

Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Klinik für Unfallchirurgie und
Orthopädie, rekonstruktive und septische Chirurgie,
Sporttraumatologie

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Benedikt Friemert

**Einfluss der periduralen Infiltrationstherapie auf
die posturale Kontrolle bei Patienten mit
chronischen Schmerzen der unteren
Lendenwirbelsäule**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Sarah Uhl

Ellwangen/ Jagst

2017

Amtierender Dekan: Prof. Dr. rer. nat. T. Wirth

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. H.-G. Palm

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. M. Kulla

Tag der Promotion: 16.11.2018

Teile dieser Dissertation sind erschienen in:

H.-G. Palm, S. Uhl, M. Zollo, P. Lang, B. Friemert, H.-J. Riesner: **Einfluss der periduralen Infiltrationstherapie auf die posturale Kontrolle bei chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule – eine prospektive klinische Studie.** Z Orthop Unfall 154: 583 – 590 (2016). DOI: 10.1055/s-0042-107077.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	II
1. Einführung	1
1.1 Rückenschmerz	1
1.2 Epidemiologie des Rückenschmerzes	3
1.3 Therapiemöglichkeiten bei spezifischem Rückenschmerz	7
1.4 Peridurale Infiltrationstherapie (PDI)	9
1.5 Posturale Stabilität	14
1.6 Fragestellung	19
2. Patienten und Methoden	21
2.1 Patienten	21
2.2 Peridurale Infiltrationstherapie (PDI)	23
2.3 Computergestützte dynamische Posturographie (CDP).....	26
2.4 Studienplan	28
2.5 Statistik	39
3. Ergebnisse	41
3.1 Auswertung der Stabilitätsindizes unter PDI-Therapie.....	41
3.2 Auswertung der Nebenzielgrößen (Scores)	45
3.3 Subgruppenanalyse von Scores und Stabilitätsindizes.....	53
3.4 Auswertung der Arbeitsfähigkeit.....	74
4. Diskussion	75
4.1 Diskussion der Ergebnisse.....	75
4.2 Diskussion der Subgruppenanalysen.....	82
4.3 Limitationen der Studie	87
4.4 Bewegung und Rehabilitation – Auswirkungen der gezeigten Schmerzreduktion	88
5. Zusammenfassung	91
6. Literaturverzeichnis	93
Appendix	115
Lebenslauf	133

Abkürzungsverzeichnis

Ao	Augen offen
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
APSI	anterior-posteriorer Stabilitätsindex
AU-Tage	Arbeitsunfähigkeitstage
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.
Az	Augen zu
bB	beide Beine
BET	Brusterhaltende Therapie
BMI	Body-Mass-Index
BSP	Bandscheibenprolaps
CDP	computergestützte dynamische Posturographie
CoP	Centre of pressure
CT	Computertomographie
GEK	Gmünder Ersatzkasse
ICD-10-GM	ICD-10-Katalog, german modification
ISG	Iliosakralgelenk
JOA	Japanese Orthopaedic Association
JOA-BPEQ	JOA-Back Pain Evaluation Questionnaire
KHK	Koronare Herzerkrankung
LBP	Low Back Pain
Li	links
LWS	Lendenwirbelsäule
M	Morbus
MLSI	medio-lateraler Stabilitätsindex

NRS	numerische Rating-Skala
NSAR	Nichtsteroidale Antirheumatika
ODI	Oswestry Disability Index
OP	Operation
OSI	Overall Stability Index (Gesamtstabilitätsindex)
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PDI	peridurale Infiltrationstherapie
PNP	Polyneuropathie
PRI	Pain Rating Index
PRT	periradikuläre Infiltrationstherapie
Re	rechts
VAS	Visuelle Analogskala
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WOMAC	Western Ontario and McMasters Universities
Z. n.	Zustand nach

1. Einführung

1.1 Rückenschmerz

Chronische Schmerzen der Wirbelsäule, insbesondere der unteren Lendenwirbelsäule, spielen sowohl medizinisch als auch sozioökonomisch eine fundamentale Rolle. Der Rückenschmerz gilt als häufigste Zivilisationskrankheit, 80% leiden im Laufe ihres Lebens an Rückenschmerzen. Dessen epidemiologische Bedeutsamkeit bedingt, dass der umgangssprachlich genannte „Kreuzschmerz“ ein in der heutigen Literatur vielfach beachtetes Problem darstellt. Der Rückenschmerz ist ein subjektives Phänomen und gilt deshalb *per definitionem* eher als ein Symptom als eine Krankheit.

Der ICD-10 Katalog führt Rückenschmerzen unter dem Kürzel M54.- als Diagnose auf. Die Codes M40.- bis M54.- unter der Überschrift der Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebe umfassen sämtliche Dorsopathien, also Rückenleiden [88].

Klinisch kategorisiert wird der Rückenschmerz nach seiner Lokalisation, seiner Dauer und der ihm zugrundeliegenden Ursachen.

1.1.1 Lokalisation

Bezüglich Lokalisation des Schmerzes lassen sich folgende Gruppen unterteilen: zervikaler, thorakaler, lumbaler und sakraler Rückenschmerz. In dieser Arbeit geht es um den lumbalen und sakralen Rückenschmerz. Der lumbale Rückenschmerz gehört zu den häufigsten Rückenschmerzlokalisationen [11, 118]. So geben laut einer deutschen Studie von Schmidt et al., der eine Arbeit von Duyo et al. zitiert, nur 15 % aller Betroffenen ausschließlich zervikale oder thorakale Rückenschmerzen an [174].

1.1.2 Dauer

In Bezug auf die Dauer des Schmerzes unterscheidet man akute, subakute und chronische Rückenschmerzen [138, 177, 193]. Mehrfach werden in der aktuellen

Literatur Rückenschmerzen als akut definiert, wenn sie kürzer als 6 Wochen bestehen [138, 158, 193], man findet jedoch auch Angaben mit kürzer als 3 Wochen oder kürzer als 7 Tage bzw. 28 Tage [71, 177, 222]. Subakute Rückenschmerzen halten zwischen 6 und 12 Wochen an bzw. länger als 6 Wochen [158, 193]. Auch die Angabe zwischen 30 Tagen und 12 Wochen wird aufgeführt [177].

Chronische Rückenschmerzen bestehen, je nach Literatur, länger als 7 bis 12 bzw. länger als 12 Wochen [8, 138, 158, 172, 177, 193].

Bezüglich der Definition chronischer Schmerzen orientierten wir uns an den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V., also einer Dauer von länger als 12 Wochen [11]. In einem Paper von Moffett et al. wird deutlich, dass je nach Definition der Zeitdauer, ab wann man von „chronisch“ spricht, statistisch eine Therapie besser oder schlechter zum Erfolg führt [138]. Eine nähere Erläuterung der Therapien findet sich in Kapitel 1.3.

1.1.3 Ursachen

Hinsichtlich der Ursache differenziert man zwischen spezifischem und unspezifischem Schmerz der unteren Lendenwirbelsäule. Spezifischer Rückenschmerz wird definiert als Schmerz mit einer geklärten Ätiologie, das heißt es wurde eine Pathologie diagnostiziert. Beispiele für spezifische Ursachen, die zu Rückenschmerzen führen können, sind: Wirbelsäulendeformitäten, Bandscheibenvorfälle, Wirbelgleiten, Spinalkanalstenosen, Osteoporose, Verletzungen, Erkrankungen innerer Organe wie beispielsweise Nierenkoliken, Nierenbeckenentzündung, Pankreatitis, Myokardinfarkt, Aortenaneurysma, M. Bechterew, Neoplasien, Infektionen, gynäkologische Ursachen oder Rückenmarkserkrankungen [50, 158, 164].

Oftmals findet man jedoch keine Pathologie und spricht dann von unspezifischem Rückenschmerz, klassifiziert in ICD 10 als M54.9 [48]. Das Verhältnis zwischen beiden Arten von Rückenschmerz wird angegeben mit etwa 15 % für spezifische und in Abhängigkeit der recherchierten Quellenangabe zwischen 80 und 85 % für unspezifische Schmerzen der LWS [3, 6, 49, 50].

Gemäß Expertenkonferenz der Österreichischen Schmerzgesellschaft, der Deutschen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes und der Interdisziplinären Gesellschaft für orthopädische und unfallchirurgische Schmerztherapie (2006, Wien) berichten Schöffel et al. zusammenfassend, dass unspezifischer Rückenschmerz schnell zur Chronifizierung führt. Daher besteht ein Risikofaktor für chronischen Schmerz darin, dass keine klare diagnostische Zuordnung getroffen werden kann. Umso wichtiger ist es, eine differenzierte Diagnostik durchzuführen: „organpathologisch“, „klinisch funktionell“ sowie „psychosozial“ [176].

Sowohl in europäischen als auch in nationalen Richtlinien liegt für die Behandlung des unspezifischen chronischen unteren Rückenschmerzes keine klare Empfehlung für invasive Therapieverfahren vor, zu denen die peridurale Infiltrationstherapie (PDI) zählt [6, 11]. Daher kann der unspezifische Rückenschmerz *per se* aus dieser Studie ausgeschlossen werden: In unserer Studie litten alle Patienten unter spezifischen Rückenschmerzen.

Bei Rückenschmerzpatienten korrelieren die Schmerzstärke und Bildmorphologie des Befundes meist nicht miteinander. Dies spiegelt sich auch in der geringen aktuellen epidemiologischen Datenlage wider. Auf die Inzidenz bezogene genaue Zahlen liegen zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor, geschätzt werden jedoch 2 bis 17 % [164].

1.2 Epidemiologie des Rückenschmerzes

1.2.1 Prävalenz/ Inzidenz

Prävalenz und Inzidenz sind zwei epidemiologische Beobachtungsgrößen zur Erhebung der Verbreitung von Krankheiten. Unter Prävalenz versteht man die (relative) Häufigkeit des Auftretens einer bestimmten Krankheit in einer bestimmten Population zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Prävalenz kann auf einen Zeitpunkt, definiert als Punktprävalenz, oder auf ein Jahr, genannt Jahresprävalenz, bezogen sein. Die Lebensprävalenz bezieht sich auf die gesamte Lebenszeit [188, 218].

Die Inzidenz gibt die Anzahl an Neuerkrankungen einer bestimmten Krankheit in einer bestimmten Population an, bezogen auf einen definierten Zeitrahmen. Am häufigsten werden die Neuerkrankungen einer bestimmten Krankheit pro Jahr pro hunderttausend Einwohner angegeben. Im Gegensatz zur Prävalenz werden hier die bereits Erkrankten nicht hinzugezählt [218].

In der Literatur lassen sich variable Zahlen zur Prävalenz und Inzidenz recherchieren. Viele separate Studien wurden diesbezüglich durchgeführt, die meisten landesintern, wenige auf die europäische oder die Weltbevölkerung bezogen:

Die Lebenszeitprävalenz für Rückenschmerz wurde 2004 von der Weltgesundheitsorganisation mit 80 % angegeben. In der englischsprachigen Literatur findet man Zahlen zwischen 50 % und 85 % [177]. Für Deutschland wird die Lebensprävalenz auf 82-84 % geschätzt. Die Jahresprävalenz in Deutschland liegt bei ca. 71-73 % und die Punktprävalenz zu einem bestimmten Zeitpunkt bei 31 % [175]. Die Prävalenz ist eine relative Größe und es fehlt die Möglichkeit alle Betroffenen zu registrieren, so dass eine genaue Erfassung der Erkrankten und damit Berechnung der Prävalenz erschwert ist. In allgemeinen Gesundheitserfassungen versucht man die Prävalenz möglichst genau zu bestimmen. Für die weltweite Befragung liegen folgende Zahlen vor: Punktprävalenz 14-42 %, Jahresprävalenz 15-73 % und eine Lebenszeitprävalenz von 51-84 % [175].

Fourney zitiert 2011 als aktuelle Zahl für die Lebenszeitprävalenz in den Industrieländern 67-84 % [61]. Diese hohen Zahlen zeigen eindrücklich, wie wichtig die Forschung zu Diagnostik und Therapie von Rückenschmerz ist.

In einer deutschlandweiten Rückenschmerzstudie 2003 und 2006 wurden 9.263 Einwohner befragt und die Verfasser kamen auf eine Punktprävalenz von 32-49 % und einer Lebenszeitprävalenz von 74-85 %. Nur 20 % gaben an, noch nie unter Rückenschmerzen gelitten zu haben [174].

1.2.2 Geschlecht

Vergleicht man das Auftreten von Rückenschmerzen bei Männern und Frauen, findet man statistische Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens bzw. der

behandelten Personen.

Wie man der Statistik des Bundesministeriums für Gesundheit entnehmen kann, lag der Rückenschmerz bei vollstationär behandelten Patienten – weiblich – 2009 bei 86.718 von 9.662.423 und damit auf Platz 17 der 20 häufigsten Hauptdiagnosen [189].

2015 lag die Diagnose Rückenschmerz bei vollstationär behandelten Patientinnen auf Platz 6 mit 128 716 Betroffenen von insgesamt 10 354 778 [191].

Unter den 20 häufigsten Diagnosen bei 9.029.838 vollstationär behandelten Männern war 2012 der Rückenschmerz nicht zu finden, auf Platz 18 findet man „sonstige Bandscheibenschäden“ mit 80.804 Fällen [190]. 2015 findet sich die Diagnose „Rückenschmerz“ auf Platz 16 mit 88 173 Behandlungsfällen von insgesamt 9 403 478 erfassten Patienten [191].

1.2.3 Alter

Das Alter spielt in Bezug auf Rückenschmerzen ebenfalls eine Rolle. Das durchschnittliche Erkrankungsalter liegt zwischen dem 50. und 64. Lebensjahr. Damit liegt das Prävalenzmaximum im Arbeitsalter und nimmt in höherem Alter eher ab [158, 175, 177]. Auch im Alter zeigen sich viele Patienten mit Rückenschmerzen. Zu beachten ist jedoch, dass die Häufigkeit der Erkrankungen mit steigendem Lebensalter sinkt [46, 175].

1.2.4 Kosten

Kohlmann und Wenig verfassten 2009 einen Bericht über die Kosten im Rückenschmerzsbereich [219]. 8,3 Milliarden Euro wurden 2006 nach Aussagen des statistischen Bundesamtes als direkte Kosten ausgegeben. Auf der Homepage des statistischen Bundesamtes werden für das Jahr 2008 Kosten in Höhe von 9 Milliarden Euro für die ICD-10-Diagnosen M45.- – M54.- angegeben, wovon etwas mehr als die Hälfte, also 5,1 Milliarden Euro, den weiblichen Patienten anzurechnen sind [192]. Bei Kosten im Gesundheitssektor spricht man von direkten und indirekten Kosten. Direkte Kosten sind Ausgaben für Diagnostik und Therapie der Rückenschmerzen. Unter indirekten Kosten sind solche für

Arbeitsunfähigkeit und Frühberentung aufgezählt, welche in diesem Zusammenhang die direkten Kosten übersteigen [11].

1.2.5 Arbeitsunfähigkeit

Auf der Rangliste der zehn Erkrankungen mit den längsten Arbeitsunfähigkeitszeiten belegen Rückenschmerzen den ersten Rang. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) übersteigt beim akuten Rückenschmerz selten 1 Monat; betrachtet man jedoch die Chronifizierung und Rezidive, entsteht eine immense Anzahl an AU-Tagen [79, 154].

Im Jahr 2010 betragen die AU-Tage wegen Rückenschmerzen mit 14,5 Millionen Tagen bei AOK-Pflichtmitgliedern (ohne Rentner) 7 %, bei den Mitgliedern der Deutschen Angestellten Krankenkasse 7,1 % und bei den Versicherten der Barmer GEK waren 6,5 % der AU-Tage rüchenschmerzbedingt [158].

Man kann beobachten, dass im Zeitraum von 1982 bis 1998 eine kontinuierlich steigende Zahl an AU-Tagen wegen Krankheiten der Wirbelsäule und Rücken zu verzeichnen war. Im internationalen Vergleich ist in Ländern wie Großbritannien oder den USA ein noch deutlicherer Anstieg zu registrieren [50].

1.2.6 Arztbesuche

Wirtschaftlich interessant ist auch die Anzahl derer, die aufgrund ihrer Rückenschmerzen einen Arzt konsultieren. Im Rahmen dieser Frage hat das Robert-Koch-Institut 2003 einen Gesundheitssurvey gestartet und kam bei dieser telefonischen Umfrage innerhalb einer Stichprobe zu folgendem Ergebnis:

Von 61,8 % Befragten, Männer sowie Frauen, die in den letzten 12 Monaten nach eigenen Angaben unter Rückenschmerzen gelitten haben, nahmen 41,5 % aus diesem Grund im selben Zeitraum einen Arzt in Anspruch. 40,2 % der Rückenschmerzerkrankten wurden ambulant, 4,5 % stationär behandelt. Auf die Frage, ob man jemals wegen Rückenschmerzen eine Rehabilitationsbehandlung in Anspruch genommen habe, bejahten 5,1 % der Gesamtbefragten, entsprechend der Bevölkerungsprävalenz. Anteilig derer mit Rückenschmerzen innerhalb des letzten Jahres macht die Rehabilitation 8,2 % aus [98, 158].

Statistisch Auskunft gibt auch die Barmer GEK 2008. 36 % aller ärztlich gestellten Diagnosen fielen unter die ICD-Codes M40.- – M54.-, v. a. bei den 70- bis 79-Jährigen ist dies eine häufig gestellte Diagnose. Code M54.- wurde allein im Jahr 2008 bei 21,4 Mio. Menschen diagnostiziert [92].

Von der Kassenärztlichen Vereinigung wird für das Jahr 2009 angegeben, dass Rückenschmerz nach essentieller Hypertonie und Fettstoffwechselstörung die am dritthäufigsten gestellte Diagnose in der allgemeinärztlichen Praxis ist. Diese Zahl wird in einer fachärztlichen Praxis bei weitem übertroffen. So ist bei Chirurgen oder Orthopäden der Rückenschmerz die am häufigsten gestellte Diagnose [97].

Aus diesen Zahlen und Informationen geht hervor, dass das Problem Rückenleiden in der Bevölkerung immer größere Ausmaße annimmt, es zeigen sich wirtschaftliche, gesellschaftliche wie auch psychologische Folgen. Die Forschung sollte unbedingt dazu beitragen, validierte Möglichkeiten in Diagnostik, Therapie und auch in der Prävention zu entwickeln, um für einen Rückgang dieser Beschwerden zu sorgen und damit die Zahl der chronisch Betroffenen zu minimieren.

1.3 Therapiemöglichkeiten bei spezifischem Rückenschmerz

Therapiemöglichkeiten bei chronischen spezifischen Rückenschmerzen werden unterteilt in invasive, unter welche die operative Therapie fällt, und nicht-invasive Therapiemethoden. Bei letzteren unterscheidet man medikamentöse und nicht-medikamentöse Therapieverfahren. Zu den nicht-invasiven, nicht-medikamentösen Verfahren zählen z. B. physiotherapeutische Maßnahmen, wie Bewegungstherapie, Massagen und physikalische Maßnahmen, z. B. die Thermo-therapie. Weiterhin zählen Ergotherapie und Orthesen, sowie Begleitmaßnahmen wie Rückenschule, Patientenedukation und Entspannungstraining zu den Therapieverfahren [55, 208].

Ein niederländisches Review über 39 Studien kam zu dem Schluss, dass im Vergleich mit konventioneller Physiotherapie die Bewegungstherapie genauso effektiv gegen chronischen Schmerz der Lendenwirbelsäule wirkt. Zudem zeigte sich in dieser Studie eine starke Evidenz dafür, dass bei akutem Schmerz eine

Bewegungstherapie gegenüber Inaktivität oder anderer Übungen, mit denen in Studien verglichen wurde, nicht überlegen ist. Bei chronischem Schmerz ergibt die Effektivität der Bewegungstherapie gegenüber Inaktivität eine konfliktbehaftete Evidenz [208].

Für die medikamentöse Therapie stehen u. a. folgende Präparate zur Schmerzlinderung zur Verfügung: Nichtsteroidale Antirheumatika (NSARs), andere nichtopioide Analgetika und Opioidanalgetika, außerdem Muskelrelaxantien, Antidepressiva und Antikonvulsiva, sowie einige Phytotherapeutika, zu denen auch das Capsaicin-Pflaster zählt [6, 11, 42, 50, 166].

Laut offiziellen Empfehlungen zum Thema Schmerztherapie ist bei Novaminsulfon, wie bei COX-2-Inhibitoren eine neutrale Bewertung zu finden, Paracetamol ist laut aktueller Leitlinie nicht empfohlen. Am ehesten empfohlen werden, unter genauester Berücksichtigung der Nebenwirkung, die nichtsteroidalen Antirheumatika [11].

Annähernd alle Patienten, die aufgrund ihrer Rückenschmerzen in unsere Klinik zur PDI kamen, nahmen schon seit Beginn der Schmerzen NSARs, die jedoch in der Regel keine ausreichende Schmerzlinderung brachten.

Neben der konservativen Therapie beinhaltet die Behandlung spezifischer Rückenschmerzen diverse operative Verfahren z. B. bei Bandscheibenpathologien die Diskektomie.

Yorimitsu et al. haben 2001 zum Thema Diskektomie eine Follow-up Studie durchgeführt: Die Dauer der Studie betrug über 10 Jahren und Patienten mit Bandscheibenvorfall wurden hier standardmäßig diskektomiert. Mithilfe des Fragebogens der Japanese Orthopaedic Association (JOA), der Fragen zur Lebensqualität stellt, wurde kalkuliert, dass im Durchschnitt $73,5 \pm 21,7$ % nach OP eine verbesserte Lebensqualität aufwiesen. 74,6 % der 63 Patienten waren nach operiertem Bandscheibenvorfall noch nicht beschwerdefrei, 12,7 % gaben sogar noch starke Rückenschmerzen an. Zudem besteht ein hohes Risiko eines erneuten Bandscheibenvorfalles [225].

Alle Injektionstherapien zählen zu den semi-invasiven Therapiemethoden, ob radiologisch gestützt (Periradikuläre Therapie, PRT), peri-/ intraartikulär (=Iliosakralgelenks- (ISG-) und Facettengelenksinfiltrationen) oder epidural-/

perineural [51, 103].

Injiziert werden kann ein Lokalanästhetikum in Kombination mit Kortison, wie bei der von uns praktizierten periduralen Infiltration. Ebenso ist die Anwendung nur eines Lokalanästhetikums bzw. nur von Kortison möglich [1, 187]. Des Weiteren wurde die Morphin-Injektion, eine Injektion von Morphin in Kombination mit Prednisolon oder auch versuchsweise mit Anti-IL-6-Antikörpern angewandt, um gegen Rückenschmerzen vorzugehen [47, 147, 200].

1.4 Peridurale Infiltrationstherapie (PDI)

1.4.1 Definition der periduralen Infiltrationstherapie

Die peridurale Infiltrationstherapie ist ein geeignetes interventionelles Verfahren, das gegen chronische spezifische Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule eingesetzt werden kann. Aktuellen Studien zufolge ist es eines der am häufigsten angewandten Therapieverfahren [25, 26, 120, 182]. Hierbei werden ein Lokalanästhetikum und ein Kortisonpräparat unter sterilen Bedingungen in den Periduralraum, der die Nerven im Rückenmarkskanal umgibt, auf Höhe des pathologischen Befundes eingespritzt.

Man unterscheidet die transforaminale, kaudale und interlaminäre peridurale Infiltration. Hierbei differiert die Vorgehensweise, über welchen Weg man den Periduralraum erreicht. Bei der transforaminalen PDI wird die Punktionsnadel durch das Foramen intervertebrale Richtung Nervenwurzel geführt. Diese Technik sollte möglichst unter radiologischer Kontrolle durchgeführt werden. Der kaudale Zugangsweg führt durch den Hiatus sacralis zum Periduralraum. Wir führen in der Regel die interlaminäre Infiltration durch. Interlaminär beschreibt den Weg der Infiltrationsnadel hindurch bis zum Periduralraum, um dort die Infiltration durchzuführen.

Die Infiltration kann zervikal, thorakal und lumbal erfolgen. Unsere Patienten erhielten aufgrund ihrer Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule eine lumbale interlaminäre peridurale Infiltration mit einem Lokalanästhetikum plus einem Glukokortikoid.

Die exakte Wirkweise dieser Therapie ist letztendlich noch nicht geklärt. Vermutet werden hinsichtlich der Glukokortikoidwirkung eine Membranstabilisierung, Inhibierung neuronaler Peptidsynthese oder Peptidaktivierung, Blockade der Phospholipase A2-Aktivität und eine Suppression der Sensibilisierung der Hinterhornneurone. Bezüglich der Wirkung des Lokalanästhetikums wird eine verlängerte Unterdrückung der C-Faser-Aktivität diskutiert. Ebenso können physikalische Effekte, wie Adhäsionolyse oder Beseitigung von Ansammlungen von Entzündungsinfiltrat eine Rolle spielen [27].

1.4.2 Wirksamkeit der periduralen Infiltrationstherapie

Die Wirksamkeit der PDI in Bezug auf Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule wurde in einer Vielzahl von Studien untersucht.

Abdi, Boswell, Watts und Benyamin zeigten in einzelnen Studien eine gute Effizienz der PDI den Schmerz betreffend [2, 17, 26, 27, 215]. Parr et al. veröffentlichten bezüglich der Wirksamkeit der PDI bei Schmerzen durch Bandscheibenprolaps (BSP) oder Radikulitis ein Evidenzlevel II-2 beim Effekt unter 6 Monaten Beschwerdefreiheit nach PDI und Evidenzlevel III beim Langzeiteffekt (> 6 Monate). Bei Spinalkanalstenosen, Bandscheibenerkrankungen ohne Radikulitis oder BSP wurde ein Evidenzlevel III im Lang- und Kurzeiteffekt erreicht [152]. In einer anderen Arbeit werteten Boswell et al. acht randomisierte Studien zur interlaminären PDI aus, wovon sechs einen positiven Kurzeiteffekt und drei einen positiven Langzeiteffekt hatten. In Evidenzlevel ausgedrückt ergibt sich so eine Level III-Evidenz in der Wirkung unter 3 Monaten und Level IV-Evidenz im Langzeiteffekt (> 3 Monate) [25]. Abdi kommt auf starke Evidenz (Level II) für einen Effekt kürzer als 6 Wochen und bei längerem Effekt auf eine limitierte Evidenz (Level IV) [1]. Keine starke Evidenz bei der Wirkung der PDI wiesen Arbeiten von Nelemans und Staal auf, die den Effekt zwischen Placebo bzw. medikamentöser Injektion verglichen haben [144, 187]. Koes zeigte, dass 50 % der Studien die PDI effektiver und 50 % die PDI ebenso effektiv wie vergleichbare Therapien sei [102]. Singh zeigte 2002, dass die kaudale PDI mit Kortikosteroiden ebenso effektiv wirkt wie die PDI in Kontrollgruppen mit z. B. Lokalanästhetika, ohne nähere Angabe der Wirkstoffe

[182]. Eine Arbeit von Dilke et al. wies einen positiven Kurzzeit- (< 3 Monate), sowie positiven Langzeiteffekt (> 3 Monate) auf [51]. Parr zeigte 2012 gute Evidenz (Level I) im Kurz- und Langzeiteffekt bei Injektion von Lokalanästhetikum plus Steroid [153]. Manchikanti wies bei 74 % mit Lokalanästhetikum und bei 86 % mit Lokalanästhetikum plus Steroid eine Besserung der Beschwerden nach [121]. Nur einen positiven Kurzzeiteffekt zeigten Ridley, bezogen auf das Schmerzerleben (innerhalb 2 Wochen), und Carette. Dieser bezieht sich auf die Schmerzen und das sensorische Defizit der Patienten (innerhalb 3 Wochen) [38, 162]. Eine Schmerzreduktion 2 Wochen nach Steroidinjektion bei LBP durch Spinalkanalstenose oder Bandscheibenprolaps ergab außerdem eine Studie von Rivest [163]. Kawu belegte eine bessere Wirkung der transforaminalen als der interlaminären Infiltration [100]. Auch im Vergleich mit Manipulation, Traktionstherapie und Sklerotherapie zeigte die PDI eine signifikante Schmerzreduktion bei Patienten mit Ischialgie [126]. Bei LBP ohne Ausstrahlung und bei chronischem Schmerz zeigten Sethee et al. einen positiven Effekt der PDI [180]. Ein negatives Outcome im Kurz- und Langzeitvergleich zeigten Snoek innerhalb 14 ± 6 Monaten und Cuckler nach 20 Monaten Langzeitbeobachtung [45, 186]. Weitere Stimmen sehen die PDI kritisch, Bogduk widerlegte den Nutzen dieser Therapieform [24]. Argoff et al. sahen die PDI bei radikulären Schmerzen und Bandscheibenvorfall zumindest nicht als Alternative zur operativen Therapie [9].

In der europäischen Leitlinie zum Thema Rückenschmerz wird für die Effektivität der PDI keine einheitliche Evidenz gefunden [6]. Für die interlaminäre Injektion ohne CT-Kontrolle, wie wir sie durchführen, spricht eine positive Kosteneffizienz [26].

Zusammenfassend erweist die aktuelle Literatur keine einheitliche Evidenz, jedoch spricht sich die Mehrheit der Studien für einen positiven Effekt der PDI aus.

1.4.3 Peridurale Infiltrationstherapie und Geschlecht der Patienten

Bekannt ist, dass Männer und Frauen unterschiedlich auf Schmerzen reagieren [58-60, 96]. Fraglich ist, ob die PDI folglich auch unterschiedlich effektiv bei Männern und Frauen wirkt. Inman et al. kamen bei der Untersuchung an 37

Frauen und 20 Männern zu dem Ergebnis, dass sowohl bei Männern als auch bei Frauen durch die PDI eine signifikante Schmerzreduktion bewirkt wird – unabhängig vom Geschlecht des Patienten [90]. Bei der Injektion selbst klagen Männer laut dieser Studie über eine höhere Schmerzintensität und vermehrt über Unwohlsein als Frauen. Es ist davon auszugehen, dass das Geschlecht bei der Wirkung der PDI keine Rolle spielt.

1.4.4 Komplikationen der periduralen Infiltrationstherapie

Die peridurale Infiltration zählt zu den semi-invasiven Verfahren; der Patient muss über die Infiltration schriftlich aufgeklärt und damit einverstanden sein. Wie bei jedem Eingriff können auch bei einer periduralen Infiltration Komplikationen auftreten: Zum einen Komplikationen in Zusammenhang mit der Punktion selbst, zum anderen Komplikationen durch die injizierten Wirkstoffe. Tabelle 1 listet die Komplikationen auf [1, 5, 13, 26, 69, 85, 99, 105, 107, 115, 122, 148, 153, 181, 223, 224]. In der aktuellen Literatur sind bei Patienten mit physiologischer Gerinnungssituation nur Einzelfälle von Subdural- oder Epiduralhämatomen beschrieben. Zu einer Kompression des Rückenmarks einhergehend mit Paralyse oder Parese, z. B. aufgrund eines Hämatoms, kann es bei pathologischer Gerinnungssituation kommen, insbesondere wenn eine nicht erkannte Gerinnungsstörung, Einnahme gerinnungsmodifizierender Medikation oder ähnliches vorliegen [5, 107, 148, 181, 223, 224].

Tabelle 1: Komplikationen der periduralen Infiltration [eigene Darstellung, 2013]

Komplikationen durch die Punktion	
Fehlpunktion	<ul style="list-style-type: none"> • Verletzung der Dura • Punktion eines Gefäßes <ul style="list-style-type: none"> ○ Gefäßschädigung ○ Blutung • retinale Hämorrhagie <ul style="list-style-type: none"> ○ Retinalnekrose • Nervenschäden • Pneumothorax • Pulmonaler oder zerebro-vaskulärer Embolus • Arterielle Gasembolie
Inkorrekte Nadelplatzierung	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlinjektion <ul style="list-style-type: none"> ○ subdural ○ intravasal ○ intrakranielle Luftinjektion ○ Lipomatose im Epiduralraum • veränderte Wirksamkeit
Rückenmarksverletzung oder Rückenmarkskompression	<ul style="list-style-type: none"> • z. B. durch Hämatom <ul style="list-style-type: none"> ○ Paralyse ○ Parese
Infektion	<ul style="list-style-type: none"> • Abszess • Osteomyelitis • Meningitis
Komplikationen durch den Wirkstoff	
durch Lokalanästhetikum oder Steroid	<ul style="list-style-type: none"> • Unverträglichkeitsreaktion <ul style="list-style-type: none"> ○ Anaphylaxie • Suppression der kortikotropen Achse <ul style="list-style-type: none"> ○ Insulin-Sensitivität sinkt

Um Komplikationen zu minimieren, sollte man nach ausführlicher Anamnese bei Patienten, die eine Sekundärprophylaxe mittels Thrombozytenaggregationshemmern, wie z. B. Acetylsalicylsäure, einnehmen und insbesondere bei Patienten mit oraler Antikoagulation, abwägen, welches Risiko führt: Das Risiko eines thrombotischen oder embolischen Geschehens oder die Gefahr einer Blutungskomplikation [122].

Bezüglich der Komplikationen durch den Wirkstoff kann insbesondere die lokale Injektion des Steroids eine Suppression der kortikotropen Achse induzieren und die Insulin-Sensitivität des Körpers kann sinken. Ebenso kann es, v. a. bei Patienten mit Diabetes mellitus, zu einem postprandialen Blutzuckeranstieg

kommen [214, 226].

Die aufgeführten Komplikationen treten nach periduraler Infiltration jedoch nur selten auf. Zu diesem Ergebnis kommt auch die Arbeitsgruppe um Rezende, die sowohl die transforaminale als auch die von uns durchgeführte interlaminäre Infiltration als komplikationsarm einschätzen [160].

Zu einer nicht-korrekten Nadelplatzierung und dementsprechend keinem oder einem weniger ausgeprägtem Effekt kommt es in 25 % der Fälle bei einer kaudalen Punktion, bei einer interlaminären Punktion auf Höhe der LWS in 30 % [13, 220].

Die Kontraindikationen der PDI findet man als Unterpunkt der Ausschlusskriterien in Tabelle 2.

1.5 Posturale Stabilität

Die Prüfung der posturalen Stabilität ist, vereinfacht ausgedrückt, eine Kontrolle der Balance, d. h. der stabilen Standfähigkeit eines Menschen. Der Regelkreis zur Aufrechterhaltung des Körperschwerpunktes und der Balance verarbeitet visuelle, vestibuläre und propriozeptive Afferenzen, um dann mit adäquaten motorischen Antworten den stabilen Stand zu erhalten [13, 149, 157, 183]. Die Antwort der Muskulatur auf Bewegung, wie sie z. B. auf einer instabilen Plattform vorkommt, entsteht durch verschiedene Interaktionen: Spinale Reflexe, die ihre propriozeptive und sensorische Information aus der Haut, den Gelenken und Muskeln, dem visuellen und vestibulären Sinnesorganen empfangen, werden zum Hirnstamm geleitet und dort weiterverarbeitet. Zuletzt spielen kognitive Programme eine Rolle dabei, dass die Muskeln auf „Schwankungen“ reagieren und die Balance gehalten werden kann [149, 151, 157].

1.5.1 Posturale Stabilität bei Gesunden

Die posturale Stabilität kann nur in Abhängigkeit der beeinflussenden Parameter beurteilt werden. Bei Gesunden hat das Standbein keinen Einfluss auf die einseitige posturale Kontrolle [84]. Zudem weiß man, dass die Stabilität bei Gesunden durch drohende Gefahr, z. B. die Angst vor einem Sturz, beeinflusst

wird, unabhängig davon ob visueller und vestibulärer Input gegeben ist oder nicht [40].

Die posturale Stabilität bleibt bei gesunden Probanden auch mit geschlossenen Augen und auch bei sich neigender Test-Plattform bestehen, wie eine Studie von Maurer et al. zeigt [127].

Im Folgenden werden wir daher auf die Frage eingehen, welche Faktoren sich auf die posturale Stabilität eines Menschen auswirken.

1.5.2 Einflussfaktoren der posturalen Stabilität

1.5.2.1 Visueller Einfluss

Studien von Palm, Sung, Bouche und Duarte et al., die auf der Balance-Plattform den Vergleich der Probanden mit offenen und geschlossenen Augen durchführten, konnten nachweisen, dass visuelle Einflüsse eine wichtige Rolle im Regelkreis der Balance spielen [28, 54, 149, 198]. Bei Testung mit geschlossenen Augen zeigte sich eine signifikante Verschlechterung der Balance. Daraus resultiert, dass der visuelle Input die Stehfähigkeit entscheidend beeinflusst, unabhängig von anderen Faktoren wie Alter, Kondition und Körpergewicht. Testet man zudem die posturale Stabilität mit offenen Augen in kompletter Dunkelheit, lässt sich eine signifikante Verschlechterung der Balance messen [72].

Der visuellen Komponente wird sogar ein stärkerer Einfluss zugeschrieben, als der propriozeptiven [68]. Auch Studien, die LBP-Patienten mit gesunden Kontrollen verglichen haben, konnten vor allem in der Gruppe der LBP-Patienten bei geschlossenen Augen eine signifikante Verschlechterung der posturalen Stabilität feststellen [35, 108, 135, 139, 183, 198].

1.5.2.2 Posturale Stabilität im Alter

Das Alter zählt als weiterer Einflussfaktor auf die posturale Stabilität. Neben veränderter Muskelaktivität wirken sich im Alter psychologische und physiologische Faktoren, wie Desorientierung oder Angst, negativ auf die posturale Stabilität aus [4]. Blaszczyk et al. konnten an neun älteren

(durchschnittlich 72,8 Jahre alt) und neun jungen Personen (durchschnittlich 26,2 Jahre alt) – barfuß auf einer Plattform im stabilen Stand – nachweisen, dass es Differenzen zwischen alten und jungen Menschen in der posturalen Balance gibt [20].

Røgind et al. kamen 2003 zu dem Ergebnis, dass mit steigendem Alter die Balance abnimmt [165].

Weitere Studien zeigten eine signifikant schlechtere posturale Stabilität der über 50-Jährigen bzw. über 65-Jährigen [28, 68]. Bei älteren Probanden ist vor allem im Einbeinstand das Stehvermögen nur von kürzerer Dauer möglich [119]. Weitere Studien von Hue, Hageman und Doyle et al. bestätigten, dass eine Differenz in der Stabilität abhängig vom Alter eines Menschen besteht [52, 73, 86].

Nur bei fehlendem visuellem Input kam es in zwei Studien zu einem signifikanten Unterschied der posturalen Stabilität zwischen jungen und alten Probanden [89, 202].

Es gilt also zu prüfen, ob das Alter in den verschiedenen Durchgängen unserer Studie eine Rolle spielt.

1.5.2.3 Posturale Stabilität und Geschlecht

Die aktuelle Studienlage gibt überwiegend die Meinung wieder, dass beim Vergleich beider Geschlechter kein Unterschied in der posturalen Stabilität festgestellt werden kann [73, 117, 135, 156, 197, 221].

Bei einer Studie von Hageman et al. wurden zum Beispiel beim Vergleich 20- bis 35-Jähriger mit 60- bis 75-Jährigen neben einem signifikanten Effekt bezogen auf das Alter keine Änderungen der Stabilität in Bezug auf das Geschlecht der Probanden gemessen [73].

1.5.2.4 Body-Mass-Index und posturale Stabilität

Im Folgenden aufgeführte Studien zeigten, dass der Body-Mass-Index, kurz BMI, einen Einfluss auf die posturale Kontrolle hat. Colné et al. zeigten an 16 übergewichtigen Jugendlichen mit im Mittel einem BMI von 40 kg/m^2 im Vergleich mit 13 normalgewichtigen Jugendlichen (BMI im Mittel 20 kg/m^2), dass vor allem

bei den dynamischen Messungen die Gruppe der Übergewichtigen eine reduzierte posturale Stabilität aufweisen [43].

Es zeigen sich in diversen Studien nicht nur größere Unsicherheiten der posturalen Balance bei Übergewichtigen, sondern auch eine Verbesserung der posturalen Stabilität bei Körpergewichtsabnahme [18, 86, 116, 129, 203]. Zudem geht Übergewicht mit einem erhöhten Sturzrisiko einher [39].

1.5.2.5 Posturale Stabilität und Grunderkrankung

Aus dieser Studie ausgeschlossen wurden Patienten mit bekannten Vorerkrankungen, die die posturale Stabilität beeinträchtigen könnten. Die Studien von Ickenstein, Boucher, Blaszczyk und Wegener et al. sahen eine veränderte Wirkung bzw. betrachteten LBP und insbesondere die posturale Stabilität differenziert, wenn parallel eine chronische Grunderkrankung besteht, z. B. M. Parkinson, periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), Osteoarthritis oder Polyneuropathie (PNP) [21, 23, 29, 89, 217].

