof J. Cortisol Responses to Daily Events in Major Depressive Disorder. *Psychosom Med* 2003; 65: 836–841.
99. Hoyt LT, Craske MG, Mineka S, Emma K, Adam EK. Positive and Negative Affect and Arousal: Cross-Sectional and Longitudinal Associations With Adolescent Cortisol Diurnal Rhythms. *Psychosom Med* 2015; 77: 392-401.
100. Harding S. Relaxation: with or without imagery? *Int J Nurs Pract* 1996; 2(3): 160-162.
101. Fendel U, Sandler H, Papachristou C, Voigt B, Rose M, Klapp BF. Bodily experiences of inpatients with severe anorexia nervosa during treatment with the Body Monochord - A modified grounded theory approach. *Arts Psychother* 2018; 59: 7-16.
102. Nater UM, Abbruzzese E, Krebs M, Ehlert U. Sex differences in emotional and psychophysiological responses to musical stimuli. *Int J Psychophysiol* 2006; 62(2): 300-308.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Hubertus Sandler, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Das Körpermonochord in der Psychosomatischen Medizin –Subjektives Erleben und psychophysiologische Parameter“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an den ausgewählten Publikationen entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen

Hubertus Sandler hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1:

Sandler H, Fendel U, Peters E, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Subjective experience of relaxation – induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music – a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders. *Nordic J Music Ther* 2017; 26(1): 79-98.

publiziert online 2015: <https://doi.org/10.1080/08098131.2015.1089312>

Beitrag im Einzelnen:

Konzeptualisierung, Durchführung der Untersuchungen und Datenerhebung, Datenpflege, Datenverarbeitung, Datenauswertung, Literaturrecherche, Hypothesengenerierung, statistische Datenanalysen, Verfassen, Einreichen und Überarbeitung des Manuskripts im Peer Review-Prozess.

Publikation 2:

Sandler H, Tamm S, Fendel U, Rose M, Klapp BF, Bösel R. Positive Emotional Experience: Induced by Vibroacoustic Stimulation Using a Body Monochord in Patients with Psychosomatic Disorders: Is Associated with an Increase in EEG-Theta and a Decrease in EEG-Alpha Power. *Brain Topogr* 2016; 29(4): 524-538.

<https://doi.org/10.1007/s10548-016-0480-8>

Beitrag im Einzelnen:

Konzeptualisierung, Durchführung der Untersuchungen und Datenerhebung inklusive EEG-Messungen, Datenpflege, Datenverarbeitung, Datenauswertung, Literaturrecherche, Hypothesengenerierung, statistische Datenanalysen, Verfassen, Einreichen und Überarbeitung des Manuskripts im Peer Review-Prozess.

Publikation 3:

Sandler H, Fendel U, Buße P, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Relaxation - Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music - Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders. PLOS ONE, 2017; 12(1): e0170411.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170411>

Beitrag im Einzelnen:

Konzeptualisierung, Durchführung der Untersuchungen und Datenerhebung inklusive EDA- und Cortisol-Messungen, Datenpflege, Datenverarbeitung und –auswertung der EDA-Daten, Literaturrecherche, Hypothesengenerierung, statistische Datenanalysen, Verfassen, Einreichen und Überarbeitung des Manuskripts im Peer Review-Prozess.

Unterschrift, Datum und Stempel des betreuenden Hochschullehrers

Unterschrift des Doktoranden

Originalpublikationen

Publikation 1:

Sandler H, Fendel U, Peters E, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Subjective experience of relaxation – induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music – a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders. *Nordic J Music Ther* 2017; 26(1): 79-98.

publiziert online 2015: <https://doi.org/10.1080/08098131.2015.1089312>

Impact Factor* : 0.958

Publikation 2:

Sandler H, Tamm S, Fendel U, Rose M, Klapp BF, Bösel R. Positive Emotional Experience: Induced by Vibroacoustic Stimulation Using a Body Monochord in Patients with Psychosomatic Disorders: Is Associated with an Increase in EEG-Theta and a Decrease in EEG-Alpha Power. *Brain Topogr* 2016; 29(4): 524-538.

<https://doi.org/10.1007/s10548-016-0480-8>

Impact Factor* : 3.727

Publikation 3:

Sandler H, Fendel U, Buße P, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Relaxation - Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music - Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders. *PLOS ONE* 2017; 12(1): e0170411.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170411>

Impact Factor* : 4.411

* Die Angaben beziehen sich auf das Jahr 2015.

Sandler H, Fendel U, Peters E, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Subjective experience of relaxation – induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music – a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders. *Nordic J Music Ther* 2017; 26(1): 79-98

doi: 10.1080/08098131.2015.1089312

<http://dx.doi.org/10.1080/08098131.2015.1089312>

Sandler H, Tamm S, Fendel U, Rose M, Klapp BF, Bösel R. Positive Emotional Experience: Induced by Vibroacoustic Stimulation Using a Body Monochord in Patients with Psychosomatic Disorders: Is Associated with an Increase in EEG-Theta and a Decrease in EEG-Alpha Power. *Brain Topogr* 2016; 29(4): 524-538.

doi:10.1007/s10548-016-0480-8

<https://doi.org/10.1007/s10548-016-0480-8>

RESEARCH ARTICLE

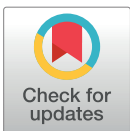
Relaxation – Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music – Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders

Hubertus Sandler^{1*}, Uta Fendel¹, Petra Buße¹, Matthias Rose¹, Rainer Bösel^{2,3‡}, Burghard F. Klapp^{1‡}

1 Department for General Internal and Psychosomatic Medicine, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany, **2** International Psychoanalytic University Berlin, Berlin, Germany, **3** Department of Cognitive Neuroscience, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany

‡ These authors have emeritus status.

* hubertus.sandler@charite.de



 OPEN ACCESS

Citation: Sandler H, Fendel U, Buße P, Rose M, Bösel R, Klapp BF (2017) Relaxation – Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music – Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders. PLoS ONE 12(1): e0170411. doi:10.1371/journal.pone.0170411

Editor: Urs M. Nater, University of Marburg, GERMANY

Received: July 21, 2016

Accepted: January 4, 2017

Published: January 23, 2017

Copyright: © 2017 Sandler et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Funding: The study was funded by Universitäre Forschungsförderung Charité (University Research Support Charité, Identification: 11/48720) in the period from 1.1.2011 to 31.12. 2011 with an amount of 3.800 (three thousand eight hundred) €. The funders had no role in study

Abstract

Vibroacoustic stimulation by a Body Monochord can induce relaxation states of various emotional valence. The skin conductance level (SCL) of the tonic electrodermal activity is an indicator of sympathetic arousal of the autonomic nervous system and thus an indicator of the relaxation response. Salivary cortisol is considered to be a stress indicator of the HPA-axis.

The effects of the treatment with a Body Monochord and listening to relaxation music (randomized chronological presentation) on SCL and salivary cortisol in relation to the emotional valence of the experience were examined in patients with psychosomatic disorders (N = 42). Salivary cortisol samples were collected immediately before and after the exposures. Subjective experience was measured via self-rating scales.

Overall, both the exposure to the Body Monochord as well as the exposure to the relaxation music induced an improvement of patients' mood and caused a highly significant reduction of SCL. A more emotionally positive experience of relaxation correlated with a slightly stronger reduction of the SCL. Both treatment conditions caused a slight increase in salivary cortisol, which was significant after exposure to the first treatment. The increase of salivary cortisol during a relaxation state is contrary to previous findings. It is possible that the relaxation state was experienced as an emotional challenge, due to inner images and uncommon sensations that might have occurred.

design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Listening to music can promote a subjective feeling of wellbeing and induce a psychophysiological relaxation response, which is characterised by a reduction of the sympathetic activity of the autonomic nervous system. Various musical interventions in clinical settings were able to induce reductions of heart rate, blood pressure and respiratory rate, as well as decreases in anxiety and improvements of mood in different patient groups [1–8]. Especially slow and soothing music seems to facilitate the vegetative relaxation effect [9–12].

The electrodermal activity (EDA) denotes changes in the electrical skin conductance and is regarded as an indicator for changes in the arousal of the autonomic sympathetic nervous system. The tonic Skin Conductance Level (SCL), which comprises slow spontaneous fluctuations of the sympathetic innervated eccrine sweat gland activity, is regarded to be a valid parameter for a relaxation reaction and is considered to be an indicator for general arousal [13]. Moreover, the EDA is considered to be an indicator for emotion-associated sympathetic activity. Various studies have shown a relation between the reduction of tonic SCL and the induction of pleasant emotions, like contentment (described as feelings of wellbeing, relaxation and peacefulness) and feelings of safety. Unpleasant emotions like anger, anxiety, fear and disgust are associated with an increase in tonic SCL [14].

