

## **Wirkung der vibroakustischen Therapie auf Spastik und Herzfrequenzvariabilität bei zwei jungen Erwachsenen mit Zerebralparese**

**Autoren:** Z. Vilímek, Z. Uhrinová, M. Bucharová, J. Kantor, J. Krejčí

**Abteilung:** Pädagogische Fakultät, Palacký Universität in Olomouc, Tschechische Republik

Auswirkungen der vibroakustischen Therapie auf Spastizität und Herzfrequenzvariabilität bei zwei Jugendlichen mit Zerebralparese

**Zusammenfassung:** Bei der vibroakustischen Therapie (VAT) werden sinusförmige, niederfrequente Schallschwingungen in Kombination mit Musik zu therapeutischen Zwecken eingesetzt. Bestehende Forschungsergebnisse deuten auf die Wirksamkeit dieser Therapie auf die Spastik bei Kindern mit Zerebralparese (CP) hin, aber diese Beweise fehlen völlig bei Jugendlichen und Erwachsenen mit CP. Ziel dieser beiden Einzelfallstudien (mit ABA'-Design) war es, die Wirkung von VAT bei Personen mit MO auf Spastizität und Herzfrequenzvariabilität (HRV) zu untersuchen. VAT wurde mit Hilfe des vibroakustischen Rehabilitationsbetts VIBROBED und des Elements-Programms (20 Minuten, musikalische Komposition mit biorhythmisch dosierten niederfrequenten Klängen - Amplituden- und Frequenzmodulation) bei einer 20-jährigen Frau und einem 19-jährigen Mann angewandt, die beide an Spastizität, motorischen und anderen Problemen litten. Die Anwendung von VAT führte in beiden Fällen zu einer Verbesserung der Spastik, und zwar nach jeder Sitzung um mindestens eine Stufe auf der Ashworth-Skala. Bei der Analyse der Wirkung von VAT auf die HRV wurden in beiden Fällen widersprüchliche Tendenzen bei den berichteten Werten der mittleren HR- und RMSSD-Parameter festgestellt. Während im ersten Fall die Intervention die parasympathische Aktivität erhöhte, bewirkte sie im zweiten Fall eine Abnahme der parasympathischen Aktivität. Aus diesen Messungen und den anschließenden Analysen lässt sich nicht eindeutig vorhersagen, wie die VAT das autonome Nervensystem beeinflusst. Es scheint, dass mehrere Einflüsse, einschließlich interindividueller Unterschiede in der Reaktivität des Organismus, die sich aus der VAT ergebende Tendenz (in Richtung der Unterstützung des parasympathischen oder sympathischen Teils des ANS) bestimmen. Angesichts der Beschränkungen dieser Pilotstudie schlagen wir vor, dass diese widersprüchliche Tendenzen Thema einer neuen Studie mit einem modifizierten Messdesign sein sollte, um interindividuelle Unterschiede in der VAT-Reaktivität und die Auswirkungen anderer intervenierender Parameter in dieser Population zu untersuchen.

**Schlüsselwörter:** Zerebralparese; Musik; vibroakustische Therapie; Spastik; Herzfrequenzvariabilität; Rehabilitation

**Key words:** cerebral palsy; music; vibroacoustic therapy; spasticity; heart rate variability; rehabilitation

## Einleitung

Vibroakustische Therapie (VAT) ist "die Verwendung von sinusförmigen, niederfrequenten Schallschwingungen im Bereich von 30-120 Hz, die mit Musik gemischt werden und für therapeutische Zwecke bestimmt sind" (Wigram, 1996, S. 36). In der klinischen Praxis wird die therapeutische Wirkung beider Medien - niederfrequente Vibration und Musik - genutzt, obwohl in einigen Fällen in der therapeutischen Praxis und Forschung nur niederfrequente Vibration ohne Musik Zuhören verwendet wird (Campbell et al., 2019). Die Ursprünge der VAT gehen auf die frühen 1980er Jahre zurück, als der norwegische Pädagoge Olav Skille den ersten Prototyp eines vibroakustischen Geräts entwickelte. Nach und nach wurde eine Reihe von Anwendungen entwickelt, darunter Anwendungen für die physioakustische Therapie (Lehikoinen, 1997), Music Vibration Table (Chesky & Michel, 1991) usw. Zu den modernen, in der Tschechischen Republik entwickelten Anwendungen gehört das vibroakustische Rehabilitationsbett Vibrobed, dessen erster Prototyp 2018 von Zdeněk Vilímek und Petr Švarc fertiggestellt wurde.

Vibrobed besteht aus einer Holzstruktur, elektrodynamischen Niederfrequenz-Wandlern, einem Steuermodul (Niederfrequenzgenerator und Musikverstärker) und Kopfhörern. Durch die Einstellung von Art und Intensität der Vibration werden Klang- und Musikreize auf die Holzrahmen und die vier Körperzonen (Waden, Oberschenkel, Hüfte, Schulterblätter) und über den Kopfhörer auf die Ohren der stimulierten Person übertragen. Das externe Steuermodul, das diese Vibrationen überträgt, ist mit einer eigens entwickelten Klang- und Musikbatterie ausgestattet, die eine Synthese aus niederfrequenten Schwingungen (sequentiell dosiert und spezifisch übertragen 20-100 Hz) und einer Vielzahl von Klang- und Musikreizen darstellt. Der Verstärker umfasst einen Schallschwingungsgenerator mit einer breiten Palette von Amplituden- und Frequenzmodulationsmöglichkeiten, was für die Grundlagenforschung über die Wirkungen von Niederfrequenzschall auf den menschlichen Körper von entscheidender Bedeutung ist.

