

Die Vibration ergänzt die Vertikalisierung des schwer betroffenen Patienten in der neurologischen Frührehabilitation

Hesse S, Werner C,

Medical Park Berlin, Charité – Universitätsmedizin Berlin

Eine immer leistungsfähigere Notfallversorgung und Intensivmedizin lässt den Bedarf an der Rehabilitation schwer betroffener Patienten rasch anwachsen. Plötzlich aufgetretene kardiovaskuläre Erkrankungen, Unfälle und langwierige Verläufe auf internistischen und chirurgischen Intensivstationen erfordern immer größere Kapazitäten der neurologischen Frührehabilitation, dem die Rehabilitationskliniken durch Aufbau von Intensivstationen mit bis zu über 100 Beatmungsplätzen Rechnung tragen. In den USA spricht man von der sog. „long-term acute care“, d.h. der fortgesetzten intensivmedizinischen Betreuung schwerst kranker Patienten.

Die funktionellen Ziele einer strukturierten Rehabilitation des schwer betroffenen Patienten sind neben der intensivmedizinischen Betreuung das Weaning, i.e. die Entwöhnung von der Beatmung, die Förderung der Wachheit und des Bewusstseins, die Entwöhnung von der Trachealkanüle inklusive der Anbahnung der Schluckfähigkeit und als wichtigste Maßnahme die Mobilisation raus aus dem Bett möglichst rasch in die Vertikale. Neben einer kompetenten intensivmedizinischen Betreuung kommt dem rehabilitativen Team größte Bedeutung zu. Für eine internistische Intensivstation konnte in einer kontrollierten Studie nachgewiesen werden, dass eine strukturierte Rehabilitation, die die oben genannten funktionellen Ziele verfolgte, die Letalität der Patienten senkte und das Outcome eindeutig verbesserte.

Zentraler Bestandteil aller therapeutischen Ansätze ist die Mobilisation raus aus dem Bett über die Schritte Sitzen im Bett, Sitzen an der Bettkante, Sitzen im Stuhl und anschließende Vertikalisierung. Die frühestmögliche Vertikalisierung vereint u.a. die Vorteile der Pneumonie- Thrombose-, Kontrakturprophylaxe, der Anregung des Kreislaufs und nicht zuletzt das psychologische Moment der anderen Perspektive.

Mit dem Mobilizer® der Firma Hoffmann, Grimma, steht eine effektive Therapieoption zwecks allmählicher Vertikalisierung in der neurologischen Frührehabilitation zur Verfügung. Der für schwer betroffene Patienten ohne posturale Kontrolle geeignete Stuhl ist in der Lage, den Patienten stufenlos zu vertikalisieren, wobei eine intelligente Kinematik eine übermäßige Druckbelastung der Steißregion der Dekubitusgefährdeten Patienten vermeidet. Die Füße der Patienten stehen auf einem Brett. Neben den oben bereits erwähnten Vorteilen der Vertikalisierung erfährt der Patient während des Aufstehens eine vermehrte Anspannung der Muskulatur, insbesondere der Gluteal- und Oberschenkelmuskulatur, die auch beim natürlichen Aufstehen aktiviert werden, um den Körper zu sichern und aufstehen zu helfen.

Die Überlegung des jetzigen Projekts ist es nun, den Mobilizer® Stuhl mit einer Vibrationsplatte zu kombinieren, um so die Füße des Patienten während des Sitzens, Aufstehens und des Stehens zusätzlich zu vibrieren. Die Vibration beschränkt sich nicht nur auf die Fußsohlen sondern wirkt als sog. „whole-body vibration“

Die geplante Vibration mit einer Frequenz von 25 – 100 Hz strebt danach, die der Vertikalisierung immanenten Ziele der Pneumonie und Thromboseprophylaxe zu verstärken, daneben werden positive Effekte auf die Motorik, die Sensorik, den Muskeltonus, die Wachheit, das Bewusstsein und den Knochenstoffwechsel erwartet. Bevor im einzelnen die oben gemachten Annahmen aus der Literatur begründet werden, sind die grundlegenden Effekte der Vibration auf die Motorik und die Sensorik zu erläutern:

- **Motorik:** der tonische Vibrationsreflex führt in einem Frequenzband von 30 – 100 Hz zu einer Kontraktion der Muskulatur, der Vibrationsreiz regt die Längenorgane der Muskeln, die sog. Spindeln, und die Golgi-Organen der Sehnen an, deren Information via Ia- und II-Fasern an das Rückenmark geleitet werden und dort mono- und polysynaptische Reflexe mit nachfolgender Muskelkontraktion aktivieren. Auch nach Ende der Vibration kann der Muskel eine größere Kraft generieren. Geringere Vibrationsfrequenzen führen zum gegenteiligen Effekt.

