

Die Rolle von biomechanischen Messmethoden im Motion Lab in der interdisziplinären, multi- professionellen und multimodalen Therapie von Rückenschmerzen

Keynote - Angewandte Biomechanik in Klink & Sport
Velamed Usergroup Meeting, A-Rum

9. September 2023

Stephan Weidmann, Sportwissenschaftler, M.Sc.
SpoWi Leiter des Motion Lab HafenCity

Dr. Jan Schilling
FA f. Orthopädie und Unfallchirurgie
Sportmedizin – Manuelle Medizin – Osteopathie – Spez. Schmerztherapie
Ärztlicher Leiter u. Inhaber des Therapiezentrum HafenCity
- Ortho Zentrum – Physio Zentrum – Motion Lab -

Die Rolle von biomechanischen Messmethoden im Motion Lab in der interdisziplinären, multi- professionellen und multimodalen Therapie von Rückenschmerzen



Therapiezentrum HafenCity

Est. 2013



Orthopädie



Reha- & Training



Biomechanik Labor

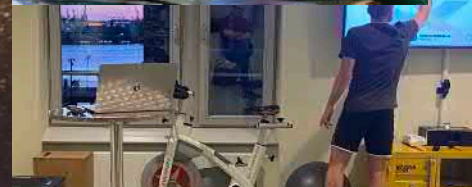
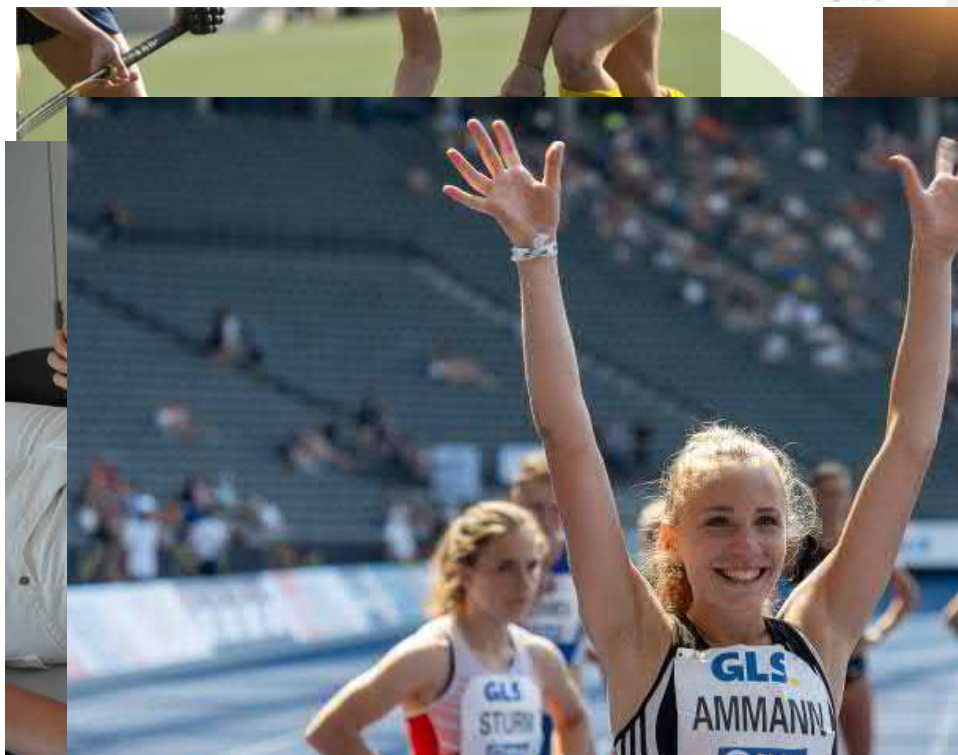


Physiotherapie



Osteopathie

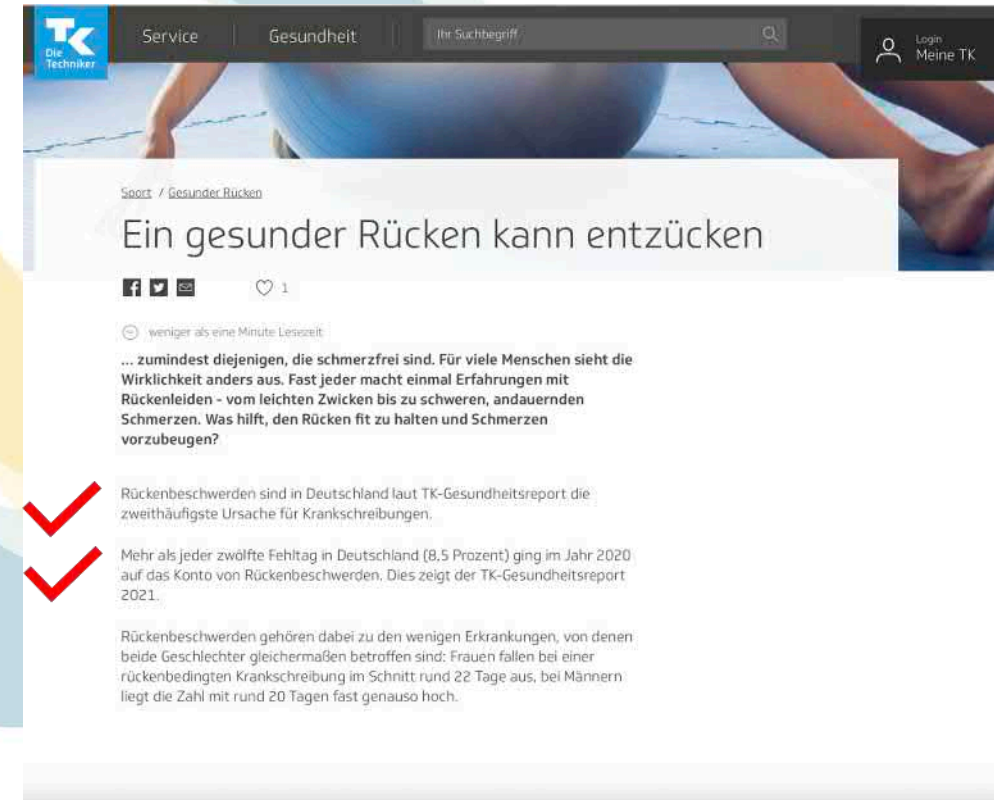
Background



Kreuzschmerz - Basics

Warum reden wir immer wieder davon ..?

- Punktprävalenz $\approx 37\%^4$
- Lebenszeitprävalenz von Kreuzschmerz $84\%^1$
- Lebenszeitprävalenz von chronischem Kreuzschmerz $\approx 23\%^1$
 - verbunden mit²:
 - reduzierter Lebensqualität
 - körperliche Einschränkungen
 - Depression, Angststörung, Schlafstörung
- Ökonomische Faktoren/Kosten³: 1,7% des BSP
 - Arbeitsunfähigkeitszeiten
 - Inanspruchnahme des Sozialsystems
- Sport
 - Sport konnte wegen Kreuzschmerzen nicht ausgeübt werden bei⁵ ..
 - 30% Football-Spieler
 - 15% Basketballer
 - Missed Turnament: 38% Tennisprofis



1. Airaksinen O et al. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J 2006;15 (Suppl. 2):S192-S300.
2. Gore M et al. The burden of chronic low back pain: clinical comorbidities, treatment patterns, and health care costs in usual care settings. Spine (Phila Pa 1976) 2012;37:E668-E677.
3. Wenig CM et al. Costs of back pain in Germany. Eur J Pain 2009;13:280-286.
4. Schmidt u. a., „Back Pain in the German Adult Population“. Spine 2007; 32(18):2005-11
5. 1. COLE AJ, The lumbar spine and sports. Aus: Cole AJ. The low back pain handbook: a practical guide for the primary care clinician. Philadelphia: Hanley&Belfus; 1997:309-321

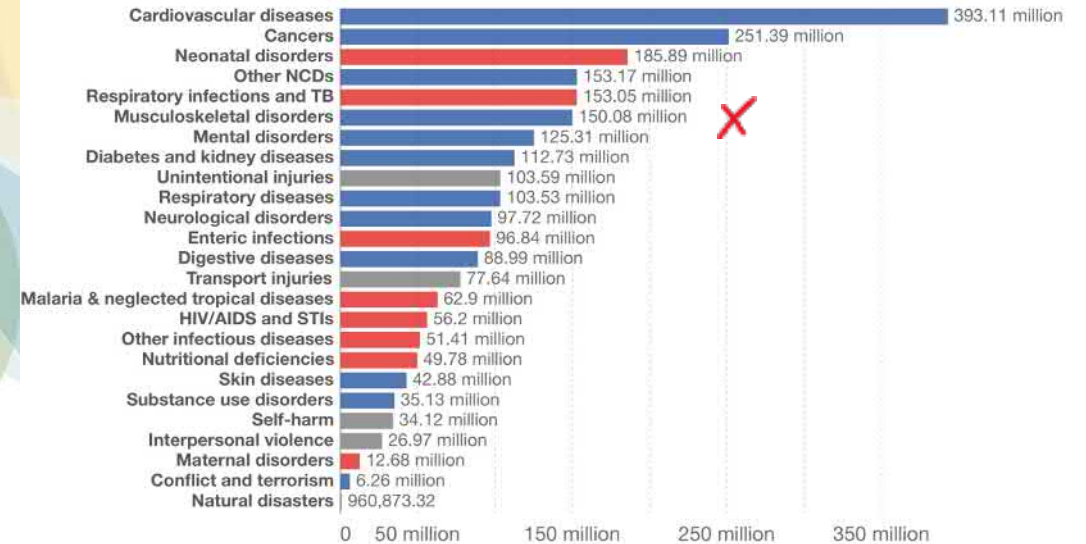
Kreuzschmerz - Basics



Burden of disease by cause, World, 2019

Total disease burden, measured in Disability-Adjusted Life Years (DALYs) by sub-category of disease or injury. DALYs measure the total burden of disease – both from years of life lost due to premature death and years lived with a disability. One DALY equals one lost year of healthy life.

Our World in Data



Source: IHME, Global Burden of Disease

OurWorldinData.org/burden-of-disease • CC BY

Note: Non-communicable diseases are shown in blue; communicable, maternal, neonatal and nutritional diseases in red; injuries in grey.

Quellen: www.iasp-pain.org / <https://ourworldindata.org/burden-of-disease>

Kreuzschmerz – Prognose und Risikofaktoren

“Common Knowledge“ ..

- „gutartiger“ Verlauf¹
 - nicht-spezifischer Kreuzschmerz: üblicherweise selbstbegrenzend
 - Genesungsrate von akuten Kreuzschmerzen in sechs Wochen: 90%
 - nur 2-7% der Betroffenen chronifizieren
- Kritik: Studien, die die Konsultation des Hausarztes bzw. die Wiederaufnahme der Arbeit als Endpunkte betrachteten und nicht den tatsächlichen Schmerzverlauf.
- Untersuchung des langfristiger Schmerzverlauf²:
 - Durchschnittlich 62% (42-75%) der Betroffenen waren nach zwölf Monaten nicht schmerzfrei
 - durchschnittlich 16% (3-40%) waren nach sechs Monaten noch nicht in der Lage, ihre alltäglichen Aktivitäten wieder aufzunehmen
 - 60% (44-78%) erlitten Rückfälle in Bezug auf Schmerzen und durchschnittlich 33% (26-37%) wurden erneut arbeitsunfähig

1. Andersson GB. The epidemiology of spinal disorders. In: Frymoyer JW, editor. The adult spine: Principles and Practice. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. p. 93-141
2. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. Eur Spine J 2003;12(2):149-65

Kreuzschmerz – Prognose und

Wissenschaft im Flow

- Diverse (epidemiologische) Studien

- Itz CJ, Geurts JW, van KM, et al. Clinical course of non-specific low back pain: a systematic review of prospective cohort studies set in primary

Wo bleibt die Biomechanik?

- Hallegraeff JM, Krijnen WP, van der Schans CP, et al. Expectations about recovery from acute non-specific low back pain predict absence from Physiother 2012;58(3):165-72. DOI: 10.1016/S1836-9553(12)70107-8
- Gurung T, Ellard DR, Mistry D, et al. Identifying potential moderators for response to treatment in low back pain: A systematic review. Physiot
- Chou R, Shekelle P. Will this patient develop persistent disabling low back pain? JAMA 2010;303(13):1295-302. DOI: 10.1001/jama.2010.344

REVIEW ARTICLE

Clinical course of non-specific low back pain: A systematic review of prospective cohort studies set in primary care

C.J. Itz¹, J.W. Geurts², M. van Kleef², P. Nelemans³

¹ Department of Health Service Research, Maastricht University, and Health Insurance Company VGZ, Eindhoven, The Netherlands

² Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, Maastricht University Medical Centre, 6202 AZ Maastricht, The Netherlands

³ Department of Epidemiology, Maastricht University, The Netherlands

Correspondence

Jose W. Geurts

Email: jose.geurts@mumc.nl

Funding sources

None declared.

