

CT-gesteuerte lumbale Schmerztherapie – Kann die Verteilung des Medikaments den Erfolg der Behandlung voraussagen?

CT-guided Interventional Therapy of Back Pain – Predictors of Success in Treatment

Autoren

Christoph Alexander Stueckle^{1,2,4}, Sarah Talarczyk^{1,4}, Benedikt Hackert³, Martin Wawro⁴, Patrick Haage², Ulrich Weger³

Institute

- 1 University Witten/Herdecke, Faculty of Health, Witten, Germany
- 2 Diagnostic and Interventional Radiology, HELIOS University Hospital Wuppertal, University Witten/Herdecke, Germany
- 3 Department of Psychology/ Psychotherapy, University Witten/Herdecke, Germany
- 4 Medical Center MVZ Professor Uhlenbrock & Partner GmbH, Dortmund, Germany

Key words

periradicular pain therapy, back pain, CT guided intervention, pain therapy, spine

eingereicht 01.02.2020

akzeptiert 11.04.2020

online publiziert 16.07.2020

Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2021; 193: 42–48

DOI 10.1055/a-1161-9358

ISSN 1438-9029

© 2020. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Dr. Christoph Alexander Stueckle
Fakultät für Gesundheit
Universität Witten/Herdecke
MVZ Prof. Uhlenbrock, Glückaufstraße 10,
44575 Castrop-Rauxel, Germany
Tel.: +49 231/94 33 14 13
c.stueckle@mvz-uhlenbrock.de

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel Die vorliegende Arbeit untersucht, ob über die Verteilung des Medikamenten-Kontrastmittel-Gemisches im Rahmen der CT-gesteuerten periradikulären Therapie eine Aussage über den zu erwartenden Erfolg getroffen werden kann.

Material und Methode Über einen Zeitraum von 15 Monaten wurden konsekutiv insgesamt 97 Patienten untersucht, die vom Schmerztherapeuten zur CT-gesteuerten periradiku-

lären Therapie überwiesen worden sind. Insgesamt konnten wir 420 CT-gesteuerte Interventionen einschließen. Wir haben die relative Verteilung des Medikamentengemisches in Korrelation zum Neuroforamen mit dem Schmerzscore des Patienten im Verlauf korreliert. Zudem wurde überprüft, ob es eine Abhängigkeit des Behandlungserfolgs vom behandelnden Arzt gibt.

Ergebnisse Die Patienten zeigten insgesamt ein sehr gutes Outcome: 90 % der mittels CT-gesteuerter periradikulärer Therapie behandelten Patienten zeigten eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik. 10 % zeigten keine Verbesserung durch die CT-gestützte Intervention. Im Durchschnitt verbesserte sich der Schmerzscore von 7,4 (2–10) vor der Intervention auf 3,7 (0–9) am Ende der Therapie. Es zeigte sich eine negative Korrelation von $-0,22$ ($p < 0,028$) zwischen der Schmerzreduktion und der Nähe des Medikamentengemisches zum Neuroforamen. Zudem zeigten unsere Daten eine Abhängigkeit des Outcomes vom behandelnden Arzt ($p < 0,0084$).

Schlussfolgerungen Die CT-gesteuerte periradikuläre Therapie führt in den meisten Fällen zu einer guten Schmerzreduktion. Neben einer guten Platzierung des Medikamentengemisches in der Nähe der affizierten Nervenwurzel scheint auch der ausführende Arzt eine Rolle beim Outcome für den Patienten zu spielen.

Kernaussagen:

- Die CT-gesteuerte periradikuläre Therapie zeigt bei 90 % der behandelten Patienten eine gute oder sehr gute Besserung der Beschwerdesymptomatik.
- Der behandelnde Radiologe ist neben der technischen Durchführung ein wichtiger, den Erfolg mitbestimmender Parameter.
- Der Erfolg der CT-gesteuerten Behandlung ist nur mäßig mit einer absoluten Verteilung des Medikamentengemisches korreliert.

Zitierweise

- Stueckle CA, Talarczyk S, Hackert B et al. CT-guided Interventional Therapy of Back Pain – Predictors of Success in Treatment. Fortschr Röntgenstr 2021; 193: 42–48

ABSTRACT

Purpose The aim of the presented study was to investigate if distribution of the drug-contrast medium mixture in CT-guided periradicular therapy can predict intervention success.

Materials and Methods Over a 15-month period, 97 patients admitted to our institution by a pain physician for CT-guided periradicular therapy were treated. In 420 CT-guided interventions, we measured the relative distribution of the drug mixture in relationship to the neuroforamen. The distribution was correlated to the patient's pain score over time. In addition, dependence of success in treatment with regards to the treating physician was evaluated.

Results Ninety percent of the patients experienced a decrease of pain score under therapy, only 10% showed no change. On average there was an improvement in pain score from 7.4 (2–10) before therapy to 3.7 (0–9) at the end of therapy. We observed a weak correlation of -0.22 ($p < 0.028$) between distribution of drug mixture to the neuroforamen and reduction of pain score. The therapy outcome displayed a dependency regarding the treating physician ($p < 0.0084$).

Conclusion CT-guided periradicular therapy offers good pain reduction in most of the patients. Drug distribution near the affected nerve and treating physician are factors for clinical success.