Vibrobed ist derzeit Gegenstand langfristiger Forschungsarbeiten (Vilímek et al., 2022; Kantor et al., 2022a, 2022b), die auf bestehenden Forschungen auf dem Gebiet der vibroakustischen Therapie aufbauen. In der Rehabilitation wurde die Vibroakustische Therapie bei verschiedenen klinischen Populationen eingesetzt, z. B. bei Menschen mit Zerebralparese (auch Cerebralparese, im Folgenden MO genannt). Bei dieser Bevölkerungsgruppe führt die VAT zu einer spasmolytischen und entspannenden Wirkung und ermöglicht eine Verbesserung der motorischen Funktion (Kantor et al., 2019). Sie wird auch eingesetzt, um wahrgenommene muskuloskelettale Schmerzen zu reduzieren (Kantor et al., 2022b). Die wissenschaftliche Objektivierung der VAT bei Menschen mit MO ist bisher jedoch mit großen Vorbehalten behaftet. Es gibt nur vereinzelte Studien, die sich auf die VAT in der Population von Menschen mit MO konzentrieren, entweder bei Kindern unter 9 Jahren (Katusic et al., 2013; Liu et al., 2013; Katusic & Mejaski-Bosnjak, 2011; Liu et al., 2010) oder bei Erwachsenen (Kvam, 1997; Wigram, 1996a, 1996b). Allerdings waren die jüngsten Teilnehmer in den Studien mit Erwachsenen 24 Jahre alt. Ganz und gar nicht vorhanden sind VATstudien mit Personen mit MO im Alter von 9-23 Jahren. Darüber hinaus gibt es keine Studien, die sich mit der Wirkung von VAT auf die Spastizität bei Erwachsenen befassen.

Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit von VAT unter Verwendung des Vibrobed vibroakustischen Bett-Rehabilitationsprogramms Elements in zwei Fällen von jungen Erwachsenen mit MO zu untersuchen. Wir untersuchten die Wirkung von VAT auf die Spastik und maßen auch die Herzfrequenzvariabilität (HRV), wobei wir uns auf die Indikatoren Mean HR und RMSSD konzentrierten, die eine Bewertung der parasympathischen Aktivität und indirekt der sympathischen Aktivität ermöglichen und die allgemeine Entspannung oder Stimulation des Körpers während der Teilnahme an dem vibroakustischen Programm anzeigen. Es wurden zwei Forschungsfragen gestellt:

- Wie wirkt sich ein vibroakustisches Programm, das mit dem Vibrobed-Rehabilitationsvibrationsbett durchgeführt wird, auf die Spastizität bei jungen Erwachsenen mit Zerebralparese aus?
- Wie wirkt sich ein vibroakustisches Programm, das mit Hilfe des Vibrobed-Rehabilitationsvibrationsbettes durchgeführt wird, auf die Herzfrequenzvariabilität bei jungen Erwachsenen mit Zerebralparese aus?

## **Methodik**

Die Untersuchung basierte auf der Methodik einer Fallstudie mit einem einzigen Probanden und drei Phasen (ABA<sup>1</sup>):

- Phase A - Messung der Ausgangswerte in Rückenlage ohne Intervention (2 Wochen, 4 Sitzungen).
- Phase B - Anwendung des vibroakustischen Programms (4 Wochen, 8 Sitzungen).
- Phase A<sup>1</sup> - Folgemessungen in Rückenlage ohne Intervention nach Phase B (2 Wochen, 4 Sitzungen).

Zu den Einschlusskriterien für die Auswahl der Teilnehmer gehörten: Vorhandensein von Spastizität (aufgrund von Zerebralparese), Alter über 18 Jahre, keine vorherige Erfahrung mit VAT und die Zustimmung der Erziehungsberechtigten zur Teilnahme an der Studie. Die Einwilligung nach Aufklärung wurde von der Ethikkommission der Pädagogischen Fakultät der Palacký-Universität in Olomouc genehmigt (Protokoll 5/2019). Die Einverständniserklärung enthielt eine Beschreibung möglicher Kontraindikationen für die Behandlung mit Botulinumtoxin (Hypotonie, Angina pectoris, akute psychotische Zustände, akute posttraumatische Zustände, offene Blutungen), die auch Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie waren. Darüber hinaus waren die Verabreichung von Botulinumtoxin und wesentliche Änderungen des Rehabilitationsplans während des Studienzeitraums Ausschlusskriterien.

Die Untersuchung fand in den Räumlichkeiten der Grundschule und des Kindergartens für Körperbehinderte Liberec, p.o. im Musiktherapiestudio statt (Abbildung 1). Das Innere des Raumes ist als freier, weicher Raum konzipiert, ohne Elemente, die die Aufmerksamkeit des Klienten auf sich ziehen und den gegenseitigen Kontakt und Prozess stören würden. Durch die Verwendung eines weichen, berührbaren Teppichs, von Wänden und einer Decke aus Stoffen in neutralen Farben wird ein kompakter Raum geschaffen, der ein Gefühl von Sicherheit und Sanftheit vermittelt. Das Studio verfügt außerdem über hochwertige Audiogeräte, Scheinwerfer, mit denen die Atmosphäre des Raums und die Lichtintensität durch diffuses Licht verändert werden können, ein umfangreiches Instrumentarium an Musikinstrumenten sowie Entspannungs- und Rehabilitationshilfen (Uhrinová, 2022).



Abbildung 1: Musiktherapiestudio mit Vibrobed-Rehabilitationsbett (Uhrinová, 2022)

Für die Dauer der Untersuchung wurde das vibroakustische Bett Vibrobed, das von der Pädagogischen Fakultät der Palacký-Universität in Olomouc ausgeliehen wurde, im Musiktherapiestudio aufgestellt. Eine dünne, rutschfeste Matte und ein Kissen wurden auf das Bett gelegt.

**Die Intervention** wurde mit einem vibroakustischen Programm namens Elements (Kantor et al., 2022a) durchgeführt. Dieses Programm arbeitet mit drei mehrminütigen Kompositionen, die gezielt die biorhythmische Pulsation beeinflussen - von einem ruhenden über einen erregten bis hin zu einem tief entspannten Zustand. Die Gesamtdauer der Intervention beträgt etwa 20 Minuten. Auf dem Bett wurden eine dünne, rutschfeste Matte (Matratze) und ein Kissen platziert. Darüber hinaus wurden Rehabilitations-Lagerungshilfen verwendet.

