



therapie Leipzig
Fachmesse mit Kongress
für Therapie, Medizinische
Rehabilitation und Prävention



**Mechanische Behandlung von
Muskelverletzungen und
die Bedeutung für die
Sportphysiotherapie**

Bernhard Reichert MSc. PT
www.bernhardreichert.de

Download Skript

| **Deutsch** | | English |



Bernhard Reichert

Master of Science in Physiotherapy
Masseur, Physiotherapeut, Manualtherapeut
Dozent, Fachlehrer, Fachbuchautor

- www.bernhardreichert.de => downloadbereich

www.bernhardreichert.de

Disclosure

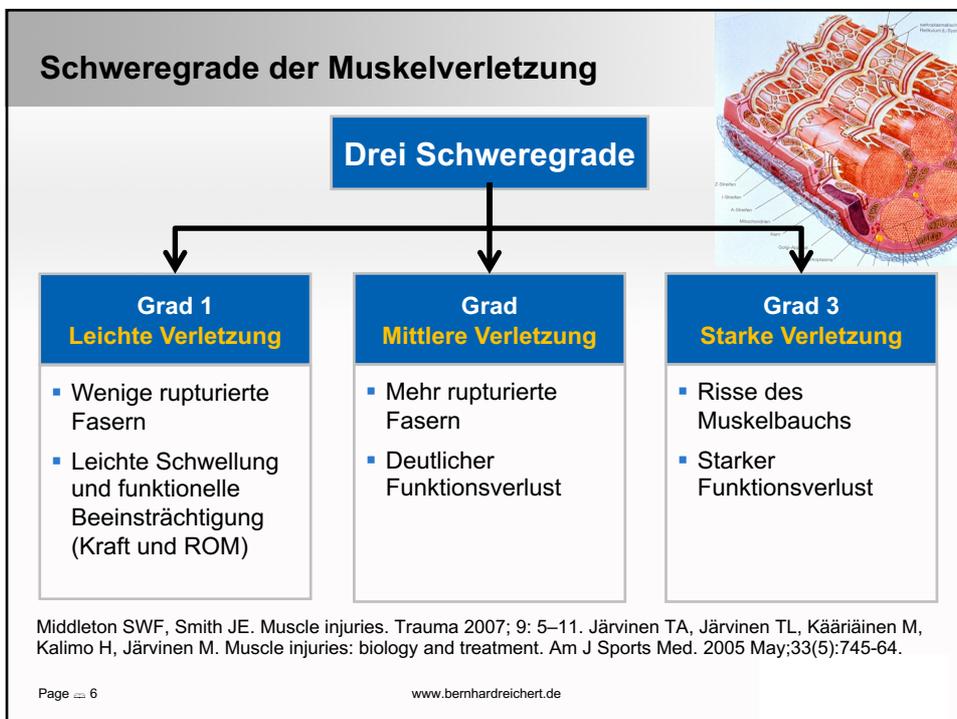
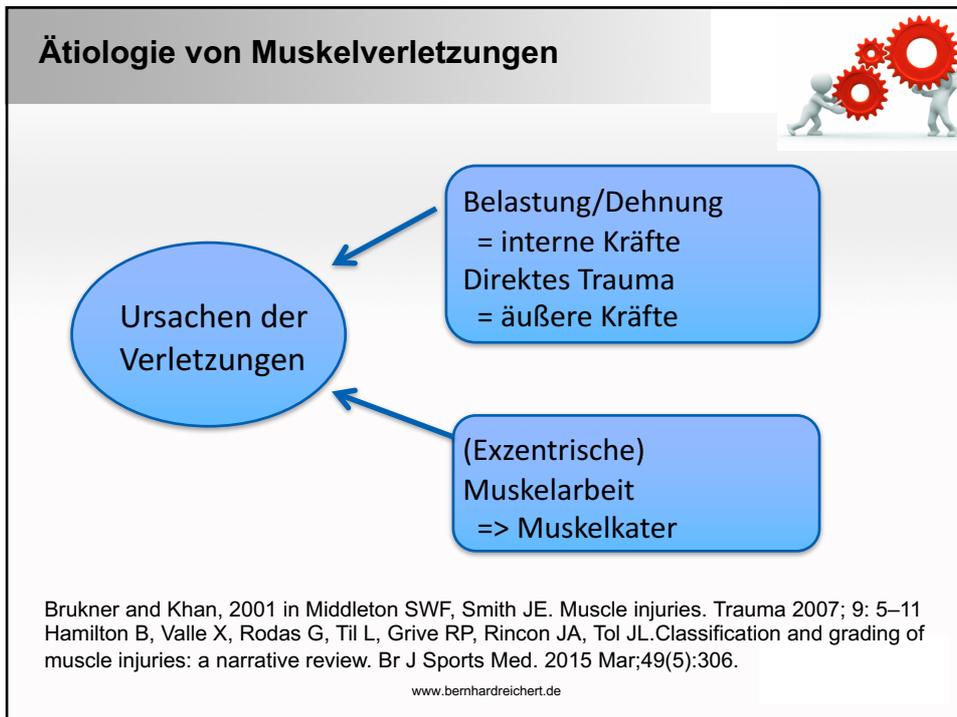
1	International Academy of Orthopedic Medicine	
2	Dresden International University	
3	Physiotherapeuten-/Massage-Schule Fellbach	
4	Integratives Deutsch-Asiatisches Therapiezentrum	
5	Thieme Verlag	
6	Deutsche Sporthochschule Köln	

