



ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPRENG



Extracorporale Stosswellentherapie

in der Orthopädie

Dr. Raphael Scheuer
Facharzt für Orthopädie

UNTERNEHMEN DER VINZENZ GRUPPE Medizin mit Qualität und Seele www.vinzenzgruppe.at



ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPRENG

Geschichte der Stosswellen

- 1980
erste Nierensteinertrümmerungen
- 1986
Knochendichtezunahme beobachtet
- 1989
Knochenbruchbehandlung
- 1990er
Schmerzen am Bewegungsapparat



promoveo



ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPRENG

Klassische Wellenlehre

- Verschiedene Medien haben unterschiedliche
 - Dichte
 - Impedanz (akustischer Widerstand)
- Wellen haben somit unterschiedliche Geschwindigkeiten
- An Grenzflächen erfolgt Energiefreigabe
 - Transmission (Transversal-/Longitudinalwelle)
 - (partieller) Reflexion
 - Beugung
 - Streuung

promoveo

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

Was sind Stosswellen!?

- Druckwellen
 - Explosion, Blitz
- Überschallgeschwindigkeit
- rascher Druckanstieg
 - >100 bar

Quelle: www.digest-ev.de

promoveo

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

Druckverlauf

- Gegenüberstellung
 - **Fokussiert**
 - Radial (3 bar output)
 - Ultraschall

Cleveland et al 2007

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

promoveo

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

Druckverlauf

- Stosswellendruck
 - Spitzendruck
 - Anstieg
 - Pulsdauer
 - Unterdruckphase

Cleveland et al 2007

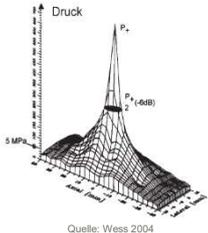
- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

promoveo


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

ESWT Parameter

- Unabhängig von Generierungsmethode
- Energie (E)
 - üblicherweise positiv + negativ
 - Akustische Energie in mJ
 - Gesamtenergie = E * Impulsanzahl
- Energieflussdichte (EFD)
 - E / A
 - mJ / mm²



Quelle: Wess 2004

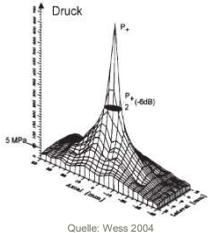
- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

promoveo


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

ESWT Parameter

- -6 dB- Stosswellenfokus
 - Fokuszone
 - $\geq \frac{1}{2}$ des zentralen Spitzendrucks



Quelle: Wess 2004

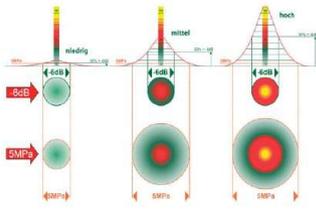
- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

promoveo


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

ESWT Parameter

- 5 MPa Therapiezone
 - ≈ 50 bar
 - willkürlicher Grenzwert



Quelle: Wess 2004

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

promoveo

Mechanische Wirkung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

- Kraftwirkung großteils in Ausbreitungsrichtung
- Impulsübertragung an Grenzflächen
 - Änderung der Dichte & Wellengeschwindigkeit (durch Impedanz)
 - kaum innerhalb homogener Medien
- Weichteilgewebe nicht homogen
 - Mechanische Zerstörung von Zellen, Knochentrabekeln,...?
 - Zellstimulation durch reversible Deformation der Membran?
 - Gesteigerte Durchblutung
 - Intensivierter Stoffwechsel

promoveo

Mechanische Wirkung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

Mechanisch

- Desintegration / Gewebszerreissung
- Zerstörung der Blutgefäßarchitektur

ABER: Der Orthopäde zertrümmert nichts!



promoveo

Mechanische Wirkung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

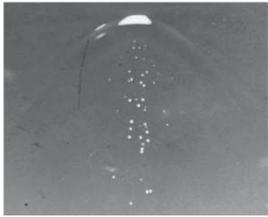
- Desintegration / Knochenfissuren / Gewebszerreissung
 - Spannungsrisse durch direkte Krafeinwirkung
 - Spallationseffekte (Hopkins-Effekt) durch Reflexion an rückwändiger Grenzschicht (Vakil 1991)
- Kavitation

promoveo

Indirekte Wirkung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPRENG

- Kavitation
 - Auftreten gasgefüllter Hohlräume in flüssigen Medien wenn Unterdruck der Welle die chemischen Bindungskräfte homogener Medien übersteigt
 - bestehende Mikroblasen oszillieren in Ihrer Größe um ein Vielfaches



