

Manualtherapie bei lumbalen Rückenschmerzen – gezielte Handgriffe zur Therapie

Dr. med. Nora Wieloch, Universitäres Zentrum für Prävention und Sportmedizin, Departement Orthopädie, Universitätsklinik Balgrist, Zürich
 PD Dr. med. Petra Schweinhardt, Abteilung für Chiropraktische Medizin, Universitätsklinik Balgrist, Zürich



Dr. med.
Nora Wieloch

Manuelle Therapieformen sind eine häufig eingesetzte Behandlungsoption bei Rückenschmerzen. In diesem Beitrag wird die klinische Evidenz für den Einsatz von Manualtherapie beleuchtet und mögliche Wirkmechanismen werden diskutiert. Des Weiteren wird dargestellt, welche Berufsgruppen manuelle Therapieformen mit welchen Schwerpunkten anbieten und für welche PatientInnen sich die Manualtherapie besonders eignet und anhand eines Fallbeispiels praktisch erläutert.



PD Dr. med.
Petra Schweinhardt

Das prinzipielle Ziel der Manualtherapie ist es, Beschwerden am Bewegungsapparat, die auf Dysbalancen, Gelenkdysfunktionen und Muskelverspannungen zurückzuführen sind, zu lindern. Hierfür setzt die Manualtherapie verschiedene Behandlungsformen ein, die das gemeinsame Merkmal haben, dass sie durch die Hände des Therapeuten «verabreicht» werden, in den meisten Fällen ohne irgendwelche Hilfsmittel. Häufig verwendete Therapieformen sind Mobilisationstechniken der Gelenke, myofasziale Massnahmen (manuelle Triggerpunkttherapie, Dry/wet needling) und neuromuskuläre Techniken. Gelenkmobilisation kann mit oder ohne Impuls (ein Impuls mit einer hohen Geschwindigkeit und einer geringen Amplitude) (Manipulation und Mobilisation in chiropraktischer Terminologie) durchgeführt werden.

Wirksamkeit und Nebenwirkungen

Laut verschiedenen nationalen und internationalen Leitlinien haben manualtherapeutische Verfahren einen wichtigen Stellenwert bei der Behandlung von PatientInnen mit akuten wie auch chronischen Rückenschmerzen. Die meisten hochwertigen Leitlinien empfehlen Manualtherapie zusätzlich zu Beratung und Aufklärung sowie Bewegung und Nicht-

steroidale Antirheumatika (NSAR) als First-line Behandlung. Zu diesem Ergebnis kam eine systematische Übersichtsarbeit verschiedener Leitlinien im Jahr 2017¹. In der 2021 revidierten Version der Leitlinie der Academy of Orthopaedic Physical Therapy hat Mobilisation mit und ohne Impuls für akute Rückenschmerzen (\leq sechs Wochen) die stärkste Empfehlung zur Schmerzreduktion und Funktionssteigerung erhalten². Für Rückenschmerzen, die zu Behandlungsbeginn seit mehr als sechs Wochen bestehen, empfiehlt dieselbe Leitlinie Mobilisation mit und ohne Impuls in Kombination mit Bewegung und Schmerzedukation. Sowohl für akute als auch chronische Rückenschmerzen erhalten myofasziale Techniken eine geringere Empfehlung².

Selbstverständlich muss der Nutzen einer Behandlung immer in Bezug zu möglichen Nebenwirkungen gesetzt werden und Kontraindikationen müssen beachtet werden. Zu den absoluten Kontraindikationen einer Mobilisation eines Gelenks mit Impuls zählen bspw. ein frisches Trauma, eine osteoporotische Fraktur und eine bakterielle Entzündung. «Red flags», als Alarmzeichen für eine spezifische Ursache der Rückenschmerzen, helfen diese und andere Kontraindikationen zu identifizieren. Mögliche unerwünschte Wirkungen sind für die Mobilisation mit Impuls vor allem für Behandlungen der Halswirbelsäule bei Nackenschmerzen diskutiert worden. In den meisten Studien zur Effektivität von Mobilisation mit Impuls werden Nebenwirkungen bei lumbalen Rückenschmerzen nicht systematisch erfasst. Zu diesem Schluss kam eine systematische Übersichtsarbeit von 2019³. Eine der eingeschlossenen Studien untersuchte jedoch die Häufigkeit und Dauer unerwünschter Wirkungen der Mobilisation mit Impuls bei Rückenschmerzen⁴. Bei 183 PatientInnen zeigte