Hiermit erklärt sich, dass Patienten nach ihren Grunderkrankungen, wie Diabetes mellitus, Koronare Herzerkrankung (KHK), periphere arterielle Verschlusskrankheit, arterielle Hypertonie, rheumatoide Arthritis, Adipositas, Osteoporose, Polyneuropathie, Epilepsie, M. Parkinson, Niereninsuffizienz oder ein gerade bestehendes Tumorleiden bei Anamneseerhebung befragt wurden. Nicht jeder Punkt führte bei bejahender Antwort aus einem Ausschluss aus der Studie. So nahmen Patienten mit KHK, arterieller Hypertonie, Diabetes mellitus und Adipositas dennoch an der Studie teil, wurden jedoch bei der Auswertung nicht in Gruppen unterteilt. Es fanden sich drei Patienten mit Diabetes mellitus, drei mit KHK, acht mit arterieller Hypertonie, zwei mit gering ausgeprägter bzw. mit low-dose-Kortison therapierter rheumatoider Arthritis, ein Patient mit PNP bei Typ-I Diabetes, ein Patient mit Epilepsie, seit 10 Jahren anfallsfrei, und zwei Patienten mit einem Tumorleiden (Mammakarzinom, Z. n. brusterhaltender Therapie (BET) und Blasenkarzinom, aktuell therapiert).

1.5.3 Beeinträchtigung der posturalen Kontrolle bei unterem Rückenschmerz

In den Studien von Luoto, Radebold, Leinonen und Ruhe wurde gezeigt, dass chronischer Rückenschmerz die posturale Stabilität beeinträchtigt, sowohl im Stand auf beiden Beinen als auch im unilateralen Stand [109, 110, 112, 113, 157, 170].

Insbesondere bei geschlossenen Augen ist die posturale Kontrolle bei chronischen Rückenschmerzen reduziert, wobei der Standmittelpunkt bei den Patienten mit Rückenschmerzen eher in posteriorer Richtung im Vergleich mit der gesunden Kontrolle lag [135, 145, 183, 198].

Bei offenen Augen hingegen besteht gemäß Literaturrecherche kein wesentlicher Unterschied in der Stabilität zwischen Gesunden und Rückenschmerzpatienten [28, 135, 198]. Erhöht man die Komplexität der Aufgaben, z. B. durch Änderung des propriozeptiven Einflusses durch eine weiche Standfläche oder des vestibulären Einflusses durch veränderte Kopfhaltung, erreicht man ebenso einen Unterschied der Stabilität zwischen Gesunden und LBP-Patienten, laut Mientjes vor allem in medio-lateraler Messrichtung [135].

Man findet vereinzelt Studien, die keinen Unterschied der posturalen Stabilität zwischen Schmerzpatienten und Gesunden finden konnten [106, 125, 201]. So fanden Maribo et al. in einer Studie unter 96 Patienten mit unteren Rückenschmerzen seit 9 Wochen bis zu einer Dauer von 30 Jahren und einem durchschnittlichen VAS von 5,9 keine statistischen Unterschiede zwischen einer ersten Messungen der Balance und den Schmerzen und einem Follow-up nach im Schnitt 14,5 Wochen (13,4-16,6 Wochen). Ebenso fanden sie keine Assoziation zwischen Schmerz und Stabilität. Sie kamen daher auf eine niedrige Validität der CoP-Messungen und zu dem Schluss, dass nicht alle LBP-Patienten eine eingeschränkte Balance aufweisen [125].

Eine bestehende Dysfunktion, ob durch Bandscheibenproblematik oder anderer Genese, kann bei Patienten mit LBP die posturale Kontrolle beeinträchtigen.

Zum anderen kann Schmerz allein die posturale Kontrolle verändern [28, 108].

Leinonen et al. untersuchten die Körperstammuskulatur, indem die Patienten eine Box in den Händen hielten, auf die plötzlich ein Gewicht herabfiel. Die

Reflexantwort von Patienten mit Bandscheibenvorfall im Vergleich zu Gesunden, ist bei einem erwarteten Ereignis in unsicherem Stand verlängert, die paraspinale Muskulatur ist also weniger bis gar nicht mehr aktiviert [109].

Hodges et al. kamen auf die Frage, wie sich Schmerz auf die posturale Stabilität auswirkt, zu dem Ergebnis, dass bei Patienten mit LBP eine andere Organisation bzw. Rekrutierung der Stammmuskulatur als bei Gesunden zu messen ist. Die eingeschränkte Stabilität bei LBP kommt daher eher nicht durch den Schmerz selbst, sondern durch andere Ursachen, wie z. B. Veränderungen in der Organisation und Rekrutierung der Muskulatur, der Muskelaktivität, Veränderungen der motorischen Verarbeitung oder ein verändertes Balancemodell, zustande [82, 83, 140, 141].

Weiterhin können auch die Unsicherheit oder Angst vor Instabilität bei LBP und eine veränderte Körperhaltung eine Rolle bei der schlechteren posturalen Stabilität bei chronischen Rückenschmerzen spielen [35].

Die betroffene Seite zeigt bei Bandscheibenvorfall-Patienten jedoch nicht mehr Unsicherheit als die nicht-betroffene Seite [110]. So wurde in unserer Arbeit die betroffene Seite zwar vermerkt, in der Auswertung erfolgte allerdings in Anlehnung an die oben genannten Studienergebnisse keine Berücksichtigung.

1.6 Fragestellung

Die peridurale Infiltrationstherapie ist ein bewährtes Verfahren zur konservativen Behandlung des spezifischen unteren Rückenschmerzes. Die Wirkung bleibt zusammenfassend kontrovers, jedoch ist ein Effekt hinsichtlich der posturalen Stabilität und der Schmerzreduktion in vielen Studien nachweisbar. In vorhergehenden Studien konnte gezeigt werden, dass bei Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule die posturale Standstabilität durch muskuläre Dysbalance oder schmerzbedingt vermindert ist.

Unklar ist, ob durch eine PDI induzierte Linderung der Schmerzen eine Verbesserung der posturalen Kontrolle, gemessen mit der computergestützten dynamischen Posturographie, erreicht werden kann und wie sich die PDI auf die posturale Stabilität der Patienten mit chronischen Rückenschmerzen auswirkt.

Die vorliegenden Studien setzten sich mit dieser Frage nicht auseinander. Eine Verbesserung der posturalen Kontrolle nach PDI würde dafür sprechen, dass durch die Infiltrationstherapie neben der reinen Schmerztherapie auch positive Veränderungen der motorischen Verarbeitung, der Muskelrekrutierung und der Standstabilisierung herbeigeführt werden können. Präventive Auswirkungen dieser Veränderungen auf körperliche Inaktivität und deren Folgen sind zu erwarten. Durch verbesserte Balance kann das Sturzrisiko, insbesondere älterer Menschen, ggf. minimiert werden.

Ziel unserer Studie war es daher, mit Hilfe computergestützter dynamischer Posturographie zu untersuchen, ob eine Schmerzlinderung durch PDI konsekutiv auch zu einer Verbesserung der posturalen Stabilität führt.

Hauptzielgröße sind hierbei die Veränderungen der posturalen Stabilität. Gemessen wurden, mittels computergestützter dynamischer Posturographie, der Gesamtstabilitätsindex, der medio-laterale Stabilitätsindex und der anterior-posteriore Stabilitätsindex. Die posturale Stabilität vor Beginn der PDI-Serie wurde im Vergleich zur Stabilität nach der 3. PDI untersucht.

Weiterhin wurden die Auswirkungen oben genannter Veränderungen auf die Schmerzen der Patienten verglichen.

Die Schmerzreduktion durch PDI wurde hierbei als Nebenzielgröße bestimmt [151].

2. Patienten und Methoden

2.1 Patienten

An dieser prospektiven Studie nahmen insgesamt 37 Patienten teil, wobei fünf der Patienten im Verlauf der Studie ihre Teilnahme an den CDP-Messungen abgebrochen haben. Die Ein- und Ausschlusskriterien sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien der Studie bei Patienten mit spezifischen unteren Rückenschmerzen mit periduraler Infiltrationstherapie (PDI), durchgeführt am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum von 2011 bis 2013; Erstveröffentlichung in [151]

Einschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none">• schriftliche Einwilligung und Aufklärung• Alter über 18 Jahre• sprachliches Verständnis des Studienablaufes und der Fragebögen• medizinische Indikation zur PDI, z. B. Bandscheibenvorfall, Bandscheibenprotrusion, Spondylarthrose, Spinalkanalstenose
Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none">• Gleichgewichtsstörungen• Schwindel• Erkrankungen des vestibulären oder visuellen Systems• Unfähigkeit im Ein- oder Beidbeinstand auf der Plattform zu stehen• Vorliegen einer Kontraindikation gegen PDI<ul style="list-style-type: none">○ Gerinnungsstörungen○ Unverträglichkeit gegen einen Bestandteil der Injektionslösung○ lokale Infektion der Infiltrationsstelle○ offene Wunde an der Infiltrationsstelle○ lumbale PDI in den vergangenen 6 Monaten○ leichte Schmerzsymptomatik○ neurologisches Anfallsleiden○ dekompensierte Herzinsuffizienz○ schwere kardiale Überleitungsstörung○ Schwangerschaft

So wurden schließlich die Ergebnisse von 32 Patienten für die Studie ausgewertet (26 Männer, sechs Frauen, $49,9 \pm 12,8$ Jahre, $176,3 \pm 7,6$ cm, $83,1 \pm 11,8$ kg).

Von diesen 32 Patienten nahmen 13 an einer, rein explorativ zu wertenden, Nachfolgeuntersuchung 3 Monate nach der Intervention teil (zwölf Männer, eine Frau, $50,6 \pm 11,9$ Jahre, $176,3 \pm 7,9$ cm, $84,2 \pm 11,3$ kg).

Alle 32 Patienten litten unter einer chronischen spezifischen Erkrankung der unteren Lendenwirbelsäule: Abbildung 1 führt die einzelnen Ursachen auf.

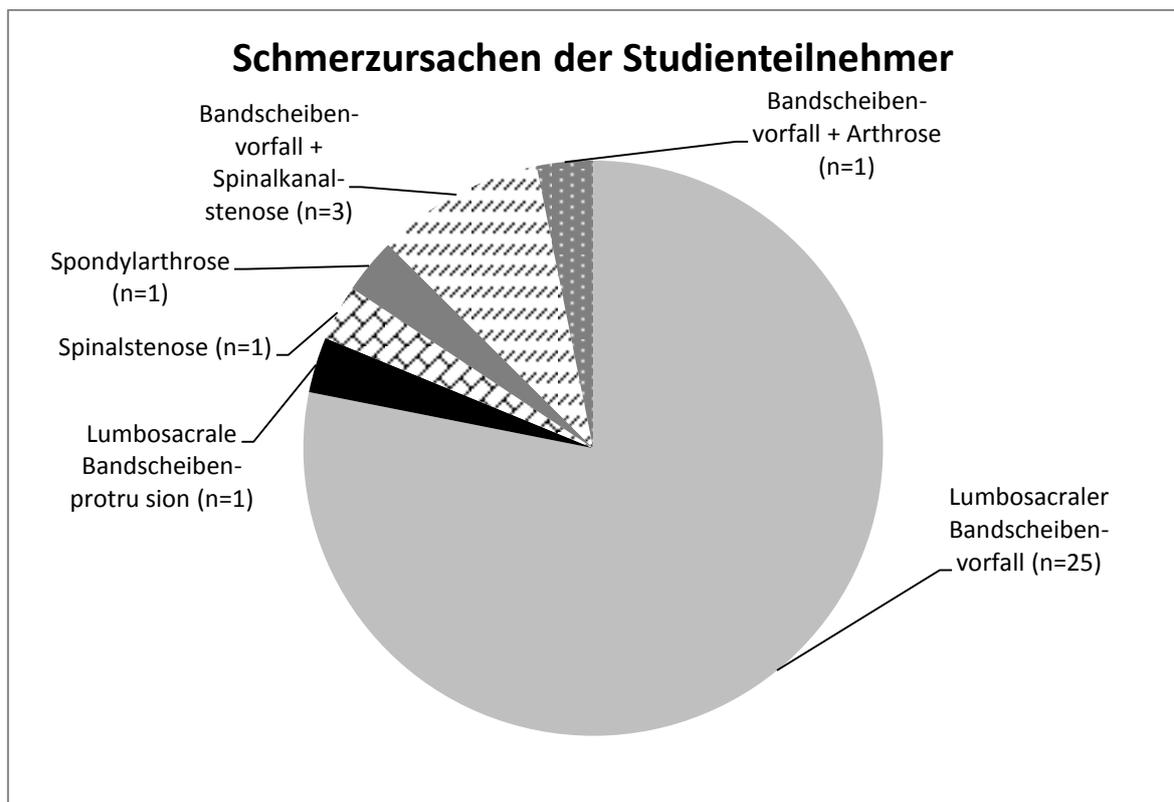


Abbildung 1: Tortendiagramm zur Schmerzursache: Aufgeführt sind die Ursachen, die bei den 32 Studienteilnehmern zu Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule führten (Studienzeitraum 2011-2013 am Bundeswehrkrankenhaus Ulm)

Ein Vorliegen mehrerer Erkrankungen der Wirbelsäule führte nicht zum Ausschluss aus der Studie. Die Befunde waren im Vorfeld durch bildgebende Verfahren, in der Regel einer Kernspintomographie, sowie durch die klinische Symptomatik, diagnostiziert worden.

Die chronischen Schmerzen bestanden zwischen 12 Wochen und 11 Jahren. Drei Patienten mit chronisch-rezidivierenden Schmerzen hatten akut neu aufgetretene

Schmerzen seit 9 Tagen bzw. 6 und 10 Wochen. 13 Patienten mit seit Jahren bestehenden Schmerzen hatten bereits 7 Monate bis 6 Jahre zuvor eine PDI erhalten, deren Wirkung jedoch völlig aufgehoben war. Die Schmerzintensität bestand nach Angabe der Patienten wie vor der letzten PDI. So konnten wir davon ausgehen, dass keine Verzerrung unserer Ergebnisse durch diese zurückliegende Intervention zu erwarten war.

2.2 Peridurale Infiltrationstherapie (PDI)

Die PDI ist eine der am häufigsten eingesetzten Therapien gegen chronischen Rückenschmerz [25, 26, 120, 182]. Indikationen sind der Bandscheibenvorfall, die Spinalkanalstenose, das Postnukleotomiesyndrom, die Spondylolisthesis, eine Fraktur bei Osteoporose und das degenerative LWS-Syndrom, mit z. B. Spondylarthrose, Osteochondrose oder auch osteophytären Anbauten.

Die Effektivität dieser Therapieform wurde in Studien bereits mehrfach untersucht und variiert stark.

2.2.1 Durchführung

Bei der PDI wird Kortison und ein Lokalanästhetikum in den Periduralraum infiltriert. Bezüglich der Höhe der Infiltration orientiert man sich an der Klinik und der Pathologie entsprechend der Bildgebung. Indikationen sind Rücken- oder Nervenschmerzen und Ischialgie aufgrund von Bandscheibenvorfällen oder Spinalkanalstenose, insbesondere solange noch keine OP-Indikation besteht. Diese ergibt sich, z. B. bei Auftreten einer Parese oder Blasen- oder Mastdarmstörung sowie nicht kontrollierbaren Schmerzen. Eine Alternative bzw. ein begleitendes Verfahren zur PDI ist die PRT, die periradikuläre Therapie, bei der das Medikament unter CT-Kontrolle direkt an der schmerzenden Nervenwurzel eingebracht wird.



Abbildung 2: Materialien und Medikamente, die zur Durchführung der periduralen Infiltrationstherapie benötigt werden. Oben im Bild sieht man die Liquorpunktionsnadel, linksseitig die Spritze zur lokalen Anästhesie und rechts die weiteren Materialien. Am Bundeswehrkrankenhaus Ulm wurden die Medikamente Naropin und ein Glukokortikoid verwendet [Quelle: eigenes Foto, 2012].

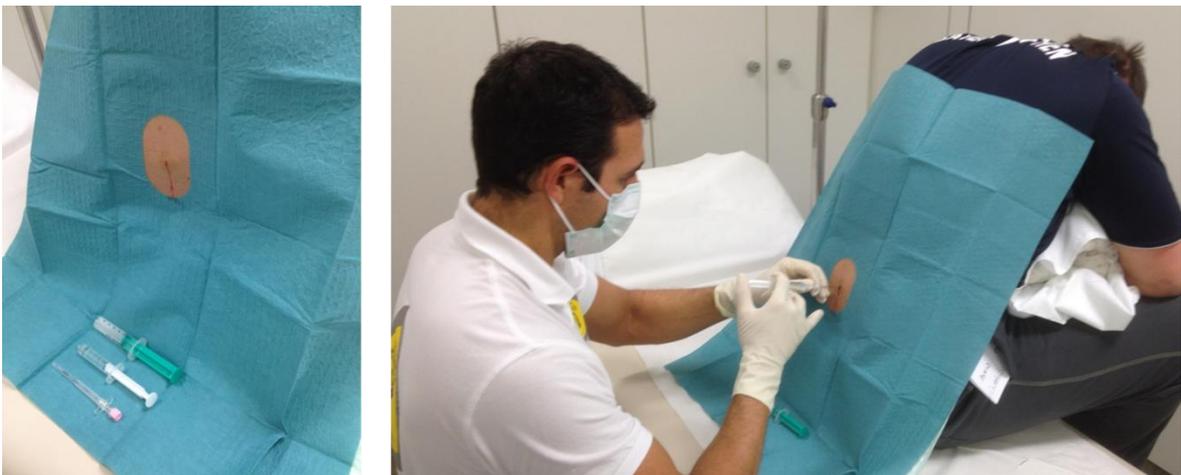


Abbildung 3: Durchführung einer periduralen Infiltrationstherapie am Bundeswehrkrankenhaus Ulm: Am sitzenden Patient wird die Punktionsstelle desinfiziert und steril abgedeckt. Nach lokaler Anästhesie wird im Anschluss an die Lagekontrolle der Punktionsnadel das Medikamentengemisch infiltriert [Quelle: eigenes Foto, 2012].

Abbildung 3 stellt die Durchführung einer Punktion in unserer Klinik dar. Die

peridurale Infiltration wird am sitzenden Patient durchgeführt; der Rücken soll durch eine nach vorn gebeugte Haltung in eine Kyphose gebracht werden. Ist dies aufgrund der Schmerzintensität oder Kreislauf labilität nicht möglich, kann die Therapie auch in Seitenlage des Patienten durchgeführt werden. Bei maximal gebeugter Lendenwirbelsäule vergrößern sich die Abstände der hinteren Wirbelfortsätze und man erleichtert sich hierdurch die Palpation und Infiltration. Nun wird die Zugangshöhe mit Hilfe anatomischer Kennmarken palpatorisch aufgesucht. Während dieser Studie lag die Zugangshöhe meist zwischen L4 und S1. Man tastet beidseits nach dem höchsten Punkt des Beckenkammes (Crista iliaca) und geht auf einer horizontalen Linie mittig Richtung Processus spinosi dorsales. Auf Höhe dieser gedachten Linie findet man den Wirbelkörperfortsatz L4. Durch Abzählen der meist gut tastbaren Processus spinosi sucht man die gewünschte Höhe auf [53, 101]. Eine andere Orientierungsmöglichkeit sind die bei schlanken Personen gut sichtbaren Grübchen beidseits der Wirbelsäule, hervorgerufen durch die beiden Spinae iliaca posteriorae superiores. Auf dieser Höhe findet man den Dornfortsatz des Wirbelkörpers S2.

Die Höhe des Einspritzens orientiert sich einmal an der Symptomatik des Patienten und zum anderen an Bildaufnahmen der krankhaften Veränderungen, zum Beispiel der Stenose oder des Bandscheibenvorfalles.

2014 wurde eine Studie mit der Frage, ob die Infiltrationshöhe der PDI bei Patienten mit Spinalkanalstenose eine Rolle spielt, veröffentlicht [136]. Hierbei kamen Milburn et al. zu dem Ergebnis, dass sich durch Einspritzen auf Höhe der maximalen Stenose, also direkt auf Höhe der Pathologie, wie bei uns erfolgt, die bestmögliche Schmerzreduktion erzielen lässt.

Nach gründlicher Desinfektion und steriler Abdeckung der Infiltrationsstelle wird eine lokale Anästhesie gesetzt. Mit einer Nadel zur Lumbalpunktion 18G (1,2 mm) wird am markierten Ort punktiert, die Nadel wird vorgeschoben bis zum Ligamentum flavum, welches durchstoßen wird und nach Lagekontrolle kann das Medikamentengemisch vor der Dura mater eingebracht werden [55].

In unserer Klinik wurden 12 mg Lokalanästhesie (Naropin = Ropivacainhydrochlorid) und 11,4 mg Betamethason (Celestan = Betamethasonacetat (Ph.Eur.), Betamethasondihydrogenphosphat-Dinatrium

(Ph.Eur.)) gespritzt. Im Anschluss wird der Patient im Rollstuhl auf Station gebracht und soll die kommenden zwei Stunden mit Oberkörper hoch liegend oder sitzend, d. h. nicht flach liegend und nicht vornübergebeugt, verbringen.

2.3 Computergestützte dynamische Posturographie (CDP)

Zur Messung der posturalen Stabilität nutzten wir die computergestützte dynamische Posturographie. Die PDI fand unter stationären Bedingungen an Tag 1, 3 und 5 statt, die posturographischen Messungen am ersten Tag vor der PDI, um einen Ausgangswert zu erzielen, sowie an Tag 2, Tag 4 und Tag 5 nach der PDI. So haben wir insgesamt vier Messungen durchgeführt. Bei 13 Patienten erfolgte eine weitere Messung nach 3 Monaten beim Follow-up. Den Studienablauf findet man in Tabelle 3 im Kapitel 2.4.1.

Die Messung der posturalen Stabilität erfolgte mithilfe des Biodex Balance Systems® (Biodex, Shirley, New York), einem etablierten Instrument zur posturographischen Messung [194].

Es besteht aus einer freibeweglichen Plattform mit einem Durchmesser von 55 cm, die von der Horizontalen in alle Richtungen um 20° abkippar ist, verbunden mit zwei seitlichen Haltegriffen und einem Monitor, über den die Messergebnisse einzusehen sind. Dieses Display wurde während der Messungen jedoch kontinuierlich abgedeckt, um ein visuelles Feedback zu vermeiden und ein realitätsgetreueres Messen zu ermöglichen [149]. Ein Computer, an den die Plattform angeschlossen ist, registriert die dynamischen Abweichungen im zeitlichen Verlauf und bringt ein Abkippen der Plattform von der Horizontalebene, ausgedrückt in Winkelgraden, zur Darstellung [151]. Die Messgenauigkeit ist mit 0,1° angegeben.

Computerunterstützt werden folgende Messwerte kalkuliert: Der medio-laterale Stabilitätsindex (MLSI), der anterior-posteriore Stabilitätsindex (APSI), sowie der gesamte Stabilitätsindex (OSI für Overall Stability Index). Die Formeln für die Berechnung der Indizes lauten:

$\text{MLSI} = \sqrt{\Sigma(0 - X)^2 / \text{Probanden}}$ $\text{APSI} = \sqrt{\Sigma(0 - Y)^2 / \text{Probanden}}$ $\text{OSI} = \sqrt{(\Sigma(0 - X)^2 + \Sigma(0 - Y)^2) / \text{Probanden}}$
--

Abbildung 4: Die Formeln zur Kalkulation der Stabilitätsindizes. MLSI entspricht dem medio-lateralen Stabilitätsindex, APSI ist der anterior-posteriore Stabilitätsindex und OSI der Overall Stability Index, d. h. der Gesamtstabilitätsindex [149].

Je höher der jeweilige Stabilitätsindex liegt, desto instabiler ist der Stand des Probanden auf der Balance-Plattform. Es lassen sich 12 dynamische und ein statisches Level einstellen, wobei die Stabilität der Plattform mit steigendem Level zunimmt, folglich stellt Level 1 die instabilste und Level 12 die stabilste Plattform dar. Die Messungen in diesem Versuch wurden alle im dynamischen Level 8 durchgeführt, da dieses Level sich in vorangegangenen Studien als reliabel erwiesen hat und damit reproduzierbar bzw. eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien ermöglicht wird [30, 149, 150, 195]. Es wurden pro Teilnehmer und Messzeitpunkt insgesamt sechs Tests im Level 8 gemessen. Die Durchläufe erfolgten randomisiert, ein Test erfolgte im beidbeinigen Stand auf der Plattform, ein zweiter Durchgang links im Einbeinstand und ein dritter rechts im Einbeinstand. Die beschriebenen drei Testversuche wurden je einmal mit offenen und einmal mit geschlossenen Augen wiederholt. Jeder Test bestand aus drei Durchgängen á 20 Sekunden, mit einer fünfsekündigen Pause dazwischen, um Ermüdungen zu vermeiden. Aus diesen insgesamt 18 Durchläufen wurden jeweils der OSI, APSI und MLSI berechnet. Um einen möglichen Trainingseffekt auszugleichen, wurde die Reihenfolge der einzelnen Testdurchläufe nach dem Zufallsprinzip variiert.

2.3.1 Durchführung der computergestützten dynamischen Posturographie

Die Messungen wurden bei allen Patienten im aufrechten Stand, die Arme seitlich am Körper herabhängend, durchgeführt [151]. Die Personen wurden angewiesen, sich, wenn möglich, nicht an den Haltegriffen festzuhalten, sondern frei stehend das Gleichgewicht zu bewahren.

Nach kurzer Darlegung der Versuchsdurchführung stellte sich der Patient mit beiden Füßen mittig auf die Plattform. Beide Beine sollten im gleichen Abstand zur Mittellinie der Plattform stehen. Die medio-lateral eingezeichnete Mittellinie markiert den Körpermittelpunkt des Patienten, der sich auf einer Linie knapp vor dem Schienbein befindet.

Während der Untersuchung wurde darauf geachtet, dass der Studienteilnehmer seinen Standpunkt nicht verändert und dass der jeweilige Patient an jedem der vier bzw. fünf Messtage dasselbe Schuhwerk trägt, da Auswirkungen auf die Messungen bestehen [111].

Im Einbeinstand wurde der Patient dazu angehalten, das tragende Bein in der Mitte der Plattform zu platzieren und das andere Bein im Knie im 90° Winkel zu beugen. Eine Beugung von 90° in der Hüfte konnte aufgrund der teils sehr eingeschränkten Beweglichkeit der Teilnehmer nicht gewährleistet werden.

2.4 Studienplan

2.4.1 Einleitung

Allen Patienten, die alle über 18 Jahre alt waren, wurde am ersten Tag vor der Therapie das Studiendesign erläutert. Nach ausführlicher Aufklärung und schriftlicher Einwilligung erfolgte die Datenaufnahme und Anamneseerhebung (Appendix 1). Bei Vorliegen einer Kontraindikation gegen die PDI führte dies zum Ausschluss aus der Studie. Die Kontraindikationen sind in Tabelle 2 ersichtlich.

Daraufhin erfolgte standardisiert die Untersuchung der Patienten hinsichtlich der Funktionalität und Bewegungsfähigkeit der Wirbelsäule. Appendix 2 enthält den Untersuchungsbogen.

Noch vor Therapiebeginn füllte ein Untersucher gemeinsam mit den Patienten weitere Fragebögen aus, um die Ausgangswerte zu erfassen, wie zum Beispiel die aktuelle Schmerzsymptomatik vor der Therapie. Die Fragebögen finden sich als Appendix im Anhang und werden im Kapitel 2.4.2 und 2.4.3 erläutert.

Während des fünftägigen stationären Aufenthaltes wurde eine PDI-Serie,

bestehend aus dreimaliger Infiltration, durchgeführt (Tag 1, 3 und 5). Die posturale Stabilität wurde viermal ermittelt (Tag 1, 2, 4 und 5). Am dritten Tag, an dem die zweite PDI stattfand, wurden nur der McGill-Fragebogen ausgefüllt und Modul 4 mit Routineabfragen, wie Reflexe, Schober- und Ott-Zeichen und subjektive Stabilität, erfasst. Am fünften und letzten Tag des Aufenthaltes bekam der Patient eine dritte PDI und sollte nach zwei-stündiger Pause wiederum alle Fragebögen beantworten und eine fünfte CDP-Messung auf dem Biodex durchführen. In Tabelle 3 ist der Studienablauf graphisch dargestellt.

Tabelle 3: Beschreibung des Studienablaufs Tag 1 bis Tag 5 und Follow-up nach 3 Monaten, durchgeführt am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013. Abkürzungen: Oswestry Disability Index (ODI), Western Ontario and McMasters Universities (WOMAC), Japanese Orthopaedic Association (JOA), peridurale Infiltrationstherapie (PDI), computergestützte dynamische Posturographie (CDP); Erstveröffentlichung in [151].

Tag 1	Tag 2	Tag 3
Anamnese körperliche Untersuchung McGill-Fragebogen ODI Tegner Score WOMAC JOA Fragebogen CDP-Messung PDI	McGill-Fragebogen CDP-Messung	PDI McGill-Fragebogen
Tag 4	Tag 5	Follow-up
McGill-Fragebogen CDP-Messung	PDI McGill-Fragebogen ODI Tegner Score WOMAC JOA Fragebogen CDP-Messung	Anamnese Körperliche Untersuchung McGill-Fragebogen ODI Tegner Score WOMAC JOA Fragebogen CDP-Messung

2.4.2 Anamnese und körperliche Untersuchung (Modul 1 und Modul 2)

In den ersten beiden Modulen (Appendix 1 und 2) wurden nach ausführlicher Aufklärung des Patienten, Beantwortung aller Fragen seitens des Patienten und dem Einholen der schriftlichen Einverständniserklärung für die Studie die persönlichen Daten abgefragt, um gegebenenfalls die Kommunikation nach Studiendurchführung zu ermöglichen. Zudem wurden Alter, Geschlecht, Gewicht und Größe erhoben, um die Patienten in Altersgruppen und entsprechend ihres BMI einteilen zu können.

Anschließend wurden Standbein, aktuelle objektive und subjektive Beschwerden und die bisher erfolgte Therapie und Diagnostik erfragt.

Zudem wurde nach bekannten Verletzungen, im Speziellen Meniskusschäden, Kreuzbandverletzungen oder Wirbelsäulenerkrankungen, bisherigen Operationen, der Familienanamnese und Vorerkrankungen, die zu einem Ausschluss aus der Studie führen könnten, gefragt. Zusätzlich wurden die Medikation, insbesondere der Schmerzmittelgebrauch, und die Tage der Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Rückenschmerzen in den letzten 3 Monaten dokumentiert. (Appendix 1).

Um die Anamnese zu vervollständigen, wurden folgende wirbelsäulenspezifische Fragen erhoben:

- Besteht eine Belastungsabhängigkeit der Schmerzen?
- Wenn ja, bei welcher Art der Belastung?
- Oder eher ein Ruheschmerz?
- Tritt der Schmerz bei Husten, Pressen oder Niesen auf?

Der Patient sollte die genaue Lage der Schmerzen, gegebenenfalls mit Ausstrahlung und Schmerzqualität, angeben. Wichtig waren auch eventuelle Sensibilitätsausfälle, Lähmungen, Atrophien, Blasen- oder Mastdarmstörungen, Gangunsicherheit oder Sturzneigung und ein Nachlassen des manuellen Fingerschickes. Unter Vorgabe von Krankengymnastik, Massage, Fango, manuelle Therapie, Akupunktur, „Spritzentherapie“, Operationen und Sonstiges wurde ebenfalls nach bisherigen Therapien gefragt.

Neben der Inspektion des Patienten wurde die Funktion und Beweglichkeit der

Wirbelsäule untersucht, unter anderem mittels 3-Stufen-Test nach Mennell, Viererzeichen, Muskeleigenreflexen, Zehen- und Fersengang, Ott- und Schober-Test. Der Untersuchungsbogen ist als Appendix 2 einzusehen. Mittels Ott-Test wird die Beweglichkeit der Brustwirbelsäule geprüft, der Normwert beim Erwachsenen liegt bei 3 bis 4 Zentimetern (Messangabe Normwert Retroversion/ Flexion z. B. 28 cm – 30 cm – 33 cm). Beim Schober-Test wird die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule gemessen (Messangabe Normwerte Retroversion/ Flexion z.B. 8 cm – 10 cm – 15 cm).

Ebenso wurden die Kraftgrade nach Janda, unterteilt in 6 Stufen, jeweils beidseits geprüft. Der Kraftgrad wird dann als erreichte Stufe von 5 ausgedrückt, z. B. 3/ 5 (ca. 50 % der normalen Muskelkraft) oder 5/ 5 (100 % der physiologischen Muskelkraft) [93].

Im Rahmen der Anamnese wurden die Patienten außerdem zu ihren rückenschmerzbedingten Fehltagen am Arbeitsplatz befragt. Ausgenommen von zwei Rentnern, zwei Frührentnern und zwei Patienten, die dazu keine Angabe machen wollten, gab es 15 Patienten, die keinen Tag krankgeschrieben waren, elf Patienten blieben aufgrund ihrer Rückenschmerzen in den letzten 3 Monaten zwischen 2 und 91 Tagen ihrer Arbeit fern; dies ergibt einen Mittelwert von 14 Tagen. 18 Patienten gaben eine regelmäßige Schmerzmedikation an. Diese sind in abnehmender Häufigkeit: Diclofenac, Novaminsulfon, Tetrazepam, Ibuprofen, Tramadol, Arcoxia, Tilidin, Carbamazepin, Flupirtin, einer davon Paracetamol + Codein.

2.4.3 Verwendete Fragebögen

Neben oben genannten Untersuchungen wurden zudem folgende Fragebögen erfasst:

2.4.3.1 McGill-Fragebogen

Modul 3 (Appendix 3) beinhaltet die Kurzform des McGill-Schmerzfragebogens. Diese Evaluationsmöglichkeit der Schmerzqualität wurde an der Universität McGill von Ronald Melzack und Warren S. Torgerson entwickelt und 1971 veröffentlicht [132, 133]. Ronald Melzack formte den Fragebogen 1987 in eine kürzere Version

um, da der komplette Fragebogen mit fünf bis zehn Minuten Bearbeitungszeit für viele Studien zu aufwendig war [134]. Der Fragebogen wird angewandt zur Wirkungskontrolle der Schmerzmedikation, sowie zur Erforschung der Effizienz und Effektivität der Schmerzinterventionen. Dazu wurde eine Studie veröffentlicht, die zeigt, dass der Test auf Schmerzveränderungen durch Therapie sensitiv reagiert [77]. Der McGill-Fragebogen, sowie die darin enthaltene Visuelle Analogskala, mittels derer die Schmerzintensität abgefragt wird, werden klinisch häufig angewandt [41, 77].

Der Fragebogen ist in drei Abschnitte gegliedert, die die subjektive Schmerzerfahrung des Patienten evaluieren sollen. Im ersten Abschnitt wird der Schmerzgrad mithilfe des Pain Rating Index, kurz PRI, erfragt. Hierbei werden 15 Adjektive genannt, die die Schmerzqualitäten spezifizieren. Zuerst werden die elf Adjektive „klopfend“, „einschießend“, „stechend“, „scharf“, „krampfartig“, „nagend“, „brennend“, „dumpf“, „schwer“, „berührungsempfindlich“ und „rasend“ genannt. Sie alle beschreiben den sensorischen Anteil des Schmerzempfindens, sowohl auf Rhythmik (klopfend) als auch auf die Schmerzscharfe bezogen. Untenstehend in der Tabelle findet der Patient die Beschreibungen „ermüdend/ erschöpfend“, „Übelkeit verursachend“, „von Angst begleitet“ und „grausam“. Diese vier Adjektive erfragen die affektive Komponente des Schmerzes, sowohl auf die Angst als auch auf das Schmerzleiden des Patienten bezogen. Der Patient kann nun zwischen den Spalten „nicht vorhanden“, „leicht“, „mäßig“ und „stark“ entscheiden, wofür in aufsteigender Reihenfolge die Punkte 0 bis 3 vergeben werden. Für den Patient ist die Unterscheidung in affektiv und sensorisch nicht ersichtlich und damit wenig beeinflussbar. Er kann also auch nur sensorische Adjektive nennen und hat dann offenbar keine affektive Komponente. Vom Untersucher werden schließlich die Punkte der sensorischen und affektiven Qualität erfasst, addiert und das Ergebnis notiert.

Abschnitt zwei erfasst anhand der Visuellen Analogskala die Intensität des aktuellen Schmerzes. Dies ist ein bereits 1979 in der englischsprachigen Literatur erwähnter Test zu Erfragung der Schmerzintensität, jedoch wurde er wahrscheinlich schon Jahre zuvor angewandt [137, 178]. Der Patient markiert auf einer eindimensionalen, horizontalen Linie den Schweregrad seiner Schmerzen von links „gar keine Schmerzen“ bis rechts auf der Linie „stärkste vorstellbare

Schmerzen“. Dazwischen liegende Hinweise wie z. B. Nummerierung sollten vermieden werden, um keine Anhaltspunkte zu bieten, die den Patient beeinflussen könnten. Der Test ist von sehr kurzer Dauer (unter einer Minute) und kann vom Patient selbst ohne größere Erläuterungen verstanden und ausgefüllt werden. Die Linie ist genau 10 cm lang und wird nach Ausfüllen ohne Beisein des Patienten ausgewertet. Pro Zentimeter gibt es einen Punkt.

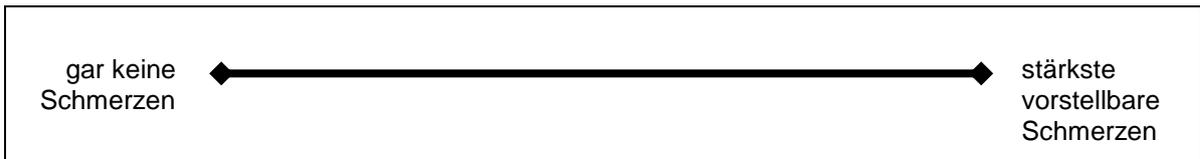


Abbildung 5: Die Visuelle Analogskala (VAS). Auf dieser Linie ist die vom Patient empfundene Stärke der Rückenschmerzen zu markieren.

Eine Auswertung kann anhand einer Einteilung in „kein Schmerz“ (0-4 mm), „leichten Schmerz“ (5-44 mm), „moderaten Schmerz“ (45-70 mm) und „starken Schmerz“ (71-100 mm) erfolgen. Die Reliabilität und Validität wurden getestet und sind gegeben [19, 77, 112, 137].

Im dritten Abschnitt des Fragebogens soll der Patient die Intensität des gesamten Schmerzerlebens bewerten.

Anhand einer verbalen Ratingskala soll der subjektiv empfundene Schmerz erfasst werden. Es werden die Antworten „keine Schmerzen“ mit 0 Punkten, „leicht“, „Beschwerden verursachend“, „quälend“, „schrecklich“ und „unerträglich“ mit letztlich maximal 5 Punkten angeboten.

Dementsprechend kommt man auch hier auf eine Punktezahl, die mit den Punkten für 1. die sensorische Komponente des PRI, 2. die affektive, 3. den gesamten PRI, 4. die Punkte, die die VAS (Visuelle Analogskala) ergab und 5. die Intensitätsbewertung der verbalen Ratingskala addiert werden. Theoretisch kann der Patient in Abschnitt eins maximal 45 (15 multipliziert mit 3) Punkte erreichen, in Abschnitt zwei maximal 10 und im dritten Abschnitt 5 Punkte. Insgesamt kann ein Patient mit maximalem Schmerzempfinden folglich 60 Punkte erreichen.

Dieses Modul sollte der Patient jeweils an Tag 1, 2, 3, 4, 5 und nach 3 Monaten ausfüllen (Appendix 3).

2.4.3.2 Oswestry Disability Index (ODI)

Unser Modul 5/ 1 (Appendix 4) entspricht dem Oswestry Disability Index, kurz ODI genannt. Entwickelt wurde dieser Fragebogen von dem Forschungsteam um Fairbank im Jahre 1980 [56, 57]. Seit 2006 gibt es eine „cross-cultural adapted Version“, die den aktuellen Richtlinien der American Association of Orthopaedic Surgeons (AAOS) Outcomes Committee angepasst wurde. Daher konnte dieser Fragebogen in deutscher Sprache verwendet werden. In einer Studie mit 100 chronischen LBP-Patienten wurde die deutsche Version des Tests auf Reliabilität und Validität geprüft und diese stellten sich als gegeben heraus [123]. Eine weitere Studie untersuchte an 57 Patienten, denen eine spinale Operation bei Lendenwirbelsäulenschmerzen bevorstand, ob sich prä- und postoperativ Unterschiede im ODI zeigen und kam zu dem Ergebnis, dass der ODI-Score sensitiv auf klinische Veränderungen reagiert [124]. Die Dauer, die der Patient benötigt den Fragebogen auszufüllen, beträgt etwa fünf Minuten [168].

Der ODI-Fragebogen gibt Informationen darüber, wie sich die Rückenschmerzen auf die Fähigkeit, mit den „Aktivitäten des alltäglichen Lebens“ fertig zu werden, auswirken [151]. Der Fragebogen ist gegliedert in zehn Abschnitte. Die einzelnen Abschnitte sind mit den Überschriften „Schmerzintensität“, „Körperpflege“, „Heben“, „Gehen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Schlaf“, „Intimkontakte“, „Sozialkontakte“ und „Fahrten und Reisen“ versehen. Zu jedem Abschnitt kann der Befragte zwischen sechs Antworten auswählen, für diese Antworten werden Punkte zwischen 0, dies entspricht der bestmöglichen, und 5 Punkten, welches der schlechtesten Wertung entspricht, vergeben. Die Summe der zehn Antworten wird geteilt durch das mögliche Gesamtergebnis von 50 Punkten bei Beantwortung aller zehn Fragen, von 45 Punkten bei einer nicht beantworteten Frage. Um auf ein Prozentergebnis zu kommen, wird nun mit 100 multipliziert. So sind Ergebnisse zwischen 0 und 100 % möglich. Je höher die Prozentzahl ist, desto größer sind die Einschränkungen in den alltäglichen Aktivitäten [57, 123, 124, 168].

