A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

VIBRAŢIILE MECANICE CA O MODALITATE DE TRATAMENT

Sergiu Dan VESCAN, Raul Ştefan FODOR, Mariana ARGHIR

VIBRATION AS A TREATMENT MODALITY

Whilst exposure to vibration is traditionally regarded as perilous, recent research has focused on potential benefits. Acute physiological responses to isolated tendon and muscle vibration and to whole body vibration exercise are reviewed, as well as the training effects upon the musculature, bone mineral density and posture. Possible applications in sports and medicine are discussed. Vibration training also seems to improve balance in sub-populations prone to fall, such as frail elderly people.

Cuvinte cheie: musculare vibraţii, modalitatea de tratament
Keywords: muscle vibration, treatment modality

1. Introducere

Mai recent vibraţiile mecanice au devenit foarte populare şi uzuale în unele dintre antrenamentele sportive şi în tratarea diferitelor afecţiuni. Oricum, numai câţiva autori au efectuat studii în ce priveşte acţiunea benefică a vibraţiilor în trecut. Printre aceştia primii au fost Sanders (1936) şi Whedon (1946) care au folosit un pat oscilant menit să contracareze decondiţionarea cardiovasculară şi musculoscheletală. Nazarov şi Spivak (1946) au fost primii care au aplicat vibraţiile ca o modalitate de antrenament pentru sportivi. Cu o oarecare întârziere, aceasta a dus la o creştere a interesului ştiinţific în ceea ce priveşte aplicarea vibraţiilor mecanice în scop curativ şi de tonifiere a

musculaturii [Bosco şi colab. 1998, 1999, 2000; Issurin şi Tenenbaum 1999; Kerschan-Schindl şi colab., 2001; Rittweger şi colab., 2000, 2002] care, implicit a dat startul marilor companii în fabricarea şi comercializarea diferitelor dispozitive generatoare de vibraţii. Oricum exerciţiile cu vibraţii sunt azi folosite pentru o gamă largă de exerciţii şi terapii.

Două lucruri trebuie oricum menţionate şi anume transmiterea şi procesarea vibraţiei la nivelul SNC (Sistem Nervos Central), prea complexă pentru a putea fi tratată pe larg aici şi potenţialele efecte asupra adipogenezei pentru care încă nu există suficiente studii.

Când stau pe o platformă care vibrează, majoritatea oamenilor percep o senzaţie de 'lovire' asemănătoare cu cea dată de coborârea unui deal pe schiuri. Această senzaţie este în mare parte datorată unei iluzii de mişcare (răspuns neurofiziologic) în parte efortul nefiind legat de rata metabolică. Vibraţiile aplicate asupra unui tendon în timpul unei contracţii izometrice, duc la o supraestimare cu 30 % a forţei generate (Cafarelli şi Kostka 1981) şi pe de altă parte cu 25 % mai mică decât forţa destinată. Discrepanţa dintre nivelul forţei actuale şi a celei destinate scade în timpul unei contracţii prelungite [Cafarelli and Layton-Wood 1986].

Întreg corpul este supus la vibraţii mecanice aplicate prin intermediul unei platforme vibratoare în care corpul este supus diferitelor poziţii statice sau după caz de exerciţii dinamice. Intensitatea definită de parametrii: frecvenţă, amplitudine (vibraţii de joasă intensitate faţă de vibraţii de mare intensitate) şi direcţia lor de propagare sunt esenţiale pentru obţinerea efectelor scontate.

Printre tipurile de platforme existente, se diferenţiază două tipuri de transmitere a vibraţiilor, o dată simultan sau alternativ când un picior este mai sus decât celălalt. A fost demonstrat că, vibraţiile alternative ar putea provoca mişcări de rotaţie în jurul articulaţiei şoldului şi a articulaţiilor lombo-sacrate [Rittweger şi echipa 2001].

2. Principiile fizice

Vibraţia este în principiu o oscilaţie mecanică, o alternare periodică de forțe, acceleraţii şi deplasare în timp. Exerciţiu cu vibraţii este, în sens fizic, o forţă oscilantă unde energia este transferată de la un emiţător (placa vibrantă) la un receptor (corpul omenesc sau părţi din el). Aceste oscilaţii au adesea forme sinusoidale caracterizate de amplitudinea A, frecvenţa f şi faza φ. În timpul exerciţiilor cu vibraţii

corpul omenesc este accelerat, ceea ce dă naştere unei forte reactive în corp şi înafara lui.

