

## **1 und 15 Hz Vibrationstraining verbessern in gleicher Weise die isometrische Maximalkraft und den isometrischen Kraftanstieg bei gesunden Seniorensportlern**

Josef Kovarik (1), Carlo Franz (2), Michael Vogelauer (2), Philipp Drewniak (1), Stefan Löffler (1), Lukas Trimmel (2), Walter Bily (2), Jan Cvecka(3), Martina Grim-Stieger(2), Helmut Kern (1,2)

---

(1) Ludwig Boltzmann Institute of Electrostimulation and Physical Rehabilitation, Vienna, Austria; (2) Department of Physical Medicine, Wilhelminenspital, Vienna, Austria, (3) Faculty of Physical Education and Sport, Comenius University, Bratislava, Slovakia

### **Abstract**

#### **1 and 15 Hz vibration trainings are equally effective on maximal isometric force and force development in healthy senior sportsmen**

Purpose of this study was to examine the effect of vibrations of different frequencies (1 Hz and 15 Hz) on maximal isometric force and force development in healthy senior sportsmen. Seven healthy elderly (mean age  $69 \pm 5$ , 43 y) performed an eight week strength training of knee extensors. Vibrations were applied vertical to the axis of movement during training. One leg of the subjects was trained at a frequency of 1 Hz, the other leg at 15 Hz. Measures of isometric peak power (at knee-angles of 60°, 90° and 120°) and force development were recorded before and after training. Our results showed a significant increase of isometric peak power both at 1 Hz and 15 Hz vibration frequency in all 3 measured angles of the knee. There was no significant difference between the trials, but we could find a higher increase in percentage of maximum power after the 1Hz training. The results of force development showed a slight increase at the 1 Hz training at all time slots, without statistical significance. A trend to significance was found at the 1 Hz training at the time slot up to 200ms. The 15 Hz training showed no significant changes of force development. Our results indicate that the integration of vibration of 1 Hz or 15 Hz to a conventional strength training in elderly persons results in similar improvement of isometric peak power. Regarding the influence of different frequencies on the force development in elderly persons, further studies with more participants or of longer duration are necessary, because both structural changes and neuronal adaptations may take longer time in elderly.

**Key Words:** Vibration training, isokinetic training, isometric force, force development, senior sportsmen

*Basic Applied Myology 19 (4): 181-186, 2009*

**Zusammenfassung.** Ziel der vorliegenden Studie war, den Effekt von Vibrationen unterschiedlicher Frequenz, welche in ein konventionelles Krafttraining integriert wurden, hinsichtlich Maximalkraft und Kraftanstieg zu untersuchen. Siben Versuchspersonen über 65 Jahren ( $69 \pm 5, 43$ ) absolvierten ein 8-wöchiges Krafttraining der Kniestrecker. Vibrationen wirkten während des Krafttrainings im rechten Winkel auf die trainierende Extremität. Je ein Bein der Versuchspersonen wurde mit 1Hz trainiert, das andere mit 15 Hz. Messungen der isometrischen Maximalkraft der Beinstrecker (bei 60°, 90°, 120° Winkelstellung im Kniegelenk) und des Kraftanstieges wurden vor Beginn und nach Ende des 8-wöchigen Trainings durchgeführt. Sowohl bei 1 Hz, als auch bei 15 Hz zeigten sich in allen 3 Winkelstellungen

signifikante Kraftgewinne des M. Quadriceps, wobei sich die beiden Frequenzen nicht signifikant voneinander unterschieden, jedoch kam es beim 1Hz Training in allen Winkelstellungen zu einem prozentuell höheren Kraftzuwachs. Die Ergebnisse des Kraftanstieges ergaben beim 1 Hz Training eine geringe Steigerung in allen Zeitfenstern, aber nicht signifikant. Darüber hinaus zeigte sich beim 1 Hz Training ein Trend zur Signifikanz im Zeitfenster bis 200ms. Beim 15 Hz Training zeigte sich keine signifikante Änderung des Kraftanstieges. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Integration einer Vibration von 1Hz und 15Hz in ein konventionelles Krafttraining bei älteren Personen zu eher gleichen Kraftverbesserungen führt. Hinsichtlich des Einflusses unterschiedlicher Vibrationsfrequenzen auf den

## Vibration trainings in healthy senior sportsmen

Basic Applied Myology 19 (4): 181-186, 2009

Kraftanstieg bei Senioren sind weitere Studien mit größerer Fallzahl oder mit längerer Versuchsdauer notwendig, da die Anpassung längere Zeit in Anspruch nimmt bzw. die neuronale Adaptation geringer und langsamer stattfindet.