- **Sensorik:** den Vibrationsreiz verspüren die in der Unterhaut angesiedelten sog. Pacinischen Körperchen, sie sind Differentialrezeptoren, die auf Grund der sich ständig ändernden Geschwindigkeit des Vibrationsreizes und der damit verbundenen Beschleunigung der Hautverschiebung nicht saturieren und konstant feuern. Über das periphere Nervensystem wird der Reiz entlang des Rückenmarks, Hirnstamm und der Relaisstation Thalamus in den sensorischen Kortex geleitet. Der sensorische und motorische Kortex sind eng miteinander verbunden, weswegen der sensorischen Reizung eine immer größere Rolle auch in der motorischen Rehabilitation zukommt, gemäß dem Slogan:“die Sensorik ist der Lehrmeister der Motorik“. Um die Vibration bewusst wahrzunehmen ist eine Umschaltung auf sensorische Assoziationsareale erforderlich, die den Reiz mit zuvor gemachten Erfahrungen abgleichen.

Aus den Effekten der Vibration auf das sensomotorische System leiten sich die folgenden intendierten Effekte ab:

- **Kräftigung der Muskulatur:** der tonische Vibrationsreflex kräftigt die Muskulatur, noch einmal sei betont, dass der fazilitatorische Effekt für Frequenzen von 30 – 100 Hz beschrieben ist. Insbesondere ist durch die Vibration eine zusätzliche Anregung der Gluteal-, Oberschenkel- und Wadenmuskulatur während des assistierten Aufstehvorgangs anzunehmen. Der aus der Sportmedizin hinreichend bekannte Effekt konnte auch in Schlaganfall-Patienten nachgewiesen werden (Tankisheva, 2014).
- **Minderung der Spastik:** Läsionen des ZNS führen zu einer sog. Spastik, die in Extremfällen sich als Beuge- Strecktonus aller vier Extremitäten manifestieren kann. Jüngste Untersuchungen weisen darauf hin, dass eine Vibration im Frequenzband von 40 – 100 Hz den Muskeltonus mindert, ursächlich wird der afferente Flow in das ZNS dafür angenommen (Caliandro, 2012; Casale, 2014).

- **Verbesserte motorische Kontrolle:** Mehrere Arbeiten über Patienten nach Schlaganfall bzw. ICP-Kinder beschreiben zudem eine verbesserte motorische Kontrolle der spastisch gelähmten Extremitäten, sie können besser eingesetzt werden. Übereinstimmend diskutieren die Autoren, dass die vermehrte sensorische Reizung plastische Umbauvorgänge im motorischen Kortex induzierte, gemäß dem bereits oben erwähnten Slogan: „die Sensorik ist der Lehrmeister der Motorik“ (Katusic, 2013; Tavernese, 2013)
- **Förderung der Wachheit und des Bewusstseins:** das neurologische Korrelat der Wachheit ist die sog. Formatio reticularis des Hirnstamms, wohingegen das Bewusstsein als Wahrnehmung seiner Selbst und Interaktion mit der Umwelt an die Intaktheit beider Großhemisphären gebunden ist. Die Vibration fördert nach ersten Erfahrungen auf der Intensivstation (siehe unten, eigene Vorarbeiten) die Wachheit und das Bewusstsein schwer betroffener Patienten, ursächlich ist der nicht saturierende afferente Flow über die verschiedenen Relaisstationen in das ZNS. Der Thalamus ist dabei das Tor zum Bewusstsein..

Weitere anerkannte Wirkweisen der Vibration sind:

- **Pneumonieprophylaxe:** die Vibration der Thoraxwand ist anerkanntes Mittel, um einer Pneumonie des schwer kranken Patienten vorzubeugen, Sekret zu lösen und das Abhusten zu fördern. In Deutschland am bekanntesten ist das Gerät Vibrax, das mit Frequenzen von 15 - 40 Hz arbeitet. (Chen, 2009)

- **Thromboseprophylaxe:** mit der oben skizzierten Anregung der Muskulatur ist über die Muskelpumpe auch ein vermehrter venöser Rückstrom und damit eine bessere Thromboseprophylaxe verbunden.
- **Anregung des Kreislaufs:** jede vermehrte Muskelarbeit ist mit einer Steigerung der muskulären Durchblutung und damit einer Kreislauftaktivierung verbunden, auf den vermehrten venösen Rückstrom wurde bereits hingewiesen.
- **Osteoporoseprophylaxe:** die Vibration regt die Tätigkeit der Osteoblasten, der knochenbildenden Zellen, an und beugt damit einer Osteoporose vor. Mehrere kontrollierte Studien an einem geriatrischen Patientengut konnten diesen Effekt im Rahmen einer kontrollierten Studie bestätigen, wobei Frequenzen im Bereich von 30 – 50 Hz verwandt wurden (z.B. Lai, 2013).

