

**Aus dem Bereich Neurochirurgie
des Universitätsklinikums des Saarlandes, Homburg/Saar**

Direktor: Prof. Dr. med. Joachim Oertel

Langzeiteffekt der Radiofrequenztherapie beim Iliosakralgelenk- Syndrom

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

der medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes

2023

Vorgelegt von

Safwan Saffour

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
Summary	7
1 Einleitung	9
1.1 Das Iliosakralgelenk	9
1.2 Anatomie des Iliosakralgelenks	10
1.2.1 Aufbau des ligamentären Anteils des Gelenks	10
1.2.2 Die Muskulatur	12
1.2.3 Innervation	12
1.2.4 Funktionalität	12
1.3 Erkrankungen des Iliosakralgelenks	12
1.3.1 Iliosakralgelenkarthrose	12
1.3.2 Sakroiliitis	12
1.3.2.1 Rheumatische Erkrankung	13
1.3.2.2 Infektion	13
1.3.2.3 Tumoröse Veränderung	13
1.3.3 Trauma	13
1.3.4 Weitere Ursachen	13
1.4 Iliosakralgelenksyndrom	13
1.4.1 Klinische Manifestation	13
1.4.2 Klinische Zeichen	14
1.4.3 Diagnosekriterien eines Iliosakralgelenksyndroms	14
1.4.3.1 Anamnese und Art der Schmerzen	14
1.4.3.2 Provokationstests	15
1.4.3.3 Bildgebende Verfahren	15
1.4.3.4 ISG-Infiltration	15
1.4.4 Therapiemöglichkeiten eines ISG-Syndroms	15
1.4.4.1 Konservative Therapie	15
1.4.4.2 Infiltration des Gelenks	16
1.4.4.3 Denervation des Gelenks	16
1.4.4.4 Operative Therapie	16
1.4.4.4.1 Indikationen	16
1.4.4.4.2 Kontraindikationen	17
1.4.4.4.3 Operatives Verfahren	17
1.5 Ziel der Studie	18
2 Methoden und Material	19

2.1	Studienpopulation	19
2.1.1	Einschlusskriterien	19
2.1.2	Ausschlusskriterien	19
2.2	Datenerfassung	20
2.2.1	Klinische Untersuchung	20
2.2.2	Bildgebende Untersuchung	21
2.2.3	Follow-up	21
2.3	Verwendete Sonden	21
2.4	Einstellung des Gerätes	22
2.5	Durchführung der Intervention	23
3	Ergebnisse	26
3.1	Allgemeine Ergebnisse	26
3.2	Komplikationen	26
3.3	Klinisches Outcome	26
3.3.1	Ergebnisse im Hinblick auf Schmerzlinderung auf VAS- Skala	26
3.3.1.1	VAS-Wert 24h, 6W und 1a nach der Denervation	26
3.3.1.2	Schmerzlinderung zwischen operierten und voroperierten Patienten	29
3.3.1.3	Schmerzlinderung im Hinblick auf Zahl der Infiltrationen vor der Denervation	34
3.3.1.4	Schmerzlinderung im Hinblick auf Dauer der Beschwerden vor der Denervation	34
3.3.1.5	Schmerzlinderung im Hinblick auf Ausprägung der Symptomatik	35
3.3.1.6	Schmerzlinderung im Hinblick auf Vorerkrankungen	36
3.3.1.7	Schmerzlinderung im Hinblick auf Zahl der verwendeten Nadeln	37
3.3.2	Klinisches Outcome der Therapie auf McNab- Score	38
3.3.2.1	Klinisches Outcome auf McNab- Score nach der Denervation	38
3.3.2.2	McNab- Score zwischen operierten und voroperierten Patienten	39
4	Diskussion	42
4.1	Effekt der Therapie mit Monopolar- Sonde auf VAS und McNab- Score	42
4.2	Effekt der Therapie in Bezug auf Dauer der vorbestehenden Beschwerden	44
4.3	Vergleich der Effektivität zwischen Multipolar- und Monopolar- Sonde	46
5	Literatur	51
6	Danksagung	55
7	Kongresse	56
8	Lebenslauf	57

Abkürzungsverzeichnis:

CT..... Computertomographie
ISG..... Iliosakralgelenk
KHK..... Koronare Herzerkrankung
Lig Ligamentum
LBP Low back pain
LWS Lendenwirbelsäule
MRT..... Magnetresonanztomographie
NSAR Nicht steroidale Antirheumatika
NRS..... Numeric Rating Scale
ODI..... Oswestry Disability Index
ODQ....Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire
Op Operation
PGICGlobal Impression of Change scale
RFT Radiofrequenztherapie
VAS..... Visuelle Analog Scale
Z.n..... Zustand nach

Zusammenfassung:

Fragestellung:

Die Schmerzen, die vom Iliosakralgelenk ausgehen, sind häufige Ursache der Rückenschmerzen. Um die Patienten ein operatives Vorgehen zu ersparen ist die Radiofrequenztherapie des Gelenks häufig verwendet. Zum Prüfen des Effekts dieser Therapie haben wir die Patienten, die diese Therapie untergingen retrospektiv untersucht.

Methode:

Es handelt sich um eine retrospektive Studie im Zeitraum vom Juni 2017 bis Juni 2020. Alle Patienten, bei denen in diesem Zeitraum eine ISG-Denervation einseitig oder beidseitig durchgeführt worden war, wurden betrachtet und diejenigen, die die Studienkriterien erfüllten, wurden eingeschlossen. Insgesamt waren 101 Patienten eingeschlossen (48 Frauen und 53 Männer). Die Schmerzintensität wurde nach Visuelle Analog Scale (VAS) 24h vor der Denervation, 24h, 6 W und 1a nach der Denervation und das klinische Outcome wurde auf McNab- score 24h, 6 W und 1a nach der Denervation dokumentiert. Alle Patienten hatten vor der Denervation zumindest eine Ct- gesteuerte Infiltration zur Diagnosesicherung. Die Therapie wurde mit einer Monopolar- Sonde durchgeführt.

Ergebnisse:

Eine Besserung der Schmerzen auf der Schmerzskala war deutlich innerhalb der 24 Stunden postinterventionell zu verzeichnen. Eine Verschlechterung der Symptomatik war im Laufe der nächsten Monate zu beobachten, sodass der Mittelwert der VAS langsam gestiegen war. Im Vergleich der Ergebnisse 24 Stunden und 6 Wochen nach der Denervation ist der Mittelwert von $2,57 \pm 1,4$ auf $4,15 \pm 2,6$ gestiegen ($p\text{-value} < 0,0001$). Im weiteren Vergleich der Ergebnisse zwischen 6 Wochen postinterventionell und 1 Jahr danach war eine signifikante Steigerung der VAS-Werte feststellbar von $4,15 \pm 2,6$ auf $4,84 \pm 2,6$ ($p\text{-value} < 0,0001$). Insgesamt war der Mittelwert auf der Schmerzskala vor der Denervation im Vergleich mit dem Wert nach einem Jahr von $7,61 \pm 1,41$ auf $4,84 \pm 2,6$ signifikant gesunken ($p\text{-value} < 0,0001$). Das klinische Outcome auf McNab- Score war nach 24h Stunden postinterventionell $4,39 \pm 0,76$ mit statistischer Signifikanz ($p\text{-value} < 0,0001$). Im weiteren Verlauf bei Verschlechterung des Schmerzgrades war der Mittelwert auf $3,58 \pm 1,2$ nach 6 Wochen und auf $3,26 \pm 1,26$ nach einem Jahr gesunken aber weiterhin war die Besserung auf McNab- Score nach 6 Wochen und einem Jahr insgesamt statistisch signifikant ($p\text{-value} < 0,0001$).

Schlussfolgerung:

Die konventionelle Radiofrequenztherapie mit Monopolar- Sonde führt zu einer moderaten Schmerzreduktion bei einer Langzeitnachbeobachtung von einem Jahr in den Patienten, die unter ISG- Syndrom leiden. Das klinische Outcome der Therapie auf McNab- Score in einem Jahr Follow-up nach der Therapie war auch zufriedenstellend.

Summary:**Objective:**

Pain originating from the sacroiliac joint is a common cause of back pain. Infiltration and denervation of the joint are often used to avoid operative measures. To test the effect and outcome of this therapy, we retrospectively examined the patients who underwent sacroiliac joint denervation.

Methods:

This is a retrospective study from June 2017 to June 2020. All patients who underwent unilateral or bilateral SI joint denervation during this period and met the study criteria were included. A total 101 patients (48 women and 53 men) were included. The pain intensity was documented according to the Visual Analog Scale (VAS) 24 hours before denervation and additionally 24 hours, 6 weeks and 1 year after denervation and the clinical outcome was documented on a McNab score 24 hours, 6 weeks and 1 year after. All patients had at least one Ct-guided infiltration prior to denervation to confirm the diagnosis. The therapy was carried out with a monopolar probe.

Results:

An improvement of pain was seen within 24 hours after the intervention. A gradual worsening of the symptoms was observed over the next few months, so that the mean VAS- value increased overtime. Comparing the results 24 hours after denervation and 6 weeks after denervation, the mean value on the VAS increased from 2.57 ± 1.4 to 4.15 ± 2.6 (p - value <0.0001). A further comparison of the results between 6 weeks post-intervention and 1 year later revealed a significant increase in the VAS values from 4.15 ± 2.6 to 4.84 ± 2.6 (p - value <0.0001). Overall, the mean pain score before denervation had decreased significantly from 7.61 ± 1.41 to 4.84 ± 2.6 (p - value < 0.0001) compared to the value after one year.

The clinical outcome on the McNab score 24 hours after the intervention was 4.39 ± 0.76 with a statistical significance (p - value <0.0001). As the pain progressed, the mean had fallen to 3.58 ± 1.2 after 6 weeks and to 3.26 ± 1.26 after one year. However, the improvement on McNab score 6 weeks and 1 year after the therapy was statistically significant (p -value < 0.0001).

Conclusion:

At the one year follow up, conventional radiofrequency therapy led to a moderate reduction in pain in patients suffering from sacroiliac joint syndrome. The clinical outcome of therapy on McNab score at the one year follow-up after therapy was satisfactory.

1. Einleitung

1.1 Das Iliosakralgelenk

Das Iliosakralgelenk (ISG) galt als die primäre Quelle für untere Rückenschmerzen im frühen 20. Jahrhundert (15,50).

Es wurde erstmals 1905 von Goldthwait und Osgood als Ursache der Rückenschmerzen erwähnt (18,35,47,48) und bei ungefähr 15 bis 38% der Patienten, die unter Kreuz- und Gesäßschmerzen, als Ursache der Schmerzen beschrieben (4,13,35,40,47).

Das Gelenk ist ein echtes Diarthrodialgelenk, welches aus ligamentären und synovialen Komponenten besteht (15,16,43).

Es bildet eine Verbindung zwischen dem Os ilium und dem Os sacrum und ist das größte Axialgelenk des Körpers mit einer durchschnittlichen Oberfläche von $17,5 \text{ cm}^2$ (5,9,21,35).

Die keilförmige Struktur des Gelenks in beiden Dimensionen und die zahlreichen Rillen und Rippen innerhalb des Gelenks sorgen für die Stabilität gegen axiale Belastung und somit ist das Gelenk für eine effektive Lastübertragung zwischen Wirbelsäule und Beinen unerlässlich (15,43,51,56).

1.2 Anatomie des Iliosakralgelenks

Das Iliosakralgelenk ist ein nur minimal mobiles Gelenk, welches durch einen straffen Bandapparat stabilisiert wird (44,57). Die muskuläre Stabilisierung spielt für das Gelenk eine untergeordnete Rolle (39). Im Nachfolgenden werden der zugehörige ligamentäre Apparat, die umgebende Muskulatur, sowie die resultierende Funktionalität des Gelenks detailliert beschrieben.

1.2.1 Aufbau des ligamentären Anteils des Gelenks

Das ventrale Drittel des Gelenks beinhaltet synoviale Flüssigkeit, welche von einer fibrösen Kapsel umhüllt ist, während die hinteren zwei Drittel aus mehreren Ligamenten bestehen (15,16). Folgende Bänder sind von Bedeutung: (Abbildungen 1 und 2) (19)

- Lig. sacroiliaca anteriora: bestehen aus zahlreichen dünnen Bändern, die die vordere Fläche des lateralen Teils des Os sacrum mit dem Rand des Os ilium verbinden (19).
- Lig. sacroiliaca posteriora: bestehen aus zahlreichen Bändern, die zwischen den Knochen Os sacrum und Os ilium in verschiedene Richtungen verlaufen (19).
 - ❖ Der obere Teil (short posterior sacroiliac ligament) verläuft nahezu horizontal vom ersten und zweiten Tuberculum transversum auf der Rückseite des Os sacrum bis zum Tuberculum iliacum (19).
 - ❖ Der untere Teil (long posterior sacroiliac ligament) ist mit einem Ende am dritten Tuberculum transversum an der Rückseite des Os sacrum und mit dem anderen an dem Os ilium befestigt (19).
- Lig. iliolumbalia: ist durch zwei Hauptbänder am Becken befestigt. Die unteren Bänder verlaufen bis zur Basis des Kreuzbeins. Der obere ist unmittelbar vor dem Iliosakralgelenk am Kamm des Iliums befestigt (19).
- Lig. sacrospinale: verbindet das Os sacrum und das Os coccygis mit der spina ischiadica (19). Das Ligamentum stellt sich als dreieckige Struktur mit einer medialen Basis und einer lateralen Spitze dar (24).

- Lig. sacrotuberale: verbindet das Os sacrum und das Os coccygis zum tuber ischiadicum (19).
- Lig. sacroiliaca interossea: welches manchmal auch als „axiales Ligament“ bezeichnet wird (39). Besteht aus Bändern, die tief an den lig. sacroiliaca posteriora liegen. Sie verbinden die Tuberositas ossis sacri zur Tuberositas iliaca (19).