Abstract

Background and objective: Non-specific low back pain is a relatively common and recurrent condition for which at present there is no effective cure. In current guidelines, the prognosis of acute non-specific back pain is assumed to be favourable, but this assumption is mainly based on return to function. This systematic review investigates the clinical course of pain in low back pain who seek treatment in

Included were prospective studies, that studied the prognosis of patients 3 months of duration in primary care reporting pain during follow-up were model. Subgroup analyses were used to the results of individual studies. eligible for evaluation. In the first 3

months, recovery is observed in 55% of patients, but 1 year after onset, 65% still report pain. Subgroup analysis reveals that the pooled proportion of patients still reporting pain after 1 year was 71% at 12 months for studies that considered total absence of pain as a criterion for recovery versus 57% for studies that used a less stringent definition. The pooled proportion for Australian studies was 41% versus 69% for European or US studies.

Conclusions: The findings of this review indicate that the assumption that spontaneous recovery occurs in a large majority of patients is not justified. There should be more focus on intensive follow-up of patients who have not recovered within the first 3 months.

1. Introduction

Non-specific low back pain (LBP) is a relatively common and recurrent condition with major medical and economical implications for which today there is no effective cure (van Tulder et al., 1995; Roelofs et al., 2008; Becker et al., 2010; van Middelkoop et al., 2011). Most treatment strategies and guidelines are based on the assumption that the prognosis of acute LBP is favourable and that the pain resolves

spontaneously in the majority of patients (Spitzer et al., 1987; Andersson, 1999; van Tulder et al., 2006). However, the evidence for this statement is mainly based on occupational studies in which 'return to work' or 'recovery from disability' is studied (Spitzer et al., 1987; Croft et al., 1998; Andersson, 1999). These studies indicate that most back pain patients return to function, this in spite of their pain (Bowey-Morris et al., 2011). There seems to be a lack of information on the course of acute

Kritik - Methodik

- NVL: B
sozial
- KEINE
integr
- NZ/AL
○ Bsp

The screenshot displays the website of the Australian Commission on Safety and Quality in Health Care. The header includes the organization's name, a search bar, and links for 'Careers' and 'Contact us'. The main navigation menu contains links for 'Home', 'Standards', 'Our work', 'COVID-19', 'Publications and resources', 'Newsroom', 'For consumers', and 'About us'. The breadcrumb trail indicates the path: Home > Standards > Clinical Care Standards > Low Back Pain Clinical Care Standard > Quality statements. The page title is 'Quality statements – Low Back Pain Clinical Care Standard'. The main content area states that the standard contains eight quality statements for patients aged 16 and over with low back pain. It also notes that the standard is applicable in all healthcare settings, particularly primary care and emergency departments. At the bottom, there are links for 'Print' and 'Share', a 'On this page' section with links to 'Quality statements' and 'Goals of the standard', and a footer with logos for 'National Safety and Quality Health Service (NSQHS) Standards' and 'National Safety and Quality Primary and Community Healthcare Standards'.

Dysfunktion

Nicholas

Schmerz - Krankheit

Krankheitsdimensionen

Strukturell („Bio“)

- Bandscheibenvorfall
- Spondylodiszitis
- Spondylolisthese
- ...

Funktionell („Bio“?)

- Muskuläre Dysbalance
- Insuff. Stabilisierung
- ...



Psychologisch

- Depression
- Angst
- Krankheitseinstellung
- ...

Sozial

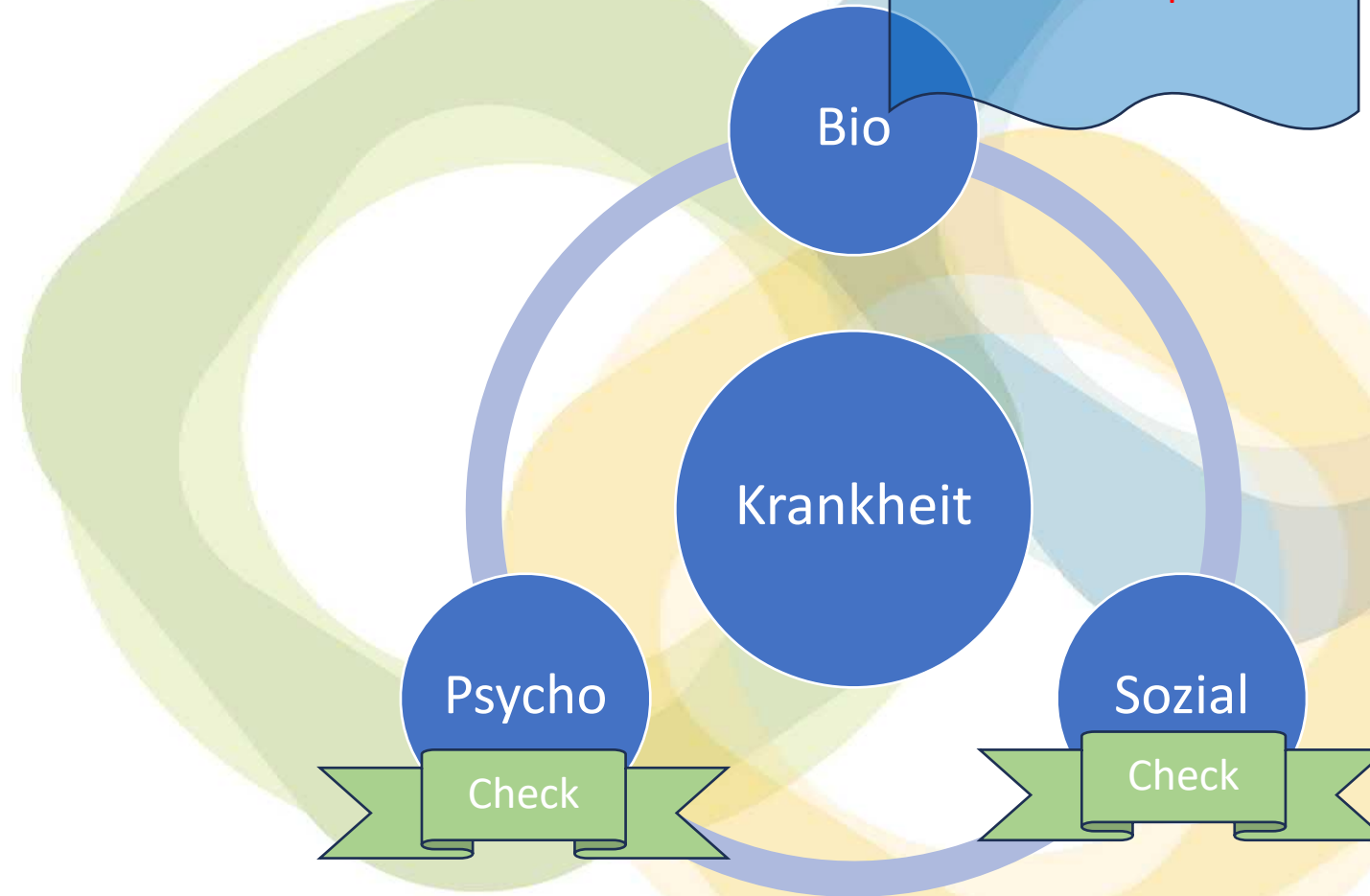
- Familiäre Bindung
- Konkreter Arbeitsplatz
- Subjektive Arbeitsprognose
- Kulturell

Schmerz - Krankheit

Krankheitsdimensionen

Bio-Psycho-Soziales Krankheitsmodell

Unsere Kompetenz!



- [Consumers](#) to know what care may be offered by their healthcare system, and to make informed treatment decisions in partnership with their clinician
- [Clinicians](#) to make decisions about appropriate care
- [Healthcare services](#) to understand the policies, procedures and organisational factors that can enable the delivery of high-quality care.

Some quality statements are linked to [indicators](#) to support monitoring of quality improvement.

Open All

Close All

[Quality statement 1 – Initial clinical assessment](#)



[Quality statement 2 – Psychosocial assessment](#)



[Quality statement 3 – Reserve imaging for suspected serious pathology](#)



[Quality statement 4 – Patient education and advice](#)



[Quality statement 5 – Encourage self-management and physical activity](#)



[Quality statement 6 – Physical and/or psychological interventions](#)



A patient with low back pain is offered physical and/or psychological interventions based on their clinical and psychosocial assessment findings. Therapy is targeted at overcoming identified barriers to recovery.

[Quality statement 7 – Judicious use of pain medicines](#)



[Quality statement 8 – Review and referral](#)



Kreuzschmerz

Ursachen und Einteilung

Klassifikation nach Ursache

„Entsprechend der Ursache können nicht-spezifische und spezifische Kreuzschmerzen unterschieden werden.“

Klassifikation nach zeitlichem Verlauf

„Bezüglich des zeitlichen Verlaufs werden akute, subakute und chronische sowie rezidivierende Kreuzschmerzen unterschieden.“



Programm für Nationale VersorgungsLeitlinien

Träger:

Bundesärztekammer

Kassenärztliche Bundesvereinigung

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen
Medizinischen Fachgesellschaften

Nationale VersorgungsLeitlinie

Nicht-spezifischer Kreuzschmerz

Langfassung

2. Auflage, 2017

Version 1

AWMF-Register-Nr.: nvl-007

Ergänzungen und Modifikationen der Leitlinie sind über die Webseite www.kreuzschmerz.versorgungsleitlinien.de zugänglich.

Bitte beachten Sie, dass nur die unter www.versorgungsleitlinien.de enthaltenen Dokumente des Programms für Nationale VersorgungsLeitlinien durch die Träger des NVL-Programms autorisiert und damit gültig sind. Bei NVL-Dokumenten, die Sie von anderen Webseiten beziehen, übernehmen wir keine Verantwortung für deren Gültigkeit.

© äzq

Kreuzschmerz

Klassifikation nach Ursache

- 15% (?) der [CLBP] Patienten zeigen eine klare Korrelation zwischen identifizierbarer Pathologie in der Bildgebung und der Klinik

- **Was beinhaltet „unspezifisch“?**

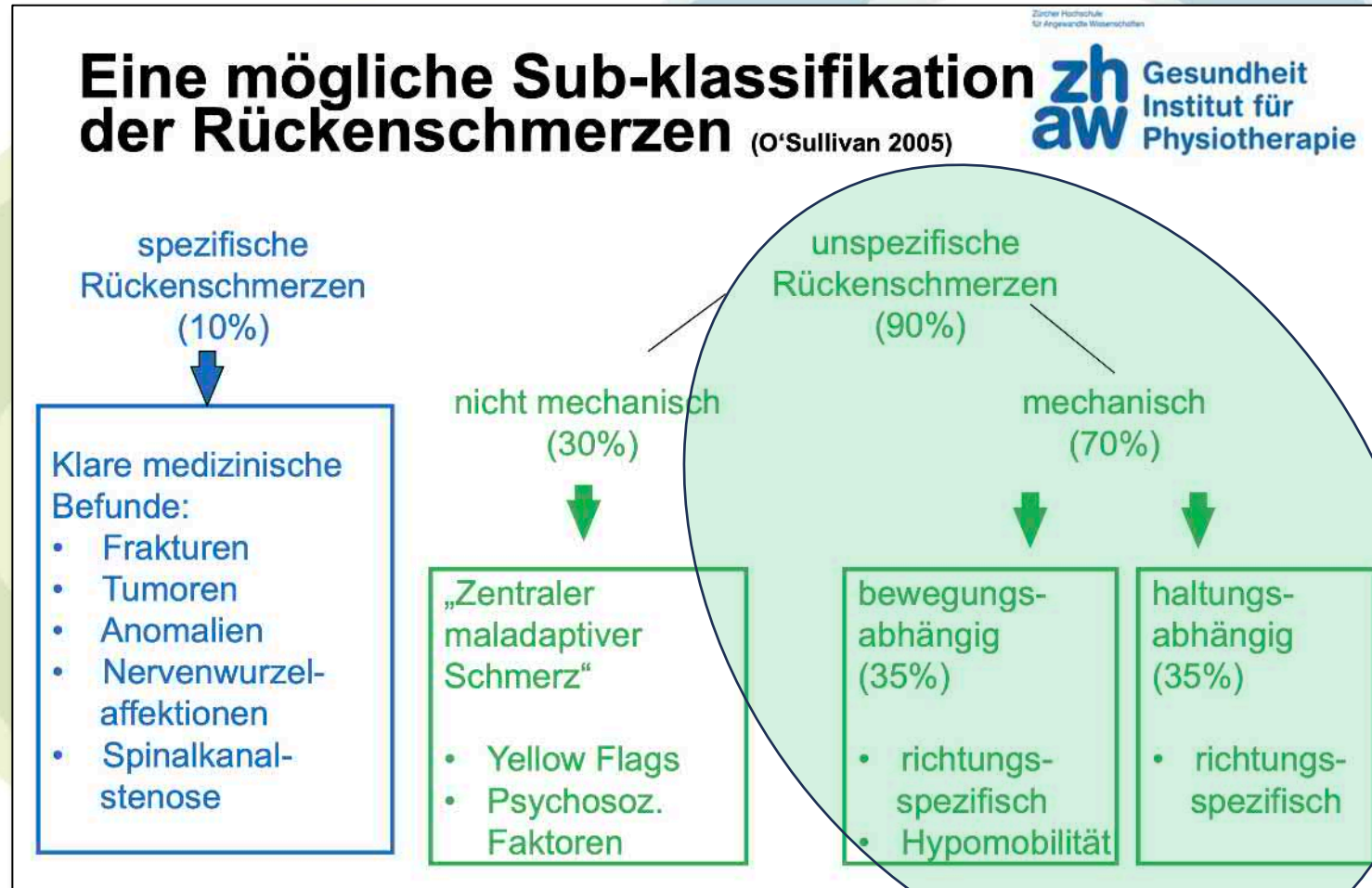
• 70% davon primär nozizeptiver Genese
(„mechanischer Kreuzschmerz“)

1.European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J 2006;15 (Suppl. 2):S192–S300.