Page 3 www.bernhardreichert.de

Agenda

1	Muskelverletzungen
2	Mechanische Stimulation bei Muskelverletzungen
3	Mechanische Stimulation bei Muskelkater
4	Massagetherapie bei Muskelkater

Page 4 www.bernhardreichert.de



Muskelverletzung Grad 3

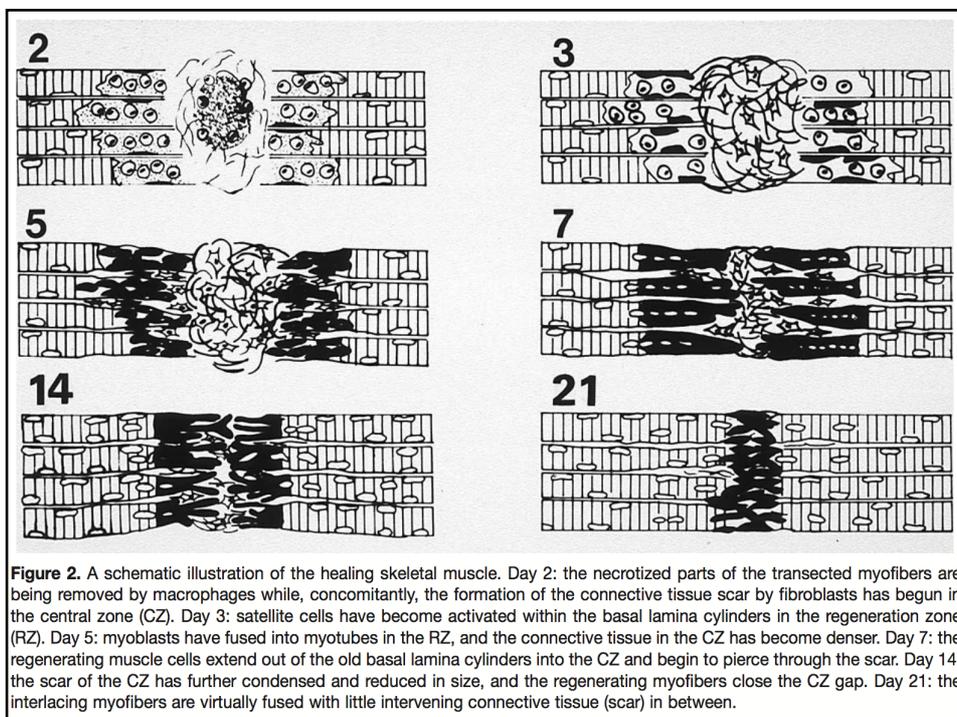
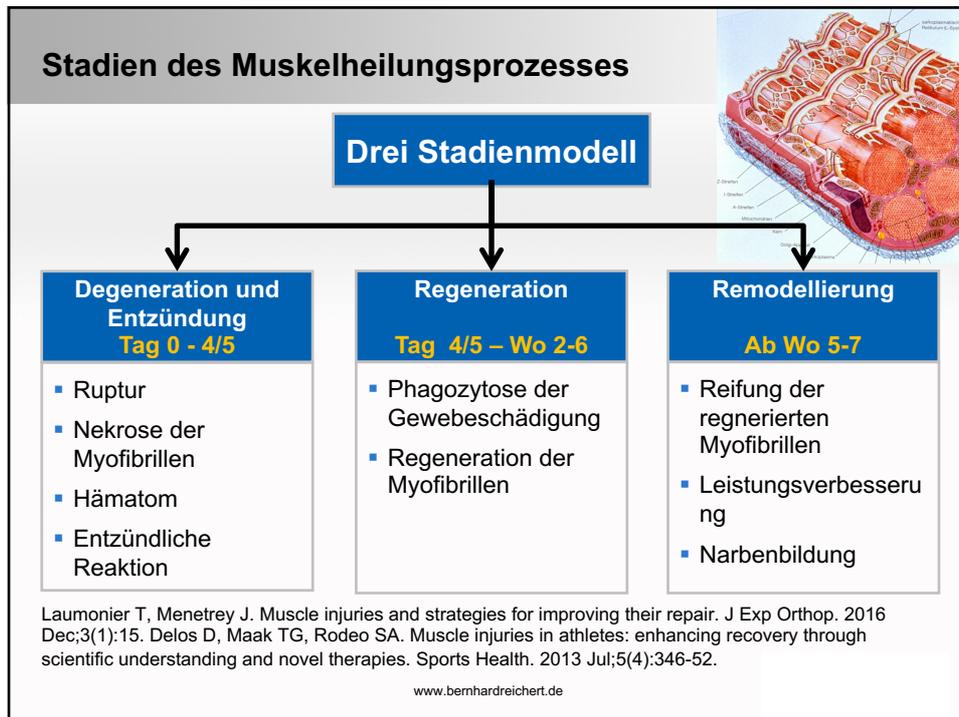