sich, dass weder die Häufigkeit noch die Dauer unerwünschter Wirkungen sich zwischen Verum und Sham Intervention unterschied. Bei einer inkludierten Studie traten nach einer Mobilisation mit Impuls Spasmen der Muskulatur auf, welche vom Data Safety Monitoring Board als schwerwiegendes Ereignis klassifiziert wurden⁵. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Nebenwirkungsprofil von Mobilisation mit Impuls sehr günstig zu sein scheint. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass es wünschenswert wäre, Nebenwirkungen von Mobilisation mit und ohne Impuls sowie anderen manualtherapeutischen Behandlungsformen systematisch zu erfassen.

Wirkmechanismen

Im Gegensatz zu der recht umfangreichen Evidenz, dass manualtherapeutische Verfahren einen klinischen Nutzen bei einem günstigen Nebenwirkungsprofil haben, ist der Wissenstand bzgl. möglicher Wirkmechanismen deutlich niedriger. Wie oben beschrieben, gibt es Behandlungsansätze, die am Gelenk ansetzen (Mobilisation mit und ohne Impuls), sowie myofasziale und neuromuskuläre Techniken. Im Folgenden gehen wir genauer auf die Mobilisation mit Impuls ein, die – zumindest von ChiropraktorInnen – am häufigsten angewandte manuelle Behandlungstechnik⁶. Grundsätzlich ist die Mobilisation mit Impuls eines Gelenks ein biomechanisches Ereignis, bei dem durch die Hände des Behandlers, oder in selteneren Fällen mittels eines Instruments, eine Kraft auf das entsprechende Gelenk ausgeübt wird. Das Gelenk wird durch eine Vorspannung, gefolgt von einem Hochgeschwindigkeitsimpuls mit einer geringen Amplitude, in den Endbereich seiner physiologischen Bewegung (plastische Zone) gebracht^{7,8}. An der Wirbelsäule zielt die Mobilisation mit Impuls auf die Zwischenwirbelgelenke ab, wobei Kräfte auch auf die umgebenden Weichteile übertragen werden⁹. **Abbildung 1** zeigt die Vorspannkraft, die Geschwindigkeit der Kraftentwicklung, die Maximalkraft sowie die Impulsdauer der manuellen Mobilisation mit Impuls. Derzeit ist nicht bekannt, inwiefern die klinische Effektivität der Mobilisation mit Impuls von den einzelnen Komponenten abhängt und was die optimalen Zielgrößen bzgl. Kräften und Impulsdauer sind^{8,10}.

Biomechanische Effekte, die für die Mobilisation mit Impuls beschrieben worden sind, reichen von einem erhöhten Bewegungsumfang der Gelenke^{7,13} über eine Verringerung der Wirbelsäulensteifigkeit¹⁴ zu

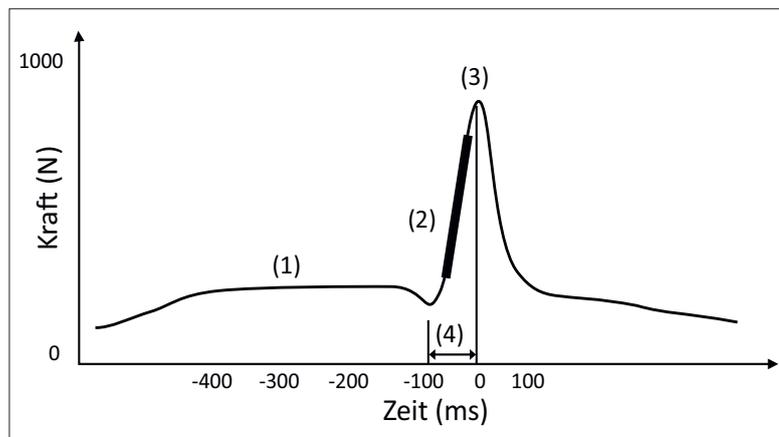


Abb. 1: Schematische Darstellung einer typischen Kraft-Zeit-Kurve bei einer Wirbelsäulen-Mobilisation mit Impuls. (1): Vorspannkraft, (2): Geschwindigkeit der Kraftentwicklung (Kraft/Zeit), (3): Maximalkraft, (4): Impulsdauer.

