

Aus der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin
der Medizinischen Fakultät Mannheim
(Direktor: Prof. Dr. med. Stefan Schönberg)

Therapeutische Wirksamkeit der Radiosynoviorthese (RSO) bei
Patienten mit Rhizarthrose

Inauguraldissertation
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Constanze Heinrich

aus
Karlsruhe
2022

Dekan: Prof. Dr. med. Sergij Goerd

Referent: Prof. Dr. med. Dietmar Dinter

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
1 EINLEITUNG	2
1.1 Zielsetzung der Arbeit	11
2 MATERIAL UND METHODEN.....	12
2.1 Patientendaten	12
2.2 Anamnese und klinische Untersuchung	12
2.3 Bildgebung	13
2.3.1 Röntgen.....	13
2.3.2 Magnetresonanztomografie (MRT)	14
2.3.3 Skelettszintigraphie	16
2.3.4 Sonographie.....	17
2.4 Einschluss und Ausschlusskriterien	17
2.5 Durchführung der RSO.....	17
2.6 Nachsorge.....	19
2.7 Statistische Auswertung	19
3 ERGEBNISSE	22
3.1 Auswertung nach Geschlecht.....	22
3.2 Auswertung des Alters der Patienten	23
3.3 Auswertung nach Seitenverteilung	23
3.4 Dauer der Schmerzen vor Behandlungsbeginn.....	24
3.5 Einteilung und Auswertung nach Röntgenstadium	25
3.6 Auswertung nach bestehender Arthrose im STT-Gelenk	26
3.7 Auswertung der Patienten mit Karpaltunnelsyndrom (KTP)	27
3.8 Auswertung nach Sonografie	28
3.9 Auswertung nach Grad der Synovialitis mittels MRT.....	28

3.10	Auswertung in Bezug auf bestehendes Knochenmarködem	30
3.11	Auswertung in Bezug auf Flüssigkeit im Gelenkspalt	32
3.12	Auswertung in Bezug auf Mitreaktion der Muskulatur	34
3.13	Auswertung nach Skelettszintigraphie	36
3.14	Besserung der Schmerzen in Bezug auf alle Patienten	37
3.15	Bewertung der Besserung in Bezug auf alle Patienten.....	38
3.16	Besserung der Schmerzen der Patienten mit genau einer RSO.....	39
3.17	Besserung der Schmerzen bei Patienten mit genau zwei RSO	41
3.18	Besserung der Schmerzen bei Patienten mit genau drei RSO	43
3.19	Besserung der Schmerzen bei Patienten mit genau vier RSO	45
3.20	Übersicht der RSO nach Erfolg und Differenz der Schmerzen	49
3.21	Patientenbeispiele mit Bildgebung.....	50
4	DISKUSSION	54
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	72
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	74
7	LEBENS LAUF	79
8	DANKSAGUNG	81

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

DSG	Daumensattelgelenk
HWZ	Halbwertszeit
HET	Hormonersatztherapie
KM	Kontrastmittel
KMÖ	Knochenmarködem
KTS	Karpaltunnelsyndrom
MRT	Magnetresonanztomographie
RSO	Radiosynoviorthese
RSA	Resektions-Suspensions-Arthroplastik
STT-Gelenk	Scaphoid-Trapezio-Trapezoidal-Gelenk
TEP	Totalendoprothese

1 EINLEITUNG

Die Rhizarthrose beschreibt die Arthrose des Daumensattelgelenkes. Sie stellt mit einer Inzidenz von 20-30% bei Frauen über dem 45. Lebensjahr eine sehr häufige Erkrankung dar, bei über 80-Jährigen sind bis zu 90% betroffen (Deiler, 2019). Die Ursache für den Anstieg der Inzidenz ist jedoch nicht nur mit dem Alterungsprozess allein zu erklären. Für die Erkrankung spielen einige prädisponierende Faktoren eine Rolle. Hierzu zählen neben dem hormonellen Faktor (Deiler, 2019; Herold, 2020), der erklärt, warum Frauen in der Menopause häufiger betroffen sind als Männer, auch die unphysiologische Belastung des DSG, wie statische Fehlstellungen, sportliche Überlastung bis hin zu Bandinstabilitäten (Mödder, 1995). Insgesamt sind Frauen viermal häufiger betroffen als Männer und können somit als Hauptgruppe der Betroffenen angesehen werden (Herold, 2020). Neben vermehrtem Auftreten bei Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis sind Rhizarthrosen häufig bei Menschen mit handwerklicher Tätigkeit vertreten, da dem Daumen durch die Greiffunktion eine besondere Bedeutung zukommt und hier eine überdurchschnittliche Belastung vorliegt (Deiler, 2019). Zum jetzigen Zeitpunkt werden neben an sich bereits gelenkbelastenden Faktoren wie Fehlstellungen auch idiopathische und genetische Faktoren diskutiert (Herold, 2020; Pschyrembel, 2020). Das Krankheitsbild der Arthrose ist die häufigste Erkrankung der Gelenke (Herold, 2020). Da der Daumen eine besonders exponierte und funktionell wichtige Lage einnimmt, stellt die Rhizarthrose im Speziellen die häufigste Arthroselokalisation der Hand dar. Bei 20-30% der Patienten sind beide DSG betroffen (Horch, 2011; Schmitt, 2015).

Der Krankheitsverlauf ist ein eher langsam voranschreitender Prozess, der mit der Zeit an Schwere zunimmt (Herold, 2020). Zu Beginn bestehen im Regelfall keine Schmerzen oder Einschränkungen im Alltag. Diese Art der Arthrose wird als stumme Arthrose bezeichnet und ist im Frühstadium zu beobachten. Erst durch Entzündungsprozesse geht diese Form in eine aktivierte Arthrose über, welche Schmerzen verursacht. In einigen Fällen werden auch nichtaktivierte Arthrosen als schmerzhaft empfunden. Zu diesem Zeitpunkt wird der Patient zumeist erstmalig vorstellig, da mit den Beschwerden eine Einschränkung im Alltag einhergeht. Hier

kann nach ersten konservativen Behandlungen mittels Schienen und Analgetika die RSO als weiterführende Behandlungsmethode angewandt werden. Im Spätstadium ist von einer bereits dekompensierten Arthrose auszugehen (Mödder, 1995; Rehart, 2008).

