

Dr. M. Runge
Aerpah-Klinik
Kennenburger Str. 63
73732 Esslingen

24.04.2004

Tel. 0711 / 3905326

Prinzip der vibratorischen Muskelstimulation mit dem Galileo-System

Galileo-Geräte sind Therapie- und Trainingsgeräte, die eine vibrierende Krafteinleitung in den Körper erzeugen. Die Muskeln werden mit Frequenzen zwischen 5 und 30 Hertz stimuliert. Muskelleistung, Muskelkoordination und Haltungskontrolle werden verbessert, der Muskeltonus reguliert, die Durchblutung erhöht.

Bei der Ganzkörpervibration (Galileo2000) steht der Übende auf einer vibrierenden Wippe, die um eine Achse senkrecht zur Körpermitte schwingt.

Die Vibrationsplatte stößt mit Frequenzen zwischen 5 und 30 Hz seitenalternierend jeweils ein Bein nach oben und löst dadurch reflektorisch neuromuskuläre Reaktionen in den betroffenen Muskeln und am gesamten Haltungsapparat aus, die von Ablauf her den Schritten beim Gehen und Laufen und damit den Grundelementen unserer Fortbewegung entsprechen.

Im Gegensatz zu normalen Bewegung ist die Stimulationsfrequenz höher, die Körperposition kann besser kontrolliert werden als beim „normalen“ Training, und die mechanisch ausgelösten Muskelreaktionen brauchen nicht willkürlich zentral initiiert werden, sondern werden reflektorisch über Rückenmarksreflexe ausgelöst. Dies führt zu einer genauen Dosierbarkeit, dadurch bedingt einer hoher Sicherheit der Anwendung, und zu einer subjektiven Mühelosigkeit.

Wie Studien gezeigt haben, ist ein Trainingseffekt so mit bedeutend kürzerem Zeitaufwand zu erzielen als mit konventionellen Trainings- und Therapiemethoden.

Das Vibrationsprinzip kann auf nahezu jede Bewegung angewendet werden, bisher in klinischem Gebrauch sind eine Standplatte, eine Standplatte kombiniert mit einem Kipptisch, und eine Hantel, deren Griff vibriert.

Ablauf der Übungen

Die Übenden führen auf der Galileo-Trainingsplatte geeignete Bewegungen durch und nehmen bestimmte Haltungen ein. Durch Veränderung von Körperhaltung und des Muskeltonus wird physikalisch gesehen die Steifigkeit des Körpers moduliert. Als Ergebnis verändert sich die Resonanzfrequenz einzelner Körperabschnitte. Die mechanische Stimulation verteilt sich entsprechend den unterschiedlichen Resonanzfrequenzen gezielt in verschiedene Körperabschnitte,

Die Erklärung hört sich komplizierter an, als die Selbstwahrnehmung für den Übenden ist. Hier wird die Physik unmittelbar erfahrbar: dort, wo der Körper vibriert, wird der therapeutische Reiz appliziert.

Schon minimale Veränderungen der Fußposition, Gelenkstellung, Gewichtsverlagerung oder Muskelspannung führen zu einer jeweils anderen Verteilung der Schwingungen im Körper. Die Vibrationen verstärken die Selbstwahrnehmung der Körperabschnitte, Gelenkstellungen und Bewegungen in hohem Ausmaß. Der Übende lernt dadurch sehr schnell und intuitiv die Regelung der Trainingsreize.

Variiert werden

am Gerät

- die Frequenz der Vibrationen,
- der Abstand der Füße von der Mittellinie und Richtung der Fußlängsachse

am Übenden

- der Muskeltonus
- die Gelenkstellungen resp. Körperposition
- Lage des Körperschwerpunktes über der Unterstützungsfläche,
- das Körpergewicht durch zusätzliche Gewichte

Durch den Abstand von der Drehachse wird die Höhe der Amplitude und damit die Größe der Kraftereinleitung stufenlos variiert. Die Veränderungen von Körperhaltung/ Kombination der Gelenkstellungen und Muskeltonus variieren physikalisch gesehen die Steifigkeit der verschiedenen Körperabschnitte, damit die Resonanzverhältnisse zwischen Galileo und den verschiedenen Körperabschnitten.