einem «Gapping» der betroffenen Gelenke¹⁵. Auf Grund einer systematischen Übersichtsarbeit, in der eine der Autorinnen dieses Artikels zurzeit involviert ist, wissen wir, dass der Bewegungsumfang der Wirbelsäule mit Abstand das am häufigsten untersuchte Mass möglicher biomechanischer Effekte der Mobilisation mit Impuls ist. Das stellt insofern ein Problem dar, als dass der Bewegungsumfang eines Gelenks auch durch sogenannte «Top-down» Mechanismen beeinflusst wird. Da grundsätzlich manuelle Behandlungen nicht oder nur sehr schwer zu verblinden sind, ist in vielen Studien nicht auszuschliessen, dass der Bewegungsumfang sich nicht (nur) wegen des biomechanischen Ereignisses vergrössert hat. Beispielsweise könnte die Erwartungshaltung der PatientInnen, dass die Beweglichkeit zunehmen sollte, bei einer aktiven Bewegungsprüfung direkt zu einem vergrösserten Bewegungsumfang führen. Bei einer passiven Bewegungsprüfung ist denkbar, dass «Top-down» Effekte zu einer verminderten Muskelspannung führen und somit zu einem vergrösserten Bewegungsumfang. Zusammengenommen bedeutet das, dass einige Fragen offen sind, obwohl durchaus biomechanische Effekte auf Gelenke durch Mobilisation mit Impuls beschrieben worden sind. Zu diesen Fragen gehört, inwiefern die beschriebenen Effekte spezifisch («bottom-up») durch das biomechanische Ereignis der Mobilisation mit Impuls ausgelöst werden und inwiefern die biomechanischen Effekte mit der klinischen Effektivität in Zusammenhang stehen.

Neben biomechanischen Effekten führt eine Mobilisation mit Impuls auch zu neurophysiologischen Ereignissen, die zur klinischen Effektivität beitragen könnten. Vor über 20 Jahren ist in anästhesierten Katzen gezeigt worden, dass auf die Wirbelsäule ausgeübte Kräfte, die der Mobilisation mit Impuls gleichen, die Entladungsfrequenz von propriozeptiven Afferenzen erhöhen^{16,17}. Es wird angenommen, dass diese A β -Fasern konsekutiv über GABAerge Interneurone das sogenannte Wide-Dynamic-Range-Neuron hemmen, was wiederum detonisierende Effekte spinal und supraspinal hat¹². In Ratten ist gezeigt worden, dass Kraftapplikation an den tiefen thorakalen und den lumbalen Dornfortsätzen zu einer Inhibition des sympathischen Outflows führt¹⁸. In einer systematischen Übersichtsarbeit über neurophysiologische Effekte von Mobilisation mit Impuls im Menschen stellten sich interessanterweise Effekte auf das autonome Nervensystem als vergleichsweise konsistent heraus¹⁹. Um ein gewisses Muster allerdings bzgl. der Richtung der Effekte auf das autonome Nervensystem zu erkennen, war es wichtig, zwischen verschiedenen Regionen der Wirbelsäule zu unterscheiden: Studien, die die Mobilisation mit Impuls an der unteren Hals- oder der oberen Brustwirbelsäule (Segmente T1–T4) durchführten, beobachteten eine Zunahme der relativen Sympathikusaktivität. Im Gegensatz dazu zeigte sich bei Mobilisation mit Impuls der oberen Halswirbelsäule eine Verschiebung in Richtung parasympathischer Aktivität. Dieses Muster passt im Übrigen zu der Anatomie des autonomen Nervensystems. Inwiefern diese Ergebnisse im Menschen zu der oben beschriebenen Studie im Rattenmodell passt, ist schwierig zu sagen.