Einleitung

Rückenschmerz ist eines der häufigsten klinischen und ökonomischen Probleme der Industrieländer mit einer Lebenszeitprävalenz von 20 bis 40% [1, 2]. Rückenschmerz führt zu Arbeitsunfähigkeit sowie zahlreichen verschiedenen Therapien und Therapieversuchen. Außerdem verursacht er enorme Kosten im Gesundheitswesen und in der Wirtschaft durch Ausfall der Arbeitskräfte [2, 3]. Untersuchungen geben die Kosten infolge von Rückenschmerzen mit 3–10% des Bruttoinlandsprodukts an [4]. Die Kosten verteilen sich etwa in gleichen Teilen auf direkte Kosten für das Gesundheitssystem und indirekte Kosten für die anderen Leistungsträger wie Renten- und Sozialkassen [4].

Rückenschmerz vergeht häufig spontan – verschiedene Untersuchungen zeigen, dass bei 23–48% der Patienten mit Bandscheiben-bedingtem Rückenschmerz der Schmerz spontan und ohne Therapie nach 6 bis 8 Wochen verschwindet. Allerdings wird gleichzeitig eine Wahrscheinlichkeit des Wiederauftretens der Beschwerden innerhalb 1 Jahres mit 24–80% angegeben [1, 5–7]. Es stehen sehr viele Therapieformen zur Verfügung, die in ganz unterschiedlicher Ausprägung und häufig auch in Abhängigkeit vom behandelnden Arzt eingesetzt werden. Auf der einen Seite die konservativen Maßnahmen in Form von Physiotherapie, pharmakologischer Therapie und Akkupunktur, CT- und durchleuchtungsgesteuerten interventionellen Eingriffen, psychotherapeutischen und verhaltenstherapeutischen Ansätzen; auf der anderen Seite – bei Versagen der konservativen Therapieformen – verschiedene operative Verfahren [3, 6].

In den vergangenen Jahren zeigte sowohl bei diskogenen als auch bei ossär-diskogen-bedingten Rückenschmerzen die CT-gesteuerte Therapie gute Ergebnisse bei insgesamt sehr wenigen Nebenwirkungen [7–9]. Verschiedene Studien berichten eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik nach CT-gesteuerter interventioneller Therapie bei 52–75% der Patienten [1, 7, 10].

Die CT-gesteuerte Schmerztherapie kennt – in Abhängigkeit vom Schmerzauslöser – verschiedene Zugangswege: Bei führendem Verschleiß der Facettengelenke wird entsprechend eine Facettengelenktherapie durchgeführt – in diesem Fall ist der Zielpunkt das Gelenk selbst. Bei medialer diskogener Enge des Spinalkanals wird in der Regel eine interlaminäre epidurale Therapie gewählt. Bei neuroforaminaler Einengung – sei es diskogen oder

kombiniert ossär-diskogen – wird eine transforaminale epidurale oder peridurale Therapie bevorzugt [1, 11, 12]. Die CT-gesteuerte periradikuläre Therapie wird unter anderem deshalb gerne eingesetzt, weil sie eine hohe Erfolgsrate (52–90%) bei geringen Nebenwirkungen und geringen Kosten aufweist [12–16].

Dennoch ist aktuell völlig unklar, welche Faktoren letztlich über den Erfolg der CT-gesteuerten interventionellen Schmerztherapie bei spezifischem Rückenschmerz entscheiden. Die veröffentlichten Studien und Metaanalysen zeigen eine große Bandbreite an Ergebnissen sowie der angewandten Interventionsarten und Abwandlungen. Letztlich ist unseres Wissens nach bisher noch nicht untersucht worden, ob der technische Erfolg entscheidend für das Patienten-Outcome ist oder ob neben der guten technischen Durchführung auch noch weitere Faktoren den Behandlungserfolg beeinflussen.

Zielsetzung

Ziel der vorgestellten Arbeit ist es, festzustellen, ob der messbare technische Erfolg der CT-gesteuerten periradikulären Therapie positiv mit einer Reduktion des vertebra-genen Schmerzes korreliert und ob es eine Abhängigkeit vom behandelnden Arzt gibt.

Material und Methode

Die durchgeführte prospektive Studie wurde nach positivem Votum der Ethikkommission der Universität BLINDED im Zeitraum von November 2016 bis Juni 2018 durchgeführt. Eingeschlossen wurden alle Patienten, die von ihrem Schmerztherapeuten zur CT-gesteuerten periradikulären Therapie im Bereich der Lendenwirbelsäule in unser Institut geschickt wurden. Die Patienten wurden vor Einschluss in die Studie ausführlich über Sinn und Nutzen der Untersuchung aufgeklärt und gaben jeweils ihr schriftliches Einverständnis. Eingeschlossen wurden lediglich Patienten mit einer Bildgebung, die nicht älter als 6 Wochen war und in der eine eindeutige und zu den Beschwerden passende morphologische Veränderung nachzuweisen war. Eingeschlossen wurden ausschließlich volljährige Patienten, bei denen in 61% der Fälle eine diskogene Nervenwurzelaffektion vorlag, in 3% eine ausschließlich ossäre Nervenwurzelaffektion und in 36% eine Kombi-

nation von beidem. Bei den Patienten mit einer diskogenen Nervenwurzelaffektion lag in 59 % der Fälle ein unmittelbarer Kontakt zwischen dem hernierten Diskusanteil und Nerv vor sowie in 41 % eine Verlagerung bzw. Deformierung des Nervs infolge des Kontakts zum hernierten Diskus. Bei den Patienten mit einer kombinierten ossären-diskogenen Stenose war die Verteilung entsprechend 34 % mit unmittelbarem Kontakt zur Nervenwurzel und in 66 % eine Verlagerung bzw. Deformierung, bei den Fällen mit ausschließlich ossärer Einengung 54 % und 46 %. In Zusammenarbeit mit den zuweisenden schmerztherapeutischen Kollegen wurde der bildmorphologische Befund eindeutig mit der Klinik in Bezug auf das sensible Dermatom und den Kennmuskel identifiziert, ggf. bei multisegmentaler Symptomatik mittels probatorischer Infiltration das Hauptsegment identifiziert, das dann als einziger zu bewertender Schmerzpunkt in die Arbeit eingeflossen ist.