Figure 2. A schematic illustration of the healing skeletal muscle. Day 2: the necrotized parts of the transected myofibers are being removed by macrophages while, concomitantly, the formation of the connective tissue scar by fibroblasts has begun in the central zone (CZ). Day 3: satellite cells have become activated within the basal lamina cylinders in the regeneration zone (RZ). Day 5: myoblasts have fused into myotubes in the RZ, and the connective tissue in the CZ has become denser. Day 7: the regenerating muscle cells extend out of the old basal lamina cylinders into the CZ and begin to pierce through the scar. Day 14: the scar of the CZ has further condensed and reduced in size, and the regenerating myofibers close the CZ gap. Day 21: the interlacing myofibers are virtually fused with little intervening connective tissue (scar) in between.



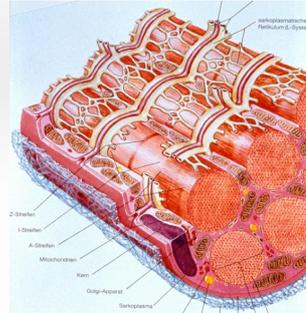
Agenda

1	Muskelverletzungen
2	Mechanische Stimulation bei Muskelverletzungen
3	Mechanische Stimulation bei Muskelkater
4	Massagetherapie bei Muskelkater

Page 10 www.bernhardreichert.de

Mechanische Stimulation

- Mechanical stimulation may offer a simple and effective approach to enhance skeletal muscle regeneration.
- ... mechanical forces are as important biological regulators as chemicals and genes, ...



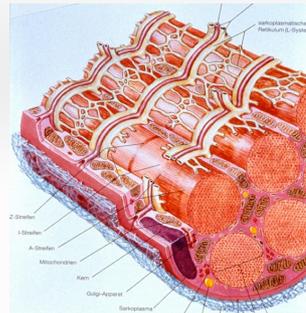
Laumonier T, Menetrey J. Muscle injuries and strategies for improving their repair. J Exp Orthop. 2016 Dec;3(1):15.

Page 11

www.bernhardreichert.de

Mechanische Stimulation

- Ist beteiligt an Satelliten-(Stamm-)zellaktivierung, Glukoseaufnahme und Rekrutierung von Immunzellen
- Vergrößert Myofibrillendurchmesser



Cezar CA, Roche ET, Vandenburg HH, Duda GN, Walsh CJ, Mooney DJ. Biologic-free mechanically induced muscle regeneration. Proc Natl Acad Sci U S A. 2016 Feb 9;113(6):1534-9.

Page 12

www.bernhardreichert.de

Aktivität und Dehnungen

Aktivitäten nach 3 – 5 Tagen

1. Isometrische Kontraktionen
 - Ohne/mit Widerstand
 2. Isotonische Muskelarbeit
 3. Isokinetische Muskelarbeit
- Alle Übungen mit Schmerzlimitierung
 - Progression bei Schmerzfreiheit
 - Adäquates Warming up



Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. Am J Sports Med. 2005 May;33(5):745-64.

Bild: www.aerztenetz-mainfranken.de

Page 13

www.bernhardreichert.de

Aktivität und Dehnungen

Dehnungen

- Schmerzlose Verlängerung der Narbe kann durch zunehmende Dehnung erzielt werden.
- 10-15 sec bis 1 min



Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. Am J Sports Med. 2005 May;33(5):745-64.