2.Chou R et al. Appropriate use of lumbar imaging for evaluation of low back pain. Radiol Clin North Am 2012;50:569–585.

3.Förster M, Mahn F, Gockel U, Brosz M, Freynhagen R, et al. (2013) Axial Low Back Pain: One Painful Area – Many Perceptions and Mechanisms. PLoS ONE 8(7): e68273

Unspezifischer Kreuzschmerz



Luomajoki, H. 13. Schmerztherapeutentreffen 2014. Vortrag. Uni Freiburg

Unspezifischer Kreuzschmerz

„Mechanischer Kreuzschmerz“

Unspezifischer Kreuzschmerz – “mechanisch“

- Charakteristika:
- (Klinische) Tests:



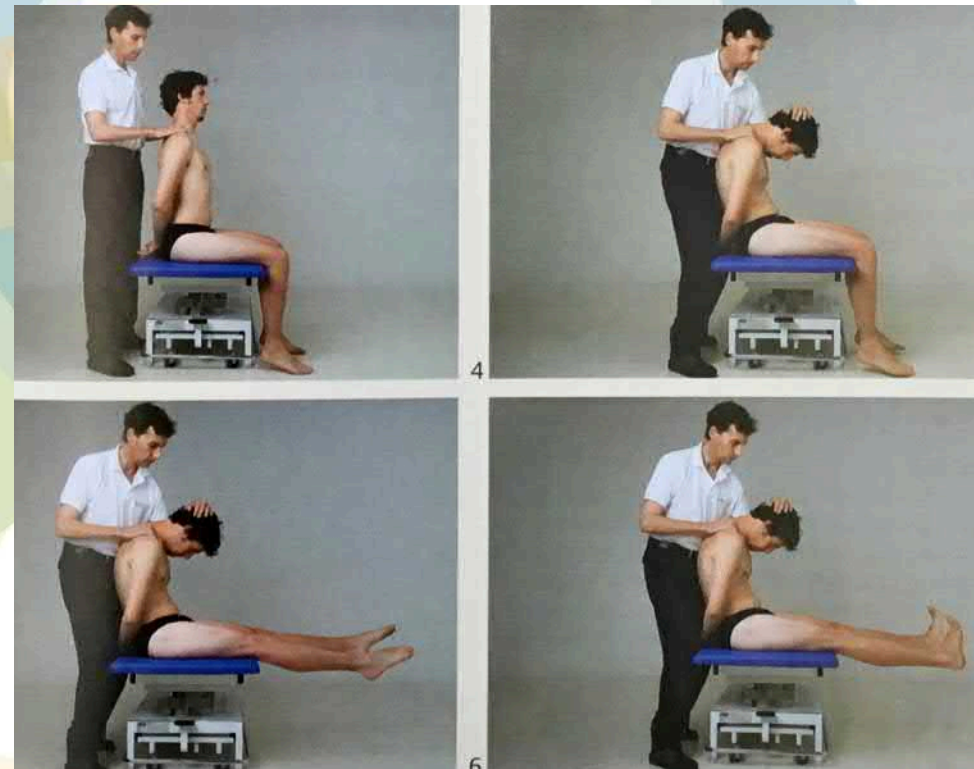
Objektivierung?
Was ist messbar?

Neuronal

- Faszien
- ...

Unspezifischer Kreuzschmerz

„Mechanischer Kreuzschmerz“



Bildnachweis: Manuelle Medizin Band 2., Böhni, Lauper, Locher. Thieme Verlag Stuttgart 20012

Unspezifischer Kreuzschmerz:

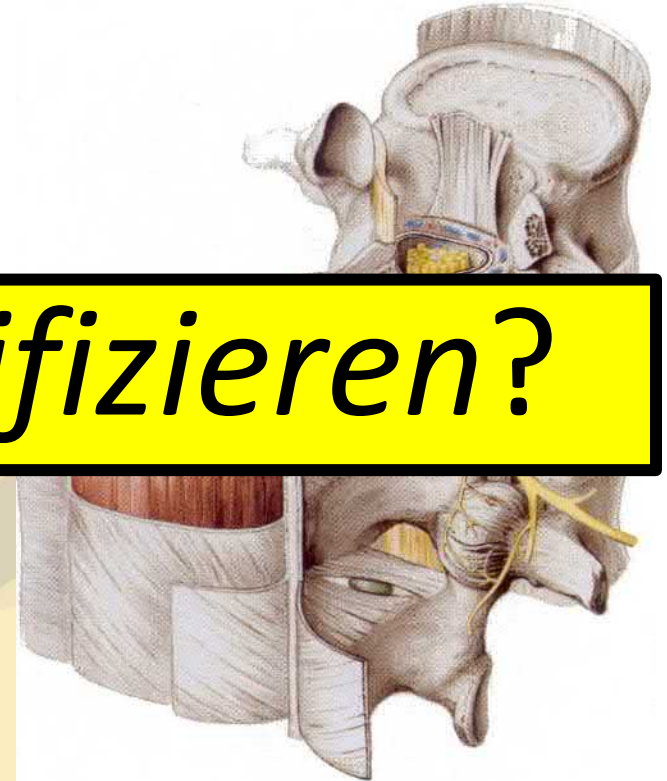
Myofasziale Schmerzen

Was ist die schmerzhafteste Struktur ...?

• der „echte“ Muskel, das

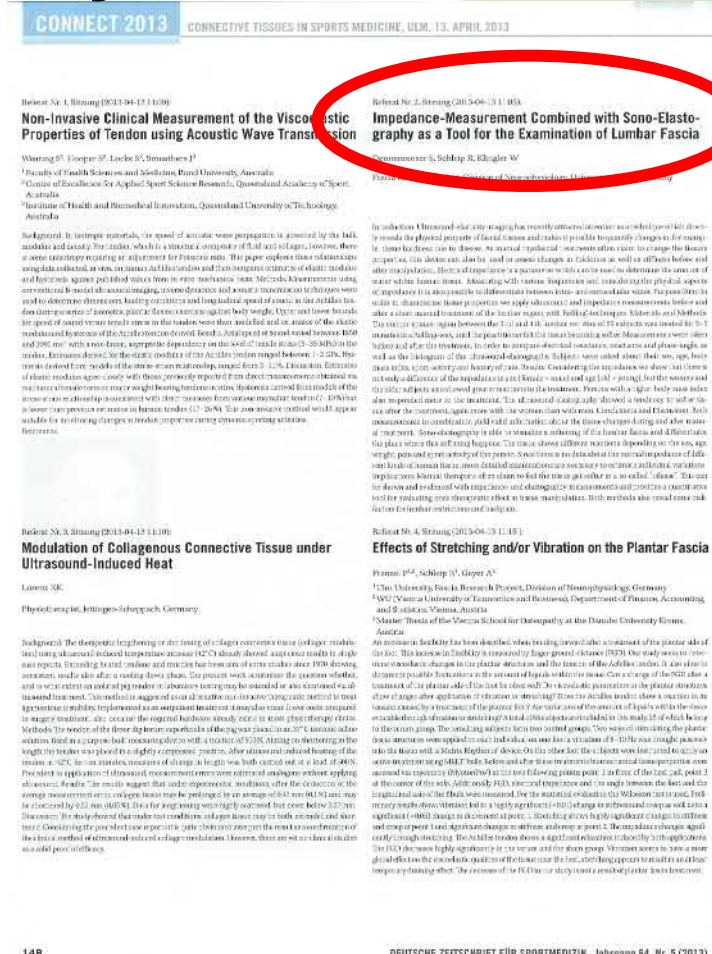
Wie können wir das *spezifizieren*?

- die extrazelluläre Matrix, die „Faszie“
- veränderte neuromuskuläre Ansteuerung bzw. Feedback?



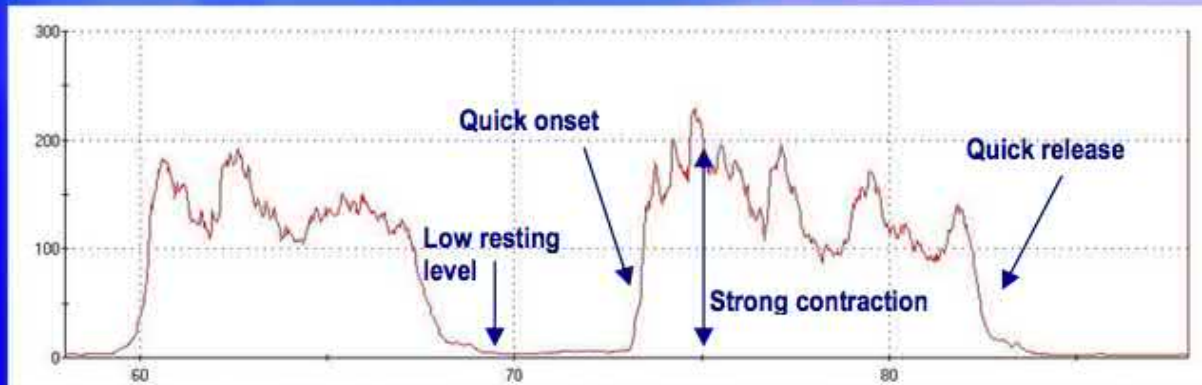
Quelle: Hildebrandt J, Müller G, Pfingsten M. Die Lendenwirbelsäule. Elsevier, München. 1. Auflage 2005