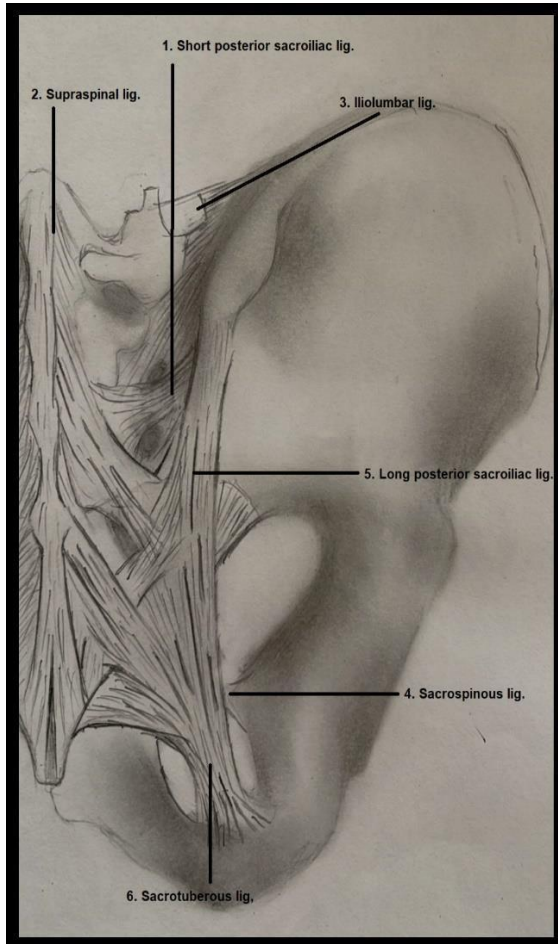


Abbildung 1:
 Posterior-Ansicht der Ligamente des Iliosakralgelenks:
 1. Short posterior sacroiliac lig. 2. Supraspinal lig.
 3. Iliolumbar lig. 4. Sacrospinous lig. 5. Long posterior sacroiliac lig. 6. Sacrotuberous lig.

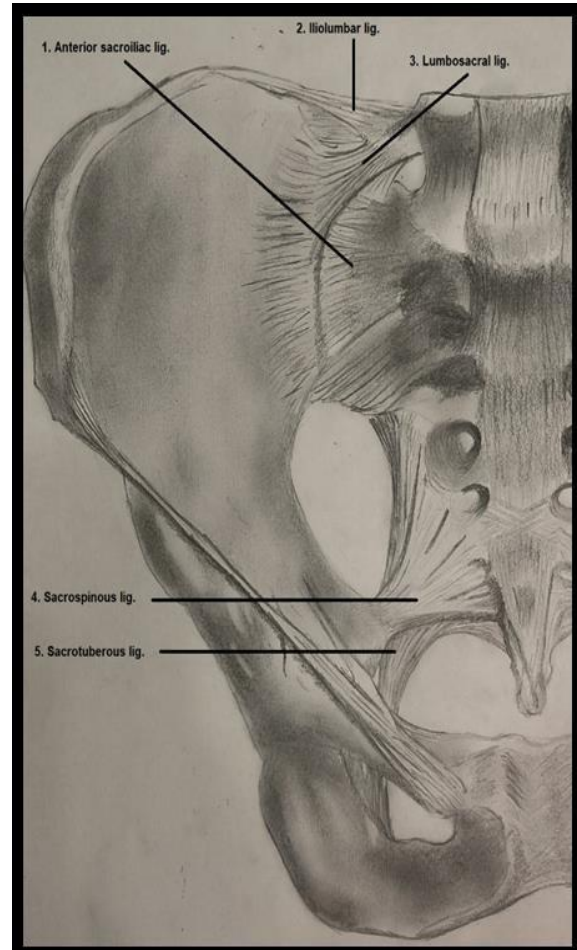


Abbildung 2.
 Anterior- Ansicht der Ligamente des Iliosakralgelenks:
 1. Anterior sacroiliac lig. 2. Iliolumbar lig. 3. Lumbosacral lig.
 4. Sacrospinous lig. 5. Sacrotuberous lig.

(Die Abbildungen wurden von den Originalen Bildern durch Yazan Falah Oughli abgemalt)

1.2.2 Die Muskulatur

Die Muskeln, die Einfluss auf das ISG haben können, sind: M. gluteus maximus, M. multifidius, M. piriformis, M. quadratus lumborum, M. semimembranosus, Musculus semitendinosus, die tiefe Beckenfaszie und der Musculus coccygeus (6,39). Die Muskeln kreuzen das Iliosakralgelenk, aber keiner wirkt direkt auf die Beweglichkeit des Gelenks ein (39).

1.2.3 Innervation

Die hinteren Anteile des Gelenks werden vom lateralen Ast der Rami posteriores nervi spinalis L4-S3 versorgt (5). Die ventrale Seite des Gelenks wird vom ventralen Ramus von L5 innerviert, die unteren ventralen Teile werden vom ventralen Ast von S2 versorgt (15,37).

1.2.4 Funktionalität

Wie oben beschrieben, ist die Beweglichkeit des Gelenks durch die Verzahnungen in der Gelenkfläche und aufgrund des starken Bandapparates sehr eingeschränkt (15,16,60).

Studien konnten eine 4°Rotation in der transversalen Achse nachweisen. Diese entstehen in den beiden Bewegungsrichtungen bei Flexion und Extension des Gelenks (46).

1.3 Erkrankungen des Iliosakralgelenks:

Sowohl degenerative, als auch traumatische oder infektiöse Prozesse können zur pathologischen Veränderung des Iliosakralgelenks führen (40). Im Nachfolgenden sollen die entsprechenden Krankheitsentitäten näher beleuchtet werden (26,40,49,52).

1.3.1 Iliosakralgelenkarthrose

Im Laufe der Jahre verändert sich die Gelenkfläche (51). Die Veränderung beginnt in der Pubertät und setzt sich lebenslang fort, beschleunigt sich jedoch ab dem dritten Jahrzehnt (51)..

1.3.2 Sakroiliitis

Sakroiliitis ist eine entzündliche Veränderung des Iliosakralgelenks, die ursächlich durch unterschiedliche Erkrankungen ausgelöst werden kann (49):

1.3.2.1 Rheumatische Erkrankung

Die Schmerzen im Iliosakralgelenk im Rahmen einer rheumatischen Erkrankung, wie zum Beispiel Morbus Bechterew oder Psoriasis, haben einen schleichenden Beginn mit Verschlechterung in der Nacht und Steifigkeit morgens. Die Schmerzen bessern sich oftmals nach körperlicher Belastung (49).

1.3.2.2 Infektion

Eine infektiöse bakterielle Sakroiliitis tritt meistens im Alter zwischen 20 bis 30 Jahren auf. Hier sind die Schmerzen typischerweise einseitig mit akutem Auftritt der Schmerzen, die ins Gesäß und ins Bein ausstrahlen, begleitet von Fieber und bei 10 % der Patienten mit akuten Bauchschmerzen. Staphylococcus aureus ist die häufigste Ursache einer bakteriellen Sakroiliitis. Bei intravenösen drogenabhängigen Patienten sind S. aureus und Pseudomonas aureginosa gleich häufig. Als andere Erreger kommen noch Staphylokokken, Streptokokken, Salmonellen oder Klebsiella in Frage (49).

1.3.2.3 Tumoröse Veränderung

Akut auftretende Symptomatik einseitig oder beidseitig begleitend mit Fieber und positiver Knochenszintigraphie kann auch im Rahmen einer akuten myeloischen oder lymphoblastischen Leukämie sowie eines Hodgkin-Lymphoms vorkommen (49).

1.3.3 Trauma

1.3.4 Weitere Ursachen

Eine vorherige Wirbelsäulenversteifung, Skoliose und Beinlängendifferenz können weitere Ursachen für eine Erkrankung des Iliosakralgelenks sein (49,58).

1.4. Iliosakralgelenksyndrom

Das Iliosakralgelenksyndrom ist die Definition für die Schmerzen, die aus dem ISG ausgehen.

1.4.1 Klinische Manifestation

Das Iliosakralgelenk ist die Ursache der Kreuzschmerzen bei ungefähr 15 bis 38% der Patienten, die unter Kreuz- und Gesäßschmerzen leiden (4,13,35,40,47). Dabei handelt es sich um einen Schmerz im Bereich des Iliosakralgelenks, der häufig mit einer Ausstrahlung in das Gesäß und den dorsalen Ober- und Unterschenkel einhergeht. Dieser Schmerz wird normalerweise als dumpfer, leichter bis mäßiger Schmerz im Bereich der hinteren oberen Beckenwirbelsäule beschrieben, welcher die tägliche Aktivität des Patienten beeinträchtigt und durch längeres Stehen und Gehen verschlimmert wird (26,59).

Die Schmerzquelle kann in eine intraartikuläre Schmerzquelle (dies sind Schmerzen, die vom synovialen Anteil des Gelenks ausgehen) und eine extraartikuläre Schmerzquelle (dies sind Schmerzen, die vom ligamentären Anteil des Gelenks ausgehen) eingeteilt werden (33). Für die klinische Anwendung ist diese Einteilung wichtig, da die intraartikulären Schmerzen durch ein lokales Anästhetikum unter Einsatz eines Bildwandlers therapiert werden können (20). Bei den extraartikulären Schmerzen wäre hingegen eine Blockade des lateralen Ramus erforderlich (33).

1.4.2 Klinische Zeichen

Der Physiotherapie-Spezialist Mark Laslett, der erste Physiotherapeut, der in Neuseeland als klinischer Facharzt registriert wurde (2014) und 50 Jahre Berufserfahrung in der Behandlung von Rückenschmerz-Patienten aufweisen kann, beschreibt sechs Schmerzprovokationstests (33). In Anbetracht dessen, dass die Provokationstests bei vielen Patienten mit Lendenwirbelsäulen-Schmerzen positiv ausfallen, sind individuelle Tests oftmals falsch-positiv. Das bedeutet im Umkehrschluss: Dass das ISG als die Ursache der Schmerzen identifiziert werden kann, setzt voraus, dass mehrere Tests positiv ausgefallen sind und gleichzeitig andere Ursachen für die Schmerzen ausgeschlossen werden können. Des Weiteren muss der Untersucher bei der Durchführung der Untersuchungen genug Kraft ausüben, um ein zuverlässiges Testergebnis zu erreichen (33). Als positives Ergebnis gilt hier, wenn 3 oder mehr Provokationstests positiv sind (33,34,43). Die Provokationstests sind:

1. Distractionstest. 2. Thigh thrust 3. FABER-Test (Patricks Test)
4. Kompressionstest 5. Gaenslens-Test

1.4.3. Diagnosekriterien eines Iliosakralgelenksyndroms

1.4.3.1 Anamnese und Art der Schmerzen

Eine vollständige Anamnese muss erhoben werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der Arzt ein Cauda-equina-Syndrom, krebsspezifische Warnzeichen (wie Gewichtsverlust), infektiöse Zeichen (Fieber, Vorgeschichte eines intravenösen Drogenmissbrauchs) und Frakturen ausschließen kann (46).

Die Diagnose anhand der klinischen Untersuchung ist aufgrund der unterschiedlichen Symptome oft sehr schwierig (23,28). Wie oben beschrieben (Abschnitt 1.4.1), kann aber der Verdacht auf ein ISG-Syndrom anhand der Art der Schmerzen und deren Ausstrahlung geäußert werden. Weitere Untersuchungen sind zur Sicherung der Diagnose unverzichtbar (9).

1.4.3.2 Provokationstests

Drei oder mehr positive Tests haben eine Sensitivität von 82–94 % und eine Spezifität von 57–79 % für ISG-Schmerzen (47). In vielen Studien wurden die Provokationstests allein als unsichere Methode zur Bestätigung der Diagnose eines Iliosakralgelenksyndroms bezeichnet (46).

1.4.3.3 Bildgebende Verfahren

Die Beurteilung des Gelenks anhand der Bildgebung ist sehr komplex (53). Computertomographische Aufnahmen können den Befund einer Sakroiliitis meist früher zeigen als Röntgenbilder. Die Computertomographie des Iliosakralgelenks hat eine Sensitivität von 57,5 % und eine Spezifität von 69 % (9). Die Magnetresonanztomographie eignet sich hervorragend zur Diagnose (54,55).

1.4.3.4 ISG-Infiltration

Die Infiltration kann sowohl zu therapeutischen Zwecken als auch zu diagnostischen Zwecken verwendet werden (58).

Laut der Kriterien der internationalen Gesellschaft für Wirbelsäulen Chirurgie gilt eine Schmerzminderung um >50 % nach einer durchgeführten intraartikulären Injektion als Bestätigung dafür, dass das Iliosakralgelenk die Ursache der Schmerzen ist (35,36,51). Kontrollierte Injektionen des Iliosakralgelenks ist der wichtigste Bestandteil in der Diagnose (12). Eine Blockade der lateralen Äste ist laut der Spine international Society als erste Intervention nicht geeignet (31).

1.4.4 Therapiemöglichkeiten eines ISG-Syndroms

Zur Behandlung von Iliosakralgelenksyndrom kommen sowohl konservative als auch operative Maßnahmen in Frage (14,21,26,40). Es gibt drei Hauptziele der Behandlung: Verringerung der Schmerzen, Beseitigung der Dysfunktion des Gelenks und Verhinderung des Wiederauftretens der Schmerzen (42).

1.4.4.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie beinhaltet Schmerzmedikation (NSAR), manuelle und spezielle Physiotherapie (21).

1.4.4.2 Infiltration des Gelenks

Die intraartikuläre Infiltration eines Iliosakralgelenks zu therapeutischen Zwecken führt häufig zur moderaten Besserung der Symptomatik. Die Infiltration muss unter Einsatz eines Bildwandlers oder eines CT durchgeführt werden (31).

1.4.4.3 Denervation des Gelenks

Sowohl die Radiofrequenztherapie als auch die Kryotherapie kommen in der Behandlung eines Iliosakralgelenksyndroms zur Anwendung (45).

Im Falle der Radiofrequenztherapie werden Elektroden – mit oder ohne bildgebende Lagekontrolle – in das ISG eingeführt und anschließend auf eine vordefinierte Temperatur erhitzt. Diese Wärme wird verwendet, um eine Läsion des Nervens hervorzurufen, welcher als Verursacher der Schmerzweiterleitung vermutet wird (38). Hinsichtlich der zu verwendenden Elektroden wird zwischen sogenannten Monopolar-Sonden und Multipolar-Sonden (z.B. Simplicity Sonde) unterschieden. Erstere werden einzeln an mehreren Stellen in das Gelenk eingeführt und separat erhitzt. Bei Letzteren sind mehrere Elektroden in einer Sonde kombiniert, sodass eine Einführung entlang des Gelenks eine Verödung mehrerer Lokalisationen mit nur einer Sonde erlaubt.

1.4.4.4 Operative Therapie

Bei therapieresistenten Schmerzen kann eine dauerhafte Stabilisierung (Arthrodesen) vorgenommen werden.