2.4.3.3 Tegner-Aktivitätsskala

Unser Modul 5/ 2 ist die Tegner Aktivitätsskala (Appendix 5), die 1985 entwickelt

wurde [204]. Ursprünglich wurde der Test für Patienten mit Knieproblemen im Zusammenhang mit einem reinen Knie-Score erarbeitet, später auch für Erkrankungen am Knöchel getestet und angewandt [74]. In der aktuellen Literatur wird dieser adäquat getestete Score zur Erfassung des aktuellen Leistungsniveaus des Patienten bei sämtlichen Gelenkerkrankungen und anderen Läsionen genutzt [62, 94, 95, 104]. Der numerische Fragebogen vergibt Punkte für jeweils ein Leistungsniveau. Die volle Punktzahl von 10 Punkten erreicht man mit einem maximalen Leistungsniveau, benannt als „Wettkampf bzw. Leistungssport“, hierunter findet der Proband die Beispiele: Fußball auf nationalem bzw. internationalem Niveau. 0 Punkte kreuzt ein Patient mit Bettlägerigkeit oder Invalidität und Rente wegen seiner Rückenproblematik an (Appendix 5) [33].

Studien zeigen, dass die psychometrischen Eigenschaften gegeben sind [32, 74, 114, 204-206]; der Test ist reliabel und valide und reagiert auf Veränderungen [32, 94, 204].

Die Vorteile des Tegner-Aktivitätstestes sind seine sehr einfache Anwendung, die zeitsparende Beantwortung und seine Berücksichtigung eines möglichen Handicaps. Der Test ist numerisch aufgebaut, geht im Umfang nicht über ein DIN-A4-Blatt hinaus und der Patient muss im Grunde nur beantworten, welches dieser 10 Leistungsniveaus er für sich zutreffend findet [94, 114, 206].

Um die Effektivität des Tests zu steigern, ist es von Nutzen die Patienten mit gesunden Kontrollgruppen zu vergleichen. Briggs et al. haben die Tegner-Skala an gesunden Probanden angewandt und so Daten für eine Vergleichbarkeit geschaffen [33], wobei Tegner selbst festgestellt hat, dass der Score nicht für eine Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Patienten gedacht ist, sondern um Aktivitätsveränderungen ein und desselben Patienten zu verschiedenen Zeitpunkten zu bestimmen [114].

2.4.3.4 Western Ontario and McMasters Universities (WOMAC)

WOMAC steht für „Western Ontario and McMasters Universities“. Dieser ist ein psychometrischer Test, der den subjektiven Schmerz des Patienten erfragt (Appendix 6). Der multidimensionale Test wurde 1982 in Kanada entwickelt und zwar speziell für Patienten mit Osteoarthrose. Eine erste Reliabilitäts- und

Validitätsprüfung der deutschen Version wurde 1996 veröffentlicht, weitere folgten. Die Evaluation der deutschen Version, getestet an Patienten mit femoroacetabulärem Impingement und Hüftosteoarthrose, fiel positiv aus und Reliabilität, Validität und relative Effizienz, auch die Reproduzierbarkeit und ein Antwortverhalten auf Veränderungen sind bei diesem Fragebogen gegeben [128, 169, 179, 196].

Der WOMAC-Fragebogen wird heutzutage häufig verwendet, um den Krankheitsverlauf oder die Effektivität der Schmerzmedikation zu überprüfen [12, 14, 15, 196]. Der Fragebogen ist erhältlich mit einer VAS, einer Likert-Skala oder numerischen Antwortmöglichkeiten. Wir entschieden uns für die numerische Version, bei der der Patient zwischen den Zahlen 0 aufsteigend bis 10 wählen kann [7, 16].

Wir haben uns weiterhin für die vollständige Version des WOMAC entschieden, da diese komplett evaluiert, weiter verbreitet und somit besser vergleichbar ist. Ein Vorteil der Kurzform des WOMAC wird darin gesehen, dass aufgrund der Kürze weniger Fragen unbeantwortet bleiben [12].

Der Fragebogen (Appendix 6) beinhaltet drei Abschnitte A bis C. Abschnitt A besteht aus fünf Fragen zur Schmerzstärke, in Abschnitt B wird die Steifigkeit mittels zwei Fragen abgefragt und zuletzt sind 17 Fragen zur körperlichen Tätigkeit in Abschnitt C zu beantworten. Zu jeder dieser insgesamt 24 Fragen sind numerische Ankreuzmöglichkeiten gegeben. „0“ entspricht keinen Schmerzen, bzw. keiner Steifigkeit, bzw. keinen Schwierigkeiten; aufsteigend bis „10“ extreme Schmerzen/ Steifigkeit/ Schwierigkeiten. Das Ausfüllen des WOMAC-Fragebogens benötigt ca. 5 bis 12 Minuten Zeit, die Auswertung weitere 5 bis 10 Minuten [16, 128].

Bei der Auswertung halten wir es für empfehlenswert, jeden der drei Bereiche separat auszuwerten: Die Punktzahl, die der Patient in einem Fragenblock erreicht hat, wird mit 100 multipliziert und im Anschluss dividiert durch die Summe der maximal erreichbaren Punkte (10 multipliziert mit der Anzahl der Fragen). So kommt man auf ein Ergebnis zwischen 0 % und 100 %, wobei hier ein höherer Wert der negativeren Antwort entspricht. Der Patient empfindet demnach subjektiv stärkere Schmerzen/ Steifigkeit bzw. Schwierigkeiten, je höher der Prozentwert ist

[7]. Durch Addition der Einzelergebnisse kann zur anschaulicheren Darstellung der Ergebnisse ein Gesamtwert errechnet werden, wobei hier jedoch nicht mit einer Validität zu rechnen ist, wie eine Studie von Rothenfluh et al. mit 157 ausgefüllten Fragebögen bei der Summierung der Einzelbewertungen zeigen konnte [169].

2.4.3.5 Japanese Orthopaedic Association-Score (JOA-Fragebogen)

Unser Modul 5/ 4 (Appendix 7) ist der JOA-Fragebogen bei Rückenleiden der LWS. Dieser Fragebogen nennt sich „Japanese Orthopaedic Association-Score“ und wurde ursprünglich 1976 in Japan von Hirabayashi et al. zur Beurteilung zervikaler Wirbelsäulenerkrankungen, die eine zervikale Myelopathie bedingen, entwickelt [67, 80]. In der englischsprachigen Literatur findet man den JOA erstmals 1981 erwähnt [81]. Von der Forschungsgruppe um Hamburger et al. wurde 1997 eine modifizierte deutsche Version veröffentlicht, die sich jedoch rein auf die zervikale Myelopathie bezieht und sich daher in einigen Punkten von der Version, die wir verwendeten, unterscheidet [75]. Der JOA-Fragebogen, angewandt auf Rückenschmerzen, wurde erst 1986 entwickelt [91]. Die von uns verwendete Version wurde schließlich 2007 von der Japanese Orthopaedic Association veröffentlicht und soll die Lebensqualität eines Patienten mit Rückenschmerzen widerspiegeln, der JOABPEQ [64-66]. Alle Fragen für diesen Test wurden in einer ersten Studie untersucht und patientenorientiert wurden die 25 Fragen für den JOA ausgewählt, welche optimal das klinische Gesamtbild des Patienten wiedergeben [64]. Eingangs gab es 60 Fragen zu beantworten, 24 Fragen entstammten der japanischen Version des Roland Morris Fragebogen, der im Original 1983 von gleichnamigen Autoren veröffentlicht wurde [167]. Der Fragebogen soll die physikalische Einschränkung des Patienten durch sein Rückenleiden erfassen. Er erhebt also die Lebensqualität des Patienten, ebenso wie der zweite verwendete Test, der „Short Form Health Survey-36“, kurz SF-36, aus dessen japanischer Version weitere 36 Fragen entnommen wurden [168]. Während der Entwicklungsphase des Testes beschränkten sich die zu untersuchenden Zielerkrankungen auf lumbale Bandscheibenvorfälle und lumbale Spinalkanalstenosen, andere orthopädische Erkrankungen waren ausgeschlossen. Letztlich stellte man für die Studie eine Patientengruppe mit 328 Personen und eine Kontrollgruppe mit 213 Gesunden zusammen. Auf diese Weise

wurden aus den bestehenden Tests 25 Fragen, die die Lebensqualität eines Rückenschmerzpatienten evaluieren sollen, ausgewählt und im endgültigen JOA-Fragebogen in fünf Funktionsbereiche eingeteilt [64, 66] (Appendix 7).

Q1-1 bis -4 erfragt die Funktion der unteren Extremität, Q2 beinhaltet sechs Fragen zur Lumbalfunktion, Q3-1 bis -5 besteht aus fünf Fragen zur Gehfähigkeit unter Rückenschmerzen, Q4-1 bis -3 und ebenso Q3-5 fragen nach Einschränkungen in der sozialen Funktion, also der Arbeits- und Freizeitaktivität, und Q5-1 bis -7 enthält sieben Fragen zur psychischen Komponente. Der Patient hat jeweils drei bis fünf Antwortmöglichkeiten (Beispiele: „Ich habe sehr große“/ „ich habe“/ „ich habe keine Schwierigkeiten“. „Schlecht“/ „mäßig“/ „gut“/ „sehr gut“/ „ausgezeichnet“. „Außerordentlich“/ „mäßig“/ „etwas“/ „minimal“/ „überhaupt nicht“) oder binäre Antworten („ja“/ „nein“). Die Beantwortung der Fragen erfolgt ausgehend vom schlechtesten Gesundheitszustand der letzten Woche. Zuletzt soll auf einer visuellen Analogskala das aktuelle Schmerzempfinden in der Lendenwirbelsäule, in Gesäß und Beinen und das Taubheitsgefühl in Gesäß und Beinen markiert werden. Links auf der Linie findet man die Zahl 0, entsprechend „keine Schmerzen“/ „kein Taubheitsgefühl“, und rechts „größtmöglichen Schmerzen“/ „Taubheitsgefühl“, nummeriert mit der Zahl 10. Die Auswertung erfolgt anhand eines speziellen Schemas und die fünf Komponenten werden separat ausgewertet [66]. In jedem dieser Funktionsbereiche können zwischen 0 und 100 Punkte erzielt werden, wobei 0 Punkte dem größtmöglichen Schmerz bzw. der größtmöglichen Einschränkung im jeweiligen Bereich entspricht. Das Auswertungsschema für den JOABPEQ ist als Appendix 8 zu finden.

Auf mögliche Messfehler wurde der JOA für LBP, genannt JOABPEQ, von der Arbeitsgruppe selbst in zwei Veröffentlichungen untersucht. Aus diesen Untersuchungen ergab sich, dass kein Boden- oder Deckeneffekt besteht, die Messgenauigkeit also auch in den unteren bzw. oberen Messbereichen gegeben ist. Ebenso ist die Validität, getestet an 355 Probanden mit Bandscheibenvorfall, Spinalkanalstenose oder Spondylolisthesis, und die Reliabilität gegeben [65, 66].

Zusammenfassend benutzten wir in unserer Studie zur Erhebung der Schmerzintensität den VAS, der im McGill-Fragebogen bei der Erfassung der Schmerzqualität enthalten ist, den WOMAC, der spezifisch auf die subjektive Schmerzempfindung des Patienten eingeht und den JOA-Fragebogen, der die

vom Patienten empfundene Lebensqualität ermittelt. Mittels ODI wurde die Einschränkung in den alltäglichen Aktivitäten erfasst und das Leistungsniveau mithilfe des Tegner-Fragebogens. So sind durch diese Auswahl an Fragebögen sämtliche für uns relevanten Bereiche abgedeckt.

2.4.4 Routineabfragen (Modul 4)

Dieses Modul beinhaltet die Fragen, die der Patient an allen fünf Tagen beantworten sollte (Appendix 9).

An Tag 1, 3 und 5 wurde notiert, ob die PDI wie geplant durchgeführt wurde, ob der Patient zusätzliche Therapien, wie z. B. eine PRT, erhalten hat oder eine PDI ausfallen musste.

Zur subjektiven Stabilität wurde vom Patient täglich auf einer numerischen Skala angegeben, wie stabil er sich selbst auf ebenem Boden, z. B. dem Krankenhausflur, fühlt, von 1 „sehr unsicher“ bis 10 „bestmöglicher stabiler Stand“.

Die Gesamtzufriedenheit wurde auf ähnliche Weise auf der Skala von 1 („überaus unzufrieden“) bis 10 („sehr zufrieden und glücklich“) erfragt.

Täglich wurden der Achillessehnenreflex und der Patellarsehnenreflex auf Seitengleichheit und Lebhaftigkeit getestet, sowie das Vermögen des Patienten treppenzusteigen oder auf Zehenspitzen oder Ferse zu stehen. Ott- und Schober-Zeichen wurden ebenso wie der Finger-Boden-Abstand täglich gemessen.

2.5 Statistik

Neben deskriptiver Statistik wurde der Stabilitätsindex in Winkelgraden computergestützt berechnet. Die Divergenz der Stabilitätsindizes OSI, APSI und MLSI zwischen den einzelnen Untersuchungstagen wurden mittels t-Test auf Signifikanz hin geprüft.

Vorab wurden die Voraussetzungen der jeweiligen Tests eruiert, beispielsweise ob eine Normalverteilung und Homogenität der Stichprobe, Varianzgleichheit und Stetigkeit des zu untersuchenden Merkmals vorliegt. Als Signifikanzniveau *a priori* festgelegt wurde 0,05. Ein p-Wert von $< 0,01$ wurde als „hoch signifikant“ definiert

und ab $< 0,001$ als „höchst signifikant“. Die statistischen Analysen erfolgten mit dem Programm Microsoft Excel 2010.

Die Durchführung der Studie war durch die Ethikkommission der Universität Ulm (Registrierungsnummer: 32/11) genehmigt worden und wir führten die Studie in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki in der aktuellen Fassung von 1996 durch. Alle Teilnehmer waren während der Studie Patienten des Bundeswehrkrankenhauses Ulm.

3. Ergebnisse

3.1 Auswertung der Stabilitätsindizes unter PDI-Therapie

3.1.1 Stabilitätsindizes im bilateralen Stand

Betrachtet man die posturale Stabilität vor und nach der PDI-Serie, gemessen mithilfe der computergestützten Posturographie, so konnten signifikante Verbesserungen im bilateralen Stand beobachtet werden. Die Messwerte findet man in Tabelle 4, eine graphische Darstellung zeigt die Abbildung 6a. Für den OSI ergab der Wert mit offenen Augen im Level 8 mit $p = 0,02$ eine signifikante Besserung der posturalen Stabilität um 22 %. Für die APSI-Messung ergab sich im beidbeinigen Stand vor Therapie ein Wert von $2,7 \pm 1,4^\circ$ und nach Therapie betrug der Wert $2,2 \pm 1,1^\circ$ ($p = 0,11$). Der MLSI erreichte ebenfalls keine signifikante Besserung ($p = 0,41$).

Bei geschlossenen Augen im bilateralen Stand ergab sich für den OSI im Vergleich vor und nach Therapie eine hoch signifikante Besserung um 20 % mit einem p -Wert $< 0,01$. Entsprechend erzielten die Patienten bei den APSI- und MLSI-Messungen mit geschlossenen Augen im bilateralen Stand nach Intervention hoch signifikant bessere Ergebnisse ($p < 0,01$).

Tabelle 4: Gesamtauswertung der Posturographie-Messungen bei Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Studienzeitraum 2011-2013: Aufgezeigt werden die Werte in Winkelgrad, die an Tag 1 (vor der Intervention), Tag 2, Tag 4 und Tag 5 (nach der Intervention) und beim Follow-up nach 3 Monaten erhoben wurden. Es werden die Messwerte des Gesamtstabilitätsindex (OSI), des anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) und des medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) angegeben. Die Werte wurden im bilateralen Stand (bB), als auch im einbeinigen Stand mit dem linken (li) und mit dem rechten (re) Bein erhoben. Zudem unterscheidet man zwischen den Messungen mit offenen Augen (Ao) und mit geschlossenen Augen (Az). In der Spalte rechts ist mit dem p-Wert der jeweilige Signifikanzwert von Tag 1 zu Tag 5 angegeben; Erstveröffentlichung in [151].

	Tag 1	Tag 2	Tag 4	Tag 5	Follow-up	p-Wert von Tag 1 vs. Tag 5
OSI bB Ao	3,7 ± 1,7	3,1 ± 1,3	2,8 ± 1,4	2,9 ± 1,4	2,6 ± 1,1	0,02
APSI bB Ao	2,7 ± 1,4	2,3 ± 1,0	2,0 ± 1,1	2,2 ± 1,1	2,1 ± 1,2	0,11
MLSI bB Ao	1,9 ± 1,1	1,5 ± 0,9	1,6 ± 0,9	1,7 ± 1,3	1,3 ± 0,7	0,41
OSI bB Az	8,0 ± 3,2	6,8 ± 2,8	6,6 ± 2,8	6,4 ± 2,5	5,5 ± 2,8	< 0,01
APSI bB Az	5,7 ± 2,4	5,0 ± 2,1	4,7 ± 2,1	4,5 ± 1,7	3,8 ± 1,8	< 0,01
MLSI bB Az	4,6 ± 1,9	3,6 ± 1,9	3,5 ± 1,9	3,5 ± 1,9	3,0 ± 1,9	< 0,01
OSI li Ao	3,9 ± 1,5	5,0 ± 5,7	3,6 ± 1,8	3,7 ± 1,9	3,2 ± 2,0	0,45
APSI li Ao	2,9 ± 1,4	2,7 ± 1,3	2,9 ± 2,8	2,6 ± 1,3	2,2 ± 1,4	0,11
MLSI li Ao	2,0 ± 0,9	2,4 ± 2,9	2,1 ± 1,8	2,1 ± 1,7	2,8 ± 3,2	0,63
OSI li Az	6,0 ± 2,4	5,7 ± 2,4	5,9 ± 2,2	5,6 ± 2,1	5,2 ± 2,6	0,34
APSI li Az	4,9 ± 1,9	4,5 ± 2,0	4,7 ± 1,8	4,5 ± 1,8	3,6 ± 2,0	0,18
MLSI li Az	2,8 ± 1,5	3,0 ± 2,0	2,6 ± 1,5	2,4 ± 1,3	2,9 ± 1,8	0,11
OSI re Ao	4,2 ± 1,8	3,8 ± 1,8	3,2 ± 1,2	3,6 ± 1,5	3,8 ± 1,7	0,07
APSI re Ao	2,8 ± 1,6	2,4 ± 1,2	2,0 ± 1,1	2,5 ± 1,2	2,5 ± 1,6	0,32
MLSI re Ao	2,5 ± 1,5	2,4 ± 1,5	2,1 ± 0,9	2,1 ± 1,2	2,2 ± 1,0	0,11
OSI re Az	6,1 ± 2,5	5,5 ± 2,1	5,7 ± 2,2	5,7 ± 1,9	5,3 ± 1,9	0,18
APSI re Az	4,8 ± 2,2	4,2 ± 1,9	4,6 ± 2,0	4,4 ± 1,7	4,3 ± 2,2	0,19
MLSI re Az	2,9 ± 1,3	2,7 ± 1,3	2,6 ± 1,2	2,7 ± 1,1	2,7 ± 1,0	0,51

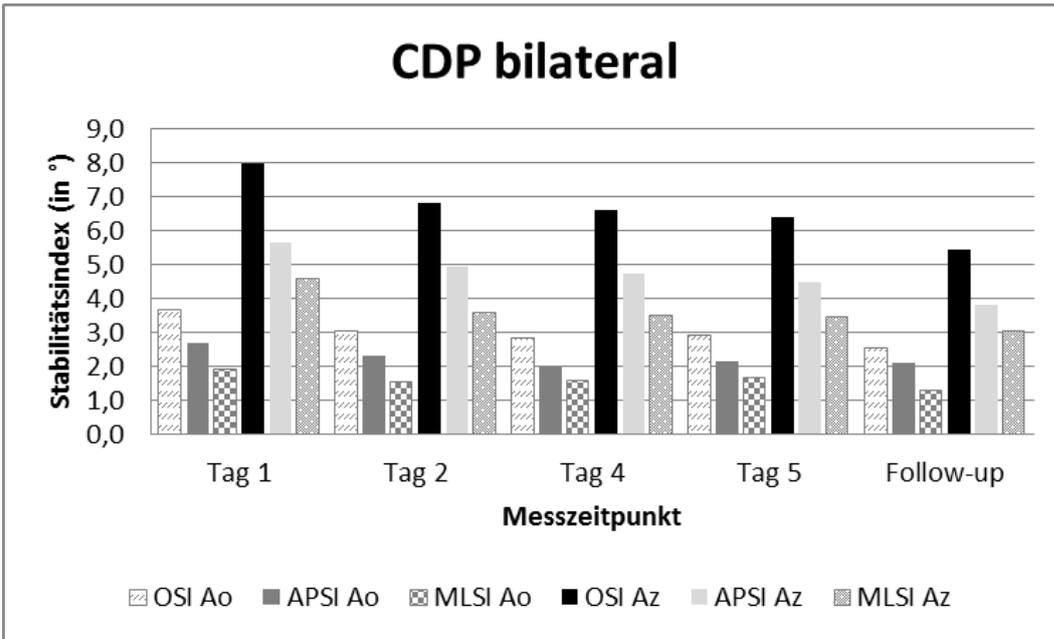


Abbildung 6a: CDP-Messungen im bilateralen Stand

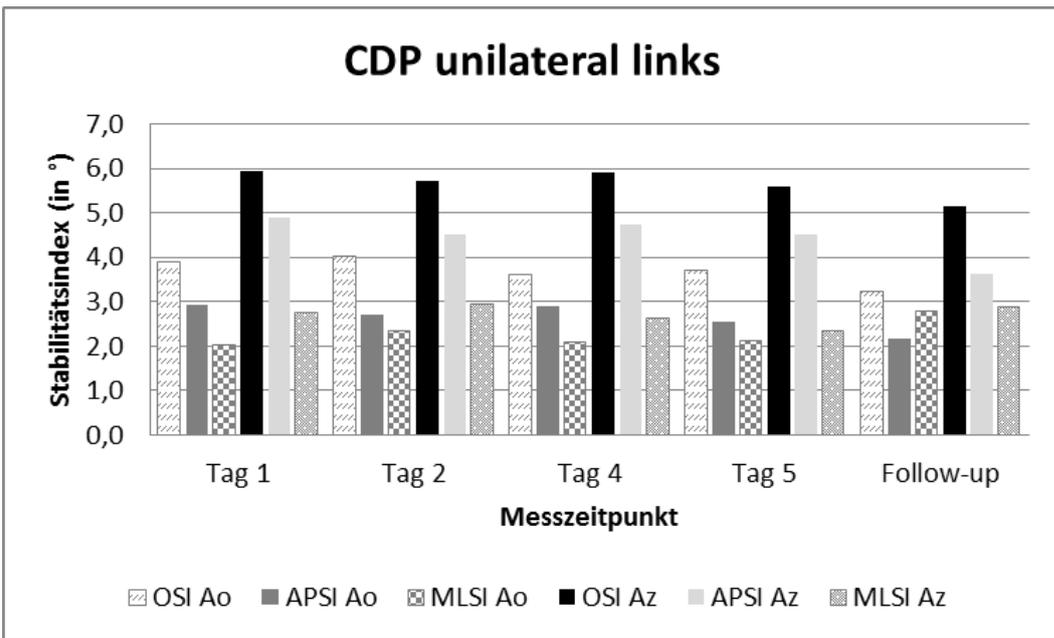


Abbildung 6b: CDP-Messungen im Einbeinstand auf dem linken Bein

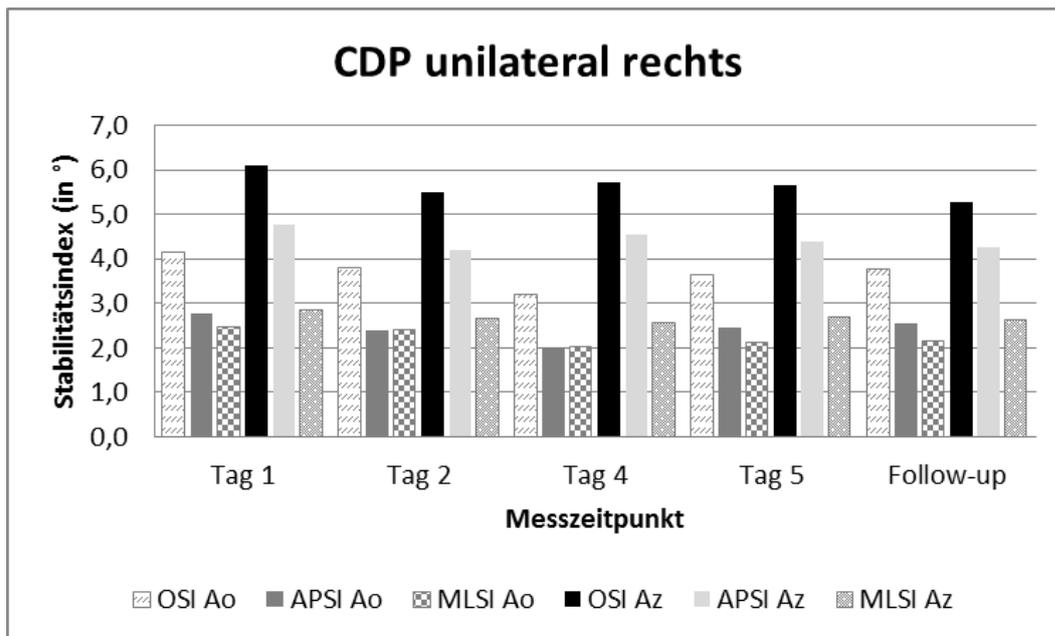


Abbildung 6c: CDP-Messungen auf dem rechten Bein im Einbeinstand

Abbildung 6a bis c: Die Gesamtauswertung der computergestützten dynamischen Posturographie (CDP) (angegeben in Winkelgraden [°]) der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule an Tag 1, 2, 4, 5 und beim Follow-up. Unterschieden werden jeweils der Gesamtstabilitätsindex (OSI), linker Balken mit offenen Augen (Ao) und 4. von links mit geschlossenen Augen (Az). Der 2. und 5. Balken von links geben den anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) und der 3. von links und der rechte Balken den medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) an (Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013).

3.1.2 Messungen der computergestützten dynamischen Posturographie im unilateralen Stand

Bei Stand auf dem rechten Bein zeigte sich mit offenen Augen vor der Therapie im Vergleich zu nach der dritten Injektion keine signifikante Reduktion des OSI ($p = 0,07$), des APSI ($p = 0,32$) und des MLSI ($p = 0,11$).

Mit offenen Augen im linksbeinigen Stand war ebenfalls keine signifikante Änderung nachweisbar: OSI ($p = 0,449$), APSI ($p = 0,11$), MLSI ($p = 0,63$).

Auch ohne visuellen Input ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, sowohl bei Stand auf dem linken, als auch auf dem rechten Bein. Die Werte sind in Tabelle 4 und in den Abbildungen 6b und 6c zusammengefasst.

3.2 Auswertung der Nebenzielgrößen (Scores)

Neben oben genannter Hauptzielgröße (Stabilitätsindex) stellte sich für uns die Frage, ob die durchgeführte Intervention auch zu einer Schmerzreduktion und Besserung der weiteren erhobenen Scores führte.

3.2.1 Visuelle Analogskala

Bei der Auswertung der Visuellen Analogskala, die täglich vom Patient beantwortet wurde, ergaben sich höchst signifikante Verringerungen der Schmerzsymptomatik im Vergleich des Ausgangswertes vs. fünfter Tag mit einem p-Wert $< 0,001$. Der Ausgangswert lag bei $4,3 \pm 2,5$ (Tag 1). Im Verlauf sank der Wert auf der VAS auf $2,7 \pm 2,1$ an Tag 2 (nach der ersten PDI), auf $2,1 \pm 2,0$ an Tag 3 (nach der zweiten PDI). Einen Tag später lag der Wert bei $2,4 \pm 2,2$ (Tag 4) und nach der dritten PDI an Tag 5 bei $1,6 \pm 1,9$. Dies entspricht einer relativen Schmerzreduktion von 63 % zwischen dem Zeitpunkt vor der Intervention und nach Abschluss der PDI-Serie. Beim explorativen Follow-up nach 3 Monaten, bei dem die Patienten im Durchschnitt einen Wert von $2,0 \pm 2,5$ zeigten, konnten wir im Vergleich mit dem Ausgangswert weiterhin einen signifikanten Unterschied von 54 % aufweisen ($p = 0,03$). Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse des VAS im Vergleich Tag 1 und Tag 5, sowie nach 3 Monaten.

30 Patienten füllten die Visuelle Analogskala an Tag 1 und Tag 5 korrekt aus. Von diesen 30 Patienten, die in die Auswertung einfließen konnten, zeigten drei Patienten keine Änderung ihrer Schmerzintensität. Zwei Patienten gaben an Tag 5 schlechtere VAS-Werte an als zu Beginn. Die übrigen 25 Patienten verbesserten sich um Werte zwischen 0,1 und 7,9 Punkten auf der VAS. Hiervon besserten sich 16 Patienten um 2 Punkte oder mehr. So besserte sich insgesamt bei 83 % unserer Patienten die Schmerzintensität im Laufe der PDI-Serie.

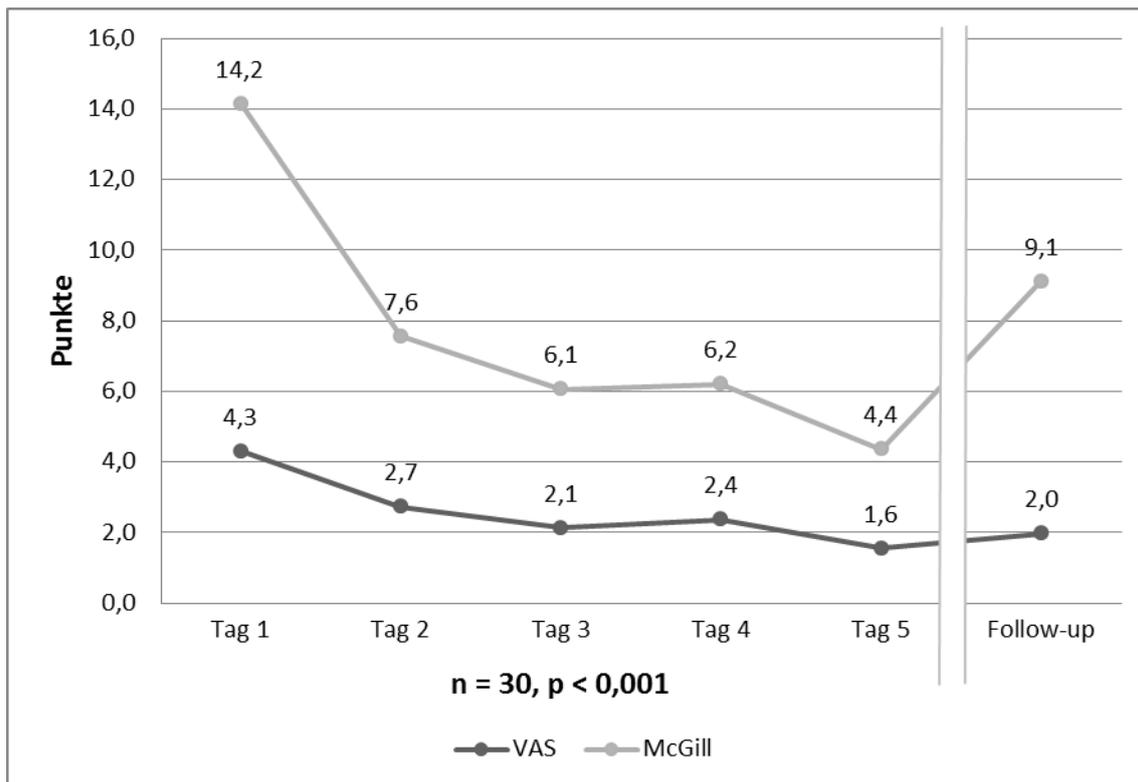


Abbildung 7: Die Ergebnisse der Visuellen Analogskala (VAS) und des McGill-Fragebogens (in Punkten) unserer 30 Patienten (n) mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule am Bundeswehrkrankenhaus Ulm zu den Messzeitpunkten Tag 1 (vor periduraler Infiltration (PDI)) bis 5 (nach 3. PDI) und beim Follow-up (nach 3 Monaten) im Zeitraum von 2011 bis 2013 sind hier graphisch dargestellt (VAS, dunkle Kurve und McGill-Fragebogen, helle Kurve), p entspricht dem Signifikanzwert; nach [151].

3.2.2 McGill-Fragebogen

Betrachtet man den gesamten McGill-Schmerzfragebogen kommt man ebenfalls auf eine höchst signifikante Schmerzreduktion nach der dreimaligen Injektionstherapie mit $4,4 \pm 4,7$ Punkten im Vergleich zu vor der Therapie mit $14,2 \pm 7,1$ ($p < 0,001$). Dies entspricht einer Schmerzreduktion von 69 % im Vergleich prä- und postinterventionell. An Tag 2 änderte sich der Wert auf $7,6 \pm 5,9$ ($p < 0,001$), an Tag 3 auf $6,1 \pm 4,8$ und an Tag 4 auf $6,2 \pm 4,5$ ($p < 0,001$). Beim Follow-up nach 3 Monaten zeigten sich Werte von $9,1 \pm 7,5$ Punkten ($p = 0,10$), diese Verschlechterung der Werte war insbesondere durch Ergebnisse im Bereich des Schmerzgrades und der Intensität des Schmerzerlebens bedingt. Im Fragenteil „Schmerzgrad“ verschlechterten sich die Werte von Tag 5 mit $1,9 \pm 2,3$ auf $5,6 \pm 5,8$ beim Follow-up. Zusammenfassend zeigte sich also nach Intervention eine

Reduktion des Schmerzgrades und der Intensität des Schmerzerlebens, neben der Schmerzreduktion im VAS. Die Verbesserung, die sich bei der Auswertung des gesamten McGill-Fragebogens ergab, hielt jedoch nicht bis zur Nachuntersuchung nach 3 Monaten an.

3.2.3 Oswestry Disability Index

Der Oswestry Disability Index soll zeigen, ob sich die schmerzbedingte Einschränkung in den alltäglichen Aktivitäten durch die peridurale Infiltration verbessert. Der ODI wurde am Aufnahmetag vor der Injektion und an Tag 5 nach der dritten Infiltration ausgefüllt, wobei 0 % keinerlei Einschränkung in alltäglichen Aktivitäten entspricht und maximal 100 % erreicht werden können. Hatten bei der Auswertung vor der ersten PDI die Patienten im Durchschnitt einen ODI-Wert von 31 %, so wurde dieser an Tag 5 nach der dritten PDI auf 17 % reduziert ($p < 0,001$). Der ODI-Wert besserte sich demnach um 45 %. In der Kontrolle nach 3 Monaten kamen die Patienten im Durchschnitt auf einen ODI-Score von 16 %. Die Signifikanz für Tag 1 im Vergleich mit dem Follow-up ergibt $p < 0,01$. Abbildung 8 stellt die Reduktion der Einschränkung im alltäglichen Leben graphisch dar.

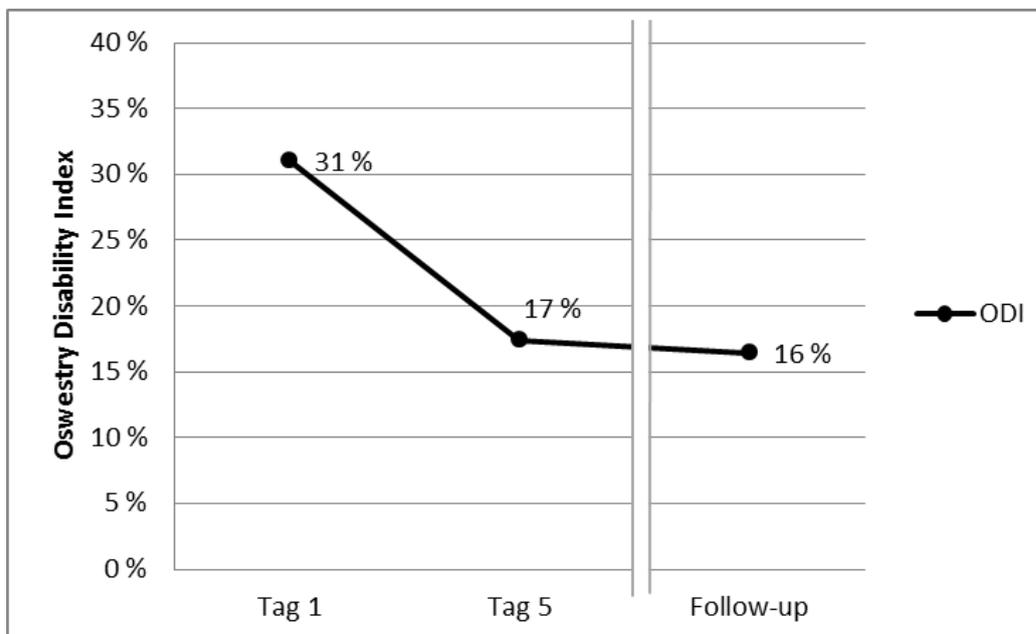


Abbildung 8: Ergebnisse des Oswestry Disability Index (ODI), entsprechend den Einschränkungen in alltäglichen Aktivitäten, der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule (Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013); nach [151].

3.2.4 Tegner-Aktivitätsskala

Vergleicht man die Ergebnisse der Tegner-Aktivitätsskala vor der Therapie und im Verlauf ergaben sich hierbei keine Unterschiede. Die Patienten gaben im Durchschnitt jeweils einen Wert von 4 an, ebenso bei der Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten. Ein Wert von 4 entspricht der vom Patient angegebenen Fähigkeit, mittelschwere Arbeit zu verrichten oder mindestens zweimal wöchentlich einen Freizeitsport, wie z. B. Radfahren, Skilanglauf, Jogging auf ebendem Untergrund, zu betreiben.

Um diese Ergebnisse genauer zu analysieren, gibt Abbildung 9 einen Vergleich der Tegner-Werte der einzelnen Patienten vor und nach Intervention wieder.

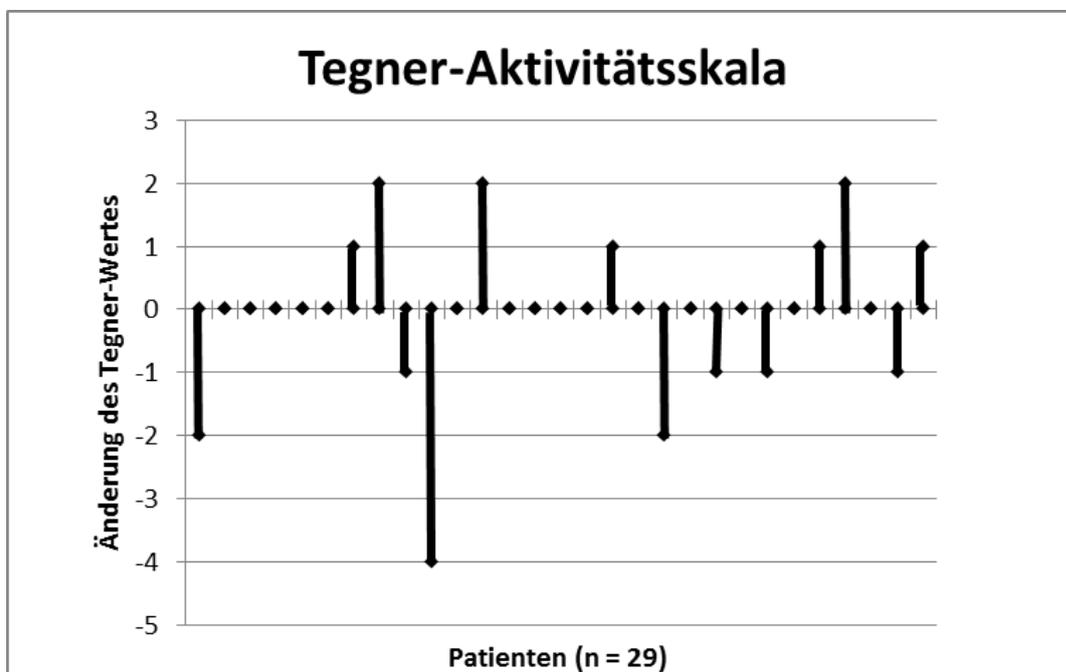


Abbildung 9: Tegner-Aktivitätsskala: Auf der x-Achse findet sich das Aktivitätsniveau der einzelnen Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule (ausgehend von einem Wert „0“), auf der y-Achse die Änderung des Tegner-Wertes des einzelnen Patienten nach der dritten Infiltration, durchgeführt am Bundeskrankenhaus Ulm im Zeitraum von 2011 bis 2013

29 der 32 Patienten füllten die Tegner-Skala an Tag 1 und an Tag 5 korrekt aus, so dass nur diese 29 Patienten ausgewertet werden konnten. Die übrigen drei Patienten machten an einem der Tage keine Angabe zu ihrem Aktivitätsniveau und konnten so bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden. Bei 15 der 29

Patienten zeigte sich zwischen der Abfrage an Tag 1 und Tag 5 keine Änderung des Tegner-Wertes. In diesen Fällen lag der Wert im Bereich zwischen 2 und 6. Sieben Patienten verbesserten sich bezüglich der Tegner-Skala im Laufe der Therapie, weitere sieben gaben an Tag 5 einen schlechteren Tegner-Wert als an Tag 1 an. Insgesamt schätzten sich die Patienten zwischen 1, entsprechend „Gehen auf ebenem Grund möglich“ und bezüglich Arbeit „eine sitzende Tätigkeit“, und 9 („Wettkampfsport: Fußball, niedrigere Liga, Eishockey, Ringen, Gymnastik“) ein.