Für den Übersichtsartikel fand sich nur eine Humanstudie, die lumbale Mobilisation mit Impuls verwendete und Effekte auf das autonome Nervensystem mass. Die Ergebnisse waren konträr zu der Tierstudie, allerdings bestehen natürlich zahlreiche methodologische Unterschiede zwischen diesen Studien. Nichtsdestotrotz scheinen die Ergebnisse des Übersichtsartikels vielversprechend: Sollte der Ort an der Wirbelsäule, an dem die Mobilisation mit Impuls durchgeführt wird, in der Tat einen Einfluss darauf haben, ob es zu einer Verschiebung in Richtung erhöhten Sympathiko- oder Parasympathikotonus kommt, spricht das dafür, dass es Effekte gibt, die über unspezifische «Top-down» Effekte hinaus gehen. Allerdings gilt festzuhalten, dass keine der in der Übersichtsarbeit eingeschlossenen Studien (18

gesamthaft) die untersuchten neurophysiologischen Effekte mit der klinischen Effektivität in Verbindung gebracht hat.

Manualtherapeutische Berufsgruppen

Zu den manuell tätigen Berufen gehören von medizinischer Seite die Chiropraktik sowie ÄrztInnen mit dem Interdisziplinären Schwerpunkt der Manuellen Medizin als berufsbegleitende Zusatzausbildung. Daneben wenden auch weitere Disziplinen wie Osteopathie und Physiotherapie manualtherapeutische Techniken an.

Ein Unterschied zwischen der Chiropraktik und der manuellen Medizin liegt in der Ausbildung. ChiropraktorInnen beginnen bereits mit Beginn des Studiums, welches aktuell in der Schweiz nur an der Universität Zürich möglich ist, sich auf den Bewegungsapparat zu spezialisieren. Neben dem Humanmedizinischen Studium in den ersten 4 Jahren werden im Rahmen eines Mantelstudiums chiropraktische Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt. In den letzten zwei Studienjahren ist das Studium dann auf spezifische Inhalte der Chiropraktischen Medizin ausgerichtet.

Ärzte, die die Zusatzausbildung in Manueller Medizin absolvieren, haben verschiedene Facharztausbildungen. Den grössten Anteil machen FachärztInnen der Allgemeinen Inneren Medizin aus, neben Physikalischen und Rehabilitativen MedizinerInnen, RheumatologInnen und weniger häufig NeurologInnen, GynäkologInnen, AnästhesistInnen/SchmerztherapeutInnen.

Der Tätigkeitsbereich manualmedizinisch tätiger ÄrztInnen umfasst also in der Regel ein grösseres Spektrum als «nur» die Behandlung des Bewegungsapparates. Wobei das Ausmass der manualmedizinischen Tätigkeit von Arzt/Ärztin zu Arzt/Ärztin variiert. Ein Vorteil der Chiropraktik liegt in der Häufigkeit der Anwendung der Techniken, einer damit verbundenen Weiterentwicklung manueller Fähigkeiten sowie ein grosses Repertoire an Techniken. Dies erlaubt ChiropraktorInnen, Patientengruppen zu behandeln, die von manualmedizinisch tätigen ÄrztInnen weniger häufig betreut werden, wie beispielsweise PatientInnen mit Radikulopathien. Bei der lediglich diagnostischen Anwendung bietet sich eine enge ergänzende Zusammenarbeit mit der ManualmedizinerInnen mit den Kollegen der Chiropraktik an.

Eine grosse Gemeinsamkeit von ManualmedizinerInnen und ChiropraktorInnen ist, dass in beiden Berufsgruppen eine möglichst präzise klinische Diagnostik von enormer Wichtigkeit ist, um eine genaue Fragestellung an eine allenfalls notwendige Bildgebung zu richten und möglichst präzise (segmentspezifisch) behandeln zu können.

Für wen?

PatientInnen mit Rückenschmerzen, die von einer manualtherapeutischen Behandlung profitieren, sind insbesondere PatientInnen mit so genannten Funktionsstörungen – auch Dysfunktionen genannt, welche auf Grund von «Fehlhaltungen», «Belastungshaltungen» oder «Belastungsaktivitäten» entstehen. Eine Bewegungssegment – Dysfunktion kann auch als reversible artikulare Funktionsstörung im Bereich der Wirbelsäulengelenke und damit assoziierten Veränderungen der zugehörigen Weichteilstrukturen definiert werden.