Patienten, die während der CT-gesteuerten periradikulären Therapie (PRT) gleichzeitig noch eine weitere Behandlung durch einen anderen Arzt erhalten haben, wurden nicht in die Studie aufgenommen. Im Beobachtungszeitraum erfüllten 97 von insgesamt 718 Patienten die Einschlusskriterien und waren bereit, an der Studie teilzunehmen. Insgesamt 429 CT-gesteuerte Interventionen konnten ausgewertet und 858 Patientenbefragungen geführt werden. 53 weibliche und 44 männliche Patienten mit einem Durchschnittsalter von 56,9 Jahren (Spannweite: 25 bis 83 Jahre) nahmen an der Untersuchung teil.

Mindestens 24 Stunden vor der Durchführung der CT-gesteuerten Intervention wurde jeder Patient ausführlich von einem Radiologen aufgeklärt. Im Rahmen des Aufklärungsgesprächs wurden insbesondere die Intervention, die Risiken sowie der erwartete Nutzen erläutert und erklärt.

An den Tagen der CT-gesteuerten periradikulären Therapie wurden die Patienten vor dem Eingriff durch einen Psychologen hinsichtlich ihrer aktuellen Schmerzen befragt. Im Rahmen dieser Interviews wurde auf einer visuellen, analogen Schmerzskala der aktuelle Schmerz abgefragt. Die präsentierte Schmerzskala erstreckte sich von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz). Um sicherzustellen, dass ein adäquates Antizipieren der Schmerzskala vorlag, hat der wissenschaftliche Mitarbeiter die Schmerzskala erläutert: 0: „Es geht Ihnen super, kein Schmerz trübt Ihr Wohlbefinden, Sie fühlen sich wie neugeboren.“ 10: „Maximaler Schmerz, so als ob Sie ein Messer im Rücken stecken haben, das bewegt wird, schlimmer geht es nicht.“

Im Rahmen der Interventionen wurden die Patienten auf dem Bauch gelagert. Die Intervention wurde an einem kurzen, lateralen Topogramm auf Höhe der zuvor bekannten Interventionshöhe geplant und eine CT-Schicht oder kurze Spirale zur Planung der Intervention durchgeführt. Nach sorgfältiger lokaler Desinfektion, steriler Vorbereitung und Markierung der Punktionsstelle wurde unter CT-Kontrolle in Low-dose-Technik unter Einsatz von CareDose 4D die Intervention durchgeführt. Nach Maßgabe des durchführenden Radiologen wurde die Nadelposition während der Intervention überprüft und die Verteilung des Medikamentengemisches dokumentiert. Die Interventionen wurden entweder an einem Siemens Emotion 6 oder an einem Siemens Definition 64 durchgeführt.

In Abhängigkeit von der körperlichen Fülle des Patienten wurde eine 22G-Nadel mit einer Länge von 90 mm oder 120 mm

benutzt (Becton Dickinson SA, S. Agustin del Gualdix, Spain). Zur lokalen Anästhesie wurde 2 % Meaverin verwendet (Meaverin 2 %, Puren Pharma, Munich, Germany). Als Kontrastmittel zur Dokumentation der Verteilung des Medikamentengemisches wurde Iohexol (Accupaque 240, GE Healthcare, Munich, Germany) benutzt, als Kortikoid wurden 20 mg Triamcinolon verabreicht (Volon A, 2-mal 10 mg, Dermapharm AG, Gruenwald, Germany). Nach erfolgreicher Intervention verbrachten die Patienten zwischen 30 und 60 Minuten in unserem Institut, um akute Nebenwirkungen der Therapie auszuschließen. Nach der Intervention wurden die Patienten erneut kurz vom durchführenden Arzt gesehen, um sicherzustellen, dass keine Nebenwirkungen aufgetreten sind, und um den Patienten nach Hause zu verabschieden.

Das Zeitfenster zwischen den einzelnen PRT-Behandlungen betrug im Durchschnitt 5 Tage (Spannbreite: 1 bis 14 Tage). Vor jeder neuen PRT-Untersuchung wurde der Patient von einem Psychologen hinsichtlich der aktuellen Schmerzsituation und Befindlichkeit interviewt. Auch im Rahmen dieser Untersuchung wurde der aktuelle Schmerzscore wieder auf der 10-teiligen visuellen Schmerzskala bestimmt.

Die CT-gesteuerte Intervention wurde nach dem Zufallsprinzip von jeweils 1 von insgesamt 5 Radiologen durchgeführt. In dieser Gruppe befanden sich 2 Ärztinnen und 3 Ärzte. Der erfahrenste Kollege hat insgesamt 18 Jahre, der unerfahrenste 2 Jahre Erfahrung in interventioneller Schmerztherapie.

Jeweils nach der durchgeführten CT-gesteuerten Intervention wurde der Patient erneut vom wissenschaftlichen Mitarbeiter hinsichtlich seiner aktuellen Schmerzsituation befragt. Die Behandlung wurde immer dann beendet, wenn der Patient eine vollständige oder nahezu vollständige Beschwerdebesserung unter Therapie angab (Schmerzscore ≤ 1), wenn 5 Behandlungen durchgeführt worden waren oder wenn der Patient die Behandlung vorzeitig abbrach.