Beim Follow-up nach 3 Monaten wurde die Tegner-Aktivitätsskala von nur neun Patienten korrekt ausgefüllt. Hiervon konnten sich vier Patienten im Vergleich zu Tag 5, nach der dritten PDI, verbessern, die Werte lagen an Tag 5 zwischen 3 und 4, beim Follow-up zwischen 4 und 6. Vier Patienten zeigten in Bezug auf das Leistungsniveau keine Unterschiede, die Werte lagen hier zwischen 3 und 4. Ein Patient gab im Vergleich mit Tag 5 ein schlechteres Leistungsniveau an (von Tegner-Wert 5 auf 4).

3.2.5 WOMAC-Fragebogen

Der WOMAC-Score ergab eine Verbesserung der Gesamtauswertung vom Ausgangswert 33 % auf 15 % nach der dritten Intervention. Dies entspricht etwa einer Halbierung.

In der Subgruppe A, den Schmerzfragen, erzielten die Patienten vor Therapie 41 ± 17 % und nach Therapie 16 ± 15 %. Dies entspricht den Punktwerten an Tag 1: $20,2 \pm 8,6$ und an Tag 5: $7,8 \pm 7,3$. In der Fragengruppe B zur Steifigkeit kamen wir an Tag 1 auf Werte von $7,5 \pm 5,1$ Punkten, was 37 ± 26 % entspricht, und an Tag 5 ergab der WOMAC $2,9 \pm 2,6$ Punkte, also 15 ± 13 %. Die dritte Kategorie enthält Fragen zur körperlichen Tätigkeit. Hierbei kamen unsere Patienten auf Punktwerte von $51,4 \pm 28,7$ (30 ± 17 %) an Tag 1 und an Tag 5 auf $26,1 \pm 24,8$ Punkte (15 ± 15 %). Im Vergleich nach 3 Monaten ($n = 9$) zeigte sich beim WOMAC weniger subjektiver Schmerz als vor der Intervention, jedoch schlechtere Werte als direkt nach der dritten PDI an Tag 5. Die Werte beim Follow-up waren in Kategorie A: $8,7 \pm 7,5$ Punkte (17 ± 15 %), Kategorie B: $4,1 \pm 2,7$ Punkte (21 ± 14 %), Kategorie C: $28,4 \pm 27,3$ Punkte (17 ± 16 %). Die Gesamtpunktzahl der drei

Kategorien lag beim Follow-up bei 17 %. Die Auswertung des WOMAC-Fragebogens erfolgte in Prozent, wobei hier zur Veranschaulichung zusätzlich die Punktwerte angegeben sind.

Abbildung 10 stellt die Ergebnisse des WOMAC-Fragebogens graphisch dar.

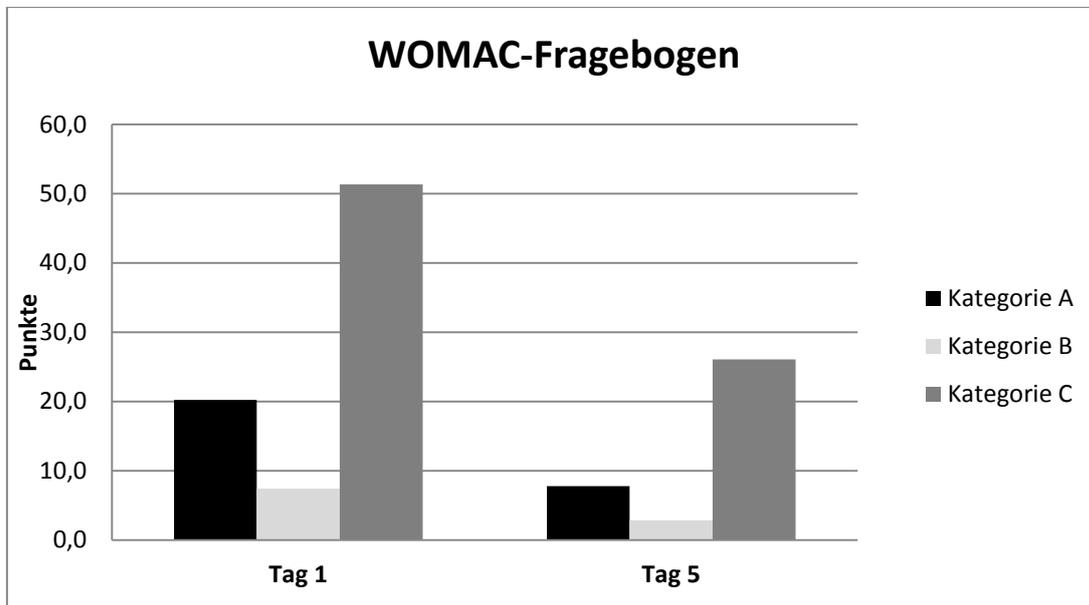


Abbildung 10: Graphische Darstellung der Auswertung des Western Ontario and McMaster Universities-Fragebogens (WOMAC). Kategorie A „Schmerzfragen“, Kategorie B „Fragen zur Steifigkeit“ und Kategorie C „Fragen zur körperlichen Tätigkeit“, erhoben bei Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule an Tag 1 (vor der Intervention) im Vergleich mit Tag 5 (nach der Intervention), Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013

3.2.6 Japanese Orthopaedic Association-Score

Da wir für den JOA-Score jede der fünf Kategorien separat ausgewertet haben, um genauere Aussagen zu erzielen, ist die Auswertung hierfür umfangreicher. Zusätzlich erfolgte in der Auswertung eine geschlechtsspezifische Unterteilung der Patienten.

3.2.6.1. Japanese Orthopaedic Association-Score – Auswertung aller Patienten

Die fünf Bereiche setzten sich zusammen aus „unterem Rückenschmerz“, „lumbaler Funktion“, „Gehfähigkeit“, „soziales Leben“ und „mentale Gesundheit“. Jede Funktion konnte einen Wert zwischen 0 und 100 Punkte ergeben. Die

einzelnen Ergebnisse sind in Tabelle 5a aufgelistet.

Tabelle 5a: Japanese Orthopaedic Association-Fragebogen (JOA) der Patienten mit chronischen unteren Rückenschmerzen am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum von 2011 bis 2013. Der Punktwert jeder Kategorie reicht von 0 bis 100, angegeben sind der Mittelwert und die Standardabweichung (\pm). Je niedriger der Punktwert, desto größer das jeweilige Defizit. Der JOA-Fragebogen wurde an Tag 1 (T1), Tag 5 (T5) und beim Follow-up nach 3 Monaten erhoben; Erstveröffentlichung in [151].

JOA	Tag 1	Tag 5	Follow-up	p-Wert T1 vs. T5	p-Wert T1 zum Follow-up	Absolute Änderung in % T1 zu T5
Rückenschmerz	26,1 \pm 25,1	58,2 \pm 37,7	51,4 \pm 27,1	< 0,001	0,01	32,1
Lumbale Funktion	55,8 \pm 24,7	76,8 \pm 25,6	78,3 \pm 27,6	< 0,01	0,02	21,1
Gehfähigkeit	64,0 \pm 29,5	78,8 \pm 27,6	86,4 \pm 21,4	0,06	0,03	14,8
Sozialleben	44,2 \pm 26,1	58,8 \pm 26,2	73,5 \pm 28,9	0,04	< 0,01	14,6
Mentale Gesundheit	47,9 \pm 16,8	59,5 \pm 18,0	68,4 \pm 20,2	0,01	< 0,01	11,6

Bei der Kategorie „unterer Rückenschmerz“ erzielten die Patienten vor Therapie im Durchschnitt einen Score von 26,1 \pm 25,1 Punkten, an Tag 5: 58,2 \pm 37,7 Punkte. Dies entspricht einer höchst signifikanten Reduktion des unteren Rückenschmerz ($p < 0,001$). Nach 3 Monaten kamen die Patienten in dieser Kategorie auf eine Punktzahl von 51,4 \pm 27,1 ($p = 0,01$).

Der nächste Bereich erfragt die „lumbale Funktion“. Hierbei ergaben sich am Aufnahmetag Durchschnittswerte von 55,8 \pm 24,7 Punkten. Am Tag nach der letzten Injektion zeigte sich mit durchschnittlich 76,8 \pm 25,6 Punkten eine hoch signifikante Besserung ($p < 0,01$). Bei der Kontrolle nach 3 Monaten betrug der Durchschnittswert 78,3 \pm 27,6 ($p = 0,02$).

Die Kategorie „Gehfähigkeit“ erbrachte an Tag 1: 64,0 \pm 29,5 Punkte und am Entlasstag: 78,8 \pm 27,6 Punkte ($p = 0,06$). Nach 3 Monaten betrug der Punktwert für die Gehfähigkeit 86,4 \pm 21,4 ($p = 0,03$).

Im Bereich „soziales Leben“ lag der Durchschnittsscore an Tag 1 bei 44,2 \pm 26,1 Punkten und nach der dritten Injektion an Tag 5 bei 58,8 \pm 26,2 Punkten ($p = 0,04$). Vergleicht man Tag 1 mit dem Follow-up nach 3 Monaten ergab sich eine Signifikanz von $p < 0,01$. Die Scores nach 3 Monaten betragen 73,5 \pm 28,9 Punkte.

Die fünfte Kategorie „mentale Gesundheit“ ergab am Aufnahmetag Punktwerte von $47,9 \pm 16,8$ im Gegensatz zum Entlasstag mit Werten von $59,5 \pm 18,0$ Punkten ($p = 0,01$). Bei der Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten erzielten die Patienten in dieser Kategorie im Durchschnitt einen hoch signifikant besseren Score ($68,4 \pm 20,2$ Punkte; $p < 0,01$).

Zusammenfassend weist der JOA-Score in den Kategorien „Rückenschmerz“, „lumbale Funktion“, „soziales Leben“ und „mentale Gesundheit“ eine signifikante Verbesserung sowohl innerhalb der fünftägigen Therapie auf als auch beim Follow-up nach drei Monaten. In den Kategorien „Rückenschmerz“ und „lumbale Funktion“ verbesserten sich die Patienten im Vergleich vor der Intervention zu nach der Intervention sogar hoch-signifikant. In den Kategorien „soziales Leben“ und „mentale Gesundheit“ konnte man beim Follow-up eine hoch signifikante Änderung feststellen. Für die Kategorie „Gehfähigkeit“ zeigte sich erst beim Follow-up eine signifikante Verbesserung.

3.2.6.2 Japanese Orthopaedic Association-Score – Auswertung nach Geschlecht

Die Werte des JOA-Fragebogens bezüglich des Geschlechts findet man in Tabelle 5b und 5c. Betrachtet man die Auswertung kommt man auf folgende Ergebnisse:

In der Kategorie „unterer Rückenschmerz“ ergab sich im Vergleich Männer vs. Frauen ein p-Wert von 0,20. Männer, als auch Frauen, verbesserten sich in dieser Kategorie signifikant (p (Frauen) $< 0,01$; p (Männer) = 0,02). Zwischen beiden Geschlechtern zeigten sich an Tag 5 keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,16$).

Die Männer lagen in der Kategorie „lumbale Funktion“ vor der Therapie nicht signifikant schlechter als die Frauen ($p = 0,23$), verbesserten sich dann an Tag 5 signifikant mit einem p-Wert $< 0,01$. Die Frauen zeigten jedoch nicht signifikant bessere Werte mit einem p-Wert von 0,23.

Beim Vergleich Tag 1 mit Tag 5 in der Kategorie „Gehfähigkeit“ ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Männer verbesserten sich mit einem p-Wert von 0,18, die Frauen mit 0,14.

Im Bereich „soziales Leben“ verbesserten sich die Männer signifikant von Tag 1 auf Tag 5 ($p = 0,03$). Die Frauen zeigten keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,67$).

In der Kategorie „mentale Gesundheit“ zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Die Punktwerte der Männer lagen an Tag 5 mit einem p-Wert von 0,03 besser als an Tag 1, die Frauen besserten sich mit 0,37 nicht signifikant.

Tabelle 5b: Japanese Orthopaedic Association-Fragebogen (JOA), Ergebnisse der Männer: In der Tabelle findet man jeweils den Mittelwert und die Standardabweichung (\pm), erhoben am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum von 2011 bis 2013

JOA - Männer	Tag 1	Tag 5	Follow-up	p-Wert Tag 1 vs. Tag 5	p-Wert Tag 1 zum Follow-up
Rückenschmerz	29,2 \pm 26,0	53,4 \pm 38,3	55,4 \pm 29,0	0,02	0,02
Lumbale Funktion	52,9 \pm 24,8	75,4 \pm 26,9	81,3 \pm 27,4	< 0,01	0,01
Gehfähigkeit	66,1 \pm 29,1	78,0 \pm 29,2	90,2 \pm 16,6	0,18	0,04
Sozialleben	40,7 \pm 25,9	57,5 \pm 25,9	74,7 \pm 31,3	0,03	< 0,01
Mentale Gesundheit	48,3 \pm 18,1	60,5 \pm 18,1	72,0 \pm 20,2	0,03	< 0,01

Tabelle 5c: Japanese Orthopaedic Association-Fragebogen (JOA), Ergebnisse der Frauen: Angegeben sind jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung (\pm), erhoben am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum von 2011 bis 2013

JOA - Frauen	Tag 1	Tag 5	Follow-up	p-Wert Tag 1 vs. Tag 5	p-Wert Tag 1 zum Follow-up
Rückenschmerz	14,3 \pm 18,1	80,0 \pm 27,8	35,7 \pm 10,1	< 0,01	0,17
Lumbale Funktion	66,7 \pm 23,0	83,3 \pm 19,5	66,7 \pm 35,4	0,23	1,00
Gehfähigkeit	56,0 \pm 32,4	82,9 \pm 20,6	71,4 \pm 40,4	0,14	0,60
Sozialleben	57,7 \pm 24,1	64,9 \pm 29,9	68,9 \pm 24,8	0,67	0,59
Mentale Gesundheit	46,3 \pm 11,7	55,0 \pm 18,5	53,9 \pm 17,2	0,37	0,49

3.3 Subgruppenanalyse von Scores und Stabilitätsindizes

3.3.1 Subgruppe Geschlecht und computergestützte dynamische Posturographie

Es konnten bei einzelnen Stabilitätsindizes signifikante Unterschiede in der posturalen Stabilität zwischen Männern und Frauen gefunden werden. Tabelle 6 gibt die Werte aller CDP-Messungen und die p-Werte wieder.

Beim MLSI mit geschlossenen Augen auf beiden Beinen stehend wurden vor der

Therapie bei den Männern signifikant schlechtere Indizes gemessen als bei den Frauen ($p = 0,01$). Die männlichen Patienten verbesserten sich mit $p < 0,01$ im Vergleich mit Tag 5 hoch signifikant. Vergleicht man die Werte von Frauen und Männern an Tag 5 zeigte sich keine Signifikanz ($p = 0,14$).

Bei den MLSI-Messungen auf dem linken Bein mit geschlossenen Augen an Tag 1 und 5 kam es zu signifikanten Unterschieden zwischen beiden Geschlechtern, wobei sich weder Frauen ($p = 0,58$), noch Männer ($p = 0,12$) im Vergleich zu nach der dritten Intervention signifikant geändert haben.

Bei Messung des MLSI erzielten die Männer vor der Therapie auch auf dem rechten Bein mit geschlossenen Augen signifikant schlechtere Ergebnisse im Vergleich mit den Frauen ($p = 0,02$). An Tag 5 zeigte sich keine signifikante Änderung der Messwerte.

Bei der Gruppe der männlichen Patienten ergab der OSI als auch der APSI mit beiden Beinen und offenen Augen zwischen Tag 1 und Tag 5 eine signifikante Änderung (OSI: $p = 0,03$; APSI: $p = 0,03$), bei den Frauen zeigte sich keine. Die Differenz zwischen den Geschlechtern war bezogen auf den OSI und APSI an beiden Tagen ebenfalls nicht signifikant.

Mit offenen Augen auf beiden Beinen stehend zeigten die Messungen in medio-lateraler Messrichtung keine signifikanten Unterschiede.

Im beidbeinigen Stand mit geschlossenen Augen erzielten die Männer an Tag 1 bei Messung des OSI im Vergleich zu nach der dritten PDI noch signifikant bessere Ergebnisse mit einem p-Wert von $< 0,01$. Eine Signifikanz zwischen Tag 1 und Tag 5 ist bei den Frauen nicht gegeben ($p = 0,68$). Bei den Frauen lag der OSI an Tag 1 und an Tag 5 nicht signifikant different zu den Männern.

Bei den APSI-Messungen mit geschlossenen Augen im beidbeinigen Stand erreichten die Männer zwischen Tag 1 und Tag 5 eine signifikante Besserung mit einem p-Wert $< 0,01$. Die Frauen veränderten sich nicht signifikant ($p = 0,58$) und es zeigte sich keine Signifikanz im Vergleich mit den Männern.

Die Messungen auf dem rechten Bein mit offenen Augen ergaben in alle Messrichtungen keine signifikanten Änderungen.

Mit geschlossenen Augen auf dem rechten Bein erreichten die Männer nach

Intervention einen nicht signifikant besseren OSI-Wert als vor Intervention ($p = 0,12$). In anterior-posteriorer Messrichtung waren die Frauen im Vergleich zu den männlichen Patienten nicht signifikant besser in ihrer Stabilität ($p = 0,44$).

Auf dem linken Bein stehend mit offenen Augen erzielten Männer und Frauen annähernd gleiche Ergebnisse im OSI. Die APSI-Werte zeigten keine signifikanten Werte. In medio-lateraler Richtung änderte sich der Index der Frauen an Tag 5 signifikant auf $1,3 \pm 0,4^\circ$ ($p = 0,04$).

Mit geschlossenen Augen im linksbeinigen Stand ergaben sich keine signifikanten OSI-Werte. Die APSI-Werte der Männer waren an Tag 5 mit $p = 0,05$ besser als vor der Intervention. An Tag 1 unterschieden sie sich nicht signifikant von den Frauen, ebenso an Tag 5. Die Frauen verschlechterten sich von Tag 1 auf Tag 5 sogar.

Die gesamten Werte sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Ergebnisse der Posturographie-Messungen bei Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule getrennt nach Geschlecht (m = männlich, w = weiblich) am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013. Erfasst wurden jeweils der Gesamtstabilitätsindex (OSI), der anterior-posteriore Stabilitätsindex (APSI) und der medio-laterale Stabilitätsindex (MLSI), im bilateralen Stand (bB), im einbeinigen Stand auf dem linken (li) und auf dem rechten (re) Bein, jede Messung mit offenen (Ao) bzw. geschlossenen Augen (Az). Angegeben sind jeweils der Mittelwert, als auch die Standardabweichung (\pm).

	Tag 1	Tag 2	Tag 4	Tag 5	Follow-up	p-Wert	p-Wert m vs. w (Tag 1)	p-Wert m vs. w (Tag 5)
OSI bB Ao Männer	3,8 \pm 1,8	3,1 \pm 1,4	2,8 \pm 1,5	2,9 \pm 1,5	2,6 \pm 1,2	0,03	0,67	0,92
OSI bB Ao Frauen	3,5 \pm 1,2	2,7 \pm 1,2	2,8 \pm 1,3	3,0 \pm 0,3	1,9	0,39		
APSI bB Ao Männer	2,8 \pm 1,4	2,3 \pm 1,0	1,9 \pm 1,1	2,1 \pm 1,2	2,2 \pm 1,2	0,03	0,76	0,92
APSI bB Ao Frauen	2,6 \pm 1,3	2,1 \pm 1,0	1,9 \pm 1,0	2,3 \pm 0,4	1,1	0,67		
MLSI bB Ao Männer	2,0 \pm 1,2	1,6 \pm 1,0	1,6 \pm 1,0	1,8 \pm 1,4	1,3 \pm 0,8	0,59	0,49	0,50
MLSI bB Ao Frauen	1,6 \pm 0,7	1,4 \pm 0,7	1,7 \pm 0,7	1,3 \pm 0,6	1,3	0,42		
OSI bB Az Männer	8,2 \pm 3,1	7,0 \pm 3,0	6,9 \pm 2,9	6,7 \pm 2,5	5,5 \pm 2,9	<0,01	0,09	0,15
OSI bB Az Frauen	5,7 \pm 3,5	5,0 \pm 1,6	5,4 \pm 2,0	4,9 \pm 1,7	4,9	0,68		
APSI bB Az Männer	5,8 \pm 2,4	5,1 \pm 2,3	4,9 \pm 2,1	4,7 \pm 1,7	3,9 \pm 1,9	<0,01	0,25	0,24
APSI bB Az Frauen	4,5 \pm 2,7	3,6 \pm 0,9	4,0 \pm 1,9	3,7 \pm 1,5	3,6	0,58		
MLSI bB Az Männer	4,8 \pm 1,9	3,8 \pm 1,9	3,7 \pm 1,9	3,7 \pm 1,9	3,1 \pm 2,0	<0,01	0,01	0,14
MLSI bB Az Frauen	2,6 \pm 1,7	2,5 \pm 1,4	2,7 \pm 1,6	2,3 \pm 1,7	2,7	0,81		
OSI li Ao Männer	3,9 \pm 1,5	4,1 \pm 3,2	3,5 \pm 1,9	3,7 \pm 2,0	3,3 \pm 2,0	0,61	0,57	0,98
OSI li Ao Frauen	4,2 \pm 1,4	2,9 \pm 1,2	4,1 \pm 1,4	3,7 \pm 0,9	2,7	0,52		
APSI li Ao Männer	2,8 \pm 1,3	2,6 \pm 1,3	2,8 \pm 2,9	2,4 \pm 1,3	2,2 \pm 1,4	0,13	0,27	0,21
APSI li Ao Frauen	3,5 \pm 1,7	2,4 \pm 1,3	3,2 \pm 1,8	3,2 \pm 1,2	1,8	0,78		
MLSI li Ao Männer	2,1 \pm 0,9	2,5 \pm 3,1	2,2 \pm 1,9	2,3 \pm 1,8	2,9 \pm 3,3	0,34	0,52	0,21
MLSI li Ao Frauen	1,8 \pm 0,4	1,2 \pm 0,3	1,7 \pm 0,8	1,3 \pm 0,4	1,6	0,04		
OSI li Az Männer	6,3 \pm 2,5	5,9 \pm 2,6	6,0 \pm 2,3	5,8 \pm 2,3	5,0 \pm 2,6	0,22	0,09	0,34
OSI li Az Frauen	4,4 \pm 1,3	4,9 \pm 1,2	5,9 \pm 1,9	4,7 \pm 1,3	6,4	0,71		
APSI li Az Männer	5,1 \pm 1,9	4,6 \pm 2,1	4,7 \pm 1,7	4,5 \pm 2,0	3,6 \pm 2,1	0,05	0,23	0,89
APSI li Az Frauen	4,0 \pm 1,3	4,2 \pm 1,2	5,0 \pm 2,1	4,4 \pm 1,4	3,9	0,63		
MLSI li Az Männer	3,1 \pm 1,3	3,0 \pm 2,0	2,8 \pm 1,5	2,6 \pm 1,3	2,8 \pm 1,9	0,12	<0,01	0,01
MLSI li Az Frauen	1,3 \pm 0,5	2,8 \pm 2,0	2,2 \pm 1,3	1,1 \pm 0,4	4,5	0,58		
OSI re Ao Männer	4,0 \pm 1,8	3,7 \pm 1,9	3,0 \pm 1,1	3,5 \pm 1,6	3,8 \pm 1,8	0,14	0,24	0,28
OSI re Ao Frauen	4,9 \pm 1,4	3,8 \pm 1,3	3,8 \pm 1,6	4,4 \pm 1,0	3,0	0,57		
APSI re Ao Männer	2,6 \pm 1,4	2,3 \pm 1,2	1,8 \pm 1,1	2,3 \pm 1,2	2,6 \pm 1,6	0,43	0,08	0,16
APSI re Ao Frauen	3,8 \pm 1,8	2,6 \pm 1,5	2,7 \pm 0,9	3,3 \pm 1,3	2,0	0,64		
MLSI re Ao Männer	2,5 \pm 1,5	2,4 \pm 1,6	2,0 \pm 0,7	2,1 \pm 1,3	2,2 \pm 1,0	0,11	0,77	0,79
MLSI re Ao Frauen	2,3 \pm 1,3	2,2 \pm 0,8	2,2 \pm 1,6	2,3 \pm 1,0	1,9	0,98		
OSI re Az Männer	6,4 \pm 2,5	5,6 \pm 2,2	5,9 \pm 2,3	5,7 \pm 2,0	5,3 \pm 1,9	0,12	0,17	0,85
OSI re Az Frauen	4,8 \pm 2,1	4,9 \pm 1,8	4,9 \pm 1,5	5,5 \pm 1,3	4,8	0,59		
APSI re Az Männer	4,9 \pm 2,1	4,2 \pm 1,8	4,7 \pm 2,0	4,4 \pm 1,8	4,3 \pm 2,3	0,15	0,44	0,98
APSI re Az Frauen	4,1 \pm 2,4	4,0 \pm 2,0	4,0 \pm 1,7	4,4 \pm 1,5	4,2	0,88		
MLSI re Az Männer	3,1 \pm 1,3	2,8 \pm 1,3	2,7 \pm 1,3	2,7 \pm 1,2	2,7 \pm 1,0	0,19	0,02	0,73
MLSI re Az Frauen	1,8 \pm 0,7	2,1 \pm 1,1	2,2 \pm 0,5	2,6 \pm 0,8	1,8	0,10		

3.3.2 Subgruppe Alter und computergestützte dynamische Posturographie-Messungen

Die aktuelle Studienlage kommt überwiegend zu dem Ergebnis, dass sich das Alter auf die posturale Stabilität auswirkt. Wir teilten folglich unsere Patienten in drei Altersklassen ein: Junge Patienten unter 45 Jahren, mittelalte Patienten im Alter zwischen 45 und 65 Jahren und ältere Patienten über 65 Jahre.

Signifikante Unterschiede konnten in unserer Studie bei einigen Stabilitätsindizes im Vergleich der über 65-Jährigen mit den Patienten zwischen 45 und 65 Jahren und im Vergleich mit den unter 45-Jährigen zum Zeitpunkt vor der Therapie gezeigt werden. Zwischen der Gruppe der mittelalten und jungen Patienten kam es zu keinen signifikanten Stabilitätsdifferenzen. In Tabelle 7 sind die p-Werte aller Teilnehmer unterteilt in Altersgruppen aufgeführt. Die p-Werte der Altersgruppen im Vergleich zueinander sind in Tabelle 8 zu finden.

Der MLSI unterschied sich im bilateralen Stand mit offenen Augen vor der Intervention (Tag 1) bei den mittelalten Patienten und bei den Patienten über 65 Jahre mit einem p-Wert von 0,05. Nach der dritten Intervention (Tag 5) zeigte sich kein signifikanter Unterschied mehr ($p = 0,45$). Bei Betrachtung der jungen Patienten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Bei Messung des APSI-Ruhewertes mit geschlossenen Augen und bilateralem Stand zeigten die 45-bis 65-Jährigen signifikant bessere Werte als die über 65-Jährigen ($p = 0,04$), an Tag 5 fand man keine signifikanten Unterschiede mit $p = 0,43$.

Beim OSI mit offenen Augen auf dem linken Bein stehend kamen die jungen Patienten im Vergleich mit den über 65-Jährigen auf signifikant bessere Werte mit $p = 0,02$. Die mittelalten Patienten unterschieden sich an Tag 1 weder von den jungen noch von den älteren Patienten signifikant. An Tag 5 ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.

Auf dem linken Bein mit offenen Augen kam es zu einer signifikanten Änderung im APSI-Ruhewert zwischen jungen ($2,3 \pm 1,1^\circ$) und älteren ($4,5 \pm 1,4^\circ$) Patienten ($p < 0,01$) sowie zwischen älteren und mittelalten ($2,9 \pm 1,2^\circ$) ($p = 0,04$).

Bei Messung des MLSI mit geschlossenen Augen auf dem linken Bein

unterschieden sich an Tag 1 die jungen Patienten und die älteren um 40 % Prozent bei einem p-Wert von 0,04. Nach der 3. PDI gab es keine signifikanten Unterschiede. Die Werte nach der Therapie am Entlasstag hingegen variieren alle und es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 7: Signifikanzwerte der Posturographie-Messungen bei Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013. Unterteilt wurde in drei Altersklassen: alt > 65 Jahre, mittelalt zwischen 45 und 65 Jahren und junge Patienten < 45 Jahre alt. Gemessen wurden der Gesamtstabilitätsindex (OSI), der anterior-posteriore Stabilitätsindex (APSI) und der medio-laterale Stabilitätsindex (MLSI), jeweils mit geschlossenen (Az) und offenen (Ao) Augen und im bilateralen Stand (bB), als auch im linksbeinigen (li) bzw. rechtsbeinigen (re) Stand.

	p-Wert Tag 1 vs. Tag 5		p-Wert Tag 1 vs. Tag 5
OSI bB Ao jung	0,60	OSI li Az jung	0,53
OSI bB Ao mittelalt	0,05	OSI li Az mittelalt	0,88
OSI bB Ao alt	0,08	OSI li Az alt	0,06
APSI bB Ao jung	0,76	APSI li Az jung	0,64
APSI bB Ao mittelalt	0,09	APSI li Az mittelalt	0,82
APSI bB Ao alt	0,09	APSI li Az alt	0,19
MLSI bB Ao jung	0,39	MLSI li Az jung	0,45
MLSI bB Ao mittelalt	0,81	MLSI li Az mittelalt	0,83
MLSI bB Ao alt	0,16	MLSI li Az alt	0,10
OSI bB Az jung	0,12	OSI re Ao jung	0,57
OSI bB Az mittelalt	0,35	OSI re Ao mittelalt	0,21
OSI bB Az alt	0,11	OSI re Ao alt	0,92
APSI bB Az jung	0,32	APSI re Ao jung	0,90
APSI bB Az mittelalt	0,25	APSI re Ao mittelalt	0,26
APSI bB Az alt	0,07	APSI re Ao alt	0,88
MLSI bB Az jung	<0,01	MLSI re Ao jung	0,37
MLSI bB Az mittelalt	0,39	MLSI re Ao mittelalt	0,62
MLSI bB Az alt	0,19	MLSI re Ao alt	0,72
OSI li Ao jung	0,51	OSI re Az jung	0,99
OSI li Ao mittelalt	0,99	OSI re Az mittelalt	0,73
OSI li Ao alt	0,38	OSI re Az alt	0,23
APSI li Ao jung	0,40	APSI re Az jung	0,97
APSI li Ao mittelalt	0,47	APSI re Az mittelalt	0,66
APSI li Ao alt	0,32	APSI re Az alt	0,13
MLSI li Ao jung	0,89	MLSI re Az jung	0,85
MLSI li Ao mittelalt	0,68	MLSI re Az mittelalt	0,96
MLSI li Ao alt	0,82	MLSI re Az alt	0,71

Tabelle 8: Signifikanzwerte (p-Werte) der einzelnen Altersgruppen (jung < 45 Jahre, mittelalt 45-65 Jahre und alt > 65 Jahre) der Patienten mit chronischen unteren Rückenschmerzen. Ermittelt wurden Gesamtstabilitätsindex (OSI), anterior-posteriorer Stabilitätsindex (APSI) und medio-lateraler Stabilitätsindex (MLSI), jeweils im bilateralen (bB), linksbeinigen (li) und rechtsbeinigen (re) Stand, mit offenen (Ao) bzw. geschlossenen (Az) Augen. In der zweiten Spalte findet man die Messtage (entweder Tag 1 vor oder Tag 5 nach der Intervention), Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013.

p-Werte	Tag	jung vs. mittelalt	jung vs. alt	mittelalt vs. alt
OSI bB Ao	1	0,41	0,10	0,09
	5	0,90	0,25	0,15
APSI bB Ao	1	0,26	0,12	0,33
	5	0,98	0,55	0,54
MLSI bB Ao	1	0,97	0,17	0,05
	5	0,61	0,21	0,45
OSI bB Az	1	0,64	0,34	0,12
	5	0,98	0,69	0,65
APSI bB Az	1	0,83	0,16	0,04
	5	0,93	0,58	0,43
MLSI bB Az	1	0,52	0,80	0,45
	5	0,76	0,78	0,93
OSI li Ao	1	0,09	0,02	0,09
	5	0,11	0,24	0,79
APSI li Ao	1	0,18	< 0,01	0,04
	5	0,24	0,15	0,35
MLSI li Ao	1	0,09	0,21	0,99
	5	0,26	0,34	0,94
OSI li Az	1	0,94	0,14	0,16
	5	0,63	0,90	0,81
APSI li Az	1	0,94	0,20	0,11
	5	0,82	0,84	0,90
MLSI li Az	1	0,69	0,04	0,23
	5	0,44	0,99	0,54
OSI re Ao	1	0,18	0,35	0,78
	5	0,31	0,11	0,38
APSI re Ao	1	0,09	0,27	0,94
	5	0,33	0,26	0,59
MLSI re Ao	1	0,88	0,55	0,48
	5	0,53	0,25	0,52
OSI re Az	1	0,59	0,20	0,25
	5	0,72	0,89	0,91
APSI re Az	1	0,53	0,09	0,14
	5	0,75	0,65	0,80
MLSI re Az	1	0,89	0,96	0,98
	5	0,71	0,60	0,30

Betrachtet man die posturale Stabilität der einzelnen Altersgruppen bezogen auf die Therapieerfolge, kommt man zu folgenden Ergebnissen:

In der Gruppe der unter 45-Jährigen kam es nur bei Messung in medio-lateraler Messrichtung im bilateralen Stand mit geschlossenen Augen nach der dritten PDI zu signifikant besseren Stabilitätsindizes (Tag 1: $4,7 \pm 2,1^\circ$ und Tag 5: $3,3 \pm 1,9^\circ$).

Bei den 45- bis 65-Jährigen ergaben im bilateralen Stand mit offenen Augen die OSI-Messungen zwischen dem Ruhewert und Wert nach dritten PDI signifikante Differenzen (Tag 1: $3,7 \pm 1,5^\circ$ und Tag 5: $2,7 \pm 1,3^\circ$).

Die Gruppe der über 65-Jährigen zeigten keine signifikanten Unterschiede bei allen Messungen im Vergleich des Ruhewertes mit dem Wert nach 3. PDI.

Zusammenfassend kann man anhand der graphischen Auswertung der Abbildungen 11 bis 13 feststellen, dass vor der Therapie die älteren Patienten mit über 65 Jahren tendenziell schlechtere Stabilitätsindizes zeigten als die mittelalten und jungen Patienten.

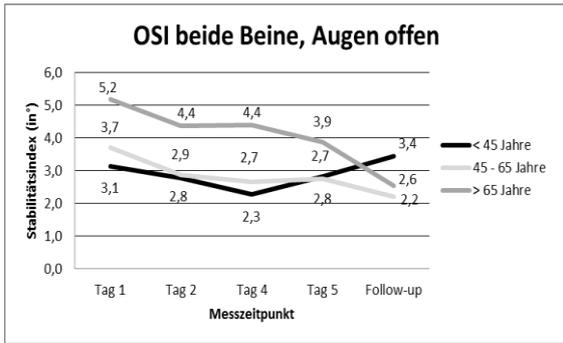


Abbildung 11a

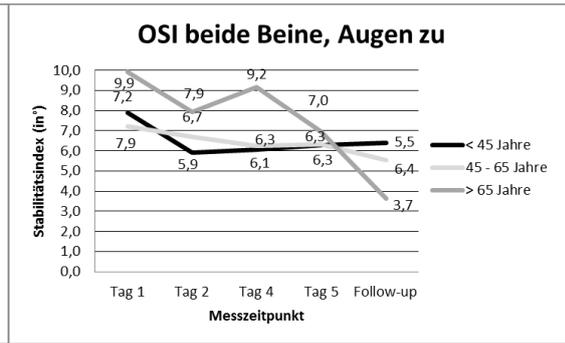


Abbildung 11b

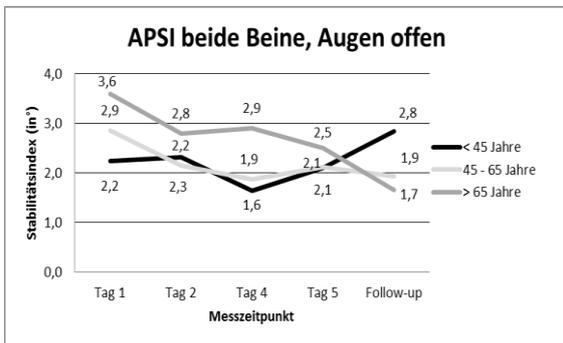


Abbildung 11c

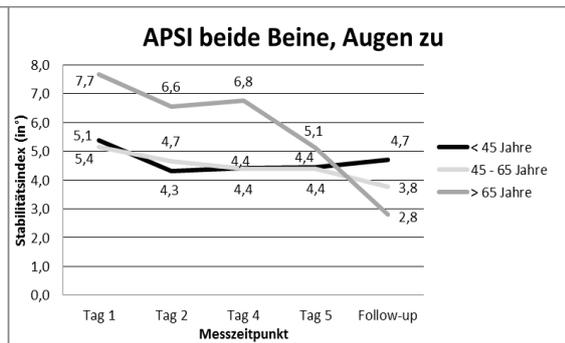


Abbildung 11d

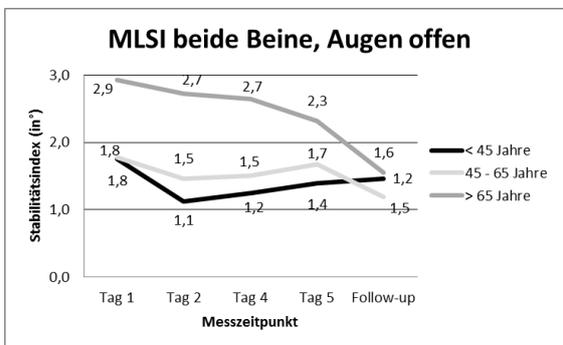


Abbildung 11e

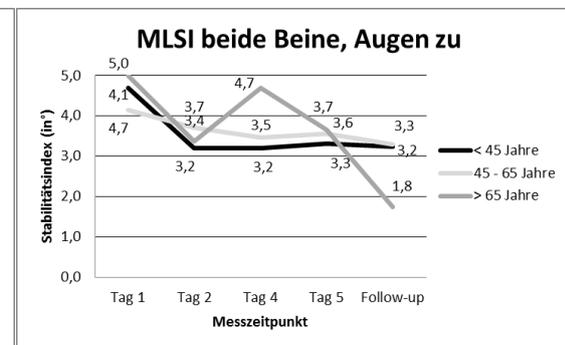


Abbildung 11f

Abbildung 11a bis f: Messungen des Gesamtstabilitätsindex (OSI), des anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) und des medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) im beidbeinigen Stand mit offenen bzw. geschlossenen Augen, angegeben in Winkelgraden (°). Die Messungen der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule, unterteilt nach Altersklassen, erfolgten an Tag 1 (vor der periduralen Infiltration), Tag 2, 4 und 5 und bei einem Follow-up nach 3 Monaten am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013.