**Die Datenerhebung** umfasste:

- Ein Ausgangsfragebogen zur Erfassung persönlicher und demografischer Daten, z. B. Alter, Geschlecht, Vorhandensein von Gesundheitsproblemen, aktueller psychosomatischer Zustand usw. Dieser Fragebogen wurde nur zu Beginn der Untersuchung nach dem Informationsgespräch mit den Eltern verwendet.
- Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV) mittels nicht-invasiver instrumenteller Messung auf dem biologischen Signalrecorder VLV LAB (CTU Prag). Diese Messung, der sogenannte orthostatische Test, umfasste eine sitzende (5 Minuten) und eine liegende (7 Minuten) Messung während des Vortests. Die HRV-Analyse wurde mit der finnischen Software KUBIOS durchgeführt, wobei die folgenden HRV-Parameter überwacht wurden: Mittlere HR (ein Indikator für die Herzfrequenz) und RMSSD (ein Indikator für die parasympathische Aktivität). Die Messungen wurden bei jeder Sitzung am Morgen durchgeführt, und in keinem Fall wurden während der Studie Medikamente eingenommen. An den Messtagen waren Schlaf und körperliche Aktivität in beiden Fällen normal, und die Frau hatte keine Menstruation.
- Die Ashworth-Skala (Radomski et al., 2008) wurde zur Messung der Spastizität der unteren Gliedmaßen verwendet. Diese Skala wurde unter physiotherapeutischer Aufsicht vor Beginn der Studie, dann bei einer Sitzung ohne Intervention in Phase A (vorher und nachher), dann bei der ersten Sitzung mit Intervention in Phase B (vorher und nachher), dann nach Phase B und am Ende des gesamten Messprozesses in Phase A (insgesamt 7 Messungen) verwendet.

Die Gesamtdauer einer Messanwendung betrug etwa 60 Minuten. Die Sitzungen fanden zweimal wöchentlich statt (Montag-Mittwoch, in Ausnahmefällen Dienstag-Donnerstag), und zwar über einen

Zeitraum von acht Wochen (insgesamt 16 Sitzungen). Jede Sitzung bestand aus fünf Teilen: a) orthopädische Messungen im Rollstuhl (5 Minuten), b) Messungen in Rückenlage (7 Minuten), c) Messungen in Rückenlage mit/ohne Intervention (20 Minuten), d) Messungen in Rückenlage ohne Intervention (7 Minuten), e) Messungen im Rollstuhl (5 Minuten).

### Auswertung der Daten

Die Datenauswertung sowohl der Spastik- als auch der HRV-Messungen erfolgte aufgrund der geringen Anzahl von Messpaaren (vor und nach der Intervention) mit Methoden der deskriptiven Statistik. Insgesamt wurden 16 Messpaare ermittelt (4 Paare für Phase A, 8 Paare für Phase B, 4 Paare für Phase A', insgesamt 32 Datensätze). Nach dem Import der Daten aus dem VLV LAB-Instrument wurde eine Artefaktauswertung durchgeführt, aufgrund derer die Datensätze von zwei Messungen wegen Ausreißern ausgeschlossen wurden (eine Messung aus Phase A, eine Messung aus Phase B). Die Datenanalyse wurde daher mit den verbleibenden 30 Messdatensätzen (15 Pretest und 15 Posttest) durchgeführt. Nach einer vorläufigen Analyse der HRV-Daten beschlossen wir, in dieser Studie nur die Daten der Schlüsselparameter Mean HR und RMSSD zu berichten.

### Beschreibung der Fälle

Die Teilnehmenden bestand aus einem Mann und einer Frau, die die Grundschule für Körperbehinderte in Liberec besuchten, die sich in den angemieteten Räumlichkeiten des Jedlička-Instituts in Liberec befindet. Die beiden Teilnehmer werden in Tabelle 1 anhand ihrer Anamnesedaten vorgestellt. Beide Teilnehmende wurden vor der Aufnahme in die Studie auf einfache und verständliche Weise über die Untersuchung informiert, und ihre Erziehungsberechtigten unterschrieben ihre Einwilligung. Sie haben sich schnell an den Ablauf des Experiments gewöhnt. Während aller Sitzungen begleitete die Verfasserin der Diplomarbeit die Messungen verbal oder mit leiser Stimme, hielt sich aber im Allgemeinen zurück und versuchte, eine ruhige und entspannte Atmosphäre zu schaffen.

	Fall 1	Fall 2
Geschlecht / Alter	Frau / 20 Jahre alt	Mann / 19 Jahre alt
Diagnose	Spastische Quadriparese, Dyskinesie, neurogene Skoliose der THL-Wirbelsäule mit thorakaler Deformität.	Spastische Quadriparese mit stärkerer DK-Beteiligung.
Andere Behinderungen	Schwere geistige Behinderung, Strabismus, Mikrozephalie, sekundäre Epilepsie kompensiert, die Frau ist ohne epileptische Anfälle.	Epilepsie, schwere geistige Behinderung, erhebliche Sprachbehinderung, Sehbehinderung - Strabismus, zentrale Sehbehinderung
Funktionelles Niveau	Das Mädchen bewegt sich in einem orthopädischen Rollstuhl mit Korsett, kurzzeitiges Greifen, Schwierigkeiten beim Fokussieren von Objekten mit den Augen, Orientierung in Wochentagen, kann nicht funktionell lesen. Die Sprache	Er ist auf den Rollstuhl angewiesen, um sich fortzubewegen, hat Missbildungen, kann die oberen Gliedmaßen nur eingeschränkt benutzen, kann seinen Kopf kaum aufrecht halten, kann keinen Blickkontakt halten, die kognitive Entwicklung ist verzögert, die Sprache ist weniger verständlich und er

	ist unverständlich, das Mädchen ist sprachlich eher inaktiv, versteht aber gut, versteht soziale Situationen und kann sich gut verständigen.	spricht wenig, ist in sozialen Interaktionen auf einem sehr guten Niveau, hat einen guten Kontakt zu Mitschülern und Lehrern.
Musikalischer Werdegang	Das Mädchen singt gerne (es ist in der Lage, den Text eines Liedes zu lernen), es hört auch gerne Musik und spielt Musikinstrumente, benötigt aber erhebliche Unterstützung.	Er ist in der Lage, ein einfaches Gedicht und Liedtexte zu lernen, singt sehr gerne, hat ein gutes Hörgedächtnis und kann sich Texte gut merken.
Další informace	Sonstige Angaben Sie ist ohne Vater aufgewachsen, vor kurzem hat ihre Mutter einen Freund gefunden, mit dem sie ein weiteres Kind erwartet. Im Laufe der Erziehung und Betreuung des Jungen trennte sich die Familie und die Mutter fand einen neuen Freund. Der Junge lebt jetzt in einer vollständigen Familie, das ältere Geschwisterkind aus einer früheren Ehe ist jetzt erwachsen	Im Laufe der Erziehung und Betreuung des Jungen trennte sich die Familie und die Mutter fand einen neuen Freund. Der Junge lebt jetzt in einer vollständigen Familie, das ältere Geschwisterkind aus einer früheren Ehe ist jetzt erwachsen