Beispiele für schwingungsrelevante Körperhaltungen:

Füße ganz aufsetzen oder auf Vorfüßen stehen, verschiedene Grade der Plantarflexion („Fersen hoch“), Längsachse der Füße parallel oder nach außen/ innen gedreht (I_r oder A_R), Fußgelenke, Knie, Hüften, WS verschieden gebeugt/ gestreckt.

Die Wirbelsäule wird in verschiedenem Ausmaß nach vorn gebeugt oder nach hinten überstreckt, dadurch kommt es natürlich in Kombination mit verschiedenen Gelenkpositionen zu einer veränderten Lage des Körperschwerpunktes.

Beispiele:

Das Heben der Fersen führt sofort zu starken Schwingungen in die Unterschenkel. Hüfte und Knie werden unterschiedlich gebeugt, je gestreckter/ steifer Knie- und Hüftgelenke sind, um so mehr kommen die Schwingungen in Rumpf/ Wirbelsäule.

Wirkung und Behandlungsziele

Das Galileo-Training hat verschiedene Wirkungen und ermöglicht damit verschiedene Behandlungsziele.

Je nach Körperhaltung, durchgeführten Bewegungen und Schwingungsfrequenz werden

Muskelleistung,
Elastizität/ Beweglichkeit,
Koordination/ Kontrolle der Körperhaltung insgesamt (Balance),
Beckenboden / Blasenmuskulatur oder
Durchblutung/ chronische Wunden

behandelt.

Als Faustregel: die tieferen Frequenzen zwischen 5 und 15 Hz detoniieren, Frequenzen > 15 bis 27 Hz erhöhen den Muskeltonus bei der Behandlung und verbessern langfristig die Muskelleistung.

(Zur notwendigen Differenzierung der Begriffe Kraft und Leistung später mehr).

Schwingung als Grundprinzip menschlicher Fortbewegung

Die menschliche Fortbewegung basiert in ihrer hohen Ökonomie und Effizienz auf dem Prinzip der Schwingung. Schwingung bedeutet die kontinuierliche Umwandlung von Bewegungsenergie in Lageenergie und zurück. Menschliche Bewegung ist eine phasengerecht aufeinander abgestimmte Kombination multipler Schwingungen, und zwar pendelnder und federnder Schwingungen.

Als Zweibeiner verlagern wir ja abwechselnd das Körpergewicht auf ein Bein und eine Seite, und Schwingungen im ständigen seitenalternierenden Wechsel zwischen Spiel- und Standbein bilden die Grundmuster der Bewegung.

Dass Beine, Arme und der Rumpf wie Pendel schwingen, ist offenkundig sichtbar. Der ganze Körper schwingt dabei wie ein (instabiler) umgekehrter Pendel, sein Schwerpunkt beschreibt in horizontaler und vertikaler Ebene eine sinusartige Wellenbewegung durch den Raum.

Die elastischen Teile der Muskel-Sehnen-Einheit sind wie schwingende Federn, werden in ständigem Wechsel gedehnt und entspannen sich. Dehnung bedeutet Energiespeicherung (Lageenergie wie in einem gespannten Gummi), Entspannung bedeutet schnelle Umwandlung der Lageenergie in kinetische Energie.

Wie bei einer schwingenden Feder oder dem Springen auf einem Trampolin speichern wir bei exzentrischen Bewegungen wie dem Aufsetzen des Beines beim Gehen und Laufen und den Ausholbewegungen beim Werfen und Springen kinetische Energie in den elastischen Muskel-Sehnen-Ketten. Diese Energie steht dann bei der Bewegung schneller als die aktuell in den Muskeln produzierte Energie zur Verfügung.