### Einleitung

Mit der demographischen Entwicklung stellt sich in zunehmendem Maße das Problem, Muskelmasse- und Kraftabnahme im Alter möglichst effizient und effektiv hintanzuhalten. Beide Faktoren sind u. a. auch an einer Verbesserung bzw. Erhaltung der Mobilität beteiligt [2,5,14,15]. Experten schätzen die Kosten der mit dem Abbau von Muskelmasse und Kraft verbundenen sozioökonomischen und medizinischen Folgen in den entwickelten Ländern auf mehr als 30 Milliarden Dollar [9,19]. In der letzten Dekade zeigten sich mögliche Vorteile des Vibrationstrainings [7,8,12,13,17,18,20,21].

Mechanische Schwingungsreize sind seit Jahrzehnten Gegenstand der Arbeitsmedizin, weil lang einwirkende Vibrationen tiefer oder sehr hoher Frequenz und großer Amplitude sich als schädlich für den menschlichen Organismus erwiesen haben [1,3,4,10]. Daneben gibt es aber auch Schwingungsreize, die im Sport sowie in der Rehabilitation nutzbringende Anwendungen erfahren. Hier handelt es sich um Schwingungen im Bereich von 7 bis 40 Hz mit einer Amplitude von 3 bis 10 mm [12, 13, 18,21]. Ziel der Studie war eine sichere Vibrationsfrequenz für die Rehabilitation von Knieendoprothese Patienten zu finden. In einer begleitenden Studie konnte gezeigt werden, dass isokinetisches Training mit Vibration zusätzliche Effekte hat. In dieser Studie wurde die Wirkung von zwei unterschiedlichen Frequenzen bei älteren Personen verglichen. Parameter, welche bei der Beurteilung von Schwingungsreizen eine Rolle spielen, sind:

**Vibrationsstärke.** Die Vibrationsstärke  $a$  wird in Beschleunigungswerten ( $m/s^2$ , wobei  $9,8065 m/s^2 = 1 g$ ) angegeben und errechnet sich aus der Frequenz  $f$  (Anzahl Schwingungen pro Sekunde, angegeben in Hertz Hz) und der Schwingungsweite (Amplitude)  $d$ , angegeben in Metern nach der Formel (1):

$$a = (2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot d.$$

Für eine Vibration mit einer Amplitude von 3 mm und einer Frequenz von 15 Hz ergibt sich folglich ein Wert von  $a = 2,72 g$  (analog für 1 Hz und 3 mm 0,012 g). Man erkennt aus der Formel auch, dass sich die Schwingungsfrequenz schwerwiegender auf die Vibrationsstärke auswirkt als die Amplitude, weil sie mit dem Quadrat in die Gleichung eingeht.

**Frequenz.** Die Frequenz gibt die Anzahl von Bewegungszyklen pro Sekunde an. In trainingswissenschaftlichen Studien werden meist Frequenzen zwischen 20 und 40 Hz verwendet [11].

**Amplitude.** Die Amplitude ist die Größe der Auslenkung in jedem Bewegungszyklus. Sie wird

üblicherweise in mm angegeben. Der Bereich, der in der Literatur erfasst ist, schwankt, liegt allerdings meist zwischen 2 und 10 mm.

**Richtung.** Schwingungen lassen sich auch nach der Richtung charakterisieren, aus der sie auf das Gewebe aufgebracht werden. Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, nämlich antero-posterior (x), lateral (y) oder vertikal (z). Auf dem Markt befindliche Geräte zur Erzeugung von Schwingungsreizen nutzen zumeist eine oder zwei Richtungen.