Tabelle 1: Beschreibung der Fälle

### Ergebnisse

Eine Zusammenfassung der einzelnen Messungen während der Studie und der Messungen zur Wirkung der VAT auf die Spastik ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Spastik veränderte sich bei den Ausgangsmessungen ohne Intervention nicht, während sie mit der Intervention bei der ersten Sitzung um eine Stufe der Ashworth-Skala abnahm und im Fall des Mädchens nach der achten Intervention (letzte Sitzung) um eine weitere Stufe sank. In beiden Fällen blieben die gemessenen Werte in Phase A' um eine Stufe niedriger als in Phase A.

Begegnung	Fall 1 (Frau): Prätest/Posttest	Fall 2 (Mann): Prätest/Posttest
Nur Pre-Pre-Test, die Absicht war, mindestens eine Spastikmessung zu erhalten, die nicht durch das HRV-Messverfahren beeinflusst wurde	4	4
Phase A: erste Sitzung	4/4	4/4
Phase B: erste Sitzung	4/3	4/3
Phase B: letzte Sitzung	2 (nur Posttest)	3 (nur Posttest)
Phase A': letzte Sitzung	3 (nur Posttest)	3 (nur Posttest)

Tabelle 2. Messung der Spastizität - gemessen anhand der Ashworth-Skala

Als zweites Ergebnis wurde die Wirkung der VAT auf die Herzfrequenzvariabilität gemessen. Die Abbildungen 2-9 zeigen den zeitlichen Verlauf der Werte für den Prä- und Posttest in sitzender und liegender Position und während aller Untersuchungsphasen A, B, A' für die Parameter Mean HR (direkter Indikator der Herzfrequenz) und RMSSD (Indikator der parasympathischen Aktivität). Wir führen die erhöhten Werte der mittleren Herzfrequenz während der ersten Begegnungen (im Sitzen und im Liegen) auf den hohen Stresspegel zurück, der durch die Anpassung an die neue Situation verursacht wurde.

## FALL 1

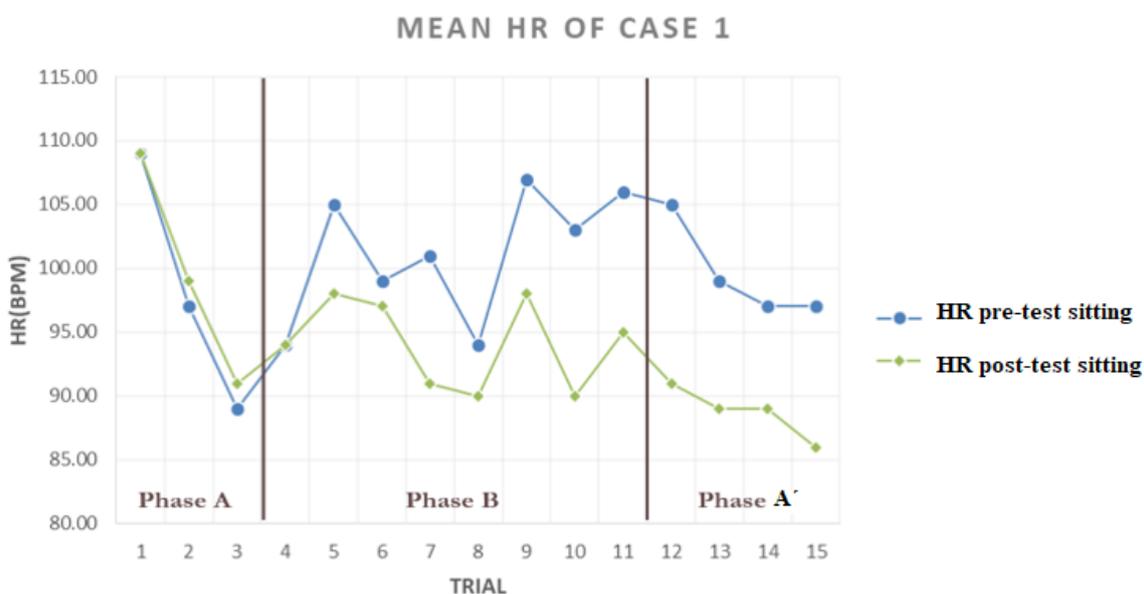


Abbildung 2. Mittlere Herzfrequenz - Vergleich der Pre-Tests und Post-Tests in Fall 1 sitzend

