

Vibrationstraining in der Physiotherapie

Wippen mit Wirkung

Beim Vibrationstraining stehen die Patienten auf einer vibrierenden Platte und müssen ausgleichende Bewegungen machen, um ihre Ausgangshaltung beizubehalten. Die dabei entstehenden Kräfte bewirken unterschiedliche Effekte im Körper – je nach Wahl des Geräts und dessen Einstellung. Physiotherapeuten können diese Technik ergänzend zur Behandlung nutzen, Sportler ihre Trainingseffizienz steigern.

✱ Ein Vibrations-Muskeltraining soll den bemannten Flug zum Mars möglich machen, indem es die Nebenwirkungen der Schwerelosigkeit mindert [7]. Die so genannte Ganzkörpervibration (Whole Body Vibration) bringt auch Sportlern und Patienten Vorteile. Sie unterstützt beispielsweise die Wirkung der Physiotherapie bei sturzgefährdeten älteren Menschen. Eine Studie von Bruyere zeigt, dass drei bis vier Minuten Whole Body Vibration dreimal pro Woche die Effizienz der Physiotherapie bei sturzgefährdeten Älteren steigert [5]. Gerade Patienten mit schlechter Balance, schwacher Muskelleistung, Arthrose, Osteoporose und schlechter Ausdauer können von dieser Technik profitieren.

22

Effekte abhängig von Bewegung, Frequenz und Amplitude ▶ In den 90er Jahren entwickelte die Firma Novotec Medical GmbH die Whole Body Vibration, die den ganzen Körper stimuliert. Bei der Entwicklung des ersten Ganzkörpervibrations-Apparates (Galileo) schaute man, welche den Körper verformenden Kräfte beim Laufen auftreten, und leitete davon das Wipp-Prinzip, auch

Abb. 1 Das vertikale Vibrationssystem (a) stimuliert Muskelgruppen, die bei Bewegungen um die transversale Achse beteiligt sind (rot). Das Galileo-Vibrationssystem (b, Wipp-Prinzip) aktiviert zudem Muskelgruppen, die Bewegungen um die sagittale Achse bewerkstelligen (rot).

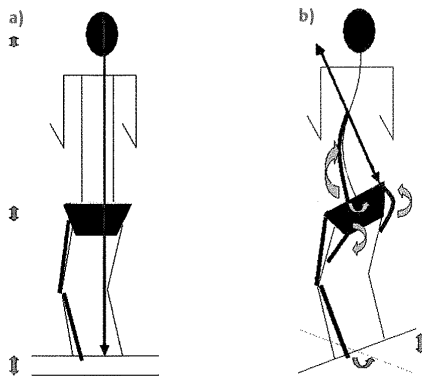


Abb.: A. Burkhardt

Galileo-Prinzip genannt, ab. Vibrationsplatten zwingen bei diesem System dem Körper eine Bewegung auf. Die Reaktion des Körpers auf diese aufgezwungene Bewegung ist von verschiedenen Variablen abhängig: Eine große Rolle spielt die Bewegung der Vibrationsplatte. Ebenso wichtig ist die Amplitude, die das Bewegungsausmaß der Platte bestimmt. Der dritte Faktor ist die Frequenz, die zusammen mit der Amplitude als Beschleunigung auf den Körper einwirkt. Die Effekte des Vibrationstrainings hängen von diesen drei Faktoren ab.

Erzwungene Bewegung und ihre Wirkung ▶ Wie reagiert der Körper auf die erzwungene Bewegung? Er reagiert auf jede erzwungene Bewegung unterschiedlich. Doch primäres Bestreben des Körpers ist es, den Kopf in der Vertikalen und in Ruhe zu halten. Auf dem Markt gibt es zwei Vibrationssysteme: Gerät mit alternierender oder vertikaler Stimulation. Bei einem System mit vertikaler Stimulation kann der Körper die Kräfte nur durch Bewegungen um eine transversale Achse auffangen (☞ Abb. 1a). Diese Kräfte werden im oberen Sprunggelenk (Dorsalextension-Plantarflexion), im Knie (Flexion-Extension) und in der Hüfte (Flexion-Extension) gedämpft. Kräfte, die bis dorthin nicht gedämpft sind, werden in die Wirbelsäule eingeleitet und wirken von dort aus bis in den Kopf. Das kann zu unangenehmen Reizen führen.