1.4.4.4.1 Indikationen

- Signifikanter ISG-Schmerz, welcher die Lebensqualität des Patienten beeinträchtigt oder zur Einschränkung des Alltags bei Patienten führt (36).
- Therapieresistente Schmerzen im Bereich des ISG (erfolglose konservative Therapie über 6 Monate) (29,36,50).
- Positive ISG-Testinfiltration: Laut der Kriterien der internationalen Gesellschaft für Wirbelsäulenchirurgie gilt eine Schmerzminderung um >50 % nach einer durchgeführten intraartikulären Injektion als Bestätigung, dass das Iliosakralgelenk die Ursache der Schmerzen ist (29,31,36). Eine prospektive Studie hat gezeigt, dass Patienten mit einer ISG-Schmerzreaktion von 50-75 % genauso gut auf die ISG-Fusion ansprechen (41).
- Drei oder mehr positive ISG-Provokationstests (36).

1.4.4.4.2 Kontraindikationen

- Infiltrationstest negativ (29,36).
- Tumoröse Veränderung des Sakrums (29,36).
- Infektionen im Bereich des Gelenks (29,36).
- Fraktur im Bereich des Beckens mit Beteiligung des ISG (29,36).
- Allergische Reaktion gegen die Implantate (29,36).
- Schmerzen, die weniger als 6 Monate andauern (29,36).

1.4.4.4.3 Operatives Verfahren

- Die Stabilisierung über einen dorsalen Schnitt: Die Operation wird in Bauchlage durchgeführt. Über einen dorsalen Hautschnitt wird das ISG unter Röntgen-Kontrolle durch eine großkalibrige Schraube dauerhaft und sicher stabilisiert.
- Die Stabilisierung über einen seitlichen Schnitt: Die minimalinvasive Operation wird ebenfalls in Bauchlage durchgeführt. Über einen seitlichen Schnitt von etwa 3 bis 4 cm Länge werden unter Röntgen-Kontrolle drei Implantate in das Gelenk eingesetzt. Hierfür kamen zuletzt mehrere Systeme zur Verwendung z.B. iFuse System und iSaf System.

1.5 Ziel der Studie

Schmerzen, die vom Iliosakralgelenk ausgehen, sind in der Bevölkerung keine seltene Erkrankung. Wie oben erwähnt, leiden 15 bis 38 % der Patienten unter Rückenschmerzen, die vom ISG ausgehen. Es gibt verschiedene Therapiemöglichkeiten zur Linderung der Schmerzen. Die Denervation des Gelenks ist eine weitverbreitete Methode, die in vielen Kliniken angewendet wird. Diese Methode kann auch einigen Patienten ein operatives Vorgehen ersparen.

Die Studie strebt deshalb an:

- Die Effektivität der Radiofrequenztherapie beim Iliosakralgelenksyndrom mit einer Monopolar-Sonde im Follow-up von 24h, 6 Wochen und einem Jahr, in Bezug auf Schmerzlinderung auf VAS und das klinischen Outcome auf McNab- Score zu bewerten und die präsentierten klinischen Ergebnisse mit denen unter Verwendung einer Multipolar-Sonde zu vergleichen.
- Weiterhin wird geprüft, ob die voroperierten Patienten im Bereich der Lendenwirbelsäule (Stabilisierung, Dekompression und multiple Operationen) mehr von der Therapie im Vergleich zu den Patienten, die keine Operationen untergingen, profitieren. Weiterhin wird in der Einzelanalyse festgelegt, welche Gruppen der voroperierten Patienten, sowohl in Bezug auf Schmerzlinderung auf VAS als auch auf das klinischen Outcome auf McNab- Score, die besseren und schlechtesten Ergebnisse haben.
- Des Weiteren wird die Relation zwischen Vorekrankungen (DM II, arterielle Hypertonie, Schilddrüsenerkrankung und vorbestehende Hüft- oder Knie- Operation) und der Besserung der Symptomatik festgelegt.
- Ebenso wird untersucht, ob eine große abgedeckte intraartikuläre Fläche des Gelenks mit den Nadeln eine Rolle für den Effekt der Therapie spielen würde.

2 Methoden und Material:

2.1 Studienpopulation

Es handelt sich um eine retrospektive Studie im Zeitraum von Juni 2017 bis Juni 2020. Alle Patienten, bei denen in diesem Zeitraum eine ISG-Denervation einseitig oder beidseitig durchgeführt worden war, wurden betrachtet und diejenigen, die die Studienkriterien erfüllten, wurden eingeschlossen. Insgesamt waren 101 Patienten eingeschlossen (48 Frauen und 53 Männer). Die vorliegende Studie wurde von der Ethikkommission der Ärztekammer des Saarlandes begutachtet und bewilligt (Nr. 342/22).

2.1.1 Einschlusskriterien

- ISG-Syndrom einseitig oder beidseitig mit oder ohne Ausstrahlung
- Alter >18 Jahre
- Eine bis zwei Infiltrationen vor der Denervation
- MRT- oder CT-Untersuchung präinterventionell zum Ausschluss anderer Ursachen der Symptomatik

2.1.2 Ausschlusskriterien

- Lokale Malignität
- Allergien gegen Anästhetikum
- Demenz
- Vorbestehende ISG-Versteifung
- Operative Behandlung der unteren LWS oder des ISG innerhalb eines Jahres nach der Denervation
- Gleichzeitig durchgeführte Denervation der Facettengelenke der LWS

2.2 Datenerfassung

2.2.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Diagnose eines ISG-Syndroms wurde nach Mark Laslett, wie oben beschrieben, festgelegt. Hier wurden 3 positive Provokationstest als Hinweis auf ein ISG- Syndrom bewerten. Die klinische Diagnose wurde dann mit einer positiven Infiltration des Gelenks bestätigt.

Zur Beurteilung der klinischen Symptome wurde die Visuelle Analogskala (VAS) angewendet. Die Beurteilung erfolgte am Tag der Aufnahme, 24 Stunden nach der Intervention, 6 Wochen postinterventionell und nach einem Jahr.

Beim Test wurden die Patienten gebeten, die Schmerzintensität auf einer Skala von 0 bis 10 einzuschätzen. Null bedeutet keine Schmerzen und 10 entsprechend die stärksten Schmerzen. Die von den Patienten angegebene Schmerzintensität wurde dann bewertet. Am Tag der Aufnahme wurde der erste Wert dokumentiert. Nach der Durchführung der Thermokoagulation wurde der VAS-Wert am Morgen des nächsten Tages erhoben. Nach weiteren 6 Wochen und nach einem Jahr wurden die Patienten in unserer Ambulanz untersucht und der VAS-Wert wurde erneut dokumentiert.

Das klinische Outcome wurde nach dem McNab- Score auch 24h, 6 Wochen und ein Jahr nach der Denervation des ISG erhoben. (Tabelle 1) (10).

Tabelle 1: McNab- Score:

	Success of treatment	Outcome	Description
5	Successful	Excellent	<ul style="list-style-type: none">Disappearance of symptomsComplete recovery in working and sports activities
4	Successful	Good	<ul style="list-style-type: none">Occasional episodes of LBPNo limitation of occupational activity
3	Successful	Fair	<ul style="list-style-type: none">Improvement of symptomsLimitation of heavy physical activity
2	Failure	Poor	<ul style="list-style-type: none">Insufficient improvement of symptoms.Periodic administration of drugs.Limitation of physical activities
1	Failure	Surgery	<ul style="list-style-type: none">No improvement.Worsening clinical situation

Zur Bestätigung der Diagnose bekamen alle Patienten am Aufnahmetag (einen Tag vor der Thermokoagulation) eine Infiltration mit Bocain 1 ml (5 mg/ml) und Triamcinolon 1 ml. Bei Besserung der Symptomatik nach Infiltration auf der Schmerzskala VAS mehr als 50 % wurde dann die Thermokoagulation am Folgetag durchgeführt.

2.2.2 Bildgebende Untersuchung

Präinterventionell bekamen alle Patienten eine Computertomographie oder eine MRT zum Ausschluss anderer Schmerzursachen.

2.2.3 Follow-up

Das Follow-up erfolgte bei den Patienten in unserer Ambulanz. Die Schmerzintensität wurde 24 h, 6 Wochen und nach einem Jahr nach der VAS-Skala bewertet. Zur Beurteilung des klinischen Outcomes wurde der klinische Outcome nach 24h, 6 Wochen und einem Jahr in Form des McNab-Scores verwendet.

2.3 Verwendete Sonden

Die zwei Arten von Sonden für monopolare Läsionen, die angewendet wurden, zeigen wir in den Abbildungen 3 und 4.

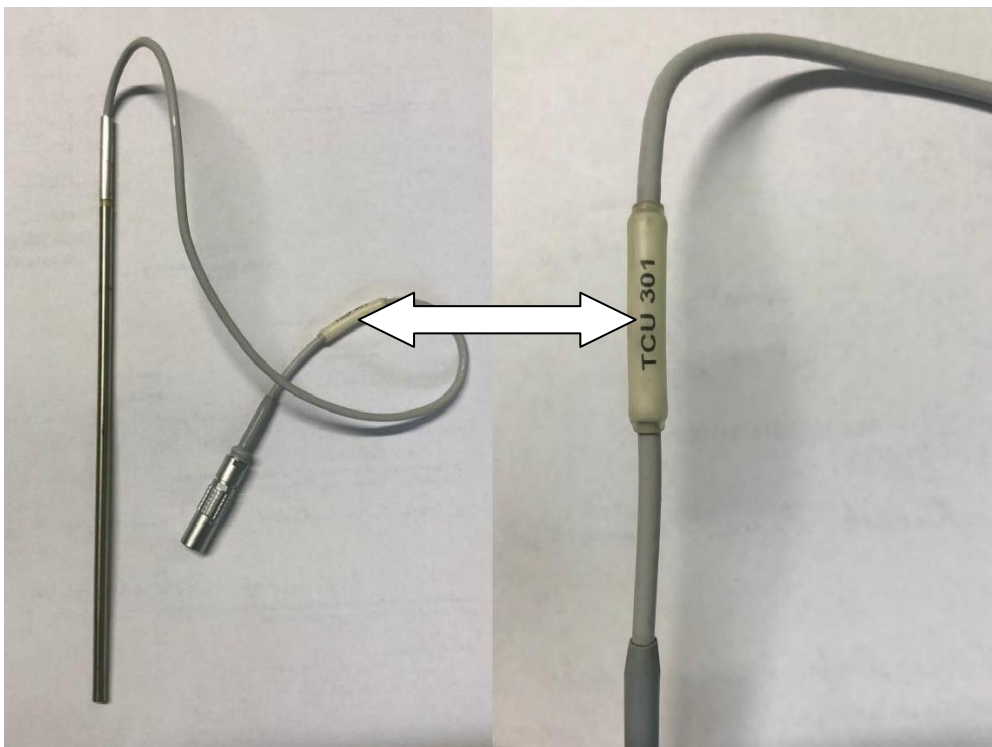


Abbildung 3: TCU-301-Sonde: eine Monopolar- Sonde wird einzeln ins Gelenk eingebracht.



Abbildung 4: Stryker-Sonde: monopolare Sonden 2- 4 Sonden können gleichzeitig eingeführt werden.

2.4. Einstellung des Gerätes

Die verwendeten Parameter der Thermokoagulation werden in der Tabelle 2 eingeführt.

Tabelle 2: Einstellung des Gerätes:

Temperatur °C	Output	Dauer der Thermokoagulation pro Nadel	Dauer der Therapie insgesamt
90 °	0,5-2W	90 s	6-9 min

2.5 Durchführung der Intervention

Der Patient wird auf den Bauch gelagert (Abbildung 5). Das ISG wird mit Hilfe des CT-Gerätes dargestellt. Die CT wird mit Schnittbreite von 1 mm durchgeführt. Die Position der Nadeln wird dann unter CT gemessen (Abbildung 6).

Dann werden die Nadeln eingeführt (bei 53 Patienten wurden 4 Nadeln und bei 42 Patienten 6 Nadeln bds. verwendet, und bei 6 Patienten war eine einseitige Denervation mit 2 – 3 Nadeln durchgeführt).

Eine erneute CT-Kontrolle zur Lage-Kontrolle der Nadeln wird durchgeführt (Abbildung 7).

Bei Fehllage der Nadeln werden die Nadeln korrigiert und eine erneute CT-Kontrolle wird durchgeführt (Abbildung 8). Bei regelrechter Lage aller Nadeln werden dann 1 ml Bocain 5 mg/ml eingespritzt und anschließend werden die Sonden eingeführt. Die Sonden werden bis 90° aufgeheizt und die Stellen jeweils bis zu 90 Sekunden verödet. Die Nadeln mit den Sonden werden dann entfernt.

Der Patient bleibt postinterventionell zur besseren Beurteilung der Schmerzen bis zum nächsten Tag stationär.



Abbildung 5: Lagerung des Patienten im CT: die Therapie wird im Bauchlage durchgeführt. Die Nadeln werden Ct- gesteuert eingeführt.

Darstellung des ISG unter CT:



Abbildung 6: Markierung der Stellen: die Positionen der Nadeln werden mit Hilfe des CT- Gerätes ausgemessen.



Abbildung 7: Fehllage von 2 Nadeln: die erste CT- Kontrolle zeigte eine Fehllage von 2 Nadeln.



Abbildung 8: Regelrechte Lage aller Nadeln: die letzte CT- Kontrolle zeigte eine regelrechte Lage der eingebrachten Nadeln.

3. Ergebnisse

3.1 Allgemein:

Insgesamt waren 101 erwachsene Patienten (48 Frauen und 53 Männer), die die Kriterien der Studie erfüllt haben, eingeschlossen. Der durchschnittliche VAS-Score präoperativ betrug 7,61. 86,13% des Patientenkollektivs gaben stärkste Schmerzen (VAS 7-10) an, während 15,84% der Patienten mittelgradige Schmerzen (VAS 4-6) angaben.

Die Ergebnisse wurden unter Verwendung von IBM-SPSS für statistische Berechnungen ausgewertet. Die folgenden Tests wurden verwendet: Chi-Quadrat; Exakter VAS-Test für die Schmerzintensität, Chi-Quadrat; Exakter McNab-Test für das klinische Outcome. Das Signifikanzniveau wurde auf $< 0,05$ festgelegt.

Die interventionelle Behandlung erfolgte nach oben aufgeführtem Protokoll mit einer Radiofrequenzablation der Iliosakralgelenke über jeweils zwei – drei Sonden pro Seite.

3.2 Komplikationen:

Komplikationen traten nur bei zwei Patienten auf. Bei einem kam nach der Denervation zum Taubheitsgefühl im Bein, welches im weiteren Verlauf komplett rückgängig war und bei dem anderen ein verstärktes Schmerzen im Bereich des Gelenks, die innerhalb von Stunden postinterventionell verschwunden waren.