Bild: www.teachpe.com

Page 14

www.bernhardreichert.de

Bedeutung für die Sportphysiotherapie



Schlussfolgerung

- Unterscheidung in der Entstehung der Muskelverletzungen
- Wundheilung Muskelgewebe wie bei Bindegewebe
- Mechanische Stimulation unterstützt die Heilung
- Aktivitäten und Dehnungen kann man früh einsetzen.

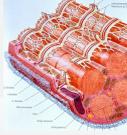
Page 15 www.bernhardreichert.de

Agenda

- 1 Muskelverletzungen
- 2 Mechanische Stimulation bei Muskelverletzungen
- 3 **Mechanische Stimulation bei Muskelkater**
- 4 Massagetherapie bei Muskelkater

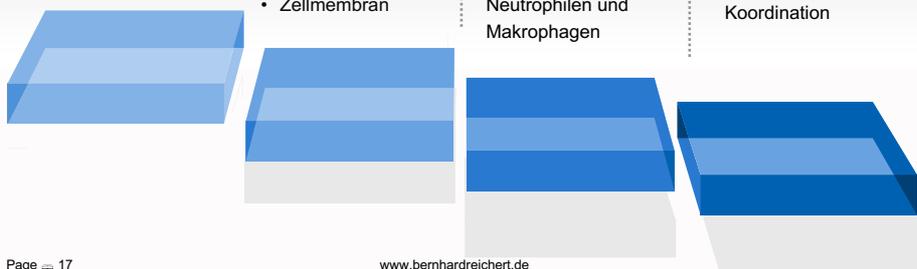
Page 16 www.bernhardreichert.de

Muskelverletzungen durch (exzentri.) Übungen



■ **Muskelkater**

Ursachen, Auftreten	Schädigung	Folgen	Symptome
Ballistische Dehnung Exzentrische Muskelarbeit Beginn: binnen 12–24 Std. Maximum: 24–48 Std. Gesamt: 7-10 Tage	Risse: • Muskelzellen • Sarkomer – A-Bande – Z-Scheibe – I-Tubuli – t-Tubuli • Zellmembran	• Erregungsleitung an der Muskelzellmembran • lokale Gewebeentzündung • Freisetzung: Kreatinkinase • Eindringen: Leukozyten, Neutrophilen und Makrophagen	• Schmerzen • Schwellungen • Muskelsteifigkeit • Empfindlichkeit bei Palpation • Abnahme von Muskelkraft • Kraftausdauer und Koordination



Page 17 www.bernhardreichert.de

Stretching bei Muskelkater



Autor	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> ■ Herbert 2011 ■ Review ■ Cochrane Database 	<ul style="list-style-type: none"> ■ AUTHORS' CONCLUSIONS: ■ The evidence from randomised studies suggests that muscle stretching, whether conducted before, after, or before and after exercise, does not produce clinically important reductions in delayed-onset muscle soreness in healthy adults.

Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. Cochrane Database Syst Rev. 2011 Jul 6;(7):CD004577

Page 18 www.bernhardreichert.de

Stretching bei Muskelkater



Autor

- Herbert 2011
- Review
- Cochrane Database

Study ID	Mean (95% CI)
McGlynn 1979	2 (-14, 18)
Terry 1985	-1 (-13, 11)
Buroker 1989	-2 (-11, 6)
High 1989	-4 (-31, 23)
Wessel 1994a	-3 (-26, 20)
Wessel 1994b	0 (-14, 14)
Johansson 1999	1 (-13, 15)
Overall	-1 (-6, 4)

-50 0 50
Favours stretching Favours control

Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. Cochrane Database Syst Rev. 2011 Jul 6;(7):CD004577

Page ... 19
www.bernhardreichert.de

Stretching bei Muskelkater



Autor

- Matsuto 2015
- Experimentelles Design
- Passive Dehnung (300 sec)
- Hamstrings

Ergebnisse

- Positive Effekte
 - Bewegungsausmaß
 - Muskelsteifigkeit
 - Schmerzwahrnehmung

Matsuo S, Suzuki S, Iwata M, Hatano G, Nosaka K. Changes in force and stiffness after static stretching of eccentrically-damaged hamstrings. Eur J Appl Physiol. 2015 May;115(5):981-91

Page ... 20
www.bernhardreichert.de

Kinesio-taping bei Muskelkater



Autor	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lee 2015 ▪ Experimentell ▪ Biceps brachii 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Positive Effekte <ul style="list-style-type: none"> ▪ Muskelkraft ▪ Schmerzwahrnehmung

Lee YS, Bae SH, Hwang JA, Kim KY. The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii. J Phys Ther Sci. 2015 Feb;27(2):457-9.