Je nach Anteil der Körpermasse, die in Schwingung versetzt wird, lassen sich Ganzkörper- und Teilkörperschwingungen unterscheiden. Es hat sich eingebürgert, im Falle von Ganzkörpervibrationen auch im deutschen Sprachraum von „whole body vibrations“ oder WBV zu sprechen. Im Zusammenhang mit Vibrationen kommt es bei geeigneter Frequenz zum Phänomen der Resonanz. Ein schwingungsfähiges System wie der menschliche Körper lässt sich durch periodische Anregung zum Mitschwingen bringen. In der Nähe der so genannten Eigenfrequenz (diejenige Frequenz, in der ein schwingungsfähiger Körper nach einmaliger Anregung schwingt) kann es zur Aufschaukelung auf ein Vielfaches der Erregeramplitude mit entsprechenden negativen Auswirkungen kommen ("Resonanzkatastrophe"). Die menschlichen Gewebe besitzen verschiedene Eigenfrequenzen, die von der Körpermasse und Statur unabhängig, wohl aber von der Muskelspannung änderbar sind [16]. Meist werden diese potentiell gefährlichen Frequenzen unterhalb von 20 Hertz gefunden (Ganzkörperresonanzfrequenzen 5 - 16 Hz) weshalb trainingswissenschaftliche Anwendungen zumeist Frequenzen von 20 Hertz oder mehr verwenden [11]. Diekmann sieht eine Abhängigkeit auch von der Schwingungsrichtung und geht davon aus, dass am stehenden Körper nur Vertikalschwingungen Resonanzerscheinungen auslösen [11].

In unserer Literaturrecherche zum Thema Vibrationstraining konnten wir keine Angaben zu Krafttrainingsmethoden mit 1Hz Schwingung, die senkrecht auf die trainierende Extremität wirken, finden. Ziel der vorliegenden Studie war die Unterschiede zweier Vibrationsfrequenzen (1Hz vs. 8 Hz), welche während eines Krafttrainings der Beinstrecker im rechten Winkel auf die trainierende Extremität aufgebracht wurden, hinsichtlich isometrischer Maximalkraft und Kraftanstieg zu untersuchen.

### Material und Methoden

#### *An Funktionsprinzip des Vibrationsgenerators*

Ein senkrecht zur Druckrolle stehender Antriebsmotor treibt über ein Winkelgetriebe die Antriebswelle, welche gemeinsam mit dem Motor so gelagert ist, dass beide über eine Klemmung am Trainingsarm der Maschine auf diesem verschiebbar angeordnet sind.

## Vibration trainings in healthy senior sportsmen

Basic Applied Myology 19 (4): 181-186, 2009



**Graphik A** Ansicht der Trainingsmaschine



**Graphik B** Detailansicht des vibrationsgenerierenden für das Quadricepstraining Motors

Dadurch ist es möglich, die Druckrolle der Beinlänge des Trainierenden anzupassen. Auf der Antriebswelle sind zwei Exzenter mit gleicher Exzentrizität an den beiden Wellenenden angeordnet, auf die zwei Lager aufgezogen sind. Auf diesen Lagern ist ein Rohr zur Übertragung der Trainingskräfte von der Rohraufgabe (Angriffspunkt des Unterschenkels) auf das Rohr und über dieses über Lager und Exzenter auf die Antriebswelle angeordnet. Zur Drehmomentabstützung des Rohres (incl. Rohraufgabe) ist an der seitlichen Rohrabdeckung eine Nase angebracht, die sich auf zwei Rollen, welche sich an dem Lagergehäuse der Welle befinden, abstützt. Dadurch kann die beim Drehen der Antriebswelle infolge der exzentrischen Lagerung des Rohres und der Drehmomentabstützung entstehende schwingende Bewegung über die Rohraufgabe auf den Unterschenkel der Trainierenden übertragen werden. Es ist daher möglich, bei Klemmung des Vibrationsgenerators auf den Arm der Trainingsmaschine (mit patentiertem Getriebe) der Extensions- u. Flexionsbewegung des Trainierenden eine Vibration zu überlagern, welche normal zum Arm der Trainingsmaschine ausgeführt wird.