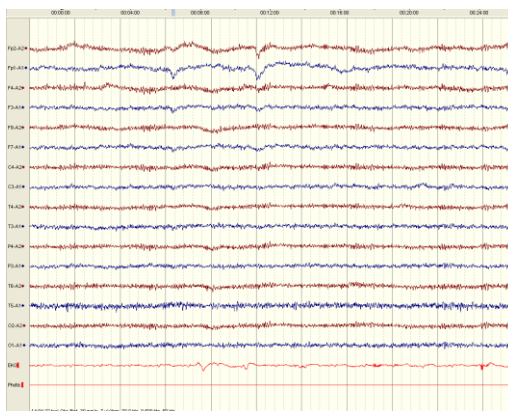
Zusammenfassend sind mit der Vibration als nicht saturierendem sensorischen Reiz eine Vielzahl an positiven Effekten verbunden, namentlich auf die Sensomotorik (Kräftigung, Tonusminderung, Verbesserung der motorischen Kontrolle), das Bewusstsein und zur Unterstützung der Pneumonie-, Thrombose- und Osteoporoseprophylaxe. Die Vibration ist somit eine ideale Ergänzung der frühen Vertikalisierung des schwer betroffenen Patienten, die Kombination des Mobilizer® und einer in die Fußplatte integrierten Vibrationsplatte macht aus wissenschaftlichen Überlegungen durchaus Sinn.

Erste klinische Untersuchungen zur Kombination Vertikalisierung + Vibration:

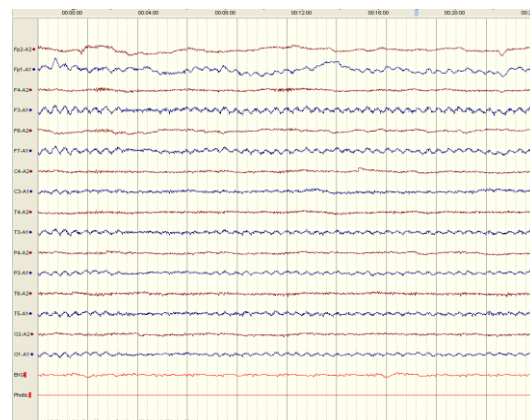
Untersucht wurde der momentane Effekt bei acht Patienten der neurologischen Frührehabilitation. Sie waren fünf Männer und drei Frauen, das mittlere Alter betrug 61 Jahre. Diagnosen waren SHT (fünf Patienten), Z.n. Schlaganfall (2 Patienten) und eine schwere Critical Illness Polyneuropathie bei einem Patienten. Alle Patienten der Station für neurologische Frührehabilitation waren mit einer Trachealkanüle versorgt, in drei Fällen noch auf eine Beatmung angewiesen und in allen Bereichen des alltäglichen Lebens auf maximale Hilfe angewiesen. Selbständige Sitz-, Steh- oder Gehfähigkeit waren nicht gegeben. Die Patienten wurden mit Hilfe eines Stehbetts für 20 min vertikalisiert und zusätzlich für 2 x fünf Minuten mit Hilfe einer Fußplatte (35

Hz) vibriert. In den Perioden mit bzw. ohne Vibration wurden die Vitalparameter (HF, RR, EKG und Sauerstoffsättigung), der Tonus aller vier Extremitäten (modifizierte Ashworth-Skala), die Wachheit und das Bewusstsein untersucht. Die Wachheit wurde mit Hilfe einer vierstufigen Skala und das Bewusstsein mit Hilfe der revidierten Fassung der Coma Recovers scale (r-CRS, 0-23) von einem erfahrenen Untersucher beurteilt. Zusätzlich wurde bei fünf der acht Patienten ein Oberflächen-EEG nach dem 10-20 System abgeleitet. Die Ergebnisse waren wie folgt:

- Die Vibration führte zu keinen relevanten Veränderungen der Vitalparameter, vereinzelt wurde ein Anstieg der Herzfrequenz und der Sauerstoffsättigung unter der Vibration beobachtet,
- Eindeutig war der tonusmindernde Effekt bei allen Patienten zu beobachten, der Ashworth-Score nahm um ein bzw. zwei Punkte ab, der Effekt überdauerte zum Teil die Vibration
- Bei fünf der acht Patienten steigerte sich die Wachheit, und zwei Patienten steigerten sogar ihr Bewusstsein unter der Vibration, i.e. sie konnten verbale Aufforderungen konsistenter und besser umsetzen.
- EEG-Veränderungen im Sinne einer Beschleunigung waren bei drei der fünf Patienten zu beobachten, exemplarisch die EEG-Kurve eines SHT-Patienten vor und während der Vibration, eine Beschleunigung der Hirnaktivität ist erkennbar, klinisch entsprach dem ein mehr wacher und auf Aufforderungen reagierender Patient