Unspezifischer Kreuzschmerz: Myofasziale Schmerzen



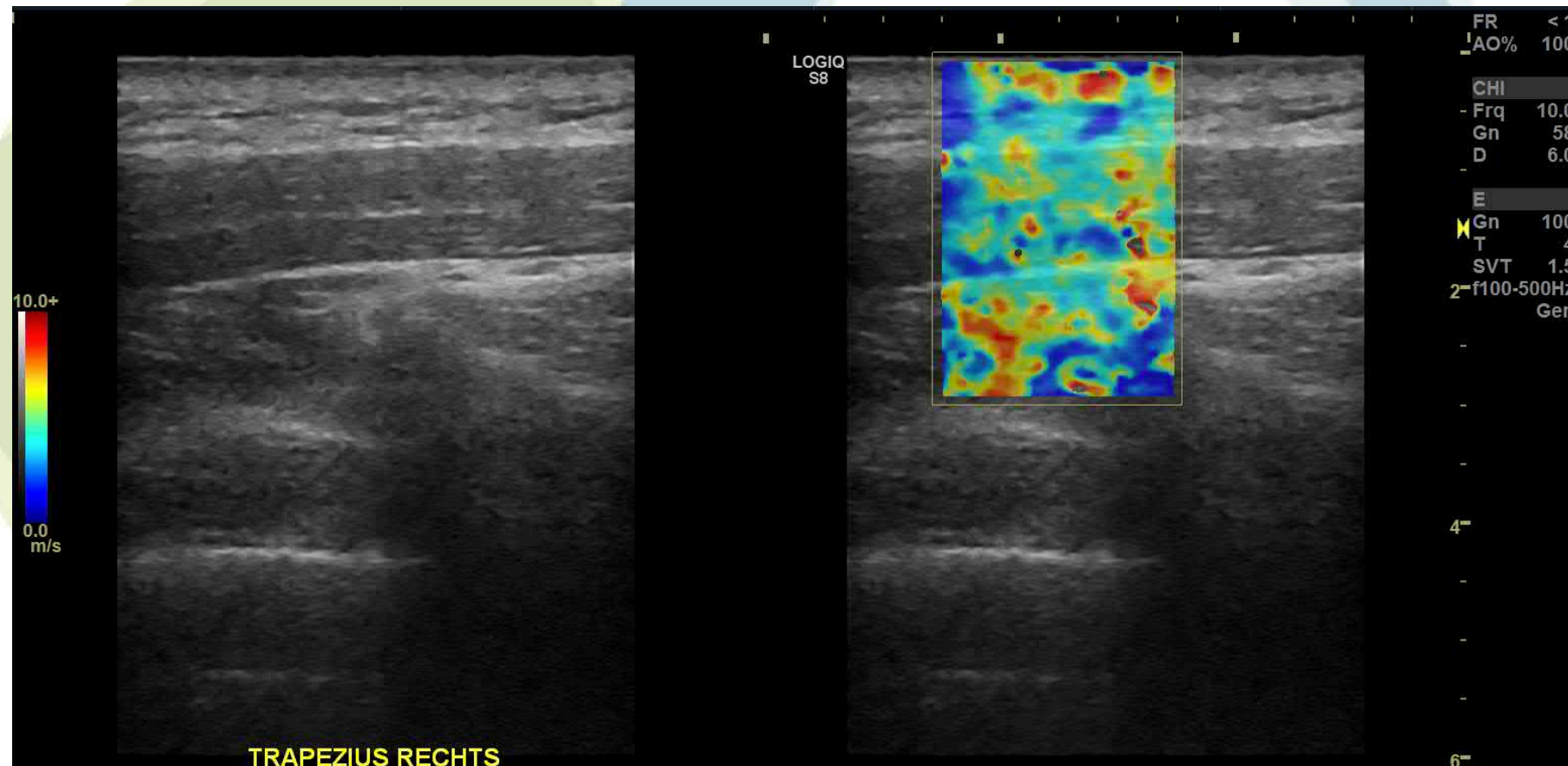
Tool: Oberflächen EMG





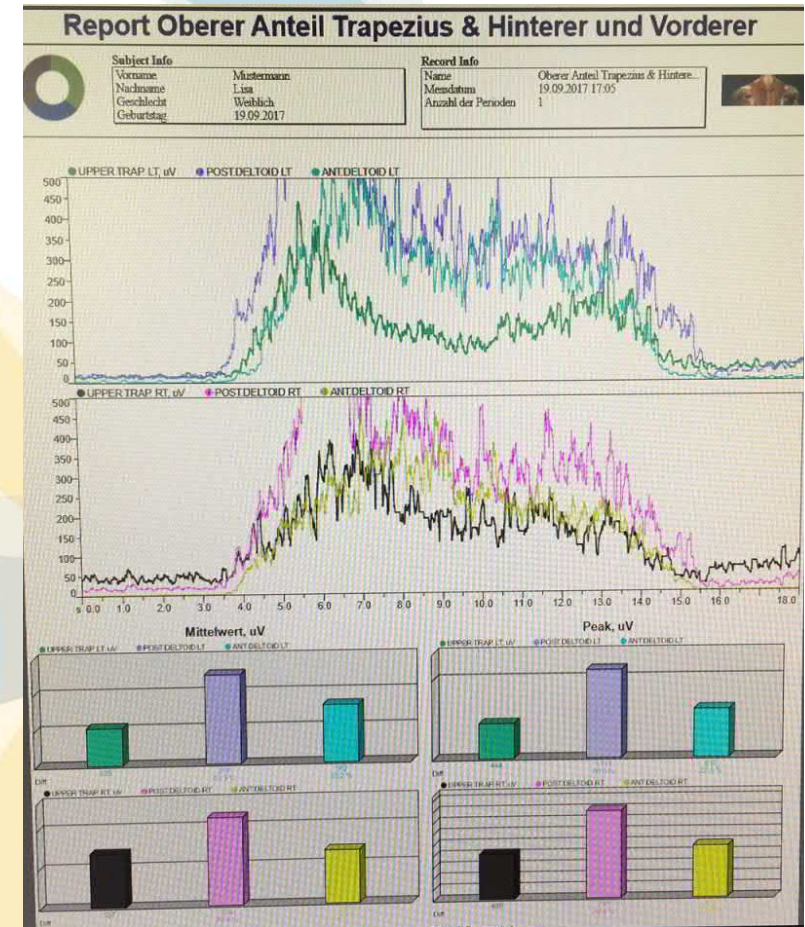
EMG eines untrainierten Muskels

Tool: Sono-Elastografie

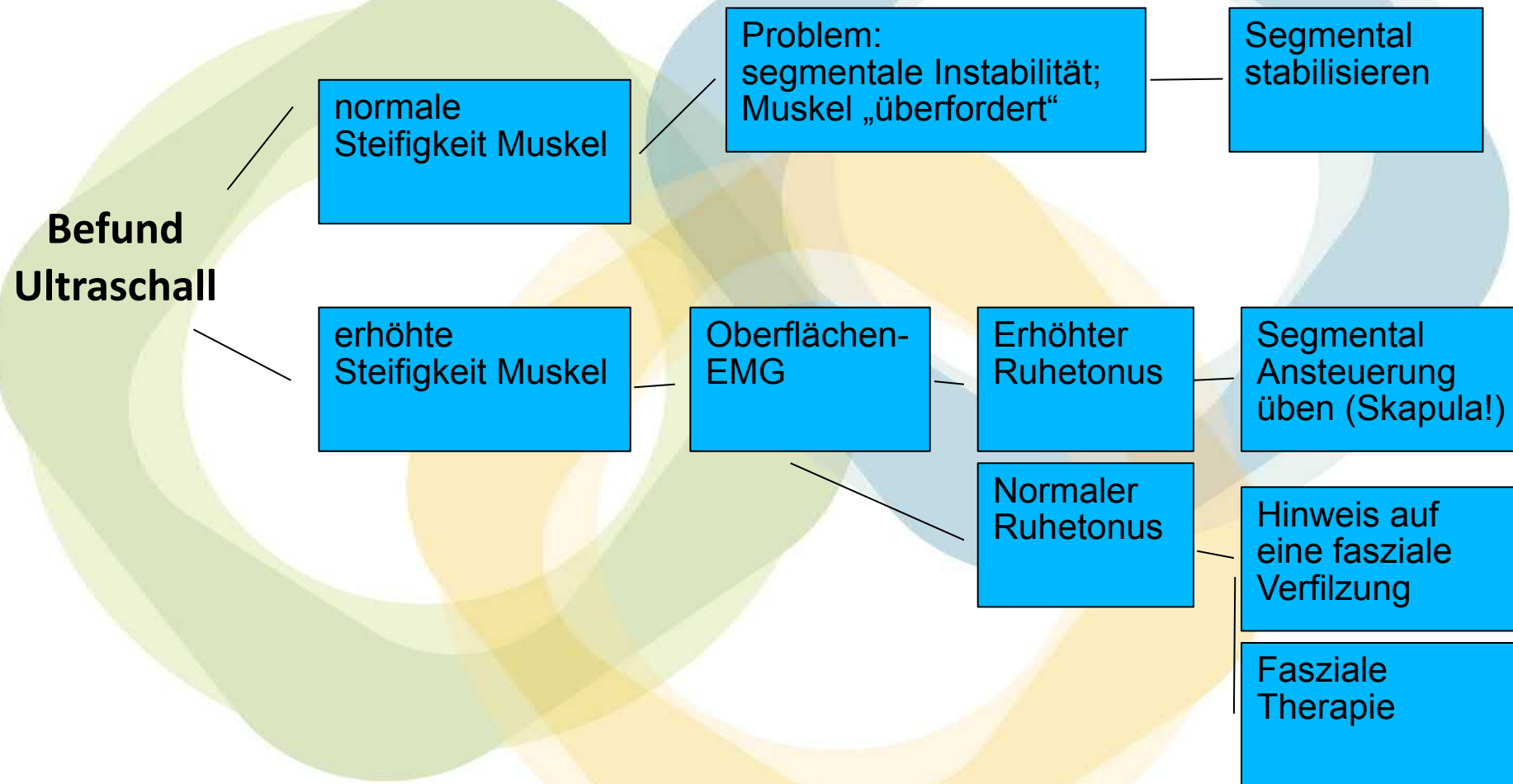


Oberflächen EMG

- Zeigt der Muskel *Aktivität*?
- Wie *stark* ist der Muskel aktiv?
- Ist der Muskel *mehr* oder *weniger* aktiv?
- Wie reagiert der Muskel bei *Ermüdung*?
- Kann der Muskel *entspannen*?



Beispiel Nackenschmerz – Algorithmus 2017



CHRONISCHER KREUZSCHMERZ

Was passiert an den Multifidii bei Patienten mit (chronifiziertem) Kreuzschmerz?



2018



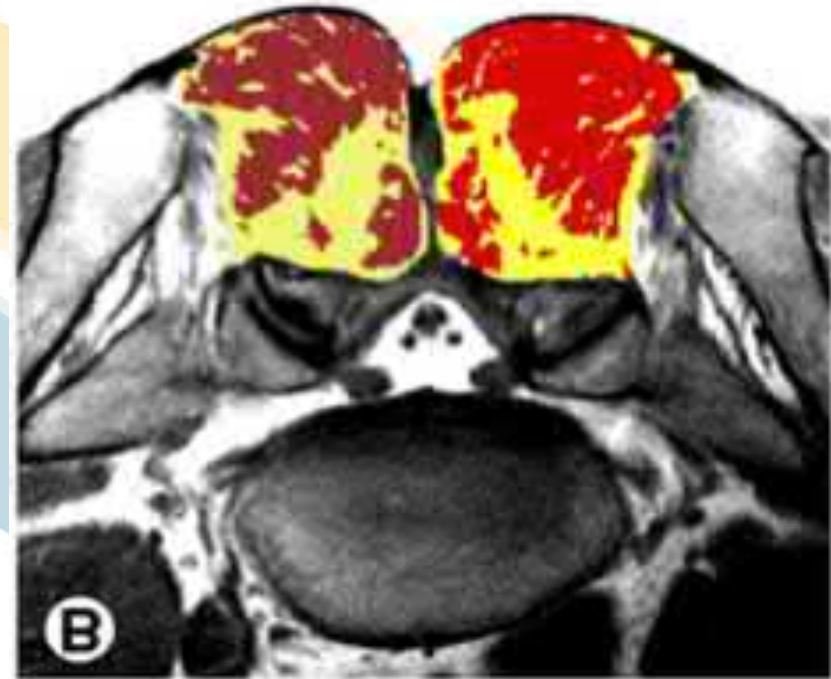
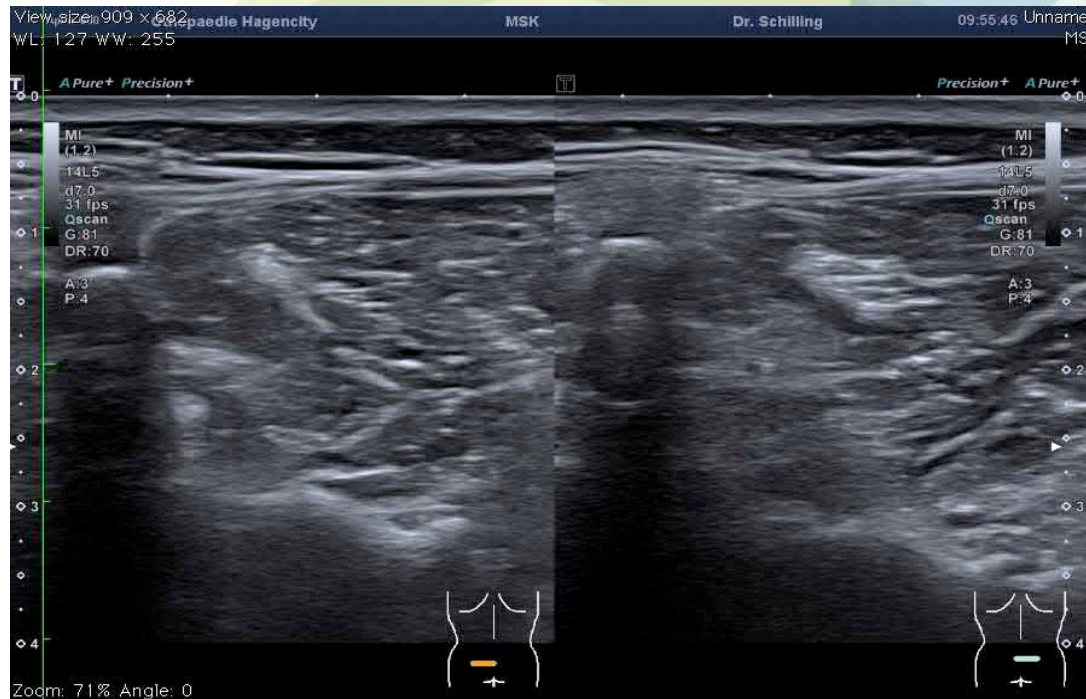
2020



2022

Atrophie des tiefen (medialen) Systems

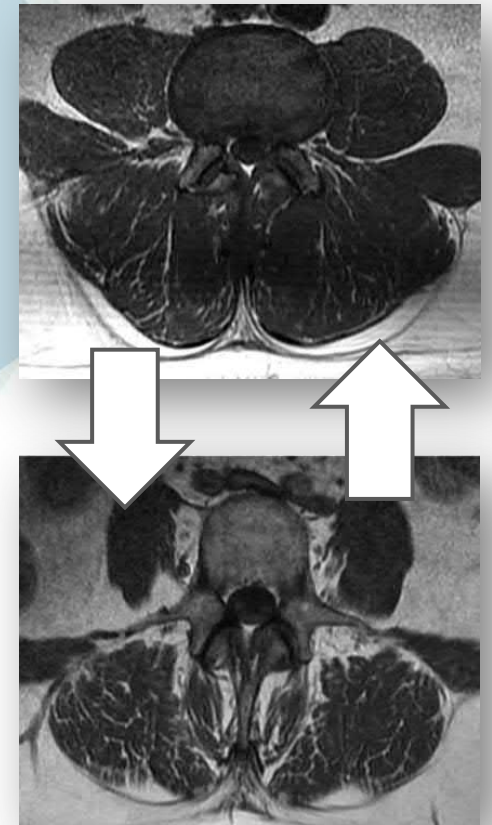
Simple Diagnose mit Ultraschall



Kreuzschmerz und Multifidii

Was passiert bei CLBP-Patienten?