**Trainingsgerät.** Dieses Trainingsgerät wurde mit der Fa. Ennikl & Ko (4400 Steyr, Therese-Kratky-Str. 26, Österreich) entwickelt. Es erlaubt die Anwendung von Vibrationen senkrecht zur Bewegung. Dabei können Frequenzen von 1 bis ca. 20 Hertz realisiert werden. Die Amplitude ist mit 3 mm fix vorgegeben. Somit kann es nicht zur Resonanz mit den in der Einleitung angesprochenen potentiell schädlichen Auswirkungen

kommen. Das verwendete Trainingsgerät erlaubt das Training der Mm. Quadriceps im Sitzen. Dabei werden die Versuchspersonen mittels Kunststoff-straps an der Auflagefläche fixiert, um Abfälschbewegungen zu vermeiden. Die Versuchspersonen werden so positioniert, dass die Kniegelenksachse mit der Geräteachse visuell zur Deckung gebracht wird; der Bügel für die Unterschenkel wird individuell eingestellt.

### *Versuchsdesign*

**Versuchspersonen.** Durch Ausschreibung in einer lokalen Zeitung in Stockerau und Umgebung wurden Versuchspersonen über 65 Jahre ohne akute Knie- oder Rückenprobleme gesucht. Es meldeten sich 12 Teilnehmer, die in einem Einführungsgespräch über Ziel und Durchführung der Studie informiert, sowie auf mögliche Kontraindikationen untersucht wurden. Nachdem sich 7 Teilnehmer bereit erklärten, unter den dargelegten Umständen zur Verfügung zu stehen und keine medizinischen Einwände bestanden, wurden die Einstiegstests durchgeführt. Die freiwilligen Probanden hatten ein Durchschnittsalter von  $69 \text{ a} \pm 5,43 \text{ a}$  und ein Körpergewicht von  $63,3 \text{ kg} \pm 12,43 \text{ kg}$ . Die sportliche Aktivität der Probanden vor Beginn der Therapie belief sich im Mittel auf 4 Std./Woche  $\pm 1,60 \text{ Std.}$  gemischt Kraft- und Herz-Kreislauftraining.

**Training.** Je ein Bein wurde der 1-Hz-Frequenz zugeordnet, das andere erhielt das 15-Hz-Training. In randomisierter Folge wurden je 3 Sätze Quadriceps-Training einer Bedingung trainiert, danach das andere Bein. Dabei wurde das Gewicht jeweils so gewählt, dass

## Vibration trainings in healthy senior sportsmen

Basic Applied Myology 19 (4): 181-186, 2009

| Isometrische Kraft der Mm. Quadriceps |               |  | Mittelwert [Nm] | SD [Nm] | SEM [Nm] | Diff. [Nm] | Diff. [%] | Pearson r | TTest p |
|---------------------------------------|---------------|--|-----------------|---------|----------|------------|-----------|-----------|---------|
| 60° 1 Hz                              | vor Training  |  | 102,67          | 54,50   | 20,60    | +68,50     | 67%       | .890      | <0,01   |
|                                       | nach Training |  | 171,17          | 64,22   | 24,27    |            |           |           |         |
| 60° 15Hz                              | vor Training  |  | 100,57          | 57,76   | 21,83    | +65,65     | 65%       | .978      | <0,01   |
|                                       | nach Training |  | 166,22          | 79,80   | 30,16    |            |           |           |         |
| 90° 1Hz                               | vor Training  |  | 129,92          | 92,73   | 35,04    | +31,02     | 24%       | .967      | <0,05   |
|                                       | nach Training |  | 160,94          | 84,75   | 32,03    |            |           |           |         |
| 90° 15Hz                              | vor Training  |  | 121,07          | 71,97   | 27,20    | +25,24     | 21%       | .959      | <0,05   |
|                                       | nach Training |  | 146,31          | 77,54   | 29,30    |            |           |           |         |
| 120° 1Hz                              | vor Training  |  | 119,44          | 65,00   | 24,56    | +39,06     | 33%       | .985      | <0,01   |
|                                       | nach Training |  | 158,50          | 68,78   | 25,99    |            |           |           |         |
| 120° 15Hz                             | vor Training  |  | 111,40          | 49,62   | 18,75    | +29,45     | 26%       | .926      | <0,01   |
|                                       | nach Training |  | 140,85          | 46,05   | 17,40    |            |           |           |         |

Pearson r = 0,877  
t-Test p = 0,849

Pearson r = 0,942  
t-Test p = 0,524

Pearson r = 0,904  
t-Test p = 0,494

Tab. 1: Isometrische Maximalkraft der M. Quadriceps vor und nach dem Training bei 1 Hz und 15 Hz in den drei Winkelstellungen 60°, 90° und 120° (n=7).