Page = 21 www.bernhardreichert.de

Kinesio-taping bei Muskelkater



Autor	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ozmen 2017 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Experimentell ▪ Hamstrings • PNF Stretching • Statisches Stretching • Kinesiotaping(KT) • Kontrollgruppe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No significant differences were found for intervention groups compared with control group in all measurements (Schmerzwahrnehmung, Beweglichkeit) ▪ The KT application and pre-exercise stretching have no contribute to flexibility at 24 h and 48 h after exercise, but may attenuate muscle soreness.

Ozmen T, Yagmur Gunes G, Dogan H, Ucar I, Willems M. The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise. J Bodyw Mov Ther. 2017 Jan;21(1):41-47.

Page = 22 www.bernhardreichert.de

Vergleich verschiedener Methoden

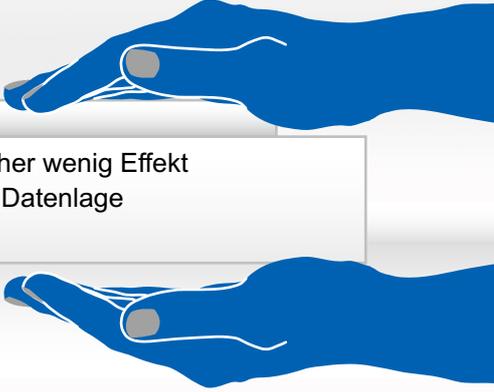


Autor	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none">▪ Torres 2012▪ Review<ul style="list-style-type: none">▪ Kryotherapie▪ Massage▪ Stretching▪ Low-Intensity Exercise	<ul style="list-style-type: none">▪ Massage was the only intervention with positive effects,<ul style="list-style-type: none">▪ reducing soreness▪ increasing muscle recovery▪ inconclusive evidence to support the use of cryotherapy▪ little evidence to prove the efficacy of stretching and low-intensity exercise.

Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabri JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. Phys Ther Sport. 2012 May;13(2):101-14.

Page 23 www.bernhardreichert.de

Bedeutung für die Sportphysiotherapie



Schlussfolgerung

- **Stretching:** unklare Datenlage, eher wenig Effekt
- **Kinesiotaping:** widersprüchliche Datenlage
- **Kryotherapie:** etwas Evidenz

Page 24 www.bernhardreichert.de

Agenda	
1	Muskelverletzungen
2	Mechanische Stimulation bei Muskelverletzungen
3	Mechanische Stimulation bei Muskelkater
4	Massagetherapie bei Muskelkater

Page 25 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater	
Kriterium	Daten
<ul style="list-style-type: none">WahrnehmungHäufigkeit	<ul style="list-style-type: none">Bei Athleten und Trainier geschätzt¹24 bis 52,2 % der Betreuungszeit für Massagen²CA. 45,2 % aller Behandlungen waren Massagen²

1.) Sinha 2010; 2.) Galloway und Watt 1994

Page 26 www.bernhardreichert.de



Massagetherapie bei Muskelkater



Review	Inhalte
<ul style="list-style-type: none">Nicole Nelson (2013)	<ul style="list-style-type: none">kein klares Bild über die Wirkung auf die Symptome des Muskelkatersuntersuchte Muskelgruppen, Probanden sowie die eingesetzten Massagen variierten stark.Letztlich doch ein positives Fazit der Massage hinsichtlich Schmerzlinderung.

Nelson N. Delayed onset muscle soreness: is massage effective? J Bodyw Mov Ther 2013 Oct;17(4):475-82.

Page 27 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater



Aktuelle Studien	Inhalte
<ul style="list-style-type: none">Andersen et al. 2013	<ul style="list-style-type: none">signifikante Schmerzreduktion bei Muskelkater des oberen Trapeziusder Effekt von der Dauer der Massage abhingEffekt bei einer Beübung mit antagonistischer Aktivität genauso groß

Andersen LL, Jay K, Andersen CH, Jakobsen MD, Sundstrup E, Topp R, Behm DG. Acute effects of massage or active exercise in relieving muscle soreness: randomized controlled trial. J Strength Cond Res. 2013 Dec;27(12):3352-9.

Page 28 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater



Aktuelle Studien	Inhalte
<ul style="list-style-type: none">Imityaz et al. 2014	<ul style="list-style-type: none">signifikante Effekte der Massage nach exzentrischem Training<ul style="list-style-type: none">Schmerzlinderung,Erholung der Muskelkraft (One Repetition Maximum)Beweglichkeitgegenüber Probanden ohne eine Behandlung

Imityaz S, Veqar Z, Shareef My. To Compare the Effect of Vibration Therapy and Massage in Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014 Jan, Vol-8(1): 133-136.