Vibration als Trainingsprinzip entspricht den physiologischen Abläufen menschlicher Bewegungen. Die Schwingungen des menschlichen Körpers sind phasenversetzt seitenalternierend, und müssen ebenso angeregt werden, in genau koordiniertem Rhythmus abwechselnd links und rechts wie beim Gehen oder Laufen.

Hohe Leistung ist in diesem System verbunden mit Energiespeicherung in serienelastischen Elementen.

Durch die phasengerechte Einleitung von Energie in das schwingende System werden Kraft, Schnelligkeit, Elastizität und Koordination gleichzeitig trainiert.

Optimierung des motorischen Lernens

Motorisches Lernen ist abhängig von hoher Wiederholungszahl, wird in ständigen Wiederholungen kontinuierlich optimiert, wie Sportler und Musiker täglich erfahren. Unser ZNS braucht beim motorischen Lernen mindestens 30 000 Wiederholungen, um ein neuronales Engramm zu bilden. Das Galileo-System sorgt mit seiner hohen Wiederholungszahl für großen Wirkungen in kurzer Trainingszeit. 30 Hz-Galileo-Vibrationen bedeuten 1800 Wiederholungen pro Minute.

Erst nach der genannten hohen Wiederholungszahl sind Bewegungen automatisiert=optimal. Das subjektive Optimum einer Bewegung wird erst nach 3-5 Millionen Wiederholungen erreicht, wie an Industriearbeiterinnen, z.B. beim Zigarettenpacken, gemessen wurde. Dies erklärt, warum mit Galileo-Vibrationen in Versuchsreihen die Trainingseffekte 23 mal schneller erreicht wurden als mit konventionellen Methoden.

Die hohe Geschwindigkeit der Schwingungen aktiviert die schnellen Anteile des neuromuskulären Systems, die durch den Galileo provozierten Muskelkontraktionen laufen reflektorisch auf Rückenmarksebene ab, d.h. mit stark reduzierter mentaler Anstrengung (aber natürlich weiterhin unter zentraler Voreinstellung und Rückkoppelung).

Die schnellen Galileo-Reize trainieren und verbessern die inter- und intramuskuläre Koordination. Die Streckermuskulatur wird durch die ausgelöste Beugung abrupt gedehnt und reagiert mit einer reflektorischen Kontraktion, immer begleitet von der inversen Reaktion der antagonistischen Muskulatur, hier der Beuger. Das Zusammenspiel zwischen Agonisten und Antagonisten wird mit hoher Frequenz eingeübt.

Das Galileo-Training wird als weniger anstrengend empfunden als willkürliche Muskelaktivitäten vergleichbarer Frequenz, daraus resultiert eine hohe Therapiecompliance (Initiale Akzeptanz vorausgesetzt). Es fällt nicht schwer, das Galileotraining durchzuhalten, man wird von dem System „mitgetragen“. Es wird diskutiert und vermutet, dass die rhythmischen Vibrationen der Muskulatur sich positiv auf die Gewebshormone auswirken, jedenfalls berichten die Galileo-Übenden immer wieder über einen positive Einfluss auf ihre seelische Verfassung.

Resonanz als Trainingsprinzip/ Variation des Galileo-Trainings

Die Höhe der eingeleiteten Kraft ist von der Winkelgeschwindigkeit der Vibrationsplatte abhängig. Beim Training können Schwingungsfrequenz und Hubhöhe stufenlos eingestellt werden. Durch den Fußabstand zur Mitte/ Schwingachse der Vibrationsplatte wird die Hubhöhe der Impulse eingestellt.