Bei einem System mit Wipp-Prinzip werden die auftretenden Kräfte durch Bewegungen um die sagittale Achse gedämpft, zusätzlich zu den Bewegungen um die transversale Achse (☞ Abb. 1b). Im oberen Sprunggelenk und im Knie erfolgt die Dämpfung wie beim transversalen System. In der Hüfte entsteht neben der Bewegung in Flexion und Extension eine Bewegung in Abduktion-Adduktion und hiermit einhergehend eine Rotation. Durch das seitliche Kippen des Beckens entsteht eine Lateralflexion in der Wirbelsäule, welche natürlicherweise mit Rotationen einhergeht. Somit werden die Kräfte bis hoch in die Wirbelsäule verarbeitet. Im Kopf wirken nur noch minimale Kräfte. Das Wipp-Prinzip stimuliert die Gelenke entsprechend der natürlichen Laufbewegung. Da die auftretenden Kräfte in mehr Gelenken und in mehreren Bewegungsrichtungen verarbeitet werden, ist die Dämpfung höher und der Trainingsreiz funktioneller als

beim vertikalen System. Das belegen zwei vergleichbare Studien: Beim Wipp-System waren bei den Probanden in stehender Haltung und tiefer Kniebeugung auf Kopfhöhe weniger als 1% der eingeleiteten Kräfte messbar [14], beim vertikalen System waren es 20% [23].

Kräftedämpfung durch Längen- und Spannungsveränderung ▶ Es gibt zwei Arten, wie der Körper Kräfte auffangen kann: Muskeln verarbeiten die Kräfte durch Längen- oder durch Spannungsveränderungen [27]. Bei der Längenveränderung setzen die kontraktile Elemente der Muskeln die Kraft in Bewegung um. Bei der Spannungsveränderung speichern die nichtkontraktile Elemente der Muskulatur die Energie. Bei Spannungsveränderungen halten die kontraktile Elemente ihre Länge konstant. Diese isometrische Kontraktion ist für die schnellen Muskelfasern nur 27-mal pro Sekunde möglich. Wählt man beim Vibrationstrainer eine Frequenz > 30 Hz, können die Muskelfasern nicht mehr adäquat reagieren. Das führt zu einem unkontrollierten Anspannen – positive koordinative Effekte werden verhindert. Bei über 40 Hz tritt eine Vasokonstriktion auf.

Stimulation der inter- und intramuskulären Koordination über Frequenz ▶ Durch die funktionelle Stimulation des Wipp-Systems müssen eine Vielzahl von Muskeln (Agonisten und Antagonisten) zusammenarbeiten, um die erzwungene Bewegung aus-

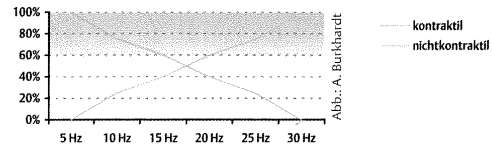


Abb. 2 Kräfteverarbeitung der Muskulatur während des Vibrations-trainings: Erhöht man die Frequenz, verschiebt sich die Dämpfung von den kontraktile zu den nichtkontraktile Elementen.

zugleichen. Bei langsamer Stimulation (< 15 Hz) wird die inter-muskuläre Koordination trainiert, bei schneller Stimulation (20–27 Hz) vermehrt die intramuskuläre Koordination. Der Körper verarbeitet die beim Vibrationstraining entstehenden Kräfte abhängig von der Frequenz: Bei niedrigen Frequenzen dämpft die Muskulatur vor allem durch Längenveränderung die Kräfte – durch Bewegung in den stimulierten Gelenken, bei hohen Frequenzen primär durch Spannungsveränderungen der Muskulatur. Ab 25 Hz werden die Kräfte fast vollständig in den nicht-kontraktile Elementen verarbeitet (◀ Abb. 2). Möchte man also die Bindegewebsstrukturen stimulieren, sind Frequenzen zwischen 25 und 30 Hz am besten geeignet. Ab 30 Hz nimmt die Muskelspannung ab, da die kontraktile Elemente nicht mehr als 27 Spannungsänderungen pro Sekunde auffangen können.