Die Untersuchung vergleicht die Verteilung des Medikamentengemisches um den Zielnerv in Abhängigkeit vom Therapieerfolg. Also: Ist der Erfolg größer, wenn prozentual mehr des Medikamentengemisches in unmittelbarer Nähe lokalisiert ist, als wenn dies nicht der Fall ist?

Anatomisch ist die austretende Nervenwurzel im Bereich der Lendenwirbelsäule in weiten Teilen durch knöcherne Strukturen begrenzt, sodass der zur Verfügung stehende Verteilungsraum stark eingeschränkt ist (► **Abb. 1**). Damit verteilt sich das applizierte Medikamentengemisch in einer nicht voraussagbaren Art und Weise (► **Abb. 1**). Um eine reproduzierbare und verlässliche Aussage über die Verteilung des Medikamentengemisches um die Nervenwurzel zu treffen, haben wir jeweils den Radius bestimmt, in dem mindestens 50 % des Medikamentengemisches lokalisiert sind. Diese Distanz wurde für die Messungen einheitlich als Hauptanteil des Medikamentendepots definiert. Die Analyse wurde durch eine eigene Software (Entwickler: BLINDED) durchgeführt. Sie bestimmt mit einem Segmentierungsalgorithmus nach Markierung des Zielnervs im Neuroforamen die lokale Kontrastmittelverteilung um den Nerv. Der Referenzpunkt für die Software ist jeweils die Mitte des Neuroforamens. Die Ergebnisse wurden jeweils von einem erfahrenen Radiologen (BLINDED) überprüft.



► **Abb. 1** Verteilung des Medikamentengemisches nach CT-gesteuerter periradikulärer Therapie im Segment L2/3. Nur geringe Anteile befinden sich im Neuroforamen bzw. intraspinal, die größten Anteile befinden sich extraforaminal.

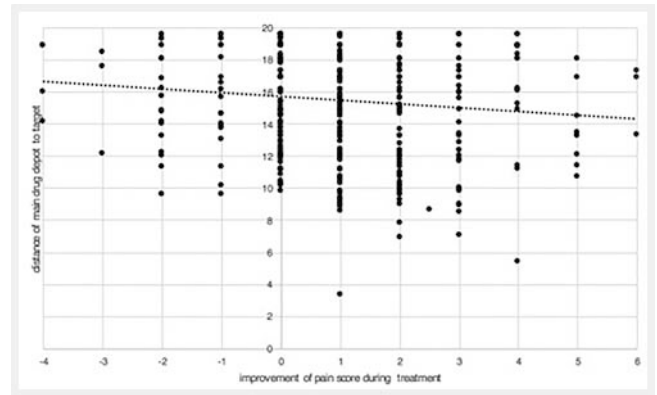
Die Veränderungen des Schmerzscore unter Therapie haben wir in 3 Kategorien eingeteilt: Verringerung um weniger als 0,25 Punkte: kein Erfolg. Reduktion des Schmerzscore zwischen 0,25 und 3,0 Punkten: guter Erfolg. Reduktion des Schmerzscore um mehr als 3,0 Punkte: sehr guter Erfolg. Für den Fall, dass der Patient seinen prätherapeutischen Schmerzscore initial sehr niedrig angegeben hat (<3), haben wir eine Beschwerdefreiheit ebenfalls als sehr guten Erfolg bewertet.

Die statistische Auswertung der erfassten Daten der Untersuchung erfolgte mittels einer in MatLab R2017b (MathWorks, Natick, Massachusetts, USA) erstellten Datenbank.

Ergebnisse

Durchschnittlich wurden pro Patient 4,4 Behandlungen durchgeführt (Spanne: 1 bis 5 Behandlungen) mit einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 5,3 Wochen (Spanne: 1 bis 18 Wochen).

Im Vergleich des Schmerzscore zu Therapiebeginn gegenüber dem Schmerzscore am Therapieende zeigten 90% der Patienten eine Verbesserung. Die meisten Patienten (49%) zeigten eine sehr gute Besserung der Schmerzsymptomatik und 41% eine gute Besserung der Schmerzsymptomatik unter Therapie. Lediglich 8% der behandelten Patienten zeigten keine Besserung der Beschwerdesymptomatik unter Therapie. Bei 2% der Patienten kam es unter Therapie zu einer Verschlechterung der Beschwerdesymptomatik.



► **Abb. 2** Korrelation zwischen Medikamentendepot und Schmerzscore; es zeigt sich eine schwache Korrelation zwischen geringem Abstand des Medikamentendepots und guter Beschwerdebesserung.

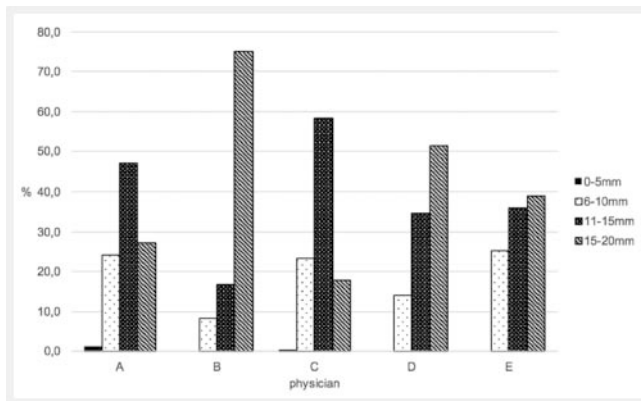
Insgesamt 9 Patienten beendeten die Behandlung vorzeitig: 2 Patienten aufgrund einer Beschwerdeverschlechterung unter Therapie, 3 Patienten aufgrund einer aus ihrer Sicht schon ausreichenden Beschwerdebesserung, 2 Patienten brachen die Behandlung ohne Angabe von Gründen ab, 2 Patienten aufgrund anstehenden Urlaubs.