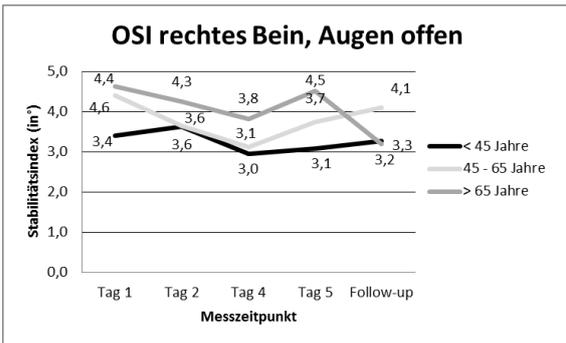


Abbildung 12a

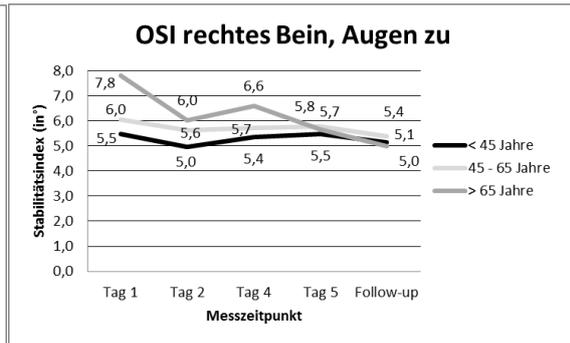


Abbildung 12b

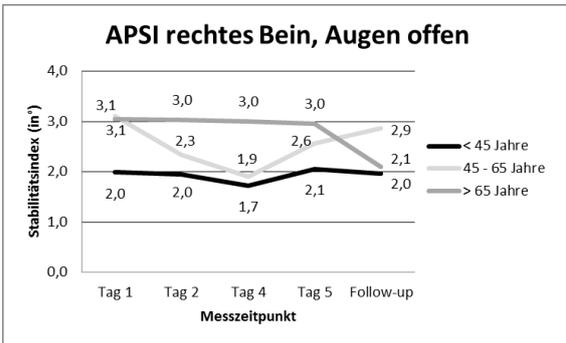


Abbildung 12c

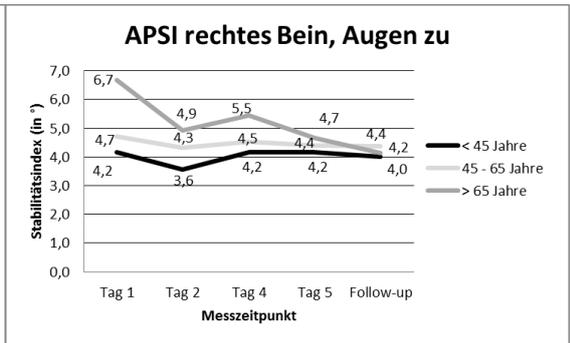


Abbildung 12d

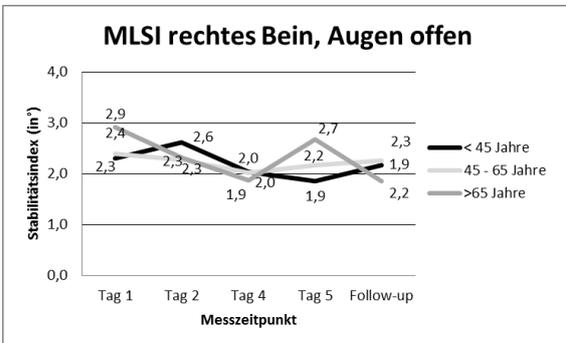


Abbildung 12e

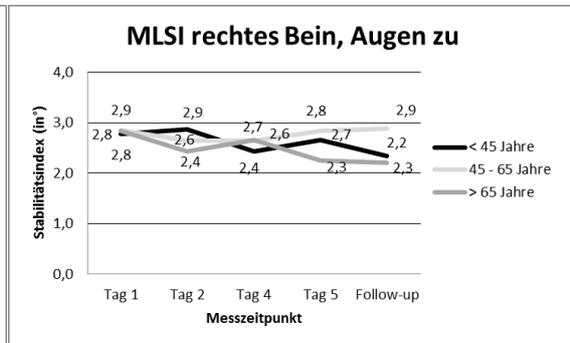


Abbildung 12f

Abbildung 12a bis f: Messungen des Gesamtstabilitätsindex (OSI), des anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) und des medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) im Stand auf dem rechten Bein mit offenen bzw. geschlossenen Augen, angegeben in Winkelgraden (°). Die Messungen der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule, unterteilt nach Altersklassen, erfolgten an Tag 1 (vor der periduralen Infiltration), Tag 2, 4 und 5 und bei einem Follow-up nach 3 Monaten am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013.

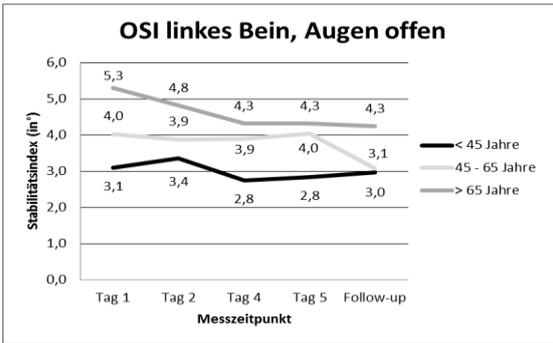


Abbildung 13a

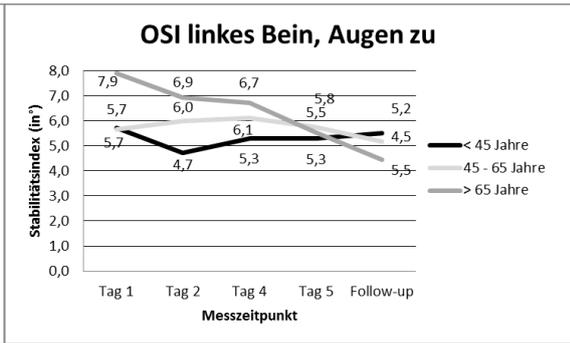


Abbildung 13b

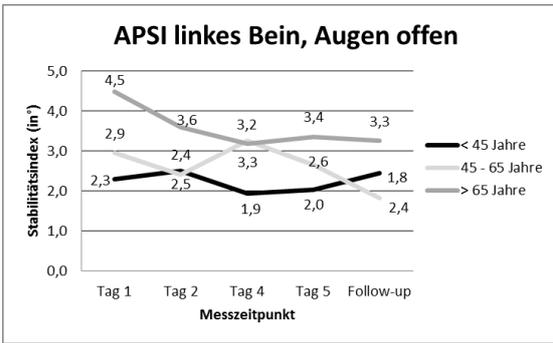


Abbildung 13c

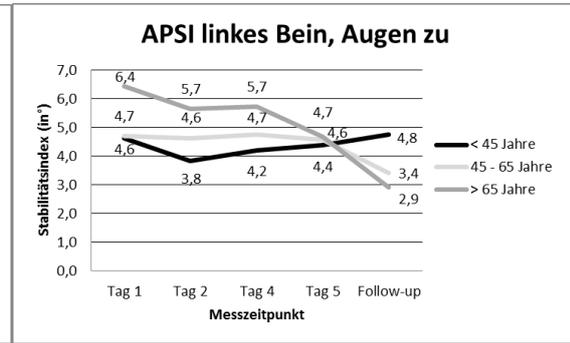


Abbildung 13d

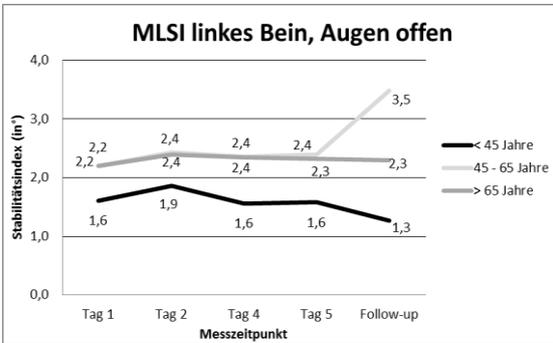


Abbildung 13e

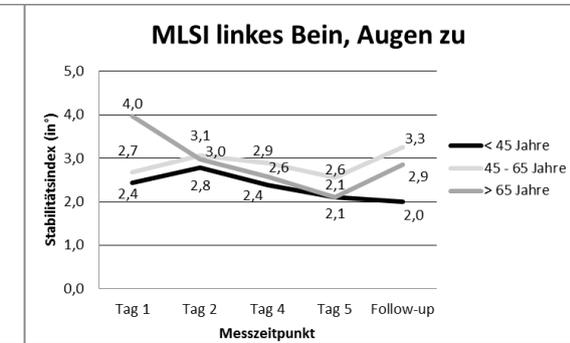


Abbildung 13f

Abbildung 13a bis f: Messungen des Gesamtstabilitätsindex (OSI), des anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) und des medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) im Stand auf dem linken Bein mit offenen bzw. geschlossenen Augen, angegeben in Winkelgraden (°). Die Messungen der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule, unterteilt nach Altersklassen, erfolgten an Tag 1 (vor der periduralen Infiltration), Tag 2, 4 und 5 und bei einem Follow-up nach 3 Monaten am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013.

3.3.3 Posturographie-Messungen und Schmerzen

Betrachtet man nun den Verlauf der Stabilität vor und nach Intervention bezogen auf die Schmerzstärke der Patienten vor Intervention, zeichnet sich ab, dass Patienten mit stärkeren Schmerzen vor Intervention mehr von der periduralen Infiltration profitiert haben als die Patienten mit weniger Schmerzen.

Hierzu teilten wir die Patienten je nach Schmerzstärke in 2 Gruppen ein. Gruppe 1 (n = 27) mit leichten bis mittelstarken Schmerzen, eingeordnet entsprechend der VAS (Punkte bis 7,0) und Gruppe 2 (n = 5) mit starken Schmerzen (VAS > 7,1). Die Tabellen 9a und b enthalten alle Signifikanzwerte, die insgesamt erhobenen Daten sind den Abbildungen 14a bis c zu entnehmen.

Tabelle 9a und b: p-Werte der Posturographie-Messungen bei der Unterteilung der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule in Schmerzgruppen. Gruppe 2 (Grp.2) mit einem Wert auf der Visuellen Analogskala (VAS) > 7,0 und Gruppe 1 (Grp.1) mit VAS ≤ 7,0. Gemessen wurden der Gesamtstabilitätsindex (OSI), der medio-laterale Stabilitätsindex (MLSI) und der anterior-posteriore Stabilitätsindex (APSI), im bilateralen Stand (bB), im unilateralen Stand auf dem rechten (re) und auf dem linken (li) Bein, jeweils mit offenen (Ao) bzw. mit geschlossenen (Az) Augen am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013.

Tabelle 9a: Signifikanzwerte (p-Wert) aller Messungen im Vergleich Tag 1 mit Tag 5

	p-Wert Tag 1 - 5		p-Wert Tag 1 - 5		p-Wert Tag 1 - 5
OSI bB Ao Grp.1	0,10	OSI li Ao Grp.1	0,46	OSI re Ao Grp.1	0,46
OSI bB Ao Grp.2	0,30	OSI li Ao Grp.2	0,58	OSI re Ao Grp.2	0,21
APSI bB Ao Grp.1	0,14	APSI li Ao Grp.1	0,16	APSI re Ao Grp.1	0,78
APSI bB Ao Grp.2	0,30	APSI li Ao Grp.2	0,87	APSI re Ao Grp.2	0,23
MLSI bB Ao Grp.1	0,54	MLSI li Ao Grp.1	0,98	MLSI re Ao Grp.1	0,34
MLSI bB Ao Grp.2	0,47	MLSI li Ao Grp.2	0,35	MLSI re Ao Grp.2	0,83
OSI bB Az Grp.1	0,04	OSI li Az Grp.1	0,53	OSI re Az Grp.1	0,58
OSI bB Az Grp.2	0,97	OSI li Az Grp.2	0,95	OSI re Az Grp.2	0,66
APSI bB Az Grp.1	0,04	APSI li Az Grp.1	0,39	APSI re Az Grp.1	0,55
APSI bB Az Grp.2	0,93	APSI li Az Grp.2	0,73	APSI re Az Grp.2	0,69
MLSI bB Az Grp.1	0,05	MLSI li Az Grp.1	0,34	MLSI re Az Grp.1	0,63
MLSI bB Az Grp.2	0,74	MLSI li Az Grp.2	0,55	MLSI re Az Grp.2	0,88

Tabelle 9b: p-Werte der Gruppe 2 an Tag 1 verglichen mit dem Follow-up nach 3 Monaten, sowie die Signifikanzwerte der Messungen von Gruppe 1 zu Gruppe 2 an Tag 1 bzw. an Tag 5

	p-Wert Tag 1 - Follow-up der Gruppe 2	p-Wert Grp.1 vs. Grp.2 Tag 1	p-Wert Grp.1 vs. Grp.2 Tag 5
OSI bB Ao	0,25	0,67	0,69
APSI bB Ao	0,20	0,24	0,98
MLSI bB Ao	0,66	0,39	0,36
OSI bB Az	0,43	0,04	0,27
APSI bB Az	0,33	0,17	0,54
MLSI bB Az	0,49	0,04	0,22
OSI li Ao	0,75	0,65	0,19
APSI li Ao	0,69	0,51	0,12
MLSI li Ao	0,79	0,84	0,47
OSI li Az	0,68	0,37	0,63
APSI li Az	0,24	0,37	0,98
MLSI li Az	0,64	0,34	0,20
OSI re Ao	0,19	0,25	0,98
APSI re Ao	0,17	0,02	0,65
MLSI re Ao	0,50	0,30	0,71
OSI re Az	0,81	0,65	0,29
APSI re Az	0,55	0,87	0,54
MLSI re Az	0,42	0,16	0,35

Im OSI und APSI mit offenen Augen im beidbeinigen Stand verbesserten sich die Stabilitätsindizes in Gruppe 2 tendenziell stärker als die in der Gruppe mit leichten Schmerzen, jedoch nicht signifikant. Die Abbildungen 14a bis c zeigen den Gesamtstabilitätsindex OSI, den medio-lateralen Stabilitätsindex MLSI und den anterior-posterioren Stabilitätsindex APSI im beidbeinigen Stand mit offenen und geschlossenen Augen.

Beim MLSI mit beiden Beinen und offenen Augen, als auch bei allen drei Indizes mit geschlossenen Augen im bilateralen Stand ergaben sich für die Patienten mit $VAS \leq 7$ jeweils eine schlechtere Stabilität als bei den Patienten in Gruppe 2. Der Verlauf von prä- zu postinterventionell verbesserte sich dafür bei der Gruppe 2 weniger. Für Gruppe 1 zeigte sich zwischen Tag 1 und Tag 5 jeweils eine

signifikante Verbesserung der Stabilität. Die p-Werte sind in Tabelle 9 angegeben. Der Vergleich beider Gruppen mit geschlossenen Augen im bilateralen Stand zeigte keine signifikanten Differenzen.

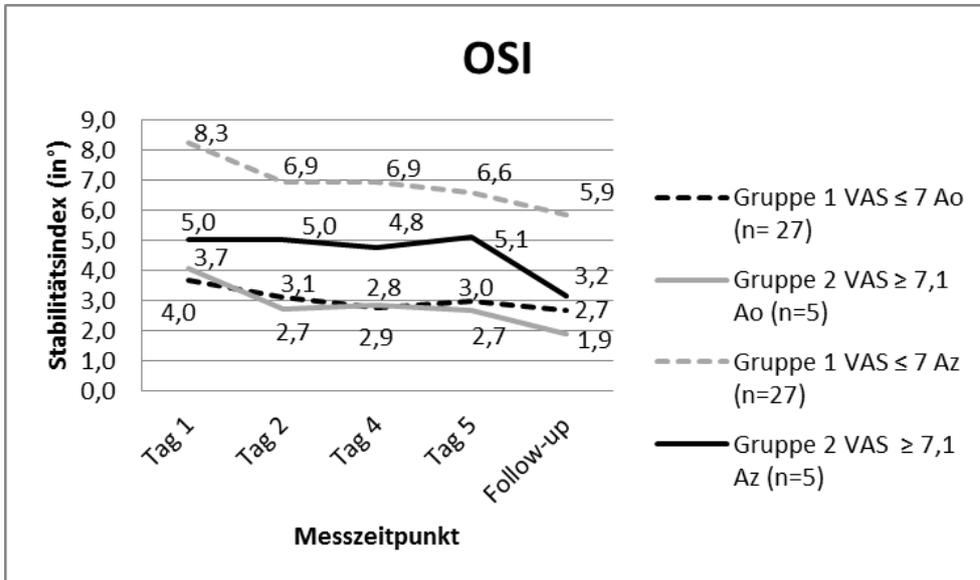


Abbildung 14a: Gesamtstabilitätsindex OSI

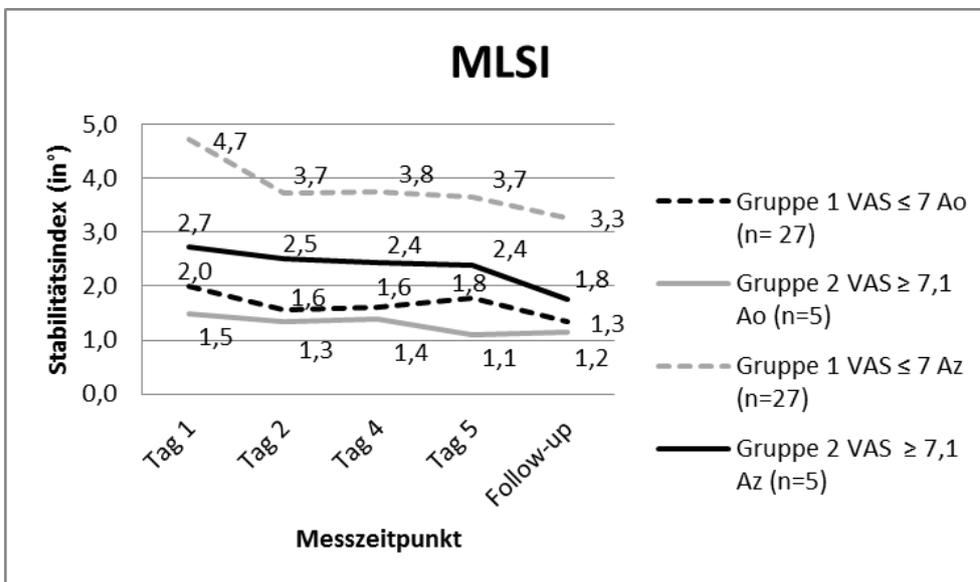


Abbildung 14b: Medio-lateraler Stabilitätsindex MLSI

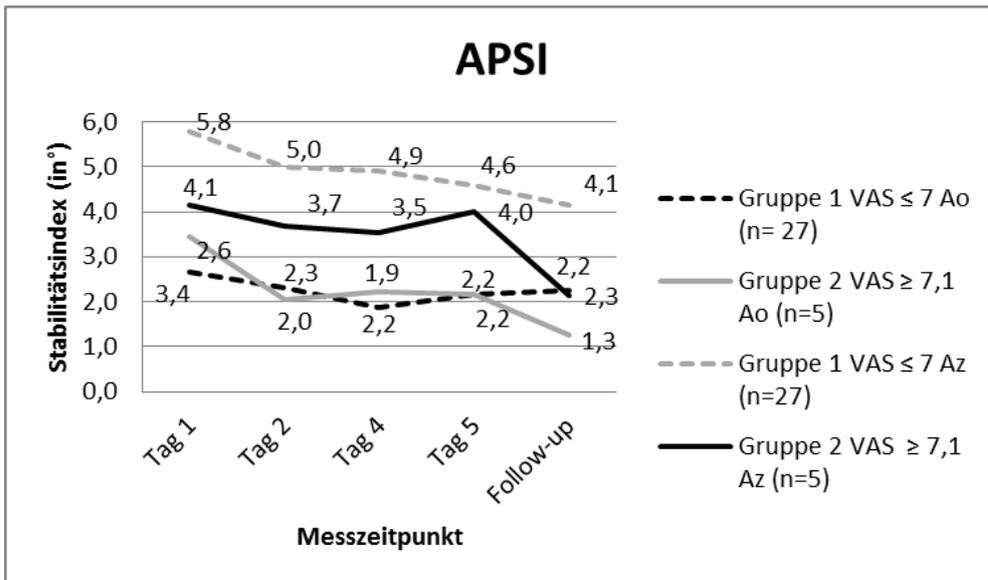


Abbildung 14c: Anterior-posteriorer Stabilitätsindex APSI

Abbildung 14a bis c: Messwerte der Patienten (n) mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule, angegeben in Winkelgraden (°), im beidbeinigen Stand: Gruppe 1 mit einem Wert auf der Visuellen Analogskala (VAS) $\leq 7,0$ und Gruppe 2 mit VAS $> 7,0$. An Tag 1 vor der Intervention, Tag 2, 4 und 5 und beim Follow-up nach 3 Monaten. Angegeben sind die Messungen mit offenen (Ao) und mit geschlossenen (Az) Augen (Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013); Erstveröffentlichung in [151].

Es ergaben sich vor der Therapie für die Gruppe 2 mit stärkeren Schmerzen signifikant bessere Indizes in der Gesamtstabilität (OSI) im beidbeinigen Stand ($p = 0,04$) und medio-lateral (MLSI) ($p = 0,04$), gemessen ohne visuellen Input, als bei Gruppe 1 mit weniger Schmerzen. Nach der Therapie zeigte die Gruppe 2 mit geschlossenen Augen ebenfalls bessere Stabilitätsindizes, allerdings ohne Signifikanz (OSI $p = 0,27$; APSI $p = 0,54$; MLSI $p = 0,22$).

Die Werte vor allem der Gruppe 2-Patienten verbesserten sich nicht-signifikant im Vergleich zu vor der Therapie erneut beim Follow-up nach 3 Monaten.

Zusammenfassend konnte in der Patientengruppe mit stärkeren Schmerzen mit offenen Augen im bilateralen Stand eine tendenziell stärkere Reduktion der Stabilitätsindizes gezeigt werden, als in der Gruppe mit leichten bis mittelstarken Schmerzen.

3.3.4 Posturographie-Messungen und Body-Mass-Index

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, zeigen manche Studien einen Zusammenhang zwischen Body-Mass-Index (BMI) und posturaler Stabilität auf.

So teilten wir unsere Patienten in drei Gewichtsklassen ein: Normalgewichtige (n = 9), Präadipositas (n = 16) und Adipositas Grad I (n = 7). Nach der internationalen Klassifikation der WHO entspricht das Normalgewicht einem BMI von 18,5 bis 24,9 kg/m², Präadipositas ist definiert als ein BMI von 25-29,9 kg/m² und Adipositas Grad I mit einem BMI von 30-34,9 kg/m². Adipositas Grad II entspricht einem BMI von 35-39,9 kg/m² und Adipositas Grad III ≥ 40 kg/m², jedoch hatten wir bezüglich der beiden letztgenannten Grade keinen Patient mit diesem Körpergewicht.

Zusammenfassend ergaben sich somit in der Gruppe der normalgewichtigen Patienten signifikante Änderungen allein bei der anterior-posterioren Messung auf dem linken Bein mit geschlossenen Augen mit $p < 0,01$ zwischen Tag 1 und dem Follow-up. Somit konnte in der Gruppe der Normalgewichtigen nicht von einer signifikanten Verbesserung der posturalen Stabilität nach der PDI-Serie gesprochen werden. Die p-Werte aller drei Patientengruppen sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

Es zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Änderungen sowohl bei den präadipösen, als auch bei den adipösen Patienten zwischen Tag 1 und Tag 5 und auch nicht im Vergleich beim Follow-up.

Folglich zeigten sich in unserer Studie keine signifikanten positiven Auswirkungen der PDI auf die posturale Stabilität auf die einzelnen Gewichtsklassen bezogen.

Tabelle 10: *p*-Werte der Patienten mit chronischen unteren Rückenschmerzen, aufgeteilt in Normalgewichtige mit einem Body-Mass-Index zwischen 18,5-24,9 kg/m², präadipöse Patienten mit einem Body-Mass-Index von 25-29,9 kg/m² und Adipöse mit einem Body-Mass-Index 30-34,9 kg/m², definiert als Adipositas Grad I (Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013). Abkürzungen: Gesamtstabilitätsindex (OSI), anterior-posteriorer Stabilitätsindex (APSI), medio-lateraler Stabilitätsindex (MLSI), beidbeinig (bB), linkes Bein (li), rechtes Bein (re), Augen offen (Ao), Augen geschlossen (Az).

p-Werte	Normalgewichtig	Tag 1 vs. Follow-up	Präadipös	Tag 1 vs. Follow-up	Adipös	Tag 1 vs. Follow-up
	Tag 1 vs. Tag 5		Tag 1 vs. Tag 5		Tag 1 vs. Tag 5	
OSI bB Ao	0,32	0,13	0,28	0,40	0,16	0,15
APSI bB Ao	0,50	0,30	0,26	0,72	0,10	0,26
MLSI bB Ao	0,21	0,71	0,54	0,24	0,82	0,16
OSI bB Az	0,11	0,17	0,17	0,22	0,92	0,30
APSI bB Az	0,15	0,23	0,11	0,20	0,82	0,25
MLSI bB Az	0,06	0,09	0,30	0,35	0,85	0,37
OSI li Ao	0,79	0,06	0,87	0,64	0,35	0,22
APSI li Ao	0,69	0,10	0,52	0,87	0,32	0,26
MLSI li Ao	0,90	0,26	0,60	0,38	0,74	0,36
OSI li Az	0,98	0,17	0,71	0,57	0,67	0,34
APSI li Az	0,47	< 0,01	0,71	0,92	0,88	0,29
MLSI li Az	0,83	0,77	0,78	0,17	0,24	0,48
OSI re Ao	0,38	0,96	0,50	0,71	0,75	0,08
APSI re Ao	0,25	0,70	0,76	0,69	0,48	0,06
MLSI re Ao	0,56	0,18	0,23	0,31	0,98	0,82
OSI re Az	0,34	0,23	0,85	0,97	0,72	0,69
APSI re Az	0,40	0,51	0,92	0,80	0,84	0,62
MLSI re Az	0,46	0,80	0,53	0,74	0,24	0,97

Im Vergleich der einzelnen Gruppen zueinander wurden folgende Unterschiede gefunden: Die normalgewichtigen Teilnehmer zeigten durchgehend bessere Stabilitätsindizes als beide anderen Gruppen. Betrachtet man die Kurven der Messungen in Abbildung 15 bis 17 erkennt man, dass die Normalgewichtigen zumindest mit offenen Augen im Durchschnitt immer unterhalb der anderen beiden Gewichtsgruppen lagen und somit zwar keine signifikante Verbesserung der Stabilität nach der PDI zu verzeichnen ist, jedoch von Grund auf eine bessere Stabilität vorgelegen hat.

Bei der Messung MLSI auf dem linken Bein mit offenen Augen fällt jedoch eine deutliche Verschlechterung der Werte beim Follow-up auf. Geht man bei einem einmalig schlechten Messwert von einer Fehlmessung (aufgrund Unachtsamkeit etc.) aus, könnte der Ausreiser mit 12,0° aus der Gruppe (n = 3) genommen

werden und es kann auch bezüglich des MLSI linksbeinig eben genannte Aussage gemacht werden.

Es ist zu erkennen, dass im bilateralen Stand mit offenen Augen die Patienten mit Adipositas Grad I im Ausgangswert in allen drei Stabilitätsindizes schlechtere Werte zeigen als die präadipösen und normalgewichtigen Patienten. Tendenziell zeigen die Patienten mit Adipositas Grad I also eine schlechtere Stabilität. Nach der PDI-Serie zeigt sich bei den Messungen der posturalen Stabilität in allen drei Gewichtsklassen die Tendenz zur Verbesserung der Stabilität.

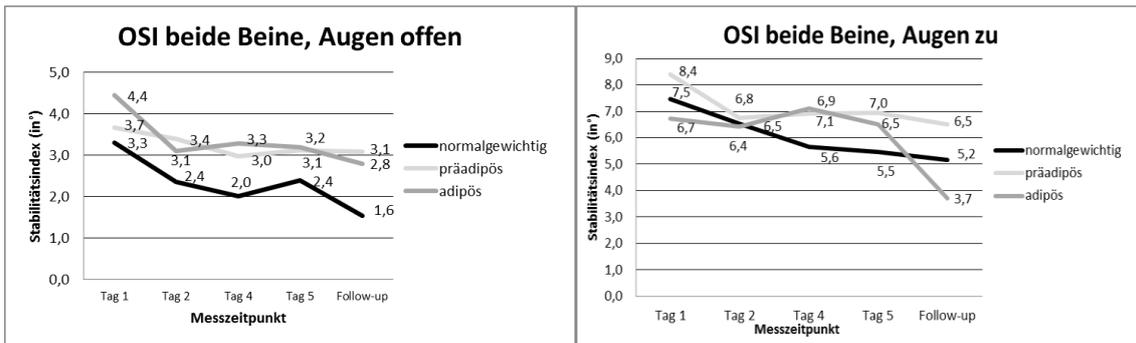


Abbildung 15a

Abbildung 15b

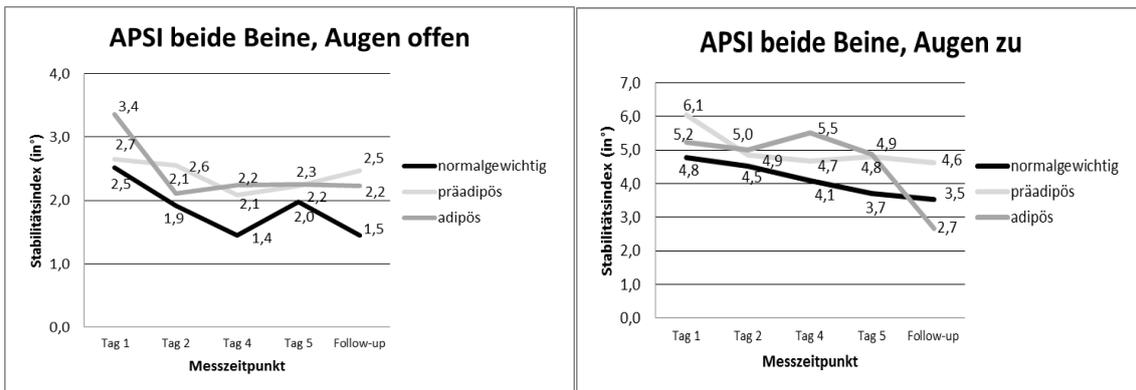


Abbildung 15c

Abbildung 15d

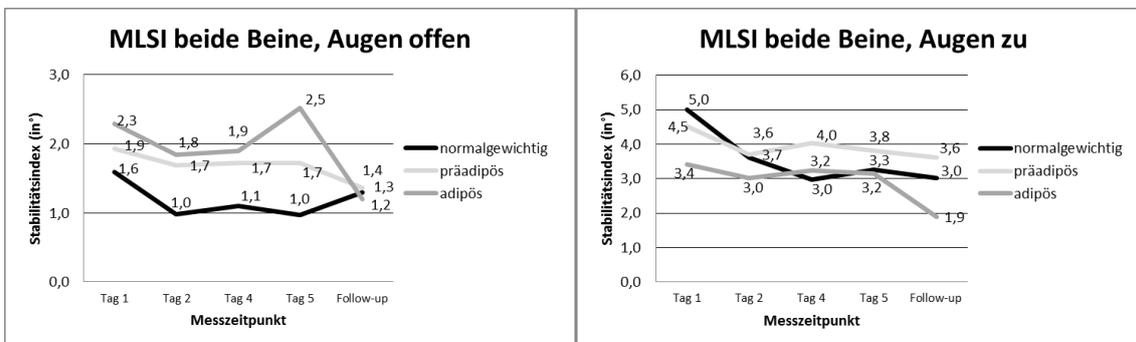


Abbildung 15e

Abbildung 15f

Abbildung 15a bis f: Der Gesamtstabilitätsindex (OSI, Abbildung 15a und b), der anterior-posteriore Stabilitätsindex (APSI, 15c und d) und der medio-laterale Stabilitätsindex (MLSI, 15e und f) der Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule im bilateralen Stand mit offenen bzw. geschlossenen Augen, jeweils gemessen in Winkelgraden ($^{\circ}$), erhoben am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013. Unterteilt wurde nach Körpergewicht in „normalgewichtig“ mit einem Body-Mass-Index (BMI) zwischen 18,5-24,9 kg/m^2 , „präadipös“ mit einem BMI von 25-29,9 kg/m^2 und „adipös“ mit einem BMI von 30-34,9 kg/m^2 , gemeint ist hiermit Adipositas Grad I.

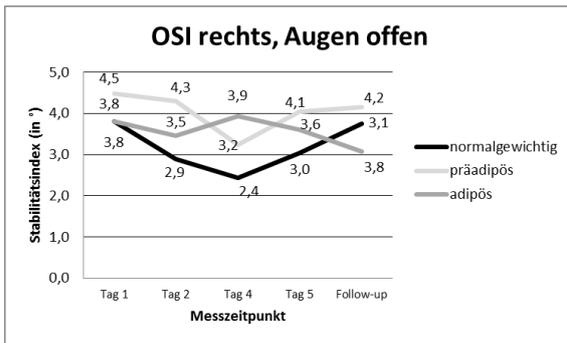


Abbildung 16a

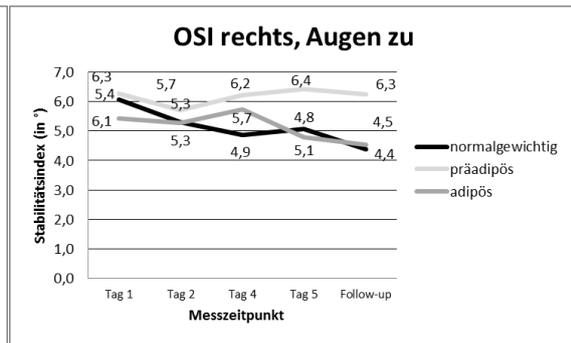


Abbildung 16b

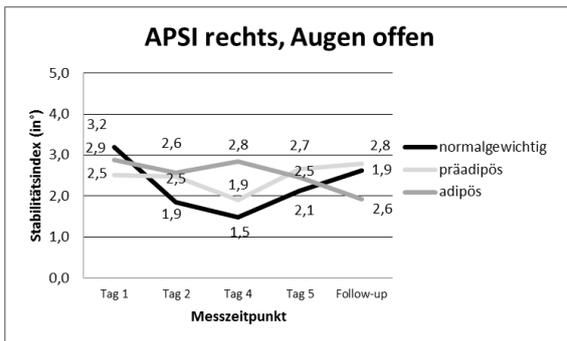


Abbildung 16c

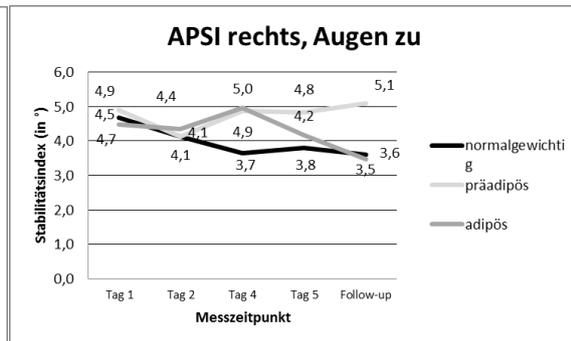


Abbildung 16d

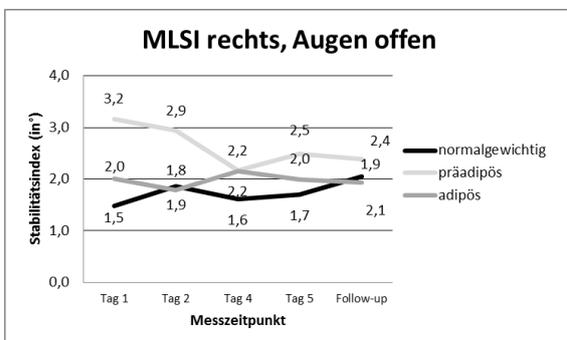


Abbildung 16e

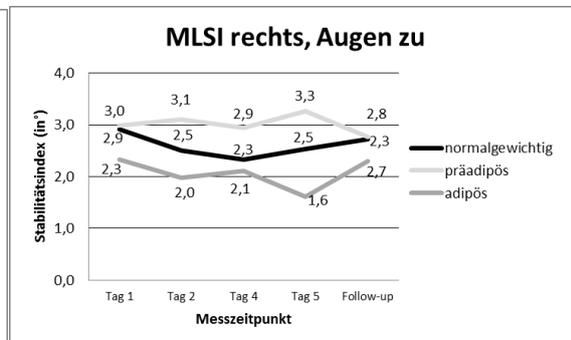


Abbildung 16f

Abbildung 16a bis f: Messungen des Gesamtstabilitätsindex (OSI) im Stand auf dem rechten Bein mit offenen (Abbildung 16a) und geschlossenen Augen (16b), des anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) mit offenen (16c) und geschlossenen Augen (16d) und des medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) mit offenen (16e) und geschlossenen Augen (16f), gemessen in Winkelgraden (°). Die Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule wurden unterteilt nach Körpergewicht in „normalgewicht“ mit einem Body-Mass-Index (BMI) zwischen 18,5-24,9 kg/m^2 , „präadipös“ mit einem BMI von 25-29,9 kg/m^2 und „adipös“ mit einem BMI von 30-34,9 kg/m^2 (Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013).

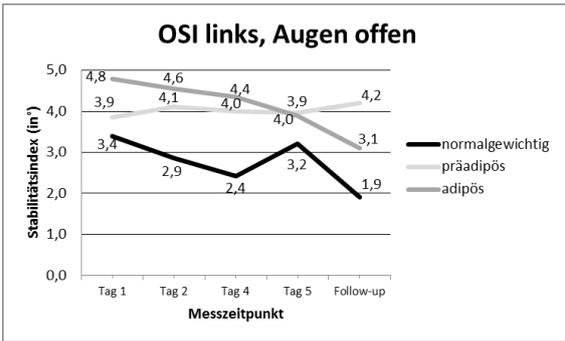


Abbildung 17a

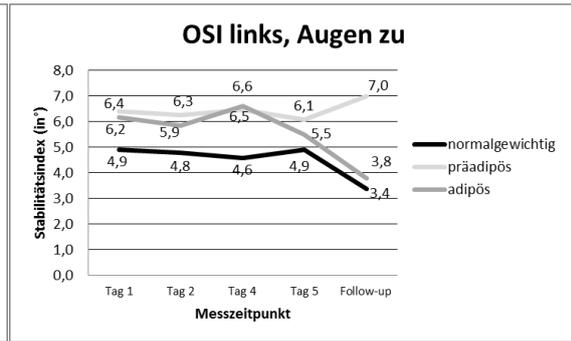


Abbildung 17b

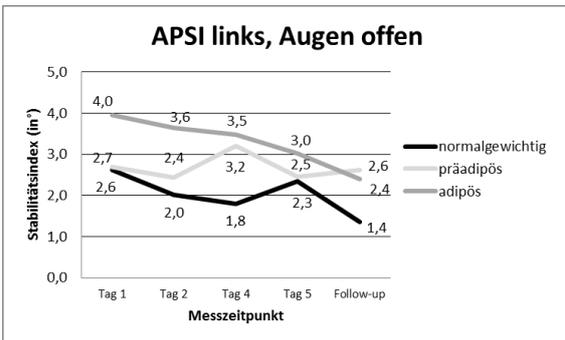


Abbildung 17c

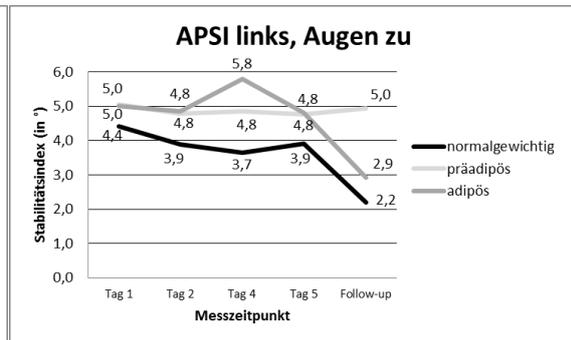


Abbildung 17d

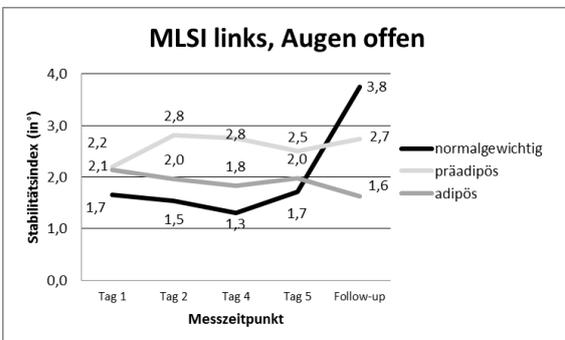


Abbildung 17e

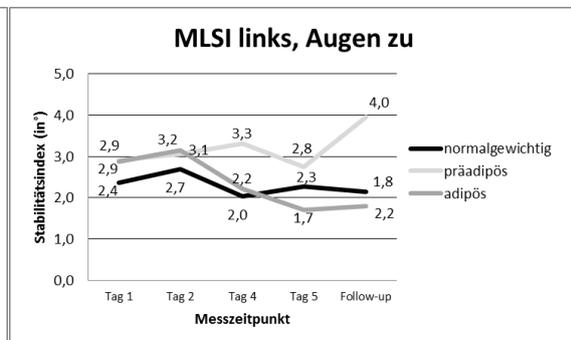


Abbildung 17f

Abbildung 17a bis f: Messungen des Gesamtstabilitätsindex (OSI) mit offenen (Abbildung 17a) und geschlossenen Augen (17b), des anterior-posterioren Stabilitätsindex (APSI) mit offenen (17c) und geschlossenen Augen (17d) und des medio-lateralen Stabilitätsindex (MLSI) mit offenen (17e) und geschlossenen Augen (17f), angegeben in Winkelgraden ($^{\circ}$), im Stand auf dem linken Bein. Die Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule wurden unterteilt nach Körpergewicht in „normalgewicht“ mit einem Body-Mass-Index (BMI) zwischen $18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$, „präadipös“ mit einem BMI von $25-29,9 \text{ kg/m}^2$ und „adipös“ mit einem BMI $30-34,9 \text{ kg/m}^2$ (Bundeswehrkrankenhaus Ulm, 2011-2013).