solche Trainingseinheiten zum ersten möglichen Ersatzzeitpunkt nachgeholt

**Messwerte.** Die isometrischen Kraftwerte wurden auf einem Gerät von Dr. Kovarik, Wien, erhoben. Dieses Gerät hat sich im alltäglichen Gebrauch als ausreichend valide und reliabel erwiesen. Nach Filterung (200-gliedriger FIR-Filter) wurden die RFD-Werte 50, 100 und 200 ms nach Beginn der Kontraktion („onset of contraction“ (OOC)) berechnet, wobei der Zeitpunkt des OOC als „deutliche Erhebung der Kraftlinie über die Ausgangslinie“ definiert ist.

**Versuchsdesign und Auswertung.** Der Versuch fand als pretest-Intervention-posttest-Design statt. Infolge der geringen Teilnehmerzahl musste auf die Einbeziehung einer Kontrollgruppe verzichtet werden. Die Prüfung auf statistisch signifikante Werte erfolgte mittels des t-Tests für gepaarte Stichproben. Als statistisch signifikant werden p-Werte  $\leq 0,05$  bezeichnet, für  $p \leq 0,1$  wird eine Tendenz in Richtung überzufälliger Unterschied angenommen. Varianzen wurden mit dem Test nach Ferguson auf Gleichheit geprüft [6]. Die numerischen Berechnungen erfolgten mit dem Programmpaket SPSS 11.5. bzw. mit Microsoft Excel.

### Ergebnisse

*Kraftwerte in Newtonmeter des M. Quadriceps für die Beinstreckung vor und nach dem Training – Vergleich 1 Hz und 15 Hz*

Die isometrischen Kraftwerte wurden vor und nach dem Training mit 1 Hz bzw. 15 Hz ebenfalls in den Winkelstellungen 60°, 90° und 120° einbeinigen gemessen. Bei beiden Frequenzen gab es in allen 3 Winkelstellungen einen signifikanten Kraftzuwachs. Die jeweilige Steigerung der Kraftwerte ist in allen 3 Winkelstellungen nach dem 1Hz Training höher als bei 15 Hz (Tab.1).

### Diskussion

Die Nach dem 8-wöchigen Training konnten am Kniedynamometer in allen 3 Kniebeugewinkeln höhere Maximalkraftwerte der Mm. Quadriceps erreicht werden. Bei der Messung der einbeinigen Kraftwerte des M. Quadriceps in den Kniebeugewinkeln von 60°, 90° und 120° vor und nach dem Training mit 1 Hz bzw. 15 Hz zeigte sich in allen 3 Winkelstellung bei beiden Frequenzen ein signifikanter Kraftzuwachs. Dass die jeweilige Steigerung der Kraftwerte in allen 3 Winkelstellungen nach dem 1Hz Training höher war als bei 15 Hz, könnte ein Hinweis darauf sein, dass das 1 Hz Training des M. Quadriceps bei gleichen Trainingsbedingungen zu einer höheren Trainingseffizienz führen könnte als mit 15 Hz. Dass der unterschiedliche Trainingseffekt an beiden Beinen durch die verschiedenen Trainingsfrequenzen hervorgerufen wurde, wird dadurch unterstrichen, dass bei der Prüfung auf Unterschiede der Maximalkraft des M. Quadriceps bei 1 Hz und bei 15 Hz vor der Trainingsintervention sich in keiner der drei untersuchten Winkelstellungen signifikante Unterschiede nachweisen ließen. Somit darf festgehalten werden, dass vor dem Training keine signifikanten Kraftdifferenzen vorlagen. Vergleicht man die Effekte des unterschiedlichen Vibrationstrainings auf die Kraftanstiege der Mm. Quadriceps, besteht im Zeitfenster 200ms nach dem 1Hz Training ein Trend zur signifikanten Erhöhung der Kraftanstiege. Die Erhöhungen in den Zeitfenstern 50ms und 100ms zeigen nach dem Training mit 1 Hz eine nicht signifikante Zunahme. Bei 15 Hz zeigen sich weder signifikante Veränderung, noch ein Trend zur Signifikanz. In Hinblick auf die Verbesserung der Kraftanstiege könnte das 1 Hz Training dem 15 Hz Training überlegen sein. Um diesbezüglich eine