Im Durchschnitt betrug der Schmerzscore vor Therapie 7,4 (Spanne: 2–10), nach der Therapie 3,7 (Spanne: 0–9).

Es zeigte sich eine schwach-negative Spearman-Rang-Korrelation von $-0,22$ ($p < 0,028$) zwischen der Reduktion des Schmerzscore und der Distanz des Medikamentendepots. Bedeutet: Je mehr des Medikaments sich unmittelbar am Nerv befindet, desto größer ist die Abnahme des Schmerzscore (► **Abb. 2**). In 85% zeigte sich ein unmittelbarer Kontakt zwischen Kontrastmittel und Nervenwurzel, in 15% kein unmittelbarer Kontakt.

Es wurde für jeden der behandelnden Radiologen separat die Verteilung des Medikamentendepots als Distanz zum Zielpunkt dargestellt. Es zeigte sich jeweils eine Verschiebung des maximalen Medikamentendepots zu größeren Distanzen, was anatomisch nachvollziehbar ist, da der intraspinalen und epiduralen Verteilungsraum viel kleiner ist als der extraforaminale. Dennoch zeigte sich zwischen den durchführenden Radiologen eine messbare Differenz (► **Abb. 3**). So war der technisch beste Radiologe in der Gesamtheit seiner durchgeführten Therapien 5% besser bei der Verteilung des Medikamentengemisches als der Durchschnitt, während der technisch schlechteste Radiologe 6,5% schlechter bei der Verteilung des Medikamentengemisches war als der Durchschnitt. Insgesamt waren die Abweichungen der Verteilung des Medikamentendepots zueinander sehr gering ausgeprägt mit einer Spanne der Verteilung von 14,6 bis 17,5 mm.

Bezieht man den Erfolg der Intervention, gemessen als Reduktion des Schmerzscore, in die Betrachtung mit ein, zeigte sich, dass Arzt E mit einer Schmerzreduktion von 1,3 Punkten pro Intervention der erfolgreichste Arzt war, wohingegen Arzt D mit einer Schmerzreduktion von 0,6 Punkten der am wenigsten erfolgreiche Arzt war (► **Abb. 4**). Die erreichte Schmerzreduktion von Arzt A und Arzt B war mit 0,8 identisch, während technisch Arzt A ein deutlich besseres Ergebnis lieferte als Arzt B. Arzt D zeigte von der



► **Abb. 3** Durchschnittliche Distanz des Medikamentendepots vom Neuroforamen aufgeteilt nach behandelndem Arzt.

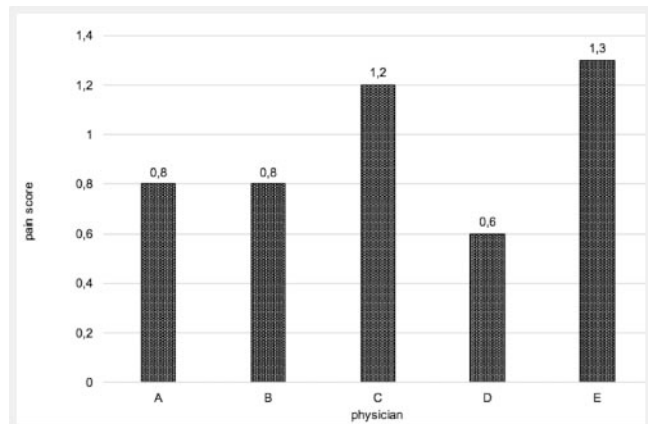
Schmerzverbesserung die schlechtesten Werte mit einer durchschnittlichen Schmerzreduktion von 0,6 Punkten pro Behandlung, obwohl der technische Erfolg sogar etwas besser als bei Arzt B war.

Das Verteilungsmuster des Medikamentendepots war bei Arzt A und Arzt E relativ ähnlich ausgeprägt, die Abweichung betrug lediglich 3 %, die Reduktion des Schmerzscores war aber bei Arzt E um 63 % höher als bei Arzt A (0,8 vs. 1,3). Der technisch beste Arzt C erreichte trotzdem nicht ganz das Niveau des Arztes E, der den besten Erfolg pro Eingriff aufwies. Arzt A und Arzt B zeigten mit einer durchschnittlichen Verbesserung des Schmerzscores pro Intervention von 0,8 exakt den gleichen Wert, obwohl technisch Arzt B eine um 17 % größere Distanz des Medikamentendepots zum Zielpunkt aufwies als Arzt A (► **Abb. 4, 5**) (► **Tab. 1**). Es ließ sich keine signifikante Korrelation zwischen der absoluten Nadellage und der zu erwartenden Verteilung des Medikamentengemisches zeigen ($c = -0,068$; $p < 0,0084$). Es zeigte sich keine Korrelation zwischen der Erfahrung des Radiologen und dem Erfolg der Therapie.

