


**Interdisziplinärer Kongress mit Workshop
„Radiologische Osteoporosediagnostik“**

Knochen und Muskel
- Neue Welten -

01. - 03. November 2001
Berlin - Hilton Hotel

**Vibrationsbelastung und
Vibrationstraining im
Spitzensport**

Univ.-Prof. Dr. Joachim Mester
Deutsche Sporthochschule Köln

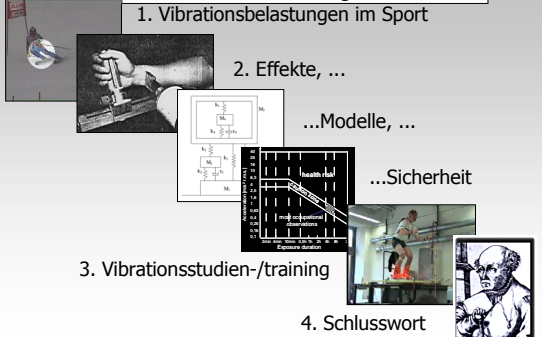


Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 1/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort

Gliederung

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, ...
...Modelle, ...
...Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort



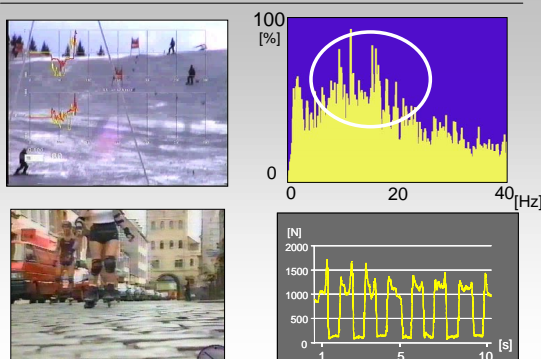
Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 2/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort



Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 3/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort



Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 4/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit

3. Vibrationsstudien/-training
4. Schlusswort

- Eigene Studien in Breiten und Spitzensport seit 1981
- z.B. Ski: Kraftspitzen ~ 9 kN (einbeinig, Wettkampfbod.)
- Spitzenfrequenzen
 - ~ 70 Hz am Ski
 - ~ 60 Hz am Skisschuh
 - ~ 30 Hz an Hüfte
 - ~ 10 Hz am Schlüsselbein
- Hohe Anteile im Bereich 15-20 Hz!

Voroshkin G (1974); Babel et al. (1997); Nemeč 1997; Yee, Mote (1997); Niessen et al. (1997); Spitzenfeil, Mester(1997); Huber (unpub.); Kigovik, Nemeč (1998); Niessen et al. 1998; v.d.Bogert, Read, Nigg (1999)

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 5/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit

3. Vibrationsstudien/-training
4. Schlusswort

Tonischer Vibrationsreflex und Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus ?

Force Sensor Electromagnetic Vibrator

m. flexor carpi radialis

Vibration Induced Contraction

r.m.s. VIC [µV]

Vibration [Hz] (Park, Martin 1993)

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 6/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit

3. Vibrationsstudien/-training
4. Schlusswort

Tonischer Vibrationsreflex und Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus ?

- $L_1 - L_2 = 5\text{mm}$
- fixed hip/trunk position
- UL = 421mm
- LL = 391mm

Angle change
 → hip joint angle: 1.5°
 → knee joint angle: -3°

25 Hz: length change in 20 ms

Muscles	[mm]
→ m. rectus fem.	dL= 3,82
→ m. vastus med.	dL= 1,71
→ m. vastus lat.	dL= 0,97

TVR wahrscheinlich, DVZ sicher.

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 7/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit

3. Vibrationsstudien/-training
4. Schlusswort

Wabbelmassen-Modell: Unterschiedliche Steifigkeit

amplitude ratios

Model A (original):
 $(A_2/A_1)_{\text{reson}} = 1.77$
 $(A_3/A_1)_{\text{reson}} = 1.47$
 $(A_4/A_1)_{\text{reson}} = 1.47$

Model A (modified: k_1, k_2, k_3 multiplied by 4):
 $(A_2/A_1)_{\text{reson}} = 3.1$
 $(A_3/A_1)_{\text{reson}} = 1.47$
 $(A_4/A_1)_{\text{reson}} = 1.47$

... höhere Schocktransmission.
 Höhere Steifigkeit: Höhere Resonanzfrequenz und ...

