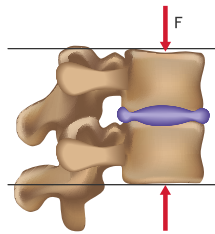




## Die im Vibrationstraining erzeugte, „schnelle“ Bewegung ist Medizin für:

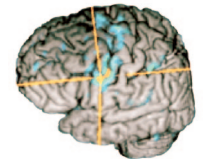
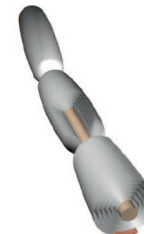
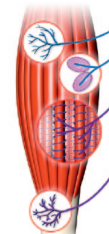
### Stützsysteem



### Muskelsystem



### Nervensystem



Probleme mangels **schneller** Bewegung

Chronische Verformung & Degeneration von Knorpel, Bandscheiben & Knochen

Abbau und Funktionsverlust (Elastizität & Stiffness) von Knochen – Sehnen/Fasziien – Sarkomere

Schwund der **schnell** zuckenden Muskelfasern und somit grossen Motorischen Einheiten

Abnahme der Dichte **schnell** adaptierender, resp. differenzial empfindlicher Rezeptoren

Abbau der Ummantelung der **schnell** leitenden Fasern (Demyelinisierung)

Verlust von Synapsen und Neurotransmitter

Wissenschaftsbasierte Antwort für Struktur- & Funktionsaufbau: kurze, **schnelle** und repetitive Impulse

**Ziel 1**  
über wiederholt, kurz springende Belastungen die Federeigenschaften des Bindegewebes ausnützen & verbessern!



**Ziel 2**  
über hüpfende Belastungen im **schnellen** Dehn-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) den Muskel-Sehnen-Apparat fordern & fördern!



**Ziel 3**  
über hohe Bewegungsintensität spezifisch **schnelle** Muskelfasern rekrutieren, frequenzieren & aufbauen!



**Ziel 4**  
über wiederholt manipulative Impulse die **schnell** adaptierenden Rezeptoren ansprechen und Schmerzen lindern!



**Ziel 5**  
über reaktives Training dichte Aktionspotenzialsequenzen in den **schnell** leitenden Nervenfasern erzeugen, diese erhalten und Bewegungswahrnehmung verbessern!

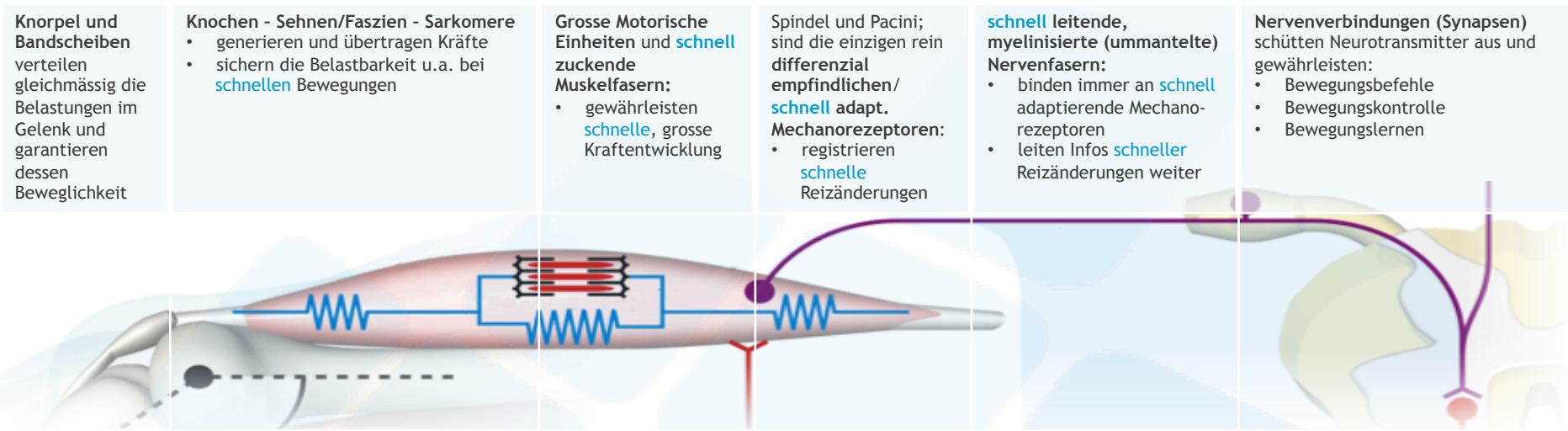


**Ziel 6**  
über wiederholt kurze, **schnelle** und funktionelle Bewegungsimpulse Nervenverbindungen verstärken, Bewegungen perfektionieren & Tremor/ Zittern reduzieren!