Die Schwingungsfrequenz der Trainingsplatte ist stufenlos zwischen 0 und 30 variierbar. Durch Variation von Körperhaltung und Vorspannung wird die gezielte, genau abgestufte Einleitung der Schwingungen in unterschiedliche Körperteile ermöglicht. Die Übenden lernen schnell, durch Veränderung von Muskeltonus und Körperhaltung die Trainingswirkung in die angezielten Körperteile zu lenken. An der Stärke der erzielten Muskelschwingungen erkennt man die Verteilung der eingeleiteten Kräfte. Die Resonanz zwischen neuromuskulärem System und der Galileo-Trainingsplatte ist das grundlegende, mathematisch exakt erfassbare Prinzip.

Was sich in der technischen Sprache kompliziert anhört, ist intuitiv und schnell auf dem Galileo erlernbar. Je nach Muskelspannung und Gelenkposition schwingen andere Muskelgruppen mit, die Übenden spüren die Wirkung in Form von Kontraktionen und Vibrationen und verbessern so auch die Körperwahrnehmung.

Wirkort

Körperposition/ Gelenkstellung und Muskeltonus/ Vorspannung bestimmen den Ort der Wirkung, spürbar an der Größe der Schwingungen.

⇒ hohe Variabilität des Wirkortes

Wirkung primär auf Beine, Becken und Rumpf

Die Wirbelsäule wird intensiv ins Galileo-Training miteinbezogen, da sie ja in physiologischen Muskelketten mit den Beinen verbunden ist.

Arme und Schultergürtel können durch Zusatzgewichte mit in die Schwingungen einbezogen werden.

Differenzierte Wirkung auf unterschiedliche Bewegungskomponenten

In didaktisch und erkenntnismäßig hilfreicher Art kann Bewegung in fünf Elemente („Fitnesskomponenten“) eingeteilt werden:

Kraft

Geschwindigkeit

Beweglichkeit/ Flexibilität

Koordination

Ausdauer

Aus dem bisher vorgestellten Fakten und Prinzipien ergab sich bereits, dass das Galileo-Training sowohl Kraft, Geschwindigkeit, Beweglichkeit und Koordination/ Haltungskontrolle trainiert bzw. deren Störungen therapiert.

Die Galileo-Wirkung ist abhängig von Schwingungsfrequenz, Geschwindigkeit und Stärke der Krafteinleitung, sowie den Körperhaltungen und Bewegungen der Übenden.

Grosso modo können drei Zielfelder der Bewegung beim Galileo-System unterschieden werden:

Muskelleistung (Kraft x Geschwindigkeit)

Flexibilität

Koordination/ Balance/ Dehnung

Sonderfälle sind Steigerung der Durchblutung und Behandlung des Beckenboden bzw. der Urininkontinenz. Positive klinische Erfahrungen liegen auch zur Behandlung chronischer Beinulcera und zur Behandlung/Vorbeugung der Obstipation vor.

Frequenzmodulation

Die Art der Wirkung ist frequenzabhängig. Hohe Frequenzen zwischen 20 und 27 Hz steigern durch intensive reflektorische Stimulation die Muskelleistung (=PS, =Watt, Produkt aus Kraft und Geschwindigkeit).

Hierbei werden in gebückter Haltung mit teilgebeugten Knie- und Hüftgelenken Beinmuskeln, hüftumgebende Muskulatur und paravertebrale Wirbelsäulenmuskulatur therapiert/ trainiert.

Wirkung auf Muskelleistung

Muskelleistung ist das Produkt aus Kraft und Bewegungsgeschwindigkeit, gemessen in Watt (alte Einheit PS). Leistung ist der physikalisch korrekte Parameter, um Bewegung zu beschreiben.

(Kraft ist die Ursache von Bewegung, allein gesehen ein rein statischer Begriff.)

Markant ist mit minimalem Trainingsaufwand (z.B. 2x je 9 Minuten pro Woche) innerhalb kurzer Zeit (6-8 Wochen) eine messbarer Verbesserung der Muskelleistung (Randomisierte kontrollierte Versuche mit verblindetem Assessment, Runge et. al) feststellbar.