## Vibration trainings in healthy senior sportsmen

Basic Applied Myology 19 (4): 181-186, 2009

| Isometrische Kraft der Mm. Quadriceps | Mittelwert [Nm/s] | SD [Nm/s] | SEM [Nm/s] | Diff. [Nm/s] | Diff. [%] | Pearson r | TTest p |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|---------|
| 50ms 1 Hz vor Training                | 312,1             | 263,6     | 117,9      | +77.52       | +25%      | 0,642     | n.s.    |
| 50ms 1 Hz nach Training               | 389,6             | 319,6     | 142,9      |              |           |           |         |
| 50ms 15Hz vor Training                | 283,0             | 221,3     | 99,0       | +136.12      | +48%      | 0,586     | n.s.    |
| 50ms 15Hz nach Training               | 419,2             | 248,2     | 111,0      |              |           |           |         |
| 100ms 1Hz vor Training                | 325,6             | 261,2     | 116,8      | +6.48        | +2%       | 0,730     | n.s.    |
| 100ms 1Hz nach Training               | 332,0             | 333,3     | 149,1      |              |           |           |         |
| 100ms 15Hz vor Training               | 343,4             | 220,9     | 98,8       | -25.72       | -7%       | 0,187     | n.s.    |
| 100ms 15Hz nach Training              | 317,6             | 176,4     | 78,9       |              |           |           |         |
| 200ms 1Hz vor Training                | 198,7             | 128,6     | 57,5       | +65.14       | +33%      | 0,924     | n.s.    |
| 200ms 1Hz nach Training               | 263,8             | 158       | 70,7       |              |           |           |         |
| 200ms 15Hz vor Training               | 264,8             | 163,4     | 73,1       | -0.71        | -0,2%     | 0,676     | n.s.    |
| 200ms 15Hz nach Training              | 264,1             | 153,5     | 68,6       |              |           |           |         |

Pearson r = 0,973  
t-Test p = 0,406

Pearson r = 0,858  
t-Test p = 0,782

Pearson r = 0,890  
t-Test p = 0,125

Tab. 2: Kraftanstiegsraten des M. Quadriceps vor und nach dem Training bei 1 Hz und 15 Hz in den drei Zeitfenstern 50ms, 100ms und 200ms (n=7).

Aussage treffen zu können, sind Studien mit größerer Fallzahl oder längerer Versuchsdauer erforderlich, nachdem die Anpassung im Alter längere Zeit in Anspruch nimmt, beziehungsweise die neuronale Adaptation geringer und langsamer stattfindet. Um zu untersuchen, ob sich aus dem Verhalten der beiden Beine "post Intervention" Schlussfolgerungen auf eine etwaige unterschiedliche Wirksamkeit des verwendeten Trainingsprotokolls ziehen lassen, wurde die Entwicklung der mittleren gepaarten Differenzen herangezogen. Alle Differenzen für die Mm. Quadriceps weisen in Richtung "Überlegenheit der 1-Hz-Behandlung" (sie bewegen sich auf der Zahlengeraden nach rechts). Obwohl sich keine signifikanten Differenzen belegen lassen, werten wir diese Erscheinung als Indiz für eine mögliche Überlegenheit der 1-Hz-Trainingsintervention. Eine statistisch signifikante Differenz zwischen den beiden verwendeten Vibrationsfrequenzen lässt sich nicht eindeutig nachweisen. Durch das Training mit 1 Hz scheinen die Mm. Quadriceps effizienter trainiert zu werden. Diese Annahmen sind allerdings erst durch weitere Versuche zu untermauern und sollten mit aller gebotenen Vorsicht interpretiert werden. Die vorliegende Studie zeigte deutliche Kraftgewinne in beiden Versuchsanordnungen und eine generelle Wirksamkeit beider Trainingsmethoden bei Senioren. Beim Vergleich der unterschiedlichen Vibrationsfrequenzen (1Hz vs. 15 Hz) zeigte hinsichtlich des Kraftzuwachses und Kraftanstieges für den M. Quadriceps kein signifikanter Unterschied. Weitere Studien mit größerer Fallzahl oder mit längerer Versuchsdauer sind notwendig, da die Anpassung im Alter längere Zeit in Anspruch nimmt, beziehungsweise die neuronale Adaptation geringer und langsamer stattfindet. Aus diesen Ergebnissen

haben wir abgeleitet, dass für Senioren ein mit 1 Hz schwingendes Vibrationstraining genauso effektiv ist, wie ein 15 Hz Vibrationstraining. Bei Gelenksprothesenträgern ist die Gefahr einer Prothesenlockerung bei höheren Frequenzen eher wahrscheinlich als bei 1-6 Hz. Daher könnte die therapeutische Anwendung eines 1 Hz Vibrationstrainings bei Gelenksprothesenträgern sinnvoller sein, als das in Mode gekommene Vibrationstraining mit höheren Frequenzen.