Patient während der Vertikalisierung ohne Vibration im Stehbrett



Patient während der Vertikalisierung mit Vibration im Stehbrett

- Zusammenfassend bietet die kleine Studie einen ersten Einblick in die momentanen Effekte der Vibration in Kombination mit einer Vertikalisierung des schwer betroffenen Patienten. Der tonusmindernde Effekt der Vibration war konsistent, weitere Ergebnisse sollten in einem größeren Kollektiv untersucht werden, genauso wie Langzeiteffekte nach einer Vibrationsserie.
- Zu ergänzen ist die derzeit noch laufende Untersuchung der Arbeitsgruppe von Weber-Carstens et al., Anästhesiologie, Charité, die den Effekt der Vibration auf einer Intensivstation eines Akutkrankenhauses untersucht, publizierte Daten liegen leider noch nicht vor. Schwerpunkt der Arbeitsgruppe ist die Prävention und Therapie der sog. Critical Illness Polyneuropathy. Vorausgegangen war die sog. Berliner Bettruhe Studie der Arbeitsgruppe von D. Felsenberg, in der gesunde Probanden mehrere Wochen im Bett lagen und eine nachfolgende Vibrationstherapie den damit verbundenen Muskelschwund effektiv behandeln konnte (Belavy, 2009).

Abgrenzung der geplanten Lösung zu anderen Vibrationsplatten (Galileo, Zeptor, Powerplate etc.):

- Geringere Bauhöhe: die gewählte Lösung baut mit 3,5 cm Bauhöhe flacher, so dass sie besser mit dem Stuhl kombiniert werden kann, konstruktive Änderungen sind somit minimal
- Galileo, Zeptor und Powerplate bieten nicht nur eine Vibration und eine damit verbundene Auslenkung um wenige Millimeter sondern auch eine rhythmische Bewegung der Platten um mehrere Zentimeter um die Längs- (Galileo, Powerplate) bzw. um die Vertikalachse (Zeptor). Dadurch wird zwar zusätzlich die posturale Kontrolle des auf der Platte stehenden Patienten als Antwort auf die Auslenkung gefordert, nur ist solch eine Lösung für den auf einem Stuhl sitzenden und allmählich in die Vertikale geführten schwer betroffenen Patienten ggf. eine Überforderung und auch nicht mit dem gewünschten Effekt auf die posturale Kontrolle verbunden.
- Hinzu kommt, dass die meisten alternativen Lösungen wegen der zusätzlichen Auslenkung mit geringeren Vibrationsfrequenzen arbeiten. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass für die gewünschten Effekte auf den tonischen

Vibrationsreflex (als Grundlage der Anregung und Kräftigung der Muskulatur) Frequenzen von 30 – 100 Hz empfohlen werden, geringere Frequenzen sogar einen gegenteiligen Effekt haben. Die empfohlenen Frequenzen für die Minderung der Spastik und der Förderung der motorischen Kontrolle liegen bei 40 – 100 Hz und für die für die Pneumonieprophylaxe bei 30 Hz.

Literatur

1. Tankisheva E. et al. Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a randomized controlled pilot study. Arch Phys Med Rehabil 2014;95:439-46.
2. Caliandro P. et al. Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil 2012;93:1656-61.
3. Casale R. et al. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity : a double-blind controlled study. Eur J Phys Rehabil Med 2014, Mar 21 Epub
4. Tavernese E. et al. Segmental muscle vibration improves reaching movement in patients with chronic stroke. A randomized controlled trial. NeuroRehabilitation 2013;32:591-9.
5. Katusic A. et al. The effect of vibration therapy on spasticity and motor function in children with cerebral palsy : a randomized controlled trial. NeuroRehabilitation 2013;32:1-8.
6. Chen YC. et al. Using chest vibration nursing intervention to improve expectoration of airway secretions and prevent lung collapse in ventilated ICU patients : a randomized controlled trial. Journal of the Chinese Medical Association 2009;72:316-22.

7. Lai CL. et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women : a randomized controlled trial. Clin Interv Aging 2013;8:1603-9.
8. Müller S. et al. Die Vibration unterstützt die strukturierte Rehabilitation auf der neurologischen Intensivstation. ANIM 2012, Posterpräsentation
9. Belavy DL. et al. The 2nd Berlin BedRest study : protocol and implementation. J Musculoskelet Neuronal Interact 2010;10:207-19.