Die Übenden gehen beim Muskelleistungstraining -Training bei einer Frequenz zwischen 20 und 27 Hz langsam (> 4 s) tief in die Knie, und richten sich langsam (> 4 s) wieder auf. Dabei sind die Füße zuerst flach auf der Vibrationsplatte (Einübungsphase s. unten). In einem weiteren Bewegungsablauf gehen die Übenden auf die Vorfüße, wodurch das Sprunggelenk bzw. Wadenmuskulatur) in stärkere Schwingungen geraten (und dazu das posturale System mehr gefordert wird).

Tiefere Frequenzen von 5-15 Hz lockern die Muskel, wirken detonisierend, durchblutungsfördernd und schmerzlindernd.

Die muskeldetonisierende Wirkung wird ausgenutzt, um den Effekt von Dehnübungen (z.B. Rumpfdrehung, Rumpfbeugung, Rumpfseitneigung) zu verstärken. Dabei werden die entsprechenden Dehnübungen bei der Galileo-Frequenz ausgeübt, die die Resonanz in den gewünschten Körperregionen auslösen.

Die „langsamen“ (3-15 Hz) Frequenzen, wenn sie durch Muskelvorspannung in die gewünschten paravertebralen Körperabschnitte gelenkt werden, lockern die oft verspannte Rückenmuskulatur, vermindern und verhindern Schmerzen und machen die Wirbelsäule wieder beweglich. Nur eine elastische und bewegliche Wirbelsäule kann die Schwingungen der Lokomotion gut mitmachen.

Eine pathologisch verspannte Wirbelsäule kann auch daran auf dem schwingenden Galileo erkannt werden, dass die Vibrationen des Galileo nicht abgefedert werden können. Wenn ein gesunder Übender auf dem Galileo steht, ist er in der Lage, durch Modulation der Muskelspannung und Haltungsveränderung zu verhindern, dass der Kopf durchgerüttelt wird. Dies muss normalerweise bei jedem Schritt geschehen. Bei pathologisch verfestigter Wirbelsäule ist die normale Modulation der Körperelastizität nicht möglich, die Vibrationen des Galileo werden zu stark auf den Kopf übertragen, Schwindel und Unbehagen wird ausgelöst. Dies ist in diesem Fall also kein Zeichen, dass Galileo-Training nicht angezeigt ist, sondern im Gegenteil ein starker Hinweis, dass (richtig aufgebautes) Galileo-Training erforderlich ist.

Training der Wirbelsäule und Haltungskontrolle

Die Übungen finden beim Galileo2000 in aufrechter Haltung statt, dadurch wird die Haltungskontrolle (Balance) trainiert. Die zentrale Funktion der (paravertebralen) Wirbelsäulenmuskulatur wird beim Galileo-Training deutlich. Die Schwingungen übertragen sich über die Muskelketten von den Beinen, über Becken und Beckenboden auf die ganze Wirbelsäule und den ganzen Körper. Die paravertebrale Muskulatur schwingt und kontrahiert sich im Rhythmus der Galileo-Impulse, genau wie beim Gehen und Laufen.

Die aufrechte Körperhaltung ist die Grundposition der menschlichen Fortbewegung. 70% der Körpermasse liegen mit hohem Schwerpunkt (projiziert auf BWK 10) hoch über einer kleinen Unterstütsungsfläche. Balance, definiert als Fähigkeit, den Schwerpunkt dynamisch über der Unterstütsungsfläche zu halten, ist eine ständige Regulationsaufgabe des neuromuskulären Systems. Um den Körperschwerpunkt in der richtigen Lage zur Unterstütsungsfläche zu halten, muß das neuromuskuläre System kleinste Verlagerungen wahrnehmen und antizipieren und entsprechende Gegenbewegungen durchführen. Schon die Atembewegungen des Brustkorbes, geschweige denn das Ausstrecken eines Armes erfordern eine Gegenregulation des Ganzen Körpers, damit wir nicht umfallen. Die Krafteinleitungen des Galileo sind ein hochfrequenter, wirkungsvoller Trainingsreiz der Haltungskontrolle. Hier muss auf der Vibrationsplatte Fußposition und Körperhaltung variiert werden, bis hin zum Einbeinstand mit Maximalverlagerung des Rumpfes und anderen Beines (s. Abb. xx).