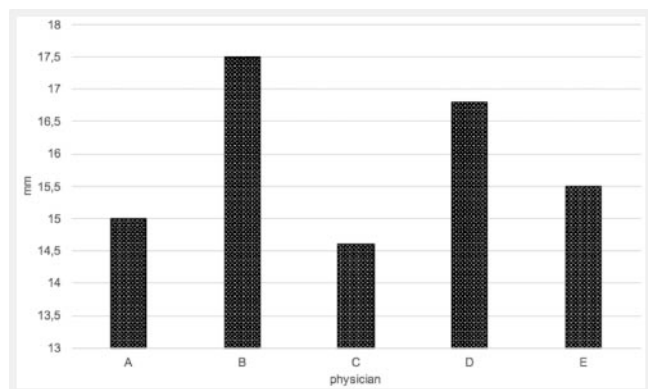
Um zu überprüfen, ob es eine Abhängigkeit zwischen Therapie-Outcome und dem behandelnden Radiologen gab, führten wir einen exakten Fischer-Test durch, in dem wir zunächst analysierten, ob es einen Zusammenhang zwischen genereller Beschwerdebesserung – gute oder sehr gute Besserung – und dem behandelnden Arzt gab; gefolgt vom gleichen Test, in dem überprüft wurde, ob es einen Zusammenhang zwischen einer sehr guten Besserung und dem behandelnden Arzt gab. Als Nullhypothese wurde angenommen, dass es keine Abhängigkeit vom behandelnden Arzt gibt. In beiden Fällen wurde die Null-Hypothese zurückgewiesen, mit einem $p < 0,0084$ im Falle einer generellen Verbesserung (gut oder sehr gut) und mit einem $p < 0,034$ für eine sehr gute Verbesserung unter Behandlung. Diese Beobachtung zeigt, dass neben dem technischen Erfolg der durchführende Arzt eine in Teilen therapieentscheidende Rolle spielt – sei es als Person, durch sein Verhalten oder als wirksame Kombination aus beidem.

Die zu messende Schmerzreduktion durch die Therapie zeigte keinen nachweisbaren Unterschied im zeitlichen Verlauf.

Als therapienormale Nebenwirkungen klagten 32 % der behandelten Patienten über eine leichte muskuläre Taubheit im entsprechenden Kennmuskel, in 9 % wurde eine mittelgradige Taubheit beklagt. Alle Patienten konnten dennoch nach der Behandlung in die häusliche Umgebung zurückkehren.



► **Abb. 4** Durchschnittliche Verbesserung des Schmerzscores pro Sitzung aufgeteilt nach behandelndem Arzt.



► **Abb. 5** Durchschnittliche Distanz des Medikamentendepots in Abhängigkeit vom behandelnden Arzt.

Bei 1 Patienten kam es unmittelbar nach der periradikulären Therapie beim Verlassen des CT-Tisches zu einem synkopalen Ereignis infolge eines Hypotonus. Nach einer Infusionstherapie und vorübergehender Verbringung in die horizontale Lage ging es auch diesem Patienten wieder vollständig gut und auch er konnte nach Hause entlassen werden. Ernsthafte Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet.

Diskussion

Die von uns durchgeführte Untersuchung zeigte übereinstimmend zur Literatur eine sehr gute Wirksamkeit der CT-gesteuerten periradikulären Therapie [17–19].

Insgesamt konnte bei 90 % der von uns untersuchten Patienten eine wirksame Schmerzreduktion unter Therapie nachgewiesen werden, bei 49 % der Patienten konnte eine sehr gute Beschwerdebesserung unter Therapie erreicht werden, bei 41 % der Patienten eine gute Beschwerdebesserung. Vergleichbar hierzu zeigte eine Untersuchung von Vad et al. eine gute Beschwerdebesserung bei 84 % der Patienten, die mittels transforaminaler Therapie behandelt wurden [20]. Thomas et al. zeigten in ihrer Untersuchung ein besseres Outcome bei Rückenschmerzpatienten, wenn

► **Tab. 1** Vergleich der erzielten Schmerzreduktion und Lage/Verteilung des Medikamentengemisches absolut und relativ zum Mittelwert sowie zum besten Wert.

	Schmerzscore	Reduktion		Distanz	Medikamenten-	Gemisch
Arzt	Absolut pro Sitzung	% im Vgl. zum besten Arzt	% im Vgl. zum Mittelwert aller Ärzte	in mm	% im Vgl. zum besten Arzt	% im Vgl. zum Mittelwert aller Ärzte
A	0,8	-38,5	17,5	15	2,7	5,6
B	0,8	-38,5	17,5	17,5	19,9	-9,5
C	1,2	-7,7	-21,7	14,6	0	8,5
D	0,6	-53,8	56,7	16,8	15,1	-5,7
E	1,3	0	-27,7	15,3	4,8	3,5
Bester Wert	1,3			14,6		
Mittelwert	0,9			15,8		

sie mittels transforaminaler Therapie behandelt wurden, als wenn die Medikamentenapplikation intraspinal-epidural erfolgte [17]. Das Outcome war sowohl im kurzzeitigen wie auch im langfristigen Vergleich besser für die transforaminal behandelten Patienten [17]. Eine weitere Untersuchung von Yang et al. zeigte, dass es in ihrem Patientenkollektiv bei 63 % der Untersuchten möglich war, durch die transforaminale Therapie eine anstehende Operation zu vermeiden, und dies im langfristigen Verlauf über 24 Monate [18].