Tab. 1 Wirkungsvergleich von Wipp-System und vertikalem System. Effekte, die in Studien nachgewiesen wurden, sind fett gedruckt. Normal gedruckt sind die zusätzlich von den Herstellern genannten Wirkungen.

Frequenz	Wipp-System	Vertikales System
5–8 Hz	<ul style="list-style-type: none"> › Verbesserung der Balance und Propriozeption [5] › Verbesserung der Durchblutung [13] › Detonisierung von Muskeln 	› Einstellung nicht möglich
10–15 Hz	<ul style="list-style-type: none"> › Mobilisierung von Gelenken › Lösen von Verklebungen/Narbengewebe › Schnellere Wundheilung 	› Einstellung nicht möglich
15–20 Hz	<ul style="list-style-type: none"> › Verbesserung der Muskelkraft [1, 5, 15, 23] › Verbesserung der Koordination [1, 5, 17] › Verbesserung bei Stressinkontinenz [12] › Besserung der Obstipation 	› Einstellung nicht möglich
20–30 Hz	<ul style="list-style-type: none"> › Erhöhen der Knochendichte [7, 16] › Verbesserung der Muskelkraft [1, 4, 14] › Verbesserung der Koordination [1] › Durchblutungsverbesserungen [10] › Hormonale Veränderungen [3] › Verbesserung der Balance [4, 14] › Verringerung chronischer lumbaler Rückenschmerzen [13] › Tonisierung von Muskeln › Verbessern der Beweglichkeit › Neurologische Stimulation 	(Einstellung nur bei einigen Modellen möglich) › Verbesserung der Muskelkraft [3, 6] › Hormonale Veränderungen [4] › Tonisierung von Muskeln › Verbesserung der Durchblutung › Verbesserung der Beweglichkeit › Neurologische Stimulation
> 30 Hz	<ul style="list-style-type: none"> › Auf Wunsch Gebrauch von Frequenzen über 30 Hz. Achtung: Wird vom Produzenten nicht empfohlen! 	› Erhöhen der Knochendichte und Verbesserung der Muskelkraft [8] › Tonisierung von Muskeln › Verbesserung der Durchblutung › Verbesserung der Beweglichkeit › Neurologische Stimulation

Niedrige Frequenzen ▶ Bei Frequenzen unter 15 Hz in entspannter Ausgangsstellung nehmen Muskeltonus und peripherer Widerstand ab. Das verbessert die Durchblutung des Gewebes [13]. Auf dem Galileo lösen diese niedrigen Frequenzen in stehender Haltung Gleichgewichtsreaktionen aus, wodurch man die Balance verbessern kann [5, 22].

Frequenzen unter 20 Hz können die Muskelkraft mehr steigern und die Koordination effektiver verbessern [1, 5, 16, 19] als Frequenzen über 30 Hz [6]. Das belegt auch eine Untersuchung von Berschin [1]: Topsportler, die Kniebeugen mit extra Last auf dem Galileo-Vibrationstrainer mit 18 Hz machten, erzielten eine bessere Muskelleistung als Topsportler, die konventionelles Krafttraining absolvierten. Die „Vibrations-Sportler“ waren weniger, konnten schneller sprinten und höher springen. Es ist zu beobachten, dass ein Vibrationstraining nach dem Wipp-Prinzip bei niedrigen Frequenzen die Sportleistung und Alltagsbewältigung verbessert [1, 5]. Beim transversalen System fehlen hierfür die Beweise [25].