- 80 % der Patienten weisen eine Atrophie des M. multifidus auf
 - Veränderungen der Multifidii sind typisch in CLBP^{1,2}
 - Fettig-bindegewebiger Umbau des tiefen Systems korreliert stark mit CLBP^{6,7}
 - Proportional zur Beschwerdedauer und Symptomatik³
- Erste Veränderungen sind Tage nach Beginn der Kreuzschmerzen nachweisbar⁴
 - Uni- und bilateral zu beobachten⁵
- Beeinträchtigung der Ausdauer, Stabilität und Reflexantwort der tiefen-medialen Muskelgruppen
- Aber: Dieser Umbau scheint durch effektive Therapie reversibel⁸



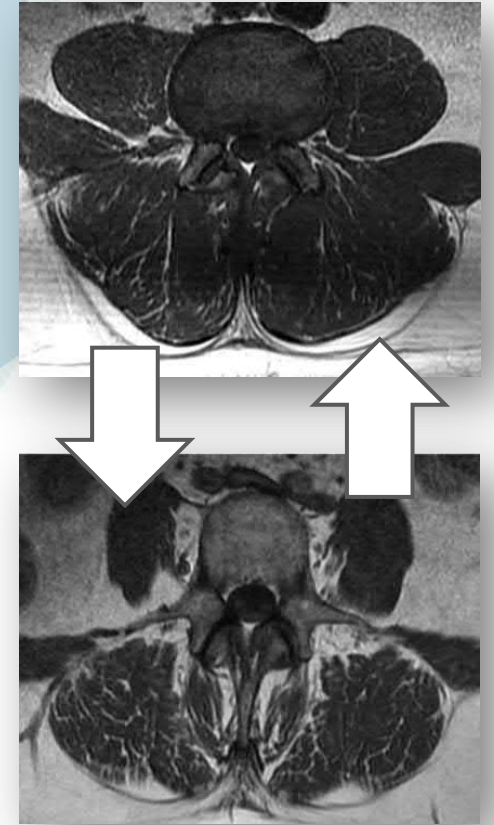
- Freeman, M. D., Woodham, M. A. & Woodham, A. W. The Role of the Lumbar Multifidus in Chronic Low Back Pain: A Review. *PM R* 2, 142–146 (2010).
- Hides, J. A., Stanton, W. R., Gilmore, C. & Bohlscheid, E. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Man. Ther.* 13, 43–9 (2008).
- Macdonald, D. A., Moseley, G. L. & Hodges, P. W. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain* 142, 183–8 (2009).
- Barker, K. L., Shamley, D. R. & Jackson, D. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 29, E515–9 (2004).
- Hides, J. A., Stokes, M., Saide, M., Jull, G. A. & Cooper, D. H. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 19, 165–72 (1994).
- Benneck, G. J. & Kulig, K. Multifidus atrophy is localized and bilateral in active persons with chronic unilateral low back pain. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 93, 300–6 (2012).
- Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E. & De Cuyper, H. J. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur. Spine J.* 9, 266–72 (2000).
- Yanik, B., Keyik, B. & Conkbayir, I. Fatty degeneration of multifidus muscle in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with chemical shift magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol.* 42, 771–8 (2013).
- Woodham, M. A., Woodham, A. W., Skeate, J. W., & Freeman, M. D. (2014). Long-Term Lumbar Multifidus Muscle Atrophy Changes Documented With Magnetic Resonance Imaging: A Case Series. *Journal of Radiology Case Reports*, 8(5), 27–34.
- Hides, J. A., Richardson, C. A. & Jull, G. A. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 21, 2763–9 (1996).

CHRONISCHER KREUZSCHMERZ

Was passiert an den Multifidii bei Patienten mit (chronifiziertem) Kreuzschmerz?

Besonderheit CLBP vs Akutschmerz:

- Veränderungen persistieren bei CLBP auch nach klinischer Besserung¹
- Erklärt möglicherweise die Wiederkehr von Symptomen nach initialer Besserung¹
- Lässt Folgerung zu, dass “motor control recovery” nicht automatisch passiert^{1,2}

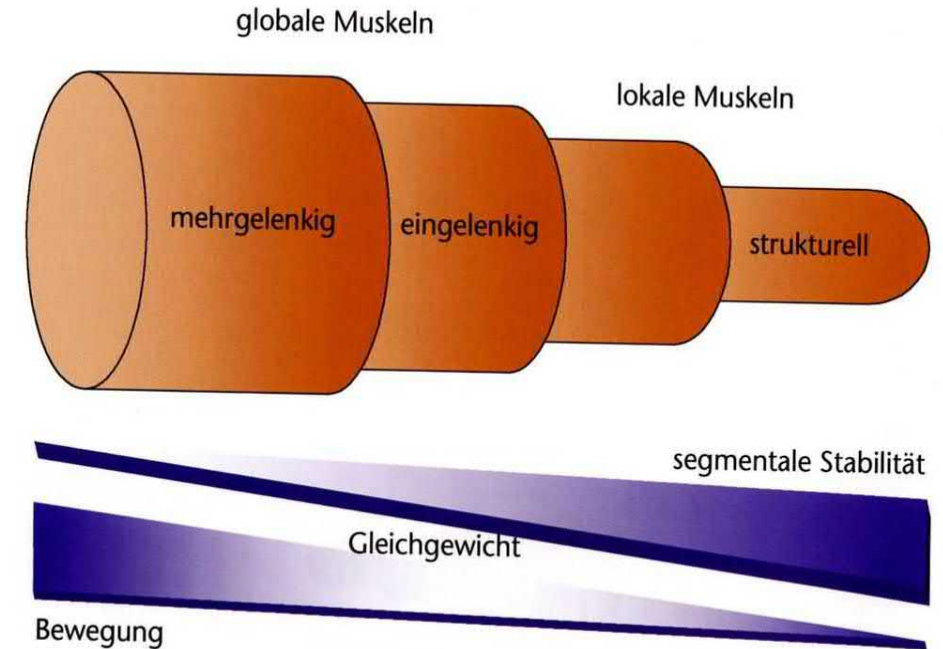


1. Freeman, M. D., Woodham, M. A. & Woodham, A. W. The Role of the Lumbar Multifidus in Chronic Low Back Pain: A Review. *PM R* 2, 142–146 (2010).
2. Hides, J. A., Richardson, C. A. & Jull, G. A. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 21, 2763–9 (1996).

Chronischer Kreuzschmerz

Funktionelle Aspekte beim chronischen Kreuzschmerz

- Veränderte Rekrutierung und Koordination von M. Multifidus und M. Transversus abdominis¹ führt zu
 - Veränderung der Muskelfaserzusammensetzung und schnellere Ermüdbarkeit der lumbalen Muskulatur²
 - Koordinationsstörungen und Muskelinhibition zeigen starke Korrelation mit muskuloskelettalen Schmerzen³
 - Beeinträchtigung der motorischen Kontrolle ist mit einer Insuffizienz des tiefen muskulären Systems verbunden⁴



C.Richardson et al.: „Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization“, Churchill Livingstone 2004

1. Hides 1994, 1996 Sivonen 1997 / 2. Rantanen 1993 / 3. Hides 1994, 1995 / 4. Hides J et al. Multifidus Muscle Recovery Is Not Automatic After Resolution of Acute, First-Episode Low Back Pain. Spine 1996 (21) 23: 2763-2769

Tiefes (mediales) paraspinales System

Aufgaben / Bedeutung

- M. Multifidus ist der wichtigste funktional-segmentale Stabilisator ¹
- Oberflächlichen Muskeln: lumbale Extension²
- Mittleren Muskeln: inter-segmentale Funktion
- Tiefen Muskeln: **propriozeptives Feedback² segmentale mot. Kontrollsystem**

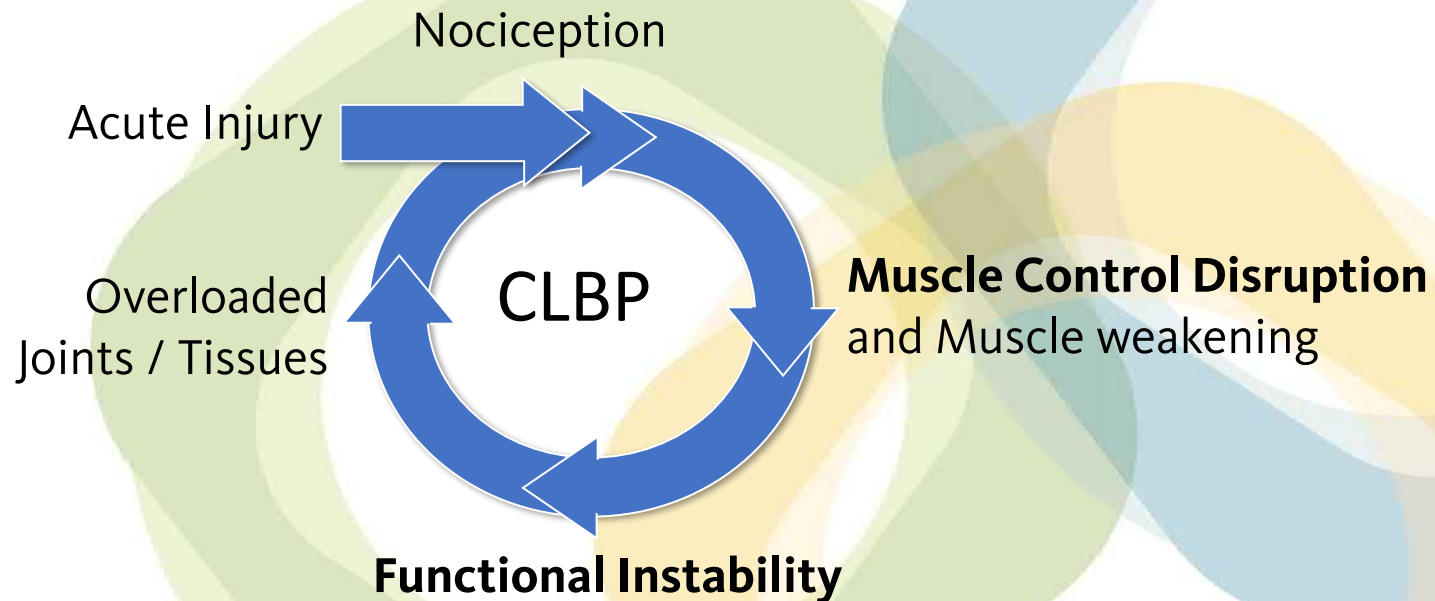


1. Kim CW, et al. Microarchitecture Studies of the Human Multifidus Muscle Reveal its Unique Design as a Major Dynamic Stabilizer of the Lumbar Spine. In: 54th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Soc.; 2008:1616.

2. Rosatelli, A. L., et al. (2008). Three-dimensional study of the musculotendinous architecture of lumbar multifidus and its functional implications. Clinical Anatomy (New York, N.Y.), 21(6), 539–46.