3.4 Auswertung der Arbeitsfähigkeit

Bei den 13 Patienten, die nach 3 Monaten zur erneuten Vorstellung an der Studie teilnahmen, konnten wir einen Vergleich ziehen, wie sich die peridurale Infiltration auf die Arbeitsfähigkeit auswirkte. Vor der Therapie gaben von diesen 13 Patienten sieben keinen Fehltag aufgrund ihrer Rückenschmerzen an, die anderen Patienten hatten Fehltage zwischen 2 (n = 1), 5 (n = 1) und 14 (n = 2) Tagen, zwei der Patienten machten keine Angaben. Bei der Kontrolluntersuchung 3 Monate nach der Infiltrationstherapie, hatten vier Patienten keinen Fehltag, einer gab 45 Fehltage an, ein Patient war inzwischen in Rente und sieben machten keine Angaben dazu.

4. Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

Ziel unserer Studie war es, mit Hilfe computergestützter dynamischer Posturographie zu untersuchen, ob eine Schmerzlinderung chronischer Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule durch die peridurale Infiltrationstherapie in Serie dreier Infiltrationen zu einer Verbesserung der posturalen Stabilität führt.

Wir konnten zeigen, dass die peridurale Infiltration zu einer signifikanten Verbesserung des Gesamtstabilitätsindex im bilateralen Stand und damit der posturalen Stabilität führt.

4.1.1 Posturale Stabilität und unterer Rückenschmerz

Grundlage der Studie war die Hypothese, dass Patienten mit chronischen spezifischen Rückenschmerzen eine verminderte posturale Stabilität aufweisen. Somit erwarteten wir durch die Intervention mittels PDI sowohl eine Schmerzreduktion, als auch eine konsekutive Verbesserung der Stabilität [112, 113, 145, 151, 157, 198].

Geht man von einer schmerzbedingt veränderten Haltung und damit schlechteren posturalen Stabilität bei LBP aus, könnte sich die Haltung durch Schmerzreduktion, ebenso wie durch psychologische Faktoren (Sicherheitsgefühl, unterstützender Placeboeffekt durch Betreuung und stationären Aufenthalt („mir wird ja geholfen“)) im Laufe der Therapiewoche ändern. Dass sich zum Beispiel Verhaltenstherapie bzw. Änderungen im Verhalten oder der Vermeidungshaltung positiv auf den Schmerz auswirken, wurde bereits 1987 von Philips et al. beschrieben [155]. Allein das Verständnis des Patienten für den Schmerz, sowie Informationen und Ratschläge wirken sich positiv auf die Schmerzen bei chronischen unteren Rückenschmerzen aus [36, 138].

Außerdem spielt im Allgemeinen die Haltung des Patienten gegenüber seiner Gesundheit und gegenüber der Genesung eine wesentliche Rolle. In einer Studie

von Briggs et al. wurde mittels Fragebögen ermittelt, ob in diesem Bezug ein Unterschied zwischen Patienten mit Rückenschmerzen und Gesunden besteht. Hierbei zeigte sich bei Rückenschmerz-Patienten keine negativere Einstellung gegenüber ihrer Gesundheit, als auch kein schlechteres Verständnis. Menschen mit Rückenschmerzen erhalten nicht weniger soziale Unterstützung und holen ebenso viele Expertenratschläge ein wie Gesunde [31].

Keine weitere Beachtung fand in oben genannter Studie die unterstützende Wirkung von oraler Schmerztherapie und Physiotherapie. Die Patienten, die an unserer Studie teilnahmen, waren bereits vortherapiert worden. Beeinflussende Maßnahmen, wie z. B. eine kürzlich stattgefundenene Infiltrationstherapie, führten zum Ausschluss. Heilmitteltherapien wie Akupunktur, Fango, Massage und Physiotherapie führten nicht zu einem Ausschluss aus der Studie.

Durch Ermitteln der Stabilitätsindizes im bilateralen Stand konnten wir zeigen, dass sich nach der PDI-Serie signifikante Verbesserungen der posturalen Stabilität ergaben. Mit visuellem Input besserte sich die Gesamtstabilität signifikant ($p = 0,02$) um 22 %, mit geschlossenen Augen besserten sich alle drei gemessenen Stabilitätsindizes hoch signifikant mit $p < 0,01$ um 20 %.

4.1.2 Posturale Stabilität im Einbeinstand

Studien anderer Arbeitsgruppen kamen zu dem Ergebnis, dass sich die posturale Stabilität im Einbeinstand bei Patienten mit chronischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule nicht signifikant von gesunden Probanden unterscheidet [110, 113, 201].

Im Einbeinstand fanden wir keine signifikanten Unterschiede, konform mit anderen Ergebnissen. In der Studie von Luoto et al. zeigten sich keine Unterschiede im Einbeinstand zwischen moderat betroffenen LBP-Patienten und gesunden Probanden [113].

Ein Erklärungsansatz geht auf die veränderte Muskelrekrutierung zurück. Man vermutet im Einbeinstand im Vergleich zum beidbeinigen aufrechten Stand eine stärkere Unterstützung vor allem durch die Bauchmuskulatur. Hodges fand heraus, dass Patienten mit LBP eine andere Kontrolle der Bauchmuskulatur aufweisen als Gesunde, wobei der M. transversus abdominis wohl unabhängig

von den übrigen Bauchmuskeln kontrolliert wird [83]. Hierin könnte man einen Erklärungsansatz für die konstante Stabilität im Einbeinstand vor und nach der Therapie finden [151].

In unserer Studie war im Einbeinstand nur eine tendenzielle Besserung nach PDI-Serie erkennbar. Wir gehen davon aus, dass die ausgebliebene Besserung der posturalen Stabilität im Einbeinstand am ehestens dadurch begründet werden kann, dass das einbeinige Balancieren selbst bei Gesunden zu schlechteren Stabilitätsindex-Werten führt.

Luoto et al. halten die Kontrolle des Einbeinstandes für den sensitiveren Test verglichen mit der posturalen Kontrolle im beidbeinigen Stand [113].

Um eine signifikante Verbesserung der posturalen Kontrolle im einbeinigen Stand zu untersuchen, wäre somit eine größere Fallzahl erforderlich. Hauptzielgröße und damit Grundlage unserer Fallzahlplanung war jedoch das Balancieren im beidbeinigen Stand, wofür weniger Patienten erforderlich waren [151].

Bezüglich des Einbeinstandes hat das Standbein keinen Einfluss auf die Stabilität im Vergleich mit dem Spielbein [84].

Aufgrund dieser Ergebnisse kann man davon ausgehen, dass die Messungen im Einbeinstand nicht durch die Seite des Standbeins verfälscht werden. Es bietet sich an, in weiteren Studien mit einer größeren Fallzahl erneute Messungen durchzuführen, um eventuelle Unterschiede aufzudecken.

4.1.3 Stabilität und Schmerz

Erfasst wurde die Stabilität, mittels computergestützter dynamischer Posturographie, unterteilt in diverse Stabilitätsindizes. Als Nebenzielgröße wurde unter anderem die Schmerzintensität, gemessen mittels visueller Analogskala, eingeschätzt. Vergleiche mit anderen Studien sind nicht möglich, da bezüglich dieser Subgruppen-Analyse keine direkt vergleichbaren Studien vorliegen.

4.1.3.1 Chronifizierung von Schmerz

Die Patienten unserer Studie litten an chronischen spezifischen unteren Rückenschmerzen. Diskutiert man die Auswirkungen chronischer Schmerzen und

die Therapiemöglichkeiten, dürfen Theorien zur Chronifizierung von Schmerzen nicht außer Acht gelassen werden. Hierbei spielen mehrere Komponenten eine Rolle: Dazu zählen subjektive Strategien, wie das Bewältigungsverhalten im Umgang mit Stress, Krankheit oder Belastung (Coping-Strategie). Des Weiteren sollte man fragen, ob ein Vermeidungsverhalten vorliegt und wie stark sich der Patient von den Schmerzen beeinträchtigt fühlt.

Das biopsychosoziale Modell des Schmerzes beinhaltet eben diese subjektiven Strategien. Der grundlegende Gedanke ist, dass es durch den Schmerz zu einem Leiden beim Patient kommt, dann zur Erkrankung des Betroffenen und letztendlich führt chronischer Schmerz zu Auswirkungen auf das soziale Umfeld. Dass wir durch unsere Therapie und dadurch hervorgerufene Schmerzreduktion eine Normalisierung des sozialen Lebens wiederherstellen können, ist bislang nicht bewiesen und sollte in weiterführenden Studien untersucht werden.

Ausgehend vom Konzept der biopsychosozialen Theorie kann ein Patient nach Infiltrationstherapie und der Betreuung in der Klinik eine Verstärkung der Schmerzreduktion erfahren. Grundlegend kann seine Sichtweise auf das Problem so eventuell verändert werden. Die Angst vor dem Schmerz und, bezogen auf die posturale Stabilität, vor Standunsicherheit bzw. einem Sturz lässt nach. Der Patient verhält sich durch die gefühlte Sicherheit entspannter [159].

Der erste Therapieversuch chronischer Rückenschmerzen erfolgt meist mittels Analgetika. Die Patienten, die an unserer Studie teilnahmen, befanden sich zumeist unter aktueller analgetischer Therapie, die den Patienten jedoch nicht den gewünschten Effekt bzw. keine Schmerzfreiheit erbrachte.

Die Auswirkungen einer analgetischen Therapie besonders auf die alltäglichen Funktionen wie Heben und Tragen wurde in einer Studie von Schiphorst et al. untersucht: Die explorative Studie, an der 50 Patienten mit chronischen LBP teilnahmen, verzeichnete eine Schmerzbefreiung unter 42 % der Behandelten mit Acetaminophen plus Tramadol [173]. Unter Therapie mit Tramadol plus Acetaminophen, sowie unter einer Tramadol Monotherapie reduzierte sich, laut einer Studie von Reig, der Schmerz [161]. In den aufgeführten Studien konnten jedoch bezüglich der Auswirkungen der Schmerzreduktion auf den Grad der Einschränkung der Funktionalität der Patienten keine eindeutigen Ergebnisse

festgestellt werden.

4.1.3.2 Auswirkungen von Schmerz auf die Stabilität und Funktionalität

Im Rahmen einer weiterführenden, explorativen Subgruppenanalyse bezüglich derer wir die Patienten nach ihrer Schmerzausprägung klassifiziert hatten, zeigte sich außerdem, dass Patienten mit stärkeren Schmerzen vor Intervention tendenziell mehr von der periduralen Infiltration profitierten als die Patienten mit geringeren Schmerzen. Für weiterführende Aussagen sind jedoch Studien mit größerer Patientenzahl erforderlich.

Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich einer Unterteilung in Schmerzgruppen kam Ruhe et al. 2012 [171]. In dieser Studie wurden 38 LBP-Patienten untersucht und festgestellt, dass diejenigen Patienten, die vor einer Intervention unter stärkeren Schmerzen (mit einem Wert von 8 auf der numerischen Ratingskala (NRS)) litten, nach Intervention eine größere Verbesserung der Stabilität zeigten, im Vergleich mit einer Patientengruppe mit geringeren Schmerzen zu Beginn (NRS bei 2 bis 3).

Dieses Ergebnis bestätigt die Hypothese dass, je stärker ein Patient unter Schmerzen leidet, sich desto schlechter seine posturale Balance zeigt [112, 170].

Eine weitere Studie, die die Auswirkungen der Schmerzintensität bei chronischen LBP auf die posturale Stabilität untersuchte, kam zu dem Ergebnis, dass eine höhere Schmerzintensität mit einer langsameren Ausführung der Tests bei geschlossenen Augen assoziiert ist [184].

So stellt sich die Frage, ob durch die Schmerztherapie, in unserem Fall durch die peridurale Infiltrationstherapie, eine Schmerzreduktion und damit eine Verbesserung der mit dem Schmerz verbundenen Einschränkungen im Alltag erreicht werden können bzw. die Bewegungsfähigkeit wiederhergestellt werden kann.

In unserer Studie erfasst, jedoch nicht im Einzelnen untersucht, wurde, wie sich einzelne Faktoren wie Alter, Geschlecht, Schmerzintensität oder Vorbehandlung auf die Prognose auswirken. Hierzu soll eine Untersuchung von Gregg et al. erwähnt werden, die 1.076 Patienten mit LBP über 3 Jahre beobachteten und diverse Prognosefaktoren aufzeigten, die sich auf das Outcome des einzelnen Patienten auswirken. Mögliche Prognosefaktoren für eine klinische Besserung

können demnach die Dauer der chronischen Schmerzen, die Intensität und eine vorangegangene Operation der Wirbelsäule sein. Das Alter und die Schmerzdauer können ebenfalls prognostisch auf die Funktionalität bezogen werden. Als positiver Prognosefaktor für eine Rückkehr in den Beruf wird u. a. das weibliche Geschlecht gesehen [70].

Vergleichbare Studien, die den ODI in Bezug auf eine konservative Schmerztherapie, die der PDI-Serie gegenübergestellt werden kann, anwenden, werden im Kapitel 4.2.2 diskutiert.

4.1.4 Alter und posturale Stabilität

Probleme im Einbeinstand bei Älteren werden bereits in Studien von Gill et al. und Thapa et al. erwähnt [68, 207]. Eine Studie von Maki et al. zu diesem Thema belegte, dass bei älteren Probanden zwischen 62 und 96 das Stehen im Einbeinstand auf einer Plattform über eine kürzere Dauer als bei Jüngeren möglich ist, bevor es zu einem Abbruch kommt [119]. Zudem wirken sich die Angst zu fallen und Standunsicherheit, welche insbesondere bei älteren Menschen beobachtet wird, negativ auf die posturale Kontrolle aus [4]. Diese Erfahrungen können wir nach Durchführung der Stabilitätsmessungen mittels Biodex Balance System unterstreichen. Älteren Patienten war es häufig nur schwer möglich auf einem Bein zu stehen. Einige der älteren Patienten konnten aufgrund der Unfähigkeit im Einbeinstand zu stehen nicht für die Studie rekrutiert werden bzw. argumentierten so die Ablehnung der Studienteilnahme. Die über 65-Jährigen, die an unserer Studie teilnahmen, zeigten tendenziell schlechtere Ausgangswerte bei den Stabilitätsmessungen als die mittelalten und jungen Patienten.

Auch in Folgestudien mit größerer Fallzahl bietet es sich deshalb an, die Patienten nach ihrem Alter zu unterteilen und die Patienten mit über 65 Jahren separat auszuwerten. So können noch genauere Aussagen bezüglich der Effekte einer PDI-Therapie auf die posturale Stabilität erzielt werden.

4.1.5 Geschlecht und posturale Stabilität

Die aktuelle Studienlage deutet darauf hin, dass sich keine Unterschiede zwischen

männlichen und weiblichen Probanden bei Messungen zur posturalen Kontrolle zeigen. Daher gehen wir davon aus, dass es zu keinen Verzerrungen kommt, obwohl 70 % der Studienteilnehmer männlich waren [117, 135, 156, 197, 221]. Vor allem bei der Nachuntersuchung 3 Monate nach der Intervention lag dann der Anteil der männlichen Teilnehmer bei 92,3 %, da unter 13 teilnehmenden Patienten nur eine Frau war. Begründen kann man den hohen Anteil männlicher Patienten damit, dass in der Klinik in der die Interventionen durchgeführt wurden überwiegend männliche Patienten therapiert werden, da es sich um ein Bundeswehrkrankenhaus handelt. Es konnte nicht festgestellt werden, dass von den angefragten Patienten vermehrt Männer ihre Teilnahme zusagten bzw. anteilig mehr weibliche Patienten eine Teilnahme verweigerten.

Eine Studie von Inman et al. kam zum Ergebnis, dass es keine Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern bei der Wirkung der PDI gegen Rückenschmerzen gibt; die Studie stellte jedoch Differenzen bei Coping-Strategien zwischen Männern und Frauen fest [90]. Auch die Erkenntnis dieser Studie, dass Männer während der PDI selbst stärkere Schmerzen verspüren als die weiblichen Teilnehmerinnen, spielt für die Patientenauswahl in unserer Studie keine Rolle.

In unserer Studie konnten jedoch bei einzelnen Stabilitätsindizes signifikante Unterschiede in der posturalen Stabilität zwischen Männern und Frauen gefunden werden: In Zusammenschau unserer Ergebnisse weisen die männlichen Patienten in medio-lateraler Messrichtung eher eine verminderte posturale Stabilität auf als die Frauen. Insbesondere bei den Messungen mit geschlossenen Augen finden sich geschlechtsspezifische Unterschiede. Allerdings ist zu erwähnen, dass keine Gleichverteilung gegeben ist.

Nun stellt sich die Frage, ob sich bei Männern ein Rückenschmerz negativer auf das Gleichgewicht auswirkt als bei Frauen.

4.1.6 Körpergewicht und posturale Stabilität

Bei Patienten, deren BMI oberhalb des Normwertes liegt, treten vermehrt Schmerzen bei alltäglichen Bewegungen wie Treppen steigen oder Gehen auf und die Kraft, auch die des Rückens, ist eingeschränkt [212]. Je höher der BMI liegt,

desto schlechter ist die posturale Stabilität [18, 43, 86, 116, 129, 157].

Durch unsere Einteilung der Patienten in drei BMI-Gruppen (Normalgewichtige mit einem BMI von 18,5 bis 24,9 kg/m^2 , Präadipositas (BMI von 25 bis 29,9 kg/m^2) und Adipositas Grad I mit einem BMI von 30 bis 34,9 kg/m^2) können wir die Ergebnisse vorangegangener Studien bestätigen. Je höher das Körpergewicht liegt, desto schlechter zeigt sich die posturale Stabilität bei Messungen mit visuellem Input. Da an unserer Studie nur Patienten bis Adipositas Grad I teilnahmen, können wir nur die Feststellung treffen, dass sich Patienten mit Übergewicht bis zu einem BMI von 34,9 kg/m^2 tendenziell in ihrer Stabilität von Normalgewichtigen unterscheiden. Wir konnten keine signifikanten Unterschiede in der Wirkung der PDI auf die Stabilität in den untersuchten Gewichtsgruppen feststellen, ursächlich könnte die Größe der Subgruppe sein.

Einschränkend muss aber betont werden, dass die Unterteilung nach Gewichtsgruppen keine Hauptzielgröße war. Unter den Patienten, die an unserer Studie teilnahmen, war kein Patient mit einem BMI größer 35 kg/m^2 . In einer höheren BMI-Klasse können sich die Ergebnisse anders zeigen, wie bereits veröffentlichte Studien belegen [22, 43].

4.2 Diskussion der Subgruppenanalysen

4.2.1 Visuelle Analogskala und McGill-Fragebogen

Bezüglich der Schmerzintensität, die als Nebenzielgröße erfasst wurde, besserten sich 18 unserer 32 Patienten im Laufe der PDI-Serie.

Vergleicht man diese Resultate mit bereits veröffentlichten Studien, kommen viele im Ergebnis ebenfalls zu einer Schmerzreduktion unter Infiltrationstherapie.

Brown untersuchte 17 Patienten (im Altersdurchschnitt 78,7 Jahre; davon acht Männer und neun Frauen), die eine oder mehrere PDIs erhalten haben (sieben bekamen die PDIs auf nur einer LWK-Höhe, zehn Patienten auf mehreren Etagen, von Wirbelkörper L1 bis S1). Sechs dieser 17 Patienten zeigten 6 Wochen nach der Therapie eine Reduktion von zwei Punkten oder mehr auf der visuellen Analogskala, entsprechend 35,3 %. Vor der PDI-Therapie lag der durchschnittliche

VAS bei 6,4 (KI 95 % \pm 1,0) Punkten, 6 Wochen nach der Therapie bei 6,3 Punkten (KI 95 % \pm 1,4) [34].

Hier zeigte sich in unserer Studie eine deutlichere Verbesserung der Schmerzintensität mit einem VAS vor PDI von $4,3 \pm 3,5$ und beim Follow-up von $2,0 \pm 2,5$. In unserer Studie zeigten 53,3 % eine Reduktion von 2 oder mehr Punkten.

Im Vergleich lag bei einer weiteren Studie, bei der an 24 Patienten eine interlaminäre PDI durchgeführt wurde, der VAS vor PDI bei $76,8 \pm 10,2$; nach PDI bei $42,4 \pm 7,0$ und beim Follow-up bei $50,6 \pm 8,3$ Punkten [100].

Im McGill-Score, der die Schmerzqualität und -stärke erfasst, konnte eine signifikante Verminderung der Schmerzen beobachtet werden. Vergleichende Studien hierzu lassen sich nicht recherchieren.

4.2.2 Oswestry Disability Index (ODI)

Der ODI, der die aktuelle körperliche Einschränkung erfragt und somit im Gegensatz zur nachfolgend erläuterten Tegner-Skala weniger rigide ist, verbesserte sich erwartungsgemäß bei den Patienten in unserer Studie mit einer Signifikanz von $p < 0,001$ von prä- auf postinterventionell um 45,2 % [151].

Vergleicht man die ODI-Werte unserer Patienten mit den Patienten anderer Studien, kommt man zu folgenden Ergebnissen:

In einer von Studie von Brown et al. ergaben sich nicht statistisch signifikante Veränderungen der körperlichen Einschränkungen (Basis-ODI 40,5 % und 6 Wochen nach PDI 34,8 %, entsprechend einer Verbesserung von nur 5,7 Prozentpunkten ($p > 0,05$)) [34]. Im Vergleich lag der ODI in unserer Studie vor der PDI-Serie bei 31 % und beim Follow-up bei 16 %, entsprechend einer Verbesserung von 15 Prozentpunkten und einer Signifikanz von $p = 0,005$.

Eine Studie von Kawu über die PDI bei Patienten mit lumbosakraler Radikulopathie zeigte bezüglich der interlaminären PDI folgendes: ODI vorher $60,7 \pm 6,7$ %; nachher $30,1 \pm 3,8$ % ($p < 0,01$). Der Follow-up-Wert zeigte sich mit $43,2 \pm 4,4$ % ($p = 0,09$) nicht mehr signifikant. Diese Studie erzielte bezüglich der transforaminalen PDI im Vergleich mit der interlaminären positivere Ergebnisse

[100]. Hierzu können wir keine Aussage machen, da unsere Patienten alle eine interlaminäre PDI bekamen.

So kann man zusammenfassen, dass unter der gebesserten posturalen Stabilität nach PDI-Serie vom Patient weniger körperliche Einschränkungen wahrgenommen werden als vor der Therapie.

Eine Korrelation zwischen dem Oswestry Disability Index und der posturalen Stabilität wurde in unserer Pilotstudie nicht spezifisch untersucht.

4.2.3 Tegner-Aktivitätsskala

Beim intraindividuellen Vergleich unserer Patienten im Tegner-Test konnten keine Einschränkungen im Patientenalltag bemerkt werden. Diese Werte sind in Abbildung 9 ersichtlich.

Der Wert des Leistungsniveaus lag bei unseren Studienteilnehmern (Durchschnittsalter $49,9 \pm 12,8$ Jahre) stetig bei 4 (entspricht dem Leistungsniveau „mittelschwere Arbeit“ durchzuführen). Dies ist grundsätzlich konform mit einer Studie von Briggs et al., die bei gesunden Probanden im Alter zwischen 46 und 60 Jahren ebenfalls einen Tegner-Wert von 4 zeigten [33].

Dass die Tegner-Skala von Patienten mit LBP mit dem Niveau gesunder Probanden vergleichbar ist, erklärt sich dadurch, dass es sich bei der selbständigen Einschätzung des allgemeinen Leistungsniveaus aus Sicht der Patienten um einen sehr starren Wert handelt, der durch passager auftretende Rückenschmerzen kaum beeinflusst wird [74, 104]. Es kann keine Verwertbarkeit eines Mittelwertes gegeben sein, sondern man sollte die Veränderung eines jeden einzelnen Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten betrachten. Im Vergleich Tag 1 mit Tag 5 liegt der Mittelwert des Tegner-Testes in unserer Studie jeweils bei einem Punktwert von 4. Jedoch Tegner selbst hat angemerkt, dass der Test nicht zur Vergleichbarkeit verschiedener Patienten gedacht ist, sondern um ein und denselben Patienten zu verschiedenen Zeitpunkten zu befragen und eine Veränderung in seinem Aktivitätsniveau – intraindividuell – festzustellen [114].

Die Studie von Briggs et al. kam außerdem zu dem Ergebnis, dass sich der Tegner, bei Männern und Frauen gleich, umgekehrt proportional zum Alter verhält

[33]. In einer Gruppe 31- bis 45-Jähriger lag der durchschnittliche Wert bei Briggs et al. bei 6. Verglichen mit den unter 45-Jährigen in unserer Studie ($n = 9$, Durchschnittsalter $33,7 \pm 5,07$ Jahre, Tegner durchschnittlich bei 5 ± 2) kann die Tendenz eines besseren Leistungsniveaus bei unter 45-Jährigen bestätigt werden.

In Bezug auf das Geschlecht der Patienten im Zusammenhang mit der Tegner-Skala kam die Studie von Briggs et al. auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Tegner-Score und dem Geschlecht. Bei Männern lag der Tegner im Schnitt bei 6 und bei Frauen bei 5. In unserer Studie bewerteten 25 Männer und sechs Frauen ihr Leistungsniveau mittels Tegner-Skala. Die Männer kamen vor PDI im Durchschnitt auf 4 ± 2 ; die Frauen auf 3 ± 1 . Nach der Therapie erreichten die Männer einen Tegner-Wert von 4 ± 1 und die Frauen von 4 ± 1 . Eine Differenz zwischen vor und nach der Therapie lässt sich hier nicht erkennen. Auch unterscheiden sich die Werte im Vergleich mit der Studie von Briggs et al. nicht von der gesunden Kontrollgruppe. Dass Frauen geringfügig schlechtere Tegner-Werte als Männer aufweisen, ist tendenziell jedoch auch bei unseren Ergebnissen zu beobachten.

In diesem Fall haben also gesunde Kontrollprobanden ein vergleichbares Leistungsniveau, bezogen auf Alter und Geschlecht, gemessen an unseren Patienten mit chronischen Rückenschmerzen.

Auch wenn die Tegner-Skala ursprünglich zur Beurteilung von Knieerkrankungen erarbeitet wurde, wird der Test inzwischen auch für Erkrankungen anderer Gelenke getestet und angewandt [62, 74, 95, 104].

4.2.4 WOMAC-Fragebogen

Eine vergleichbare Studie, die den WOMAC zu Hilfe nimmt, konnte nicht gefunden werden. Interessant zeigt sich aber eine Studie, die den WOMAC-Fragebogen an Patienten mit Hüft- oder Knieproblemen getestet hat [179]. Die VAS betrug im Durchschnitt $5,8 \pm 1,7$ Punkte und der WOMAC-Score $43,7 \pm 19,7$ %. In unserer Studie kamen wir auf VAS-Werte von $4,3 \pm 2,5$ Punkten vor Intervention und einem WOMAC von 33 ± 18 %. Betrachtet man den durchschnittlichen VAS-Wert, sind die Patienten der Studie mit Hüft- oder Knieproblematik stärker schmerzgeplagt als unsere LBP-Patienten, zeigen aber um 10,8 % positivere

WOMAC-Ergebnisse. Ein direkter Vergleich zwischen WOMAC und VAS kann laut dieser Studie nicht erfolgen [179].

4.2.5 Japanese Orthopaedic Association-Score

Zudem verwendeten wir den JOA-Fragebogen für den unteren Lendenwirbelsäulenschmerz.

Es stellt sich die Frage, ob der maximale JOA-Score von einem gesunden Mensch zu erreichen ist und wie der JOA diesbezüglich bei „Kranken“ anzuwenden wäre. Diese Fragestellung untersuchten Nanjo et al. in ihrer Studie [143].

Unserer Meinung nach ist der JOA-Test gut geeignet, um prä- und postinterventionelle Vergleiche zu beurteilen, da er einen guten Überblick über die Veränderungen der Lebensqualität intraindividuell gibt. In unserer Studie wurden die JOA-Ergebnisse der einzelnen Patienten verglichen und die Auswirkungen der PDI-Serie auf die JOA-Ergebnisse der einzelnen Patienten untersucht. Wie der Bezug zu einem „gesunden“ oder optimalen JOA-Ergebnis aussähe, war also nicht relevant. Ein Vergleich mit einer Kontrollgruppe fand nicht statt. Weitere Studien halten die Anwendung des JOA-Fragebogens auf lumbale Erkrankungen für geeignet [63, 142, 146].

Bezüglich Alter, Geschlecht und Art der Erkrankung kann unsere Studie der Studie von Ohtori et al. aus dem Jahr 2010 gegenübergestellt werden [146]. Patienten mit chronischen unteren Rückenschmerzen erzielten in der Studie folgende Ergebnisse: „unterer Rückenschmerz“: 47,1 Punkte (bei uns: 26,1 ± 25,1 Punkte), „Lumbalfunktion“: 53,6 Punkte (unsere Ergebnisse: 55,7 ± 24,7), „Gehfähigkeit“: 54,8 Punkte (bei uns: 64,0 ± 29,5), „soziales Leben“: 48,7 Punkte (bei uns: 44,2 ± 26,1) und „mentale Gesundheit“: 48,3 Punkte (bei uns: 47,9 ± 16,8). Bis auf die Ergebnisse in der Kategorie „unterer Rückenschmerz“ sind die Ergebnisse kongruent zu den von uns erzielten.

Die Studie von Ohtori et al. zeigte bei Männern bezüglich der Fragen zum unteren LWS-Schmerz signifikant schlechtere Ergebnisse als bei Frauen, bei den Frauen dafür signifikant höhere Scores bezüglich mentaler Gesundheit [146].

In unserer Studie lagen die Männer in der LBP-Kategorie bei 29,2 ± 26,0 und die

Frauen bei $14,3 \pm 18,1$ Punkten. Die Kategorie „Lumbalfunktion“ ergab bei den Männern $52,9 \pm 24,8$ und bei den Frauen $66,7 \pm 23,0$ Punkte. „Gehfähigkeit“: Männer $66,1 \pm 29,1$ und Frauen $56,0 \pm 32,4$ Punkte. „Soziales Leben“: Männer $40,7 \pm 25,9$ und Frauen $57,7 \pm 24,1$ Punkte. „Mentale Gesundheit“: Männer $48,3 \pm 18,1$ und Frauen $46,3 \pm 11,7$ Punkte. In keiner Kategorie zeigten sich bei uns signifikante Unterschiede, bei den LBP-Fragen zeigten die Männer eher bessere Punktwerte, bezüglich mentaler Gesundheit sind in unserer Studie keine Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern zu finden.

Patienten mit Bandscheibenvorfällen hatten in der oben genannten Studie in allen Kategorien außer der Gehfähigkeit schlechtere Scores (also eher gegen 0) als Patienten mit Spinalkanalstenose [146]. Hier kann aufgrund der geringen Patientenzahl kein Vergleich mit unserer Studie stattfinden.

4.3 Limitationen der Studie

Während der einwöchigen stationären Therapie erhielten alle Patienten orale Analgetika und zudem Physiotherapie. So kann keine Beurteilung erfolgen, ob allein die peridurale Infiltrationstherapie zu einer Besserung der Schmerzen und posturalen Stabilität führte.

Die Schlussfolgerung kann nur auf die ganzheitliche Betreuung der Patienten während dieser Woche bezogen werden und der Einfluss der oralen Analgesie und der physiotherapeutischen Beübung darf nicht außer Acht gelassen werden.

Andererseits besteht nicht zwingend ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an körperlicher Aktivität und einer Schmerzminderung [78].

Die Fallzahlberechnung dieser Studie erfolgte aufgrund unserer Hauptzielgröße. Damit sind bei Erfassung der Nebenzielgrößen, wie die Auswertung der Effekte der PDI-Serie auf das Geschlecht, Körpergewicht und vor allem der Schmerzintensität, kleine Gruppengrößen bzw. eine Ungleichverteilung in den einzelnen Gruppen aufgetreten. Auf unsere Studie mit explorativem Charakter sollten weiterführende Studien folgen, um mit größerer Fallzahl eine genauere Untersuchung dieser Nebenzielgrößen vorzunehmen. Die Gruppen waren zudem nicht gematcht hinsichtlich Alter und Körpergewicht, Geschlecht, Größe und

Schmerzursache.

Die geringe Fallzahl beim Follow-up wurde von uns akzeptiert, da es in dieser Studie in erster Linie um den grundsätzlichen, kurzzeitigen Effekt der PDI-Serie auf die posturale Stabilität bei chronischem LBP ging.

Zudem lagen unterschiedliche Pathologien der unteren Lendenwirbelsäulenschmerzen vor. Aufgrund der geringen Fallzahl erfolgte hier keine weitere Unterteilung der einzelnen Krankheitsbilder. Im Vordergrund unserer Studie stand jedoch weniger die Diagnose als das Symptom LBP, das die Indikation zur PDI-Serie darstellte [151].

4.4 Bewegung und Rehabilitation – Auswirkungen der gezeigten Schmerzreduktion

Wie bereits erwähnt, wirken sich Schmerzen negativ auf die Mobilität und Stabilität des Patienten aus [28, 170]. Es zeigte sich, dass Patienten mit starken Schmerzen sich eher schonen und weniger an rehabilitativen Maßnahmen teilnehmen [87, 212]. Der Schmerz wirkt als aversiver Reiz auf den Patient und führt zu einem Vermeidungsverhalten mit psychosozialen Auswirkungen als auch Auswirkungen auf den Muskel-Band-Apparat.

Personen ohne chronischen Lendenwirbelsäulenschmerz weisen, wie bereits erwähnt, eine bessere posturale Stabilität auf. Die Auswirkung einer Schmerzreduktion auf die posturale Stabilität wurde bisher nur in wenigen Studien untersucht.

Ruhe et al. zeigten im Jahr 2012, dass sich die Schmerzreduktion durch manuelle Therapie positiv auf die Stabilität auswirkt [171]. Leinonen konnte in einer Studie mit LBP-Patienten aufgrund eines Bandscheibenvorfalles nach Diskektomie zwar eine Schmerzreduktion, jedoch keine Änderung der posturalen Stabilität zeigen [110]. Ebenso zeigte sich in zwei weiteren Studien zum Thema Schmerzreduktion keine Änderung der Stabilität [112, 131].

Die Ergebnisse von Taimela et al. indizieren, dass eine subjektive Schmerzreduktion sich auf die Beweglichkeit und auch die Muskelfunktion auswirkt, jedoch zeigte das Ausmaß keine Korrelation [199].

Auch bei operativ behandelten Patienten zeigte sich nach Schmerzreduktion durch die spinale Operation eine Besserung der Einschränkungen, erfasst in der hier erwähnten Studie mittels VAS und ODI, so dass ein Vergleich mit unserer Studie möglich ist [185].

Capdevila et al. konnten zeigen, dass eine regionale Anästhesie nach Knie-OP zu früherem Rehabilitationsbeginn und kürzerer Rehabilitationsdauer führt [37].

Basierend auf den Ergebnissen der Studie von Verbunt et al. zu Bettruhe in der Anfangsphase des subakuten LBP kamen die Autoren zu dem Schluss, „dass verlängerte Bettruhe in der frühen Phase des Schmerzes mit einer höheren langzeitigen Einschränkung im Alltag assoziiert ist“ [211]. Patienten, die initial Bettruhe einhielten, waren bei nur viertägiger Bettruhe auf lange Sicht stärker eingeschränkt als Patienten, die keine Bettruhe einhielten.

Dies bestätigten Studien von Hasenbring et al. und Vlaeyen et al. [76, 213]. Zusammenfassend erfolgt durch schlechte Fitness bzw. weniger Bewegung und Vermeidungsverhalten eher eine Chronifizierung der unteren LWS-Beschwerden, wobei nicht nur allein die Fitness eine Rolle bei der Chronifizierung spielt, auch psychosoziale Faktoren sollten nicht außer Acht gelassen werden [209]. Umgekehrt zeigte sich, dass Angst nicht zwangsläufig zu weniger körperlicher Fitness führt [210].

Eine Studie von Auvinen et al. an Jugendlichen zwischen 15 und 16 Jahren belegte, dass körperliche Inaktivität zwar kardiovaskuläre Risikofaktoren erhöhte und damit ein Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen birgt. Im Vergleich zu moderater Bewegung führte die körperliche Inaktivität in der Studie jedoch nicht vermehrt zu LWS-Schmerzen [10].

Stellt man sich die Frage, welche Optimierung mit einer Rehabilitation bewirkt werden kann, findet man eine Studie von McGregor et al. aus dem Jahr 2013. Er berichtete, dass nur drei Studien gefunden wurden zur Frage, ob ein Rehabilitations-Programm nach einer Operation eher die Aktivitäten des alltäglichen Lebens bessert, als allein der Rat aktiv zu bleiben. Zusammenfassend stellten die Kollegen fest, dass ein speziell designtes Übungsprogramm, in diesem Fall bei Patienten nach einer Dekompressions-Operation, zu einer Schmerzreduktion und Verbesserung der alltäglichen Arbeiten führt [130].

Betrachtet man diverse Zahlen zu Rückenschmerztherapien und Chronifizierung, gilt es zu hinterfragen, ob sich überhaupt jeder Patient einer Therapie, vor allem invasiv oder semi-invasiv, unterziehen sollte. Eine Intervention wäre zumindest beim akuten Rückenschmerz nicht sinnvoll, wenn, wie bereits publiziert 80-90 % der Patienten mit einem einmaligen Rückenschmerzereignis mit oder ohne Therapie nach 6 bis 8 Wochen bzw. 33 % nach 3 Monaten spontan wieder schmerzfrei und 93 % der akut vom unteren Rückenschmerz betroffenen Patienten 6 Wochen später wieder arbeitsfähig sind [11, 44, 71, 216].

Der chronische Rückenschmerz sollte jedoch therapiert werden, um eine Verschlechterung bzw. weitere Chronifizierung zu verhindern. Bei chronischem Schmerz nehmen zusätzlich psychosoziale Faktoren an Bedeutung zu. Die Bedeutung einer schmerzlindernden Therapie erstreckt sich naturgemäß weit über die reine Schmerzreduktion hinaus.

Ein unglücklicher Patient, der aufgrund seiner Schmerzen und depressiven Stimmung seine Hobbies und Aktivitäten aufgibt, konzentriert sich wesentlicher auf sein Schmerzerleben; hingegen würde eine Ablenkung bzw. eine Therapie diesen Teufelskreis gegebenenfalls durchbrechen [138].

Unter dem Aspekt, dass ein Vermeidungsverhalten als negativer Verstärker eine große Rolle spielt, kann die Rehabilitation hier ansetzen und durch vorangegangene Schmerzlinderung einerseits die Motivation und andererseits die Stabilität des Patienten optimieren, um positivere Erfolge zu erzielen.

Multidisziplinäre Rehabilitations-Programme greifen diesen Ansatz des Verständnisses des chronischen Schmerzes, insbesondere des Grundes für Schmerz, unter Einbeziehung des Patienten und seiner Bedürfnisse auf. Neben der physiotherapeutischen Beübung werden hierbei kognitiv-verhaltensmodulierende Aspekte ebenso berücksichtigt [138]. Durch die Schmerzreduktion nach Intervention kann also bei verbesserter Stabilität eine konzentrierte Rehabilitation auf propriozeptiver und psychologischer Ebene stattfinden.

5. Zusammenfassung

Ziel unserer Arbeit war es, zu untersuchen, ob die therapeutische Intervention mittels periduraler Infiltrationstherapie (PDI) bei Patienten mit chronischen spezifischen Schmerzen der unteren Lendenwirbelsäule die posturale Stabilität beeinflusst. Als Hauptzielgröße wurde der Gesamtstabilitätsindex im Vergleich prä- und postinterventionell, gemessen am Aufnahmetag und im Verlauf der PDI-Serie (Tag 5), herangezogen.

Die postinterventionelle Reduktion der Schmerzen stellt neben weiteren gängigen Wirbelsäulen- und Leistungsscores, die wir zur Einschätzung der Auswirkungen der PDI auf die Lebensqualität, auf das Leistungsniveau und auf die Aktivitäten des alltäglichen Lebens erhoben haben, eine Nebenzielgröße dar.

In unserer prospektiven klinischen Studie konnten wir mittels computergestützter dynamischer Posturographie zeigen, dass eine konservative Therapie, unterstützt durch die peridurale Infiltration, zu einer signifikanten Verbesserung des Gesamtstabilitätsindex und damit der posturalen Stabilität im bilateralen Stand führt.

Unsere führende Zielgröße „posturale Stabilität“ wurde an Tag 1, 2, 4 und 5 als auch beim Follow-up nach 3 Monaten gemessen. Die Verbesserung der gesamten Stabilität im bilateralen Stand trifft sowohl auf die posturographischen Messungen mit offenen, als auch mit geschlossenen Augen zu. Die Ergebnisse des medio-lateralen Stabilitätsindex und des anterior-posterioren Stabilitätsindex waren bei den Messungen ohne visuellen Input ebenfalls signifikant besser. Im unilateralen Stand auf der Balanceplattform konnten keine signifikanten Unterschiede der posturalen Stabilität aufgezeigt werden.