Aside from the activation of the sympathetic nervous system the release of cortisol, which is modulated by the hypothalamic pituitary adrenal axis, is a further indicator of the psychophysiological stress reaction. Salivary cortisol is considered to be a valid indicator of plasma cortisol [15] and the most common biological parameter in stress research [16]. Several studies have shown a direct effect of different relaxation techniques (or methods) on the reduction of cortisol levels [17–21]. Similarly, listening to music has modulating effects on the release of cortisol. For instance, meditation music was associated with a reduction of cortisol levels [22], listening to music after inducing a stress reaction led to a stronger decrease of cortisol levels and listening to music during invasive medical interventions was associated with a lower increase of cortisol levels [23, 24].

As described in detail previously [25], the treatment with a monochord, especially the Body Monochord is used as body-oriented music therapy, which uses vibroacoustic stimulation, which can induce the experience of deep relaxation states and feelings of altered body perception [26–28]. The Body Monochord consists of a wooden resonance box standing on four feet, on which the patient lies during the treatment session. Below the resonance box there are various strings (tuned in fifth tuning). The strings are played by the therapist sitting beside the Body Monochord. By stroking evenly across the strings with fingers of both hands a sound carpet with a distinct emergence of overtones is created, whereas familiar musical structural parameters like rhythm, melody or changes in harmony are missing. In addition, there's a sensory stimulation of the patient's body by the vibrations due to the direct physical contact with the resonance box. Body Monochords can have different shapes, forms, and harmonical tunings (e.g. fifths, octave or identical tuning) [25]. Research on therapeutic application of monochord sounds and vibroacoustic stimulation via Body Monochord has been conducted with oncological patients [29, 30] and palliative care patients [31, 32]. Positive effects like reduction of anxiety and improvement of wellbeing [29, 30] as well as relaxing and calming experiences were reported [31].

In this study we examined whether vibroacoustic stimulation through a Body Monochord differs from listening to relaxation music from audio CD concerning the psychophysiological relaxation response as it is shown by tonic electrodermal activity and salivary cortisol levels in patients with psychosomatic disorders. As only little research has been conducted on the treatment with a Body Monochord in clinical subjects, this study is part of a larger study, whose

other research topics deal with qualitative and quantitative interview data on subjective experience and electrocortical activity of the brain during the exposure to a Body Monochord, derived from various groups of psychosomatic patients [25, 33].

Focusing one's attention and abstaining from goal-oriented analytical thinking has been discussed as necessary for experiencing a state of relaxation [34, 35]. Additional stimulation by vibrations in treatment with the Body Monochord possibly induces a stronger focussing of attention and thus a deeper relaxation state than merely listening to familiar relaxation music. It was shown that music combined with tactile perception of low frequencies had a stronger effect on the reduction of blood pressure and on the improvement of wellbeing in depressive patients than the mere auditory perception of music [36]. The frequency spectrum of the Body Monochord used in this study also covers the low frequency region, as there are two sets of three strings which are tuned to the tone pitches of A1 (55 Hz) and D1 (36.7 Hz). Thus, we expected a stronger reduction of tonic EDA and salivary cortisol levels during the exposure to the Body Monochord than by listening to CD music.

Methods and Material

Subjects

The sample consisted of 42 patients (26 of which were women) aged between 20 and 76 ($M = 48.5$, $SD = 12.2$) with psychosomatic disorders (somatoform disorder: $N = 15$; adjustment disorder: $N = 11$; depressive disorder: $N = 11$; anxiety disorder: $N = 5$). The patients participated in the study during inpatient treatment at the Department for General Internal and Psychosomatic Medicine at Charité—Universitätsmedizin Berlin. The study was approved by the ethics committee of Charité—Universitätsmedizin in Berlin (application number: EA1-290-12) and informed consent was obtained from all patients. All patients provided their written informed consent to participate in this study.

Procedure

Each patient received a 20-minute exposure to a Body Monochord and a 20-minute presentation of slow consonant relaxation music (panpipe with piano accompaniment), which was played on an audio CD. The strings of the Body Monochord were tuned in fifths tuning (tone pitches: D3, A2, D2, with additional A1 and D1 at three strings each), which allowed it to emit a sound with a manifold overtone spectrum. The Body Monochord was constructed by the manufacturer of musical instruments Bernhard Deutz in Berlin (<http://www.deutz-klangwerkstatt.de>; a sound sample is available at http://psychosomatik.charite.de/forschung/koerpererleben/koerperzentrierte_therapieverfahren/). For clinical reasons (practicability) data acquisition took place from about 11 a.m. to 12 p.m. Immediately before each exposure the patients were lying in a quiet resting state for two minutes. Both treatments were presented in succession in randomized order, with a break of about ten minutes in between. While listening to the CD music patients were also lying on the Body Monochord. The patients received the instruction to close their eyes and do nothing else aside from listening to the sound of the music. Immediately after each treatment method two self-rating scales for assessing the subjective experience during the single treatment exposition and the state of mood after the treatment were presented.

Cortisol Measurement

Saliva cortisol samples were collected directly before the first treatment session (T1), immediately after the first one (T2) and immediately after the second treatment session (T3), using Salivette® sampling devices (Sarstedt, Germany). On doing so the patients chewed on a

cotton roll for the duration of about two minutes. The samples were immediately chilled on ice and centrifuged at 2400 x g for 2 minutes at 4°C. Then the samples were chilled on ice again and after the procedure of the presentation of the two treatment methods they were frozen in aliquots at -80°C until assayed. Cortisol levels (nmol/l) were determined using the commercially available immunoassay ELISA-Kit Parameter™ Cortisol Assay (R&D Systems, Inc., USA). According to the manufacturer the assay sensitivity for the kit was 0.111 nmol/l. Intra-assay and inter-assay coefficients of variation were 5.4% and 9.3%, respectively.

EDA Measurement

During the whole investigation SCL was recorded continuously exosomatically from the surface of the skin via application of a direct current voltage of 1.5 V, using the portable biofeedback device MentalBioScreen K3 (Porta Bio Screen GmbH, Germany). For the measurement EKG foam electrodes with a carbon push button and adhesive gel pad (43 x 45 mm) were used (ASF-40C, Bio Protech Asmuth GmbH, Germany). Two electrodes were fixed to the hypothenar site on each palm of both hands, overlapping about 0.5 cm, thus the distance was about 3.5 cm. The subsequent EDA-analysis was conducted for a 1-minute interval during the resting position before the treatments and for 1 minute intervals during the periods of 0–1, 5–6, 11–12 and 17–18 minutes following the start of the Body Monochord and CD music exposure. The SCL values were averaged for each time interval.

Subjective Experience

As described in detail previously [25], the subjective experiences that occurred during the exposure to the Body Monochord and the exposure to the CD music were immediately recorded after the presentation of each treatment method by means of a self rating scale (7-point Likert scale). The questions were based on the dimensions of experience of the Phenomenology of Consciousness Inventory (PCI) by Pekala [37], German version by Rux [38], a questionnaire for assessing altered states of consciousness, which can arise e.g. during relaxation states [39]. For assessing the positive emotional feelings during the two treatments, patients were asked about feelings of joy, feelings of kindness and the feeling of safety that occurred during the treatment methods. For each subject the mean value of these categories was calculated separately for each treatment method. Since negative feelings like fear, anger, sadness showed rather low values and differed only very slightly between patients, categories of emotionally negative response were not included in this assessment [25].

Additionally, the Berlin Mood Questionnaire (Berlin Mood Scale, BMS) [40] was carried out at three points of cortisol measurement (T1, T2, T3). The 30-item BMS measures six different states of mood (listlessness, tiredness, anxious depression, anger, involvement, elevated mood). The items are presented on a 5-point Likert scale.

Statistical Analysis

Statistical data analysis was performed using the statistical software SPSS (Version 20). We tested the possible effects of the chronological order of the single treatment methods and the kind of treatment on positive emotional feelings. We did so by calculating an ANOVA with repeated measurement of the within-subject factor 'kind of treatment' (Body Monochord, CD music) and the between-subject factor 'treatment chronological order' (Body Monochord first, CD music first). Differences in the various dimensions of the BMS in depending of the different treatment conditions (T1, T2, and T3) were tested by calculating t-tests for dependent samples.