CHRONISCHER KREUZSCHMERZ

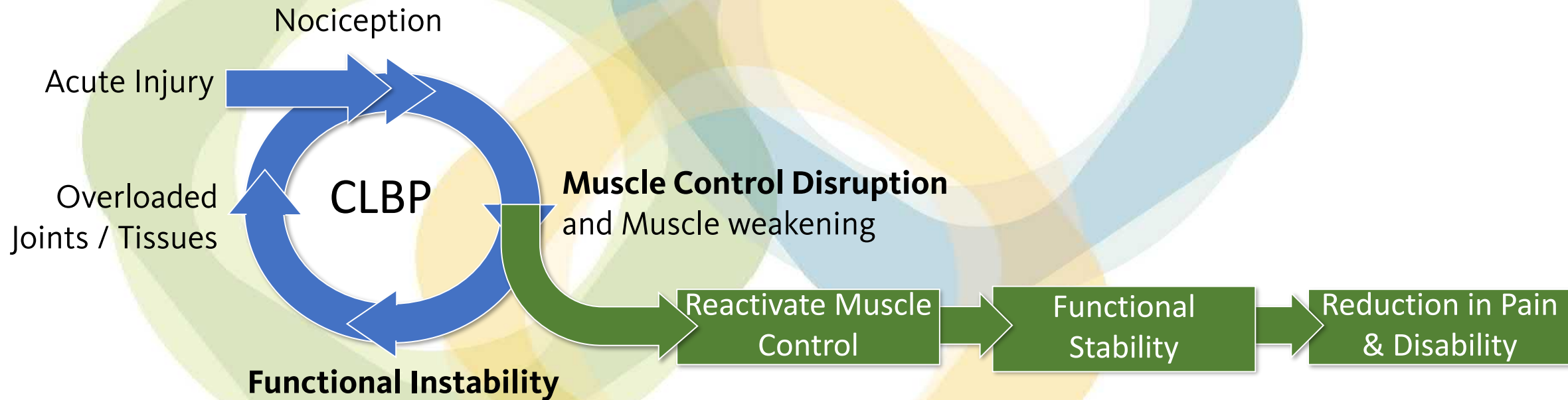
Gestörte neuromuskuläre Ansteuerung des tiefen-medialen Systems



- Eine gestörte neuromuskuläre Kontrolle kann zu einem Teufelskreis führen: Funktionelle Instabilität und andauernde Nozizeption führen zu chronischem Schmerz^{2,3}

CHRONISCHER KREUZSCHMERZ

Therapieansatz: neuromuskuläre Ansteuerung des tiefen-medialen Systems wiederherstellen



1. Freeman, M. D., Woodham, M. A. & Woodham, A. W. The Role of the Lumbar Multifidus in Chronic Low Back Pain: A Review. PM R 2, 142–146 (2010).
2. O'Sullivan, P. B. (2005). Diagnosis and classification of CLBP disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. Manual Therapy, 10(4), 242–55.
3. Seminowicz, D. et al (2011). Effective treatment of CLBP in humans reverses abnormal brain anatomy and function. The Journal of Neuroscience, 31(20), 7540–50.

Functional Restoration

- Funktioneller, multikausaler, Therapieansatz
- Prinzip der Functional Restoration (FR)¹
 - „Therapieprinzip bei chronischen Schmerzen, das eine Wiederherstellung bzw. Verbesserung der subjektiven und objektiven Funktionsfähigkeit auf somatischer, psychologischer und sozialer Dimension anstrebt.“

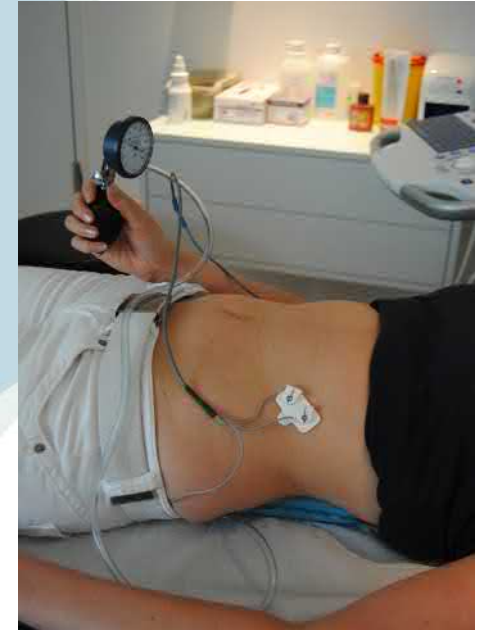
1. Mayer, Gatchel et al: A prospective two year study of functional restoration in an industrial low back injury. An objective assessment procedure. JAMA 1987, 258:1763-7

2. Nagel B.: Weniger Schmerz durch gute Funktion – „functional restauration“. Manuele Medizin 2022;60: 72- 76

Unspezifischer Kreuzschmerz

Mechanischer Kreuzschmerz

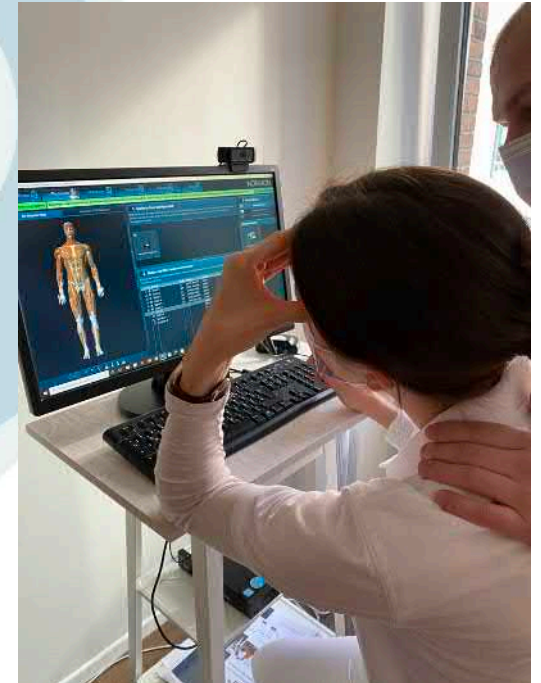
- Problemstellung
 - Wie kann ich die tiefe mediale Rückenmuskulatur diagnostisch evaluieren?
 - Wie sind die aktuell angewandten Verfahren zu bewerten?
 - „Hands-on“ (Palpation)
 - Hilfsmittel (z.B. Stabilizer® bei LWS-Dysfunktion)
 - Ultraschall Bio-Feedback
 - EMG-Bio-Feedback



Unspezifischer Kreuzschmerz

Mechanischer Kreuzschmerz

- Problemstellung
 - Welche diagnostischen Optionen gibt es im Bereich (Dys-)Funktion der myofaszialen und skelettalen Systeme?
 - Gelenke
 - Muskeln
 - Was ist mit dem afferenten und efferenten neuronalen System?
 - EMG-Bio-Feedback



Training der segmentalen Stabilisation

Allgemein

- Annahme:
 - lokales Muskelsystem gestört -> Kompensation globaler Muskeln
- **✗** Feedforward-Antwort des Transversus abd. (TA) & Mm. multifidi (MF)

Richardson et al. 2009



Training der segmentalen Stabilisation

Allgemein

- Ziel: willkürliche Trennung lokaler Muskelaktivierung & globaler Muskelspannung
- Inhalte: „Down-Training“, „UP-Training“, Koordination, Stabilisation (iso. Kontraktion)
- Anleitung über Vorstellungsbilder, z.B. „Bauchnabel leicht Richtung Wirbelsäule ziehen“



Richardson et al. 1999

Training der segmentalen Stabilisation

Standardverfahren Biofeedback Palpation

- TA
 - In Rückenlage medial der SIAS palpieren
 - „Unterbauch anspannen & keine Bewegung Rücken“
- MF
 - In Bauchlage palpieren
 - „Wirbel Richtung Bauchnabel ziehen“

Richardson et al. 2009

Hamilton et al. 1997



Training der segmentalen Stabilisation

Standardverfahren Biofeedback Palpation

- Anspannung 10x10 sec
- Wirbelsäule in Neutralposition halten
- Progression über z.B. Vierfüssler, Sitz

Wichtig: Kontrolle Ko-Kontraktionen

Richardson et al. 2009

Training der segmentalen Stabilisation

Standardverfahren Biofeedback Stabilizer®

- Platzierung zw. SIAS & Mitte Bauchnabel
- 70 mmHg
- TA-Aktivierung ohne Ko-Kontraktionen
 - Gute Ansteuerung: negative Abweichung von 4-10 mmHg
 - Ungenügende Ansteuerung: alle weiteren Abweichungen



Richardson et al. 2009

Training der segmentalen Stabilisation

Standardverfahren Biofeedback Stabilizer®

Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain - a comparative study

Fábio Renovato França, Thomaz Nogueira Burke, Erica Sato Hanada, Amélia Pasqual Marques

Department of Physical Therapy, Communication Science & Disorders, Occupational Therapy, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brazil.

2010

	Segmental Stabilization (n = 15)		Relative gain	P	Superficial Strengthening (n = 15)		Relative gain	p
	Pre-treat	Post-treat			Pre-treat	Post-treat		
Pain-VAS (0-10 cm)#								
Mean(SD)	5.94 (1.56)	0.06 (0.16)	99%	<0.001*	6.49 (1.48)	2.89 (1.45)	55%	<0.000*
Pain-McGill (0-67)#								
Mean(SD)	35.00 (7.76)	3.20 (4.00)	92%	<0.001*	37.67 (7.33)	19.8 (7.93)	48%	<0.000*
Sensory (0-34)#								
Mean(SD)	18.20 (4.43)	1.73 (2.99)	93%	<0.001*	20.20 (3.55)	11.27 (4.58)	43%	<0.000*
Affective (0-17)#								
Mean(SD)	8.07 (2.43)	0.33 (0.62)	97%	<0.001*	9.40 (3.29)	3.60 (1.99)	61%	<0.000*
Functional disability (0-45)#								
Mean(SD)	17.07 (3.99)	1.80 (1.26)	90%	<0.001*	17.27 (3,84)	8.40 (3,13)	52%	<0,000*
Contraction of TrA-UBP (4 to-10mmHg)#								
Mean(SD)	-0.67 (1.95)	-5.33 (1.23)	48.32%	<0,001*	-0.40 (1,35)	0.00 (1,57)	-5.11%	0,99

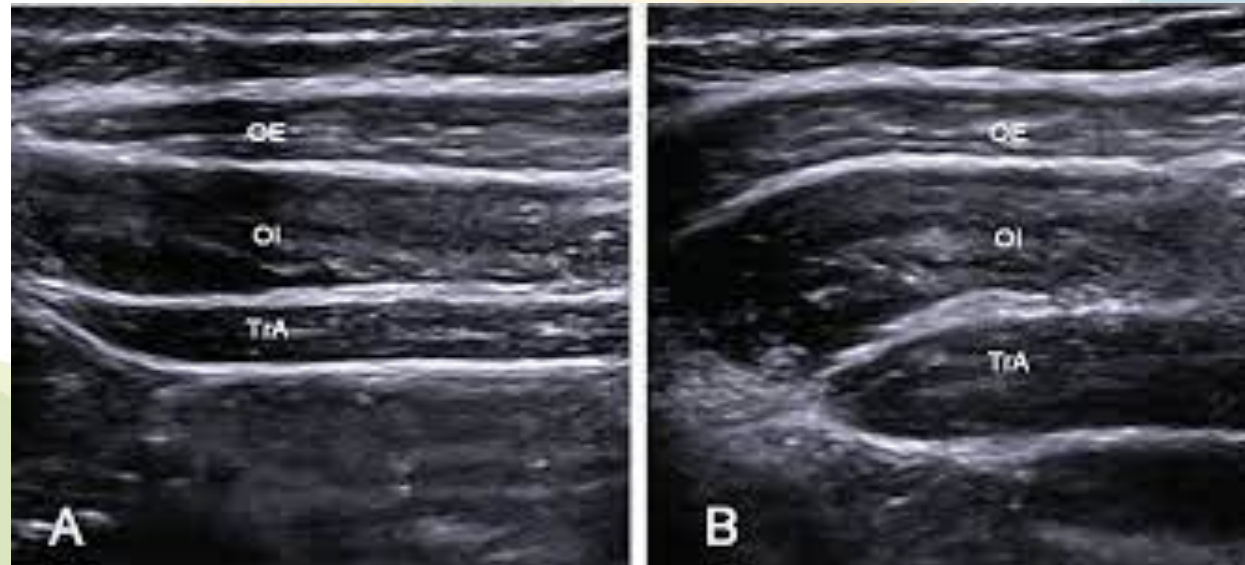
*statistically significant difference; pre-treat = before treatment; post-treat = immediately after treatment

#Normal range

Training der segmentalen Stabilisation

Echt-Zeit-Ultraschall Biofeedback

- Sichtbarkeit der Aktivität des TA → Muskelschicht wird dicker
- Kontrolle Kompensation oberflächlicher Muskulatur → Muskelschicht gleichmäßig



Benz 2016

Training der segmentalen Stabilisation

Echt-Zeit-Ultraschall Biofeedback

> [PM R](#). 2014 Jul;6(7):612-23. doi: 10.1016/j.pmrj.2013.11.014. Epub 2013 Dec 4.

Training of transversus abdominis activation in the supine position with ultrasound biofeedback translated to increased transversus abdominis activation during upright loaded functional tasks

[Sue L McPherson](#)¹, [Todd Watson](#)²

Is abdominal hollowing exercise using real-time ultrasound imaging feedback helpful for selective strengthening of the transversus abdominis muscle?