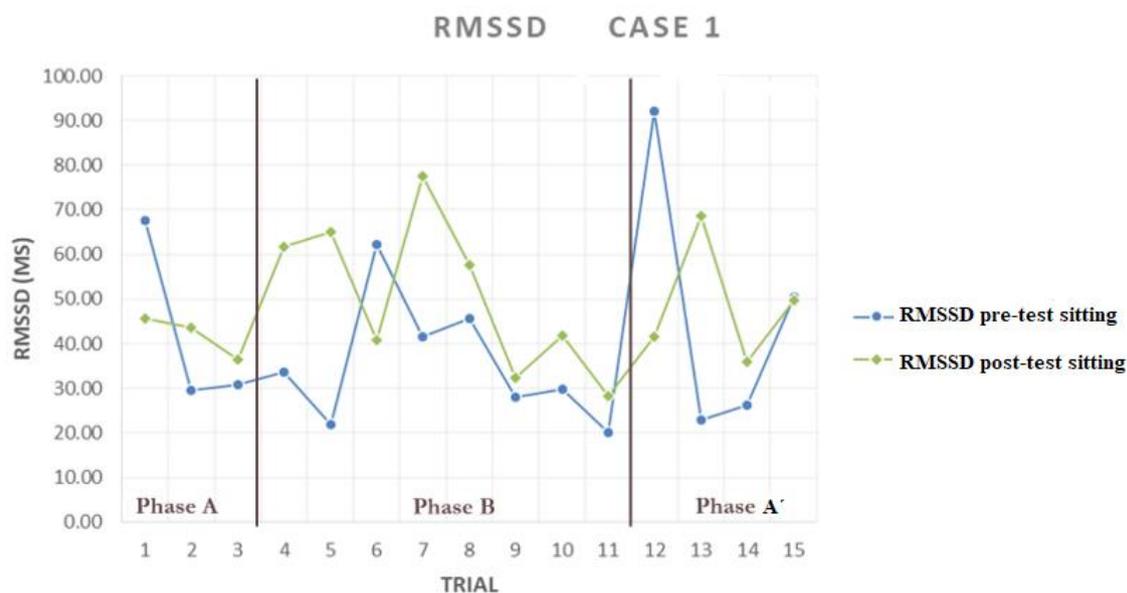


Abbildung 3: RMSSD - Vergleich von Prä- und Posttests in Fall 1 sitzend

Abbildung 2 zeigt einen allmählichen Rückgang der mittleren HR-Werte im Post-Test im Vergleich zum Prä-Test, wenn die Anzahl der Begegnungen mit der VAT-Anwendung (Phase B) zunimmt, mit Ausnahme der ersten Begegnung. Abbildung 3 zeigt, dass bei 7 von 8 Begegnungen ein Anstieg der RMSSD-Werte nach der VAT-Anwendung im Vergleich zu den Werten vor dem Test zu verzeichnen war. Daraus schließen wir, dass in Fall 1 (CASE 1) eine Zunahme der parasympathischen Aktivität und eine Abnahme der Herzfrequenz nach der VAT-Anwendung auftraten und die VAT daher eine entspannende Wirkung auf diesen Patienten hatte. Entgegen den Erwartungen setzte sich dieser Trend jedoch in der Phase A' fort, in der die VAT nicht mehr angewendet wurde. Die Interpretation der in Rückenlage gemessenen Werte ist weniger spezifisch, da sowohl für die mittlere Herzfrequenz als auch für den RMSSD 4 Anstiege und 4 Rückgänge nach der Anwendung von VAT zu verzeichnen waren (Abbildung 4, Abbildung 5). Wir vermuten, dass der VAT-Effekt durch einen anderen Effekt überlagert wurde, z. B. durch Unbehagen beim Liegen auf dem vibroakustischen Bett aufgrund körperlicher Behinderungen im Zusammenhang mit MO.