Hohe Frequenzen ▶ Die erzwungene Bewegung löst bei Frequenzen zwischen 22 und 30 Hz den so genannten tonischen Vibrationsreflex aus – eine Art Dehnungsreflex, der einer Muskelspindelreizung folgt und zu einer Kontraktion von bis zu über 80% der Muskelfasern führt. Wissenschaftler vermuten, dass sich die Reizschwelle der Reflexe verringert und erklären sich so die höhere Effizienz der willkürlichen Bewegung [2]. Bei diesen Frequenzen hat man auch eine Erhöhung der Testosteronkonzentration festgestellt, wodurch vermehrt Neurotransmitter freigesetzt werden [4]. Zum Vergleich: Beim konventionellen Training sind 50–60% der Muskelfasern kontrahiert. Der Effekt der Kontraktion hält nach der Stimulation an und steigert die Muskelleistung, wenn das konventionelle Krafttraining direkt daran anschließt. Welche therapeutischen Effekte bei welcher Frequenz erzielt werden, zeigt Tabelle 1 auf der vorigen Seite.

Beeinflusst neurale Aufmerksamkeit und Knochen ▶ Die hohe Wiederholungszahl und die relativ hohen Kräfte, die während der Whole Body Vibration (WBV) auf den Körper einwirken, stimulieren eine Vielzahl von Sensoren in Haut, Sehnen, Muskeln und Bindegewebe. Diese afferente Stimulation erhöht die neurale Aufmerksamkeit (aufsteigendes retikuläres aktivierendes System; aktiviert Hirnrinde), wodurch die efferente Erregungsleitung gebessert wird. Bei Patienten mit zentral neurologischen Störungen verbessert sich häufig messbar der Output,

wahrscheinlich auch durch die verbesserte Körperwahrnehmung. Auch auf Rückenmarksebene (Reflexbögen) scheint die WBV positiv zu wirken [11]: Muskelaktivitäten werden möglich, die vor der WBV nicht möglich waren. Es ist vorstellbar, dass mit anderen Stimulierungstechniken Ähnliches zu erreichen ist.

Auch auf die Knochen wirkt sich die WBV aus. Nach dem Gesetz von Wolff reagieren die Knochen auf äußere Kräfte durch Knochenaufbau beziehungsweise Knochenabbau. Die bei der WBV entstehenden Kräfte sind so groß, dass sie den Knochenaufbau anregen. Die Kräfte werden vor allem von den schnellen Muskelfasern (Typ II) auf die Knochen übertragen. Den Knochenaufbau anregenden Effekt untermauert die Berliner Bed-Rest-Studie [7]. In ihr legten sich „Astronauten“ für acht Wochen ins Bett, was Schwerelosigkeit simulieren sollte. Die Ergebnisse zeigten, dass Vibrationstraining zweimal täglich sechs Minuten in liegender Ausgangsstellung genügt, um dem Knochenabbau während der 55 Tage dauernden Bettruhe vorzubeugen.

Stoffwechsel verlagert sich nach anabol ▶ Vom Krafttraining her ist bekannt, dass intensives Training auch hormonale Veränderungen zu Wege bringt. Die hormonalen Effekte nach dem WBV sind mit denen des intensiven Krafttrainings zu vergleichen: Die Konzentration von Testosteron und Wachstumshormon steigen im Verhältnis zum Kortisol [4]. Der Stoffwechsel verlagert sich von katabol (abbauend) nach anabol (aufbauend). Für die Physiotherapie ist dieser Aspekt wichtig, da unter anabolen Bedingungen Heilungs- und Adaptionsprozesse schneller verlaufen als unter katabolen.

Amplitude elementar für die Dosierung ▶ Der dritte Faktor, der die Effekte des Vibrationstrainings beeinflusst, ist die Amplitude. Je größer die Amplitude, umso höher die Beschleunigungskräfte, die auf den Körper wirken. Auch die erzwungene Bewegung ist in ihrer Größe abhängig von der Amplitude. Doch nur beim Wipp-System tritt eine Gleichgewichtsreaktion des Körpers auf die Bewegung ein. Die Amplitude ist der entscheidende Faktor für die Dosierung der Vibration. Zu Beginn des Trainings wählt man im Allgemeinen eine kleine Amplitude (1–2 mm) und vergrößert diese abhängig von der Reaktion der Patienten, um sie daran zu gewöhnen. Als Gradmesser dienen die Kräfte, die den Kopf erreichen. Diese sollten so klein wie möglich sein, so dass der Patient normal sehen und reden kann. Leider gibt es keinen Goldstandard für die verschiedenen Indikationsgebiete – die Fähigkeiten der Patienten, die Kräfte zu verarbeiten, sind zu unterschiedlich. Um für Patienten den optimalen Effekt und ein sicheres Training zu garantieren, bewährt sich ein Gerät mit großer Amplitudenauswahl.