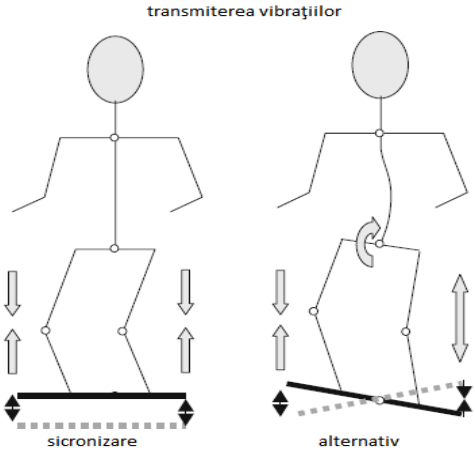

Fig. 1 Cele două moduri principale de transmitere a vibraţiilor în antrenamentul cu vibraţii

Ce se întâmplă cu corpul omenesc supus acţiunii vibraţiilor? În primă fază acesta este considerat un corp rigid de masă m. Când corpul stă pe placă acesta va urma traiectoria sinusoidală impusă de aceasta. Pe o placă care vibrează nu există un ataşament ferm al corpului acesta fiind 'tras' în jos de gravitaţie. Oricum, corpul omenesc nu este rigid, muşchii şi tendoanele comportându-se ca nişte elemente care stochează şi eliberează energie cinetică.

În final luând în considerare structura anatomică trebuie luat în considerare modul de transmitere a vibraţiilor pe o placă vibrantă. Acestea se vor transmite de la un segment la celălalt, de la picior la călcâi, de la călcâi la coapsă şi aşa mai departe. Intensitatea cu care sunt transmise vibrațiile va depinde în mare parte de rigiditatea şi amortizarea musculo-scheletală.

3. Vibraţiile ca o metodă de exerciţii

Un studiu recent [2] a arătat şi a confirmat îmbunătăţirea şi scurtarea timpului de latenţă la solicitarea ligamentului anterior încrucişat. Asta ar putea duce la o îmbunătăţire a eficacităţii căilor monosinaptice rezultând îmbunătățirea stabilităţii genunchiului.

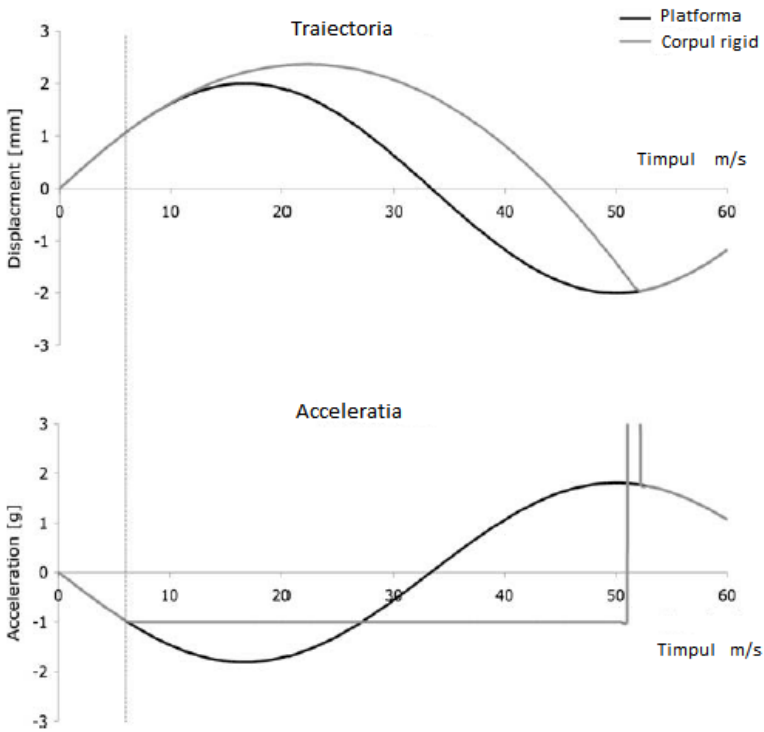

Fig. 2 Demonstraţie a comportamentului unui corp rigid aşezat pe o platformă vibratoare. Diagrama de sus arată deplasarea platformei şi a corpului rigid. În exemplul de faţă unde frecvenţa f = 15 Hz, A = 2 mm, corpul rigid va fi ridicat de pe platformă chiar înainte ca aceasta să se afle în cea mai înaltă poziţie după care corpul rigid aterizează pe aceasta când se află în cel mai jos punct. Aceasta cauzează un impact distinct demonstrat de acceleraţia descrisă mai jos. Este evident cum corpul omenesc are proprietăţi elastice şi de amortizare

Prin contrast însă, unele studii făcute asupra stabilităţii gleznei prin antrenamente cu vibraţii nu au demonstrat nici o legătură între antrenamentul cu vibraţii şi stabilitatea gleznei. Asta înseamnă că este nevoie de mai multe studii şi cercetări pentru a evalua corect efectele vibraţiilor asupra corpului uman. Întinderile musculare statice sau dinamice sunt metodele standard pentru a îmbunătăţi flexibilitatea

muşchilor. Strechingul mecanic poate reduce rigiditatea tendoanelor (Kubo şi echipa 2001) şi alte posibile structuri scheletale pasive care împreună definesc intervalul de mişcare al unei articulaţii date (Magnusson şi echipa 1997). Cu condiţia ca exerciţiile cu vibraţii să implice un streching mecanic este o bună justificare pentru ideea de a creşte flexibilitatea prin exerciţii cu vibraţii.