Page 29 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater



Aktuelle Studien	Inhalte
<ul style="list-style-type: none">Kargarfard et al. 2016	<ul style="list-style-type: none">Bodybuildern mit Muskelkater, generelle Überlegenheit in der Erholung<ul style="list-style-type: none">Beweglichkeit,vertikaler Sprungtest,Isometrische KraftSchmerzwahrnehmungim Vergleich zur passiven Ruhe zeigten.

Kargarfard M, Lam ET, Shariat A, Shaw I, Shaw BS, Tamrin SB. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. J Sports Sci. 2016;34(10):959-65.

Page 30 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater



Aktuelle Studien	Inhalte
<ul style="list-style-type: none">Delextrat et al. 2014	<ul style="list-style-type: none">Ein größerer schmerzlindernder Effekt und eine größere Wiederherstellung der Sprungkraft (counter jump movement)Ggü. Erholung ohne Massage.Kombination mit Stretching hatte nahezu die gleichen Effekte, wie die Massage alleine.

Kargarfard M, Lam ET, Shariat A, Shaw I, Shaw BS, Tamrin SB. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. J Sports Sci. 2016;34(10):959-65.

Page 31 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater



Aktuelle Studien	Inhalte
<ul style="list-style-type: none">Eriksson Crommert 2014	<ul style="list-style-type: none">Massage direkt nach körperlicher Belastungultrasound shear wave elastographykurzfristige Senkung der Muskelsteifigkeit

Kargarfard M, Lam ET, Shariat A, Shaw I, Shaw BS, Tamrin SB. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. J Sports Sci. 2016;34(10):959-65.

Page 32 www.bernhardreichert.de

Einführung

Einteilung der Effekte



Nicht spezifische Effekte

- Person des Therapeuten
- Behandlungssetting



Spezifische physiologische Effekte

- vegetatives Nervensystem
- zelluläre Immunantwort



Spezifische psychologische Effekte

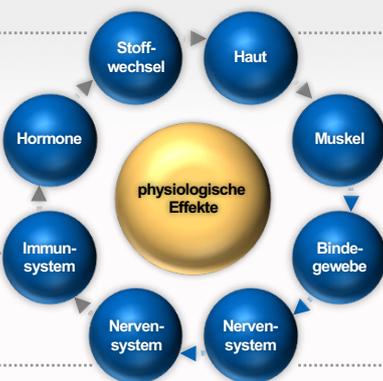
- Senkung negativer Befindlichkeit
- Verringerung von Angst

Page 33 www.bernhardreichert.de

Einführung

Spezifische physiologische Effekte - eine Übersicht





Stoffwechselsteigerung		Steigerung der Hautdurchblutung
Humorale Effekte Oxytocin, Stresshormone, Beta-Endorphine, Dopamin, Serotonin, gastrointestinale Hormone		Steigerung der Muskeldurchblutung
Hormonelle und zelluläre Immunantwort		Einwirkung auf Gewebsadhäsionen
Peripheres Nervensystem		Zentrales Nervensystem

Page 34 www.bernhardreichert.de

Standortbestimmung Massagetherapie



wissenschaftlich – „The body of knowledge“

Klinisch experimentell an gesunden Probanden

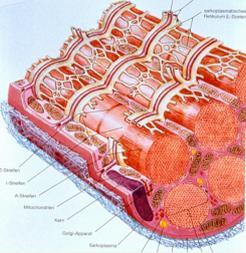
Klinisch experimentell an Patienten



Tierexperimentell, Histologie, Labor

Page 35 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater



Erklärungsmodelle

Metabolismus

- Gesteigerte Vaskularisierung
- Zunahme an intramuskulärer Temperatur

Muskelsteifigkeit

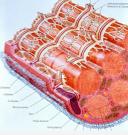
- Aufbrechen stabiler Verbindungen zwischen den Aktin- und Myosinfilamenten

Genexpression

- Zelluläre Regeneration
- Immunbiologie

Page 36 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater

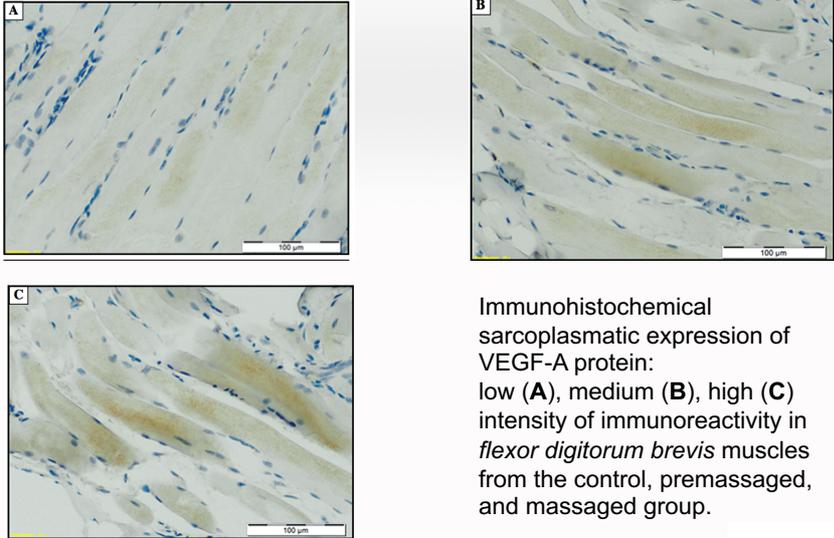


Autor	Erklärungsmodell
<ul style="list-style-type: none">Andrzejewski 2015	<ul style="list-style-type: none">Massagen vor und während körperlichen TrainingsZunahme der Genexpression=> Steigerung der Vaskularisierung=> Beitrag zur metabolischen Erholung

Andrzejewski W, Kassolik K, Kobierzycki C, Grzegorzolka J, Ratajczak-Wielgomas K, Jablonska K, Halski T, Dziegiel P, Gworys B, Podhorska-Okolow M. Increased skeletal muscle expression of VEGF induced by massage and exercise. *Folia Histochemica et Cytobiologica*; 53(2); 2015:145–151.

Page 37 www.bernhardreichert.de

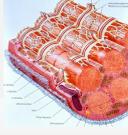
vascular endothelial growth factors (Andrzejewski 2015)



Immunohistochemical sarcoplasmatic expression of VEGF-A protein: low (A), medium (B), high (C) intensity of immunoreactivity in *flexor digitorum brevis* muscles from the control, premassaged, and massaged group.

Page 38 www.bernhardreichert.de

Massagetherapie bei Muskelkater

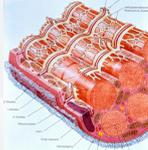


Autor	Erklärungsmodell
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eriksson Crommert 2014 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbrechen stabiler Verbindungen zwischen den Aktin- und Myosinfilamenten ▪ => Verringerung der Muskelsteifigkeit

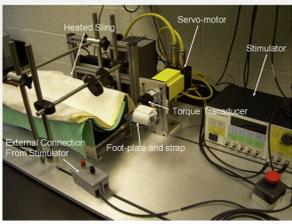
Andrzejewski W, Kassolik K, Kobierzycki C, Grzegorzolka J, Ratajczak-Wielgomas K, Jablonska K, Halski T, Dziegiel P, Gworys B, Podhorska-Okolow M. Increased skeletal muscle expression of VEGF induced by massage and exercise. *Folia Histochemica et Cytobiologica*; 53(2); 2015:145–151.

Page = 39
www.bernhardreichert.de

Beeinflussung von Muskelverletzungen



- **Muskelkater – Delayed Onset Muscle Soreness**



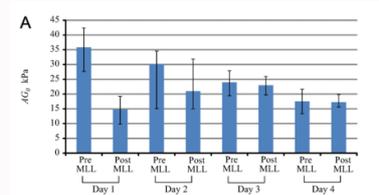
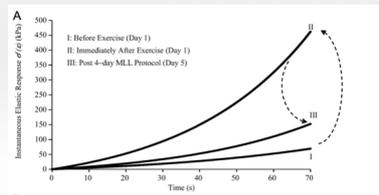

- Waters-Banker et al. University of Kentucky 2014
- Haas, Butterfield, Best et al. Columbia University/Ohio (2008-2014)
- Tierexperimentelle Studien, standardisierte Bedingungen, Massage-like Loading, 4 Tage mit 15 min, Muskelbiopsien

- Crane et al. McMaster University/Ontario (2012)
- Gesunde Männer, 10 Min: 2' Streichung, 3' Knetung, 3' ↑ Streichung, 2' Streichung
- 2,5 Std nach Belastung, Muskelbiopsien

Page = 40
www.bernhardreichert.de

Beeinflussung von Muskelverletzungen

Haas, Butterfield, Best. Columbia University/Ohio (2008-2014)



Haas et al. 2012

Tierexperimentell

- Kraftzuwachs von 64%
- Steigerung Muskelflexibilität, Senkung passiver Steifigkeit
- Reduktion der begleitenden Schwellung
- Geringere Gewebeschädigung
- Signifikante Senkung der Konzentration von Neutrophilen und Makrophagen
- Massage direkt nach der Belastung hat größere Effekte, als der verzögerte Einsatz.

Beeinflussung von Muskelverletzungen

Haas, Butterfield, Best. Columbia University/Ohio (2008-2014)

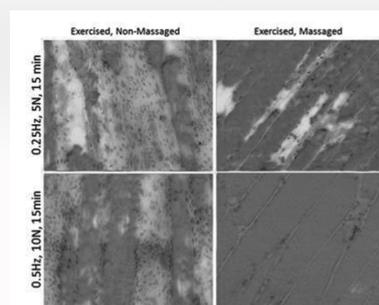


Figure 4 For the 0.25 Hz, 5 N, 15 min condition there was little difference between the massage and non-massaged muscles. In contrast, massage lead to decreased myofibre damage and cellular infiltration for the 0.5 Hz, 10 N and 15 min condition.

Haas et al. 2013

Optimale Dosierung

- Die beste muskuläre Erholung
 - maximales Drehmoment
 - die größte Muskelflexibilität
 - Senkung der Leukozytenkonzentration
 - Ausmaße der Gewebeschädigung durch:
 - größeren Druck (10 N = etwa 1 kg), einen ruhigeren Wechsel (0,5 Hz) von Muskelkompression und Entlastung, längere Zeit (30 min).
- Die schlechtesten Ergebnisse: schnellerer Rhythmus (0,25 Hz), geringere Kompression (5 N), eine kürzere Dauer (15 min)

Beeinflussung von Muskelverletzungen

Crane et al. McMaster University/Ontario (2012)



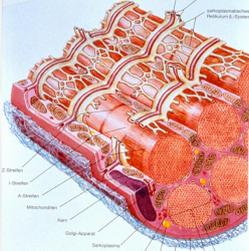
Klinisch experimentell

- Mechanotransduktion
- Veränderte Genexpression
- Steigerung der mitochondrale Biogenese
- Abschwächung der Produktion entzündlicher Zytokine: TNF- α = tumor necrosis factor- α und Interleukin-6 (IL-6).
- Modulation des Entzündungsprozesses
- Freisetzung genetischer Information
- Massage unterstützt den Selbstheilungsprozess
- Die Veränderungen sind belastungsabhängig und bei moderater Intensität höher als bei leichter.

Page • 43 www.bernhardreichert.de

Beeinflussung von Muskelverletzungen

Zelluläre Regeneration durch Massage (Waters-Banker 2014)



Mechanotransduktion

Zellkern

- 534 geänderte Genexpressionen
- Immunantwort
- O₂ - Transport
- Zellhormone
- ATPase und Lysosomen

Sarkomer

- Spannungssensoren: Titin, Z-Scheibe
- Proteinsynthese
- Aktivierung von ATP

Zytoskelett

- Mechanosensitiv
- Proteinsynthese

Page • 44 www.bernhardreichert.de

Bedeutung für die Sportphysiotherapie



Schlussfolgerung

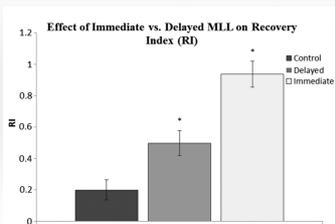
- Das Muskelgewebe ist mechanosensitiv
- Der Muskel setzt Massagereize in zelluläre Mechanismen um
- Massage unterstützt die Selbstheilung des Muskels
- Massage lindert die Folgen von Muskelkater

Page 45 www.bernhardreichert.de

Bedeutung für die Sportphysiotherapie



Effect of Immediate vs. Delayed MLL on Recovery Index (RI)



MLL Protocol	Recovery Index (RI)
Control	0.20 ± 0.06
Delayed	0.48 ± 0.09
Immediate	0.93 ± 0.08

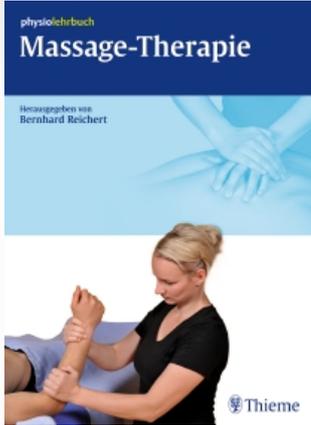
Direkt vs. Tag 2

Empfehlungen

- **Zeitpunkt:** eher direkt nach der sportlichen Belastung
- **Intensität und Dauer:** moderat und lang

Page 46 www.bernhardreichert.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!



www.bernhardreichert.de