3.3 Klinisches Outcome:

3.3.1 Ergebnisse im Hinblick auf Schmerzlinderung auf VAS:

3.3.1.1 VAS-Wert 24h, 6W und 1a nach der Denervation:

Das Follow-up nach einem Jahr zeigte, dass 38,61% der Patienten deutlich nach der Denervation profitierten (≥ 4 Punkte auf der VAS-Schmerzskala). Keine Besserung verspürten 36,63 % der Patienten und eine leichte Besserung 1-3 Punkte auf der Schmerzskala 24,75% der Patienten. Zum Vergleich der Ergebnisse 24h und 6 Woche nach der Denervation kam es zum Resultat, dass (78,21% und 50,49%) der Patienten deutlich von der Denervation profitierten (≥ 4 Punkte auf VAS- Skala, bei (19,8% und 23,76%) der Patienten eine leichte Besserung gab (1-3 Punkte auf VAS- Skala) jedoch bei (1,98% und 25,74%) der Patienten erfolgte keine Besserung (Tabelle 3).

Tabelle 3: Die Ergebnisse auf VAS nach 24 Stunden, 6 Wochen und 1 Jahr nach der Denervation:

	24 h nach der Denervation		6 Wochen nach der Denervation		Ein Jahr nach der Denervation	
	Zahl der Patienten	Prozent	Zahl der Patienten	Prozent	Zahl der Patienten	Prozent
Keine Besserung	2	1,98%	26	25,74%	37	36,63 %
Leichte Besserung VAS 1-3 Punkte	20	19,8%	24	23,76%	25	24,75%
Deutliche Besserung VAS ≥ 4 Punkte	79	78,21%	51	50,49%	39	38,61%

Eine Besserung der Schmerzen auf der Schmerzskala war deutlich innerhalb der 24 Stunden postinterventionell zu verzeichnen (p -value < 0,0001) (Tabelle 4).

Eine Verschlechterung der Symptomatik war im Laufe der nächsten Monate auf der Schmerzskala zu beobachten, sodass der Mittelwert der VAS langsam gestiegen war. Im Vergleich der Ergebnisse 24 Stunden nach der Denervation und 6 Wochen nach der Denervation ist der Mittelwert von $2,57 \pm 1,4$ auf $4,15 \pm 2,6$ gestiegen ($p < 0,0001$) (Tabelle 5).

Im weiteren Vergleich der Ergebnisse zwischen 6 Wochen postinterventionell und 1 Jahr danach war eine signifikante Steigerung der VAS-Werte feststellbar von $4,15 \pm 2,6$ auf $4,84 \pm 2,6$ (p -value < 0,0001) (Tabelle 6).

Insgesamt war der Mittelwert auf der Schmerzskala vor der Denervation im Vergleich mit dem Wert nach einem Jahr von $7,61 \pm 1,41$ auf $4,84 \pm 2,6$ signifikant gesunken (p -value < 0,0001) (Tabelle 7 und Abbildung 9).

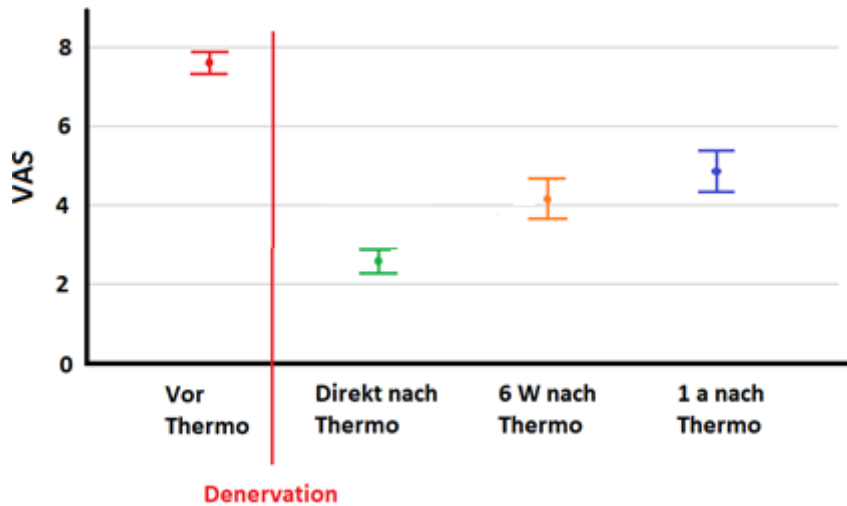


Abbildung 9: VAS vor der Denervation, 24 Stunden, 6 Wochen und 1 Jahr danach: Der VAS- Wert zeigt sich deutlich gesunken 24h nach der Denervation. Im weiteren Verlauf war der VAS- Wert steigend innerhalb einem Jahr nach der Denervation. Insgesamt war die Besserung nach der Denervation 24h, 6 W und 1a statistisch signifikant.

Tabelle 4: VAS vor der Denervation und VAS 24h danach: es zeigt sich statistische Signifikanz.

	Mittelwert	Std. Abweichung	p-value
VAS vor Denervation	7,61	1,417	<0,0001
VAS 24 h nach Denervation	2,57	1,378	

Tabelle 5: VAS 24h nach der Denervation und 6W danach: es zeigt sich statistische Signifikanz.

	Mittelwert:	Std. Abweichung	p-value
VAS 24 h nach Denervation	2,57	1,378	<0,0001
VAS 6 W nach der Denervation	4,15	2,601	

Tabelle 6: VAS 6W nach der Denervation und 1a danach: es zeigt sich statistische Signifikanz.

	Mittelwert:	Std. Abweichung	p-value
VAS 6 W nach der Denervation	4,15	2,601	<0,0001
VAS 1a nach der Denervation	4,84	2,641	

Tabelle 7: VAS vor der Denervation und VAS 1a danach: es zeigt sich statistische Signifikanz.

	Mittelwert:	Std. Abweichung	p-value
VAS vor der Denervation	7,61	1,378	<0,0001
VAS 1a nach der Denervation	4,84	2,641	

3.3.1.2 Schmerzlinderung auf VAS im Hinblick auf Patienten mit und ohne vorherige Operationen:

Im Hinblick auf Patienten mit und ohne vorherige Operation zeigte sich in der Schmerzausprägung ein Jahr nach der Thermodenervation kein signifikanter Unterschied (p -value = 0.49). Insgesamt waren 55 voroperierte (19 Stabilisierung, 26 Dekompression und 10 multiple Wirbelsäulen- Operationen) und 46 nicht voroperierte Patienten eingeschlossen (Tabellen 8 und 9).

Tabelle 8: Voroperierte Patienten:

	24 h nach der Denervation			6W nach der Denervation			1 a nach der Denervation		
	Zahl der Patienten	Von 55 Patienten	Von 101 Patienten	Zahl der Patienten	Von 55 Patienten	Von 101 Patienten	Zahl der Patienten	Von 55 Patienten	Von 101 Patienten
Keine Besserung	1	1,78%	0,99%	17	30,35%	16,83%	21	37,5%	20,79%
Leichte Besserung VAS 1-3 Punkte	13	23,21%	12,87%	14	25%	13,86%	12	21,42%	11,88%
Deutliche Besserung VAS \geq 4 Punkte	41	91,11%	40,59%	24	53,33%	23,76%	22	48,88%	21,78%

Tabelle 9: Nicht voroperierte Patienten:

	24 h nach der Denervation			6W nach der Denervation			1a nach der Denervation		
	Zahl der Patienten	Von 46 Patienten	Von 101 Patienten	Zahl der Patienten	Von 46 Patienten	Von 101 Patienten	Zahl der Patienten	Von 46 Patienten	Von 101 Patienten
Keine Besserung	1	2,22%	0,99%	9	20 %	8,91%	16	35,55%	15,84%
Leichte Besserung VAS 1-3 Punkte	7	15,55%	6,93%	10	22,22%	9,9%	13	28,88%	12,87%
Deutliche Besserung VAS \geq 4 Punkte	38	84,44%	37,62%	27	60%	26,73%	17	37,77%	16,83%

Wie die Tabelle 10 zeigt, war der VAS- Wert 24h nach der Denervation bei voroperierten Patienten 2,67 und bei nicht voroperierten Patienten 2,46 ohne signifikanten Unterschied ($p\text{-value} = 0,448$). 6 Wochen danach war der VAS-Wert bei voroperierten Patienten 4,29 und bei nicht voroperierten Patienten 3,98 auch ohne signifikanten Unterschied ($p\text{-value} = 0,55$). Nach einem Jahr nach der Therapie war ebenso keine Signifikanz zwischen den beiden Gruppen ($p\text{-value} = 0,485$) (Tabelle 10, Abbildungen 10,11,12,13).

Tabelle 10: Vergleich der Ergebnisse bei voroperierten und nicht voroperierten Patienten auf VAS- Score:

	Vor- Operation	Zahl der Patienten	Mittelwert	$p\text{-value}$
VAS 1a nach der Denervation	nein	46	5,04	0,485
	ja	55	4,67	
VAS 6W nach der Denervation	nein	46	3,98	0,550
	ja	55	4,29	
VAS 24h nach der Denervation	nein	46	2,46	0,448
	ja	55	2,67	
VAS vor der Denervation	nein	46	7,65	0,800
	ja	55	7,58	

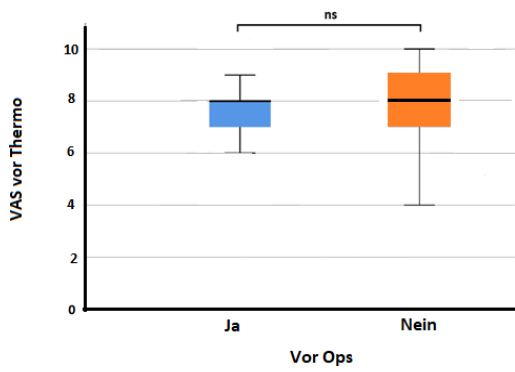


Abbildung 10: Vergleich VAS- Wert der voroperierten Patienten mit VAS-Wert der nicht voroperierten Patienten vor der Denervation zeigt keine Signifikanz.

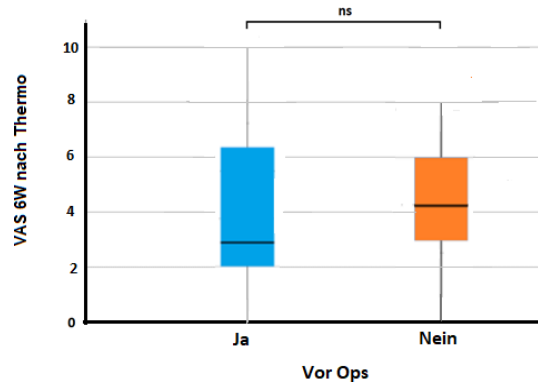


Abbildung 11: Vergleich VAS-Wert der voroperierten Patienten mit VAS- Wert der nicht voroperierten Patienten 6 Wochen nach der Denervation zeigt keine Signifikanz.

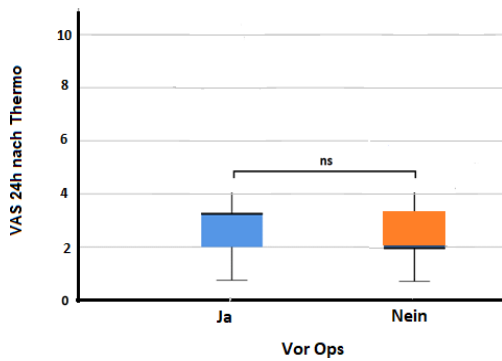


Abbildung 12: Vergleich VAS- Wert der voroperierten Patienten mit VAS- Wert der nicht voroperierten Patienten 24 Stunden nach der Denervation zeigt keine Signifikanz.

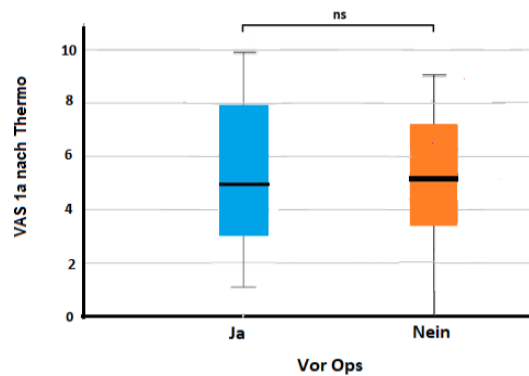


Abbildung 13: Vergleich VAS- Wert der voroperierten Patienten mit VAS- Wert der nicht voroperierten Patienten 1 Jahr nach der Denervation zeigt keine Signifikanz.

In der statistischen Analyse ergab sich wie oben beschrieben keine signifikante Korrelation zwischen VAS- Wert 24h, 6W und 1a nach der Denervation zwischen den voroperierten Patienten und den nicht voroperierten Patienten. In der Einzelanalyse zeigten multiple voroperierte Patienten die schlechtesten Ergebnisse 24h (p - value = 0.299), 6 Wochen (p - value = 0.019) und 1a nach der Denervation (p - value = 0.094) mit statistischer Signifikanz 6W danach (p - value = 0,019). Abbildungen 14,15 und 16. Tabelle 11.

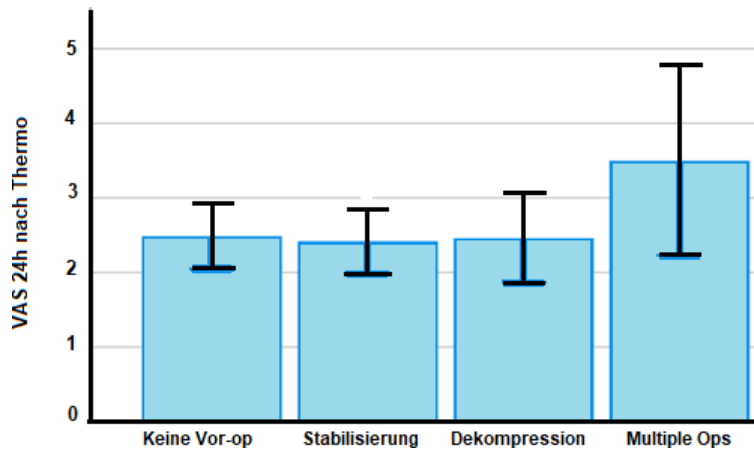


Abbildung 14. Einzelanalyse des VAS- Werts 24h nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen): Es zeigt sich keinen relevanten Unterschied zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten im Sinne von Stabilisierung und Dekompression (VAS- Mittelwert bei nicht voroperierten Patienten = 2.49, bei Z.n. Stabilisierung = 2.42 und bei Z.n. Dekompression=2.46). Die Patienten, die multiple Wirbelsäulen- Operationen untergingen, profitierten am wenigsten (VAS- Mittelwert= 3.5).