3.1 Îmbunătăţirea fragilităţii musculare şi osoase

Fragilitatea musculară este o consecinţă a îmbătrânirii şi antrenamentul se pare că ar fi cel mai indicat să prevină măcar parţial efectele debilitante ale senescenţei. Un număr mare de studii au demonstrat că antrenamentul cu vibraţii este dacă nu mai bun, atunci cel puţin egal ca şi eficacitate cu un antrenament convențional de rezistenţă, pentru a îmbunătăţi forţa musculară la vârstnici [Roelants şi colaboratorii, 2004; Russo şi colaboratorii, 2003].

3.2 Reabilitarea pediatrică

Studii recente au găsit îmbunătăţiri ale posturii trunchiului superior prin stimularea cu vibraţii la copiii cu paralizie cerebrală (Redon-Zouiteni şi colaboratorii, citat după Wierzbicka şi colaboratori 1998).

Mai recent, Schonau (2008) a aplicat exerciţii cu vibraţii ale întregului corp pe o masă înclinată cu o abordare terapeutică integrală la copiii cu paralizie care nu-şi puteau susţine greutatea corpului ca urmare a diferitelor boli: spina bifida sau paralizie cerebrală. În urma tratamentelor pacienţii şi-au îmbunătăţit abilităţile funcţionale ceea ce a dus la o oarecare câştigare a independenţei în majoritatea cazurilor [Semler, 2008].

Aceste rezultate sunt încurajatoare, în particular, pentru că şi câteva mici îmbunătăţiri pot fi de o mare importanță în aceste afecţiuni pediatrice.

3.3 Vibraţiile ca o măsură de evitare a pierderii masei musculare şi osoase în timpul misiunilor prelungite în spaţiu la cosmonauţi

Pe parcursul unui zbor spațial de lungă durată (4 -14 luni), se poate observa o scădere medie a densității minerale osoase de până la 1 %/lună.

Institutul Spaţial Sovietic, Agenţia Spaţială Europeană şi NASA au experimentat diferite tipuri de formare profesională la vibraţii în scopul de a obţine beneficii maxime în stimularea neuromusculară ale vibraţiilor mecanice. Datorită imponderabilităţii în spaţiu astronauţii pierd repede (1 % pe lună) masă osoasă şi musculară ceea ce îi forţează să se întoarcă pe Terra din misiuni prelungite în spaţiul cosmic. Pentru reabilitare rapidă oamenii de ştiinţă sovietici au experimentat stimularea biomecanică sub acţiunea vibraţiilor mecanice.

3.4 Diabetul de tip 2 (non insulinodepedent)

Antrenamentul cu vibraţii a întregului corp (WBV) duce la o scădere a nivelului glucozei intraplasmatice sugerând o redirecţionare a acesteia către muşchi (Di Loreto et al., 2004). În concordanţă cu asta, anumite studii au demonstrat îmbunătăţirea toleranţei la glucoză în diabetul zaharat de tip II ca rezultat al unei sesiuni de 9 săptămâni de antrenamente cu vibraţii (Baum şi echipa, 2007) un efect care cu siguranţă trebuie luat în considerare în următoarele studii.

4. Legislaţie privind siguranţa expunerii corpului la vibraţii

În prezent, cel mai utilizat standard pentru evaluarea expunerii corpului uman la vibraţia întregului corp şi şocuri este Standardul International ISO 2631 dezvoltat de Organizaţia Internaţională de Standardizare (ISO) care a definit prin standardul ISO 2631-1:1997 efectele diferitelor nivele de vibraţii precum şi limitele de expunere a corpului uman la vibraţii mecanice. Standardul stabileşte limitele numerice pentru expunerea la vibraţii transmise de la o suprafaţă solidă la corpul uman în domeniul de frecvenţă de la:

- 0,5 Hz până la 80 Hz pentru sănătate confort şi perceperea vibraţiei;
- de la 0,1 Hz până la 0,5 Hz pentru răul de mişcare.