Abbildung 4. Mittlere HR - Vergleich von Prä- und Posttests in Fall 1 im Liegen

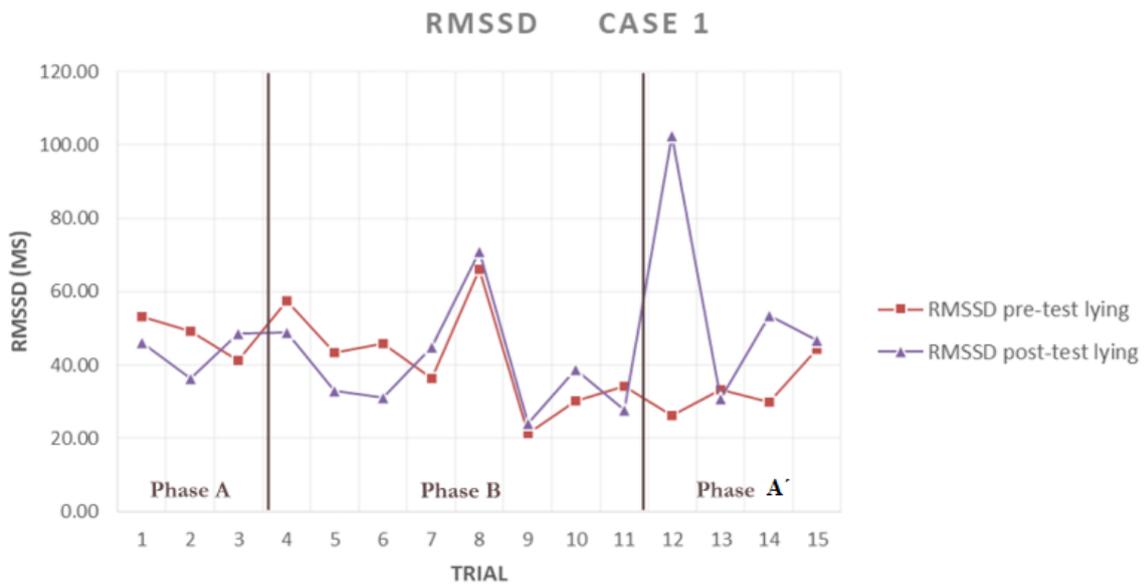


Abbildung 5: RMSSD - Vergleich von Prä- und Posttests in Fall 1 im Liegen

## FALL 2

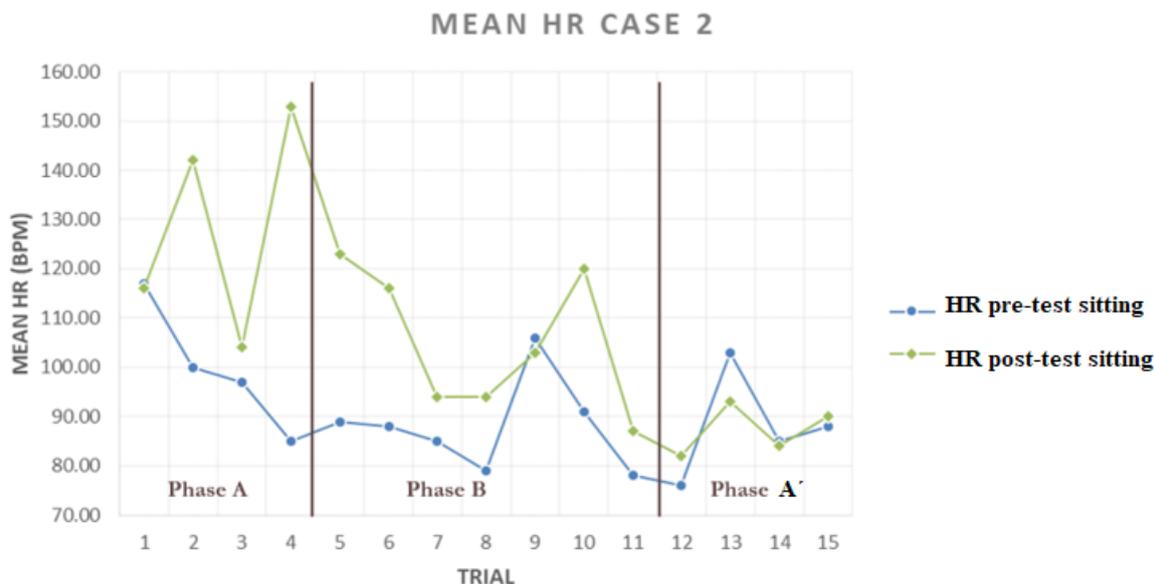


Abbildung 6: Mittlere Herzfrequenz - Vergleich der Prä- und Posttests in Fall 2 sitzend

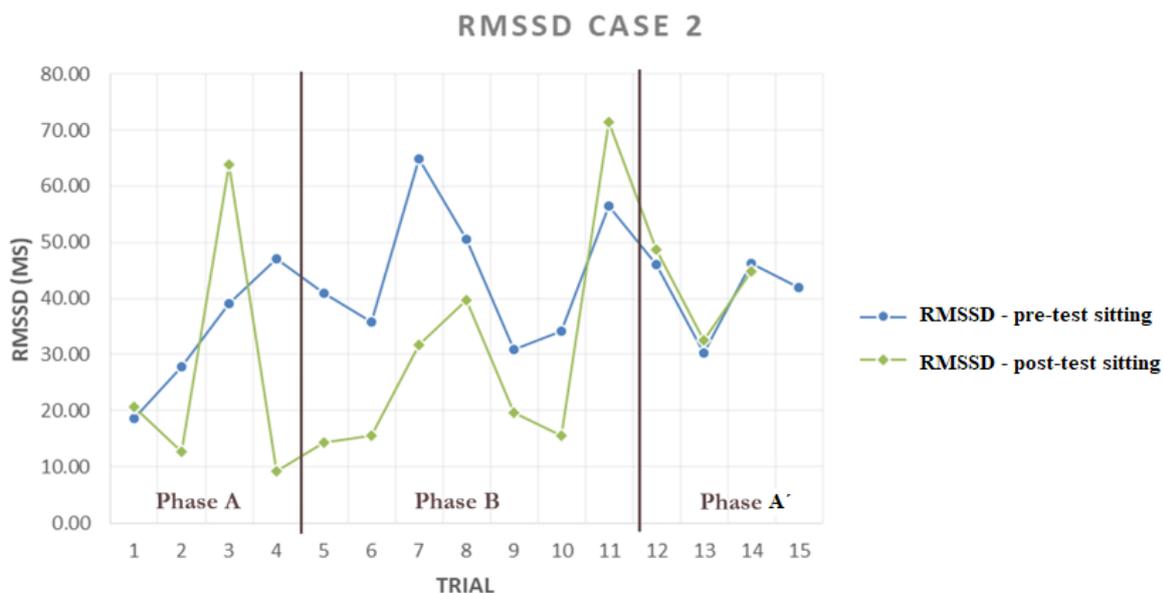


Abbildung 7: RMSSD - Vergleich der Prä- und Post-Tests in Fall 2 sitzend

Abbildung 6 (sitzend) und Abbildung 8 (liegend) zeigen einen Anstieg der mittleren HR-Werte (6 von 7 Fällen im Sitzen und 5 von 7 Fällen im Liegen), der jedoch im Laufe der Zeit allmählich wieder abnimmt. Bei der RMSSD ist ein Rückgang der Werte nach der VAT zu verzeichnen (im Sitzen in 6 von 7 Fällen, Abbildung 7, im Liegen in 5 von 7 Fällen, Abbildung 9). Die Werte in den A'-Phasen zeigen keinen eindeutigen Trend, was wir dahingehend interpretieren, dass das Liegen auf dem vibroakustischen Bett allein ohne aktive VAT zu unbedeutenden Veränderungen der HRV-Werte führt.



Abbildung 8. Mittlere HR - Vergleich von Prä- und Posttests bei 2 Rückenlagepositionen