Klinische Bilder einer Dysfunktion im Bereich der Lendenwirbelsäule und des Beckens können ein lumbospondylogenes Schmerzsyndrom, eine Lumboschialgie, eine Lumbago oder auch eine Problematik im Bereich des Iliosakralgelenkes sein.

Fallbeispiel:

Herr M. (43 Jahre alt) stellt sich in der Sprechstunde vor. Vor zwei Tagen habe er einen schweren Blumentopf auf den Balkon getragen. Dabei habe er plötzlich einen stechenden Schmerz im unteren Rücken auf der rechten Seite verspürt. Er habe, nachdem der initiale Schmerz nachgelassen hat, noch den Balkon für den Frühling parat machen können. Gegen Abend und auch in der Nacht sei es dann zu zunehmenden lokalen Schmerzen im unteren Rücken ohne Ausstrahlung gekommen. Eine ähnliche Episode habe er vor zwei Jahren bereits einmal gehabt. Sonst habe er regelmässig, wenn er länger stehen müsse, leichte Schmerzen im unteren Rücken. Diese seien aber gut zu ertragen.

Diagnostisch wird neben einer klassischen Anamnese und körperlichen Untersuchung von ChiropraktorInnen oder ManualmedizinerInnen insbesondere eine segmentale Untersuchung durchgeführt, um die Bewegungssegment-Dysfunktion zu lokalisieren und die im Vordergrund stehende Struktur (bspw. Bandscheibenfach vs. Facettengelenk) zu identifizieren. Gekennzeichnet ist die Dysfunktion durch eine artikulare Hyper- oder Hypomobilität, eine seg-

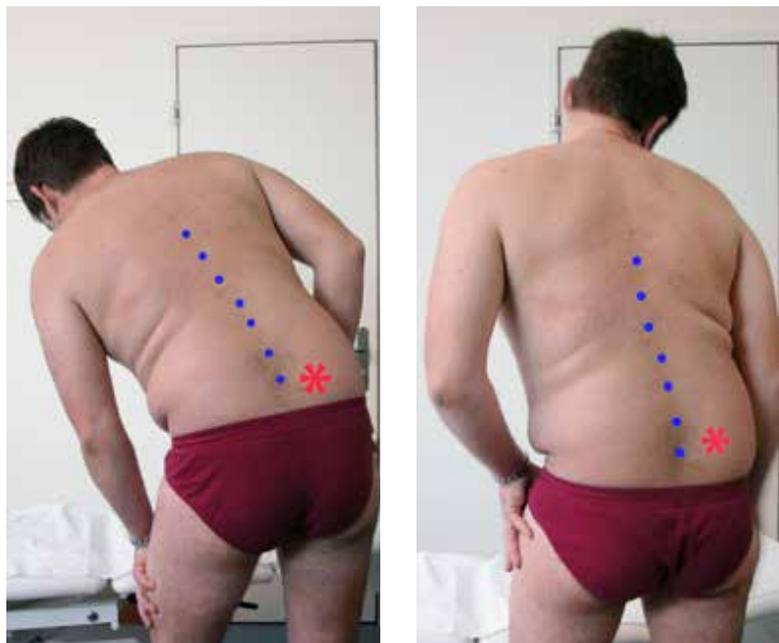


Abb. 2: Untersuchung der globalen Wirbelsäulenbeweglichkeit (Schmerzpunkt rot markiert) (Abb. aus Böhni U. et al. Manuelle Medizin 1 Fehlfunktion und Schmerz am Bewegungsorgan verstehen und behandeln. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2015 mit freundlicher Genehmigung).



Abb. 3: Passive Provokation am Bewegungssegment durch seitlich versetzten Kontakt am Dornfortsatz p.a. mit Rotationskomponente (Abb. aus Böhni U. et al. Manuelle Medizin 2 Diagnostische und therapeutische Techniken praktisch anwenden. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2020 mit freundlicher Genehmigung).

mentale Irritation (myofasziale Veränderung) und einen lokalen Provokationsschmerz. Wichtig ist hier, neben eingeschränkten und schmerzhaften Bewegungsrichtungen auch so genannte freie Bewegungsrichtungen zu identifizieren, da bei ungerichtetem Bewegungsschmerz auch strukturelle Pathologien vorliegen können, welche nicht für eine manualtherapeutische/chiropraktische Behandlung qualifizieren. Der Behandlungserfolg ist in erster Linie abhängig von der vorgängig exakt und korrekt durchgeführten muskuloskelettalen manualmedizinischen Funktionsanalyse.