Die Auswertung der Nebenzielgrößen zeigte, dass die PDI-Serie positive Auswirkungen auf die Schmerzintensität und das subjektive Schmerzempfinden, ermittelt mithilfe Visueller Analogskala (VAS), McGill- und Western Ontario and McMasters Universities(WOMAC)-Fragebogen, hat. Die Einschränkungen im alltäglichen Leben, die wir mittels Oswestry Disability Index erfassten, reduzierten sich nach der PDI-Serie höchst signifikant. Die Tegner-Aktivitätsskala ergab erwartungsgemäß keine Unterschiede. Die Lebensqualität, vom Japanese

Orthopaedic Association-Fragebogen (JOA) wiedergegeben, verbesserte sich in den Kategorien „unterer Rückenschmerz“, „lumbale Funktion“, „soziales Leben“ und „mentale Gesundheit“. In der Kategorie „Gehfähigkeit“ zeigte sich erst beim Follow-up nach 3 Monaten eine signifikante Verbesserung.

Eine Subgruppenanalyse bezüglich des Alters zeigte signifikante Unterschiede in einem Vergleich der über 65-jährigen Patienten mit Patienten unter 65 Jahren. Eine weitere Unterteilung der Patienten in Altersklassen der 45- bis 65-Jährigen und der unter 45-Jährigen zeigte keine signifikanten Unterschiede der posturalen Stabilität.

Weiterhin erfolgte eine Unterteilung der Patienten in zwei Gruppen unterschiedlicher Schmerzintensität. Wir konnten interessanterweise zeigen, dass Patienten, die vor der Intervention stärkere Schmerzen angaben, mehr von der PDI-Serie profitierten als Patienten mit einem VAS ≤ 7 Punkte als Ausgangswert.

Limitationen der Studie sind zusammenfassend die unterschiedlichen Gruppengrößen der Nebenzielgrößen und die geringe Fallzahl beim Follow-up, da die Fallzahlberechnung aufgrund der Hauptzielgröße erfolgte. Zudem erhielt jeder Patient während des einwöchigen Klinikaufenthaltes neben den drei Infiltrationen unterstützend eine auf ihn und seine Beschwerden abgestimmte physiotherapeutische Beübung als auch die notwendige analgetische Therapie. Unterschiedliche Pathologien, die den chronischen spezifischen Rückenschmerzen zugrunde lagen, limitieren die Studie.

Insgesamt geht die PDI-Serie damit nicht nur mit einer deutlichen Schmerzreduktion einher, sondern erhöht zudem auch die Stabilität der Standmotorik des Achsenskeletts. Für die anschließende physiotherapeutischen Beübung und Rehabilitation ist durch die Schmerzreduktion und die damit verbundene verbesserte posturale Stabilität ein günstigerer Verlauf zu erwarten. Ebenso resultiert daraus eine geringere Beeinträchtigung im Alltag als auch eine Verbesserung der Funktionalität und somit der Lebensqualität. Unsere Studienergebnisse konnten 2016 in der Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie publiziert werden.

6. Literaturverzeichnis

1. **Abdi S, Datta S, Lucas LF:** Role of epidural steroids in the management of chronic spinal pain: a systematic review of effectiveness and complications. *Pain Physician* 8: 127 - 143 (2005)
2. **Abdi S, Datta S, Trescot AM, Manchikanti L:** Epidural steroids in the management of chronic spinal pain: a systematic review. *Pain Physician* 10: 185 - 212 (2007)
3. **Abraham I, Killackey-Jones B:** Lack of evidence-based research for idiopathic low back pain: the importance of a specific diagnosis. *Arch Intern Med* 162: 1442 - 1444 (2002)
4. **Adkin AL, Frank JS, Carpenter MG, Peysar GW:** Fear of falling modifies anticipatory postural control. *Exp Brain Res* 143 (2): 160 - 170 (2002)
5. **Ain RJ, Vance MB:** Epidural hematoma after epidural steroid injection in a patient withholding enoxaparin per guidelines. *Anaesthesiology* 102: 701 - 703 (2005)
6. **Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, Mannion AF, Reis S, Staal JB, Ursin H, Zanolli G:** European Guidelines for the management of chronic non-specific low back pain. *Eur Pain J* 15: S192 - S300 (2006)
http://www.backpaineurope.org/web/files/WG2_Guidelines.pdf (25. 08 2013)
7. **Amir T:** Assessment: WOMAC. Arthrose evaluieren. *Physiopraxis* 6/07: 36 – 37 (2007)
8. **Andersson GB:** Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* 354 : 581 - 585 (1999)
9. **Argoff CE, Sims-O'Neill C:** Epidural steroid injections are useful for the treatment of low back pain and radicular symptoms: con. *Curr Pain Headache Rep* 13: 35 - 38 (2009)
10. **Auvinen J, Tammelin T, Taimela S, Zitting P, Karppinen J:** Associations of physical activity and inactivity with low back pain in adolescents. *Scand J Med Sci Sports* 18: 188 – 194 (2008)
11. **BÄK (Bundesärztekammer), KBV (Kassenärztliche Bundesvereinigung), AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen**

Fachgesellschaften): Nationale VersorgungsLeitlinie Nicht-spezifischer Kreuzschmerz – Langfassung, 2. Auflage. Version 1. 2017
<http://www.kreuzschmerz.versorgungsleitlinien.de> (17.05.2017)

12. **Baron G, Tubach F, Ravaud P, Logeart I, Dougados M:** Validation of a short form of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index function subscale in hip and knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 57: 633 - 638 (2007)

13. **Bartynski WS, Grahovac SZ, Rothfus WE:** Incorrect Needle Position during Lumbar Epidural Steroid Administration: Inaccuracy of Loss of Air Pressure Resistance and Requirement of Fluoroscopy and Epidurography during Needle Insertion. *AJNR Am J Neuroradiol* 26: 502 - 505 (2005)

14. **Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW:** Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 15: 1833 - 1840 (1988)

15. **Bellamy N, Kean WF, Buchanan WW, Gercz-Simon E, Campbell J:** Double blind randomized controlled trial of sodium meclofenamate (Meclomen) and diclofenac sodium (Voltaren): post validation reapplication of the WOMAC Osteoarthritis Index. *J Rheumatol* 19: 153 - 159 (1992)

16. **Bellamy N:**

http://www.rheumatology.org/Practice/Clinical/Clinicianresearchers/Outcomes_Instrument/Instrument/Western_Ontario_and_McMaster_Universities_Osteoarthritis_Index_%28WOMAC%29/ (23.03.2014)

17. **Benyamin RM, Manchikanti L, Parr AT, Diwan S, Singh V, Falco FJ, Datta S, Abdi S, Hirsch JA:** The effectiveness of lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic low back and lower extremity pain. *Pain Physician* 15: E 363 - E404 (2012)

18. **Berrigan F, Simoneau M, Tremblay A, Hue O, Teasdale N.** Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture. *Int J Obes (Lond)* 30: 1750 - 1757 (2006)

19. **Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ:** Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med* 8: 1153 - 1157 (2001)

20. **Blaszczyk JW, Lowe DL, Hansen PD:** Ranges of postural stability and their

changes in the elderly. *Gait Posture* 2: 11 - 17 (1994)

21. **Blaszczyk JW, Orawiec R, Duda-Kłodowska D, Opala G:** Assessment of postural instability in patients with Parkinson's Disease. *Exp Brain Res* 183: 107 - 114 (2007)

22. **Blaszczyk JW, Cieślinska-Swider J, Plewa M, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A:** Effects of excessive body weight on postural control. *J Biomech* 42: 1295 - 1300 (2009)

23. **Blaszczyk JW, Orawiec R:** Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis. *Hum Mov Sci* 30: 396 - 404 (2011)

24. **Bogduk N, Brazenor G, Christophidis N, Cherry D, Fraser R, Jenkins J, Little TF, Ditton J, Jeffries R:** Epidural use of steroids in the management of back pain and sciatica of spinal origin. http://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/hpr1.pdf (26.01.2013)

25. **Boswell MV, Hansen HC, Trescot AM, Hirsch JA:** Epidural steroids in the management of chronic spinal pain and radiculopathy. *Pain Physician* 6: 319 - 334 (2003)

26. **Boswell MV, Shah RV, Everett CR, Sehgal N, McKenzie Brown AM, Abdi S, Bowman RC 2nd, Deer TR, Datta S, Colson JD, Spillane WF, Smith HS, Lucas LF, Burton AW, Chopra P, Staats PS, Wasserman RA, Manchikanti L:** Interventional techniques in the management of chronic spinal pain: evidence-based practice guidelines. *Pain Physician* 8: 1 - 47 (2005)

27. **Boswell MV, Trescot AM, Datta S, Schultz DM, Hansen HC, Abdi S, Sehgal N, Shah RV, Singh V, Benyamin RM, Patel VB, Buenaventura RM, Colson JD, Corder HJ, Epter RS, Jasper JF, Dunbar EE, Atluri SL, Bowman RC, Deer TR, Swicegood JR, Staats PS, Smith HS, Burton AW, Kloth DS, Giordano J, Manchikanti L:** Interventional Techniques: Evidence-based Practice Guidelines in the Management of Chronic Spinal Pain. *Pain Physician* 10: 7 - 111 (2007)

28. **Bouche K, Stevens V, Cambier D, Caemaert J, Danneels L:** Comparison of postural control in unilateral stance between healthy controls and lumbar discectomy patients with and without pain. *Eur Spine J* 15: 423 - 432 (2006)

29. **Boucher P, Teasdale N, Courtemanche R, Bard C, Fleury M:** Postural Stability in Diabetic Polyneuropathie. *Diabetes Care* 18: 638 - 645 (1995)

30. **Brattinger F, Stegmüller B, Riesner HJ, Friemert B, Palm HG:** Anterior cruciate ligament ruptures and postural control: correlation of functional knee scores with computerized dynamic posturography. *Orthopade* 42: 100 - 106 (2013)
31. **Briggs AM, Jordan JE, O'Sullivan PB, Buchbinder R, Burnett AF, Osborne RH, Straker LM:** Individuals with chronic low back pain have greater difficulty in engaging in positive lifestyle behaviours than those without back pain: An assessment of healthy literacy. *BMC Musculoskelet Disord* 12: 161 (2011)
32. **Briggs KK, Kocher MS, Rodkey WG, Steadman JR:** Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee score and Tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 88: 698 - 705 (2006)
33. **Briggs KK, Steadman JR, Hay CJ, Hines SL:** Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *Am J Sports Med* 37: 898 - 901 (2009)
34. **Brown LL:** A double-blind, randomized, prospective study of epidural steroid injection vs. the mild® procedure in patients with symptomatic lumbar spinal stenosis. *Pain Pract* 12: 333 - 341 (2012)
35. **Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L:** Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait Posture* 28: 657 - 662 (2008)
36. **Burton AK, Waddell G, Tillotson KM, Summerton N:** Information and Advice to Patients With Back Pain Can Have A Positive Effect. *Spine* 24: 2484 - 2491 (1999)
37. **Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, d'Athis F:** Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 91: 8 - 15 (1999)
38. **Carette S, Leclaire R, Marcoux S, Morin F, Blaise GA, St-Pierre A, Truchon R, Parent F, Levésque J, Bergeron V, Montminy P, Blanchette C:** Epidural corticosteroid injections for sciatica due to herniated nucleus pulposus. *N Engl J Med* 336: 1634 - 1640 (1997)
39. **Carneiro JA, Santos-Pontelli TE, Vilaça KH, Pfrimer K, Colafêmina JF, Carneiro AA, Ferriolli E:** Obese elderly women exhibit low postural stability: a novel three-dimensional evaluation system. *Clinics* 67: 475 - 481 (2012)

40. **Carpenter MG, Frank JS, Silcher CP, Peysar GW:** The influence of postural threat on the control of upright stance. *Exp Brain Res* 138: 210 - 218 (2001)
41. **Chaffee A, Yakuboff M, Tanabe T:** Responsiveness of the VAS and McGill pain questionnaire in measuring changes in musculoskeletal pain. *J Sport Rehabil* 20: 250 – 255 (2011)
42. **Chaparro LE, Furlan AD, Deshpande A, Mailis-Gagnon A, Atlas S, Turk DC:** Opioids compared to placebo or other treatments for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 8: CD004959 (2013)
43. **Colné P, Frelut ML, Pérès G, Thoumie P:** Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability and gait initiation. *Gait Posture* 28: 164 - 169 (2008)
44. **Coste J, Delecoeuillerie G, Cohen de Lara A, Le Parc JM, Paolaggi JB:** Clinical course and prognostic factors in acute low back pain: an inception cohort study in primary care practice. *BMJ* 308: 577 - 580 (1994)
45. **Cuckler JM, Bernini PA, Wiesel SW, Booth RE Jr, Rothman RH, Pickens GT:** The use of epidural steroids in the treatment of lumbar radicular pain. A prospective, randomized, double-blind study. *Bone Joint Surg Am* 67: 63 - 66 (1985)
46. **Cunningham LS, Kelsey JL:** Epidemiology of musculoskeletal impairments and associated disability. *Am J Public Health* 74: 574 - 579 (1984)
47. **Dallas TL, Lin RL, Wu WH, Wolskee P:** Epidural morphine and methylprednisolone for low-back pain. *Anesthesiology* 67: 408 - 411 (1987)
48. **Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information:**
<http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/> (11.11.2013)
49. **Deyo RA:** Diagnostic evaluation of LBP: reaching a specific diagnosis is often impossible. *Arch Intern Med* 162: 1444 - 1447 (2002)
50. **Diemer W, Burchert H:** http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_pruef_verweise?p_uid=gasts&p_aid=70124577&p_fid=7724&p_ftyp=TXT&p_pspkz=D&p_sspkz=&p_wsp=&p_vtrau=4&p_hlp_nr=&sprache=D&p_sprachkz=D&p_lfd_nr=10&p_news=&p_modus=2&p_window=&p_ja_nein=J (25.08.2013)
51. **Dilke TW, Burry HC, Grahame R.** Extradural corticosteroid injection in management of lumbar nerve root compression. *Br Med J* 2: 635 - 637 (1973)

52. **Doyle TL, Dugan EL, Humphries B, Newton RU:** Discriminating between elderly and young using a fractal dimension analysis of centre of pressure. *Int J Med Sci* 1: 11 - 20 (2004)
53. **Drake RL, Vogl W, Mitchell AW:** *Gray's Anatomie für Studenten*. Elsevier, München/ Jena, S. 96 (2007)
54. **Duarte M, Zatsiorsky VM:** Effects of body lean and visual information on the equilibrium maintenance during stance. *Exp Brain Res* 146: 60 - 69 (2002)
55. **Eckardt A:** *Praxis LWS-Erkrankungen – Diagnostik und Therapie*. Springer, s.l., S. 198ff. (2011)
56. **Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP:** The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 66: 271 - 273 (1980)
57. **Fairbank JC, Pynsent PB:** The Oswestry Disability Index. *Spine* 25: 2940 - 2953 (2000)
58. **Fillingim RB, Maixner W, Kincaid S, Silva S:** Sex differences in temporal summation but not sensory-discriminative processing of thermal pain. *Pain* 75: 121 - 127 (1998)
59. **Fillingim RB:** Sex, gender, and pain: women and men really are different. *Curr Rev Pain* 4: 24 - 30 (2000)
60. **Fillingim RB, Doleys DM, Edwards RR, Lowery D:** Spousal responses are differentially associated with clinical variables in women and men with chronic pain. *Clin J Pain* 19: 217 - 224 (2003)
61. **Fourney DR, Andersson G, Arnold PM, Dettori J, Cahana A, Fehlings MG, Norvell D, Samartzis D, Chapman JR:** Chronic low back pain: a heterogeneous condition with challenges for an evidence-based approach. *Spine* 36: S1 - S9 (2011)
62. **Fruensgaard S, Helmig P, Riis J, Stovring JO:** Conservative treatment for acute rupture of the Achilles tendon. *Int Orthop* 16: 33 - 35 (1992)
63. **Fujiwara A, Kobayashi N, Saiki K, Kitagawa T, Tamai K, Saotome K:** Association of the Japanese Orthopaedic Association Score With the Oswestry Disability Index, Roland-Morris Disability Questionnaire, and Short-Form 36. *Spine* 28: 1601 - 1607 (2003)
64. **Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, Seichi A, Shimamura T, Shirado O, Taguchi T, Takahashi K, Takeshita K, Tani T,**

- Toyama Y, Wada E, Yonenobu K, Tanaka T, Hirota Y:** JOA Back Pain Evaluation Questionnaire: initial report. *J Orthop Sci* 12: 443 - 450 (2007 a)
65. **Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, Seichi A, Shimamura T, Shirado O, Taguchi T, Takahashi K, Takeshita K, Tani T, Toyama Y, Yonenobu K, Wada E, Tanaka T, Hirota Y:** Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire. Part 2. *J Orthop Sci* 12: 526 - 532 (2007 b)
66. **Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, Seichi A, Shimamura T, Shirado O, Taguchi T, Takahashi K, Takeshita K, Tani T, Toyama Y, Wada E, Yonenobu K, Tanaka T, Hirota Y:** Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire. Part 3. *J Orthop Sci* 13: 173 - 179 (2008 a)
67. **Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, Seichi A, Shimamura T, Shirado O, Taguchi T, Takahashi K, Takeshita K, Tani T, Toyama Y, Yonenobu K, Wada E, Tanaka T, Hirota Y:** Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ): part 4. *J Orthop Sci* 13: 25 - 31 (2008 b)
68. **Gill J, Allum JH, Carpenter MG, Held-Ziolkowska M, Adkin AL, Honegger F, Pierchala K:** Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56A: M438 - M447 (2001)
69. **Goucke CR, Graziotti P:** Extradural abscess following local anaesthetic and steroid injection for chronic low back pain. *Br J Anaesth* 65: 427 - 429 (1990)
70. **Gregg CD, McIntosh G, Hall H, Hoffman CW:** Prognostic factors associated with low back pain outcomes. *J Prim Health Care* 6: 23 - 30 (2014)
71. **Grotle M, Brox JI, Veierød MB, Glomsrød B, Lønn JH, Vøllestad NK:** Clinical course and prognostic factors in acute low back pain: patients consulting primary care for the first time. *Spine* 30: 976 - 982 (2005)
72. **Hafström A, Fransson PA, Karlberg M, Ledin T, Magnusson M:** Visual Influence on Postural Control, With and Without Visual Motion Feedback. *Acta Otolaryngol* 122: 392 - 397 (2002)
73. **Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D:** Age and Gender Effects on Postural Control Measures. *Arch Phys Med Rehabil* 76: 961 - 965 (1995)
74. **Halasi T, Kynsburg A, Tállay A, Berkes I:** Development of a new activity

- score for the evaluation of ankle instability. *Am J Sports Med* 32: 899 - 908 (2004)
75. **Hamburger C, Büttner A, Uhl E:** The cross-sectional area of the cervical spinal canal in patients with cervical spondylotic myelopathy. - Correlation of preoperative and postoperative area with clinical symptoms. *Spine* 22: 1990 - 1995 (1997)
76. **Hasenbring M, Marienfeld G, Kuhlendahl D, Soyka D:** Risk factors of chronicity in lumbar disc patients. A prospective investigation of biologic, psychologic, and social predictors of therapy outcome. *Spine* 19: 2759 - 2765 (1994)
77. **Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M:** Measures of Adult Pain. *Arthritis Care Res* 63: S 240 - S 252 (2011)
78. **Hendrick P, Milosavljevic S, Hale L, Hurley DA, McDonough S, Ryan B, Baxter GD:** The relationship between physical activity and low back pain outcomes: a systematic review of observational studies. *Eur Spine J* 20: 464 - 474 (2011)
79. **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* 12: 149 - 165 (2003)
80. **Heukamp CL:** Die Korrelation des Serummarkers S100B und des intraoperativen neurophysiologischen Monitorings mit dem klinischen Verlauf bei intraduralen Tumoren. *Med Dissertation*, Universität Frankfurt am Main (2012)
81. **Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K, Maruyama T, Wakano K:** Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament. *Spine* 6: 354 - 364 (1981)
82. **Hodges PW, Richardson CA:** Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 21: 2640 - 2650 (1996)
83. **Hodges PW:** Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Exp Brain Res* 141: 261 - 266 (2001)
84. **Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D:** Unilateral Postural Control of the Functionally Dominant and Nondominant Extremities of Healthy Subjects. *J Athl Train* 33: 319 - 322 (1998)
85. **Hooten WM, Kinney MO, Huntoon MA:** Epidural abscess and meningitis

- after epidural corticosteroid injection. *Mayo Clin Proc* 79: 682 - 686 (2004)
86. **Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, Marceau S, Tremblay A, Teasdale N:** Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture* 26: 32 - 38 (2007)
87. **Huijnen IP, Verbunt JA, Peters ML, Smeets RJ, Kindermans HP, Roelofs J, Goossens M, Seelen HA:** Differences in activity-related behaviour among patients with chronic low back pain. *Eur J Pain* 15: 748 - 755 (2011)
88. <http://www.icd-code.de/icd/code/M40-M54.html> (23.02.2014)
89. **Ickenstein GW, Ambach H, Klöditz A, Koch H, Isenmann S, Reichmann H, Ziemssen T:** Static posturography in aging and Parkinson's disease. *Front Aging Neurosci* 4: 1 - 7 (2012)
90. **Inman SL, Faut-Callahan M, Swanson BA, Fillingim RB:** Sex Differences in Responses to Epidural Steroid Injection for Low Back Pain. *J Pain* 5: 450 - 457 (2004)
91. **Inoue S, Kataoka H, Tajima T, Tajima N, Nakano N, Hasue M, Hijikata S, Miyasaka H, Motegi M:** Assessment of treatment for low back pain. *J Jpn Orthop Assoc* 60: 391 - 394 (1986)
92. **ISEG, Hannover.** *Barmer GEK Arztreport, Schwerpunkt: Erkrankungen und zukünftige Ausgaben.*
http://www.barmer-gek.de/barmer/web/Portale/Versicherte/Komponenten/gemeinsame__PDF__Dokumente/Reports/PDF__Arztreport,property=Data.pdf. ISBN 978 -3-537-44101-0 (24.08.2013)
93. **Janda V:** *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik.* 4. Auflage. Elsevier, München (2009)
94. **Johnson DS, Smith RB:** Outcome measurement in the ACL deficient knee - what's the score? *Knee* 8: 51 - 57 (2001)
95. **Karlsson J, Brandsson S, Kälebo P, Eriksson BI:** Surgical treatment of concomitant chronic ankle instability and longitudinal rupture of the peroneus brevis tendon. *Scand J Med Sci Sports* 8: 42 - 49 (1998)
96. **Keefe FJ, Lefebvre JC, Egert JR, Affleck G, Sullivan MJ, Caldwell DS:** The relationship of gender to pain, pain behavior, and disability in osteoarthritis patients: the role of catastrophizing. *Pain* 87: 325 - 334 (2000)

97. **Koch H:** Die 50 häufigsten ICD-10-Schlüsselnummern nach Fachgruppen. http://195.149.76.250/cms/fileadmin/images/content/PDFs_alle/Die_50_haeufigste_n_ICD_09.pdf (24.08.2013)
98. **Kohler M, Ziese T:** *Telefonischer Gesundheitssurvey - Deskriptiver Ergebnisbericht*. RKI, Berlin, S. 20 (2004)
99. **Kaul S, Meena AK, Sundaram C, Reddy JM, Naik RT, Murthy JM:** Spinal extradural abscess following local steroid injection. *Neurol India* 48: 181 - 183 (2000)
100. **Kawu AA:** Epidural steroid injection in patients with lumbosacral radiculopathy in Abuja, Nigeria. *J Neurosci Rural Pract* 3: 121 - 125 (2012)
101. **Kirsch J, Schwab W, May CA, Herrmann G, Lorke D, Funk R, Winkelmann A:** *Taschenlehrbuch Anatomie*. Thieme Verlag, Stuttgart, S. 102 - 103 (2011)
102. **Koes BW, Scholten RJ, Mens JM, Bouter LM:** Efficacy of epidural steroid injections for low-back pain and sciatica: a systematic review of randomized clinical trials. *Pain* 63: 279 - 288 (1995)
103. **Kraemer J, Ludwig J, Bickert U, Owczarek V, Traupe M:** Lumbar epidural perineural injection: a new technique. *Eur Spine J* 6: 357 - 361 (1997)
104. **Krips R, van Dijk CN, Lehtonen H, Halasi T, Moyon B, Karlsson J:** Sports activity level after surgical treatment for chronic anterolateral ankle instability. A multicenter study. *Am J Sports Med* 30: 13 - 19 (2002)
105. **Kushner FH, Olson JC:** Retinal hemorrhage as a consequence of epidural steroid injection. *Arch Ophthalmol* 113: 309 - 313 (1995)
106. **Kuukkanen TM, Mälkka EA:** An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clin Rehabil* 14: 192 - 202 (2000)
107. **LaBan MM, Kasturi G, Wang IM:** Epidural corticosteroid injections precipitating epidural hematomas with spinal paresis. *Am J Phys Med Rehabil* 86: 166 - 167 (2007)
108. **Lee DC, Ham YW, Sung PS:** Effect of visual input on normalized standing stability in subjects with recurrent low back pain. *Gait Posture* 36: 580 - 585 (2012)
109. **Leinonen V, Kankaanpää M, Luukkonen M, Hänninen O, Airaksinen O, Taimela S:** Disc Herniation-Related Back Pain Impairs Feed-Forward Control of

Paraspinal Muscles. *Spine* 26: E 367 - E372 (2001)

110. **Leinonen V, Kankaanpää M, Luukkonen M, Kansanen M, Hänninen O, Airaksinen O, Taimela S:** Lumbar Paraspinal Muscle Function, Perception of Lumbar Position, and Postural Control in Disc Herniation-Related Back Pain. *Spine* 28: 842 - 848 (2003)

111. **Lord SR, Bashford GM:** Shoe characteristics and Balance in older women. *J Am Geriatr Soc* 44: 429 - 433 (1996)

112. **Luoto S, Taimela S, Hurri H, Aalto H, Pyykkö I, Alaranta H:** Psychomotor Speed and Postural Control in Chronic Low Back Pain Patients: A Controlled Follow-Up Study. *Spine* 21: 2621 - 2627 (1996)

113. **Luoto S, Aalto H, Taimela S, Hurri H, Pyykkö I, Alaranta H:** One-Footed and Externally Disturbed Two-Footed Postural Control in Patients With Chronic Low Back Pain and Healthy Control Subjects: A Controlled Study With Follow-Up. *Spine* 23: 2081 - 2089 (1998)

114. **Lysholm J, Tegner Y:** Knee injury rating scales. *Acta Orthop* 78: 445 - 453 (2007)

115. **MacLean CA, Bachman DT:** Documented arterial gas embolism after spinal epidural injection. *Ann Emerg Med* 38: 592 - 595 (2001)

116. **Maffiuletti NA, Agosti F, Proietti M, Riva D, Resnik M, Lafortuna CL, Sartorio A:** Postural instability of extremely obese individuals improves after a body weight reduction program entailing specific balance training. *J Endocrinol Invest* 28: 2 - 7 (2005)

117. **Magnusson ML, Aleksiev A, Wilder DG, Pope MH, Spratt K, Lee SH, Goel VK, Weinstein JN:** European Spine Society – the AcroMed Prize for Spinal Research 1995. Unexpected load and asymmetric posture as etiologic factors in low back pain. *Eur Spine J* 5: 23 - 35 (1996)

118. **Maigne JY, Ellis RM:** Thorakale Rückenschmerzen in der Manuellen Medizin. *Manuelle Medizin* 41: 378-380 (2003)

119. **Maki BE, Holliday PJ, Topper AK:** A Prospective Study of Postural Balance and Risk of Falling in an Ambulatory and Independent Elderly Population. *J Gerontol* 49: M72 - M84 (1994)

120. **Manchikanti L, Staats PS, Singh V, Schultz DM, Vilims BD, Jasper JF, Kloth DS, Trescot AM, Hansen HC, Falasca TD, Racz GB, Deer TR, Burton**

- AW, Helm S, Lou L, Bakhit CE, Dunbar EE, Atluri SL, Calodney AK, Hassenbusch SJ, Feler CA:** Evidence-based practice guidelines for interventional techniques in the management of chronic spinal pain. *Pain Physician* 6: 3 - 81 (2003)
121. **Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, Cash KA, Pampati V:** Evaluation of the effectiveness of lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic pain of lumbar disc herniation or radiculitis: a randomized, double-blind, controlled trial. *Pain Physician* 13: 343 - 355 (2010)
122. **Manchikanti L, Malla Y, Wargo BW, Cash KA, McManus CD, Damron KS, Jackson SD, Pampati V, Fellows B:** A Prospective Evaluation of Bleeding Risk of Interventional Techniques in Chronic Pain. *Pain Physician* 14: 317 - 329 (2011)
123. **Mannion AF, Junge A, Fairbank JC, Dvorak J, Grob D:** Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 1: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. *Eur Spine J* 15: 55 - 65 (2006a)
124. **Mannion AF, Junge A, Grob D, Dvorak J, Fairbank JC:** Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 2: sensitivity to change after spinal surgery. *Eur Spine J* 15: 66 - 73 (2006b)
125. **Maribo T, Schiøttz-Christensen B, Jensen LD, Andersen NT, Stengaard-Pedersen K:** Postural balance in low back pain patients: criterion-related validity of centre of pressure assessed on a portable force platform. *Eur Spine J* 21: 425 - 431 (2012)
126. **Mathews JA, Mills SB, Jenkins VM, Grimes SM, Morkel MJ, Mathews W, Scott CM, Sittampalam Y:** Back pain and sciatica: controlled trials of manipulation, traction, sclerosant and epidural injections. *Br J Rheumatol* 26: 416 - 423 (1987)
127. **Maurer C, Mergner T, Peterka RJ:** Multisensory control of human upright stance. *Exp Brain Res* 171: 231 - 250 (2006)
128. **McConnell S, Kolopack P, Davis AM:** The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC): a review of its utility and measurement properties. *Arthritis Rheum* 45: 453 - 461 (2001)
129. **McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS:** Gait and Postural Stability in Obese and Nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabil* 81: 484 - 489 (2000)

130. **McGregor AH, Probyn K, Cro S, Doré CJ, Burton AK, Balagué F, Pincus T, Fairbank J.** Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis. *Cochrane Database Syst Rev* 12: CD009644 (2013)
131. **Mehling WE, Hamel KA, Acree M, Byl N, Hecht FM.** Randomized, controlled trial of breath therapy for patients with chronic low-back pain. *Altern Ther Health Med* 11: 44 - 52 (2005)
132. **Melzack R, Torgerson WS:** On the Language of Pain. *Anesthesiology* 34: 50 - 59 (1971)
133. **Melzack R:** The McGill Pain Questionnaire: Major Properties and Scoring Methods. *Pain* 1: 277 - 299 (1975)
134. **Melzack R:** The short-form Mc Gill Questionnaire. *Pain* 30: 191 - 197 (1987)
135. **Mientjes MI, Frank JS:** Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clini Biomech* 14: 710 - 716 (1999)
136. **Milburn J, Freeman J, Steven A, Altmeyer W, Kay D:** Interlaminar Epidural Steroid Injection for Degenerative Lumbar Spinal Canal Stenosis: Does the Intervertebral Level of Performance Matter? *Ochsner J* 14: 62 - 66 (2014)
137. **Million R, Hall W, Nilsen KH, Baker RD, Jayson MI:** Assessment of the progress of the back-pain patient. *Spine* 7: 204 - 212 (1982)
138. **Moffett JK, Mannion AF:** What is the value of physical therapies for back pain? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 19: 623 - 638 (2005)
139. **Mok NW, Brauer SG, Hodges PW:** Hip Strategy for Balance Control in Quiet Standing Is Reduced in People With Low Back Pain. *Spine* 29: E107 - E112 (2004)
140. **Moseley GL, Nicholas MK, Hodges PW:** Pain differs from non-painful attention-demanding or stressful tasks in its effect on postural control patterns of trunk muscles. *Exp Brain Res* 156: 64 - 71 (2004)
141. **Moseley GL, Hodges PW:** Are the changes in postural control associated with low back pain caused by pain interference? *Clin J Pain* 21: 323 - 329 (2005)
142. **Nakamura M, Miyamoto K, Shimizu K:** Difference in evaluation of patients with low back pain using the Japanese Orthopaedic Association Score for Back Pain and the Japanese Version of the Roland-Morris Disability Questionnaire. *J Orthop Science* 14: 367 - 373 (2009)

143. **Nanjo Y, Nagashima H, Dokai T, Hamamoto Y, Hashiguchi H, Ishii H, Kameyama Y, Morio Y, Murata M, Tanida A, Tanishima S, Teshima R:** Clinical features and surgical outcomes of lumbar spinal stenosis in patients aged 80 years or older: a multi-center retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 133: 1243 - 1248 (2013)
144. **Nelemans PJ, deBie RA, deVet HC, Sturmans F:** Injection therapy for subacute and chronic benign low back pain. *Spine* 26: 501 - 515 (2001)
145. **Nies N, Sinnott PL:** Variations in balance and body sway in middle-aged adults. Subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine* 16: 325 - 330 (1991)
146. **Ohtori S, Ito T, Yamashita M, Murata Y, Morinaga T, Hirayama J, Kinoshita T, Ataka H, Koshi T, Sekikawa T, Miyagi M, Tanno T, Suzuki M, Aoki Y, Aihara T, Nakamura S, Yamaguchi K, Tauchi T, Hatakeyama K, Takata K, Sameda H, Ozawa T, Hanaoka E, Suzuki H, Akazawa T, Suseki K, Arai H, Kurokawa M, Eguchi Y, Suzuki M, Okamoto Y, Miyagi J, Yamagata M, Toyone T, Takahashi K:** Evaluation of low back pain using the Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire for lumbar spinal disease in a multicenter study: differences in scores based on age, sex, and type of disease. *J Orthop Sci* 15: 86 - 91 (2010)
147. **Ohtori S, Miyagi M, Eguchi Y, Inoue G, Orita S, Ochiai N, Kishida S, Kuniyoshi K, Nakamura J, Aoki Y, Ishikawa T, Arai G, Kamoda H, Suzuki M, Takaso M, Furuya T, Kubota G, Sakuma Y, Oikawa Y, Toyone T, Takahashi K:** Efficacy of epidural administration of anti-interleukin-6 receptor antibody onto spinal nerve for treatment of sciatica. *Eur Spine J* 21: 2079 - 2084 (2012)
148. **Ozdemir O, Calisaneller T, Yildirim E, Altinors N:** Acute intracranial subdural hematoma after epidural steroid injection: A case report. *J Manipulative Physiol Ther* 30: 536 - 538 (2007)
149. **Palm HG, Strobel J, Achatz G, von Luebken F, Friemert B:** The role and interaction of visual and auditory afferents in postural stability. *Gait Posture* 30: 328–333 (2009)
150. **Palm HG, Brattinger F, Stegmüller B, Achatz G, Riesner HJ, Friemert B:** Effects of knee bracing on postural control after anterior cruciate ligament rupture. *Knee* 19: 664-671 (2012)

151. **Palm HG, Uhl SE, Zollo M, Lang P, Friemert B, Riesner HJ:** Einfluss der periduralen Infiltrationstherapie auf die posturale Kontrolle bei chronischem Schmerz der unteren Lendenwirbelsäule – eine prospektive klinische Untersuchung. *Z Orthop Unfall* 154: 583 - 590 (2016)
152. **Parr AT, Diwan S, Abdi S:** Lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic low back and lower extremity pain: a systematic review. *Pain Physician* 12: 163 - 188 (2009)
153. **Parr AT, Manchikanti L, Hameed H, Conn A, Manchikanti KN, Benyamin RM, Diwan S, Singh V, Abdi S:** Caudal epidural injections in the management of chronic low back pain: a systematic appraisal of the literature. *Pain Physician* 15: E159 - E1898 (2012)
154. **Pengel LH, Herbert RD, Maher CG, Refshauge KM:** Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *BMJ* 327: 1 - 5 (2003)
155. **Philips HC:** The Effects of behavioural treatment on chronic pain. *Behav Res Ther* 25: 365 - 377 (1987)
156. **Radebold A, Cholewicki J, Panjabi MM, Patel TC:** Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine* 25: 947 - 954 (2000)
157. **Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS:** Impaired Postural Control of the Lumbar Spine Is Associated With Delayed Muscle Response Times in Patients With Chronic Idiopathic Low Back Pain. *Spine* 26: 724 - 730 (2001)
158. **Raspe H:** *Rückenschmerzen. Gesundheitsberichterstattung des Bundes.* Robert Koch Institut, Berlin, Heft 53 (2012)
159. **Reinecke H:** *Klinische Relevanz der therapeutischen Reduktion von chronischen nicht tumorbedingten Schmerzen.* Logos-Verlag, Berlin, S. 143 - 144 (2010)
160. **Rezende R, Jacob Júnior C, da Silva CK, de Barcellos Zanon I, Cardoso IM, Batista Júnior JL:** Comparison of the efficacy of transforaminal and interlaminar radicular block techniques for treating lumbar disk hernia. *Rev Bras Ortop* 50: 220 - 225 (2015)
161. **Reig E:** Tramadol in musculoskeletal pain – a survey. *Clin Rheumatol* 21: S9 - S12 (2002)
162. **Ridley MG, Kingsley GH, Gibson T, Grahame R:** Outpatient lumbar

epidural corticosteroid injection in the management of sciatica. *Br J Rheumatol* 27: 295 - 299 (1988)

163. **Rivest C, Katz JN, Ferrante FM, Jamison RN:** Effects of epidural steroid injection on pain due to lumbar spinal stenosis or herniated disks: a prospective study. *Arthritis Care Res* 11: 291 - 297 (1998)

164. **Robert Koch Institut:** Gesundheitsbericht für Deutschland, Dorsopathien, Kapitel 5.11.:

<http://www.gbe->

[bund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gasts&p_aid=&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=912::Erwerbsunf%E4higkeitsrente](http://www.gbe-)

(24.08.2013)

165. **Røgind H, Lykkegaard JJ, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B:** Postural sway in normal subjects aged 20-70 years. *Clin Physiol Funct Imaging* 23: 171 - 176 (2003)

166. **Roelofs PD, Deyo RA, Koes BW, Scholten RJ, van Tulder MW:** Non-steroidal anti-inflammatory drugs for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 1: CD000396 (2008)

167. **Roland M, Morris RW:** A study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine* 8: 141 - 144 (1983)

168. **Roland M, Fairbank JC:** The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine* 25: 3115 - 3124 (2000)

169. **Rothenfluh DA, Reedwisch D, Müller U, Ganz R, Tennant A, Leunig M:** Construct validity of a 12-item WOMAC for assessment of femoro-acetabular impingement and osteoarthritis of the hip. *Osteoarthritis Cartilage* 16: 1032 - 1038 (2008)

170. **Ruhe A, Fejer R, Walker B:** Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? *BMC Musculoskelet Disord* 12: 162 (2011)

171. **Ruhe A, Fejer R, Walker B:** Pain relief is associated with decreasing postural sway in patients with non-specific low back pain. *BMC Musculoskelet Disord* 13: 39 (2012)

172. **Scheer SJ, Watanabe TK, Radack KL:** Randomized controlled trials in

industrial low back pain. Part 3. Subacute/chronic pain interventions. *Arch Phys Med Rehabil* 78: 414 - 423 (1997)

173. **Schiphorst PHR, Geertzen JHB, van Wijhe M, Boonstra AM, Molmans BHW, Dijkstra PU, Reneman MF:** Do analgesics improve functioning in patients with chronic low back pain? An explorative triple-blinded RCT. *Eur Spine J* 23: 800 - 806 (2014)

174. **Schmidt CO, Raspe H, Pfingsten M, Hasenbring M, Basler HD, Eich W, Kohlmann T:** Back Pain in the German Adult Population: Prevalence, Severity, and Sociodemographic Correlates in a Multiregional Survey. *Spine* 32: 2005 - 2011 (2007)

175. **Schochat T, Jäckel WH:** Rückenschmerzen aus epidemiologischer Sicht. *Manuelle Medizin* 36: 48 - 54 (1998)

176. **Schoeffel D, Casser HR, Bach M, Kress HG, Likar R, Locher H, Steinleitner W, Strohmeier M, Brunner H, Treede RD, Zieglgänsberger W, Sandkühler J:** Risikoabschätzung in der Schmerztherapie. *Schmerz* 22: 594 - 603 (2008)

177. **Schürer R:**

http://www.schuerer-hoffmann.de/dokumente/low_back_pain_chapter01.pdf
(12.05.2013)

178. **Scott J, Huskisson EC:** Accuracy of subjective measurements made with or without previous scores: an important source of error in serial measurement of subjective states. *Ann Rheum Dis* 38: 558 - 559 (1979)

179. **Seror R, Tubach F, Baron G, Falissard B, Logeart I, Dougados M, Ravaud P:** Individualising the Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index (WOMAC) function subscale: incorporating patient priorities for improvement to measure functional impairment in hip or knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 67: 494 - 499 (2008)

Downloaded from ard.bmj.com on September 8, 2013.