Schäden vermeiden ▶ Das Vibrationstraining kann auch schädliche Effekte auf Gelenke, Muskeln, Blutgefäße und Nerven haben. Vor allem dann, wenn der Körper die Vibrationen nicht oder zu gering dämpfen kann oder die Vibrationen zu lange erfolgen, wenn die Amplitude zu groß oder die Frequenz falsch gewählt wird. Beispiele für derartige Vibrationen aus dem Alltag sind der Gebrauch eines Presslufthammers und das lange Sitzen im LKW. Beim Sitzen nimmt der Körper die Vibrationskräfte passiv auf. Da die Muskulatur entspannt ist, wirken die Kräfte auf Wirbelsäule und innere Organe – und das über mehrere Stunden. Arbeitet ein Mensch mit einem Presslufthammer, ist er zwar aktiv,

Tab. 2 Verschiedene Vibrationsgeräte und deren Einstellmöglichkeiten (kleine Abweichungen möglich)

Bewegungssystem	Wipp-Prinzip (Galileo-System)	Vertikales Vibrationsprinzip
Hersteller	Galileo	Nemes, PowerPlate, Magic Vibe, Salveo, Fitplate, Fitvibe, Vibrofit, Bodyshaker
Amplitude	0–12 mm	2 oder 4 mm
Frequenz	5–30 Hz	20/30 Hz–50/60 Hz

Vibrationstraining für sturzgefährdete Menschen

Die Sturzgefahr nimmt im Alter zu. Besteht sie, sind Physiotherapeuten gefordert. Zielsetzung ihrer Therapie ist es, die Sturzgefahr zu verringern. Hier spielen viele Faktoren eine Rolle [19, 20]: Unter anderem Muskelleistung, Muskelkraft, Balance und das Gangbild. Die Ganzkörpervibrationstherapie nach dem Wipp-Prinzip kann die Physiotherapie unterstützen, indem sie die Muskelleistung, die Muskelkraft und die Balance verbessert (☞ Abb. 3).

Das Vibrationstraining beginnen die sturzgefährdeten Patienten im Sitzen. Dabei stehen nur die Füße auf der Vibrationsplatte. Bei einer Frequenz von 10 Hz erfahren die Patienten, wie ihr Körper auf die Platte reagiert. Die Amplitude ist zu Beginn sehr klein. Die Patienten erhöhen diese nach ihrem Ermessen und setzen nach und nach ihre Füße immer weiter nach außen. Nach etwa zwei Minuten Gewöhnungszeit stellen sich die Patienten bei gleicher Frequenz für eine Minute auf die Vibrationsplatte: in

leichter Kniebeugung, die Füße so eng wie möglich zusammen. Nach 30 Sekunden Pause kann man die Frequenz auf 25 Hz steigern, um einen höheren Trainingseffekt für die nächste Trainingsrunde zu erzielen. Die folgenden drei Vibrationseinheiten dauern zwischen 45 und 60 Sekunden mit Pausen von ein bis zwei Minuten. Um Kraft, Koordination und Balance zu trainieren, wählt man Frequenzen von 18–20 Hz, dann 6 Hz, danach wieder 18–20 Hz. Um die Effekte auf die Balance und die Propriozeption zu steigern, kann man das Training bei 6 Hz auf maximal drei Minuten ausbauen, sofern der Patient das anstrengende Training gut toleriert. Zum Abschluss setzt der Patient erneut nur seine Füße auf die Vibrationsplatte und lässt zur Muskeltonusverringerung das Training bei 10 Hz für ein bis zwei Minuten ausklingen. Zur Sturzprophylaxe sollten die Patienten mindestens zwei-, besser dreimal pro Woche trainieren. Sie können dies auch in Zweier- oder



Abb. 3 Vibrationstraining nach dem Wipp-Prinzip dient zur Sturzprophylaxe bei älteren Menschen.