Quelle: Wess 2004

promoveo

Indirekte Wirkung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPRENG

- Kavitation
 - trifft eine weitere Stosswelle auf eine Kavitationsblase kommt es zum erzwungenen Blasenkollaps
 - durch einseitiges Auftreffen der Welle und speziell grenzflächennah ist dies ein asymmetrischer Kollaps -> Micro-Jets (400-800m/s; Crum 1982) Richtung Grenzfläche



Quelle: Wess 2004

promoveo

Indirekte Wirkung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPRENG

- Kavitation
 - nicht auf Fokus beschränkt, aber dort besonders ausgeprägt
 - Zerreißschwelle von Geweben ~16MPa (Herbertz 1996; Church 1999)
 - grenzflächennahe auch deutlich darunter
 - petechiale Blutungen
 - Erhöhung der Permeabilität von Zellwänden (Wolfrum 2004)

promoveo

Mechanische Wirkung


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SP ELISABETH

- Thermische Effekte
 - Erwärmung
 - Frequenz zu gering
- Chemische Effekte

-> Wirkung bei orthopädischen Indikationen nicht nachgewiesen

promoveo

Neuronale Effekte


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SP ELISABETH

- Unfähigkeit nozizeptiver Neuronen nach ESWT adäquate Rezeptorpotentiale zu generieren
 - Schelling et al. 1994
- Degeneration von Nozizeptoren
 - Verlängerung des Effekts durch Wiederholung der Therapie
 - Takahashi et al 2006
- Aktivierung und Sensitivierung primär afferenter nocizeptiver C-Fasern
 - beides wurde durch LA verhindert
 - LA verändert die biologische Gewebeantwort
 - Klonschinski et al 2011

promoveo

Neuronale Effekte


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SP ELISABETH

- Reduktion der auf calcitonin gene-related peptide (CGRP) und Substanz P reaktiven Neuronen im dorsalen Wurzelganglion
 - Takahashi et al 2003, Hausdorf et al 2008
 - Neurogene Entzündung (Substanz P, CGRP) ?
 - Holzer et al 1988, Richardson and Vasko 2002
- Reduktion der Anzahl der nicht-myelinisierten Nervenfasern
 - C-Fasern -> Haupttransmitter bei chronischem Schmerz (Kandel et al 2000)
 - Hausdorf et al 2008
- Hyperstimulationsanalgesie
 - Gate-control-Theorie (Melzack and Wall 1965)
 - Rompe et al 1996 + 1998

promoveo

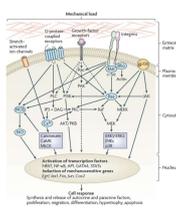
Wirkprinzip

Mechanisch

- Desintegration / Gewebszerreissung
- Zerstörung der Blutgefäßarchitektur

Biologisch

- Mechanotransduktion
- Genexpression
- Enzymatische Gewebsreaktion



ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPEISING

promoveo

Regeneration – „Jungbrunnen“

Schmerzlinderung

Gewebereparatur

- entzündungshemmende Wirkung
- Wachstumsfaktoren

Geweberegeneration

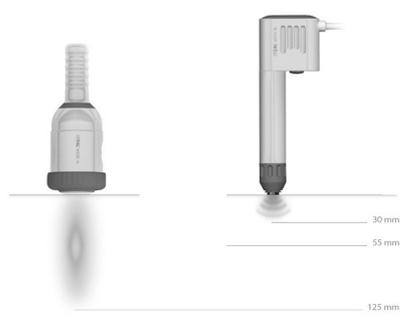
- Aktivierung körpereigener Stammzellen

-> „Selbstheilung“

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPEISING

promoveo

fokussiert - radial



Quelle: Storz medical

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPEISING

promoveo

Stoßwellen-Generierung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

Elektrohydraulische Quelle Piezoelektrische Quelle Elektromagnetische Quelle, Flachspule Elektromagnetische Quelle, Zylinderspule