Der Patient ist zu diesem Zeitpunkt schon Jahre in Behandlung und hat konservative Therapieoptionen wahrgenommen. Die dekompensierte Form zeigt sich schon in der Blickdiagnose. Hier kann man im fortgeschrittenen Stadium das Forestier-Zeichen erkennen. Es stellen sich durch Subluxation des DSG und durch eine Muskeldysbalance der erste und zweite Mittelhandknochen parallel. In diesem Stadium kommen dann vor allem operative Therapieoptionen in Frage (Horch, 2011; Kollig et al., 2016).

Es wird zwischen einer primären und sekundären Form unterschieden. Die primäre Form stellt den normalen Krankheitsverlauf ohne vorheriges Trauma dar. Die sekundäre Form entsteht aus einem traumatischen Vorgeschehen und ist daher seltener vertreten. Durch frühzeitige Behandlung des Traumas kann die Entwicklung einer sekundären Arthrose meistens gänzlich vermieden werden (Deiler, 2019).

Der Patient wird im Allgemeinen vorstellig, sobald die Gelenkschmerzen mit einhergehender Bewegungseinschränkung und Kraftverlust im Alltag große Einschränkungen mit sich bringen. Nach Erhebung der Anamnese helfen klinische Funktionsuntersuchungen bei der weiteren Abklärung. Beim Grinding-Test wird eine axiale Belastung auf das DSG über das Os metacarpale I durchgeführt und zusätzlich eine Rotationsbewegung ausgeübt. Bei Schmerzen und einer wahrnehmbaren Krepitation fällt der Test positiv aus und es kann von einer Rhizarthrose ausgegangen werden. Ein weiterer manueller Test ist der Distractionstest, bei dem neben der Rotation ein axialer Zug auf das DSG ausgeübt wird. Auch dies führt zu Schmerzen bei bestehender Rhizarthrose. In der Differentialdiagnose sind eine Tenosynovialitis de Quervain sowie eine Arthrose des STT-Gelenkes und eine Pseudoarthrose des Skaphoids auszuschließen. Häufige Begleiterkrankungen, die sich bei einer Rhizarthrose ergeben, sind eine Ringbandstenose oder ein Karpaltunnelsyndrom (Horch, 2011; Zumhasch, 2020).

Um den Befund einer Rhizarthrose zu sichern, sind nach den klinischen Untersuchungen weitere bildgebende Verfahren indiziert. Mittels Bildgebung kann

das Stadium der Arthrose präzise ermittelt werden. Die Zuordnung zu den verschiedenen Stadien wird anhand der Röntgenaufnahmen vorgenommen, wobei hier mehrere Klassifikationen veröffentlicht wurden. Die bekannteste Einteilung ist die Klassifikation in vier Stadien nach Eaton und Littler (Eaton and Littler, 1969; Kennedy et al., 2016). Das Stadium I beschreibt eine Subluxation des Metacarpale I im geringen Ausmaß. Im Stadium II besteht eine eindeutige Subluxation des Metacarpale I mit einer anfänglichen Gelenkspaltverschmälerung. Zudem können hier Osteophyten kleiner als 2 mm diagnostiziert werden. Im Stadium III zeigt sich eine deutliche Subluxation des Metacarpale I mit eindeutiger Gelenkspaltverschmälerung, wobei zu beobachtende Osteophyten hier größer als 2 mm sind. Im Stadium IV besteht eine eindeutige Gelenkdestruktion mit stark ausgeprägter Subluxation und zystisch, sklerotischen Umbauvorgängen.

Da das Röntgenbild sehr gut die knöchernen Strukturen darstellt, jedoch nur indirekt Aufschluss über die Situation des Knorpels geben kann, werden oftmals weitere Verfahren wie die Bildgebung mittels MRT hinzugezogen.

Über den Aktivierungszustand der Rhizarthrose gibt die Skelettszintigrafie Aufschluss. Mit dieser funktionellen Untersuchung können weitere aktivierte Gelenke identifiziert werden. Bei Verdacht auf einen Gelenkerguss ist eine Sonographie am aussagekräftigsten, da diese bereits kleinste Flüssigkeitsmengen darstellen kann (Zacher et al., 2007). Trotz der vielen Möglichkeiten einer sehr guten Bildgebung und Diagnostik, können die Beschwerden des Patienten von den zu erwartenden Einschränkungen und Schmerzen abweichen. Die subjektive Einschätzung ist von Patient zu Patient unterschiedlich und es können sogar untypisch asymptomatischen Verläufe einer Arthrose vorkommen (Schmitt, 2015).

Die Beschwerden der Patienten werden durch zwei wesentliche Prozesse ausgelöst. Zu Beginn steht die Knorpeldestruktion im Vordergrund. Diese führt mit der Zeit zu einer Subluxation und zu verminderter Mobilität. Als zweiter Aspekt kommt die Entwicklung einer schmerzhaften Synovialitis hinzu. Anfänglich, noch bevor sich die Synovialmembran verändert, werden bei der degenerativen Arthrose Defekte des hyalinen Knorpels festgestellt. Die granulären Strukturen, z.B. die Proteoglykan-Hyaluronan-Komplexe, welche den Knorpel überziehen, verschwinden und das sich anschließende kollagene Netzwerk aus Fibrillen wird freigelegt. Nach der Demaskierung der Kollagenfibrillen kommt es zu deren Auffaserung sowie

Abbrüchen und Zerklüftungen des hyalinen Knorpels. Aus den Abriebprodukten bilden sich Detritusablagerungen. Letztendlich kommt es zur Zerstörung der letzten verkalkten basalen Knorpelschicht, welche den darunterliegenden Knochen freilegt (Mödder, 1995). Die subchondrale Knochenschicht wird nicht mehr geschützt und es kommt zur Ausbildung von Osteophyten. Über die knöchernen Neubildungen wird versucht, die Folgen der Überlastung durch den fehlenden Knorpel zu kompensieren. Die Gelenkoberfläche wird durch die Osteophyten vergrößert und der Druck soll dadurch besser verteilt werden. Nach dem Einbruch der knöchernen Deckschicht liegt der Markraum des Knochens frei und Geröllzysten entwickeln sich infolge fokaler Knochennekrosen (Herold, 2020; Mödder, 1995). Die degenerativen Prozesse des Knorpels gehen im Verlauf mit einer Entzündung der Synovialmembran einher. Die Synovialitis entwickelt sich aufgrund der Entzündungsmediatoren, welche durch die Knorpeldegeneration und durch die mechanischen Reize freigesetzt werden. Die Merkmale, welche den Entzündungsverlauf der Synovialis prägen, sind einmal die Hyperplasie der synovialen Deckzellschicht, weiter die leukozytäre Infiltration und die ansteigende Zelldichte des synovialen Stromas. Es kommt insgesamt zu einer vermehrten Vaskularisation und Proliferation des Bindegewebes. Bei einer hochgradigen Synovialitis kann dies bis zu einer zottenförmigen Pannusausbildung führen (Krenn et al., 2005; Mödder, 1995).

Die Rhizarthrose befindet sich dann im fortgeschrittenen Stadium und stellt für die Betroffenen eine starke Einschränkung dar. Die Greiffunktion der Hand ist nur noch schwach, unter Schmerzen oder gar nicht mehr möglich. Das Behandlungsziel sollte dementsprechend in der Schmerzfreiheit sowie der Wiedererlangung der Mobilität und Kraft des Gelenkes liegen (Lögters et al., 2016).

An therapeutischen Maßnahmen steht das gesamte Spektrum von konservativen, nicht invasiven Methoden bis hin zu operativen Verfahren zur Verfügung. Die konservativen Maßnahmen sind vor allem im Frühstadium erfolgsversprechend (Falkner et al., 2022). Sie umfassen Bewegungstherapie, die Einnahme von Analgetika sowie das Tragen von Schienen, die das Gelenk stabilisieren und entlasten. Die Therapie mittels Injektionen gehört ebenfalls zu den nicht-invasiven Eingriffen, welche schnell durchgeführt werden können und keine lange Immobilisation erfordern (Lögters et al., 2016). Hier steht neben der reinen

intraartikulären Injektionen von (Kortiko-)Steroiden die Radiosynoviorthese (RSO) mit im Vordergrund.

Das Ziel der RSO ist der Rückgang der chronischen Synovialitis und das Aufhalten der damit einhergehenden Gelenkdestruktion. Im Idealfall ist der Patient schmerzfrei und die Mobilität sowie die Kraft des DSG bleiben erhalten.

Der Begriff Radiosynoviorthese wird aus dem griechischem hergeleitet und bezeichnet die Wiederherstellung (Orthese) der Gelenkschleimhaut (Synovia) (Gratz et al., 2002), welche mittels Radiopharmaka umgesetzt wird. Im Jahre 1923 wurde von Ishido erstmals beschrieben, dass sich die Injektion von Radionukliden positiv auf den Rückgang von Synovialitiden auswirken kann (Klett, 2006). Die erste durchgeführte RSO am Menschen wurde bereits im Jahre 1952 von Fellingner und Schmid dokumentiert (Kuwert et al., 2008). Im weiteren Verlauf prägend für die Bezeichnung der Radiosynoviorthese war zu jener Zeit Delbarre et. al im Jahre 1986, da dieser erstmals größere klinische Erfahrungsberichte veröffentlichte. Im Laufe der Jahre wurde das ursprünglich verwendete Aurum-198 ersetzt, um den hohen Anteil an Gammastrahlung zu verringern. Die heutzutage verwendeten Radionuklide Yttrium-90, Rhenium-186 und Erbium-169 weisen keine bis sehr geringe Gammastrahlenanteile auf. Durch die Änderung der Strahlenschutzleitlinien im Jahr 1993 durfte die RSO erstmals auch im ambulanten Bereich durchgeführt werden (Mödder, 1995). Dadurch wurde die RSO als therapeutisches Verfahren flächendeckend umsetzbar. Ein Eingriffsraum mit mobilem C-Bogen sowie vorgegebenem Kontrollbereich wird für den Behandlungstag eingerichtet und die Therapie kann in relativ kurzer Behandlungszeit erfolgen. Der Eingriff ist meistens innerhalb von 15-20 Minuten durchführbar. Nach Abschluss der Behandlungen und Kontrolle des Behandlungsbereiches auf radioaktive Kontamination kann der Therapieraum wieder freigegeben und anderweitig genutzt werden.

Der Ansatz der RSO liegt in der Bestrahlung der schmerzverursachenden Synovialitis unter Schonung des umliegenden Knorpels und Weichteilgewebes. Die Radionuklide werden in kolloidaler Form in einer Sulfat- oder Citrat-Suspension appliziert. Sie zerfallen alle unter Abgabe von β -Strahlung und haben eine Größe zwischen 2-5 μm (Mödder, 1995). Die Reichweite im Gewebe ist kurz. Sie beträgt bei Erbium-169 im Weichteilgewebe einen Millimeter und im Knorpelgewebe 0,7 mm. Im Durchschnitt wird eine Reichweite von 0,2 mm - 0,3 mm erreicht (Klett, 2006;

Mödder, 1995). So wird im Idealfall nur die hypertrophierte Synovialis bestrahlt. Die Strahlenexposition ist für den Organismus insgesamt gering, da bei der RSO des DSG nur geringe Aktivitätsmengen bis zu 30MBq injiziert werden (Klett, 2006). Zudem besitzt Erbium-169 eine kurze physikalische HWZ von 9,5 Tagen, was zusätzlich zu einer Minimierung der Strahlenbelastung führt (Savaser et al., 1999). Aufgrund dieser Eigenschaften wurde von Delbarre et al. im Jahre 1973 Erbium-169 als Radionuklid für die RSO-Behandlung des DSG ausgewählt.

Entscheidend für die optimale Wirkung ist die Phagozytose des Radionuklids durch die Zellen der Synovialis. Bei erfolgreicher Phagozytose kann das Radionuklid in der Zelle fixiert werden und die Apoptose der Zelle einleiten (Mödder, 1995). Hierbei spielen entstehende Sauerstoffradikale eine Rolle, welche neben Schädigungen der DNA auch die Zellmembran über den Weg der Lipidperoxidation zerstören. Primär leiten die Sauerstoffradikale die Induktion der Apoptose ein (Brenner, 2006).

Für die Therapie größerer Gelenke stehen die Radionuklide Yttrium-90 und Rhenium-168 zur Auswahl, welche eine therapeutische Reichweite von 1,0-2,8 mm besitzen. Im Falle des DSG, welches zu den kleineren Gelenken zählt, wird Erbium-169 in Verbindung mit Citrat appliziert (Klett, 2006).

Nach der Applikation wird das Radionuklid nur von der äußersten Schicht der Synovialis aufgenommen. Das Knorpel- bzw. Knochengewebe wird in der Regel nicht erreicht. Im Idealfall reagiert die hypertrophe Synovialis mit einer Koagulationsnekrose, welche zu einer Fibrosierung und Sklerosierung des Gewebes führt. Über die Verödung der Kapillaren bildet sich die pathologische Hypervaskularisierung zurück und die übermäßige Sekretion von Synovialflüssigkeit normalisiert sich. (Brenner, 2006; Mödder, 1995).

Das Daumensattelgelenk wird nach der Behandlung mindestens 48 Stunden ruhig gestellt, damit das Radionuklid nicht über die Lymphwege abtransportiert werden kann oder über den Einstichkanal austritt (Linke et al., 2011). Dies sichert die Wirksamkeit im Gelenk und beugt Nebenwirkungen vor. Mit der richtigen Applikationstechnik können zudem Gewebnekrosen außerhalb des Gelenks oder Gelenkinfektionen vermieden werden (Brenner, 2006).

Mit der kolloidalen Radionuklidlösung wird bei der RSO gleichzeitig auch Kortison injiziert. Die zusätzliche Gabe von kristallinem Triamcinolon wird durchgeführt, um eine sofortige Schmerzfreiheit zu erzielen, die jedoch nur temporär anhält. Zudem

kann durch die Triamcinolon-Gabe eine Strahlensynovialitis als Nebenwirkung vermieden werden. Der Kortisoneffekt soll in der Zeit, in welcher die RSO noch nicht die volle Wirkung zeigt, dem Patienten Linderung verschaffen (Göbel et al., 1997; Kuwert et al., 2008; Seidel, 2006). Die alleinige Gabe von Kortison ist der Therapie mittels Erbium-169 und Kortison eindeutig unterlegen. Dies wurde durch Menkes und Kollegen im Jahre 1977 festgestellt und beschrieben (Menkes, 1977).

Einer der Vorteile der Therapie mittels RSO ist, dass sie mehrfach ohne Bedenken wiederholt werden kann. Allerdings sollte ein Zeitraum von 6 Monaten abgewartet werden, da die volle Wirkung der Therapie erst zu diesem Zeitpunkt eingeschätzt werden kann. Bei besonders verdickter Synovialis ist jedoch aufgrund der geringen maximalen Reichweite des Radionuklids schon vorher abzusehen, dass nicht die gesamte Synovia erreicht werden kann. Zudem kann oftmals nicht die gesamte Lösung druckfrei injiziert werden, woraus eine verminderte therapeutische Wirkung resultiert (Mödder, 1995). Dies bedeutet, dass eine nicht ausreichende Dosis an Radionuklid im Gelenk ankommt und daher die Behandlung mit einer zu geringen applizierten Dosis durchgeführt wird. Dies kann dazu führen, dass die RSO erst nach wiederholter Anwendung zu optimalen Ergebnissen führt.

Das Verfahren der RSO eignet sich auch bei Patienten, die in keine Operation einwilligen oder diese hinauszögern wollen. Vor einem operativen Eingriff kommt eine weitere nicht invasive Methode in Betracht. Es handelt sich hierbei um die Röntgenreizbestrahlung, auch Schmerzbestrahlung genannt. Hier wird eine niedrige Dosis an Röntgenstrahlung (0,3 - 1,0 Gy) lokal angewandt, um die Schmerzen des Patienten zu lindern. Die Bestrahlung wird hier im Unterschied zur RSO von außen vorgenommen und wird mittels eines Röntgengerätes oder Linearbeschleunigers erzeugt. Das zu bestrahlende Areal wird vor Therapiebeginn vermessen und die zu bestrahlende Fläche genau bestimmt. Die Therapie findet in mehreren Sitzungen statt und überstreckt sich über einen Zeitraum von einigen Wochen (Sauer, 2010). Durch die Strahlung werden auch hierbei anti-inflammatorische Prozesse in Gang gesetzt. Es kommt zur verminderten Adhäsion der Immunzellen an das Endothel und die anschließende Einwanderung der Immunzellen (vor allem Monozyten und Granulozyten) in das Gewebe kann nicht stattfinden. Die Strahlung greift in den ersten Schritten der Entzündungskaskade ein. Durch die Bestrahlung kommt es weiterhin zum Absterben der Immunzellen. Die abgestorbenen Immunzellen können

keine neuen Entzündungszellen rekrutieren, wobei viele weitere Effekte angestoßen werden, welche die Entzündung eindämmen und vermindern (Mücke et al. , 2018). Es konnte gezeigt werden, dass bei den Fingergelenken II-V eine einmalige Dosis von 0,5 Gy eine erfolgreiche Reduktion der Schmerzen herbeiführt. Bei der Röntgenreizbestrahlung des Daumens konnte jedoch keine signifikante Schmerzreduktion erreicht werden. Weiterhin zeigten die Patienten erst bei mehrmaliger Bestrahlung die besten Ergebnisse (Donaubauer et al., 2020).

Operative Methoden sind im Spätstadium der Rhizarthrose, wenn alle konservativen Therapieoptionen ausgereizt sind, von großer Bedeutung. Sie werden erst ab einem fortgeschrittenen Stadium empfohlen und gehen mit einer längeren Zeit der Immobilisation und Regeneration einher. Diese ist je nach angewandtem Verfahren und Zustand vor Operation unterschiedlich lang, meistens sind jedoch mehrere Monate einzuplanen (Merle, 2009). Die Regenerationszeit ist zwar stark vom Zustand und der Compliance des Patienten abhängig, trotz allem müssen hier die Vor- und Nachteile einer Operation genau gegenübergestellt werden.

In den Stadien I-II der Rhizarthrose werden Operationen eher selten durchgeführt. Bei jungen Patienten besteht die operative Therapiemöglichkeit der Denervierung nach Wilhelm sowie eine Arthroskopie mit Debridement oder eine Umstellungsosteotomie des 1. Mittelhandknochens (Hohendorff et al., 2022). Bei diesen Therapieoptionen handelt es sich um minimalinvasive Verfahren, die neben der Schmerz- und Bewegungsfreiheit vor allem die Kraft des Daumens erhalten sollen (Szalay, 2011).

Bei älteren Patienten sind zu Beginn eindeutig die nicht-invasiven, konservativen Methoden vielversprechender. Erst nachdem die konservativen Therapieformen ausgeschöpft sind, ist ein invasiver Eingriff, wie die Resektion des Os trapezium, in Betracht zu ziehen (Zach et al., 2022). Eine alleinige Trapezektomie nach Gervis kann bei stabilen Kapsel-Band-Verhältnissen durchgeführt werden. Bei instabilen Verhältnissen, welche jedoch meistens vorliegen, ist eine Trapezektomie mit einhergehender Sehnenplastik und Ligamentrekonstruktion indiziert (Horch, 2011).

Bei fortgeschrittenen Instabilitäten des Kapsel-Band-Apparates ist häufig die Ausbildung des Forestier-Zeichens zu beobachten. Wie bereits beschrieben kommt

es hier durch die Lockerung des Bandapparates zu einer Subluxation des Os metacarpale I und weiter zu einer pathologischen Adduktionskontraktur des M. adductor pollicis. Durch die Adduktion stellt sich der 1. Mittelhandknochen parallel zum 2. Mittelhandknochen und es bildet sich eine Überstreckung des DSG aus. Ein erfolgreicher Behandlungsansatz ist hier die Resektion-Suspensions-Arthroplastik (RSA). Die unterschiedlichen Operationstechniken bedienen sich verschiedener Sehnen zur Wiederherstellung eines stabilen Kapsel-Band-Apparates (Ayache et al., 2022). Die Methode der RSA nach Epping rekonstruiert mittels der Bildung einer Sehnenschlinge des M. flexor carpi radialis, wohingegen beim Verfahren nach Lundborg mit der Sehne des M. abductor pollicis longus gearbeitet wird (Deiler, 2019; Horch, 2011).

Bei der Methode nach Epping wird ein Bohrkanal durch die Basis des Metacarpale I angebracht. Die Sehne des M. flexor carpi radialis wird durch diesen Kanal hindurchgezogen und an der Basis des Metacarpale II mit sich selbst vernäht. Die Kapsel des DSG wird danach wieder geschlossen und der Daumen für 3 Wochen immobilisiert (Merle, 2009).

Bei einer reinen Rhizarthrose ohne Daumenadduktionsfehlstellung und Hyperextension des Gelenks kann operativ eine Totalendoprothese (TEP) des DSG in Erwägung gezogen werden (Katerla et al., 2022). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass eine ausreichende Knochenqualität für die Implantation gegeben sein muss. Die Gelenkpfanne der TEP wird im Os trapezium verankert, während der Schaft im Os metacarpale I befestigt wird. Im Vordergrund steht die schnelle Wiedererlangung der Kraft und eine gute Beweglichkeit. Bei Komplikationen und einer anschließenden Explantation müssen die durch das Entfernen der TEP entstandenen Defekte wieder geschlossen werden. Der entstandene Hohlraum im Os metacarpale I wird mit Beckenkammspan und Spongiosa verschlossen, während das Os trapezium nach Explantation der TEP ganz reseziert werden muss (Wittemann et al., 2002).

Bei fortgeschrittener Arthrose kann neben dem Os trapezium auch bereits ein Teil des Os scaphoideum von der Degeneration betroffen sein. Hier wird bei der Exstirpation des Os trapezium auch eine Teilresektion des Os scaphoideum vorgenommen.

Die operativen Verfahren gehen meistens mit einer längeren Immobilisation von mehreren Monaten einher. Bei auftretenden Komplikationen wird dieser Zeitraum noch länger (Horch, 2011). Daher ist es sinnvoll, die nicht invasiven Therapien auszureizen und die Vorteile der kürzeren Rehabilitationszeit zu nutzen.

1.1 Zielsetzung der Arbeit

Bereits seit vielen Jahren wird die Methode der RSO als konservatives Therapieverfahren häufig vor einer operativen Therapie angewandt. Allerdings sind bislang nur wenige Berichte über den therapeutischen Erfolg der Methode publiziert worden (Farahati et al., 2019; Seidel, 2006). Weiterhin wurden sehr wenige Studien über das Verfahren der RSO mittels Erbium-Zitrat veröffentlicht (Farahati et al., 2019). Die Therapie der Rhizarthrose im Speziellen und deren Behandlungserfolg mittels RSO wurden bisher nicht gesondert betrachtet.

Im Rahmen der folgenden Dissertation sollte untersucht werden, wie wirksam die Radiosynoviorthese bei Patienten mit Rhizarthrose ist. Ziel der Arbeit war die Evaluation der Beschwerdeverbesserung nach einer erfolgten RSO mittels klinischer Parameter und der erfolgten Bildgebung im Rahmen der Nachsorge. Eine weitere relevante Fragestellung war, wie oft eine RSO bei Patienten mit Rhizarthrose als sinnvoll erachtet und empfohlen werden kann.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Patientendaten

In diese Arbeit wurden Patienten eingeschlossen, die aufgrund einer diagnostizierten Rhizarthrose mittels einer RSO behandelt wurden. Die Behandlung fand innerhalb der Jahre 2010 bis 2017 statt. Es wurden Daten von 213 Patienten erhoben, die ein- oder beidseitig eine Rhizarthrose aufwiesen. Insgesamt wurden 236 Daumensattelgelenke behandelt.

Die erhobenen Daten sowohl der Therapie als auch der Bildgebung stammten aus der radiologisch-nuklearmedizinischen Praxis an der GRN-Klinik (Gesundheitszentren-Rhein-Neckar) in Schwetzingen. Die Patienten wurden überwiegend von der handchirurgischen Praxis Dr. Dr. Klein in Schwetzingen zugewiesen. Einige Patienten wurden nach Konsultation des Hausarztes zur weiterführenden Diagnostik und Therapie direkt an die radiologisch-nuklearmedizinische Praxis überwiesen.

Die Erhebung und Auswertung der retrospektiven Daten wurde durch die Ethik-Kommission II der Universität Mannheim geprüft und gestattet. Das Aktenzeichen des positiven Ethikvotums lautet 2015-800R-MA.

2.2 Anamnese und klinische Untersuchung

Während der Erstvorstellung wurde neben der Erhebung der Anamnese auch eine klinische Untersuchung durchgeführt. Der Patient wurde zu dem Ausmaß der Beschwerden befragt. Es wurde vermerkt, ob einseitige oder beidseitige Beschwerden des DSG bestehen und welche Alltagsbeschränkungen daraus resultieren. Dokumentiert wurde das Auftreten und die Zeitdauer der Schmerzen. Hierbei wurde die Ausprägung der Schmerzen in einer vierstufigen Skala von null bis drei eingeteilt und der Patient konnte hier die Angabe von keinen Schmerzen (0), über geringe Schmerzen (1) bis hin zu deutlichen Schmerzen bei Belastung (2) und starken Schmerzen bereits in Ruhe (3) vornehmen. Die bisherige Schmerzmedikation wurde mit in den Erhebungsbogen aufgenommen. Es wurde

zudem abgeklärt, ob eine frühere konservative Behandlung oder Operation stattgefunden hat. Weitere Angaben erfolgten zu einem eventuell bestehenden traumatischen Vorgeschehen und dem derzeit ausgeübten Beruf.

Bei der klinischen Untersuchung wurden die Gelenke einzeln und im Seitenvergleich beurteilt. Es wurde eine bestehende Schwellung des DSG und eventuelle Rötung des Hautareals dokumentiert. Die Palpation des Gelenkes wurde zur Abklärung bestehender Beschwerden wie Taubheitsgefühle, Druckschmerzen oder Bewegungseinschränkungen vorgenommen. Weitere Symptome einer Rhizarthrose wie zum Beispiel Krepitationen wurden dokumentiert.

Für die Diagnosestellung ausschlaggebend sind vor allem die klinischen Parameter der Bewegungseinschränkungen und Schmerzen (Zacher, 2001).

2.3 Bildgebung

Zur Abklärung des Stadiums der Rhizarthrose war in den meisten Fällen nach der Anamnese und klinischen Untersuchung eine weiterführende Diagnostik indiziert. Hierfür wurden in unterschiedlichem Umfang bildgebende Verfahren hinzugezogen. Dadurch konnte das vorliegende Stadium der Rhizarthrose konkret bestimmt werden. Im Folgenden wird auf die einzelnen Verfahren und deren Stellenwert in der Diagnosesicherung eingegangen.

2.3.1 Röntgen

Die Röntgenaufnahme dient nach wie vor als Goldstandard zur Diagnosesicherung einer Rhizarthrose (Zacher 2007). Es werden Aufnahmen des Handgelenks in 2 Ebenen aufgenommen, um das DSG korrekt darzustellen und beurteilen zu können. Ein frühes Stadium der Rhizarthrose zeigt eine Gelenkspalterweiterung. Im Spätstadium stellt sich der Gelenkspalt deutlich reduziert dar und ist teils gar nicht mehr vorhanden (Lögters et al., 2016).

Die nativradiologische Aufnahme wurde in dieser Arbeit in palmodorsaler Position und in Hyperpronation der Hand erstellt. Die weitere Auswertung der Aufnahmen erfolgte nach Eaton und Littler in vier Stadien (I-IV).

Das Röntgenbild kann nur indirekt Aufschluss auf die Situation des Knorpels geben (Zacher et al., 2007). Um eine eindeutige Befundung des Knorpels zu gewährleisten ist eine MRT sinnvoll.

2.3.2 Magnetresonanztomografie (MRT)

Anhand der MRT können bereits frühe Stadien der Rhizarthrose erfasst werden. Dies liegt vor allem an den Eigenschaften des hyalinen Knorpels, welcher aufgrund seines hohen Gehalts an Wasser und an Proteoglykanen sehr gut darzustellen ist. Spezielle Untersuchungssequenzen erleichtern die Beurteilung des Knorpelgewebes (Zacher, 2001).

In dieser Arbeit wurden die MRT Daten vor und nach einer erfolgten RSO ausgewertet, um neben der subjektiven Einschätzung des Patienten auch objektiv die Therapie bewerten zu können.

Die Abstände der MRT-Aufnahmen nach den durchgeführten Radiosynoviorthesen betragen immer fünf bis sechs Monate. Es wurden insgesamt vier Parameter erhoben. Anhand der Bildgebung mittels MRT erfolgte die Einteilung in keine (0), eine geringe (1) und starke (2) Synovialitis. Weiterhin wurde das Ausmaß eines bestehenden Knochenmarködems mittels MRT ausgewertet. Die Einteilung erfolgte von keinem nachweisbarem Knochenmarködem (0), über ein geringes (1) bis hin zu einem ausgeprägtem (2) Knochenmarködem. Als dritter Parameter wurde die Ansammlung von Flüssigkeit im Gelenkspalt mit der Unterteilung von keiner Ansammlung (0), über wenig (1) bis hin zu viel (2) Flüssigkeit erhoben. Als vierter Parameter wurde die Mitreaktion der Muskulatur beurteilt. Hier ergaben sich die Möglichkeiten von keiner Reaktion (0), über eine Mitreaktion der Thenarmuskulatur (palmar=1) und/oder einer Mitreaktion der Muskulatur der Extensoren (dorsal=2).

Die MRT der Patienten wurden überwiegend in Bauch- und gelegentlich auch in Rückenlage mit Fixation der Hand in einer Handspule vorgenommen. Es wurde ein Kontrastmittel mit Gadotersäure (DotaVision®, b.e.imaging GmbH, Baden-Baden, Deutschland) zur besseren Darstellung der synovialen Reizung und der entzündlichen Reaktion des Gewebes verwendet.

Das in dieser Arbeit für die MRT Aufnahmen verwendete Sequenzprotokoll wird in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1: Sequenzprotokoll der MRT Aufnahmen

Sequenz	PDfs cor	T1 cor	PDfs tra	PDfs sag	T1 fs tra	T1fs cor
TR	2710	679	4710	3500	574	410
TE	46	15	29	27	16	13
Schichtanzahl	12	12	20	16	20	12
Voxelgröße	0,3x0,3x3,0	0,3x0,3x3,0	0,2x0,2x3,0	0,2x0,2x3,0	0,2x0,2x3,0	0,3x0,3x3,0
Auflösung	384	384	256	256	256	256
Zeit in min	3:53	2:08	2:13	2:20	2:33	3:33
Mittelungen	2	1	1	2	2	2

TR = Repetitionszeit in Millisekunden, TE = Echozeit in Millisekunden

Im Folgenden werden die MRT-Sequenzen als Bildbeispiel dargestellt. Dieser Patient wurde in die Studie aufgenommen.

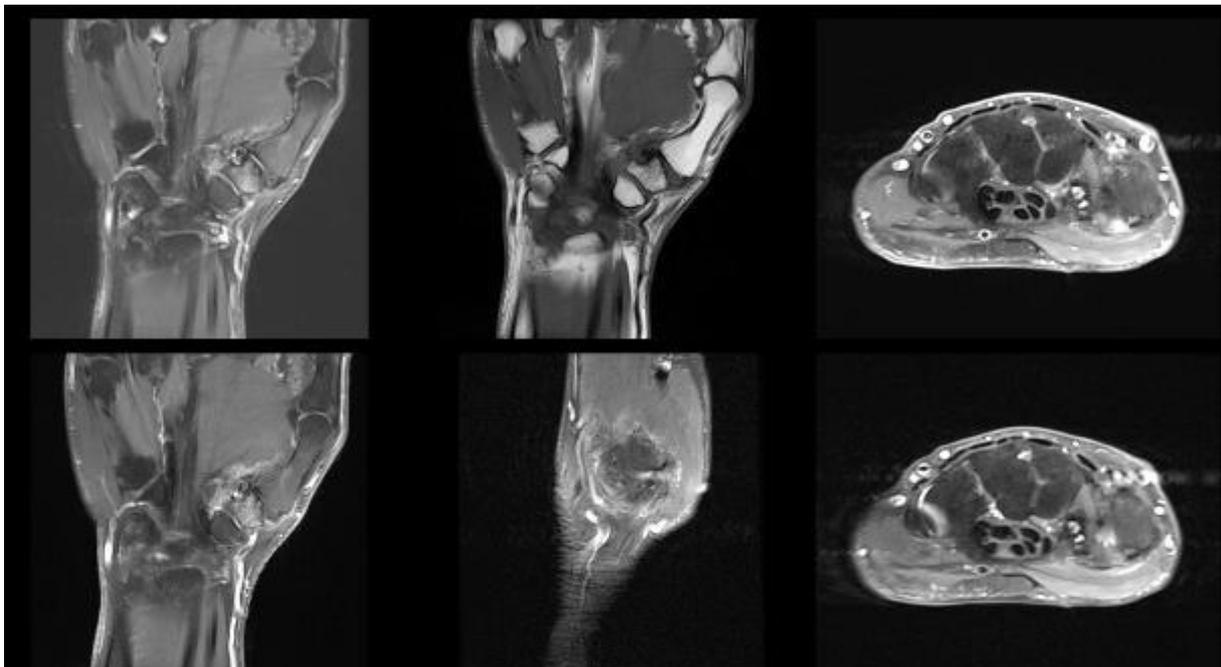


Abb.1: Bildbeispiel der verwendeten Sequenzen

Oben links: PD fs cor

Oben Mitte: T1 cor

Oben rechts: T1 fs tra post

Unten links: T1 fs cor post

Unten Mitte: PD fs sag

Unten rechts: PD fs tra

PD = Protonendichte, fs = fettunterdrückt (,fat saturated'), cor = coronal,
tra = transversal, sag = sagittal, post = nach Kontrastmittelgabe

2.3.3 Skelettszintigraphie

Die Skelettszintigraphie wird vor allem in der Differentialdiagnostik angewandt, um entzündliche rheumatische Veränderungen auszuschließen (Zacher, 2001). Entzündungen des Gewebes und Pathologien des Knochenstoffwechsels werden mittels der Drei-Phasen-Skelettszintigraphie mit hoher Sensitivität dargestellt. Insbesondere der subchondrale Knochenanteil ist für die Diagnosestellung von Bedeutung, da dieser über den weiteren Verlauf des arthrotischen Geschehens Aufschluss geben kann. Bei der Darstellung einer vermehrten frühstatischen Aktivität als Hinweis auf eine vermehrte Durchblutung der Weichteilstrukturen kann relativ sicher auf eine aktivierte Rhizarthrose geschlossen werden (Zacher et al., 2007).

Bei den Patienten, die in dieser Arbeit eine Szintigraphie erhalten haben, wurde diese vor und bei der Verlaufskontrolle nach der RSO angefertigt. In diesem Fall wurde als Radioisotop Technetium-99m mit dem Tracer MDP (Methylen-Diphosphonat) verwendet. Es wurden Aufnahmen mittels einer Gamma-Kamera (Symbia, Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Germany) in der Einstromphase und in der Weichteilphase nach 3 Minuten erstellt. Weiter wurden Aufnahmen nach zwei Stunden in der dritten Phase, der Knochenphase, angefertigt. Hierdurch wurde die Durchblutung des Gewebes um das DSG und der Knochenstoffwechsel dargestellt. Es wurde ausgewertet, ob eine aktivierte Rhizarthrose im DSG vorliegt (1) oder nicht vorliegt (0).

Untersuchungsprotokoll:

1. und 2. Phase: Aufnahme mit einem Detektor. Matrix: 128x128, Zoomfaktor 1,23. Zeitliche Auflösung: 2 sec. über eine Zeitdauer von 90 sec.

Im Anschluss frühe Ganzkörperuntersuchung: Aufnahme mit beiden Detektoren. Matrix: 256 x 1024; Scanlänge 200 cm, Scangeschwindigkeit 40 cm/min

3. Phase (150 min nach Applikation des Nuklids): Aufnahme mit einem Detektor. Matrix: 128 x 128, Zoomfaktor: 1,23. Aufnahme von 500 kilocounts (kcts),

im Anschluss Ganzkörperuntersuchung: Aufnahme mit beiden Detektoren. Matrix: 256 x 1024; Scanlänge 200 cm, Scangeschwindigkeit 20 cm/mi

2.3.4 Sonographie

Bei der aktivierten Form der Rhizarthrose kommen häufig Ergüsse vor, die klinisch durch eine geschwollene Gelenkkapsel auffallen. Die Sonographie stellt eine Verdickung der Synovia, des Weichgewebes, sowie Knochenerosionen und Osteophyten gut dar. Es lassen sich mit Hilfe der Sonographie zuverlässig Gelenkergüsse auch mit minimaler Flüssigkeitsansammlung nachweisen (Deiler, 2019).