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 8/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, **Sicherheit**
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort

Auswirkungen von Vibrationen in der Literatur

- cardiovascular : ↑ HR, BP, card. output, O₂-up. (Guignard 1985)
- respiratory : ↑ resp. flow, hypervent. (Müller 1939; Dupuis 1986)
- endocr./metab. : ↑ steroid level ?, body temp., hypoglyc., vasodil. (Takashima, Higashi 1994; Bovenzi, Griffin 1997)
- Neuro system : ↓ H-reflex, ↑ stretch reflex, TVR, motion illusion, illusory limb position, posture, disorders (body sway, balance), sensory noise, suppression of reflex response (e.g. Hagbarth, Eklund 1965; Matthews 1966; Martin et al. 1984, 1986; McLeod, Griffin 1995)
- sensory proc. : equilibrium, vision (eye movement reflexes), hearing (vibroacoustic), vibrotactile (e.g. Kublanova 1960; Moseley, Griffin 1987)
- CNS : EEG (rhythm. changes), somatosensory evoked potentials (Adey et al. 1961; Miwa et al. 1982)
- skeletal system : CM vs. disuse osteoporosis, ↓ intervertebral discs (Wasserman et al. 1986; Corlett, Bonney 1988)

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 9/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, **Sicherheit**
3. Vibrationstraining
4. Schlusswort

Auswirkungen von Vibrationen in der Literatur

Early animal lab-studies around 1950 and 1960

- lethal effects on mice (\pm 15 g, 5-50 Hz, 10 min), monkeys (\pm 3 g, 10 Hz, 8 hrs): internal bleedings from kidneys, heart, lungs, liver (e.g. Roman 1958; Schaefer et al. 1959; Sass 1969)

Human lab-studies around 1950 and 1960

- chest pain (\pm 3 g, 10 - 25 Hz, 5 min), gastrointestinal bleeding (\pm 10 g, 25 Hz, 15 min) (e.g. Roman 1958; Loeckle 1950; Magid et al. 1960)

Occupational diseases (crane operators, cyclists, drivers, pilots, skiers, workers)

- low back pain (dorsal root ganglion), blood coagulation, arthrosis, microtrauma perineum, osteochondroses, spondylosithesis (e.g. Dupuis, Zerlett 1987; Seidel, Heide 1986; Herterich, Schnauber 1992; Griffin 1994; Fritz 1997; Treier 1998)

Gute Gründe, vorsichtig zu sein: ISO 2631

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 10/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, **Sicherheit**
3. Vibrationstraining
4. Schlusswort

Vibrationsbelastungen ISO 2631

Acceleration [m/s² r.m.s.]

Exposure duration (ISO 2631)

- Alpiner Skilauf
 - Bei sinusoidaler Vibration \Rightarrow 30 Hz/3 mm
- health risk
- caution zone
- most occupational observations
- Vibrationstraining
 - Selbstbau \Rightarrow 24 Hz/2.5 mm
 - Kommerzielles Gerät \Rightarrow 28 Hz/5 mm

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 11/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, **Sicherheit**
3. Vibrationstraining
4. Schlusswort

Optische Beispiele...

28 Hz

5 Hz

9 Hz

28 Hz

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 12/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationstraining
4. Schlusswort

Resonanzbereiche des menschlichen Körper...

Auge: ≈ 20 Hz
Kopf: ≈ 18 Hz
Innere Organe: ≈ 8 Hz
Wirbelsäule: ≈ 8 Hz

Resonanz-
Resonanzbereiche sollten vermieden werden....