A prospective, randomized, parallel-group, comparative study

[Dae Hee Lee](#), MD^a, [Seong Kyung Hong](#), MD^b, [Yang-Soo Lee](#), MD, PhD^{c,d}, [Chul-Hyun Kim](#), MD, PhD^{c,d}, [Jong Moon Hwang](#), MD^c, [Zeeihn Lee](#), MD, PhD^a, [Jong Min Kim](#), MD^a, [Donghwi Park](#), MD^{a,*}

2018

Investigation of Real-Time Diagnostic Ultrasound as a Means of Biofeedback Training in Transversus Abdominus Re-Education of Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Prospective Randomized Controlled Pilot Study

[Nikolaos Taxiarchopoulos](#)^{1,*}, [Elena Drakonaki](#)², [Maria Gianniotis](#)¹, [Charalampos Matzaroglou](#)¹, [Elias Tsepi](#)¹ and [Evdokia Billis](#)¹ 2023

Randomized Controlled Trial > [Phys Ther](#). 2008 Feb;88(2):261-9. doi: 10.2522/ptj.20060308.

Epub 2007 Nov 27.

Influence of feedback schedule in motor performance and learning of a lumbar multifidus muscle task using rehabilitative ultrasound imaging: a randomized clinical trial

[Wendy J Herbert](#)¹, [Deborah Givens Heiss](#), [D Michele Basso](#)

Training der Oberflächen-Elektro-

- Biofeedback Train
-> Ton bei Kontraktion
 - M. rectus abdominis
- „Positiv-Biofeedback“
mit Kontrolle TA

○ MF-EMG: Geht

Richardson et al. 2009

Surface EMG electrodes do not accurately record from lumbar multifidus muscles

Ian A.F. Stokes ^{a,*}, Sharon M. Henry ^b, Richard M. Single ^c

^a Department of Orthopaedics and Rehabilitation, University of Vermont, Burlington, VT 05405-0084, USA

^b Department of Physical Therapy, University of Vermont, Burlington, VT 05405-0068, USA

^c Department of Medical Biostatistics, University of Vermont, Burlington, VT 05405-0082, USA

Received 11 June 2002; accepted 4 October 2002

Abstract

Objective. This study investigated whether electromyographic signals recorded from the skin surface overlying the multifidus muscles could be used to quantify their activity.

Design. Comparison of electromyography signals recorded from electrodes on the back surface and from wire electrodes within four different slips of multifidus muscles of three human subjects performing isometric tasks that loaded the trunk from three different directions.

Background. It has been suggested that suitably placed surface electrodes can be used to record activity in the deep multifidus muscles.

Methods. We tested whether there was a stronger correlation and more consistent regression relationship between signals from electrodes overlying multifidus and longissimus muscles respectively than between signals from within multifidus and from the skin surface electrodes over multifidus.

Results. The findings provided consistent evidence that the surface electrodes placed over multifidus muscles were more sensitive to the adjacent longissimus muscles than to the underlying multifidus muscles. The R^2 for surface versus intra-muscular comparisons was 0.64, while the average R^2 for surface-multifidus versus surface-longissimus comparisons was 0.80. Also, the magnitude of the regression coefficients was less variable between different tasks for the longissimus versus surface multifidus comparisons.

Conclusions. Accurate measurement of multifidus muscle activity requires intra-muscular electrodes.

Relevance

Electromyography is the accepted technique to document the level of muscular activation, but its specificity to particular muscles depends on correct electrode placement. For multifidus, intra-muscular electrodes are required.

© 2002 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

Keywords: Electromyography; Multifidus; Muscles; Lumbar spine

1. Introduction

Electromyography (EMG) provides a method to estimate the degree of muscular activation, by recording potentials from electrodes placed within or close to a selected muscle. For placement within the muscle, fine wires with uninsulated tips, or needles with electrodes built into them transduce these signals directly, but from a selected region of the muscle. Alternatively, electrodes

(typically of a Ag–AgCl design) are adhered to the skin overlying the muscle to provide an indirect measure of muscle generated potentials. These two methods have relative advantages and disadvantages. The most salient advantages are the non-invasive nature of the surface electrodes, and the anatomical specificity of the intra-muscular electrodes. Indwelling electrodes sample from a small volume of muscle whereas surface electrodes sample a large volume (Basmajian and De Luca, 1985).

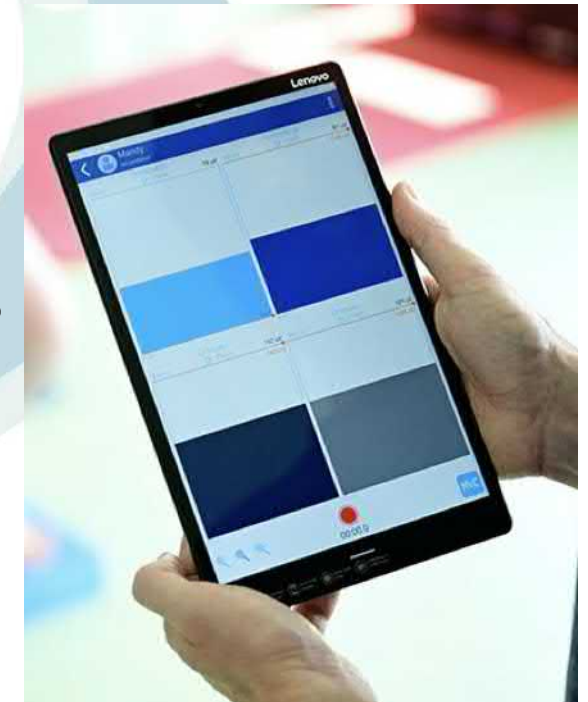
Surface electrodes may record from several muscles at the same time ('crosstalk'), and may move relative to these muscles as the subject performs a task. It is therefore important to know the sensitivity of each

* Corresponding author.

E-mail address: ian.stokes@uvm.edu (I.A.F. Stokes).

ation

iv-Biofeedback“)



Training der segmentalen Stabilisation

Oberflächen-Elektromyographie Biofeedback

Review

Surface Electromyographic (SEMG) Biofeedback for Chronic Low Back Pain

Randy Neblett

Productive Rehabilitation Institute of Dallas for Ergonomics (PRIDE) Research Foundation,
5701 Maple Ave. #100, Dallas, TX 75235, USA; randyneblett@pridedallas.com; Tel.: +1-214-351-6600

Academic Editors: Robert J. Gatchel and Sampath Parthasarathy

Received: 8 February 2016; Accepted: 6 May 2016; Published: 17 May 2016

Published in final edited form as:

Clin J Pain. 2010 June ; 26(5): 403–409. doi:10.1097/AJP.0b013e3181d2bd8c.

Correcting Abnormal Flexion-Relaxation in Chronic Lumbar Pain: Responsiveness to a New Biofeedback Training Protocol

Randy Neblett, M.A., L.P.C., BCIA-C*, **Tom G. Mayer, M.D.****, **Emily Brede, R.N., M.S. candidate***, and **Robert J. Gatchel, Ph.D.*****

SEMG —> „Down-Train“ oder „Up-Train“

„Normalsierung“ des FR-Phänomen -> Vergleichbar mit schmerzfreier Kontrollgruppe

Training der segmentalen Stabilisation

Oberflächen-Elektromyographie Biofeedback

NEUROMECHANICAL RESPONSES AFTER BIOFEEDBACK TRAINING IN PARTICIPANTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN: AN EXPERIMENTAL COHORT STUDY

Isabelle Pagé, DC, MSc,^a Andrée-Anne Marchand, DC, MSc,^a François Nougrou, PhD,^b Julie O'Shaughnessy, DC, MSc,^c and Martin Descarreaux, DC, PhD^d

Copyright © 2015 by National University of Health Sciences.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.imbt.2015.08.005>

Assessment of a Biofeedback Program to Treat Chronic Low Back Pain

Karina Santaella da Fonseca Lopes de Sousa
Adriana Garcia Orfale
Sandra Mara Meireles
Jose Roberto Leite
Jamil Natour

Journal of Musculoskeletal Pain, Vol. 17(4), 2009
Available online at www.informaworld.com/WJMP
© 2009 by Informa Healthcare USA, Inc. All rights reserved.
doi: 10.3109/10582450903284828

- Reduzierung: lumbale Muskelaktivität in Full Trunk Flexion & Fear Avoidance
- Verbesserung ROM der Wirbelsäule

- Keine sig. Veränderung der paraspinalen und abdominalen Muskelaktivität

—> Ansatz: Kognitive Verhaltenstherapie!?

Training der segmentalen Stabilisation

Trainingsaufbau



Letzte Stufe: Segmentale Kontrolle im Leistungssport

Aktuelles Projekt

- Titel: „**Biomechanik in der diagnostischen und therapeutischen Anwendung bei (chronischen) Kreuzschmerzen**“
- Partner:
 1. Ortho Zentrum / Physio Zentrum / Motion Lab HafenCity
Dr. Jan Schilling, FA für Orthopädie und Unfallchirurgie
Stephan Weidmann, Sportwissenschaftler, M.Sc.
 2. Hochschule Osnabrück; Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Prof. Dr. Dipl.-Sportwiss. Dirk Möller
Clinical Reasoning und angewandte Bewegungsanalyse in der Physiotherapie
 3. Unterstützung: Velamed GmbH
 4. Weitere nationale und internationale Partner (Interesse?)



Aktuelles Projekt

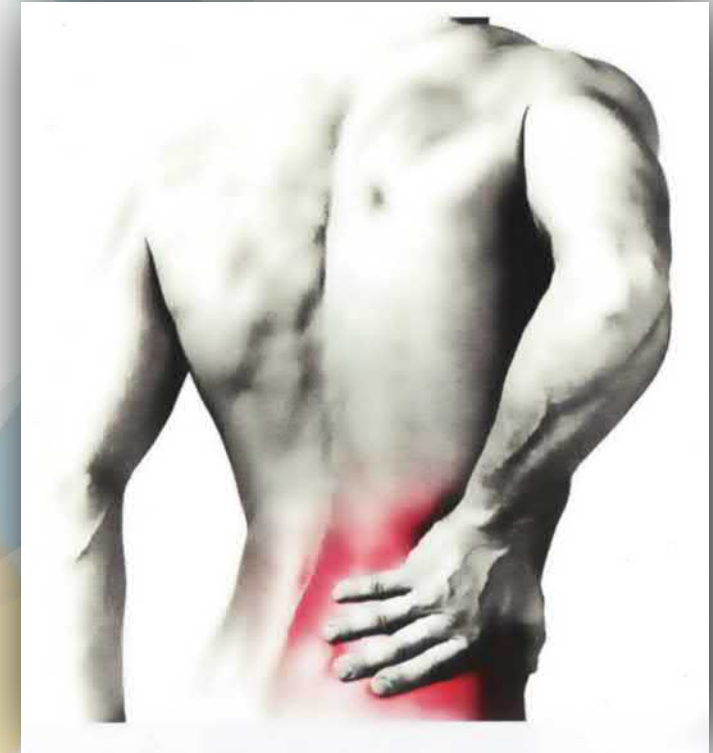
Phase 1: „Proof of Concept“/„clinical reasoning“

- Aktuell bis 01/2024
- Untersuchung von aktuellen Therapiestandards in der Diagnostik/Therapie (chronischer) Rückenschmerzen mit S-EMG und Real-Time Ultraschall
 - Stichprobe:
 - Kranke: Probanden mit CLBP
 - Gesunde Kontrolle
 - Treffen die Erwartungen/Hypothesen zu:
 - Korrelation zwischen verschiedenen Variablen
 - Verschiedene Muster bei unterschiedlichen Aufgaben
 - Grundsätzlich: besteht überhaupt eine Differenzierungsfähigkeit der Systeme (können EMG und/oder Ultraschall Unterschiede zwischen Kranken und Gesunden erkennen?)