Bereits in der globalen Untersuchung fällt auf, dass Herr M. beim Vorbeugen einen Shift nach links hat.

Diese Position bringt dem Patienten eine Erleichterung, beim Quadrantentest nach rechts (Lateralflexion nach rechts, Rotation nach rechts und Extension) nehmen die Schmerzen aber deutlich zu (Abb. 2). In der segmentalen Untersuchung zeigt sich eine hypomobile Dysfunktion auf Höhe L4/5 rechts.

In der weiteren Funktionsuntersuchung werden andere mögliche Nozigenatoren gesucht, welche myofaszial oder neuromeningeal liegen können



Abb. 4 und 5: Neurodynamische Provokation der Nervenwurzeln (L4), L5 und S1 mittels Lasègue Test, kombiniert mit Bragard (Abb. 4), und Slump Test (Abb. 5) (Abb. aus Böhni U. et al. Manuelle Medizin 2 Diagnostische und therapeutische Techniken praktisch anwenden. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2020 mit freundlicher Genehmigung).

(Abb. 3). Zu der Beurteilung gehört auch die Analyse der muskulären Stabilisierungsfunktion und die Berücksichtigung von zentralen Faktoren wie peripherer Sensibilisierung, zentraler Sensibilisierung, psychosozialen Faktoren oder psychiatrischen Begleitdiagnosen.

Herr M. hat keine Hinweise auf sensomotorische Ausfälle: Kraft, Sensibilität und Reflexe sind seiten-gleich. Lasègue und Slump-Test sind negativ (Abb. 4 und 5). Es finden sich allerdings deutliche Triggerpunkte im M. quadratus lumborum rechtsbetont sowie auch gluteal rechtsbetont jeweils mit Auslösung eines dem Patienten bekannten Schmerzes (Abb. 6).

In der therapeutischen Hierarchie steht die Schmerztherapie an erster Stelle. Ziel ist, die Dysfunktionen (muskuläre und artikuläre) zu beseitigen.

Herr M. wird in Seitenlage mit einer chiropraktischen/manualtherapeutischen Mobilisationsbehandlung mit Impuls (Manipulation) behandelt (Abb. 7). Ausserdem werden einige der myofaszialen Triggerpunkte manuell behandelt. Des Weiteren wird Herrn M. ein NSAR zur adäquaten Analgesie verordnet und er erhält Instruktionen für eine entlastende Stufenbettlagerung und Selbst-Mobilisation (Abb. 8). Herr M. wird ermutigt, in Bewegung zu bleiben und regelmässig spazieren zu gehen.

Eine Verlaufskontrolle ist nach drei Tagen geplant. Mit dem Patienten wird eine sofortige Wiedervorstellung bei Auftreten von motorischen oder sensiblen Einschränkungen oder deutlicher Zunahme der Schmerzen vereinbart.

Im Verlauf werden die muskulären Dysbalancen aktiv angegangen, die Koordination und Stabilisierungsfähigkeit des Patienten trainiert und Eigenaktivität gefördert.

Schon seit einiger Zeit wollte Herr H. gerne wieder mit einer sportlichen Aktivität beginnen. Durch seinen beruflichen und privaten Alltag war er aber zeitlich stark limitiert. Es wird zunächst eine aktive physiotherapeutische Behandlung zur Verbesserung der Haltung und Rumpfstabilität durchgeführt. Im Anschluss wird der Patient im Rahmen einer Medizinischen Trainingstherapie wieder in ein reguläres Training integriert.



Abb. 6: Palpation M. Quadratus lumborum in Seitenlage (Streckung des tischfernen Beines, evtl. mit Unterlagerung der LWS) (Abb. aus Böhni U. et al. Manuelle Medizin 2 Diagnostische und therapeutische Techniken praktisch anwenden. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2020 mit freundlicher Genehmigung).