Ein gemeinsames Problem der Studien zum Thema Rückenschmerz ist die unterschiedliche Wahrnehmung und Bewertung von Schmerz. Trotz einer erläuterten und definierten Schmerzskala bewertet selbst dasselbe Individuum den vermeintlich gleichen Schmerz unterschiedlich in Abhängigkeit von inneren und äußeren Einflussfaktoren [21]. Zudem bestehen Unterschiede in der Schmerzwahrnehmung auch in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, ethnischer Herkunft und in Abhängigkeit von schon gemachten Schmerzerfahrungen [22, 23]. In unserem Studiendesign war kein langfristiger Verlauf vorgesehen, von daher können wir mit unseren Daten nur den kurzfristigen Erfolg beurteilen. Studienpatienten, die wir im Rahmen anderer Untersuchungen im Verlauf wiedergesehen haben, berichteten von einer anhaltenden Beschwerdebesserung. Diese Einzelberichte sind aber letztlich nicht abschließend zu bewerten.

Übereinstimmend zu den oben genannten Untersuchungen waren in unserem Patientengut keine ernsthaften Nebenwirkungen der Therapie zu beobachten, sodass übereinstimmend zur Literatur festgehalten werden kann, dass das Verfahren wirksam und gleichzeitig nebenwirkungsarm ist. Die bei uns erreichten Erfolgsraten sind im Vergleich zur Literatur besser. Dies kann durch das im Laufe der letzten Jahre veränderte Zuweisungssystem in Deutschland bedingt sein. Die Patienten wurden ausschließlich nach vorheriger Konsultation eines Schmerztherapeuten zur Therapie überwiesen. Dadurch kann sich die Patientenselektion im Vergleich zu den oben genannten Studien verändert haben, da nur besonders geeignete Patienten zur CT-gesteuerten periradikulären Therapie überwiesen wurden.

Unsere Daten zeigten, dass sich tatsächlich nur ein kleiner Teil des applizierten Medikamentengemisches unmittelbar um die

Nervenwurzel befand. Große Anteile des Medikamentengemisches waren in der extraforaminalen Gegend lokalisiert. Diese Verteilung ist letztlich durch die Anatomie der Wirbelsäule und der Neuroforamina bedingt. Eine anatomische Untersuchung von Teske et al. zeigte am anatomischen Präparat, dass der anterolaterale epidurale Raum der Nervenwurzel im Segment L5/S1 durchschnittlich nur 1,1 ml beträgt [19]. Da dieser epidurale Raum unmittelbar um die austretende L5-Wurzel zusätzlich noch mit Liquor gefüllt ist, reduziert sich beim Patienten – im Unterschied zum anatomischen Präparat – der zur Verfügung stehende Raum noch weiter [19]. Von daher ist der von uns dokumentierte Verteilungsraum aufgrund der anatomischen Bedingungen nachvollziehbar, auch die fehlende Korrelation zwischen Nadellage und Verteilung des Medikamentengemisches erklärt sich aus den anatomischen Gegebenheiten. Das Verteilungsvolumen perineural und intraforaminal sowie nach intraspinal-epidural ist im Vergleich zum extraforaminalen Verteilungsvolumen begrenzt, von daher sind die größten Mengen des Medikamentengemisches jeweils extraforaminal lokalisiert. Da der epidurale Raum um die Nervenwurzel zusätzlich noch asymmetrisch konfiguriert ist und eine ausgeprägte interindividuelle Ausprägung aufweist, kann man die Verteilung nicht voraussagen. Selbst eine vermeintlich extraforaminale Nadellage kann zu einem relativ ausgeprägten epiduralen Depot des Medikamentengemisches führen, während sich auch bei einer sicher intraforaminalen Position der Nadel das Medikamentengemisch in großen Teilen extraforaminal verteilt. Sogar eine in Teilen intramuskuläre Verteilung oder eine Verteilung entlang der extraforaminalen Faszien ist trotz optimaler Nadelposition keinesfalls unüblich. Diese anatomischen Varianten zeigte auch eine weitere Untersuchung, in der kontrolliert wurde, ob es versehentlich im Rahmen der periradikulären Therapie zu einer Injektion des Medikamentengemisches in das Gefäßsystem gekommen ist. In 8–9 % zeigte sich eine intravasale Verteilung des applizierten Medikamentes. Das Risiko dieser intravasalen Fehl-injektion wurde in dieser Studie als signifikant geringer dargestellt, wenn die Nadelposition leicht extraforaminal war [24].

Es zeigt sich damit, dass eine für den Patienten sichere und dennoch wirksame Nadelposition anzustreben ist, zumal die absolute Nadellage nicht mit dem Erfolg korreliert ist.

Unsere Daten zeigen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem behandelnden Arzt und dem Therapieerfolg besteht. Ob es nun am durchführenden Arzt als Person oder an seinem Verhalten oder in Teilen an beidem liegt, sollte in weiteren Untersuchungen überprüft und bewertet werden. Entscheidend festzuhalten ist aber, dass es eine nebenwirkungsfreie, Arzt-spezifische Komponente gibt, die sich auf das Therapie-Outcome auswirkt. Dieser Zusammenhang ist bisher nicht in der Literatur festgestellt und überprüft worden.

Zusammenfassung

Neben einer guten technischen Durchführung der CT-gesteuerten periradikulären Therapie ist der durchführende Arzt maßgeblich am Therapieerfolg beteiligt. Die Therapie, basierend auf einer guten und sorgfältig abgewogenen klinischen Indikationsstellung, zeigt insgesamt eine gute Beschwerdebesserung in 90 % der Fälle ohne nennenswerte Komplikationen.

Interessenkonflikt

Die Firma Dr. Ausbüttel und Co. GmbH hat die Stelle eines wissenschaftlichen Mitarbeiters (Benedikt Hackert) an der Universität Witten/Herdecke finanziert, der freundlicher Weise unser Projekt unterstützen durfte. Produkte der Firma Dr. Ausbüttel wurden nicht untersucht oder verwendet, es wurde keinerlei Einflussnahme auf das Projekt genommen. Die Förderung war direkt an die Universität selbst gerichtet.