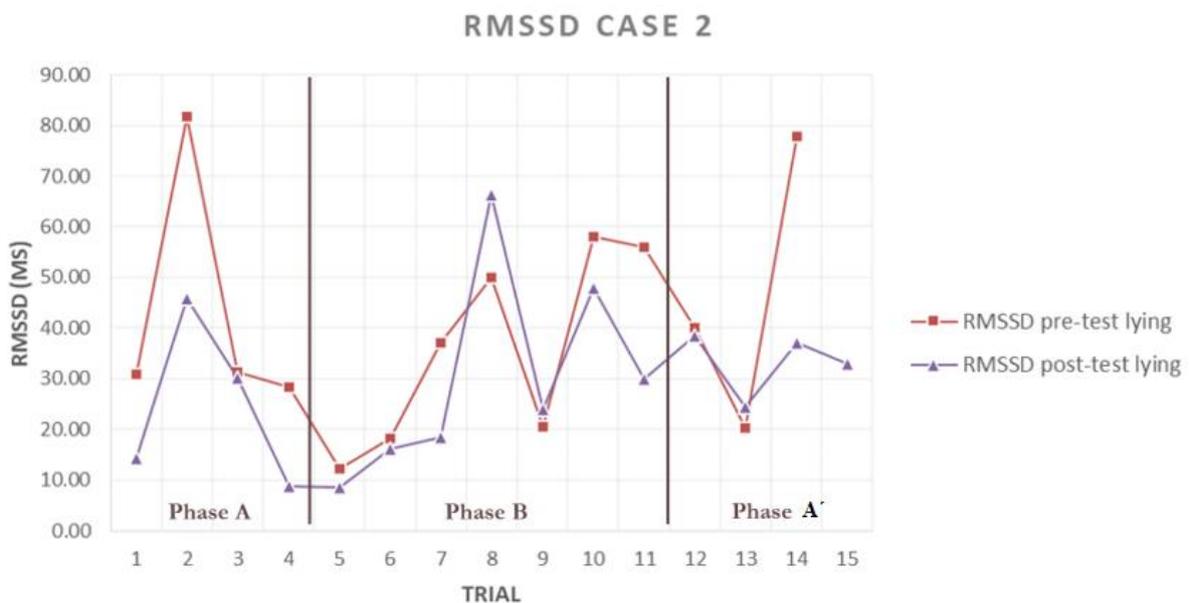


Abbildung 9: RMSSD - Vergleich von Prä- und Posttests in Fall 2 in Rückenlage

## Diskussion

In dieser Studie mit zwei Fallstudien von jungen Erwachsenen mit MO fanden wir heraus, dass die Anwendung eines vibroakustischen Programms auf einem Vibrobed-Rehabilitationsbett unter Verwendung des Elements-Programms eine Wirkung auf die Spastizität hatte (in den meisten Fällen war dies eine Reduzierung um eine Stufe auf der Ashworth-Skala). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen früherer Studien bei Kindern mit MO (Liu et al., 2010, 2013; Katusic, 2013) und mit den Ergebnissen von Studien mit dem Ganzkörper-Vibrations-Therapie (Whole Body Vibration)

(Krause et al., 2017; Tupimai et al., 2016). Im Vergleich zu einigen dieser Studien müssen wir im Fall unserer Studie jedoch die kombinierte Wirkung von niedrigen Frequenzen und Musik berücksichtigen (insbesondere im Vergleich zur randomisierten kontrollierten Studie von Katusic, 2013, die den glaubwürdigsten Nachweis für die Wirksamkeit von VAT in einer Population von Kindern mit MO liefert). Die im vibroakustischen Programm enthaltene Musik hatte in dieser Studie sicherlich eine Wirkung auf den Muskeltonus.

Die Erkenntnisse über die Wirkung von VAT auf die Spastizität bei Erwachsenen mit MO sind für die klinische Praxis und weitere Forschung von Nutzen. Obwohl aufgrund der erhöhten Neuroplastizität des Gehirns bei Kindern eine stärkere Wirkung von VAT auf die Spastik und die motorische Entwicklung erwartet werden könnte, zeigt diese Studie, dass die Anwendung von VAT auch in der Rehabilitation von Erwachsenen positive Auswirkungen haben könnte.

Bei der Analyse der Auswirkungen der VAT auf die HRV wurden in beiden Fällen widersprüchliche Trends bei den berichteten Werten der HRV-Parameter festgestellt. Während im ersten Fall die Intervention die parasympathische Aktivität erhöhte, hatte sie im zweiten Fall eine hemmende Wirkung auf die parasympathische Aktivität.

Aus diesen Messungen und den anschließenden Analysen lässt sich nicht eindeutig vorhersagen, wie sich die VAT auf das autonome Nervensystem auswirkt. Es scheint, dass eine Reihe von Einflüssen, einschließlich interindividueller Unterschiede in der Reaktivität des Organismus, die sich ergebende Tendenz der VAT-Wirkung (in Richtung der Unterstützung des parasympathischen oder sympathischen Teils des ANS) bestimmen. Darüber hinaus könnten andere Faktoren die Ergebnisse dieser Studie beeinflusst haben:

- Unzureichend lange Abschnitte in jeder Phase, insbesondere im Vor- und Nachtest. Innerhalb von Phase A und A' gab es sehr signifikante Unterschiede zwischen den Sitzungen.
- Anpassung von Menschen mit schwereren Behinderungen - um sich an den Ablauf der einzelnen Sitzungen zu gewöhnen, ohne dass es für die Teilnehmer stressig wird, ist möglicherweise eine höhere Anzahl von Sitzungen erforderlich, als in dieser Studie angewendet wurde.
- Aus den in allen Phasen in Rückenlage gemessenen Werten lässt sich kein eindeutiger Trend ablesen. Das Untersuchungsverfahren selbst könnte die Stressreaktion erhöht haben - z. B. die unbequeme Form des vibroakustischen Bettes aufgrund der körperlichen Behinderungen der Teilnehmenden, die Gewöhnung an die sitzende Position im orthopädischen Rollstuhl, die notwendigen Transfers während des Prä- und Posttests usw.

In Anbetracht der oben genannten Probleme schlagen wir vor, das Design dieser Studie wie folgt zu ändern:

- Es wäre zuverlässiger, wenn die Ergebnisse der Ashworth-Skala-Messungen in Form von Prä- und Posttests aus allen Sitzungen vorliegen würden. Aufgrund der Beschränkungen der Studie sollte die Interpretation der Ergebnisse mit Vorsicht angegangen werden.
- Sorgen Sie für eine höhere Anzahl von HRV-Messungen, insbesondere in den Phasen A und A', um stabilere Ausgangswerte zu erhalten und eine statistische Analyse zu ermöglichen (siehe unten). Bei Teilnehmern mit geistigen Behinderungen sollte mit einer längeren Anpassung an das Untersuchungsverfahren gerechnet werden.
- Die Teilnehmenden dürfen während der HRV-Messungen nicht physisch manipuliert werden. Die Interventionen und Messungen können nur in sitzender Position durchgeführt werden (die Teilnehmer sind an diese Position gewöhnt und fühlen sich darin wohl). Für die

Intervention sollte ein neues niederfrequentes Schallübertragungssystem auf einem orthopädischen Rollstuhl entwickelt werden. Die Messphase im Liegen könnte weggelassen werden.

In einer zukünftigen Studie könnte sie analysiert werden:

- Der Kurzzeiteffekt von VAT in den einzelnen Sitzungen mit Analyse der Prä- und Posttests in Phase B (Analyse z.B. mit Wilcoxon-Test möglich).
- Die kurzfristige Wirkung von VAT-Begegnungen, bei denen VAT angewendet wurde (Phase B), mit Begegnungen mit Kontrollmaßnahmen in den Phasen A und A' (Analyse z.B. mit Mann-Whitney-Test möglich).
- Langfristige Wirkung der VAT durch den Vergleich von Vortests aus Phase A mit Vortests aus Phase A' (Analyse z. B. mit Mann-Whitney-Test möglich).