The possible influences of the chronological order and the kind of the treatments on the SCL were tested by calculating an ANOVA with repeated measurement of the factor 'kind of treatment' (Body Monochord, CD music) and 'point in time of measurement' (Rest, 0–1 min, 5–6 min, 11–12 min, 17–18 min) and the between-subject factor 'treatment chronological order' (Body Monochord first, CD music first).

For statistical analysis of the Cortisol data an ANOVA with repeated measurement of the factor 'time of measurement' (before 1st treatment, after 1st treatment, after 2nd treatment) and the between-subject factor 'treatment chronological order' (Body Monochord first, CD music first) was calculated. The specifications for alpha error of variance analytical significance test were based on the Greenhouse-Geisser-adjusted degrees of freedom. Multiple comparisons in t-tests were adjusted using the Bonferroni-method or Bonferroni-Holm-method, when more than three comparisons were conducted. Effect sizes were indicated with the coefficients Partial Eta Squared (η^2) and Cohen's d.

Results

Six patients were excluded from the statistical analysis of the salivary cortisol data, because their measurement values of salivary cortisol were outside the standard curve. One patient was excluded from the statistical analysis of the self-rating scale and five patients were excluded from the statistical analysis of the BMS because of missing measurement data. SCL data of eight patients could not be used for statistical analysis because of measurement errors due to heavy perspiration and low adherence of the electrodes.

Subjective Experience

Results revealed a significant interaction 'kind of treatment x treatment chronological order' ($F[1,39] = 4.33$; $p = .044$; $\eta^2 = .100$). Thus, the treatment method, which was chronologically presented first, was emotionally experienced in a significantly more positive way than the second treatment (Fig 1). The factor 'kind of treatment' did not differ significantly in the positive emotional feelings during Body Monochord and CD music exposure.

The statistical analysis of the BMS showed a significant increase of elevated mood (Body Monochord: $t = -4.53$; $df = 36$; $p = .00062$; Cohen's $d = -.76$; CD music: $t = -4.64$; $p = .00068$;

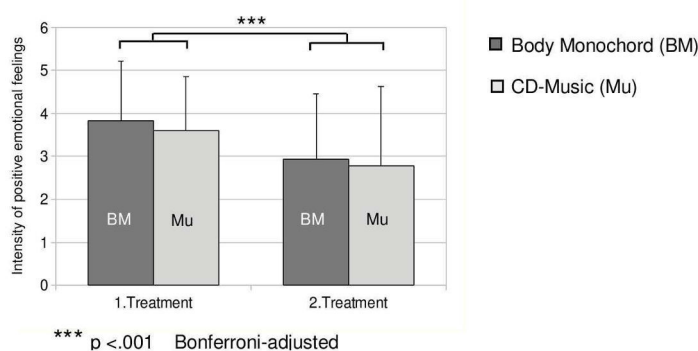


Fig 1. Positive emotional feelings. Mean values of the positive emotional feelings (feelings of joy, feelings of kindness and the feeling of safety) during the treatments with the Body Monochord (BM) and CD-music in context of the chronological order of the presentation.

doi:10.1371/journal.pone.0170411.g001

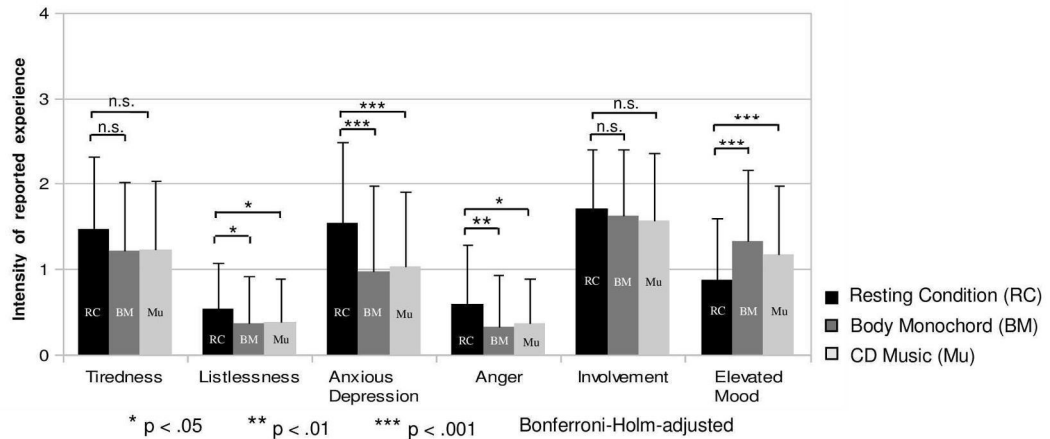


Fig 2. Berlin Mood Questionnaire (BSF). Perceived states of mood measured via the Berlin Mood Questionnaire (BSF) at the resting condition, after the exposure to the Body Monochord, and after the exposure to the CD music. (N = 37).

doi:10.1371/journal.pone.0170411.g002

Cohen's $d = -.73$; Bonferroni-Holm adjusted) and significant reductions of listlessness (Body Monochord: $t = 2.95$; $df = 36$; $p = .034$, cohen's $d = .48$; CD music: $t = 2.97$; $p = .037$; $df = 36$; Cohen's $d = .49$), anger (Body Monochord: $t = 3.53$; $df = 36$; $p = .009$; cohen's $d = .59$; CD music: $t = 2.78$; $df = 36$; $p = .045$; Cohen's $d = .46$), and anxious depression (Body Monochord: $t = 5.75$; $df = 36$; $p = .000025$; Cohen's $d = .96$; CD music: $t = 4.85$; $df = 36$; $p = .00026$; Cohen's $d = .82$), both after the exposure to the Body Monochord and after the exposure to the CD music. All significance values were Bonferroni-holm adjusted. No significant differences were found between the two kinds of treatment (Fig 2).

Salivary Cortisol

After the presentation of the chronologically first treatment an increase in salivary cortisol level could be observed both for the Body Monochord and the CD music condition, which slightly decreased after the second treatment presentation (Fig 3). The factor 'time of measurement' (before 1st treatment, after 1st treatment, after 2nd treatment) was significant ($F[2,68] = 3.332$; $p = .051$; $\eta^2 = .089$). The direct comparison of the mean values between the three points of measurement revealed that the increase of the salivary cortisol level from the first to the second point of measurement is significant ($t = -2.688$; $df = 35$; $p = .033$, Cohen's $d = .24$; Bonferroni-adjusted). The difference of salivary cortisol between the first and the third point of measurement missed the significance level ($t = -1.404$; $df = 35$; $p = .169$, Cohen's $d = .15$), as well as the difference between the second and the third point of measurement ($t = 1.156$; $df = 35$; $p = .256$, Cohen's $d = .07$).

The between subject factor 'treatment chronological order' did not show any significance, which means that the cortisol levels did not differ significantly between the patients, who were presented the two treatment conditions in chronological different order.

The interaction 'time of measurement x treatment chronological order' was also not significant, revealing that chronological course of the cortisol levels did not differ significantly in dependence of chronological order of the treatment presentation. Thus the two treatment methods Body Monochord and the exposure to CD music did not differ significantly in their

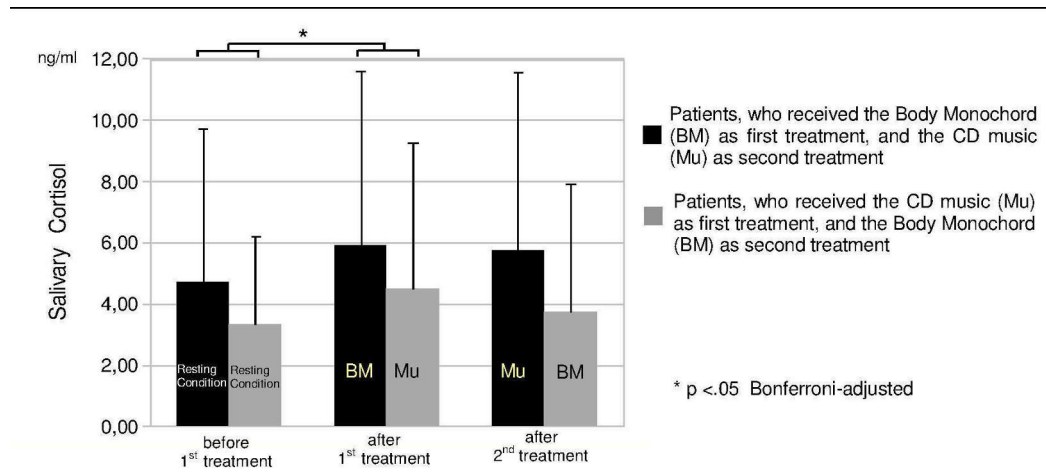


Fig 3. Salivary cortisol. Salivary cortisol levels measured immediately before the first treatment after the resting condition, immediately after the first treatment and after the second treatment for the two groups with different chronological order of the two kinds of treatment (N = 36).

doi:10.1371/journal.pone.0170411.g003

influence on the secretion of cortisol. As well, the direct comparison of the mean values between Body Monochord and CD music did not show any significance.