Literatur

- [1] Manchikanti L, Singh V, Falco FJ et al. Epidemiology of low back pain in adults. *Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society* 2014; 17 (Suppl. 23): 10
- [2] Geneen LJ, Moore RA, Clarke C et al. Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. *The Cochrane database of systematic reviews* 2017; 4CD011279
- [3] Kuijpers T, van Middelkoop M, Rubinstein SM et al. A systematic review on the effectiveness of pharmacological interventions for chronic non-specific low-back pain. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 2011; 20: 40–50
- [4] Breivik H, Eisenberg E, O'Brien T et al. The individual and societal burden of chronic pain in Europe: the case for strategic prioritisation and action to improve knowledge and availability of appropriate care. *BMC public health* 2013; 131229
- [5] Hoy D, Brooks P, Blyth F et al. The Epidemiology of low back pain. *Best practice & research Clinical rheumatology* 2010; 24: 769–781
- [6] Jacobs WC, van Tulder M, Arts M et al. Surgery versus conservative management of sciatica due to a lumbar herniated disc: a systematic review. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 2011; 20: 513–522
- [7] Manchikanti L, Singh V, Cash KA et al. Effect of fluoroscopically guided caudal epidural steroid or local anesthetic injections in the treatment of lumbar disc herniation and radiculitis: a randomized, controlled, double blind trial with a two-year follow-up. *Pain physician* 2012; 15: 273–286
- [8] Lee JW, Kim SH, Choi JY et al. Transforaminal epidural steroid injection for lumbosacral radiculopathy: preganglionic versus conventional approach. *Korean journal of radiology* 2006; 7: 139–144
- [9] Wagershauser T, Schwarzkopf S, Reiser M. Facet blockade, peridural and periradicular pain therapy. *Der Radiologe* 2006; 46: 520–526. Facettenblockade, peridurale und periradikuläre Schmerztherapie
- [10] Buttermann GR. Treatment of lumbar disc herniation: epidural steroid injection compared with discectomy. *A prospective, randomized study. The Journal of bone and joint surgery American volume* 2004; 86-A: 670–679
- [11] Kaye AD, Manchikanti L, Abdi S et al. Efficacy of Epidural Injections in Managing Chronic Spinal Pain: A Best Evidence Synthesis. *Pain physician* 2015; 18: E939–E1004
- [12] Manchikanti L, Knezevic NN, Boswell MV et al. Epidural Injections for Lumbar Radiculopathy and Spinal Stenosis: A Comparative Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain physician* 2016; 19: E365–E410
- [13] Wewalka M, Abdelrahmsai A, Wiesinger GF et al. CT-guided transforaminal epidural injections with local anesthetic, steroid, and tramadol for the treatment of persistent lumbar radicular pain. *Pain physician* 2012; 15: 153–159
- [14] Maurer MH, Schreiter N, de Bucourt M et al. Cost comparison of nerve root infiltration of the lumbar spine under MRI and CT guidance. *European radiology* 2013; 23: 1487–1494
- [15] Manchikanti L, Pampati V, Benyamin RM et al. Cost Utility Analysis of Lumbar Interlaminar Epidural Injections in the Treatment of Lumbar Disc Herniation, Central Spinal Stenosis, and Axial or Discogenic Low Back Pain. *Pain physician* 2017; 20: 219–228
- [16] Lee JH, Shin KH, Bahk SJ et al. Comparison of clinical efficacy of transforaminal and caudal epidural steroid injection in lumbar and lumbosacral disc herniation: A systematic review and meta-analysis. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society* 2018
- [17] Thomas E, Cyteval C, Abiad L et al. Efficacy of transforaminal versus interspinous corticosteroid injection in discal radiculalgia – a prospective, randomised, double-blind study. *Clinical rheumatology* 2003; 22: 299–304
- [18] Yang SC, Fu TS, Lai PL et al. Transforaminal epidural steroid injection for discectomy candidates: an outcome study with a minimum of two-year follow-up. *Chang Gung medical journal* 2006; 29: 93–99
- [19] Teske W, Zirke S, Nottenkamper J et al. Anatomical and surgical study of volume determination of the anterolateral epidural space nerve root L5/S1 under the aspect of epidural perineural injection in minimal invasive treatment of lumbar nerve root compression. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 2011; 20: 537–541
- [20] Vad VB, Bhat AL, Lutz GE et al. Transforaminal epidural steroid injections in lumbosacral radiculopathy: a prospective randomized study. *Spine* 2002; 27: 11–16
- [21] McIver TA, Kornelsen J, Stroman PW. Diversity in the emotional modulation of pain perception: An account of individual variability. *European journal of pain* 2018; 22: 319–332
- [22] Lavin R, Park J. A characterization of pain in racially and ethnically diverse older adults: a review of the literature. *Journal of applied gerontology: the official journal of the Southern Gerontological Society* 2014; 33: 258–290
- [23] Park J, Newman D, Engstrom G et al. The moderating and covarying effects of social support and pain intensity on depressive symptomatology among racially and ethnically diverse older adults. *Pain management* 2017; 7: 19–32
- [24] Yu RK, Lagemann GM, Ghodadra A et al. Extraforaminal needle tip position reduces risk of intravascular injection in CT-fluoroscopic lumbar transforaminal epidural steroid injections. *Journal of spine surgery* 2016; 2: 246–255