Praxiskonsequenz in Therapie und Training:  
Vibrationstraining kombiniert alle 6 Zielstellung in einer einzigen Anwendung.  
Daraus erfolgt eine zwingende Effekt- und Effizienzsteigerung.





|  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|---|--|--|
| <p><b>Problemstellung</b></p> <p>Degeneration u.a. aufgrund Bewegungsmangel/<br/>Fehlbelastung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arthrose</li> <li>• Rheuma</li> <li>• Bandscheibenvorfälle</li> </ul> | <p>Degenerative Prozesse aufgrund von Fehlbelastungen und mangels <b>schneller</b> Bewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muskelfaser-, Bänderrisse</li> <li>• Sehnenscheidenentzündungen</li> <li>• Knochenhautentzündungen</li> <li>• Osteoporose</li> </ul> | <p>Muskelschwund der <b>schnell</b> zuck. Fasern mangels <b>schneller</b> Bewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlust der Reaktiv-, Max.- &amp; <b>Schnellkraft</b>-fähigkeit</li> <li>• Sturzgefahr</li> </ul> | <p>Abnahme der Dichte <b>schnell</b> adaptierender Rezeptoren mangels <b>schneller</b> Bewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrnehmungsstörungen</li> <li>• Bewegungsunsicherheit</li> </ul> | <p>Abbau der Ummantelung der <b>schnell</b> leitenden Fasern (Demyelinisierung) u.a. mangels <b>schneller</b> Bewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expressionsfaktor für Multiple Sklerose</li> <li>• Polyneuropathie</li> </ul> | <p>Verlust von Synapsen/ Neurotransmitter u.a. mangels <b>schneller</b> Bewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demenz</li> <li>• Tremor (Parkinson)</li> <li>• Schmerz</li> <li>• Psychiatrische Erkrankungen</li> </ul> |
|--|--|--|---|--|--|

|   |  |   |  |   |   |
|---|--|---|--|---|---|
| <p><b>Ziel:</b> Feder-eigenschaften des Bindegewebes ausnutzen: Über hohe zelluläre <b>Verformungsgeschwindigkeit</b> ! Bei kurzen Kraftstößen (Impulse weit unter 1s) ist das Gewebe härter &amp; belastbarer und reagiert anabol.</p> | <p><b>Ziel:</b> Arbeiten des Muskel-Sehnen-Apparates im <b>schnellen</b> Dehn-Verkürzungs-Zyklus (DVZ): Über <b>plyometrische Belastungsformen</b> (repetitive Impulse unter 200ms Dauer wie im Sprint, Springen, Hüpfen: direkte Kopplung von exzentrischer und konzentrischer Phase)! Die Plyometrie garantiert hohe Zugbelastungen auf Knochen (Osteoporoseprävention) und Sehnen/Faszien (funktionelle Kollagenfaserausrichtung). Im DVZ werden über das elastische Verhalten der Sehnen/Faszien höhere Leistungen erzeugt, verglichen mit der rein konzentrischen Arbeitsweise.</p> | <p><b>Ziel:</b> Spezifische Rekrutierung/ Frequenzierung von <b>schnell</b>-zuckenden Muskelfasern: Über hohe <b>Gelenkwinkelgeschwindigkeit</b> (bis 300°/s im Sprint bei Impuls unter 70ms)! Daraus folgen hohe Dehnungsgeschwindigkeiten des Muskel-Sehnen-Apparates und max. Muskelaktivitäten.</p> | <p><b>Ziel:</b> Ansprechen der <b>schnell</b> adaptierenden Rezeptoren: Über kurze <b>Bewegungs-impulse!</b> Daraus folgen höhere Rezeptoraktivitäten (Manipulationen von 25ms bis zu 20ig fach höhere Rezeptoraktivität; von ca. 10-20 Hz in Ruhe auf ca. 200-400 Hz). Dies provoziert in den Synapsen eine Signalunterdrückung von Nozizeptoren über räum Summation.</p> | <p><b>Ziel:</b> Dichte Aktionspotenzialsequenz in den schnell leitenden, myelinisierten Nervenfasern erzeugen: Über hohe <b>Rezeptoraktivität!</b> Nur bei repetitiven kurzen Impulsen wird die Aktivität <b>schnell</b> adaptierenden Rezeptoren und schnellen Nervenfasern über längere Zeit aufrechterhalten. Dies führt zu einer sehr stark erhöhten Nervenfaserbeanspruchung und afferenten Informationsfluss.</p> | <p><b>Ziel:</b> Nervenverbindungen stärken und Informationsaustausch verbessern: Über dichte <b>Aktionspotenzial-Sequenzen!</b> Nervenimpulse von 100 Hz, über 10-60 Sekunden appliziert, führen innerhalb von wenigen Minuten zu einer Vergrößerung des Synapsendurchmessers und innerhalb von ca. 60 Minuten zu einer Verdoppelung der Synapse. Bei zu kleinen Impulssequenzen (1 Hz und drunter) baut sich die Nervenverbindung innerhalb von Minuten wieder ab.</p> |
|---|--|---|--|---|---|