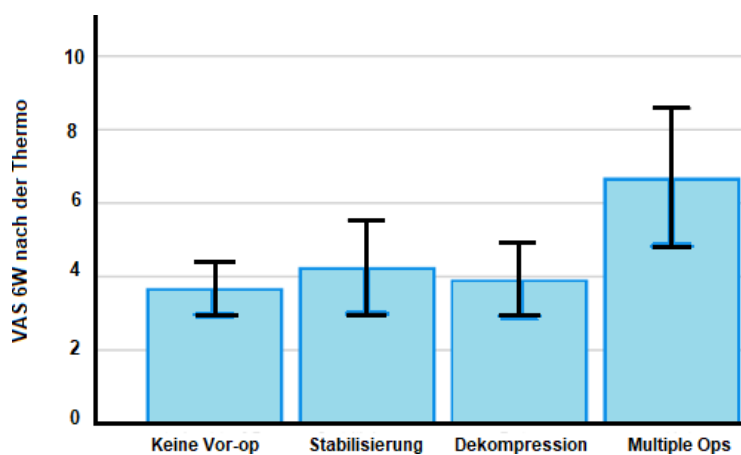


Abbildung 15. Einzelanalyse VAS- Wert 6W nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen - Operationen): Es zeigt, dass die Patienten, die multiple Wirbelsäulen- Operationen untergingen, profitierten am wenigsten (VAS- Mittelwert=6.7). Im weiteren Vergleich zeigten die Patienten, die eine Operation im Sinne von Dekompression oder Stabilisierung untergingen weniger von der Therapie profitierten im Vergleich zu den nicht voroperierten Patienten (VAS- Mittelwert bei nicht voroperierten Patienten=3.69, bei Z.n. Stabilisierung = 4.26 und bei Z.n. Dekompression =3.92).

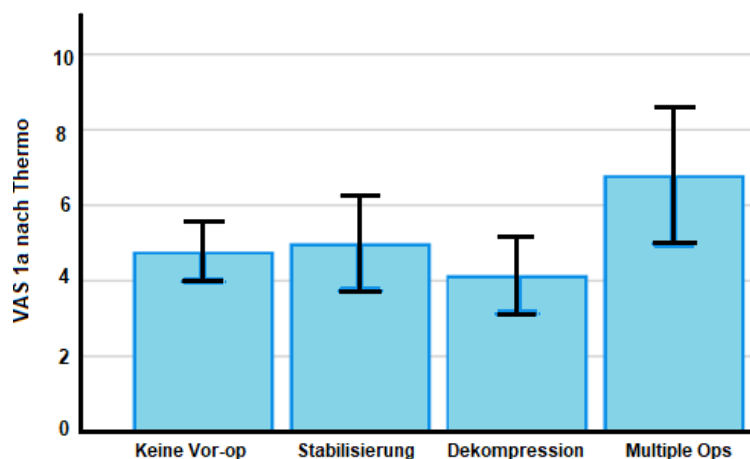


Abbildung 16. Einzelanalyse VAS- Wert 1a nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen): Es zeigt sich keinen relevanten Unterschied zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten im Sinne von Stabilisierung und Dekompression (VAS - Mittelwert bei nicht voroperierten Patienten=4.78, bei Z.n. Stabilisierung= 5 und bei Z.n. Dekompression= 4.15). Die Patienten, die multiple Wirbelsäulen- Operationen untergingen, profitierten am wenigsten (VAS- Mittelwert=6.8).

Tabelle 11. Einzelanalyse VAS- Wert 24h, 6W und 1a nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen):

	Op/ ja- nein	Zahl der Patienten	Mittelwert	<i>p- value</i> zwischen Gruppen
VAS 24h nach Thermo	keine Vor-OP	46	2,49	0,299
	Stabilisierung	19	2,42	
	Dekompression	26	2,46	
	multiple	10	3,50	
	Gesamt	101	2,57	
VAS 6W nach Thermo	keine Vor-OP	46	3,69	0,019
	Stabilisierung	19	4,26	
	Dekompression	26	3,92	
	multiple	10	6,70	
	Gesamt	101	4,15	
VAS 1a nach Thermo	keine Vor-OP	46	4,78	0,094
	Stabilisierung	19	5,00	
	Dekompression	26	4,15	
	multiple	10	6,80	
	Gesamt	101	4,84	

3.3.1.3 Die Korrelation zwischen der Schmerzlinderung auf VAS und Zahl der Infiltrationen vor der Denervation:

Im Hinblick auf die Zahl der Infiltrationen vor der Thermokoagulation zeigte sich auf der Schmerzausprägung 24 Stunden nach der Thermokoagulation, 6 Wochen danach und ein Jahr später keine Signifikanz (Tabelle 12).

Tabelle 12: Effektivität der Thermo im Hinblick auf Vor-Infiltrationen:

	Infiltrationen vor Thermo	Mittelwert	Abweichung	p-value
VAS vor der Denervation	1	7,65	1,358	0,412
	2	7,17	1,941	0,572
VAS 24h nach der Denervation	1	2,63	1,472	0,627
	2	2,33	,516	0,282
VAS 6W nach der Denervation	1	4,22	2,653	0,923
	2	4,33	2,733	0,928
VAS 1a nach der Denervation	1	4,84	2,658	0,993
	2	4,83	2,483	0,993

3.3.1.4 Die Korrelation zwischen der Schmerzlinderung auf VAS und Dauer der Beschwerden vor der Denervation:

Auch bei der Dauer der Beschwerden vor der Denervation war keine Signifikanz zu verzeichnen. Die Patienten mit chronischen Beschwerden zeigten keine wesentliche Besserung auf der VAS-Schmerzskala in dem Follow-up im Vergleich mit den Patienten mit akuter Symptomatik (Tabelle 13,14).

Tabelle 13: Effektivität der Therapie im Hinblick auf Dauer der Beschwerden vor der Thermokoagulation

Dauer der Beschwerden	Zahl der Patienten von 101	Prozent
Mehr als 12 Monate	43	42,75%
Mehr als einen Monat	36	35,64%
Mehr als eine Woche	11	10,89%
Akut aufgetreten	11	10,89%

Tabelle 14: Korrelat zwischen Dauer der Beschwerden und VAS 24h, 6 W und 1a nach der Thermokoagulation:

	p-value
VAS 24h nach der Denervation	0,315
VAS 6W nach der Denervation	0,254
VAS 1a nach der Denervation	0,729

3.3.1.5 Die Korrelation zwischen der Schmerzlinderung auf VAS und Ausprägung der Symptomatik vor der Denervation:

Die Ausprägung der Symptomatik vor der Thermokoagulation scheint hingegen eine Rolle zu spielen. Hier zeigte sich im Follow-up, dass die Patienten, die vor der Denervation starke Schmerzen auf der Schmerzskala angaben, von der Denervation mehr profitierten (nach 6 Wochen: $p\text{-value} = 0,011$; nach einem Jahr $p\text{-value} = 0,051$). (Abbildungen 17.18)

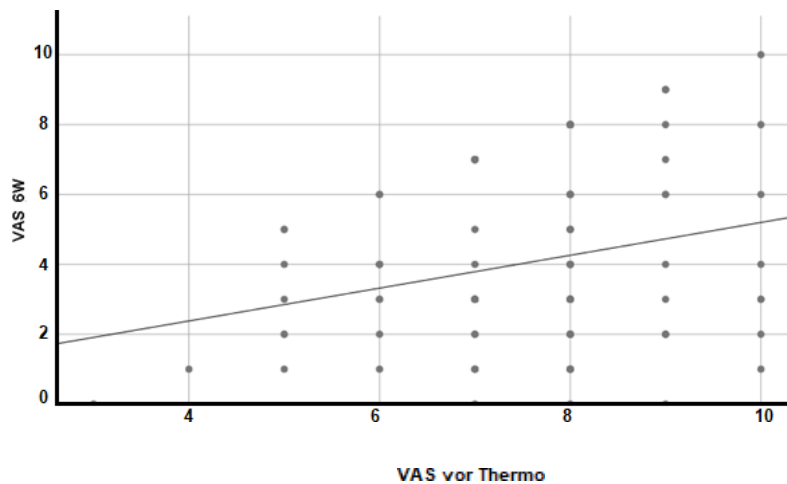


Abbildung 17: Die Korrelation zwischen der Schmerzlinderung auf VAS- Skala 6 Wochen nach der Denervation und die Ausprägung der Symptomatik vor der Denervation.

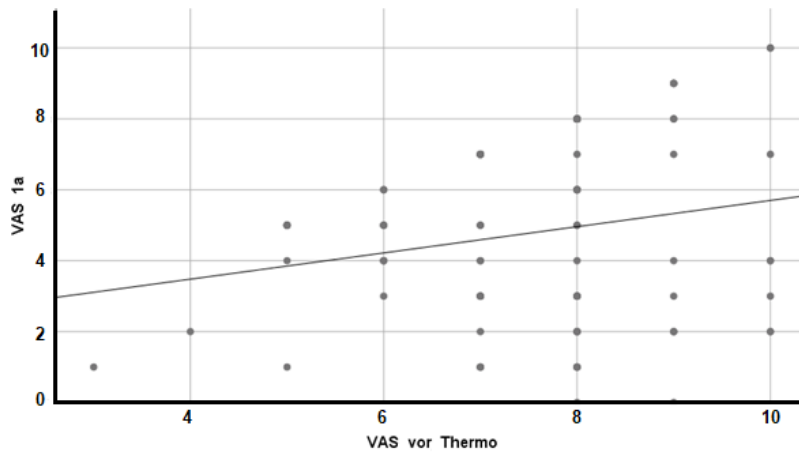


Abbildung 18: Die Korrelation zwischen der Schmerzlinderung auf VAS- Skala 1 Jahr nach der Denervation und die Ausprägung der Symptomatik vor der Denervation.

3.3.1.6 Schmerzlinderung im Hinblick auf Vorerkrankungen:

Im Hinblick auf Vorerkrankungen (arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus Typ II, Osteoporose, KHK und vorbestehende Hüft- oder Knie Operation) war keine Signifikanz zu verzeichnen. In der Tabelle 15 werden die Ergebnisse im Hinblick auf die relevanten Vorerkrankungen gezeigt.

Tabelle 15: Korrelation der Effektivität der Therapie im Hinblick auf die Vorerkrankung:

		Art. Hypertonie	Diabetes mellitus Typ II	Osteoporose	Schilddrüse n- Erkrankung	KHK	Hüft- oder Knie-op.
VAS 24h nach der Denervation	p -value	0,985	0,221	0,600	0,556	0,821	0,664
VAS 6W nach der Denervation	p -value	0,153	0,222	0,094	0,241	0,706	0,181
VAS 1a nach der Denervation	p -value	0,182	0,242	0,578	0,260	0,279	0,060

3.3.1.7 Schmerzlinderung auf VAS im Hinblick auf Zahl der Der verwendeten Nadeln bei der Therapie:

Vergleich der Ergebnisse zwischen Patienten, die mit 4 Nadeln behandelt wurden (53 Patienten) und den Patienten, die mit 6 Nadeln behandelt wurden (42 Patienten), ergab keinen signifikanten Unterschied (6W nach der Denervation p -value= 0,673 und 1a nach der Denervation p -value = 0,489). Tabelle 16.

Tabelle 16: Korrelation der Effektivität der Therapie im Hinblick auf Anzahl der verwendeten Nadeln:

	Anzahl der Nadeln	Anzahl der Patienten	Mittelwert	Std. Abweichung	p -value
VAS 6W nach Denervation	4	53	4,40	2,522	0,673
	6	42	3,95	2,686	
VAS 1a nach Denervation	4	53	5,13	2,550	0,489
	6	42	4,67	2,738	

3.3.2 Das klinische Outcome der Therapie auf McNab- Score:

3.3.2.1 Der Gesamterfolg auf McNab- Score nach der Denervation:

Das klinische Outcome auf dem McNab- Score war nach 24h Stunden postinterventionell $4,39 \pm 0,76$ mit statistischer Signifikanz ($p\text{-value} < 0,0001$). Im weiteren Verlauf bei Verschlechterung des Schmerzgrades war der Mittelwert auf $3,58 \pm 1,2$ nach 6 Wochen und auf $3,26 \pm 1,26$ nach einem Jahr gesunken aber weiterhin war die Besserung auf McNab - Score 6 Wochen und einem Jahr insgesamt mit statistischer Signifikanz ($p\text{-value} < 0,0001$) (Abbildung 19, Tabelle 17).

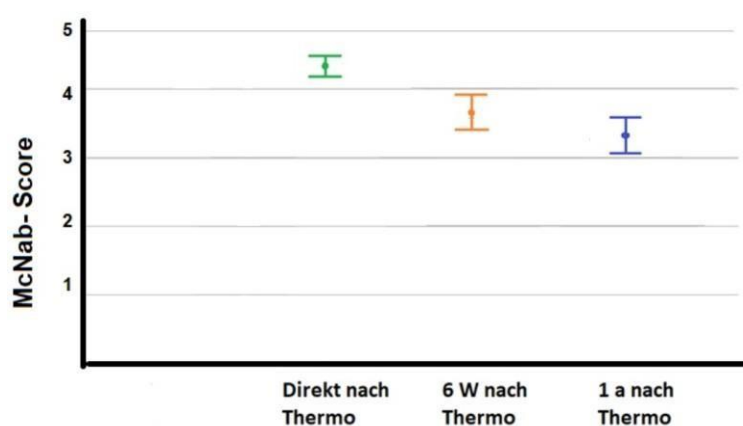


Abbildung 19: McNab- Score 24h, 6 Wochen und 1a nach der Denervation: hier zeigte sich der Wert auf McNab- Score 24h nach der Denervation am höchsten. Im weiteren Verlauf nach 6 Wochen und nach einem Jahr ist der Wert gesunken. Insgesamt war aber eine statistische Signifikanz 24h, 6 W und 1a nach der Therapie zu beobachten.