Domeniul de frecvenţă de la 0,5 Hz până la 80 Hz produce vibraţii în toate cele şase axe pe suprafaţa scaunului pe care este aşezat operatorul uman în timpul efectuării lucrului care solicită poziția şezândă (trei de translaţie: x, y, z şi trei de rotaţie: rx, ry, rz). De asemenea se aplică pentru cele trei axe de translaţie (x, y şi z) pe spătar şi pentru picioarele persoanelor aflate în poziţia aşezat. Pe de altă parte studiile ştiinţifice au arătat că expunerea la vibraţii ale întregului corp mai mult decât limitele permise de ISO 2631 au

ameliorat durerile cronice de spate la pacienţii suferinzi de aceasta [Rittweger şi echipa, 2002] – în ciuda faptului că vibraţiile au fost privite mai degrabă ca o cauză decât un remediu al durerilor de spate.

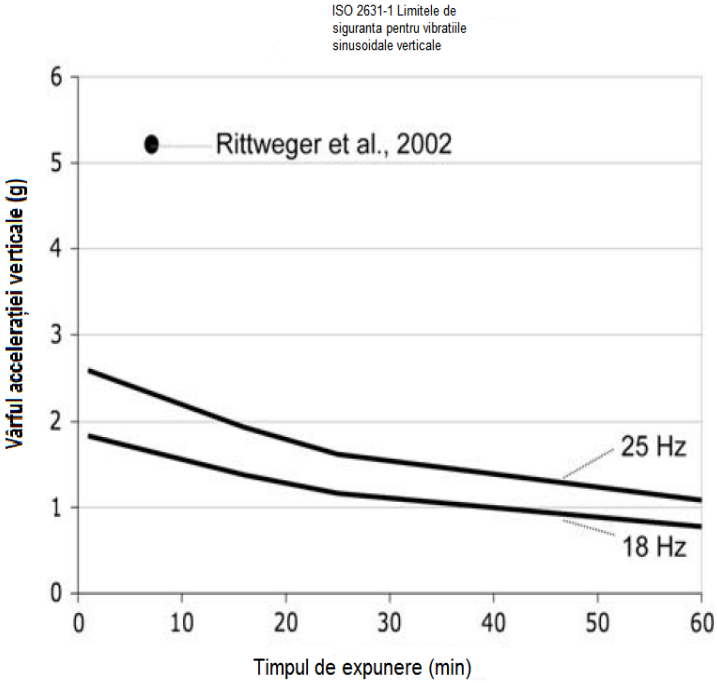

Fig. 3 Limitele de siguranţă pentru expunerea la vibraţiile sinusoidale verticale la 18 Hz şi 25 Hz aşa cum au fost date de standardul ISO 2631. Limita de siguranţă de 18 Hz conform standardului ISO 2631-1 într-un studiu de (Rittweger şi echipa, 2002) prin expunerea corpului la vibraţii (f = 18 Hz, A = 6 mm, alternativ) timp de 7 min pe zi, la bolnavii cu dureri cronice de spate. Pacienţii au raportat atenuarea semnificativă a durerii în timpul antrenamentelor în ciuda faptului că expunerea la vibraţii a depăşit limita dată de standard cu până la 3 ori

5. Concluzii

■ Dacă expunerea la vibraţii a fost privită iniţial ca periculoasă, în prezent lucrurile stau altfel, acum fiind văzută ca un potenţial beneficiu – cel puţin în tratarea unor afecţiuni, sport şi reabilitare.

■ Este o metodă inovativă şi noninvazivă cu o arie largă de aplicabilitate în tratamentele diferitelor boli.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, Al., Boonen, S., *Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial*. Gait Posture, 26, 2007, pag.309–316.
[2] Cardinale, M., Ferrari, M., Quaresima, V., *Gastrocnemius medialis and vastus lateralis oxygenation during whole-body vibration exercise.* Med Sci Sports Exerc 39, 2007, pag. 694–700.
[3] Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., Tsarpela, O., Annino, G., Bosco, C., Santeusanio, F., Bolli, G.B., De Feo, P., *Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men*. J Endocrinol Invest 27, 2004, pag. 323–327.
[4] * * * ISO (1997) 2361-1. In: Organization IS (ed.) *Mechanical vibration and shock—evaluation of human exposure to whole body vibration*. Geneva, Switzerland.
[5] Schonau, E., Schwahn, B., Rauch, F., *The muscle-bone relationship: methods and management—perspectives in glycogen storage disease*. Eur J Pediatr 161 (Suppl 1), 2002, S50.

Drd. kinetoterapeut Sergiu VESCAN
Drd.Ing. Raul FODOR
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
e-mail: sergiu_ro_2000@yahoo.com

Prof. univ. Dr.Ing. Mariana ARGHIR
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
e-mail: marianaarghir@yahoo.com

membri AGIR