|   |  |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
| <p><b>Amplitude</b><br/>4 mm &amp; mehr</p> | <p><b>Amplitude</b><br/>4 mm &amp; mehr (peak-to-peak)</p> | <p><b>Ampl. &amp; Frequenz</b><br/>4 mm &amp; +; 30 - 60 Hz</p> | <p><b>Frequenz</b><br/>bis 20 Hz &amp; mehr</p> | <p><b>Frequenz</b><br/>60 Hz &amp; mehr</p> | <p><b>Frequenz</b><br/>bis 60 Hz &amp; mehr</p> |
|---|--|---|---|---|---|

Konsequenzen im Vibrationstraining - Die Bewegungsgeschwindigkeit und somit die Belastungs-Intensität wird zum Grossteil über die Plattenbeschleunigung bestimmt, die wiederum abhängig von der wählbaren Frequenz (f) und Amplitude (A) ist. Hier wird erklärt, ob die Beschleunigung akzentuiert über f oder A generiert werden soll.



## Literatur:

### Knorpel & Bandscheiben

- Albro, M. B., Banerjee, R. E., Li, R., Oungoulian, S. R., Chen, B., Del Palomar, A. P., Ateshian, G. A. (2011). Dynamic loading of immature epiphyseal cartilage pumps nutrients out of vascular canals. *Journal of biomechanics*, 44(9), 1654-1659.
- Desmoulin, G. T., Reno, C. R., & Hunter, C. J. (2010). Free axial vibrations at 0 to 200 Hz positively affect extracellular matrix messenger ribonucleic acid expression in bovine nucleus pulposi. *Spine*, 35(15), 1437-1444.
- Desmoulin, G. T., Hewitt, C. R., & Hunter, C. J. (2011). Disc strain and resulting positive mRNA expression from application of a noninvasive treatment. *Spine*, 36(14), E921-E928.
- Desmoulin, G. T., Enns-Bray, W. S., Hewitt, C. R., & Hunter, C. J. (2013). Multi-unit sustained vibration loading platform for biological tissues: Design, validation and experimentation. *Journal of biomechanics*, 46(1), 116-121.
- Eckstein, F., Hudelmaier, M., & Putz, R. (2006). The effects of exercise on human articular cartilage. *Journal of anatomy*, 208(4), 491-512.
- Eckstein, F., Cotoñana, S., Wirth, W., Nevitt, M., John, M. R., Dreher, D., OA Initiative investigators Group. (2011). Painful knees have greater rates of cartilage loss than painless knees after adjusting for radiographic disease stage: data from the OA initiative. *Arthritis and rheumatism*, 63(8), 2257.
- Han, L., Frank, E. H., Greene, J. J., Lee, H., Hung H. K., Grodzinsky, a. J., Ortiz, C. (2011). Time-Dependent Nanomechanics of Cartilage. *Biophysical Journal* 100(7) 1846-1854
- Hung, C. T., Mauck, R. L., Wang, C. C. B., Lima, E. G., Ateshian, G. A. (2004). A Paradigm for Functional Tissue Engineering of Articular Cartilage via Applied Physiologic Deformational Loading. *Annals of Biomedical Engineering*, Vol. 32, No. 1, pp. 35-49
- Hill, T. E., Desmoulin, G. T., & Hunter, C. J. (2009). Is vibration truly an injurious stimulus in the human spine?. *Journal of biomechanics*, 42(16), 2631-2635.
- McCann, M. R., Patel, P., Beaucage, K. L., Xiao, Y., Bacher, C., Siqueira, W. L., Séguin, C. A. (2013). Acute Vibration Induces Transient Expression of Anabolic Genes in the Murine Intervertebral Disc. *Arthritis & Rheumatism*, 65(7), 1853-1864.