Tabelle 17: McNab- Score 24h, 6 Wochen und 1a nach der Denervation:

	Mittelwert	Std.-Abweichung	p-value
McNab 24h nach der Denervation	4,39	0,761	<0,0001
McNab 6w nach der Denervation	3,58	1,202	<0,0001
McNab 1a nach der Denervation	3,26	1,262	<0,0001

3.3.2.2 Das klinische Outcome der Therapie auf McNab- Score im Hinblick auf Patienten mit und ohne vorherige Operation:

In der statistischen Analyse ergab sich im Hinblick auf Patienten mit und ohne vorherige Operation keine signifikante Korrelation auf McNab- Score 24h, 6W und 1a nach der Denervation (24h p -value= 0,280, 6W p -Value = 0,198 und 1 Jahr p -value = 0,273).Tabelle 18. In der Einzelanalyse zeigten multiple voroperierte Patienten die schlechtesten Ergebnisse 24h, 6 Wochen und 1a nach der Denervation mit statistischer Signifikant 6W und 1a danach (p -value = 0,007, p -value = 0,038). Tabelle 18, Abbildungen 20, 21 und 22.

Tabelle 18: Vergleich der Ergebnisse bei voroperierten und nicht voroperierten Patienten:

	Vor-OP	N	p -value
McNab 24h nach der Denervation	nein	46	0,280
	ja	55	
McNab 6 W nach der Denervation	nein	46	0,198
	ja	55	
McNab 1a nach der Denervation	nein	46	0,273
	ja	55	

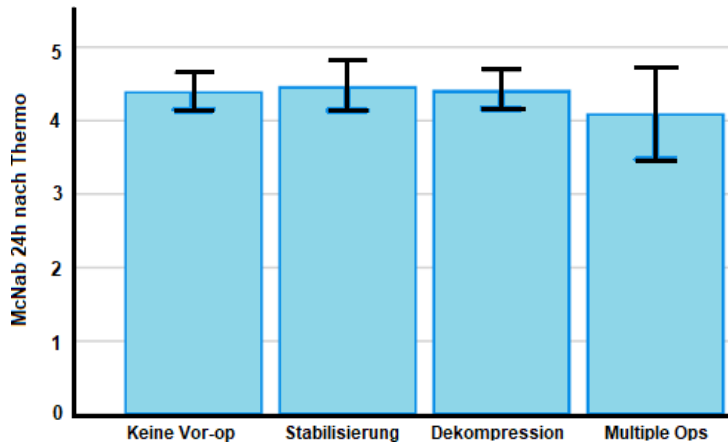


Abbildung 20. Einzelanalyse auf McNab- Score 24h nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen): Es zeigt sich keinen relevanten Unterschied zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten im Sinne von Stabilisierung und Dekompression (VAS- Mittelwert bei nicht voroperierten Patienten= 4.4, bei Z.n. Stabilisierung =4.47 und bei Z.n. Dekompression =4.42). Die Patienten, die multiple Wirbelsäulen- Operationen untergingen, profitierten am wenigsten (VAS- Mittelwert= 4.1).

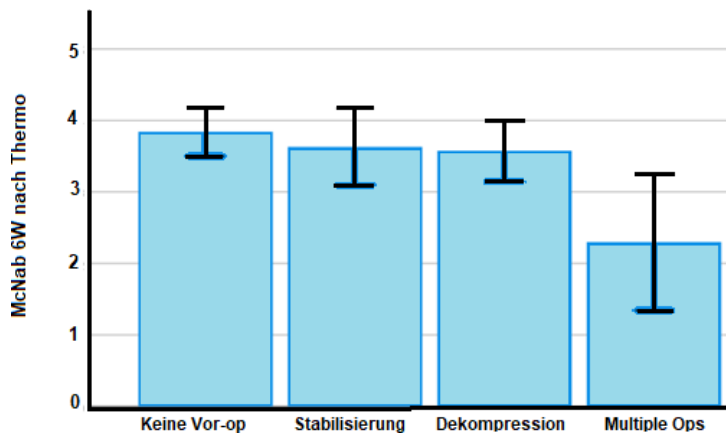


Abbildung 21. Einzelanalyse auf McNab- Score 6W nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen): Es zeigt sich keinen relevanten Unterschied zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten im Sinne von Stabilisierung und Dekompression (VAS- Mittelwert bei nicht voroperierten Patienten= 3.84, bei Z.n. Stabilisierung =3.63 und bei Z.n. Dekompression = 3.58). Die Patienten, die multiple Wirbelsäulen- Operationen untergingen, profitierten am wenigsten (VAS- Mittelwert =2.3).

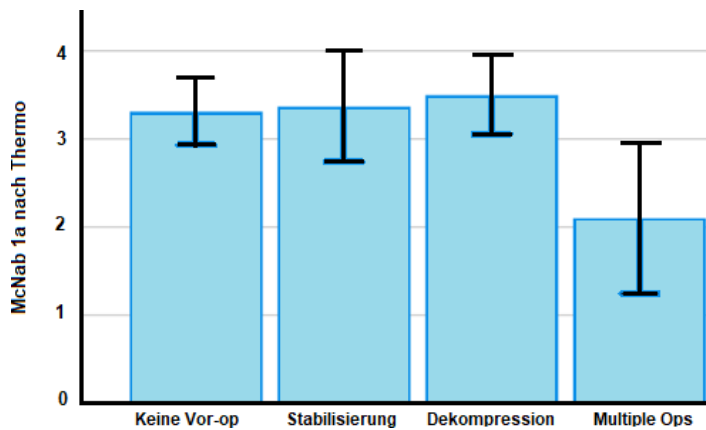


Abbildung 22. Einzelanalyse auf McNab- Score 1a nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen): Es zeigt sich keinen relevanten Unterschied zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten im Sinne von Stabilisierung und Dekompression (VAS- Mittelwert bei nicht voroperierten Patienten= 3.31, bei Z.n. Stabilisierung =3.37 und bei Z.n. Dekompression = 3.5). Die Patienten, die multiple Wirbelsäulen- Operationen untergingen, profitierten am wenigsten (VAS- Mittelwert = 2.1).

Tabelle 19. Einzelanalyse auf McNab- Score 24h, 6W und 1a nach der Denervation zwischen nicht voroperierten Patienten und voroperierten Patienten (Dekompression, Stabilisierung und multiple Wirbelsäulen- Operationen):

	Op/ ja- nein	Zahl der Patienten	Mittelwert	P- value zwischen Gruppen
McNAB24h	keine Vor-OP	46	4,40	0,744
	Stabilisierung	19	4,47	
	Dekompression	26	4,42	
	multiple	10	4,10	
	Gesamt	101	4,39	
MCNAB6w	keine Vor-OP	46	3,84	0,007
	Stabilisierung	19	3,63	
	Dekompression	26	3,58	
	multiple	10	2,30	
	Gesamt	101	3,58	
McNab1a	keine Vor-OP	46	3,31	0,038
	Stabilisierung	19	3,37	
	Dekompression	26	3,50	
	multiple	10	2,10	
	Gesamt	101	3,26	

4 Diskussion

Das Iliosakralgelenk wurde erstmals 1905 von Goldthwait und Osgood als Ursache der Rückenschmerzen erwähnt (18,35,47,48) und bei ungefähr 15 bis 38% der Patienten, die unter Kreuz- und Gesäßschmerzen, als Ursache der Schmerzen beschrieben (4,13,35,40,47).

Effekt der Denervation des Iliosakralgelenk mit Monopolar- Sonde:

Die Analyse unserer Studie ergab, dass kurze Zeit nach der Therapie mit der Radiofrequenztherapie mit Monopolar- Sonde eine deutliche Verbesserung der Schmerzen feststellbar war. In den folgenden Monaten verstärkten sich die Schmerzen wieder. Insgesamt führt die Therapie zur moderaten Besserung der Schmerzen in einem Follow-up von einem Jahr. Die Einschränkung der täglichen Aktivitäten war nach einem Jahr korrelierend zu den Schmerzlinderung auch relativ verbessert. In der Literaturrecherche von Studien, die den Effekt der Therapie bei Patienten mit Iliosakralgelenksyndrom untersuchten, war folgendes zu beobachten:

In einer retrospektiven Studie von Januar 2015 bis Dezember 2017 beschrieb FT. Kawamoto die Radiofrequenztherapie als eine effektive Therapie des ISG-Syndroms. Die Studie umfasste 78 Patienten zwischen 18 und 65 Jahren (30). Die Patienten erhielten die Therapie in 3 RF-Typen (konventionell, gepulst und gekühlt). Die Schmerzintensität wurde mit der Visuelle Analog score (VAS) gemessen (vor dem Eingriff sowie 15, 30, 90 und 180 Tage danach). Von den 78 eingeschlossenen Patienten wurden 56 (71,8 %) mit einer konventionellen RF, 9 (11,5 %) mit einer gepulsten RF und 13 (16,7 %) mit einer gekühlten RF therapiert. Bei allen drei Typen von RF-Sonden war eine deutliche Schmerzlinderung im 6-Monats-Follow-up zu verzeichnen, ohne Unterschied zwischen den behandelten Gruppen (30). Diese Studie unterstützt den Effekt der Radiofrequenztherapie bei den Patienten, die unter Iliosakralgelenksyndrom leiden.

2002 beschrieben A. Gevargez, D. Groenemeyer die computertomographisch geführte perkutane Radiofrequenz-Denervation des Iliosakralgelenks als sichere und effektive Therapie bei Patienten, die unter Iliosakralgelenk-Syndrom leiden (17).

Des Weiteren wurden in einer prospektiven Studie von O. Calvillo 32 Patienten mit der Diagnose Iliosakralgelenkschmerzen aufgrund einer degenerativen Wirbelsäulenerkrankung zwischen November 2010 und Januar 2013 berücksichtigt. Primäres Outcome wurde mit der Schmerzintensität auf der Numerical Rating Scale (NRS) und des sekundäre Outcome war auf dem Global Impression of Change scale (PGIC) ausgewertet. Es wurde eine kurzfristige Schmerzlinderung beobachtet, wobei der mittlere NRS-Schmerzwert von $7,7 \pm 1,8$ zu

Studienbeginn auf $2,8 \pm 1,2$ einen Monat und auf $3,1 \pm 1,9$ sechs Monate nach dem Eingriff gesunken ist ($p\text{-value} < 0,0001$). Die langfristige Schmerzlinderung wurde zwölf und achtzehn Monate nach dem Eingriff dokumentiert. Die Schmerzen auf NRS waren bei $3,4 \pm 2,1$ und $4,0 \pm 2,7$ infolge. Fazit war, dass die Radiofrequenztherapie des ISG bei ausgewählten Patienten mit Iliosakralgelenksyndrom die Schmerzen signifikant reduzieren kann (5).

Hier ergab sich auch, dass die Denervation des Gelenks einen positiven Effekt hat, was auch unseren Ergebnissen entspricht.

In einer systematischen Review von C. Hansen aus dem Jahr 2007 bezüglich Studien im Hinblick auf die Ergebnisse einer Radiofrequenztherapie bei Patienten mit ISG-Syndrom (Database von EMBASE und MEDLINE; Zeitraum: von Januar 1966 bis Dezember 2006) ergab sich in der Suche der Literaturrecherche sieben relevante Berichte. Hier wurde festgestellt, dass die intraartikulären Injektionen in das Iliosakralgelenk mit Steroiden und die Radiofrequenztherapie nur eine begrenzte Evidenz für eine kurz- und langfristige Linderung der Schmerzen bei Patienten mit ISG-Syndrom aufweisen (22).

Insgesamt führt die Therapie zur Besserung der Schmerzen bei ausgewählten Patienten mit Iliosakralgelenksyndrom. Die Schmerzen können im späteren Zeitpunkt erneut auftreten oder sich erneut verstärken. Bei einengen Patienten hat die Therapie keinen relevanten Effekt, so dass die Patienten nach der Denervation kurzfristig profitierten oder sogar gar nicht profitierten. Die Therapie bleibt aber als eine gute Option bei den Pateinten, die unter ISG- Schmerzen leiden und könnte zur Linderung der Schmerzen bzw. zur Besserung der Lebensqualität führen und eine operative Therapie ersparen.

4.2 Effekt der Therapie mit Monopolar- Sonde in Bezug auf Dauer der vorbestehenden Beschwerden:

Laut unseren Erkenntnissen ist die Therapie bei Patienten mit hoher Schmerzintensität auf der VAS-Schmerzskala ein Jahr nach der Denervation zufriedenstellend und also bei solchen Patienten auch zu empfehlen. Ebenso konnten wir feststellen, dass die Dauer der Beschwerden vor der Denervation keine Signifikanz zeigte. In einem 1 Jahr-Follow-up wiesen die Patienten mit chronischen Beschwerden keinen signifikanten Unterschied auf der VAS-Schmerzskala im Vergleich zu den Patienten mit akuter Symptomatik nach der Therapie auf. Allerdings war in beiden Gruppen eine moderate Besserung zu verzeichnen. In den u.g. Studien wurden Patienten, die unter chronischen Schmerzen im unteren Bereich des Rückens leiden, untersucht.

In einer randomisierten klinischen Studie bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, die von den Facettengelenken, Iliosakralgelenken oder einer Kombination von Facettengelenken, Iliosakralgelenken oder Bandscheiben ausgehen, führte die Denervation kombiniert mit einem Trainingsprogramm zu keiner klinisch relevanten Besserung der Schmerzen im Vergleich zu einem standardisierten Trainingsprogramm allein. Diese Ergebnisse unterstützen nicht die Verwendung von Radiofrequenztherapie zur Behandlung des chronischen unteren Rückenschmerzes (27). Das Ergebnis dieser Studie steht dem Outcome unserer Studie auf den ersten Blick entgegen. Unser Fokus lag allerdings mehr auf dem Outcome bezüglich der Schmerzlinderung 24 Stunden, 6 Wochen und einem Jahr nach der Denervation. In der o. g. Studie war darüber hinaus die Quelle der chronischen Schmerzen entweder vom ISG, den Facettengelenken oder der Bandscheibe ausgehend. Insofern spielt der Vergleich der Ergebnisse bezogen auf das ISG-Syndrom eine weniger signifikante Rolle.

In einer systematischen Metaanalyse von randomisierten kontrollierten Studien von Januar 2014 bis April 2019 wurde eine Datenbanksuche (Medline, Medline in Process, Embase, CINHAL and the Cochrane library) für die Radiofrequenztherapie zur Behandlung chronischer Rückenschmerzen durchgeführt. Es wurde eine Metaanalyse durchgeführt, um die mittlere Differenz im Schmerz-Score nach der Behandlung zu berechnen (7). Zusammengefasst ergab die Studie, dass die Denervation von ausgewählten lumbosakralen Quellen einen kleinen, kurzfristigen, positiven Effekt für die Behandlung von Patienten mit chronischen Rückenschmerzen hat (7).