Aktuelles Projekt

Phase 1: „Proof of Concept“/„clinical reasoning“

- Aktuell bis 01/2024
- Untersuchung von aktuellen Therapiestandards in der Diagnostik/Therapie chronischer Rückenschmerzen mit S-EMG und Real-Time Ultraschall
 - Treffen die Erwartungen zu?
 - Gibt es Unterschiede im S-EMG und USS bei einzelnen Instruktionen?
 - Gibt es „Muster“?
- A: Real-Time Ultraschall seitliche-vordere Bauchmuskulatur zur Einsicht der Muskulatur: OE, OI, TA
- B: S-EMG Ableitungen der Muskulatur: RA, OE; ES L3; MF(L5/S1)



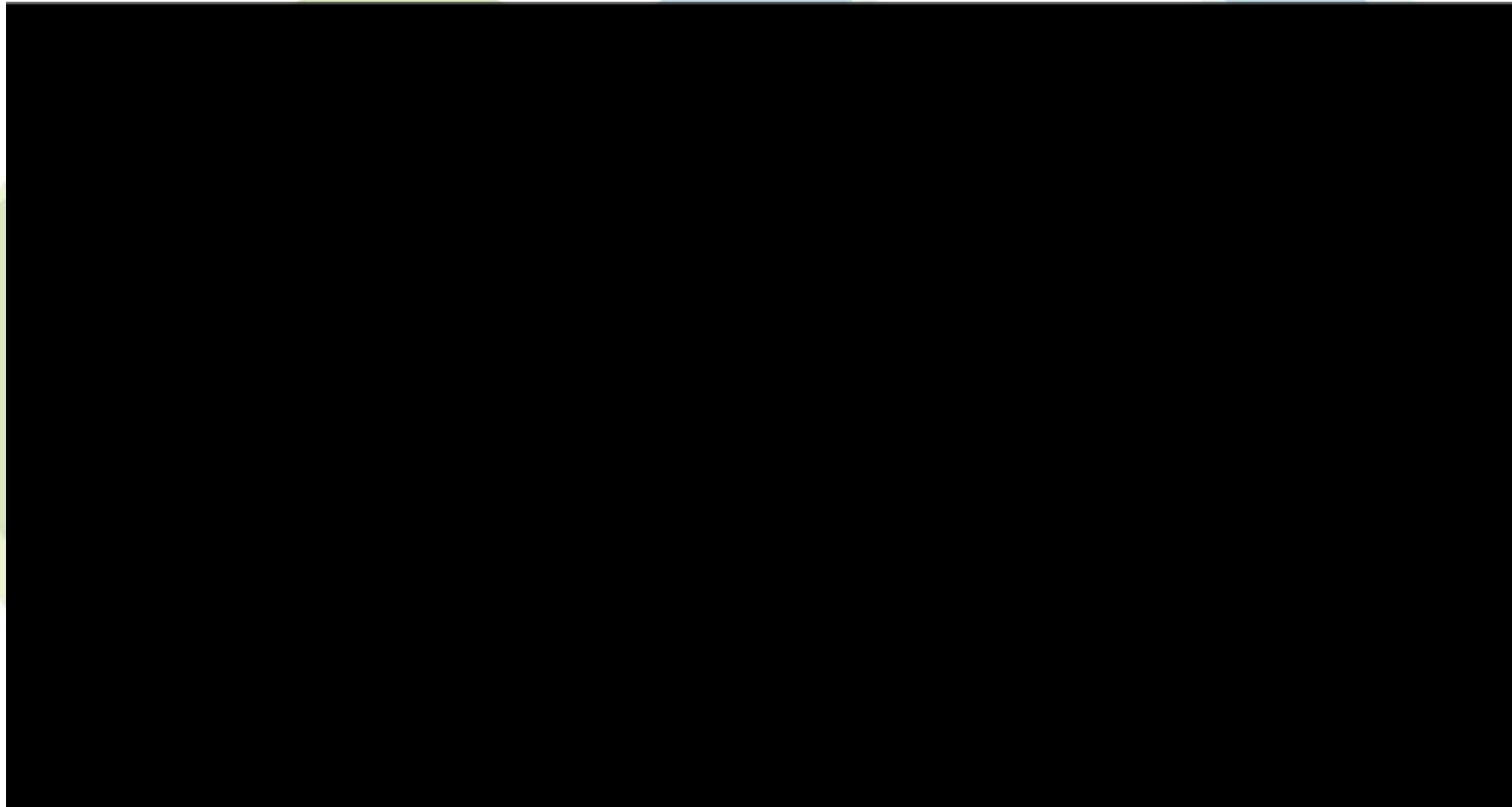
Aktuelles Projekt

Phase 1: „Proof of Concept“/„clinical reasoning“

- Dabei werden folgende klinische Instruktionen evaluiert:
 - In Rückenlage:
 - I Ruhetonus
 - II „Bauchnabel“ einziehen
 - III Isoliert segmental die LWS kyphosieren (auf Stabilizer®)
 - IV „Gegenprobe“: Sit-up
 - In Bauchlage
 - I Ruhetonus
 - II Aufrichtung des Oberkörpers „Cobra“
 - Im Stand
 - I Flexion-Relaxation-Extension (max. Flexion der WS bei stabilen Becken)

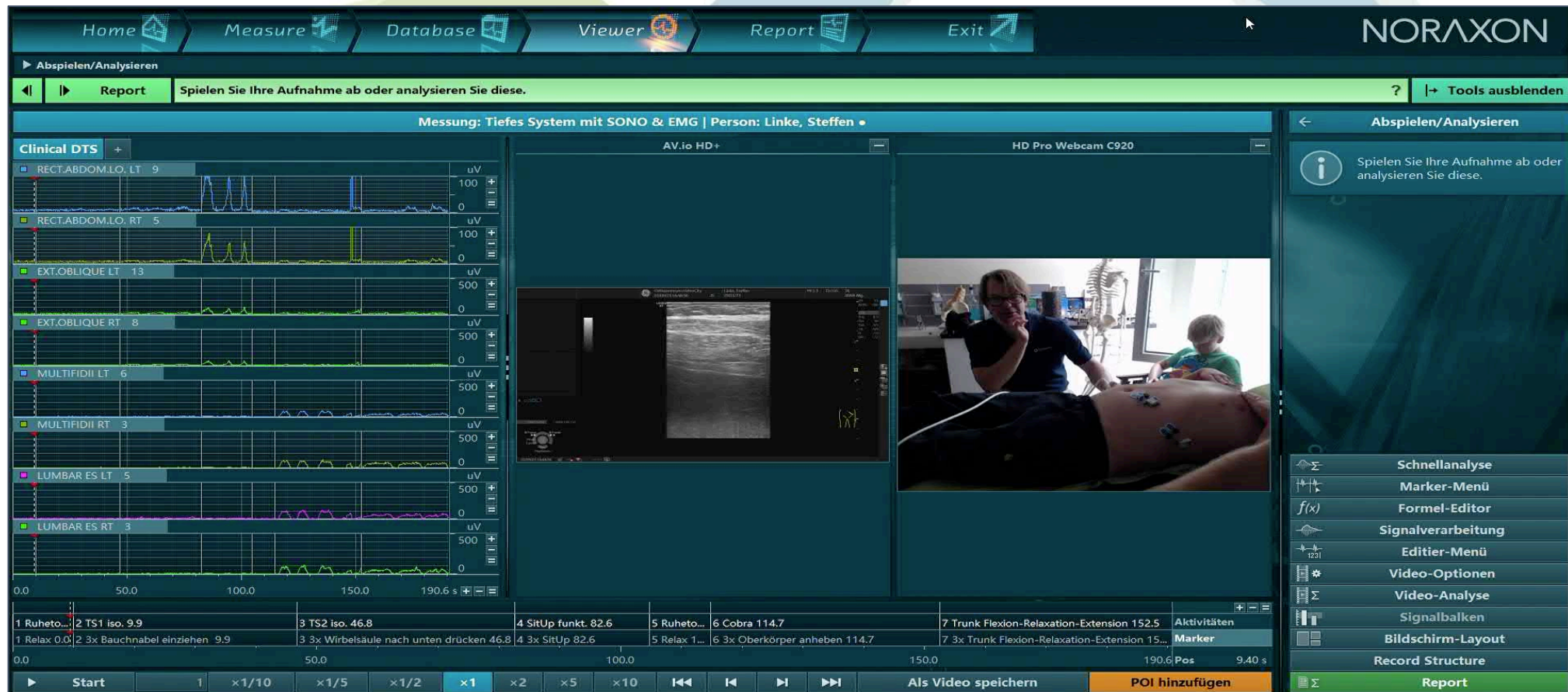
Aktuelles Projekt

Phase 1: „Proof of Concept“/„clinical reasoning“



Aktuelles Projekt

Phase 1: „Proof of Concept“/„clinical reasoning“



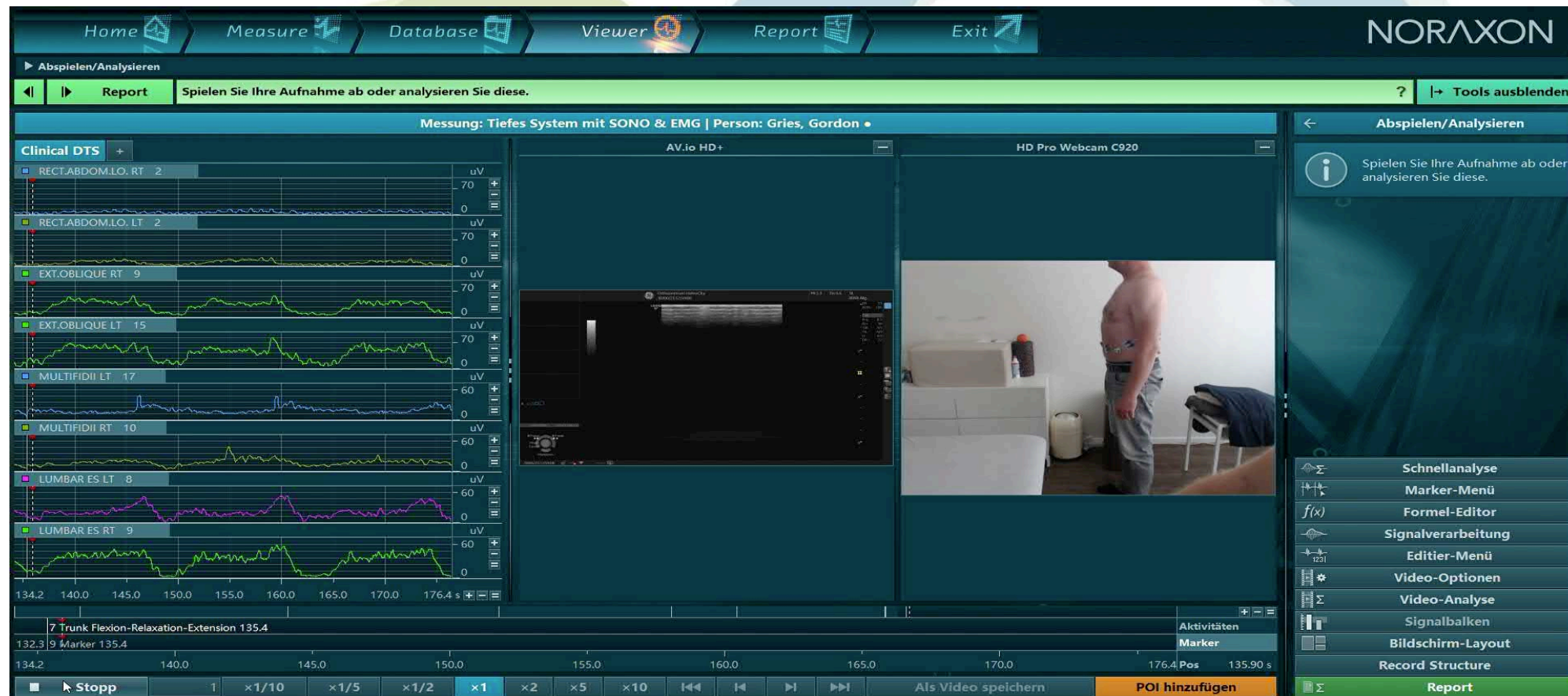
Aktuelles Projekt

Vorläufige Ergebnisse



Aktuelles Projekt

Vorläufige Ergebnisse



Aktuelles Projekt

Ausblick Phase 2

- 02/2024 – 09/2024
- Lassen sich aus den Ergebnissen der Phase 1 Muster erkennen, die zu einer Subklassifikation / bzw. Spezifikation sog. „unspezifischer Kreuzschmerzen“ führen?
- Können S-EMG und / oder USS bei der Diagnose einer solchen Subgruppe - und damit der Einleitung einer gezielten Therapie - helfen?
 - Studie mit
 - a. Fragebogen (Oswestry, SF36;?)
 - b. standardisierter (funktioneller) Untersuchung
 - c. Biomechanik-Assessment (S-EMG, USS, ..)

Aktuelles Projekt

Ausblick Phase 3

- Ende 2024 – Mitte 2025
- Therapeutische Interventionen auf Basis der Ergebnisse aus Phase 2
- Multi-Center-Studie

Take Home Messages

Kreuzschmerz

- Ca. $\frac{3}{4}$ aller Rückenschmerzen gehören in die Kategorie „unspezifisch“
 - Mehrheitlich das, was wir unter „mechanisch“ verstehen
 - Eine Subklassifikation dieser Entität ist sinnvoll, um eine adäquate Therapie (nach entsprechender Diagnostik) einzuleiten
 - Allgemein gilt weiterhin „Aktivität vor Passivität“,
 - Die „Spontanheilung“ (natürliche Verlauf) scheint nach aktuellen Erkenntnissen nicht ganz so unkompliziert zu sein, wie bisher vermutet
 - Die etablierten Methoden f. Training und Therapie scheinen immer nur einen Ausschnitt abzubilden



Tschüss



- **Stephan Weidmann, Sportwissenschaftler, M.Sc.**

Sportwissenschaftlicher Leiter des Motion Lab HafenCity

sw@ml-hafencity.de

www.ml_hafencity.de



- **Dr. Jan Schilling**

FA f. Orthopädie und Unfallchirurgie

Sportmedizin – Manuelle Medizin – Osteopathie –

Spez. Schmerztherapie

Ärztlicher Leiter u. Inhaber des Therapiezentrum HafenCity

- Ortho Zentrum – Physio Zentrum – Motion Lab –

js@oz-hafencity.de

Literatur-/Bildnachweise auf Anfrage bei Autoren