### Knochen-Sehnen/Faszien-Sarkomere

- Kinser A. N. N., Kinser, M., Ramsey, M. W., O\_Bryant, H. S., Ayres, C. A., Sands, W. A., Stone, M. H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *J Athletic Training* 41(3): 286-293
- Nordin M., Frankel V. H. (2001). *Basic Biomechanics of the musculoskeletal System*. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 3. Edition
- Ozcivici, E., Luu, Y. K., Adler, B., Qin, Y. X., Rubin, J., Judex, S., Rubin, C. T. (2010). Mechanical signals as anabolic agents in bone. *Nat. Rev. Rheumatol.* 6, 50-59
- Schleip R. (2003). Fascial Plasticity. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 7(1), 11-19
- Torcasio, A., van Lenthe, G.H., Van Oosterwyck, H. (2008). The importance of loading frequency, rate and vibration for enhancing bone adaptation and implant osseointegration. *EuTrorpceaasnioCeet lalls. and Materials Vol. 16* 56-68
- Yang, P. F., Brüggemann, G. P., Rittweger, J. (2011). What do we currently know from in vivo bone strain measurements in humans? *J Musculoskelet Neuronal Interact* 11(1):8-20

### Grosse motorischen Einheiten

- Gittoes, M. J., Irwin, G., Mullineaux, D. R., & Kerwin, D. G. (2011). Whole-body and multi-joint kinematic control strategy variability during backward rotating dismounts from beam. *Journal of sports sciences*, 29(10), 1051-1058.
- Gollhofer A, Rapp W (1993) Recovery of stretch reflex responses following mechanical stimulation. *Eur J Appl*
- Ritzmann, R., Kramer, A., Gruber, M., Gollhofer, A., & Taube, W. (2010). EMG activity during whole body vibration: motion artifacts or stretch reflexes? *European journal of applied physiology*, 110(1), 143-151.
- Weineck. (2010). *Optimales Training*. Balingen, Spitta-Verlag

### Schnell adaptierende, differential empfindliche Rezeptoren

- Laube W. (2009). *Sensomotorisches System - Physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten*. Stuttgart, Thieme Verlag
- Pickar, J. G., Sung P. S., Kang, Y. M., Ge, W. (2007). Response of lumbar paraspinal muscles spindles is greater to spinal manipulative loading compared with slower loading under length control. *Spine J.* 7(5): 583-595.
- Pickar, J. G. (2002). Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J.* 2 357-371

### Schnell leitende, myelinisierte Nervenfasern

- Laube W. (2009). *Sensomotorisches System - Physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten*. Stuttgart, Thieme Verlag

### Synapsen & Ausschüttung von Neurotransmitter

- Gisler T. (2008). Plastizität und Training - der sensomotorischen Systeme - Lernen durch Wiederholung ohne Wiederholung. *Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie»* 56 (4), 137-149
- Lüscher, C., Nicoll, R.A., Malenka, R. C., Muller, D. (2000). Synaptic plasticity and dynamic modulation of the postsynaptic membrane. *nature neuroscience*, volume 3 no 6, 545
- Yuste, R., Bonhöffer, T. (2004). Genesis of dendritic Spines. Insights from ultrastructural and imaging studies. *Nature*, 5
- Zhou, Q., Homma, K. J., Poo, M. (2004). Shrinkage of Dendritic Spines Associated with Long-Term Depression of Hippocampal Synapses. *Neuron*, Vol. 44, 749-757