### Danksagung

Die Studie wurde mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur (bm:bwk) und dem Europäischen Fonds für Regionalentwicklung (EFRE, Interreg IIIa) durchgeführt.

### Kontaktadresse

Helmut Kern, Institut für Physikalische Medizin, Wilhelminenspital der Stadt Wien, A-1160, Montleartstraße 37, Austria.

E-mail: [helmut.kern@wienkav.at](mailto:helmut.kern@wienkav.at)

### References

- [1] Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH: Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. Med Sci Sports Exerc 2007, 39(10):1794-800
- [2] Bonnefoy M, Jauffret M, Jusot JF: Muscle power of lower extremities in relation to functional ability and nutritional status in very elderly people. J Nutr Health Aging 2007, 11(3):223-8
- [3] Bovenzi M: Criteria for case definitions for upper limb and lower back disorders caused by

## Vibration trainings in healthy senior sportsmen

Basic Applied Myology 19 (4): 181-186, 2009

- mechanical vibration. *Med Lav* 2007, 98(2):98-110
- [4] Bovenzi M: Health risks from occupational exposures to mechanical vibration. *Med Lav* 2006, 97(3):535-41
- [5] Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, Koepsell TD, de Lateur BJ: Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing* 1996, 25(5):386-91
- [6] Clauss G, Ebner : Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner. Bd. 1. Grundlagen. Harri Deutsch, Thun 1982
- [7] Delecluse C, Roelants M, Verschueren S: Strenght increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003, 35 (6): 1033-4
- [8] Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di Salvo V: The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006, 85(12):956-62
- [9] Goldspink G: The damage of aging: present and future therapies. Edmonton aging symposium March 30-31, 2007, p. 19
- [10] Griffin MJ, Bovenzi M: The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. *Int Arch Occup Environ Health* 2002, 75(1-2):1-5
- [11] Haas CT, Turbanski S, Kaiser I, Schmidtleicher D: Biomechanische und physiologische Effekte mechanischer Schwingungen beim Menschen. *DZfSM Jg.* 55 Nr. 2, 2004, 34 -43
- [12] Lamont HS, Cramer JT, Bemben DA, Shehab RL, Anderson MA, Bemben MG: Effects of 6 weeks of periodized squat training with or without whole-body vibration on short-term adaptations in jump performance within recreationally resistance trained men. *J Strength Cond Res* 2008, 22(6):1882-93
- [13] Müller E, Löberbauer E, Kruk M: Elektrostimulation und Whole Body Vibration: zwei erfolgreiche Krafttrainingsmethoden?. *Leistungssport* 2003, Bd. 4, 4-10
- [14] Pijnappels M, van der Burg P J. C. E.: Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *Eur J Appl Physiol* 2008, 102:585-592
- [15] Puthoff ML, Nielsen DH: Relationships among impairments in lower-extremity strength and power, functional limitations, and disability in older adults. *Phys Ther.* 2007, (10):1334-47
- [16] Randall JM, Matthews RT, Stiles MA: Resonant frequencies of standing humans. *Ergonomics.* 1997, 40(9):879-86
- [17] Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM: Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004, 52(6):901-8
- [18] Silva HR, Couto BP, Szmuchrowski LA: Effects of mechanical vibration applied in the opposite direction of muscle shortening on maximal isometric strength. *J Strength Cond Res.* 2008, 22(4):1031-6
- [19] Stevens JA, Corso PS, Finkelstein EA, Miller TR: The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev* 2006, 12(5):290-295
- [20] Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S: Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res.* 2004;19(3):352-9
- [21] Weber R: Muskelstimulation durch Vibration. *Leistungssport* 1997, Bd. 1, 53-56.