Dreiergruppen tun. So kann man die Kosten für die Patienten verringern. Meistens ist nach drei bis vier Trainingseinheiten keine Begleitung mehr notwendig, und die Patienten können das Training sicher selbstständig ausführen. Dann entfällt auch die Eingewöhnungsphase im Sitzen.

doch die Vibrationen halten über einen zu langen Zeitraum an. Der Körper reagiert darauf mit erhöhter Spannung, wodurch er noch mehr belastet wird. Die Folge: Vasokonstriktion und damit einhergehend eine schlechte Durchblutung.

Derart schädliche Effekte treten bei der WBV nicht ein, wenn man einfache Regeln berücksichtigt. Es liegt in den Händen des Therapeuten, für seinen Patienten die passende Einstellung (Frequenz und Amplitude), Vibrationsdauer und das richtige Gerät zu wählen. Eine wichtige Regel ist: Normales Sprechen und Sehen muss jederzeit möglich sein. So ist gewährleistet, dass keine schädlichen Vibrationen auf die inneren Organe und das Gehirn wirken. Da Gelenke als Dämpfer fungieren, sollte man die erzwungenen Bewegungen so wählen, dass genügend Gelenke stimuliert werden. Dabei ist zu beachten, dass bei hoher Muskelvorspannung die Kräfte weniger gedämpft werden als in normaler Haltung und weiter nach kranial gelangen.

Tipps für die praktische Anwendung ▶ Für die erste Therapieeinheit empfiehlt sich, maximal zehnmal eine Minute zu trainieren. In Studien und von den Herstellern findet man unterschiedliche Angaben. Bei sturzgefährdeten älteren Menschen scheinen viermal eine Minute Vibrationstraining nach dem Wipp-Prinzip dreimal die Woche zu genügen. In der Berliner Bed-Rest-Studie gaben zweimal sechs Minuten WBV pro Tag als einzige Aktivität dem Körper genügend Reize, um Muskelkraft, Muskelleistung und Knochendichte zu erhalten [7].

Bei der Amplitude sind sich alle Hersteller einig. Ihre Empfehlung lautet: Mit kleiner Amplitude beginnen und diese dann abhängig vom Patienten langsam erhöhen. Beim Galileo-System kann man zwischen einer Amplitude von nahezu 0 bis 12 mm

wählen. Bei Geräten mit vertikalem System kann man maximal zwei Amplituden einstellen, meist 2 und 4 mm (☞ Tabelle 2). Möchte man gewisse Muskelgruppen besonders trainieren, muss man die Patienten in eine Ausgangshaltung bringen, in der diese Muskelgruppen eine Vorspannung haben. Oder die Patienten können während der WBV eine Bewegung ausführen, bei der der zu trainierende Muskel arbeiten muss.

Mit dem Galileo-System kann man durch seitenalternierende Stimulation andere und mehr Muskelgruppen aktivieren als mit dem vertikalen System. In stehender Haltung sind das zum Beispiel die Ab- und Adduktoren der Hüfte. Möchte man diese Muskelgruppen mit dem vertikalen System stimulieren, müssen die Patienten auf den Vibrationsplatten sitzen. Im Sitzen wirken jedoch die Kräfte ungedämpft auf den Rumpf, weshalb Wissenschaftler davon abraten: Innere Organe können gefährdet oder die Wirbelsäule kann falsch belastet werden. Die Beschwerden der Organe können sich erst später äußern und werden dann meist nicht in Verbindung mit dem Vibrationstraining gebracht.

Albert Burkhardt

Das Literaturverzeichnis finden Sie im Internet unter www.thieme.de/physioonline.



Albert Burkhardt ist Physiotherapeut und beschäftigt sich seit 2001 mit der Whole Body Vibration. Er behandelt Patienten damit, hält zu diesem Thema Vorträge und weist Physiotherapeuten in die Methode ein. E-Mail: albertburkhardt@gmx.net