Die Hübe der Vibrationsplatte lenken den Körperschwerpunkt von der Unterstütsungsfläche weg, und stellen so in der Terminologie des Regelkreises einen „Störreiz“ dar, auf den das Balancesystem mit einer Gegenregulation reagiert. Dadurch wird die Gleichgewichtsregulation geübt/ verbessert.

Dehnbarkeit der Muskel-Sehnen-Einheit und Gelenkbeweglichkeit

Arbeit ist Kraft mal Weg, Leistung Arbeit pro Zeit. Leistung ist in mutiger umgangssprachlicher Verkürzung quasi „schnelle Arbeit“. Damit der Körper dies leisten kann, müssen die elastischen Strukturen ihre Dehnbarkeit und damit Fähigkeit zu Energiespeicherung und schnellen Energiefreigabe erhalten und verbessern. (Schlagen sie einmal mit dem Ringfinger auf den Daumen, und „schnicken“ Sie dann, da heißt plötzliche Freigabe des gespannten Fingers). Der zweite Bewegungsablauf mit vorheriger elastische Dehnung bringt die viel höhere kinetische Energie (vgl. elastische Angelrute, Trampolin, Kängeroo, Pogo-Stick).

Zusammenfassung:

Wirkungen

Training der Muskelleistung (Kraft x Geschwindigkeit)

Steigerung der Durchblutung

Funktion von Blase und Beckenboden/ Inkontinenzbehandlung

Training der Körperkontrolle/ Balance

Verbesserung von Elastizität/ Gelenkbeweglichkeit incl. Wirbelsäule

Verbesserung von Urin-Inkontinenz

Behandlung von Obstipation

Was macht der Galileo

Er leitet rhythmisch über Schwingungen Kräfte in die Muskeln ein

Kräfte erzeugen Dehnungen

Dehnung erzeugt Reflexe

Das provoziert Kommunikation im und zwischen den Muskeln.

Dadurch

-bessere Koordination

-höhere Muskelleistung (bei hohen Trainingsfrequenzen)

-mehr Durchblutung

-pathologische Verspannungen lösen sich (bei niedrigen Frequenzen).

-dadurch verbesserte Dehnbarkeit, mehr Beweglichkeit

Kontraindikationen

Schwangerschaft

Akute Thrombosen

Akute Entzündungen

Frische Implantate (< 3 Mon.)

Frische Frakturen (< 3 Mon.)

Akute Steinleiden von Gallenwegen und ableitenden Harnwegen

(außer bei dezidiertem Therapieversuch der mechanischen Steinableitung)

DIE BEWEISE

Zu Galileo-Prinzip gibt es

Beweise aus der Physik

wissenschaftliche Studien

langjährige klinische Erfahrungen aus Medizin und Rehabilitation.

Schwingung in der Natur

Atome, Planeten, Wellen, Töne, Pendel... und der Galileo. Alles schwingt.

Wie wird trainiert?

Man variiert auf dem Galileo die Positionen,

erzeugt in verschiedenen Körperregionen unterschiedliche Vorspannungen am Muskel, unterschiedliche Spannungen und Gelenkpositionen bestimmen die Ausbreitung der Schwingung.

Der Trainierende leitet also die Trainingsreize durch jeweilige Haltung und Bewegung, die Galileo-Schwingungen verstärken die auf dem Trainingsgerät durchgeführte Bewegungen.

Warum der Galileo Galileo heißt?

Galileo hat die Grundlagen der modernen Physik zu Kraft, Beschleunigung und Festigkeit geschaffen und die Verbindung zwischen Anatomie, Physik und Physiologie gesehen.