180. **Sethee J, Rathmell JP:** Epidural steroid injections are useful for the treatment of low back pain and radicular symptoms: pro. *Corr Pain Headache Rep* 13: 31 - 34 (2009)

181. **Shanthanna H, Park J:** Acute epidural haematoma following epidural steroid injection in a patient with spinal stenosis. *Anaesthesia* 66: 837 - 839 (2011)

182. **Singh V, Machikanti L:** Role of Caudal Epidural Injections in the Management of Chronic Low Back Pain. *Pain Physician* 5: 133-148 (2002)
183. **Sipko T, Chantsoulis M, Kuczyński M:** Postural control in patients with lumbar disc herniation in the early postoperative period. *Eur Spine J* 19: 409 - 414 (2010)
184. **Sipko T, Kuczyński M:** The effect of chronic pain intensity on the stability limits in patients with low back pain. *J Manipulative Physiol Ther* 36: 612 - 618 (2013)
185. **Skolasky RL, Wegener ST, Maggard AM, Riley LH:** The Impact of Reduction of Pain After Lumbar Spine Surgery: The Relationship Between Changes in Pain and Physical Function and Disability. *Spine* 39: 1426 - 1432 (2014)
186. **Snoek W, Weber H, Jørgensen B:** Double blind evaluation of extradural methyl prednisolone for herniated lumbar discs. *Acta Orthop Scand* 48: 635 - 641 (1977)
187. **Staal JB, de Bie R, de Vet HC, Hildebrandt J, Nelemans P:** Injection therapy for subacute and chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD001824 (2008)
188. **Statistisches Bundesamt:**
http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_tab?fid=2236&suchstring=Pr%E4valenz&query_id=&sprache=D&fund_typ=DEF&methode=2&vt=1&verwandte=1&page_ret=0&seite=&p_lfd_nr=1&p_news=&p_sprachkz=D&p_uid=gasts&p_aid=76526839&hlp_nr=3&p_janein=J (02.05.2014)
189. **Statistisches Bundesamt:**
http://www.bmg.bund.de/fileadmin/dateien/Publikationen/Gesundheit/Broschueren/Daten_des_Gesundheitswesens_2011.pdf (27.06.2014)
190. **Statistisches Bundesamt:**
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/NebendiagnosenMaennlich.html> (27.06.2014)
191. **Statistisches Bundesamt:**
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/Diagnosen.html> (29.07.2017)

192. **Statistisches Bundesamt:** Krankheitskosten Fachserie 12, Reihe 7.2, 2002-2008.
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankheitskosten/Krankheitskosten2120720089004.pdf?__blob=publicationFile
193. **Stiftung für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen, rechtsfähige Stiftung des bürgerlichen Rechts:**
<http://www.gesundheitsinformation.de/kreuzschmerzen-kann-man-mit-einem-bewegungstraining-rueckfaellen.686.de.html> (24.08.2013)
194. **Strobel J:** Reliabilitätsprüfung des Biodex Balance Systems. *Med Dissertation*, Universität Ulm (2009)
195. **Strobel J, Spengler C, Stefanski M, Friemert B, Palm HG:** Influence of bodily constitution and physical activity on postural stability. *Sportverletz Sportschaden* 25: 159-166 (2011)
196. **Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W, Theiler R:** Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index. *Z Rheumatol* 55: 40 - 49 (1996)
197. **Sung PS, Park HS:** Gender differences in ground reaction force following perturbations in subjects with low back pain. *Gait Posture* 29: 290 - 295 (2009)
198. **Sung PS, Yoon B, Lee DC:** Lumbar Spine Stability for Subjects With and Without Low Back Pain During One-Leg Standing Test. *Spine* 35: E753 - E760 (2010)
199. **Taimela S, Härköpää K:** Strength, mobility, their changes, and pain reduction in active functional restoration for chronic low back disorders. *J Spinal Disord* 9: 306 - 312 (1996)
200. **Tajerian M, Millecamps M, Stone LS:** Morphine and Clonidine Synergize to ameliorate Low Back Pain in Mice. *Pain Res Treat* 2012: 1 - 12 (2012)
201. **Takala EP, Korhonen I, Viikari-Juntura E:** Postural sway and stepping response among working population: reproducibility, long-term stability, and associations with symptoms of the low back. *Clin Biomech* 12: 429 - 437 (1997)
202. **Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A:** Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol* 46: B238 - B244 (1991)
203. **Teasdale N, Hue O, Marcotte J, Berrigan F, Simoneau M, Doré J,**

- Marceau P, Marceau S, Tremblay A:** Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *Int J Obes* 31: 153 - 160 (2007)
204. **Tegner Y, Lysholm J:** Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 198: 43 - 49 (1985)
205. **Tegner Y, Lysholm J, Lysholm M, Gillquist J:** Strengthening exercises for old cruciate ligament tears. *Acta OrthopScand* 57: 130 - 134 (1986)
206. **Tegner Y, Lysholm J, Odensten M, Gillquist J:** Evaluation of cruciate ligament injuries. A review. *Acta Orthop Scand* 59: 336 - 341 (1988)
207. **Thapa PB, Gideon P, Fought RL, Kormicki M, Ray WA:** Comparison of clinical and biomechanical measures of balance and mobility in elderly nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 42: 493 - 500 (1994)
208. **Tulder van M, Malmivaara A, Esmail R, Koes B:** Exercise therapy for low back pain: a systematic review within the framework of the cochrane collaboration back review group. *Spine* 25: 2784 - 2796 (2000)
209. **Verbunt JA, Seelen HA, Vlaeyen JW, van de Heijden GJ, Heuts PH, Pons K, André Knottnerus J:** Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *Eur J Pain* 7: 9 - 21 (2003a)
210. **Verbunt JA, Seelen HA, Vlaeyen JW, van der Heijden GJ, André Knottnerus J:** Fear of injury and physical deconditioning in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 84: 1227 - 1232 (2003b)
211. **Verbunt JA, Sieben J, Vlaeyen JW, Portegijs P, André Knottnerus J:** A new episode of low back pain: who relies on bed rest? *Eur J Pain* 12: 508 - 516 (2008)
212. **Vincent HK, Seay AN, Montero C, Conrad BP, Hurley RW, Vincent KR:** Functional pain severity and mobility in overweight older men and women with chronic low-back pain – part I. *Am J Phys Med Rehabil* 92: 430 - 438 (2013)
213. **Vlaeyen JW, Kole-Snijders AM, Boeren RG, van Eek H:** Fear of movement/ (re)injury in chronic low back pain and its relation to behavioral performance. *Pain* 62: 363 - 372 (1995)
214. **Ward A, Watson J, Wood P, Dunne C:** Glucocorticoid epidural for sciatica: metabolic and endocrine sequelae. *Rheumatology (Oxford)* 41: 68 - 71 (2002)
215. **Watts RW, Silagy CA:** A meta-analysis on the efficacy of epidural

- corticosteroids in the treatment of sciatica. *Anaesth Intensive Care* 23: 564 - 569 (1995)
216. **Weber H:** The natural history of disc herniation and the influence of intervention. *Spine* 19: 2233 - 2238 (1994)
217. **Wegener L, Kisner C, Nichols D:** Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther* 25: 13 -18 (1997)
218. **Weiß C:** *Basiswissen Medizinische Statistik*. 5. Auflage. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 248 ff. (2010)
219. **Wenig CM, Schmidt CO, Kohlmann T, Schweikert B:** Costs of back pain in Germany. *Eur J Pain* 13: 280 - 286 (2009)
220. **White AH, Derby R, Wynne G:** Epidural injections for the diagnosis and treatment of low-back pain. *Spine* 5: 78 - 86 (1980)
221. **Wilder DG, Aleksiev AR, Magnusson ML, Pope MH, Spratt KF, Goel VK:** Muscular Response to Sudden Load: A Tool to Evaluate Fatigue and Rehabilitation. *Spine* 21: 2628 - 2639 (1996)
222. **Winter S:** Evaluation des Work Hardening bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen. - Eine empirische Vergleichsstudie-. *Phil Dissertation*, Technische Universität München (2002).
<http://d-nb.info/964921219/34>
223. **Xu R, Bydon M, Gokaslan ZL, Wolinsky JP, Witham TF, Bydon A:** Epidural steroid injection resulting in epidural hematoma in a patient despite strict adherence to anticoagulation guidelines. *J Neurosurg Spine* 11: 358 - 364 (2009)
224. **Yoo HS, Park SW, Han JH, Chung JY, Yi JW, Kang JM, Lee BJ, Kim DO:** Paraplegia caused by an epidural hematoma in a patient with unrecognized chronic idiopathic thrombocytopenic purpura following an epidural steroid injection. *Spine* 34: E376 - E379 (2009)
225. **Yorimitsu E, Chiba K, Toyama Y, Hirabayashi K:** Long-Term Outcomes of Standard Discectomy for Lumbar Disc Herniation: a follow-up study of more than 10 years. *Spine* 26: 652 - 657 (2001)
226. **Younes M, Neffati F, Touzi M, Hassen-Zrouer S, Fendri Y, Béjia I, Ben Amor A, Bergaoui N, Najjar MF:** Systemic effects of epidural and intra-articular glucocorticoid injections in diabetic and non-diabetic patients. *Joint Bone Spine* 74:

472 - 476 (2007)

Appendix

Appendix 1

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe

PDI-Studie **Modul 1**



Personenbezogene Daten Untersucher: _____
(modifiziert für PDI-Studie) Datum: _____

Projekt-/Probandennummer*: PDI - _____

Name des Probanden: _____

Vorname des Probanden: _____

Privatanschrift: Straße: _____
PLZ, Ort: _____

Telefonnummer: _____

Handy: _____

E-Mail: _____

Dienst. Anschrift: Straße: _____
PLZ, Ort: _____

Telefonnummer: _____

Geburtsdatum: _____

Alter in Jahren: _____

Geschlecht: weiblich männlich

Körpergröße in cm: _____

Körpergewicht in kg: _____

BMI*: _____ kg/m²

*: vom Arzt auszufüllen 1

Standbein*: links rechts

Aktuelle Erkrankung*: _____

Subjektive Beschwerden*: _____

Objektive Beschwerden*: _____

Erfolgte Diagnostik/ Therapie*: _____

(einschl. OP, Physio, Reha, Injekt.) _____

Vorerkrankungen/ Operationen/ Unfälle/ Familienanamnese*:

Meniskusverletzung: _____

Verletzung des vorderen/ hinteren Kreuzbandes: _____

Verletzung and. Strukturen der unteren Extremität: _____

Verletzung/ Erkrankung der Wirbelsäule: _____

Diabetes mellitus KHK PAVK art. Hypertonie

RA Adipositas Osteoporose PNP

Epilepsie M. Parkinson Niereninsuff. Tumorleiden

Sonstige: _____

Medikamente (ggf. seit wann)* _____

Dauer der krankheitsbed. Arbeitsunfähigkeit in den letzten 3 Monaten*: _____ Tage

*: vom Arzt auszufüllen

2

Appendix 2

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe

PDI-Studie Modul 2



Untersuchungsbogen WS

Untersucher: _____

Datum: _____

Projekt-/Probandennummer*: PDI - _____

Name des Probanden: _____

Vorname des Probanden: _____

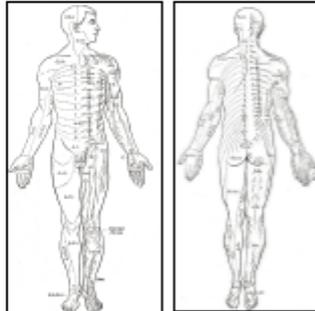
WIRBELSÄULENSPEZIFISCHE ANAMNESE:

Sind Ihre Schmerzen belastungsabhängig? Falls ja, bei welchen Tätigkeiten treten diese auf? _____

Schmerzen beim Husten, Pressen und/ oder Niesen? _____

Haben Sie Ruheschmerzen? _____

Wo ist der stärkste Schmerzpunkt? Wohin strahlen ggf. Ihre Schmerzen aus (Einzeichnen)?



Haben Sie Sensibilitätsausfälle? Wo? _____

Treten Lähmungen/ Atrophien ein? Wo sind diese? _____

Haben Sie Blasen- oder Mastdarmstörungen? nein ja

Haben Sie Gangunsicherheiten oder eine Sturzneigung? nein ja

Hat Ihr manuelles Fingergeschick nachgelassen? nein ja

Welche Therapien wurden bereits versucht?

keine Krankengymn. Massage Fango Man. Therapie Akupunktur

„Spritzentherapie“ Operation: _____ Sonstiges: _____

INSPEKTION:

Schulterhochstand: nein links rechts um _____ cm
Beckenhochstand: nein links rechts um _____ cm
Rippenbuckel: nein links rechts
Lendenwulst: nein links rechts

Wirbelsäulenlot: gerade Überhang li Überhang re um _____ cm

Haltung/ Stellung: normal
 Skoliose
 Hohlrücken Rundrücken Hohlrundrücken
 Flachrücken

PALPATION:

Druck- oder Klopfeschmerz: Dornfortsätze nein ja in Höhe _____
Paravert. Musk. (Myogelose) nein ja in Höhe _____
Iliosakralgelenk nein ja Seite _____
Valleix'sche Druckpunkte nein ja Seite _____
Trochanter maior nein ja Seite _____
Leiste nein ja Seite _____

FUNKTIONSPRÜFUNG:

Lasegue auffällig: nein ja: links rechts ab _____ Grad
Bragard auffällig: nein ja: links rechts ab _____ Grad

Vierer-Zeichen auffällig: nein ja
3-Stufen-Test nach Mennell auffällig: nein ja

Zehenspitzenang auffällig: nein ja: links rechts
Fersengang auffällig: nein ja: links rechts

Reflexe: PSR: _____ ASR: _____

(z. B. „seitengleich lebhaft, seitengleich reduziert, rechts abgeschwächt, usw.)

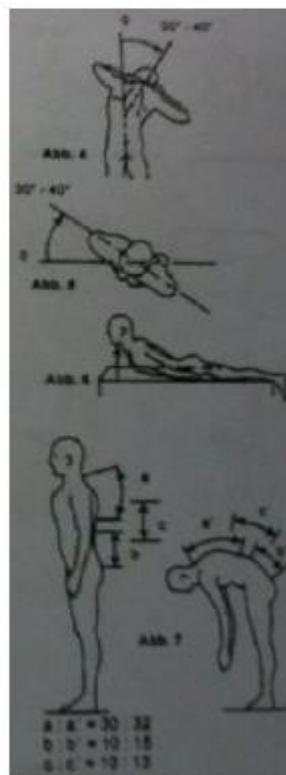
Kraftgrade nach Janda :

Fußheber:	li ___ von 5, re ___ von 5	Fußsenker:	li ___ von 5, re ___ von 5
Zehenheber:	li ___ von 5, re ___ von 5	Zehensenker:	li ___ von 5, re ___ von 5
Kniestrecker:	li ___ von 5, re ___ von 5	Kniebeuger:	li ___ von 5, re ___ von 5

Stufe 5: N (normal) Volle, normale Muskelkraft (100% der Norm), normal kräftiger Muskel bedeutet nicht, dass der Muskel in allen Funktionen normal ist (z.B. Ermüdbarkeit).
 Stufe 4: G (good) Circa 75% der normalen Muskelkraft, d.h. mittelgroßer Widerstand kann in vollem Bewegungsausmaß überwunden werden.
 Stufe 3: F (fair) Circa 50% der normalen Muskelkraft, d.h. Bewegung kann gegen die Schwerkraft in vollem Bewegungsmaß ausgeführt werden.
 Stufe 2: P (poor) Circa 25% der normalen Muskelkraft, d.h. Ausführung der Bewegung in vollem Bewegungsausmaß möglich, jedoch nicht gegen die Schwerkraft.
 Stufe 1: T (trace) Spur einer Anspannung; circa 10% der normalen Muskelkraft.
 Stufe 0: Z (zero) Beim Bewegungsversuch keine Muskelkontraktion möglich.

BEWEGUNG DER BWS UND LWS:

Seitneigen: links: ___° rechts: ___°
 Drehen im Sitzen: links: ___° rechts: ___°
 Liegen-Jugulumabstand (Abb. 6): _____ cm
 Aktive Aufrichtung aus der Rückenlage:
 Messstrecke Liege-Dornfortsatz 7: _____ cm
 Finger-Boden-Abstand: _____ cm
 Ott (30 cm von C7): _____ cm
 Schober (10 cm von S1): _____ cm
 Messstrecke 10 cm mit Mitte DF L1: _____ cm



Appendix 3

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe



PDI-Studie Modul 3

Untersuchungsbogen Schmerz

Untersucher: _____

Datum: _____

Projekt-/Probandennummer*: PDI - _____

Name des Probanden: _____

Vorname des Probanden: _____

Zeitpunkt der Untersuchung:

vor PDI (Montag) nach 1. PDI (Dienstag) nach 2. PDI (Mittwoch)

nach 2. PDI (Donnerstag) nach 3. PDI (Entlasstag) 3 Mon. n. Entlassung

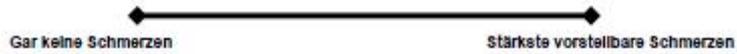
Abschnitt I: Schmerzgrad (Pain Rating Index, PRI)

Die folgenden Wörter beschreiben typische Schmerzempfindungen. Markieren Sie die Spalte mit einem Haken, die dem Schmerzgrad der von Ihnen empfundenen Schmerzen dieser Art entspricht. Beschränken Sie sich dabei bitte auf die Beschreibung Ihrer Schmerzen im unteren Rückenbereich.

	nicht vorhanden	leicht	mäßig	stark
klopfend	0	1	2	3
einschießend	0	1	2	3
stechend	0	1	2	3
scharf	0	1	2	3
krampfartig	0	1	2	3
nagend	0	1	2	3
brennend	0	1	2	3
dümpf	0	1	2	3
schwer	0	1	2	3
berührungsempfindlich	0	1	2	3
rasend	0	1	2	3
ermüdend/erschöpfend	0	1	2	3
Übelkeit verursachend	0	1	2	3
von Angst begleitet	0	1	2	3
grausam	0	1	2	3

Abschnitt II: Intensität der aktuellen Schmerzen (Present Pain Intensity, PPI) / Visuelle Analog Skala (VAS)

Markieren Sie bitte mit einem Strich an der Linie, wie starke die Schmerzen ausschließlich in Ihrem Rücken sind:



Abschnitt III: Bewertung der Intensität des gesamten Schmerzerlebens

Beschränken Sie sich dabei bitte auf die Beschreibung Ihrer Schmerzen im Rücken. Markieren Sie die zutreffende Spalte bitte mit einem Kreuz.

- keine Schmerzen (0)
- leicht (1)
- Beschwerden verursachend (2)
- quälend (3)
- schrecklich (4)
- unerträglich (5)

Durch das Studienpersonal auszufüllen:

Abschnitt IV: Auswertung

		Punktzahl
I-a	S-PRI (Sensory Pain Rating Index)	
I-b	A-PRI (Affective Pain Rating Index)	
I-a+b	T-PRI (Total Pain Rating Index)	
II	PPI-VAS (Present Pain Intensity - Visual Analog Scale)	
III	Bewertung der Intensität des gesamten Schmerzerlebens	

Appendix 4

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe

PDI-Studie **Modul 5.1**



Oswestry Disability Index (ODI)

Untersucher: _____

Datum: _____

Projekt-/Probandennummer*: PDI - _____

Name des Probanden: _____

Vorname des Probanden: _____

Zeitpunkt der Untersuchung:

vor PDI (Montag) nach 1. PDI (Dienstag) nach 2. PDI (Mittwoch)

nach 2. PDI (Donnerstag) nach 3. PDI (Entlasstag) 3 Mon. n. Entlassung

Dieser Fragebogen liefert dem Arzt Informationen darüber, wie sich Ihre Rückenschmerzen auf Ihre Fähigkeit ausgewirkt haben, mit den Anforderungen des täglichen Lebens fertig zu werden. Bitte beantworten Sie alle Abschnitte auf dieser und der folgenden Seite und markieren Sie jeweils nur EIN Kästchen der auf Sie am besten zutreffenden Antwort. Möglicherweise treffen mehrere Aussagen auf Sie zu, aber kreuzen Sie jeweils nur DAS KÄSTCHEN AN, DAS IHR PROBLEM AM BESTEN BESCHREIBT.

Sollten Sie eine Antwort ändern wollen, streichen Sie Ihre ursprüngliche Antwort mit einer einzelnen geraden Linie durch und kreuzen Sie dann die richtige Antwort an.

Abschnitt 1: Schmerzintensität

- (0) Die Schmerzen sind nicht so stark, dass ich dafür Schmerzmittel einnehmen müsste.
- (1) Die Schmerzen sind relativ stark, aber ich kann ohne die Einnahme von Schmerzmitteln damit fertig werden.
- (2) Dank der Einnahme von Schmerzmitteln bin ich vollständig schmerzfrei.
- (3) Schmerzmittel ändern meine Schmerzen einigermassen.
- (4) Schmerzmittel lindern meine Schmerzen nur sehr wenig.
- (5) Schmerzmittel helfen gegen die Schmerzen nicht, und ich nehme deswegen keine.

Abschnitt 2: Körperpflege (Waschen, Anziehen usw.)

- (0) Ich kann mich normalerweise selbst versorgen, ohne dass dadurch zusätzliche Schmerzen verursacht werden.
- (1) Ich kann mich normalerweise selbst versorgen, aber es werden dadurch zusätzliche Schmerzen verursacht.
- (2) Wenn ich mich selbst versorge, ist es recht schmerzhaft, und ich gehe dabei langsam und vorsichtig vor.
- (3) Ich benötige etwas Hilfe, aber kann meine Körperpflege größtenteils alleine erledigen.
- (4) Ich bin bei den meisten Aspekten meiner Körperpflege auf tägliche Hilfe angewiesen.
- (5) Ich ziehe mich nicht an und liege im Bett; das Waschen ist mit Schwierigkeiten verbunden.

Abschnitt 3: Heben

- (0) Ich kann schwere Gegenstände heben, ohne dass dadurch zusätzliche Schmerzen verursacht werden.
- (1) Ich kann schwere Gegenstände heben, aber es werden dadurch zusätzliche Schmerzen verursacht.
- (2) Wegen der Schmerzen kann ich keine schweren Gegenstände vom Boden aufheben. Wenn sie sich jedoch in einer günstigen Position wie auf einem Tisch befinden, kann ich sie heben.
- (3) Wegen der Schmerzen kann ich keine schweren Gegenstände heben. Leichte oder mittelschwere Gegenstände kann ich jedoch heben, wenn sie sich in einer günstigen Position befinden.
- (4) Ich kann nur sehr leichte Gegenstände heben.
- (5) Ich kann überhaupt nichts heben oder tragen.

Abschnitt 4: Gehen

- (0) Die Schmerzen hindern mich nicht, auch lange Strecken zu gehen.
- (1) Wegen der Schmerzen kann ich nicht mehr als 1,5 km gehen.
- (2) Wegen der Schmerzen kann ich nicht mehr als 800 m gehen.
- (3) Wegen der Schmerzen kann ich nicht mehr als 400 m gehen.
- (4) Ich kann nur mithilfe eines Sticks oder von Krücken gehen.
- (5) Ich lege die meiste Zeit im Bett und kann die Toilette nur kriechend erreichen.

<p>Abschnitt 5: Sitzen</p> <p><input type="checkbox"/> (0) Ich kann auf allen Stühlen und in allen Sesseln beliebig lange sitzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (1) Ich kann nur auf meinem Lieblingsstuhl bzw. in meinem Lieblingsstuhl beliebig lange sitzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (2) Wegen der Schmerzen kann ich nicht länger als eine Stunde sitzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (3) Wegen der Schmerzen kann ich nicht länger als eine halbe Stunde sitzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (4) Wegen der Schmerzen kann ich nicht länger als 10 Minuten sitzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (5) Wegen der Schmerzen kann ich überhaupt nicht sitzen.</p>	<p>Abschnitt 6: Stehen</p> <p><input type="checkbox"/> (0) Ich kann beliebig lange stehen, ohne dass dadurch zusätzliche Schmerzen verursacht werden.</p> <p><input type="checkbox"/> (1) Ich kann beliebig lange stehen, aber es werden dadurch zusätzliche Schmerzen verursacht.</p> <p><input type="checkbox"/> (2) Wegen der Schmerzen kann ich nicht länger als 1 Stunde stehen.</p> <p><input type="checkbox"/> (3) Wegen der Schmerzen kann ich nicht länger als 30 Minuten stehen.</p> <p><input type="checkbox"/> (4) Wegen der Schmerzen kann ich nicht länger als 10 Minuten stehen.</p> <p><input type="checkbox"/> (5) Wegen der Schmerzen kann ich überhaupt nicht stehen.</p>
<p>Abschnitt 7: Schlaf</p> <p><input type="checkbox"/> (0) Die Schmerzen beeinträchtigen meinen Schlaf nicht.</p> <p><input type="checkbox"/> (1) Ich kann nur mithilfe von Tabletten gut schlafen.</p> <p><input type="checkbox"/> (2) Selbst bei Tableteinnahme kann ich nicht länger als 6 Stunden schlafen.</p> <p><input type="checkbox"/> (3) Selbst bei Tableteinnahme kann ich nicht länger als 4 Stunden schlafen.</p> <p><input type="checkbox"/> (4) Selbst bei Tableteinnahme kann ich nicht länger als 2 Stunden schlafen.</p> <p><input type="checkbox"/> (5) Wegen der Schmerzen kann ich überhaupt nicht schlafen.</p>	<p>Abschnitt 8: Intimkontakte</p> <p><input type="checkbox"/> (0) Meine Intimkontakte sind normal und verursachen keine zusätzlichen Schmerzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (1) Meine Intimkontakte sind normal, verursachen aber zusätzliche Schmerzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (2) Meine Intimkontakte sind fast normal, verursachen aber starke Schmerzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (3) Meine Intimkontakte sind durch die Schmerzen sehr stark eingeschränkt.</p> <p><input type="checkbox"/> (4) Intimkontakte sind für mich wegen der Schmerzen nur sehr selten möglich.</p> <p><input type="checkbox"/> (5) Die Schmerzen machen Intimkontakte jeder Art unmöglich.</p>
<p>Abschnitt 9: Sozialkontakte</p> <p><input type="checkbox"/> (0) Meine Sozialkontakte sind normal und verursachen keine zusätzlichen Schmerzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (1) Meine Sozialkontakte sind normal, verschlimmern aber die Schmerzen.</p> <p><input type="checkbox"/> (2) Die Schmerzen wirken sich auf meine Sozialkontakte nicht wesentlich aus, außer dass ich sportlichere Betätigungen wie z.B. Tanzen usw. einschränken muss.</p> <p><input type="checkbox"/> (3) Die Schmerzen haben meine Sozialkontakte beeinträchtigt, und ich gehe nicht mehr so häufig aus.</p> <p><input type="checkbox"/> (4) Wegen der Schmerzen finden Sozialkontakte bei mir zu Hause statt.</p> <p><input type="checkbox"/> (5) Wegen der Schmerzen habe ich keine Sozialkontakte.</p>	<p>Abschnitt 10: Fahrten und Reisen</p> <p><input type="checkbox"/> (0) Ich kann überall hin fahren oder reisen, ohne dass zusätzliche Schmerzen auftreten.</p> <p><input type="checkbox"/> (1) Ich kann überall hin fahren oder reisen, aber es treten zusätzliche Schmerzen auf.</p> <p><input type="checkbox"/> (2) Die Schmerzen sind relativ stark, aber Fahrten oder Reisen von mehr als 2 Stunden sind möglich.</p> <p><input type="checkbox"/> (3) Wegen der Schmerzen sind mir nur Fahrten oder Reisen von weniger als 1 Stunde möglich.</p> <p><input type="checkbox"/> (4) Wegen der Schmerzen sind mir nur unentgeltbare Fahrten von weniger als 30 Minuten möglich.</p> <p><input type="checkbox"/> (5) Wegen der Schmerzen sind mir Fahrten außer zu Arzt- und Krankenhaustermi- nen unmöglich.</p>
<p>Nummeriertes Probestatement</p>	
<p>ODI-Ergebnis (Summe von 10 Antworten) X 100 _____ % (möglicher Gesamtergebnis)</p> <p>Dabei beträgt das mögliche Gesamtergebnis 50 Punkte, wenn alle 10 Fragen beantwortet werden, eine der Fragen unbeantwortet bleibt, liegt das mögliche Gesamtergebnis bei 45 Punkten.</p>	

Appendix 5

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe



Tegner Aktivitätsscore Modul 5.2

Name: _____ Vorname: _____ Geb.-Datum: _____

Zeitpunkt der Untersuchung:

vor PDI (Montag) nach 1. PDI (Dienstag) nach 2. PDI (Mittwoch)
 nach 2. PDI (Donnerstag) nach 3. PDI (Entlasstag) 3 Mon. n. Entlassung

*Bitte kreuzen Sie Ihr aktuelles Leistungsniveau an. Bitte machen Sie nur ein Kreuz.
Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung!*

- O 10: **Wettkampf bzw. Leistungssport:** Fußball, nationales bzw. internationales Niveau
- O 9: **Wettkampfsport:** Fußball, niedrigere Liga, Eishockey, Ringen, Gymnastik
- O 8: **Wettkampfsport:** Squash, Badminton, Leichtathletik (Sprungsportarten), Abfahrtsski
- O 7: **Wettkampfsport:** Tennis, Leichtathletik (Laufsportarten), Handball, Basketball, Motorrad
Freizeitsport: Fußball, Eishockey, Squash, Leichtathletik (Sprungsportarten), Orientierungslauf, Crosslauf
- O 6: **Freizeitsport:** Tennis, Badminton, Handball, Basketball, Abfahrtsski, Jogging (mind. 5 mal wöchentlich)
- O 5: **Arbeit:** schwere Arbeit (z.B. Bauarbeiter)
Wettkampfsport: Radfahren, Skilanglauf
Freizeitsport: Jogging auf unebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich)
- O 4: **Arbeit:** mittelschwere Arbeit (z.B. Fernfahrer)
Freizeitsport: Radfahren, Skilanglauf, Jogging auf ebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich)
- O 3: **Arbeit:** leichte Arbeit (z.B. Krankenschwester)
Wettkampf- und Freizeitsport: Schwimmen
Gehen im Wald möglich
- O 2: **Arbeit:** leichte Arbeit
Gehen auf unebenem Grund möglich, aber Gehen im Wald unmöglich
- O 1: **Arbeit:** sitzende Tätigkeit
Gehen auf ebenem Untergrund möglich
- O 0: **Bettlägerigkeit oder Invalidität, Rente wegen Knieproblemen**

Appendix 6

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe

WOMAC (psychometrischer Test, subjektiv)

Modul 5.3



Name: _____ Vorname: _____ Geb.-Datum: _____._____

Zeitpunkt der Untersuchung:

vor PDI (Montag)
 nach 1. PDI (Dienstag)
 nach 2. PDI (Mittwoch)
 nach 2. PDI (Donnerstag)
 nach 3. PDI (Entlasstag)
 3 Mon. n. Entlassung

Sie werden gebeten, nach diesem Muster die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihre Steifigkeit oder Behinderung anzugeben. Bitte vergessen Sie nicht, je **mehr rechts** Sie das „X“ ankreuzen, **um so mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung** haben Sie.

*Beispiel: keine Schmerzen 0 1 2 3 **X** 5 6 7 8 9 10 starke Schmerzen*

A Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke Ihrer Schmerzen, die Sie im Rücken haben. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an). **Wie starke Schmerzen haben Sie beim:**

1. Gehen auf ebenem Boden		
keine Schmerzen	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schmerzen
2. Treppen hinauf- oder hinuntersteigen		
keine Schmerzen	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schmerzen
3. Nachts im Bett		
keine Schmerzen	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schmerzen
4. Sitzen oder liegen		
keine Schmerzen	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schmerzen
5. Aufrecht stehen		
keine Schmerzen	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schmerzen

B Fragen zur Steifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) Ihres Rückens. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an).

1. Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?		
keine Steifigkeit	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Steifigkeit
2. Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?		
keine Steifigkeit	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Steifigkeit

C Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten 2 Tagen wegen Beschwerden in Ihrem Rücken gespürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an). **Wie groß ist Ihre Schwierigkeit beim:**

1. Treppen hinuntersteigen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
2. Treppen hinaufsteigen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
3. Aufstehen vom Sitzen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
4. Stehen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
5. Sich zum Boden bücken keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
6. Gehen auf ebenem Boden keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
7. Einsteigen ins Auto/Aussteigen aus dem Auto keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
8. Einkaufen gehen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
9. Socken/Strümpfe anziehen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
10. Aufstehen vom Bett keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
11. Socken/Strümpfe ausziehen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
12. Liegen im Bett keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
13. Ins Bad/aus dem Bad steigen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
14. Sitzen keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
15. Sich auf die Toilette setzen/Aufstehen von der Toilette keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
16. Anstrengende Hausarbeiten keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten
17. Leichte Hausarbeiten keine Schwierigkeiten	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	extreme Schwierigkeiten

Appendix 7

Erfassungsbogen Unfallchirurgische Forschungsgruppe



PDI-Studie **Modul 5.4**

JOA-Fragebogen bei Rückenleiden der LWS

Untersucher: _____

Datum: _____

Projekt-/Probandennummer*: PDI - _____

Name des Probanden: _____

Vorname des Probanden: _____

Zeitpunkt der Untersuchung:

vor PDI (Montag) nach 1. PDI (Dienstag) nach 2. PDI (Mittwoch)

nach 2. PDI (Donnerstag) nach 3. PDI (Entlasstag) 3 Mon. n. Entlassung

Bitte markieren Sie jeweils die Antwort / Aussage, welche ihren Gesundheitszustand der letzten Woche am besten widerspiegelt. Falls sich ihr gesundheitlicher Zustand in der letzten Woche mehrmals verändert hat, gehen Sie bitte immer vom schlechtesten Zustand aus.

Q1-1 Ändern Sie häufig Ihre Haltung, um den Lendenwirbelschmerz erträglicher zu machen?

1) Ja 2) Nein

Q1-2 Legen sie sich wegen Ihrer Lendenwirbelschmerzen öfter als sonst üblich hin?

1) Ja 2) Nein

Q1-3 Ihr unterer Rückenbereich schmerzt fast immer.

1) Ja 2) Nein

Q1-4 Aufgrund Ihrer Lendenwirbelschmerzen können Sie nicht gut schlafen.
(Wenn Sie wegen Ihrer Rückenschmerzen Schlaftabletten nehmen, markieren Sie bitte „Nein“). D. h. „Nein“ bedeutet „Schlaf gestört“.

1) Nein 2) Ja

Q2-1 Wegen Ihrer Rückenschmerzen müssen Sie in Ihrem Alltag manchmal andere Personen um Hilfe bitten.

1) Ja 2) Nein

Q2-2 Wegen Ihrer Rückenschmerzen vermeiden Sie es sich nach vorne zu beugen oder sich hinzuknien.

1) Ja 2) Nein

Q2-3 Wegen Ihrer Rückenschmerzen haben Sie Schwierigkeiten sich von einem Stuhl zu erheben.

1) Ja 2) Nein

Q2-4 Wegen Ihrer Rückenschmerzen haben Sie Schwierigkeiten sich im Bett umzudrehen.

1) Ja 2) Nein

Q2-5 Wegen Ihrer Rückenschmerzen haben Sie Schwierigkeiten selbstständig Socken oder Strümpfe anzuziehen?

1) Ja 2) Nein

Q2-6 Haben Sie Schwierigkeiten mit irgendeiner der folgenden Bewegungen: Vorwärts beugen, hinknien, bücken?

1. Ich habe sehr große Schwierigkeiten.
 2. Ich habe Schwierigkeiten.
 3. Ich habe keine Schwierigkeiten.
-

Q3-1 Wegen Ihrer Rückenschmerzen gehen Sie nur kurze Strecken.

1) Ja 2) Nein

Q3-2 Wegen Ihrer Rückenschmerzen verbringen Sie fast den ganzen Tag sitzend.

1) Ja 2) Nein

Q3-3 Wegen Ihrer Rückenschmerzen steigen sie Treppen langsamer als gewöhnlich hinauf.

1) Ja 2) Nein

Q3-4 Haben Sie Schwierigkeiten beim Treppen-hinauf-steigen?

1. Ich habe sehr große Schwierigkeiten.
 2. Ich habe Schwierigkeiten.
 3. Ich habe keine Schwierigkeiten.
-

Q3-5 Haben Sie Schwierigkeiten länger als 15 Minuten zu gehen?

1. Ich habe sehr große Schwierigkeiten.
 2. Ich habe Schwierigkeiten.
 3. Ich habe keine Schwierigkeiten.
-

Q4-1 Wegen Ihrer Rückenschmerzen können Sie zurzeit keine alltäglichen Hausarbeiten durchführen.

- 1) Ja 2) Nein
-

Q4-2 Sind Sie daran gehindert, Ihre Arbeit oder andere Aktivitäten in der Art und Umfang auszuführen, wie Sie gerne möchten?

1. Ich kann meine Arbeit oder andere Aktivitäten nie ausführen.
 2. Ich kann meine Arbeit oder andere Aktivitäten die meiste Zeit nicht ausführen.
 3. Ich kann meine Arbeit oder andere Aktivitäten manchmal nicht ausführen.
 4. Ich kann die meiste Zeit arbeiten oder andere Aktivitäten ausführen.
 5. Ich kann immer arbeiten oder andere Aktivitäten ausführen.
-

Q4-3 Wurde Ihre Arbeitsroutine wegen der Schmerzen gehindert?

1. Außerordentlich
 2. Mäßig
 3. Etwas
 4. Minimal
 5. Überhaupt nicht
-

Q5-1 Wegen Ihrer Rückenschmerzen sind Sie öfter gegenüber anderen Personen gereizt oder verärgert als gewöhnlich.

- 1) Ja 2) Nein
-

Q5-2 Beschreiben Sie Ihre momentane gesundheitliche Verfassung.

1. Schlecht
2. Mäßig
3. Gut
4. Sehr gut
5. Ausgezeichnet

Q5-3 Haben Sie sich entmutigt oder deprimiert gefühlt?

1. Immer
 2. Oft
 3. Manchmal
 4. Selten
 5. Nie
-

Q5-4 Fühlen Sie sich erschöpft?

1. Immer
 2. Oft
 3. Manchmal
 4. Selten
 5. Nie
-

Q5-5 Haben Sie sich glücklich gefühlt?

1. Nie
 2. Selten
 3. Manchmal
 4. Fast immer
 5. Immer
-

Q5-6 Denken Sie, dass sie sich in einem guten gesundheitlichen Zustand befinden?

1. Überhaupt nicht (Ich bin sehr krank.)
 2. Kaum (Ich bin krank.)
 3. Weniger (Ich bin durchschnittlich gesund.)
 4. Mäßig (Ich bin gesünder als der Durchschnitt.)
 5. Ja (Ich bin vollkommen gesund.)
-

Q5-7 Denken Sie, dass sich Ihr gesundheitlicher Zustand verschlechtert?

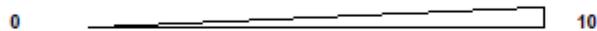
1. Ja, sehr.
 2. Ein kleines bisschen.
 3. Manchmal ja und manchmal nein.
 4. Eher weniger.
 5. Überhaupt nicht.
-

Bitte markieren sie auf der unteren Linie zwischen 0 und 10 ihr derzeitiges Schmerzempfinden (bzw. Taubheitsgefühl) der letzten Woche!
 0 entspricht dabei guten gesundheitlichen Bedingungen ohne jeglichen Schmerz / Taubheitsgefühl, 10 entspricht einem größtmöglichen Schmerz / Taubheitsgefühl.

Schmerzen in der Lendenwirbelsäule



Schmerzen in Gesäß und Beinen



Taubheitsgefühl in Gesäß und Beinen



Vom Arzt auszufüllen:

Ergebnisse (gemäß Kalkulationssoftware, nicht einfach summieren!):

Q1 Low back pain:
Q2 Lumbar function:
Q3 Walking ability:
Q4 Social life function:
Q5 Mental health:
Gesamt:

Appendix 8

Auswertungsschema für den JOABPEQ

„Soziales Leben“

$$\frac{('Q4.1'*2+'Q3.5'*4+'Q4.2'*6+'Q4.3'*10 - 22) * 100}{74}$$

„Mentale Gesundheit“

$$\frac{('Q5.1'*3+'Q5.2'*4+'Q5.3'*6+'Q5.4'*6+'Q5.5'*3+'Q5.6'*3+'Q5.7'*3 - 28) * 100}{103}$$

„Lumbalfunktion“

$$\frac{('Q2.1'*10+'Q2.2'*10+'Q2.3'*20+'Q2.4'*10+'Q2.5'*30+'Q2.6'*20 - 100) * 100}{120}$$

„Gehfähigkeit“

$$\frac{('Q3.1'*30+'Q3.2'*20+'Q3.3'*10+'Q3.4'*10+'Q3.5'*30 - 100) * 100}{140}$$

„Unterer Rückeschmerz“

$$\frac{('Q1.1'*20+'Q1.2'*20+'Q1.3'*20+'Q1.4'*10 - 70) * 100}{70}$$

Appendix 9

Routineabfragen Modul 4						
	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	3. Monat
PDI	erfolgt:		erfolgt:		erfolgt:	
Subjektive Stabilität	___ / 10	___ / 10	___ / 10	___ / 10	___ / 10	___ / 10
Gesamt-zufriedenheit	___ / 10	___ / 10	___ / 10	___ / 10	___ / 10	___ / 10
ASR						
PSR						
Zehenspitzenstand						
Fersenstand						
Treppensteigen						
Ott (30cm)						
Schober (10cm)						
FBA						

Sarah Elisabeth Uhl

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt