


Az emberi testet szinte állandóan rezgések érik élete során, még ha az a legtöbb esetben nem is észrevehető. Néhány évvel ezelőtt senki sem gondolta volna, hogy a vibráció hatása az egészség védelmére fordítható.

# A mechanikai ... és a mozgatórendszerre gyakorolt

 A vibráció a testeket érő külső erő(k) által kiváltott rezgés. A **▶szinusz hullámú vibráció** akkor jön létre, ha a külső erő hatása állandó erősségű és folyamatos. A hullámok sűrűsége az erőhatás gyakoriságától függ, amit vibrációs vagy rezgési frekvenciának nevezünk. A vibrációs amplitúdó (mozgáskiterjedés) az erőhatás nagyságának és útjának függvénye.

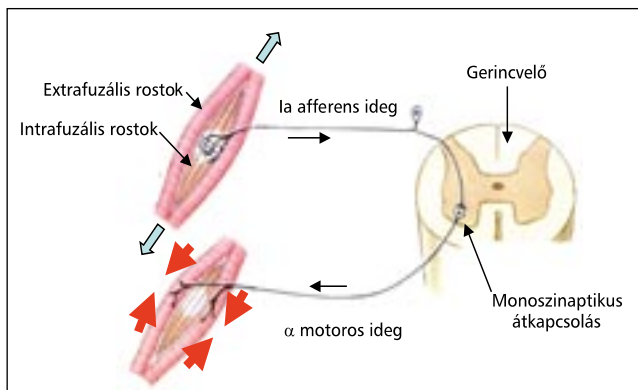
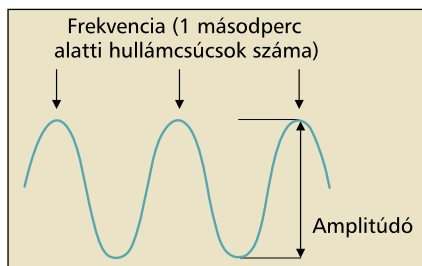
## A vibrációról – pro és kontra

Az ember élete során nap mint nap valamilyen nagyságú és intenzitású vibrációnak van kitéve. Ha ezek a hatások nem túl gyakoriak és nem tartanak hosszú ideig, akkor legfeljebb **▶akut** hatásuk lehet, amelyet az ember alkalmazkodóképességénél fogva jól tolerál.

Azokban a munkakörökben, amelyekben a vibráció a tevékenység velejárója, így naponta több óráig tart, valamint minden nap megismétlődik, jelentős és gyakran a normálistól eltérő változásokat okozhat a mozgatórendszer szöveteiben, de hatással van a keringési és az idegrendszerre is. Ilyen tevékenységek pl. a légalapáccsal történő munkavégzés vagy az autóbuszvezetés, de hasonló hatást válthat ki a fejet ért ütés is. Emiatt a kutatók kezdetben a vibráció káros hatását vizsgálták, és megállapították, hogy a vibráció negatív hatásai akkor kifejezettek, ha azok alacsony frekvenciájúak (4–5 Hz) és nagy amplitúdójúak (a hullámcsúcsok közötti távolság 2 centiméternél nagyobb) (1. ábra).

Azonban a rezgés frekvenciája növelhető és az amplitúdója is csökkenthető, és a hatása ekkor egészen más lesz az

**1. ÁBRA.** A vibráció jellemzői  
Amplitúdó: két hullámcsúcs távolsága. Frekvencia: az egy másodpercre jutó hullámcsúcsok száma.



**2. ÁBRA.** A nyújtásos (myotikus) reflex működése  
Az izomnyújtás hatására az intrafuzális rostok megnyúlnak és a la afferens (érző) ideg az információt az alfa motoros ideghez továbbítja, amely az extrafuzális izomrostokat ingerli. Ennek hatására az izomrostok összehúzódnak. A vibráció hatására ez a folyamat másodpercenként 20-100-szor ismétlődik meg, kiváltva a tónusos vibrációs reflexet.

emberi szervezetre nézve. Johnstone és mtsai (1970) kimutatták, hogy **A NAGY FREKVENCIÁJÚ ÉS KIS AMPLITÚDÓJÚ** vibráció egy jellegzetes reflexmechanizmust indít el, amely az izmok feszülésnövekedésében jelentkezik, és amelyet **TÓNUSOS VIBRÁCIÓS REFLEX**nek neveztek el.

## Hogyan jön létre a tónusos vibrációs reflex?

Ha izmot gyors nyújtásnak tesszük ki, akkor ez kiváltja a **▶myotikus reflexet**. Valószínűleg sokan tapasztalták már Önök közül, hogy ha egy izom inára ütést mérnek, akkor erre az izom összehúzózással válaszol, és az izomhoz tartozó ízületben mozgás jön létre.

Mi okozza ezt az izomválaszt? Az izmokban izomorsók találhatóak, amelyekben úgynevezett intrafuzális rostok helyezkednek el az izomrostokkal (extrafuzális rostok) párhuzamosan. Az izommal sorba kapcsolt ín megnyúlása az intrafuzális rostok megnyúlását eredményezi. Ennek következtében a rostokon elhelyezkedő idegvégződések ingerületi állapotba kerülnek és az érző (la afferens) idegroston keresztül informálják a központi idegrendszert. Minthogy az afferens idegrost a gerincvelőben

**▶monoszintaptikus kapcsolatban van a motoros (efferens) idegrosttal, a motoros idegre azonnal átterjed az ingerület, és kiváltja az izomrostok feszülésnövekedését, rövidülését (2. ábra).**

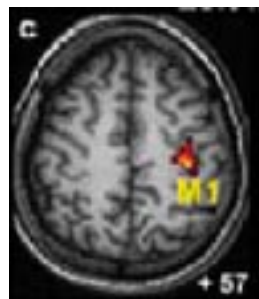
Az izmok vibrációja az izomnyújtáshoz hasonló hatást vált ki, bár ez esetben az izomrostok megnyúlása sokkal kisebb mértékű. Ugyanakkor a másodpercenkénti 20–100 igen rövid nyúj-

tás (20–100 Hz) hatásának összegződése fokozatosan megnöveli az izom feszülését, amelyet az izmok elektromos aktivitásának fokozódása jelez (3. ábra). A feltételezések szerint a vibráció hatására csökken a motoros egységek ingerküszöbe, és ez váltja ki a vibráció utáni nagyobb teljesítőképességet.

## A vibrációt a központi idegrendszer is érzékeli

Az izomorsó afferens idegrostja nem csak a gerincvelői motoros ideget ingerli, hanem azt az agyi mezőt is, amely a vibrált izmot beidegzi. **▶PET** vizsgálatokkal kimutatták, hogy ha egy izmot a hozzátartozó inon keresztül vibrálnak, akkor az izmot reprezentáló érző és mozgató mezők ingerületi állapotba kerülnek (Naito 2004) (4. ábra).

Amennyiben a vibrált izmokat beidegző motoros mezők ingerlékenysége a vib-



**3. ÁBRA.** A bal csukló feszítő izmának vibrációja aktiválja az izom agyi motoros központját  
Pozitron emissziós tomográf (PET) felvétel. Forrás: Naito E. Sensing Limb Movements in the Motor Cortex: How Humans Sense Limb Movement. *Neuroscientist* 10(1):73–82, 2004

# vibráció

## jótkony hatása

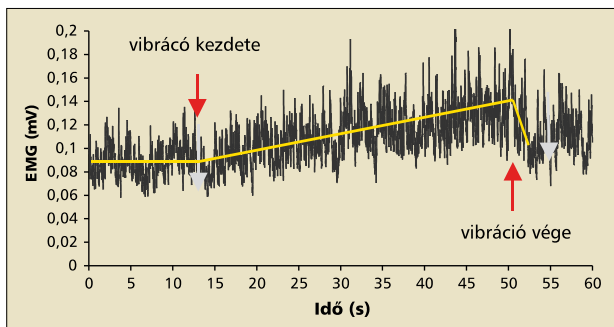
ráció hatására megnő, ezek a mezők akaratlagosan könnyebben aktiválhatóvá válnak, melynek következtében **A VIBRÁCIÓT KÖVETŐEN AZ IZMOK NAGYOBB ERŐT TUDNAK KIFEJTENI ÉS NAGYOBB FIZIKAI TELJESÍTMÉNYT KÉPESEK ELÉRNI.**

### A vibráció gyakorlati alkalmazása

A vibráció közvetlen hatásának vizsgálatakor kezdetben az izmokat az ínön keresztül stimulálták. Ez olyan hatást keltett, mint amikor az ínra mért ütessel váltják ki nyújtásos reflexet, vagyis a nagy szaporaságú rezgés hatására az izom feszülése megnövekedett. Az elmúlt tíz esztendőben elterjedt az úgynevezett **TELJES TEST VIBRÁCIÓ**, amely egyszerre több izomra fejt ki hatását, és pozitívan hat az egész test mozgására, illetve annak fizikai teljesítményére. A teljes test vibrációt egy úgynevezett **VIBRÁCIÓS PAD** segítségével végzik. Ha a személyek guggoló helyzetben vagy egyenes állásban lábujjhegyen állnak a padon, a test az alsó végtagon keresztül vibrálható – ekkor elsősorban a boka-, a térd- és csípőízület feszítő izmait éri a stimuláció. A test vibrálható a felső végtagon keresztül is, ha a kezek a vibrációs padon mellső fekvőtámaszban helyezkednek el. Ez esetben a könyököket kissé be kell hajlítani, hogy a vibráció kifejezetten az izmokat érje. **A TELJESÍTMÉNYFOKOZÁS ÉRDEKÉBEN VÉGZETT VIBRÁCIÓ** alkalmazásakor a rezgés **FREKVENCIAJA 20–40 HZ** között mozog,

**4. ÁBRA.** Az izom elektromos aktivitásának változása az idő függvényében

A vibrációnak kitett izom elektromos aktivitása (EMG, millivoltban) a vibráció alatt fokozatosan növekszik a tónusos vibrációs reflex hatására, amely az izom feszülésének fokozódását jelenti.



### ÖN KÉRDEZ

■ *Mennyire elterjedt hazánkban a vibrációs pad alkalmazása, illetve hol van lehetőség e berendezés kipróbálására?*

### A ROVATVEZETŐ VÁLASZOL

■ Magyarországon jelenleg még igen kevés helyen alkalmazzák a vibrációs padot izomerő-fejlesztés vagy rehabilitáció céljából. A Semmelweis Egyetem Testnevelési és Sporttudományi Karán (TF) és a Magyar Atlétikai Szövetségen kívül – tudomásom szerint – csupán egy teniszklubban és néhány kórházban (többek között a budapesti Sportkórházban) található meg e berendezés.

A TF birtokában levő gépet jelenleg kifejezetten oktatási és kutatási célokra használjuk, de terveink között szerepel, hogy az a későbbiekben szolgáltatásként is hozzáférhetővé váljon az érdeklődők számára.

az **AMPLITÚDÓ 2–10 MM** és **EGY SOROZAT 30–60 MÁSODPERCIG TART**, amelyet általában öt-tízszer ismételnek, egy perces szünetek beiktatásával.

### A teljesítménynövelő hatást több tanulmány is bizonyította

A vibráció közvetlen hatását vizsgáló tanulmányok arról számoltak be, hogy a karhajlító izmok erő kifejtése mind izometriás, mind dinamikus munkavégzés során a vibrációt követő 15 percen belül megnőtt (Issurin és Tenenbaum 1994, Bosco és mtsai 1999). Issurin és Tenenbaum mintegy **50 SZÁZALÉKOS ERŐNÖVEKEDÉST REGISZTRÁLT, AMIKOR A VIBRÁCIÓT SÚLLYAL VÉGZETT KARHAJLÍTÁSOKKAL KOMBINÁLTA.** Bosco és mtsai (1999) arról számoltak be, hogy a függőleges felugrás magassága jelentősen, 3–5 cm-rel növekedett a vibráció után. A vibráció követ-

keztében létrejövő teljesítményjavulást a kutatók többsége a gyors idegi adaptációnak tulajdonította.

Úgy tűnik azonban, hogy nem csak a neurális adaptáció okozza a teljesítményjavulást. Bosco és mtsai (2000) **A VIBRÁCIÓ UTÁN A TESZTOSZTERON ÉS NÖVEKEDÉSI HORMON JELENTŐS EMELKEDÉSÉT REGISZTRÁLTÁK.** Feltételezhetően a vérben keringő tesztoszteron

### DR. TIHANYI JÓZSEF

a Semmelweis Egyetem Testnevelési és Sporttudományi Kar Biomechanika tanszékének vezetője



hormon mennyiségi megnövekedése – az idegingerület izomra történő átvitelének felgyorsításával – is hozzájárul a gyorsabb izom-összehúzódáshoz.

Egy izom erő kifejtését jelentősen befolyásolhatja antagonistá izmainak feszülési állapota. Ha az antagonistá izmok is feszülést mutatnak (együttes kontrakció) – amely gyakran előfordul edzetlen embereknél – akkor ez rontja az ingerelt izom teljesítményét. Megfigyelték, hogy a vibráció, miközben növelte a térdfeszítő izmok feszülését, ugyanakkor ellazító hatással volt a térdhajlító (antagonista) izmokra. Ezzel egyidejűleg a csípőízületi flexibilitás jelentősen megnőtt.

A vibráció teljesítményfokozó hatását a kutatók nem minden esetben tudták kimutatni, mivel úgy tűnik, hogy a vibráció paramétereinek helyes megválasztása jelentősen befolyásolja a kiváltott hatást. **A TF BIOMECHANIKA TANSZÉKÉN FOLYTATOTT EGYIK VIZSGÁLATUNKBAN** a felső végtag izmait tettük ki vibrációnak, ugyanazt a terhelést alkalmazva edzett és edzetlen személyek csoportjain. Azt találtuk, hogy az edzetlenek teljesítménye visszaesett, és tesztoszteron-szintjük is csökkent. Ezzel szemben az **EDZETTEK JAVULTAK A FIZIKAI TESZTEKBEIN, ÉS TESZTOSZTERON-SZINTJÜK IS EMELKEDETT.** Feltehetően az edzetlenek számára magas volt az alkalmazott vibrációs frekvencia, és a tíz sorozat az izomzat elfáradásához vezetett, amely a teljesítmény visszaesésében jelentkezett.

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a vibráció hosszú távú hatása szempontjából előnytelen lett volna az alkalmazott terhelés. Ha a cél az, hogy a vibráció azonnal fokozza a teljesítményt, akkor olyan vibrációs frekvenciát és időtartamot kell választani, amely nem okoz fáradtságot. Ha viszont a vibráció célja az, hogy az izomzat alkalmazkodása (erő növekedése) ne csak idegi, de izomszöveti úton is bekövetkezzen, akkor nem tekinthető negatív hatásnak, ha a vibrációs edzés után a teljesítmény visszaesik, hiszen éppen ez indítja el az adaptációt, ami tartósabb, de ugyanakkor több hónapos folyamat.

### Létezik-e optimális vibrációs frekvencia?

Miután a kutatók többféle frekvenciával ingerelték az izmokat, és azt tapasztalták, hogy az eredmények különböznek egy-

» mástól, feltételeztek egy optimális frekvenciatartományt, amely közvetlenül a vibráció után a teljesítmény növekedését eredményezi. A vibráció alatt regisztrálták az izom elektromos aktivitását, és azt tapasztalták, hogy a vibrációs frekvencia fokozatos növelésével az izom elektromos aktivitása kezdetben növekszik, majd csökkenni kezd (Cardinale és Bosco 2003, Cardinale és Lim 2003). Az izmok elektromos aktivitása 20 és 30 Hz frekvenciatartományban érte el a maximumot. Magasabb frekvenciák esetén az izmok elektromos aktivitása rohamosan csökkent, valószínűleg a védekező mechanizmusok keltette gátlás miatt. Ebből kiindulva a kutatók úgy gondolják, hogy az optimális vibrációs frekvencia 25–27 Hz körül van. Folyamatban lévő vizsgálataink (TF, Biomechanika Tanszék) azonban azt mutatják, hogy **AZ OPTIMÁLIS FREKVENCIA SZEMÉLYFÜGGŐ**. Vannak, akiknek izmai 20 Hz-nél, mások 50 Hz-nél a legaktívabbak az elektromos jeleket illetően.

### A vibráció hosszú távú hatása

Az utóbbi időben egyre többen kutatták a vibráció több héten keresztül tartó alkalmazásának az izom mechanikai viselkedésére, az erő fejlődésére gyakorolt hatását. A kutatók többsége azt találta, hogy tíz napos (Bosco és mtsai 1998), 12 hetes (Delecluse és mtsai 2003) és 16 hetes (Torvinen és mtsai 2002) vibráció jelentősen növelte az alsóvégtagi izmok erő kifejtését és a függőleges felugrás nagyságát. DeRuiter és mtsai (2003) azonban azt közölték, hogy kétéhetes vibráció nem növelte a térdfeszítők maximális izometriás erejét és az erő kifejtés gyorsaságát. Ezek a néha ellentmondó eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a kutatóknak még sok vizsgálatot kell elvégezniük ahhoz,

hogy megértsék a vibráció **▶neuromuskuláris** rendszerre kifejtett pontos hatását.

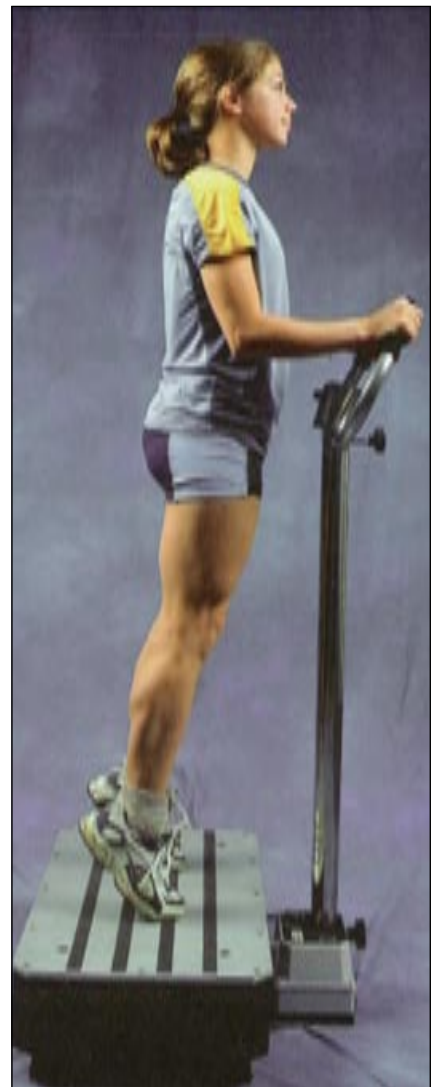
### Új lehetőség a csonttritkulás kezelésére

Ha a vibráció nem közvetlenül az inakon és az izmokon, hanem a csontrendszeren keresztül éri a testet, akkor a rezgések a csontokon is jelentkeznek, amely jótékony hatású lehet a csontok egészséges állapotának fenntartásában, illetve a csonttritkulás megelőzésében vagy kezelésében. Rubin és mtsai (2001) juhokat tettek ki a vibrációnak egy éven keresztül naponta 20 percig, és azt találták, hogy combcsontjuk sűrűsége 34,1 százalékkal megnőtt.

Versshueren és mtsai (2004) arról számoltak be, hogy menopauza utáni nőknél, hat hónapon keresztül heti három alkalommal végzett **VIBRÁCIÓS EDZÉS UTÁN A CSÍPŐ CSONTSÚRÚSÁGA JELENTŐSEN MEGNÖVEKEDT** a kontroll személyekéhez viszonyítva.

### A vibráció, mint rehabilitációs módszer

A vibrációnak, mint láthattuk, mind akut, mind **▶krónikus** fizikai teljesítményfokozó hatása van. Természetesen **NEM HELYETTESÍTI AZ ERŐEDZÉSEKET, DE MEGFELELŐ KIGÉSZÍTŐJE LEHET AZOKNAK**, ha kettőt együttesen alkalmazzák. A vibráció egyik jelentős **ELŐNYE, HOGY NEM IDÉZ ELŐ NAGY ▶IMPAKT ERŐKET A TESTEN**, és nem szükséges az ízületekben akaratlagos mozgásokat végezni. Éppen



ezért alkalmas az izmok karbantartására vagy erőnövelésre azokban az esetekben, amikor a mozgás gátolt, mert valamilyen betegség, sérülés nem teszi lehetővé a tradicionális erőfejlesztést.

Sérülés vagy operáció után az izmok legyengült állapotban vannak, és a felépülés egyik fontos eleme a mozgatórendszer működésének helyreállítása. **IDŐS EMBEREK ESETÉN**, akiknek az ízületi porcai elhasználódtak, emiatt nagy impakt erőket nem alkalmazhatók a csonttritkulás megakadályozására.