Abb. 7: Segmentale Mobilisation (in segmentaler Verriegelung) (Abb. aus Böhni U. et al. Manuelle Medizin 2 Diagnostische und therapeutische Techniken praktisch anwenden. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2020 mit freundlicher Genehmigung).

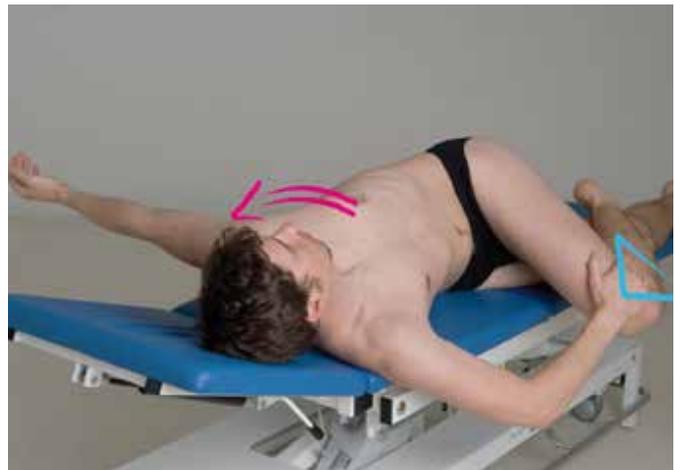


Abb. 8: Aktive Mobilisation als neuromuskuläre Technik durch konzentrische Anspannung der Rumpf- / und Schultermuskulatur in Richtung Rotation zur Gegenseite (Abb. aus Böhni U. et al. Manuelle Medizin 2 Diagnostische und therapeutische Techniken praktisch anwenden. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2020 mit freundlicher Genehmigung).

Zusammenfassung:

Manuelle Behandlungsverfahren stellen eine schonende und sichere Behandlungsmethode für PatientInnen mit lumbalen Rückenschmerzen dar. Die Evidenzlage bezüglich der Wirksamkeit ist mittlerweile breit abgestützt. Das hat dazu geführt, dass nationale und internationale Leitlinien manualtherapeutische Behandlungen für das Management von akuten und chronischen lumbalen Rückenschmerzen empfehlen. Dem gegenüber zeigen sich im Bereich der Wirkmechanismen manualtherapeutischer Behandlungsverfahren noch einige Fragezeichen und weitere hochqualitative Studien sind hier von Nöten.

Ob ChiropraktorIn, ManualmedizinerIn, OsteopathIn oder PhysiotherapeutIn – wichtig ist, dass man sich in geübte Hände begibt. Der nachhaltige Behandlungserfolg liegt in erster Linie in der Kombination manueller Therapie mit Beratung, Aufklärung, adäquater Analgesie und nicht zuletzt der körperlichen Aktivität mit Verbesserung von Stabilisierungs- und Bewegungskontrollfunktionen.

Referenzen

1. Wong, J.J., et al., Clinical practice guidelines for the noninvasive management of low back pain: A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Eur J Pain*, 2017. 21(2): p. 201–216.
2. George, S.Z., et al., Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2021. 51(11): p. CPG1–CPG60.
3. Rubinstein, S.M., et al., Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the treatment of chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*, 2019. 364: p. l689.
4. Walker, B.F., et al., Outcomes of usual chiropractic. The OUCH randomized controlled trial of adverse events. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013. 38(20): p. 1723–9.
5. Licciardone, J.C., et al., Osteopathic manual treatment and ultrasound therapy for chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Ann Fam Med*, 2013. 11(2): p. 122–9.
6. Humphreys, B.K., et al., Are Swiss chiropractors different than other chiropractors? Results of the job analysis survey 2009. *J Manipulative Physiol Ther*, 2010. 33(7): p. 519–35.
7. Evans, D.W., Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: previous theories. *J Manipulative Physiol Ther*, 2002. 25(4): p. 251–62.
8. Herzog, W., The biomechanics of spinal manipulation. *J Bodyw Mov Ther*, 2010. 14(3): p. 280–6.
9. Triano, J.J., Biomechanics of spinal manipulative therapy. *Spine J*, 2001. 1(2): p. 121–30.
10. Triano, J.J., M. Descarreaux, and C. Dugas, Biomechanics-review of

Referenzen auf: rheuma-schweiz.ch/fachzeitschrift