As the increase in cortisol levels was contradictory to our expectations, we explored possible artefacts. For all patients the last medication and food intake took place between 8 a.m. and 8.30 a.m., about 3 hours before the psychophysiological measurements. Six patients did not take any medication at all, whereas thirty patients took one or more medicaments of the medication listed in Table 1. As cortisol belongs to the class of glucocorticoids, the intake of glucocorticoids might have influenced the cortisol system. The other drug agents listed in the table are not known to significantly influence cortisol levels. Furthermore, it has been shown that underweight and obesity have various influences on patients' cortisol levels and responsiveness of the cortisol system [41, 42]. For that reason we repeated the calculation of the compared t-test without those patients, who had taken glucocorticoids (N = 5) and those patients with a BMI over 30 (N = 5) or below 18 (N = 3), so that altogether 13 patients were excluded. The results of the new calculation confirmed the previous findings and revealed even a higher effect size for the increase in salivary cortisol levels from the first to the second point of measurement ($t = -2.58$; $df = 22$; $p = .051$, Cohens $d = .36$, Bonferroni-adjusted). The differences in salivary cortisol between the first and the third and between the second and the third point of measurement again missed the significance level.

EDA-Activity (SCL)

During both treatment methods a pronounced decrease of SCL was observed (Fig 4). The factor 'point in time of measurement' was highly significant ($F[4,128] = 31.59$; $p < .001$; $\eta^2 = .497$) and showed a highly significant linear trend ($F[1,32] = 42.38$; $p < .001$; $\eta^2 = .570$). The factor 'kind of treatment' was not significant. These results indicate that the decrease of SCL during the two treatment methods was significant over time and did not differ significantly between the two treatment methods. We found a highly significant interaction effect between 'kind of treatment' and 'treatment chronological order' ($F[1,32] = 15.15$; $p < .001$; $\eta^2 = .321$). This indicates that

Table 1. Medication, taken by the patients about 3 hours before physiological measurements.

Drug class	Agent
Antidepressant	Citalopram, Sertralin, Duloxetine, Amitriptylin, Trimipramin, Opipramol, Bupropion, Mirtazapin, Hypericum perforatum
Antiepileptic	Gabapentin
Neuroleptic	Olzapin, Pipamperon
Sedative	Zopiclon
Antidiabetic	Metformin
Cholesterol reducer	Simvastatin, Ezetimib
Antihistamine	Mizolastin, Fexofenadin, Dimetinden, Betahistin
Proton pump inhibitor	Omeprazol, Pantoprazol, Lansoprazol
Alpha-blocker	Doxazosin, Tamsulosin
ACE inhibitor	Enalapril, Ramipril, Lisinopril
Beta-blocker	Metoprolol, Bisoprolol
AT1-antagonist	Candesartan, Olmesartan, Telmisartan
Calcium channel blocker	Amlodipin, Lercanidipin
Non-steroidal antirheumatic/non-opioid analgetic	Diclofenac, Acetylsalicylic acid, Metamizol, Flupirtin, Paracetamol, Ibuprofen
Glucocorticoid	Fluticason, Triamcinolon, Methylprednisolon, Budesonid, Ciclesonid
Vitamin	Thiamin (Vitamin B1), Colecalciferol (Vitamin D)
Mineral	Magnesium, Kaliumiodid, Dinatriumhydrogenphosphat, Kalium dihydrogenphosphat, Calcium carbonat,
Diuretic	Hydrochlorothiazid, Torasemid
Immunosuppressant	Everolimus, Mycophenolat
Sex hormon	Estradiol
Thyroid hormone	Levothyroxin
Spasmolytic	Darinefacin
Dopamine agonist	Pramipexol
Antiemetic	Metoclopramid
Thrombocyte aggregation inhibitor	Clopidogrel
Beta-sympathomimetic	Salbutamol

doi:10.1371/journal.pone.0170411.t001

during the treatment method, which was presented first, there was a greater reduction of SCL compared to the treatment method, which was presented in the second place.

The interaction ‘kind of treatment x treatment chronological order x point in time of measurements’ reached only the 10% alpha error level ($F[4,128] = 2.98; p = .067; \eta^2 = .085$), but shows the tendency for difference between the two treatment methods in the course of SCL over time dependent of the chronological order of presentation. Thus, we calculated the mean values of the last three measurement points (5–6, 11–12 and 17–18 min, following the start of the treatments) separately for each treatment presentation and performed paired t-tests to check the significance of the differences between the treatment method that was presented first and the treatment method that was presented second. Results revealed that during the treatments presented first, there were higher decreases in SCL than during the treatments presented second, which only just missed the significance level of 5% (Body Monochord presented first: $t = 2.34; df = 20, p = .060$, cohen’s $d = .45$, Bonferroni-adjusted; CD music presented first: $t = 2.43; df = 16; p = .054$, cohen’s $d = .63$, Bonferroni-adjusted).

Discussion

In this study we examined the effects of vibroacoustic stimulation via a Body Monochord in comparison with a relaxation music CD on the skin conductance level (SCL) and salivary

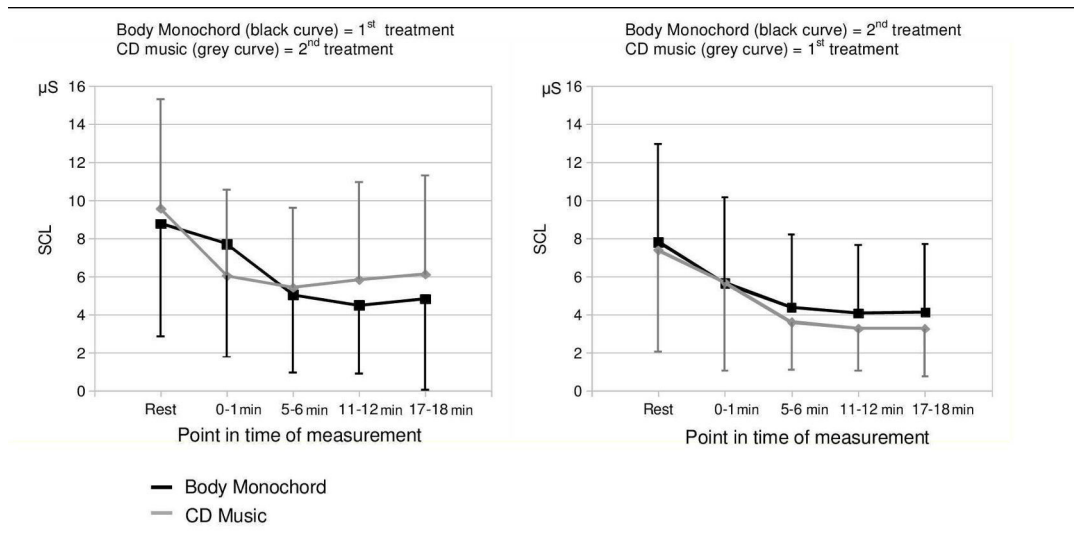


Fig 4. Electrodermal activity (SCL). Course of SCL during the two kinds of treatment (Body Monochord, CD music). The left diagram shows the courses of the SCL when the Body Monochord was presented as first and the CD music was presented as second exposure. The right diagram shows the courses of the SCL when the CD music was presented as first and the Body Monochord was presented as second exposure.

doi:10.1371/journal.pone.0170411.g004

cortisol levels in patients with psychosomatic disorders, in relation to the emotional evaluating scores for subjective experience during the exposure to the treatments.

Subjective Experience

As a sequence effect we found that the treatment mode presented first was scored in an emotionally more positive way (respectively, feeling of kindness, feeling of safety, and feeling of joy) than the treatment mode presented in the second place, a result which corresponds to the findings of a larger sample without cortisol measurements [25]. This may be explained by the duration of the examination, taking about two hours altogether, which might have reduced patients' willingness to get involved in the second treatment. Furthermore, both the exposure to the Body Monochord and the exposure to the CD music induced an improvement of patients' scores for state of mood, namely an increase in elevated mood and a decrease in anxious depressiveness, anger and listlessness.

Salivary Cortisol

Both after the presentation of the first and the second treatment session, an increase in salivary cortisol was observed both for the exposure to the Body Monochord and the exposure to the CD music. The results revealed that the increases from the initial resting period to the points of measurement immediately after the first treatment exposure were significant. The treatment with the Body Monochord and the treatment with the CD music did not differ significantly in their influence on the secretion of cortisol. In visual terms, the group of patients, who had been presented the CD music at first, showed lower levels of cortisol at all the three measurement points, but these differences did not show any significance. The lack of significance can be explained by the high standard deviations of the measurement values. For the same reason

the increase between the first and second measurement points was significant and the increase between the first and the third measurement points was not.

The increase of salivary cortisol levels during the two treatments with the Body Monochord and the CD music is contrary to our expectations that listening to music, especially to relaxation music, and experiencing relaxation states are associated with a decrease in cortisol levels, as revealed in former studies [17–19, 21–23, 43, 44]. After the first treatment session, which was experienced in an emotionally more positive way, the increase in salivary cortisol was significant and more pronounced than after the second presentation of the treatment session, which was emotionally experienced in a slightly less positive way.

Regarding research on the relation between emotion, affect and cortisol, an increase in cortisol levels is in general associated with negative affect. On the other hand, positive affect is rather associated with a decrease in cortisol levels [45–47]. Other studies revealed that there was no effect of positive daily events on cortisol levels [48]. Furthermore, it was shown that positive emotion with high physiological arousal, in terms of being alert and active, was associated with a decrease in salivary cortisol [49]. On the other hand, positive emotion with low physiological arousal, in terms of being happy and relaxed, did not show any effects on cortisol levels.

Thus, our results seem to contradict findings of studies, which revealed that negative, but not positive affect is associated with higher cortisol levels. Another investigation of our working group, which compared the effects of the Body Monochord in the shape of a chair and in the shape of a lounger, found similar results concerning the increase of salivary cortisol levels in patients suffering from eating disorders, somatoform disorders and pain disorders [50]. This makes it unlikely that the reported increase in salivary cortisol is based on measurement errors.

It might be possible that the relaxation states, induced by listening to the relaxation music and by vibroacoustic stimulation, in some patients also constituted a kind of emotional challenge related to stress, which might be reflected in the increase of cortisol levels. Relaxation techniques, which use imagery, are supposed to be more likely to induce adverse experiences than relaxation techniques without imagery, because intrusive distressing images and thoughts might be enhanced more easily through imagery instructions, which would lead to an increase in arousal [51]. In general, during relaxation states unconscious or preconscious contents, which might be related to conflicts in one's personal life, are more likely to appear [52]. The appearance of these phenomena is used in the psychotherapeutic technique e.g. of Guided Imagery and Music [53].

The analysis of qualitative interview data on subjective experiences during the treatment with a Body Monochord of patients suffering from eating disorders [54] revealed that changing inner images, thoughts, body-related feelings and emotions occurred during the course of the treatment, which also means that short phases of pleasant and unpleasant experiences sometimes alternated. Possibly, similar subjective experiences during the treatment with the Body Monochord and CD music might have occurred in the patients we investigated in this study.

Previous studies on the impact of music or relaxation on cortisol levels mainly investigated healthy subjects who were not suffering from psychological disorders [22, 23, 43, 55]. As the patients in our study were suffering from depressive disorders, anxiety disorders, adjustment disorders and somatoform disorders, which are supposed to be associated with individual psychosocial stress factors, part of these stress factors might have come to consciousness by focusing the attention towards the self by means of the vibroacoustic stimulation and listening to the sound and music. Taken as a whole, aside from pleasant and relaxing phases of subjective experiences during the treatment sessions, the treatments by themselves might have been

emotionally challenging experiences, which could be the reason for the increase of patients' salivary cortisol levels.

The former results of the analysis of the electrocortical activity (EEG) during the treatment with the Body Monochord in a larger sample [33] might give a hint to a possible mental stress processing in the beginning of the treatment. During the first minutes of exposure to the Body Monochord a desynchronisation both of the EEG-Theta and Alpha bands occurred (see results in [33]). As described in detail previously [33], desynchronised EEG-Alpha activity is an indicator of increased attention during the expectation of cognitive tasks and information processing [56, 57]. Synchronised Theta activity is associated with relaxation [58] (and correlates with focused attention and memory search [59–61]). Due to the fact that both the Alpha and the Theta bands are desynchronised, this result suggests that in the beginning of the exposure to the Body Monochord a state of increased vigilance took place without any mental relaxation, memory processing or focused attention. The desynchronization of the EEG could thus be matched with a situation of mental orientation in which an attempt is made to make sense of and to structure the unusual perception, which might also be interpreted as stress processing. It should be mentioned that during the exposure to the CD music these EEG effects were not observed.

Skin Conductance Level

The increase in salivary cortisol as an indicator of a stress response seems to be contradicted by the decrease in the SCL, which indicates an experience of relaxation. During the first treatment the decrease in SCL was significantly more pronounced than during the second treatment. This result corresponds with the sequence effect of positive emotional feelings, which were scored as being higher during the first treatment compared to the second treatment. This is consistent with results of former studies, which demonstrated an association between feelings of relaxation, wellbeing or contentment and a reduction of SCL [14].

As we discuss the increase in salivary cortisol levels as a possible indicator of a stress response that occurred during the treatment sessions, and as the SCL is regarded to be an indicator of emotion-associated sympathetic activity, one would expect an increase in SCL during an emotionally challenging experience. But the emotionally associated SCL response is probably masked over by a possible relaxation response, which is induced by focussing on the music or by just lying on the lounger. In a study by Nater and colleagues [62] on psychophysiological and emotional responses to musical stimuli, listening to Heavy Metal music led to an increase in unrest and aggression, whereas smoothing classical music led to more calmness and improvement of mood. The SCL levels were higher during listening to Heavy Metal music, but both during the Heavy Metal music and the relaxing music a decrease in the courses of SCL could be observed. However, these contradictory results were not discussed in this article, because the focus of the study was on different responses of men and women to musical stimuli. Possibly the focussing on the music in a resting position facilitated a physical relaxation state, which at the same time was masked by the emotional arousal because of the music. Thus, on the one hand during listening to Heavy Metal music the SCL was higher than during relaxation music, but on the other hand the SCL decreased during both conditions probably due to physical relaxation.

It should also be noted that in our study on the effects of the Body Monochord and relaxation music on psychophysical parameters and subjective experience we altogether examined 101 patients (of which only 42 were measured by salivary cortisol) of which 8 patients discontinued the treatments because of unpleasant feelings or imageries that occurred (Body Monochord: N = 7, CD music: N = 1). Fig 5 shows the courses of SCL until the termination of the

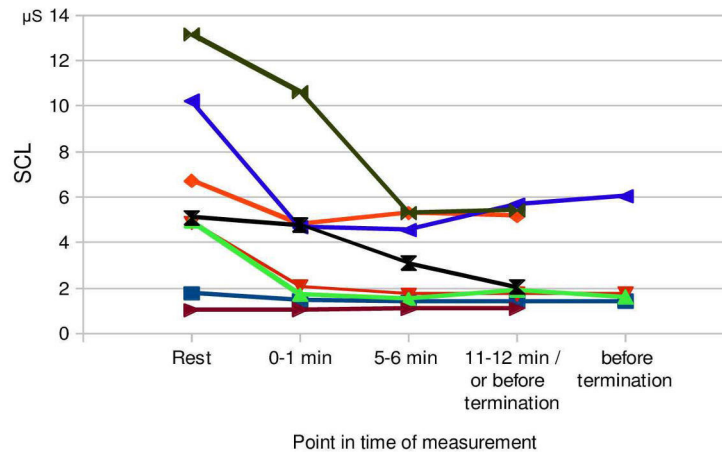


Fig 5. Electrodermal activity (SCL) of the patients who discontinued the treatment session. Individual courses of the SCL of the patients who discontinued the treatment session with the Body Monochord (N = 7) or the CD music (N = 1) because of unpleasant feelings or occurring imageries. The last measurement points refer to the last minute immediately before termination of the treatment exposure.

doi:10.1371/journal.pone.0170411.g005

treatment. It is striking that 6 patients showed an obvious decrease in SCL, whereas in 2 patients the SCL remained about the same level. These results give hint to the existence of a kind of paradoxical relaxation response, in which the electrodermal activity decreases, whereas unpleasant or stressful feelings or imageries are processed mentally. The physical position of resting and lying down probably facilitates the relaxation of the skeletal muscles. The patients were invited to do nothing else but paying attention to the sound and music. Focusing of attention without distraction combined with a relaxing position of the body is supposed to be necessary to encourage the appearance of a relaxation response, as described in the literature [34, 35].

However, the question arises why the increase in cortisol was not masked by the same effect. Possibly the electrodermal activity and the activation of the HPA-axis represent independent components concerning the relaxation response. This could mean that the decrease in SCL might be more strongly influenced by the physical calming effect whereas the increase in salivary cortisol levels might be more associated with inner mental activity and might be less sensitive to mere physical rest. A study of Pawlow and Jones [63] showed that merely sitting quietly did not show any impact on salivary cortisol levels.

However, the exposure both to the Body Monochord and to the relaxation music led to an increase in elevated mood and a decrease in anxious depressiveness, anger and listlessness (dimensions of the BMS–Berlin Mood Scale). It should be noted that the self-rating of the BMS refers to the state of mood that patients experienced at the point in time immediately after the treatment exposure. Probably the state of mood did not remain the same during the whole exposure. Presumably, during the exposure to the Body Monochord and maybe also during the CD music changing contents of mental images, thoughts and memories occurred and both pleasant and unpleasant states of mood might have appeared alternately, similar to the patients suffering from eating disorders, whose subjective experience during Body Monochord treatments was investigated in another study of our working group [54]. The viewing of the qualitative interview data of patients in the present study and of the whole sample

suggests that part of the patients indeed experienced the treatment as emotionally challenging, especially in the beginning. This happened because unpleasant memories or actual problems in life emerged in their minds, from which, however, they could distance themselves in the further course of the treatment exposure [64]. Thus, the rated mood at the point in time after the treatment exposure might be the result of coming to terms with a somehow challenging emotional process.

Another explanation for the increase in salivary cortisol might be the possibility that the patients' experiences of elevated mood and decrease in listlessness also indicated an activating process, induced both by the bodily vibroacoustic stimulation and the inner images, which might have been encouraged through sound and music. So this activating process might have been experienced as a kind of eustress, which might have caused the increase of salivary cortisol levels.

Limitations

The cortisol results must be interpreted with caution, because it cannot be completely excluded that the release of cortisol was influenced by a variety of drugs like beta-blocker propranolol, antidepressants or others, which were taken by various patients prior to testing. Possibly the medication caused a delayed onset of the cortisol release and led to the rise in cortisol observed over the treatment.

Another limitation regarding cortisol might be the fact, that the release of cortisol follows a circadian rhythm, which culminates in the morning after waking up and decreases throughout the rest of the day [65, 66]. The patients had been tested during the late morning when higher fluctuations in cortisol levels can be assumed. To address this problem and to reduce possible influences of medication, further studies should be conducted in the late afternoon.

As the focus of this study was on the impact of vibroacoustic stimulation on patients' salivary cortisol levels and electrodermal activity in relation to their subjective emotional experience, we did not include a control group with healthy subjects. Thus the study has an explorative character and the absence of a control group can be considered as a limitation.

Furthermore, it can be regarded as a limitation that we did not include more direct psychological measures of relaxation and stress e.g. like visual analogue scales, because the focus of the study was on the patient's state of mood and emotional experience. This could have provided additional information about the perceived state induced by the treatments.

A further limitation of the study is the fact that there was only a break of ten minutes between the successive interventions. This might have been not enough time for the physiological systems to return to a true baseline. One way of avoiding this problem is to perform the measurements on two different days. But it must be taken into consideration that on different days usually different unavoidable therapeutic and diagnostic procedures are conducted due to the clinical context, which might have been experienced as different additional stress factors. In this context our study has an explorative character, which should invite to further studies.

Finally, it can be taken into consideration whether the cortisol system of patients might be dysregulated to varying degrees due to long lasting distress, which finally led to disease and inpatient admission. Moreover, it is to be assumed that patients had different lengths of time for recovery, because of different length of hospital stay or different influencing factors which might have occurred during the stay in hospital before the investigation. This might have some impact on possible differences between the responsiveness of the cortisol system and the electrodermal activity to pleasing or displeasing stimuli. In order to address this issue, it would be necessary to investigate several treatments in single persons over a longer period of time by means of time series analysis.

Conclusion

A relaxation state, induced by vibroacoustic stimulation or listening to CD music, is associated with a reduction of the electrodermal activity and thus of the sympathetic arousal, which was more pronounced during higher emotionally positive feelings during the treatments.

Both vibroacoustic stimulation and listening to relaxation music induced an improvement of patients' mood and were associated with an increase in salivary cortisol. The increase in salivary cortisol might be explained by a potentially challenging experience of the relaxation state due to possibly uncommon body sensations and inner images. Thus the electrodermal activity and the HPA-axis might be independent components concerning the relaxation response, which could mean that the decrease in tonic electrodermal activity might better reflect the physical calming effect and the increase in salivary cortisol levels might be more associated with inner mental activity.

Supporting Information

S1 File. Patients' data. The data file contains patients' data of Sex, Age, Salivary Cortisol, Electrodermal Activity (SCL), Positive Emotional Feelings and Berlin Mood Scale (BMS). (XLS)

S2 File. SCL of dropouts. Electrodermal Activity (SCL) of patients, who discontinued the treatment exposure. (XLS)

Author Contributions

Conceptualization: HS BFK RB UF.

Data curation: HS PB.

Formal analysis: HS PB.

Funding acquisition: BFK.

Investigation: HS BFK RB UF.

Methodology: HS BFK RB UF.

Project administration: BFK MR.

Resources: BFK RB.

Supervision: BFK RB MR.

Validation: HS PB.

Visualization: HS.

Writing – original draft: HS.

Writing – review & editing: BFK RB UF.

References

1. Bradt J., Dileo C. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. *Cochrane Database Systematic Review*. 2009; 12:CD006577.
2. Bradt J., Dileo C., Grocke D., Magill L. Music interventions for improving psychological and physical outcomes in cancer patients. *Cochrane Database Systematic Review*. 2011; 8:CD006911.

3. Chan M F, Chung YF, Chung S W, Lee OK. Investigating the physiological responses of patients listening to music in the intensive care unit. *Journal of Clinical Nursing*. 2009; 18(9),1250–1257 doi: [10.1111/j.1365-2702.2008.02491.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02491.x) PMID: [18775053](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18775053/)
4. Chlan LL. Music therapy as a nursing intervention for patients supported by mechanical ventilation. *Complementary and alternative therapies*. American Association of Critical-Care Nurses. 2000; 11, 128–138
5. Han L, Li JP, Sit JW, Chung L, Jiao ZY, Ma WG. Effects of music intervention on physiological stress response and anxiety level of mechanically ventilated patients in China: a randomised controlled trial. *Journal of Clinical Nursing*. 2010; 19(7–8), 978–987 doi: [10.1111/j.1365-2702.2009.02845.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2009.02845.x) PMID: [20492042](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20492042/)
6. Lee OKA, Chung YFL, Chan MF, Chan WM. Music and its effect on the physiological responses and anxiety levels of patients receiving mechanical ventilation: a pilot study. *Journal of Clinical Nursing*. 2005; 14, 609–620 doi: [10.1111/j.1365-2702.2004.01103.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2004.01103.x) PMID: [15840076](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15840076/)
7. Weeks BP, Nilsson U. Music interventions in patients during coronary angiographic procedures: A randomized controlled study of the effect on patients' anxiety and well-being. *European Journal of Cardiovascular Nursing*. 2011; 10, 88–93 doi: [10.1016/j.ejcnurse.2010.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ejcnurse.2010.07.002) PMID: [20685168](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20685168/)
8. White JM. Effects of relaxation music on cardiac autonomic balance and anxiety after myocardial infarction. *American Journal of Critical Care*. 1999; 8 (4), 220–230 PMID: [10392221](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10392221/)
9. Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart*. 2006; 92, 445–452 doi: [10.1136/hrt.2005.064600](https://doi.org/10.1136/hrt.2005.064600) PMID: [16199412](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16199412/)
10. Labbé E, Schmidt N, Barbin J, Pharr M. Coping with stress: the effectiveness of different types of music. *Journal of Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2007; 32 (3), 163–168
11. Sandstrom GM, Russo FA. Music hath charms: the effects of valence and arousal on recovery following an acute stressor. *Music and Medicine*. 2010; 2, 137–143
12. Yamamoto M, Naga S, Shimizu J. Positive musical effects on two types of negative stressful conditions. *Psychology of Music*. 2007; 35 (2), 249–275
13. Boucsein W. *Electrodermal Activity*. Second Edition. Springer: New York. 2007
14. Kreibitz SD. Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*. 2010; 84, 394–421 doi: [10.1016/j.biopsycho.2010.03.010](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.03.010) PMID: [20371374](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20371374/)
15. Castro M, Elias PCL, Martinelli JR, Antonini SRR, Santiago L, Moreira AC. Salivary Cortisol as a tool for physiological studies and diagnostic strategies. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2000; 33(10), 1171–1175 PMID: [11004717](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11004717/)
16. Hellhammer D, Wüst S, Kudielka B. Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*. 2009; 34, 163–171 doi: [10.1016/j.psyneuen.2008.10.026](https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.10.026) PMID: [19095358](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19095358/)
17. Jevning R, Wilson AF, Davidson JM. Adrenocortical activity during meditation. *Hormones and Behavior*. 1978; 10, 54–60 PMID: [350747](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/350747/)
18. Jin P. Changes in heart rate, noradrenaline, cortisol and mood during Tai Chi. *Journal of Psychosomatic Research*. 1989; 33(2), 197–206 PMID: [2724196](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2724196/)
19. Lee MS, Kang C-W, Lim H-J, Myung-Suk Lee M-S. Effects of Qi-training on anxiety and plasma concentrations of cortisol, ACTH, and aldosterone: a randomized placebo-controlled pilot study. *Stress and Health*. 2004; 20, 243–248
20. Pawlow LA, Jones GE. The impact of abbreviated progressive muscle relaxation on salivary cortisol and salivary immunoglobulin A (sIgA). *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2005; 30 (4), 375–387 doi: [10.1007/s10484-005-8423-2](https://doi.org/10.1007/s10484-005-8423-2) PMID: [16385425](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16385425/)
21. Sudsuang R, Chentanez V, Veluvan K. Effect of Buddhist meditation on serum cortisol and total protein levels, blood pressure, pulse rate, lung volume and reaction time. *Physiology and Behavior*. 1991; 50 (3), 543–548 PMID: [1801007](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1801007/)
22. Möckel M, Röcker L, Störk T, Vollert J, Danne O, Eichstädt H, et al. Immediate physiological responses of healthy volunteers to different types of music: cardiovascular, hormonal and mental changes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1994; 68, 451–459 PMID: [7826431](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7826431/)
23. Koelsch S, Fuernmetz J, Sack U, Bauer K, Hohenadel M, Wiegel M, et al. Effects of music listening on cortisol levels and propofol consumption during spinal anesthesia. *Frontiers in Psychology*. 2011; 2, 58, 1–9
24. Uedo N., Ishikawa H., Morimoto K., Ishihara R., Narahara H., Akedo I., et al. Reduction in salivary cortisol level by music therapy during colonoscopic examination. *Hepatogastroenterology*. 2004; 52(56), 451–453

25. Sandler H, Fendel U, Peters E, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Subjective experience of relaxation—induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music—a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders. *Nordic Journal of Music Therapy*. 2015;
26. Harthog T. The reception of monotonal sounds. An empirical study of the perception of monochords. *Zeitschrift für Musik-, Tanz- und Kunsttherapie*. 2001; 12(3), 111–19
27. Jungaberle H, Altieri P, Gerloff E, Kurze K, Verres R. Sounds streaming in—Contribution to the music psychology of monochords. *Musiktherapeutische Umschau*. 2003; 24, 319–32
28. Sandler H, Tamm S, Klapp B, Bösel R. The body monochord—Effects on EEG and subjective experience. *Zeitschrift für Musik-, Tanz- und Kunsttherapie*. 2008; 19(3), 110–20
29. Lee E-J, Bhattacharya J, Sohn C, Verres R. Monochord sounds and progressive muscle relaxation reduce anxiety and improve relaxation during chemotherapy: a pilot study. *Complementary Therapies in Medicine*. 2012; 20, 409–416 doi: [10.1016/j.ctim.2012.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ctim.2012.07.002) PMID: [23131371](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23131371/)
30. Rose J-P, Weis J. Sound meditation in oncological rehabilitation—a pilot study of a receptive music therapy group using the monochord. *Forschende Komplementärmedizin*. 2008; 16(6), 335–43
31. Teut M, Dietrich C, Deutz B, Mittring N, Witt CM. Perceived outcomes of music therapy with Body Tam-bura in end of life care—a qualitative pilot study. *BMC Palliative Care*. 2014; 13(1), 18 doi: [10.1186/1472-684X-13-18](https://doi.org/10.1186/1472-684X-13-18) PMID: [24708801](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24708801/)
32. Warth M, Kessler J, Kotz S, Hillecke TK, Bardenheuer HJ. Effects of vibroacoustic stimulation in music therapy for palliative care patients: a feasibility study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2015; 15:436 doi: [10.1186/s12906-015-0933-8](https://doi.org/10.1186/s12906-015-0933-8) PMID: [26669437](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26669437/)
33. Sandler H, Tamm S, Fendel U, Rose M, Klapp BF, Bösel R. Positive emotional experience—induced by vibroacoustic stimulation using a Body Monochord in patients with psychosomatic disorders—is associated with an increase in EEG-theta and a decrease in EEG-alpha power. *Brain Topography*. 2016;
34. Benson H, Beary JF, Carol MP. The relaxation response. *Psychiatry*. 1974; 37, 37–46
35. Smith JC, Amutio S, Anderson JP, Aria LA. Relaxation: Mapping an uncharted world. *Biofeedback and Self-Regulation*. 1996; 21(1), 63–90 PMID: [8833317](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8833317/)
36. Spitzer M, Rath F, Groen G. Music and subjective well being—preliminary results on use of a sound bed in depressive patients. *Nervenheilkunde*. 2005; 3, 198–202
37. Pekala RJ. *Quantifying Consciousness: An Empirical Approach*. New York Plenum Press. 1991
38. Rux M. Erprobung der deutschen Übersetzung des Phenomenology of Consciousness Inventory von Pekala: Normwerte, Gütekriterien, Änderungsvorschläge. Universität Gießen. 2002
39. Vaitl D, Gruzelier J, Jamieson GA, Lehmann D, Ott U, Sammer G, et al. Psychobiology of Altered States of Consciousness. *Psychological Bulletin*. 2005; 131(1), 98–127 doi: [10.1037/0033-2909.131.1.98](https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.98) PMID: [15631555](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15631555/)
40. Hörhold M, Klapp BF, Schimmack U. Testing the invariance and hierarchy of a multidimensional model of mood by means of repeated measurement with student and patient sample. *Zeitschrift für medizinische Psychologie*. 1993; 1, 27–35
41. Incollingo Rodriguez AC, White ML, Standen EC, Seckl JR, Tomiyama AJ. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis dysregulation and cortisol activity in obesity: A systematic review. *Psychoneuroendocrinology*. 2015; 62, 301–318 doi: [10.1016/j.psyneuen.2015.08.014](https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2015.08.014) PMID: [26356039](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26356039/)
42. Putignano P, Dubini A., Toja P, Invitti C, Bonfanti S, Redaelli G, et al. Salivary cortisol measurement in normal-weight, obese and anorexic women: comparison with plasma cortisol. *European Journal of Endocrinology*. 2001; 145, 165–171 PMID: [11454512](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11454512/)
43. Khalfa S, Bella SD, Roy M, Peretz I, Lupien SJ. Effects of relaxing music on salivary cortisol level after psychological stress. *Annals New York Academy of Sciences*. 2003; 999, 374–376
44. Miluk-Kolasa B, Obminski Z, Stupnicki R, Golec L. Effects of music treatment on salivary cortisol in patients exposed to pre-surgical stress. *Experimental and Clinical Endocrinology*. 1994; 102(2), 118–120 doi: [10.1055/s-0029-1211273](https://doi.org/10.1055/s-0029-1211273) PMID: [8056055](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8056055/)
45. Booij SH, Bos EH, de Jonge P, Oldehinkel AJ. The temporal dynamics of cortisol and affective states in depressed and non-depressed individuals. *Psychoneuroendocrinology*. 2016; 69, 16–25 doi: [10.1016/j.psyneuen.2016.03.012](https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.03.012) PMID: [27017429](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27017429/)
46. Buchanan TW, al'Absi M, Lovallo WR. Cortisol fluctuates with increases and decreases in negative affect. *Psychoneuroendocrinology*. 1999; 24, 227–241 PMID: [10101730](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10101730/)
47. Smyth J, Ockenfels MC, Porter L, Kirschbaum C, Hellhammer DH, Arthur A, et al. Stressors and mood measured on a momentary basis are associated with salivary cortisol secretion. *Psychoneuroendocrinology*. 1998; 23 (4), 353–370 PMID: [9695136](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9695136/)
48. Peeters F, Nicholson NA, Berkhof J. Cortisol Responses to Daily Events in Major Depressive Disorder. *Psychosomatic Medicine*. 2003; 65, 836–841 PMID: [14508029](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14508029/)

49. Hoyt LT, Craske MG, Mineka S, Emma K, Adam EK. Positive and Negative Affect and Arousal: Cross-Sectional and Longitudinal Associations With Adolescent Cortisol Diurnal Rhythms, Psychosomatic Medicine. 2015; 77, 392–401 doi: [10.1097/PSY.000000000000178](https://doi.org/10.1097/PSY.000000000000178) PMID: [25905661](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25905661/)
50. Fendel U. et al. Unpublished data in preparation for publication.
51. Harding S. Relaxation: with or without imagery? International Journal of Nursing Practice. 1996; 2(3), 160–162 PMID: [9265611](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9265611/)
52. Vaitl D. Autogenes Training. In: Vaitl D. & Petermann F. (Hrsg.). Handbuch der Entspannungsverfahren, pp. 206–255. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union. 2000
53. Summer L. Music consciousness: The evolution of guided imagery and music. Gilsum, NH: Barcelona Publishers. 2002
54. Fendel U. et al. 2017. Publication in process.
55. Gingras B, Pohler B, Fitch WT. Exploring Shamanic Journeying: Repetitive Drumming with Shamanic Instructions Induces Specific Subjective Experiences but No Larger Cortisol Decrease than Instrumental Meditation Music. PLOS ONE, 2014; 9(7): e102103. doi: [10.1371/journal.pone.0102103](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102103) PMID: [24999623](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24999623/)
56. Dujardin K, Derambure P, Defebvre L, Bourriez JL, Jacquesson JM, Guieu JD. Evaluation of event-related desynchronization (ERD) during a recognition task: effect of attention. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1993; 86(5), 353–56 PMID: [7685270](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7685270/)
57. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Research Reviews 1999; 29(2–3), 169–195 PMID: [10209231](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10209231/)
58. Cahn BR, Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. Psychological Bulletin. 2006; 132(2), 180–211 doi: [10.1037/0033-2909.132.2.180](https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.180) PMID: [16536641](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16536641/)
59. Bösel R. Die cerebrale Theta-Rhythmizität unterstützt kontextabhängige Diskriminationsleistungen. Kognitionswissenschaft. 1993; 3(1), 53–69
60. Deiber M-P, Missonier P, Bertrand O, Gold G, Fazio-Costa L, Ibanez V. Distinction between perceptual and attentional processing in working memory tasks: a study of phase-locked and induced oscillatory brain dynamics. Journal of Cognitive Neuroscience. 2007; 19(1), 158–172 doi: [10.1162/jocn.2007.19.1.158](https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.1.158) PMID: [17214572](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17214572/)
61. Pennekamp P, Bösel R, Mecklinger A, Ott H. Differences in EEG-theta for responded and omitted targets in a sustained attention task. Journal of Psychophysiology. 1994; 8, 131–41.
62. Nater UM, Abbruzzese E, Krebs M, Ehler U. Sex differences in emotional and psychophysiological responses to musical stimuli. International Journal of Psychophysiology. 2006; 62, 300–308 doi: [10.1016/j.ijpsycho.2006.05.011](https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.05.011) PMID: [16828911](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16828911/)
63. Pawlow LA, Jones GE. The impact of abbreviated progressive muscle relaxation on salivary cortisol and salivary immunoglobulin A (sIgA). Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2005; 30(4), 375–387 doi: [10.1007/s10484-005-8423-2](https://doi.org/10.1007/s10484-005-8423-2) PMID: [16385425](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16385425/)
64. Sandler et al. Unpublished data in preparation for publication.
65. Krieger DT, Allen W, Rizzo F, Krieger HP. Characterization of the normal temporal pattern of plasma corticosteroid levels. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 1971; 32(2), 266–284 doi: [10.1210/jcem-32-2-266](https://doi.org/10.1210/jcem-32-2-266) PMID: [4321505](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4321505/)
66. Weitzman ED, Fukushima D, Nogueira C, Roffwarg H, Gallagher TF, Hellman L. Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 1971; 33(1), 14–22 doi: [10.1210/jcem-33-1-14](https://doi.org/10.1210/jcem-33-1-14) PMID: [4326799](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4326799/)

Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

Publikationsliste

Sandler H, Tamm S, Klapp B, Bösel R. Das Ganzkörper-Monochord – Wirkungen auf EEG und subjektives Erleben. *Z Musik Tanz Kunsttherapie* 2008; 19(3): 110-120.

<https://doi.org/10.1026/0933-6885.19.3.110>

Sandler H, Fendel U, Peters E, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Subjective experience of relaxation – induced by vibroacoustic stimulation by a Body Monochord or CD music – a randomised, controlled study in patients with psychosomatic disorders. *Nordic J Music Ther* 2017; 26(1): 79-98. published online 2015

<https://doi.org/10.1080/08098131.2015.1089312>

Sandler H, Tamm S, Fendel U, Rose M, Klapp BF, Bösel R. Positive Emotional Experience: Induced by Vibroacoustic Stimulation Using a Body Monochord in Patients with Psychosomatic Disorders: Is Associated with an Increase in EEG-Theta and a Decrease in EEG-Alpha Power. *Brain Topogr* 2016; 29(4): 524-538.

<https://doi.org/10.1007/s10548-016-0480-8>

Sandler H, Fendel U, Buße P, Rose M, Bösel R, Klapp BF. Relaxation - Induced by Vibroacoustic Stimulation via a Body Monochord and via Relaxation Music - Is Associated with a Decrease in Tonic Electrodermal Activity and an Increase of the Salivary Cortisol Level in Patients with Psychosomatic Disorders. *PLOS ONE* 2017; 12(1): e0170411.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170411>

Fendel U, **Sandler H**, Papachristou C, Voigt B, Rose M, Klapp BF. Bodily experiences of inpatients with severe anorexia nervosa during treatment with the Body Monochord - A modified grounded theory approach. *Arts Psychother* 2018; 59: 7-16.

<https://doi.org/10.1016/j.aip.2018.03.003>

Danksagung

Ich danke an dieser Stelle besonders Herrn Prof. Dr. Burghard F. Klapp, der mich als Erstbetreuer noch bis kurz vor seinem Tod im Herbst 2016 trotz schwerer Erkrankung bei der Erstellung der Dissertation unterstützt hat. Insbesondere danke ich ihm für das Vertrauen, das er in mich bei den wissenschaftlichen Untersuchungen und bei der Etablierung des bis dahin wenig bekannten Körpermonochords in der Medizinischen Klinik mit Schwerpunkt Psychosomatik der Charité gesetzt hat.

Herrn Prof. Dr. med. Matthias Rose möchte ich dafür meinen Dank aussprechen, dass er in der Nachfolge von Prof. Dr. Klapp die Erstbetreuung der Dissertation übernommen hat.

Außerdem möchte ich mich besonders bei Herrn Prof. Dr. Rainer Bösel bedanken, dass er sich als Zweitbetreuer zur Verfügung gestellt hat und mich somit bei der Erstellung der Arbeit durch seine psychophysiologische Expertise hilfreich unterstützt hat. In diesem Kontext danke ich auch Herrn Dr. Sascha Tamm für die hilfreichen Diskussionen bei methodischen Fragestellungen.

Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern und Kollegen der Medizinischen Klinik mit Schwerpunkt Psychosomatik für die gute kollegiale Zusammenarbeit.

Vor allem möchte ich mich auch bei meiner Familie für die Unterstützung bedanken, die mir auf dem Weg zur Erstellung der Arbeit gegeben wurde.