Andere Studien ergaben eine deutliche Besserung der Schmerzen bei chronischen Schmerzpatienten. In einer Meta-Analysis vom CH. Chen zeigten die Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, die eine Radiofrequenztherapie erhielten eine signifikante Besserung der Schmerzen im Vergleich zur Kontrollgruppe (8).

Bezüglich des Effektes der Therapie bei Patienten, die unter akut aufgetretenen Schmerzen leiden, haben wir keine Studien gefunden. Es sind auch keine ausreichenden Studien, die die Schmerzlinderung in der Hinsicht auf Dauer der vorbestehenden Beschwerden vor der Therapie untersuchten, vorhanden. In unserer Studie war keine signifikante Korrelation zwischen der Schmerzlinderung auf VAS und Dauer der Beschwerden vor der Denervation feststellbar. Alle behandelten Gruppen hatten aber eine moderate Schmerzlinderung in einem Jahr Follow-up nach der Therapie.

Weitere Studien in der Hinsicht des Einflusses der Dauer der Beschwerden auf die Besserung der Symptomatik nach der Denervation mit Vergleich der verschiedenen Gruppen sind notwendig.

4.3 Vergleich der Effektivität zwischen Patienten behandelten mit Multipolar- Sonde und Patienten behandelten mit Monopolar- Sonde:

In der Analyse der Ergebnisse profitierten die Patienten in der Gruppe, die mit der Multipolar-Sonde deutlich mehr im Vergleich zur Gruppe der Patienten, die mit der Monopolar-Sonde, behandelt wurden.

Die Ergebnisse unserer Studie wurden mit den verfügbaren Ergebnissen einer im Wirbelsäulenzentrum in Hameln mittels der Simplicity-III-Technik durchgeführten Radiofrequenztherapie verglichen. Der Kollege dort hat uns mit seinen Ergebnissen bei Patienten, die mit Multipolar- Sonde behandelten zur Verfügung gestellt. Wir teilten die Patienten in 2 Gruppen. Die erste Gruppe besteht aus den Patienten, die in unserer Studie untersucht wurden (Gruppe A sind die behandelten Patienten mit Monopolar- Sonde) und die 2 Gruppe besteht aus den Patienten, die auswärts untersucht wurden (Gruppe B sind die behandelten Patienten mit Multipolar- Sonde Simplicity-Sonde III) (1).

Die Simplicity-Sonde III erzeugt multiple Läsionen zwischen den drei Elektroden. Die gesamte Länge der Simplicity-III-Elektrode wird zum ipsilateralen sakralen Ala vorgerückt und die drei aktiven Kontakte werden angrenzend an die seitliche Innervation von S1, S2, S3 und S4 positioniert. Nach einem Jahr Follow- up waren die Patienten, die Keine Besserung der Symptomatik hatten 36,6% bei Gruppe A und 21,1% bei Gruppe B. Im Vergleich der weiteren Ergebnisse hatten 24,75% der Patienten in der Gruppe A und 18,4% in der Gruppe B eine Besserung zwischen 1-3 Punkte auf dem VAS- Skala. Eine Besserung > 4 Punkte auf dem VAS- Skala fand sich bei 38,61% der Patienten in Gruppe A und 60,3% der Pateinten in Gruppe B. In der Analyse der Ergebnisse profitierten die Patienten in der Gruppe, die mit der Multipolar-Sonde behandelt wurden, deutlich mehr im Vergleich zur Gruppe der Patienten, die mit der Monopolar-Sonde behandelt wurden.

M. Bellini und M. Barbieri beschrieben in einer Studie aus dem Jahr 2016, dass die Radiofrequenztherapie mit Multipolar-Sonde (Simplicity-III-Sonde) zur mittelfristigen Linderung der Beschwerden bei Patienten mit Iliosakralgelenksyndrom führte. 60 Patienten, die die diagnostischen Kriterien für das Iliosakralgelenksyndrom erfüllten, wurden in die Studie eingeschlossen. Insgesamt wurden 102 Therapien mit den 60 Patienten durchgeführt. Die Schmerzintensität wurde mit dem Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (ODQ) und dem Oswestry Disability Index (ODI) in 1, 3, 6 und 12 Monaten nach dem Eingriff bewertet. 91,8 % der 102 Therapien führten zu einer Verringerung der Schmerzintensität um mehr als 50 % nach 1 Monat, 81,6 % nach 3 Monaten und 59,16 % nach 6 Monaten. In 35,7 % der Fälle hielt die Linderung bis zu 1 Jahr an. Keine Besserung der Symptomatik war in 12,24 % der Fälle zu beobachten (3).

Die Studie von S. Bayerl hat ebenfalls die Effektivität einer Radiofrequenztherapie mithilfe zweier Methoden (Monopolar-Sonde vs. Multipolar-Sonde) verglichen. 121 Patienten wurden eingeschlossen. 57 Patienten erhielten eine konventionelle Behandlung mit der Monopolar-Sonde und 64 Patienten eine Behandlung mit der Simplicity-III-Sonde Multipolar- Sonde. Alle Patienten wurden 1, 3, 6 und 12 Monate nach der Radiofrequenztherapie bewertet. Die Patienten, die mit der Multipolar- Sonde behandelt wurden, zeigten eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Schmerzlinderung (1 Monat/3 Monate/6 Monate/12 Monate = 72 %, 55 %, 36 %, 27 % vs. 1 Monat/3 Monate/6 Monate/12 Monate = 39 %, 28 %, 16 %, 11 %). Die Radiofrequenztherapie bei Patienten mit Iliosakralgelenk-Syndrom mittels der Simplicity-III-Sonde ist effektiv und führt zu einer deutlichen Schmerzreduktion auch noch ein Jahr nach der Behandlung (2).

Eine weitere Studie von D. Hegarty hat die Effektivität der Therapie mit der Simplicity III-Sonde bei Iliosakralgelenksyndrom auch untersucht. Die Schmerzintensität verbesserte sich im Vergleich zur Vorbehandlung, was einer Schmerzreduktion von 61 % nach 12 Monaten entspricht ($P < 0,001$). Durch die Schaffung einer konsistenten Hochfrequenzläsion wird die Denervation des Iliosakralgelenks zuverlässig mit einer signifikanten langfristigen klinischen Verbesserung erfasst. Diese Technik sollte früher im Krankheitsverlauf in Betracht gezogen werden bei Patienten, die unter einem ISG- Syndrom leiden (25).

Die Ergebnisse unseres Vergleichs und der o.g. Studien weisen auf einen Vorteil der Multipolar-Sonde gegenüber der konventionellen Therapie mit einer Monopolar-Sonde hin. Es liegt wahrscheinlich daran, dass die Elektrode der Multipolar- Sonde lateral des Iliosakralgelenk eingeführt wird und dadurch eine Denervation einer größeren Gelenksfläche angestrebt werden kann.

Daraufhin haben wir in unserer Studie untersucht, ob die Anzahl der verwendeten Nadeln (4 Nadeln gegen 6 Nadeln) zur besseren Schmerzlinderung führt. Hier war aber der Vergleich zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant. Das bedeutet, dass kein signifikanter Unterschied bei mehr abgedeckter intraartikulärer Fläche des Gelenks durch die verwendeten Nadeln zu beobachten war.

In einer Studie von ER. Cosman (2020) wurde die Veränderung der Größe der verursachten Läsionen von der Radiofrequenztherapie über verschiedenen Monopolar- Sonden und die Änderung der Einstellungen des Gerätes gemessen. Hier wurden die Monopolare Läsionen in tierischem Gewebe unter Verwendung scharfer Kanülen mit Spitzendurchmessern von 23, 22, 20, 18, 16, Spitzenlängen 5, 6, 10, 15 mm, Temperaturen 60, 70, 80, 90°C, Zeiten 1, 1,5, 2, 3, 5, 10 Minuten, erzeugt. Läsionsgrößen werden durch automatisierte fotografische Temperaturinferenz aus über 400 Läsionen bewertet, wobei mehrere Läsionen pro Konfiguration verwendet werden (11).

Es ergab sich, dass die Breite und die Länge der monopolaren Läsion mit jedem Untersuchungsfaktor zunehmen ($P < 0,001$). Eine Erhöhung des Kanüldurchmessers von 22 auf 16 erhöht die durchschnittliche Läsionsbreite um 58–65 % (3–4 mm) bei 80 °C und 2 Minuten. Eine Erhöhung der Temperatur von 60 °C auf 90 °C erhöht die Läsionsbreite von 108–152 % in 2 Minuten. Obwohl die Abmessungen in der ersten Minute am schnellsten wachsen, ist die durchschnittliche Läsionsbreite nach 2 Minuten um 11–20 % größer und nach 3 Minuten um 23–32 % größer als nach 1 Minute. Die Läsionslänge erstreckt sich distal und proximal zur Spitze und übersteigt die Spitzenlänge um 1–5 mm bei 80 °C in 2 Minuten. Zusammengefasst haben Spitzendicke, Spitzenlänge, Temperatur und Zeit einen wesentlichen Einfluss auf die Größe der Läsion (11).

In dieser Studie wurde aber nicht untersucht, ob der Effekt der Therapie bei größeren verursachten Läsionen durch die Therapie mit Monopolar- Sonde besser wird, was auch sehr wahrscheinlich ist. Das heißt, dass der Effekt der Therapie mit der Monopolar- Sonde bei größer verursachten Läsionen durch die Sonde bessere Ergebnisse haben könnte.

Zusammengefasst hat die Therapie mit Multipolar- Sonde einen Vorteil gegenüber der Therapie mit der Monopolar- Sonde bei den Patienten, die unter Iliosakralgelenksyndrom leiden. Der Effekt der Therapie mit der Monopolar- Sonde kann aber durch Veränderung der Einstellung des Gerätes und der verwendeten Nadeln optimiert werden.

Bezüglich des Effektes der Therapie bei Patienten, die an der Lendenwirbelsäule voroperiert sind, war keine statistische Signifikanz feststellbar. Die Patienten, die multiple Wirbelsäulen-Operationen untergingen, profitierten am wenigsten von der Therapie. Diesbezüglich haben wir keine Studienlage zum Vergleich gefunden.

Interessant war in unserer Studie, dass die Ausprägung der Symptomatik vor der Thermokoagulation eine signifikante Rolle spielte bezüglich der Besserung der Schmerzen nach einem Jahr. Hier zeigte sich, dass die Patienten mit starken Schmerzen auf der Schmerzskala vor der Denervation insgesamt von der Therapie mehr profitierten. Wir haben auch bezüglich dieses Resultats keine entsprechenden Studien gefunden. Eine randomisierte prospektive Studie mit einer größeren Anzahl von Patienten wäre erforderlich, um dieses Ergebnis zu bestätigen.

Limitationen:

Unsere Studie ist eine retrospektive Studie, das heißt, die Daten werden aus elektronischen Patientenakten gesammelt. Nicht alle Daten der Patienten können abgerufen werden und wichtige Daten können auch möglicherweise fehlen, insbesondere bei dem Follow-up.

Die Diagnose eines Iliosakralgelenksyndroms ist oft schwierig und die Schmerzen können durch Veränderungen an anderer Stelle, beispielsweise den Bandscheiben, und nicht vom ISG verursacht werden. In der Testinfiltration kann auch bei kleinen verwendeten Volumen eine Streuung auf benachbarte Strukturen vorhanden sein, was zu falsch-positiven Ergebnissen führt. Bei den Provokationstests können die Patienten Schmerzen haben, auch wenn diese nicht vom ISG ausgehen.

Außerdem wurde die Denervation durch Einführen der Nadeln ins Gelenk durchgeführt. Bei extraartikulärer Quelle als Ursache der Schmerzen kann eine Therapie der lateralen Äste der sakralen Nerven erforderlich sein.

Schlussfolgerungen:

- Die konventionelle Radiofrequenztherapie führt zu einer moderaten Schmerzreduktion bei einer Langzeitnachbeobachtung von einem Jahr. Eine deutliche Besserung wurde in kurzer Zeit nach der Therapie auf der VAS-Skala festgestellt. In den folgenden Monaten verstärkten sich die Schmerzen wieder. Das klinische Outcome der Therapie auf McNab-Score in einem Jahr Follow-up war zufriedenstellend.
- Es gab keinen Unterschied in der Schmerzlinderung zwischen Patienten, die an der Lendenwirbelsäule operiert wurden oder nicht. In der Einzelanalyse ergab sich aber ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, so dass die Patienten die multiplen Wirbelsäulen- Operationen, untergingen, die schlechtesten Ergebnisse auf VAS- Skala und McNab- Score hinwiesen.
- Es gab keine Signifikanz in der Schmerzlinderung bei Patienten mit bestehenden Erkrankungen (Osteoporose, art. Hypertonie, DMII, Schilddrüsen-Erkrankung und vorberehende Hüft- oder Knie-op.).
- Interessant war, dass die Patienten, die vor der Therapie unter starken Schmerzen litten, in dem Follow-up nach 6 Wochen und einem Jahr mehr profitierten.
- Im Vergleich der Ergebnisse war eine Verbesserung des klinischen Ergebnisses ein Jahr nach der Radiofrequenztherapie bei Patienten, die mit einer Multipolar- Sonde behandelt wurden, im Vergleich zu Patienten, die mit einer Monopolar- Sonde behandelt wurden.
- Im Hinblick auf Anzahl der Nadeln, die in der Denervation verwendet wurden, ergab sich keinen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten, die mit 4 Nadeln und 6 Nadeln, behandelt wurden.