### Fazit

Die Ergebnisse dieser beiden Fallstudien deuten darauf hin, dass VAT einen positiven Nutzen bei der Verringerung der Spastizität in der Rehabilitation von jungen Erwachsenen mit MO haben könnte. Die Analyse der HRV-Ergebnisse erlaubte es noch nicht, einen klaren Trend der Auswirkungen der VAT auf das autonome Nervensystem aufzuzeigen. Dies könnte auch auf die Probleme zurückzuführen sein, die wir in dieser Studie mit der HRV-Messung in dieser Population hatten. Wir schlagen vor, dass dieses Thema Gegenstand einer neuen Studie mit einem modifizierten Messdesign sein sollte, um interindividuelle Unterschiede in der VAT-Reaktivität und die Auswirkungen anderer störender Parameter in dieser Population zu untersuchen.

**Finanzierung:** Projekt mit dem Titel Wirksamkeit von niederfrequenten Klängen und Musik auf Stress, physiologische und stimmliche Funktionen in der Allgemeinbevölkerung, Nummer: IGA\_PdF\_2023\_023.

### Literatur

CAMPBELL, Elsa, et al. Eine Einzelfallstudie mit gemischten Methoden zur Erforschung der Rolle des Musikhörens bei der vibroakustischen Behandlung. In: *Voices: A World Forum for Music Therapy*. 2019. S. 27-27.

CHESKY, Kris S. & MICHEL, Donald E. Der Music Vibration Table (MVT™): Entwicklung einer Technologie und eines konzeptionellen Modells zur Schmerzlinderung. *Musiktherapie-Perspektiven*, 1991, 9.1: 32-38.

KANTOR, Jiri, et al. Auswirkung von niederfrequenten Klangvibrationen auf die akute Stressreaktion bei Universitätsstudenten - randomisierte kontrollierte Pilotstudie. *Frontiers in Psychology*, 2022a, 6293.

KANTOR, Jiří, et al. Exploring vibroacoustic therapy in adults experiencing pain: a scoping review. *BMJ open*, 2022b, 12.4: e046591.

KANTOR, Jiri, et al. Das Potenzial der vibroakustischen Therapie bei Menschen mit Zerebralparese: ein fortgeschrittener narrativer Überblick. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16.20: 3940.

KATUSIC, Ana. et al. Die Wirkung der Vibrationstherapie auf Spastik und Motorik bei Kindern mit Zerebralparese: Eine randomisierte kontrollierte Studie. *NeuroRehabilitation* 2013, 32, 1-8.

KATUSIC, Ana & MEJASKI-BOSNJAK, Vlatka. Auswirkungen der vibrotaktilen Stimulation auf die Kontrolle des Muskeltonus und der Bewegungserleichterung bei Kindern mit zerebralen Schädigungen. *Coll. Anthropol.* 2011, 35, 57-63.

KRAUSE, Anne, et al. Linderung motorischer Beeinträchtigungen bei Patienten mit Zerebralparese: Akute Effekte von Ganzkörpervibration auf Dehnungsreflexantwort, willentliche Muskelaktivierung und Beweglichkeit. *Frontiers in Neurology*, 2017, 8: 416.

KVAM, Marit Hoem. Die Wirkung der vibroakustischen Therapie. *Physiotherapie*, 1997, 83.6: 290-295.

LEHIKONEN, Petri. Die physioakustische Methode. *Musik, Vibration und Gesundheit*. Cherry Hill, NJ: Jeffrey Books, 1997, 209-216.

LIU Zhenhuan, ZHANG Lihong, YIN Xiantao, et al. Klinische Beobachtung der therapeutischen Wirkung der vibroakustischen Therapie bei der Linderung von Spastizität bei Kindern mit zerebraler Lähmung. *Chinese Pediatrics of Integrated Traditional and Western Medicine*, 2010, 2(1): 27-29.

LIU, Zhenhuan; ZHANG, Lihong; ZHAO, Yong. Wirkung der vibroakustischen Therapie mit Fünf-Elemente-Musik auf den Muskeltonus von Kindern mit zerebraler Lähmung. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice*, 2013, 771-774.

TUPIMAI, Teeraporn, et al. Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *Journal of physical therapy science*, 2016, 28.1: 7-13.

UHRINOVÁ, Zuzana. Die Wirkung der vibroakustischen Therapie bei Schülern mit Mehrfachbehinderungen. Olomouc, 2022. Masterarbeit (Mgr.). M.Sc., Palacký Universität in Olomouc, Fakultät für Erziehungswissenschaften.

VILÍMEK, Zdeněk, et al. Die Wirkung von niederfrequentem Schall auf die Herzfrequenzvariabilität und das subjektive Empfinden. In: *Healthcare*. MDPI, 2022. p. 1024.

WIGRAM, Anthony Lewis. Die Wirkung der vibroakustischen Therapie (VA) bei mehrfach behinderten Erwachsenen mit hohem Muskeltonus und Spastizität (4. Kapitel). Die Auswirkungen der vibroakustischen Therapie auf klinische und nicht-klinische Populationen. Ph.D.. Dissertation, Universität London, London, UK, 1996; S. 92-115.

WIGRAM, Anthony Lewis. Die Wirkung der vibroakustischen Therapie (VA) im Vergleich zu musik- und bewegungsbasierter Physiotherapie bei mehrfach behinderten Patienten mit hohem Muskeltonus und Spastizität (5. Kapitel). Die Auswirkungen der vibroakustischen Therapie auf klinische und nicht-klinische Populationen. Ph.D.. Dissertation, Universität London, London, UK, 1996; S. 116-144.

WIGRAM, Anthony Lewis. Die Auswirkungen der vibroakustischen Therapie auf klinische und nicht-klinische Bevölkerungsgruppen. Ph.D.. Dissertation, Universität London, London, Vereinigtes Königreich, 1996