#### KISLEXIKON

**Színus hullámú vibráció:** Csillapítatlan rezgés.

**Akut:** Rövid távú, rövid ideig tartó.

**Myotatikus reflex:** Nyújtási reflex.

**Monoszínaptikus kapcsolat:** A gerincvelői fel- és leszálló pályák idegrostjai közötti közvetlen összeköttetés.

**PET:** Pozitron emissziós tomográf.

**Neuromuskuláris:** Ideg-izom közti (kapcsolat, összeköttetés).

**Krónikus:** Hosszú időtartamú, elhúzódó.

**Impakt:** Ütközés(i), ütődés(i).



Vibrációs pad és a vibrációnak kitett személy lehetséges elhelyezkedése a padon

lyozására, vagy **MAGAS VÉRNYOMÁS BETEGSÉGBEN SZENVEDŐKNÉL**, akiknek a nagy súlyokkal történő erőfejlesztés nem javasolt, **A TELJES TEST VIBRÁCIÓ JÓ MEGOLDÁSNAK LÁTSZIK A MOZGATÓRENDSZER KARBANTARTÁSÁRA**. A vibráció a rehabilitációban nem új keletű, hiszen Greenville már 1881-ben használta a vibrációt a fájdalom csökkentésére, csak elfeledkeztek róla. A vibráció jótékony hatását az utókor ismét felfedezte, és saját előnyére fordíthatja.

**DR. TIHANYI JÓZSEF ÉS MUNKATÁRSAI A KÖZELMÚLTBAN TÖBB CIKKET IS KÖZÖLTÉK A VIBRÁCIÓ SPORTBAN TÖRTÉNŐ ALKALMAZÁSÁRÓL, MELYEK CÍME ÉS FORRÁSA A „HIVATKOZÁSOK” ROVATBAN TALÁLHATÓ.**

Hivatkozások:

Bosco C, Cardinale M, Colli R, Tihanyi J, von Duvillard SP, Viru A (1998) The influence of whole body vibration on jumping ability. *Biol Sport* 15: 157-164  
 Bosco C, Colli R, Intorini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, Tihanyi J, von Duvillard SP, Viru A. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 19: 183-187, 1999  
 Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, Viru M, De Lorenzo A, Viru A. Hormonal responses to whole body vibrations in man. *Eur J Appl Physiol* 81: 449-454, 2000  
 Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc and Sport Review* 31: 3-7, 2003  
 Cardinale M, Lim J. Electromyographic activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations

of different frequencies. *J Strength Cond Res* 17: 621-624, 2003

de Ruiter CJ, Van Rask SM, Schilperoort JV, Hollander AP, de Haan A (2003) The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol* 90: 595-600

Delecluse C, Roelants M, Verschueren S (2003) Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1033-41

Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J of Sport Science* 12: 561-566, 1994

Johnston RM, Bishop B, Coffey GH. Mechanical vibration of skeletal muscles. *Physical Therapy* 50: 499-505, 1970

Naito E. Sensing Limb Movements in the Motor Cortex: How Humans Sense Limb Movement. *Neuroscientist* 10(1):73-82, 2004

Rácz L, Tihanyi J. A vibráció alkalmazása az edzés-gyakorlatban. *Magyar Edző*, 1-4: 18-23, 2001

Rubin R, Turner AS, Steven Bain S, Mallinckrodt C, McLeod K. Anabolism: Low mechanical signals strengthen long bones. *Nature* 412, 603-604, 2001

Tihanyi J, Rácz L, Horváth M. Az egész test vibráció a sportolók felkészítésében. *Magyar Edző*, 1-4: 14-17, 2001

Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, Jarvinen Tero AH, Pasanen M, Kontulainen S, Jarvinen Teppo LN, Jarvinen Markku, Oja P, Vuori Ilkka (2002) Effect of four month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1523-1528

Verschueren SMP, 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* 19: 352-359, 2004



# KETTLER

## Delta XL - naggyá tesz

nagy teherbírású modell, fekvenyomás akár 150kg-os terheléssel

a Kettler márkától megszokott kiváló minőség

drótsodronyos kivitel a hosszabb élettartam érdekében

negatív állásba állítható fekvenyomópád

helytakarékos összecsukható kivitel

kiváló ergonomiai kialakítás, a támla állításakor a rúd alá becsúszó paddal

bővíthető berendezés

bicepszpaddal - kiváló edzőpartner az erőfejlesztéshez alig 4m<sup>2</sup>-en



A súlyok és a rudak nem tartozékok.

**FITNESS TRADE**

Fitness Trade 1183 Budapest, Gyömrői út 85-91. Telefon: (06-1) 297-1510, Fax: (06-1) 297-1515  
 info@fitness-trade.hu www.fitness-trade.hu