promoveo

Focusgröße

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

Elektrohydraulisch
Elektromagnetisch
Piezoelektrisch

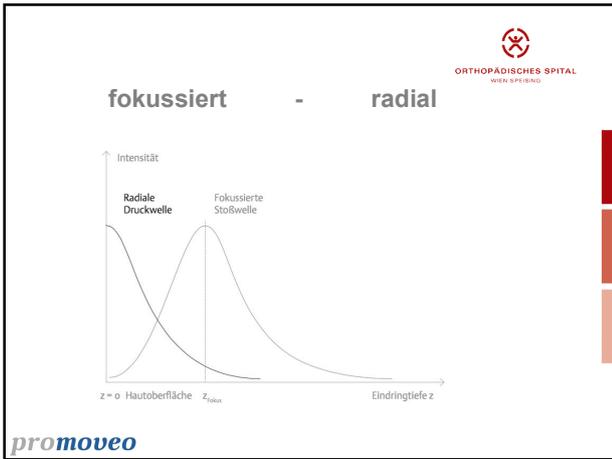
promoveo

Eindringtiefe

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

Fokussierte Stoßwelle ohne Vorsatz Fokussiert
Fokussierte Stoßwelle mit Nahbereich-Vorsatz Fokussiert
Radiale Stoßwelle mit Deep Impact-Vorsatz Radial
Radiale Stoßwelle mit Standard Vorsatz Radial

promoveo

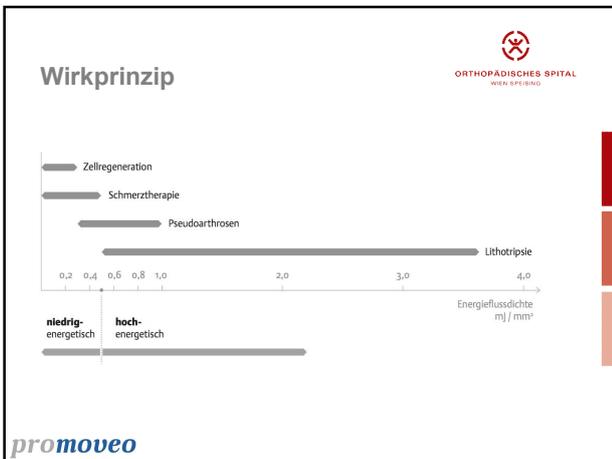


fokussiert - radial

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPERLING

STOSSWELLE		DRUCKWELLE
100 - 1000 bar	Druck	1 - 10 bar
$\approx 0,2 \mu s$	Pulsdauer	0,2 - 0,5 ms
fokussiert	Druckfeld	radial, divergent
groß	Eindringtiefe	gering, oberflächlich
Zellen	Wirkung	Gewebe

promoveo




ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

Anwendungsgebiete

- Sehnenansatzbeschwerden
- Pseudoarthrosen
- Avaskuläre Knochennekrosen
- Osteochondrosis dissecans
- Arthrose?
- Weichteilverkalkungen
- Muskuläre Verspannungszustände
 - Triggerpunkte
 - Faszientherapien



promoveo


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

Kontraindikationen

- akuter Weichteilinfekt, Osteomyelitis
- Malignome, maligne Grunderkrankungen
- Offene Wachstumsfugen im Fokus
- Blutgerinnungsstörungen (angeboren / iatrogen)
- Schwangerschaft
- Herzschrittmacher
- Anfallsleiden
- Rippen-, Wirbelsäulen- und Schädelknochenbehandlungen
- Fokussierung auf
 - große Gefäße
 - große Nerven
 - auf Lungengewebe oder parenchymatöse Organe

promoveo


ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPITZING

Anwendungsgebiete



Kalkschulter

Trochantererschmerz

Achillodynie

Tennisellbogen

Pes anserinus

Fersensporn

promoveo

Anwendungsgebiete

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

- **Urologie**
 - Chronische Prostatitis (CPPS)
 - Induratio penis plastica (IPP)
 - Erektile Dysfunktion (ED)



Quelle: Storz medical

promoveo

Anwendungsgebiete

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

- **Urologie**
- **Wundbehandlung**
 - chronische Wunden
- **Ästhetische Behandlungen**
 - Cellulite



promoveo

Anwendungsgebiete

ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPIEBING

Experimentell

- Herzmuskelschäden
 - nach Herzinfarkt
- Regeneration von Nervengewebe
 - nach Nervenschädigung
 - Querschnittverletzungen

promoveo

Fazit

- Effektive Schmerztherapie
- Anregung zur Selbstheilung
- Breites Anwendungsspektrum
- Keine bekannten Nebenwirkungen



**ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPEISING**

promoveo



**ORTHOPÄDISCHES SPITAL
WIEN SPEISING**

SAVE THE DATE

II. Speisinger Stosswellensymposium
24. September 2016
www.eswt.at