5 Literature

- 1) Altaher M. (2017) Auswirkung der Simplicity-Sonde bei Patienten mit Iliosakralgelenksyndrom Hameln.
- 2) Bayerl SH, Finger T, Heiden P, Esfahani-Bayerl N, Topar C, Prinz V, Woitzik J, Dengler J, Vajkoczy P (2020) Radiofrequency denervation for treatment of sacroiliac joint pain-comparison of two different ablation techniques. *Neurosurg Rev.* 43(1):101-107. PMID: 30066034.
- 3) Bellini M, Barbieri M (2016) Single strip lesions radiofrequency denervation for treatment of sacroiliac joint pain: two years' results. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 48(1):19-22. PMID: 26966108.
- 4) Burnham RS, Yasui Y (2007) An alternate method of radiofrequency neurotomy of the sacroiliac joint: a pilot study of the effect on pain, function, and satisfaction. *Reg Anesth Pain Med.* 32(1):12-9. PMID: 17196487.
- 5) Calvillo O, Skaribas I, Turnipseed J (2000) Anatomy and pathophysiology of the sacroiliac joint: *Curr Rev Pain.* 4(5):356-61. PMID: 10998744.
- 6) Cameron J (1907) The Fascia of the Pelvis. *J Anat Physiol.* 42(Pt 1):112-25. PMID: 17232748; PMCID: PMC1289147.
- 7) Chappell ME, Lakshman R, Trotter P, Abrahams M, Lee M (2020) Radiofrequency denervation for chronic back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 21;10(7): e035540. PMID: 32699129.
- 8) Chen CH, Weng PW, Wu LC, Chiang YF, Chiang CJ (2019) Radiofrequency neurotomy in chronic lumbar and sacroiliac joint pain: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 98(26): e16230. PMID: 31261580.
- 9) Cohen SP (2005) Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of anatomy, diagnosis, and treatment. *Anesth Analg.* 101(5):1440-1453. PMID: 16244008.
- 10) Crockett M, Moynagh M, Long N, Kilkoyn A, Dicker P, Synnott K, et al (2014) Zone-augmented percutaneous discectomy: A novel treatment option for refractory discogenic sciatica. *Clinical radiology.* 69(12):1280-6. PMID: 25240564.
- 11) Cosman ER Jr, Dolensky JR, Hoffman RA (2020) Factors that affect radiofrequency heat lesion size. *Pain Med.* 15(12):2020-36. PMID: 25312825.
- 12) Dreyfuss P, Dreyer SJ, Cole A, Mayo K (2004) Sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg.* 12(4):255-65. PMID: 15473677.
- 13) Falowski S, Sayed D, Pope J, Patterson D, Fishman M, Gupta M, Mehta P (2020) A Review and Algorithm in the Diagnosis and Treatment of Sacroiliac Joint Pain. *J Pain Res.* 8; 13:3337-3348. PMID: 33335420.
- 14) Ferrante FM, King LF, Roche EA, Kim PS, Aranda M, Delaney LR, Mardini IA, Mannes AJ (2001) Radiofrequency sacroiliac joint denervation for sacroiliac syndrome. *Reg Anesth Pain Med.* 26(2):137-42. PMID: 11251137.
- 15) Forst SL, Wheeler MT, Fortin JD, Vilensky JA (2006) The sacroiliac joint: anatomy, physiology and clinical significance. *Pain Physician.* 9(1):61-7. PMID: 16700283.
- 16) Gartenberg A, Nessim A, Cho W (2021) Sacroiliac joint dysfunction: pathophysiology: diagnosis, and treatment. *Eur Spine J* 30(10):2936-2943. PMID: 34272605.
- 17) Gevargez, A, Groenemeyer, D, Schirp, S. et al (2002) CT-guided percutaneous radiofrequency denervation of the sacroiliac joint. *Eur Radiol.* 12, 1360–1365.
- 18) Goldthwait JE, Osgood RB (1905) A consideration of the pelvic articulations from an anatomical, pathological and clinical standpoint. *Boston Med Surg J* 1905; 152:634-638
- 19) Gray H (1918) *Anatomy of the human body* the 20th edition. Philadelphia / New York City

- 20) Grieve GP (1976) The sacro-iliac joint. *Physiotherapy*. 62(12):384-400. PMID: 802002.
- 21) Hamidi-Ravari, B., Tafazoli, S., Chen, H. et al (2014) Diagnosis and Current Treatments for Sacroiliac Joint Dysfunction. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2, 48–54
- 22) Hansen HC, McKenzie-Brown AM, Cohen SP, Swicegood JR, Colson JD, Manchikanti L (2007) Sacroiliac joint interventions: a systematic review. *Pain Physician*. 10(1):165-84. PMID: 17256029.
- 23) Harrison DE, Harrison DD, Troyanovich SJ (1997) The sacroiliac joint: a review of anatomy and biomechanics with clinical implications. *J Manipulative Physiol Ther*. 20(9):607-17. PMID: 9436146.
- 24) Hayashi S, Kim JH, Rodriguez-Vazquez JF, Murakami G, Fukuzawa Y, Asamoto K, Nakano T (2013) Influence of developing ligaments on the muscles in contact with them: a study of the annular ligament of the radius and the sacrospinous ligament in mid-term human fetuses. *Anat Cell Biol*. 2013 46(2):149-56. PMID: 23869262.
- 25) Hegarty D (2016) Clinical Outcome Following Radiofrequency Denervation for Refractory Sacroiliac Joint Dysfunction Using the Simplicity III Probe: A 12-Month Retrospective Evaluation. *Pain Physician*. 19(1):E129-35. PMID: 26752481.
- 26) Hölper BM, Eichler MK (2012) *Kompodium Neuro- und Wirbelsäulen Chirurgie*. 3. Auflage Rosenheim.
- 27) Juch JNS, Maas ET, Ostelo RWJG, Groeneweg JG, Kallewaard JW, Koes BW, Verhagen AP, van Dongen JM, Huygen FJPM, van Tulder MW (2017) Effect of Radiofrequency Denervation on Pain Intensity Among Patients with Chronic Low Back Pain: The Mint Randomized Clinical Trials. *JAMA*. 4;318(1):68-81. PMID: 28672319.
- 28) Jung MW, Schellhas K, Johnson B (2020) Use of Diagnostic Injections to Evaluate Sacroiliac Joint Pain. *Int J Spine Surg*. Feb 10;14(Suppl 1):30-34. PMID: 32123655.
- 29) Kasapovic A, Ali T, Max Jaenisch, Yorck Rommelspacher, Martin Gathen, Robert Pflugmacher, Desirée Schwetje (2022) Minimal-invasive Arthrodesse des Iliosakralgelenks
- 30) Kawamoto LF, Sakata RK, Campos JL, Borges LA, Ferraro LH (2021) Retrospective Study of the Analgesic Effect of Sacroiliac Joint Radiofrequency Denervation. *Pain Physician*. 24(5): E625-E629. PMID: 34323450.
- 31) Kennedy DJ, Engel A, Kreiner DS, Nampiaparampil D, Duszynski B, MacVicar J (2015) Fluoroscopically Guided Diagnostic and Therapeutic Intra-Articular Sacroiliac Joint Injections: A Systematic Review. *Pain Med*. 16(8):1500-18. PMID: 26178855.
- 32) Laslett M, Aprill CN, McDonald B, Young SB (2005) Diagnosis of sacroiliac joint pain: validity of individual provocation tests and composites of tests. *Man Ther*. 10(3):207-18. PMID: 16038856.
- 33) Laslett M (2012) *Manuelle Therapie: Differenzierungs-/Provokationstests und Behandlung für das SIG*
- 34) Le Huec JC, Bourret S, Thompson W, Daulouede C, Cloché T (2020) A painful unknown: sacroiliac joint diagnosis and treatment. *EFORT Open Rev*. 26;5(10):691-698. PMID: 33204512.
- 35) Loomba, Gagan Mahajan (2017) *Current Therapy in Pain: Sacroiliac joint pain*. Dave 19103-2899 ISBN: 978-1-4160-4836-7
- 36) Lorio MP. ISASS Policy (2016) Minimally Invasive Sacroiliac Joint Fusion. *Int J Spine Surg*. 13; 10:26. PMID: 27652197.
- 37) Nakagawa T (1966) Study on the distribution of nerve filaments over the iliosacral joint and its adjacent region in the Japanese. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. 40(4):419-30. PMID: 6010341.

- 38) Piso B, Reinsperger I, Rosian K (2017) Radiofrequency denervation for sacroiliac and facet joint pain: Decision Support Document No. 99 ISSN online: 1998-0469
- 39) Poilliot AJ, Zwirner J, Doyle T, Hammer N (2019) A Systematic Review of the Normal Sacroiliac Joint Anatomy and Adjacent Tissues for Pain Physicians. *Pain Physician*. 22(4): E247-E274. PMID: 31337164.
- 40) Polly DW, Cher DJ, Wine KD, Whang PG, Frank CJ, Harvey CF, Lockstadt H, Glaser JA, Limoni RP, Sembrano JN (2015) Randomized Controlled Trial of Minimally Invasive Sacroiliac Joint Fusion Using Triangular Titanium Implants vs Nonsurgical Management for Sacroiliac Joint Dysfunction. *Neurosurgery*. 77(5):674-90. PMID: 26291338.
- 41) Polly D, Cher D, Whang PG, Frank C, Sembrano J (2016) INSITE Study Group. Does Level of Response to SI Joint Block Predict Response to SI Joint Fusion?. *Int J Spine Surg*. 21; 10:4. PMID: 26913224.
- 42) Porterfield J, DeRosa C. The sacroiliac joint. In: Gould JA (ed). *Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. St. Louis, CV Mosby Company.
- 43) Rashbaum RF, Ohnmeiss DD, Lindley EM, Kitchel SH, Patel VV (2016) Sacroiliac Joint Pain and Its Treatment. *Clin Spine Surg*. 29(2):42-8. PMID: 26889985.
- 44) Robert R, Salaud C, Hamel O, Hamel A, Philippeau JM (2009) Anatomie des douleurs de l'articulation sacro-iliaque. *Rev Rhum*.
- 45) Romero FR, Vital RB, Zanini MA, Ducati LG, Gabarra RC (2015) Long-term follow-up in sacroiliac joint pain patients treated with radiofrequency ablative therapy. *Arq Neuropsiquiatr*. 73(6):476-9. PMID: 26083881.
- 46) Schenker A, Schiltenswolf M, Schwarze M, Pepke W, Hemmer S, Akbar M (2020) Schmerzquelle Iliosakralgelenk: Funktionelle Anatomie, Symptome und klinische Bedeutung. *Orthopade*. 49(11):1000-1005. German. PMID: 31811321.
- 47) Scholten PM, Patel SI, Christos PJ, Singh JR (2015) Short-term efficacy of sacroiliac joint corticosteroid injection based on arthrographic contrast patterns. *PM R*. 7(4):385-91. PMID: 25452127.
- 48) Slipman CW, Whyte WS, Chow DW, Chou L, Lenrow D, Ellen M (2001) Sacroiliac joint syndrome: *Pain Physician*. 4(2):143-52. PMID: 16902687.
- 49) Slobodin G, Rimar D, Boulman N, Kaly L, Rozenbaum M, Rosner I, Odeh M (2016) Acute sacroiliitis: *Clin Rheumatol*. 35(4):851-6. PMID: 26847855.
- 50) Smidt GL, Wei SH, McQuade K, Barakatt E, Sun T, Stanford W (1997) Sacroiliac motion for extreme hip positions. A fresh cadaver study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 15;22(18):2073-82. PMID: 9322317.
- 51) Soto Quijano DA, Otero Loperena E (2018) Sacroiliac Joint Interventions. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 29(1):171-183. PMID: 29173661.
- 52) Suleiman ZA, Kolawole IK, Okeyemi A (2018) Fluoroscopic-guided sacroiliac, joint injections for treatment of chronic axial low back pain in a tertiary Hospital in Nigeria: a preliminary study. *Ghana Med J*. 52(3):153-157. PMID: 30602801.
- 53) Teran-Garza R, Verdines-Perez AM, Tamez-Garza C, Pinales-Razo R, Vilchez-Cavazos JF, Gutierrez-de la O J, Quiroga-Garza A, Elizondo-Omaña RE, Guzman-Lopez S (2021) Anatomical variations of the sacro-iliac joint: a computed tomography study. *Surg Radiol Anat*. 43(6):819-825. PMID: 33630107.

- 54) Tok Umay S, Korkmaz M (2020) Frequency of anatomical variation of the sacroiliac joint in asymptomatic young adults and its relationship with sacroiliac joint degeneration. *Clin Anat.* 33(6):839-843. PMID: 31880344.
- 55) Tuite MJ (2008) Sacroiliac joint imaging. *Semin Musculoskelet Radiol.* 12(1):72-82. PMID: 18382946.
- 56) Vleeming A, Schuenke MD, Masi AT, Carreiro JE, Danneels L, Willard FH (2012) The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. *J Anat.* 221(6):537-67. PMID: 22994881.
- 57) Völker A, Steinke H, Heyde CE (2021) The Sacroiliac Joint as a Cause of Pain: Review of the Sacroiliac Joint Morphology and Models for Pain Genesis. *Z Orthop Unfall.* PMID: 33940639.
- 58) Wu L, Tafti D, Varacallo M (2022) Sacroiliac Joint Injection. In: *Stat Pearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. PMID: 30020617.
- 59) Youssef M (2020) The effects of CT guided Sacroiliac joint injection on chronic low back pain. *Neurol Neurosci DOI: 10.15761/NNR.1000127.*
- 60) Ziegeler K, Hermann KGA, Diekhoff T (2021) Anatomical Joint Form Variation in Sacroiliac Joint Disease: Current Concepts and New Perspectives. *Curr Rheumatol Rep.* 3;23(8):60. PMID: 34216295.

6 Danksagung:

An dieser Stelle möchte ich allen, die mir bei der Erstellung dieser Arbeit geholfen haben:

Zunächst meinen Doktorvater, Herrn Prof. Dr. J. Oertel, für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung. Bedanken möchte ich mich auch für die zahlreichen interessanten Debatten und Ideen, die maßgeblich dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit in dieser Form vorliegt.

Vielen Dank auch gilt dem Betreuer dieser Arbeit, Herrn Dr. med. F. Teping, der stets ein offenes Ohr hatte für Fragen und Probleme, die während der Arbeitsphase auftraten.

Ebenfalls möchte ich mich bei Prof. Dr. rer. nat. S. Urbschat, die mir mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft zur Seite stand.

Dank geht an Dr. med. C. Sippl für die Hilfe bei der Auswertung der Ergebnisse und die stetige Unterstützung.

Großer Dank geht an meinen Neffen Yazan Falah Ougli, der mir bei Ausfertigung der Abbildungen geholfen hat.

Nicht zuletzt möchte ich meiner Familie für die immerwährende Unterstützung in der langen Arbeitsphase bis zur Fertigstellung der Arbeit danken.

Allen Patienten und anderen Probanden, die ihre Stimme und ihr Ohr zum Zweck des Gelingens dieser Arbeit geliehen haben, sei ebenfalls herzlich gedankt.

7 Kongresse:

Der Abstract dieser Arbeit wurde in dem World Spine Congress 9 in Athens, Greece im November 2022 angenommen und die Arbeit wurde dort vorgestellt.

8. Lebenslauf:

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.

Kolloquiumsvermerk:

Tag der Promotion: 23.07.2024

Dekan: Prof. Dr. Michael Menger

Erster Berichterstatter: Prof. Dr. med. Joachim Oertel

Zweiter Berichterstatter: Prof. Dr. med. Stefan Landgraeber