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 13/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort

Eigene Studien: Methoden

Mechan. Pulser
Frequenz: 5 - 25 Hz
Amplitude: 3 - 12 mm

GALILEO

Zusammen mit Dr. J. Zange DLR (Köln-Porz)

DELL. DE-SMITH-ONIC

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 14/19

1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort

Eigene Studien: Methoden

acceleration sensors

EEG
Visual acuity
Ox.-uptake
Lactate
Heartrate
EMG
Kinematics
Force

Hydro-Pulse-Apparat
Frequenz: 0,5 - 200 Hz
Amplitude: 1 - 125 mm
Mit dem Überleben nicht vereinbar...

Koop. Prof. Schnauber RU-Bochum

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 15/19

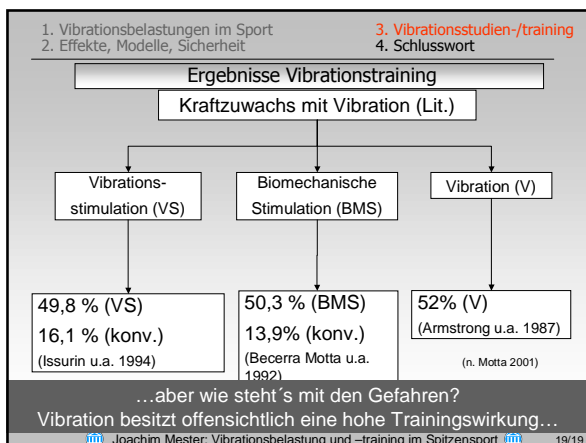
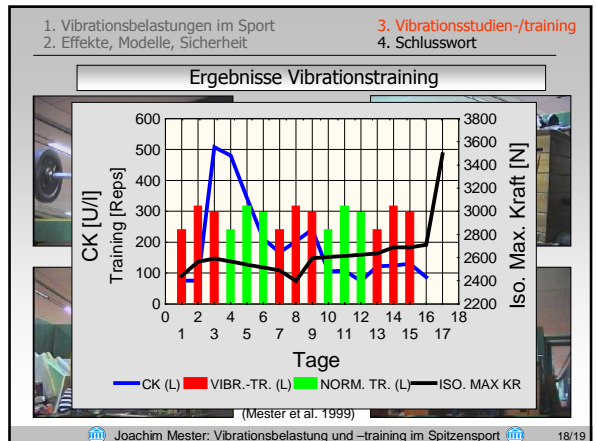
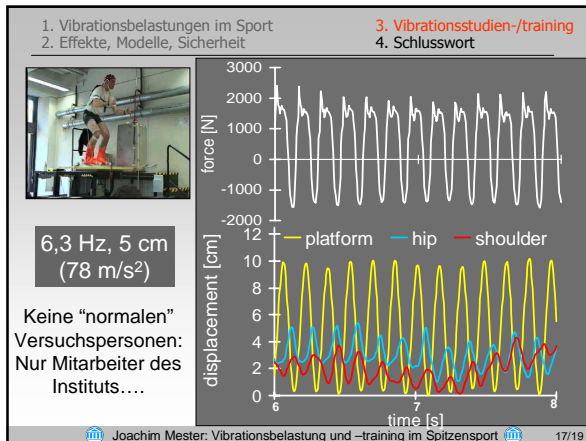
1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort

2.5Hz, 6.5 cm (15m/s^2)

force [N]
displacement [cm]
time [s]

platform hip shoulder

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 16/19



1. Vibrationsbelastungen im Sport
2. Effekte, Modelle, Sicherheit
3. Vibrationsstudien-/training
4. Schlusswort

Philipp Aureolus Theophrast Bombastus von Hohenheim (1493-1541)

- kämpfte gegen Syphilis und Berufskrankheiten von Minenarbeitern
- erforschte Medikamente
- arbeitete nicht im Bereich Vibration, aber...

Er ist besser bekannt als **PARACELSUS**

„Nur die Dosis macht das Gift....“
Die kennen wir aber leider (noch) nicht genau...

Joachim Mester: Vibrationsbelastung und -training im Spitzensport 20/19