In der vorliegenden Arbeit wurde bei entsprechendem Anfangsverdacht eines Ergusses eine Sonographie des DSG angefertigt. Es wurde differenziert zwischen keinem Erguss (0), wenig Erguss (1) und einem eindeutigen Erguss (2). Außerdem wurde in der farbkodierten Duplexsonographie die vermehrte Vaskularisation des Gewebes bewertet. Die sonographische Darstellung erfolgte dabei jeweils nur vor den RSO.

2.4 Einschluss und Ausschlusskriterien

Es wurden alle Patienten mit einer Rhizarthrose, die noch konservativ behandelt werden konnte, eingeschlossen.

Ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen im Rahmen des Aufklärungsgespräches zur RSO unmittelbar zu einem operativen Eingriff geraten wurde. Weitere Ausschlusskriterien waren eine vorliegende Schwangerschaft, eine Einblutung in den Gelenkspalt, sowie die Infektion des entsprechenden Hautareals, durch das injiziert werden sollte. Die Einnahme von blutverdünnenden Medikamenten war lediglich eine relative Kontraindikation und führte in keinem Fall zu einem Ausschluss von der Therapie.

2.5 Durchführung der RSO

Zuerst erfolgte die mehrmalige Desinfektion der Hautoberfläche mit einem geeigneten Hautdesinfektionsmittel. Das betroffene DSG wurde unter der Röntgenquelle eines C-Bogens (Kompakt 7600, Firma OEC, Graupner medical solutions, Greyer, Deutschland) positioniert. Das betroffene Handgelenk und damit auch das Daumensattelgelenk wurde auf einer weichen Rolle gelagert. Die gesamte

Therapie erfolgte unter sterilen Kautelen und unter Verwendung von geeigneten Röntgenbleischürzen für Behandler und Personal sowie den Patienten, um die Strahlenbelastung zu minimieren.

Das Areal um das DSG wurde mit einem sterilen Lochtuch abgedeckt. Der Gelenkspalt wurde unter Röntgenkontrolle mit einer Injektions-Kanüle punktiert. Währenddessen wurde ein Anästhetikum (Scandicain®) mit der Kanüle injiziert. Es wurden Einmal-Injektions-Kanülen (Sterican® G26, Gr. 18) der Firma Braun (B. Braun Melsungen AG; Melsungen, Deutschland) verwendet. Durch die Bildgebung wurde dokumentiert, dass die Kanüle im Gelenkspalt korrekt platziert wurde. Zur Kontrolle wurde ein wasserlösliches und jodhaltiges Kontrastmittel verwendet, welches nach Applikation den Gelenkspalt in der Röntgendurchleuchtung darstellte. Hierfür wurde das Kontrastmittel Accupaque™350 (GE Healthcare Buchler GmbH & CoKG, Braunschweig, Deutschland) verwendet. Das Röntgenbild des kontrastierten Gelenkspaltes wurde für die Dokumentation gespeichert.

Danach wurde durch die Injektions-Kanüle Cortison verabreicht, dabei kamen 40mg kristallines Triamcinolon (Triam Injekt 40mg von Zentiva Pharma GmbH) in einer 1ml-Suspension zur Anwendung. Danach wurde das Radionuklid Erbium-169 mit einer Dosis von 30MBq in einer kolloidalen Lösung mit einem Volumen von ca. 1 ml appliziert. Die Kanüle wurde nach Applikation unter Aspiration zurückgezogen. Dies verhinderte die Abgabe der radioaktiven Lösung in das umliegende Gewebe beim Entfernen der Kanüle. Die Stelle des Einstichs wurde mit einem Tupfer abgestrichen. Danach wurde ein steriles Pflaster über den Bereich gegeben.

Abschließend wurde das DSG mittels eines Pflasterzügelverbandes oder einer mitgebrachten Orthese geschient. Die Patienten wurden über eine Schienungsdauer von 48 Stunden aufgeklärt. Dies diente der Ruhigstellung des Gelenkes. Des Weiteren sollte dadurch verhindert werden, dass sich ein Teil der Lösung durch Druck und Bewegung über den Stichkanal außerhalb der Gelenkkapsel verteilt. Damit wurde das Risiko einer Strahlendermatose minimiert. Die Patienten wurden nochmals über das Verhalten nach der RSO aufgeklärt. Den Patienten wurde zusätzlich eine kurze Zusammenfassung in Schriftform mitgegeben. Der Nachsorgetermin zu einer nach Strahlenschutzrichtlinien notwendigen Nachkontrolle mittels Bildgebung (MRT oder Szintigraphie) wurde abschließend vereinbart.



Abb.2: Injekt. Anästhesie / KM

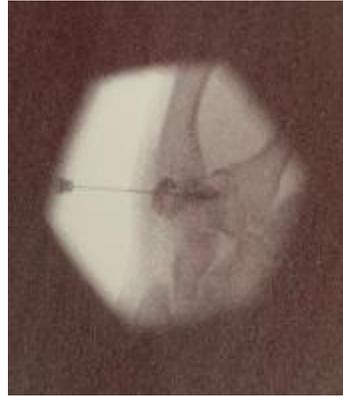


Abb.3: Röntgenkontrollbild



Abb.4: Injektion des Kortisons



Abb.5: Injektion des Erbium-169



Abb.6: Pflasterzügelverband

2.6 Nachsorge

Die Patienten wurden fünf bis sechs Monate nach erfolgter RSO nochmals untersucht. Es wurde eine erneute Befragung mit den Fragen aus der Erstanamnese durchgeführt. Es erfolgte bei den meisten Patienten eine erneute MRT-Aufnahme, teilweise in Abhängigkeit der Ergebnisse der Ausgangsuntersuchung, vor allem nach beidseitiger RSO der DSG alternativ eine 3-Phasen-Knochenszintigraphie. Der Behandlungsverlauf wurde dadurch dokumentiert und der Erfolg der Behandlung konnte mittels Bildgebung objektiv eingestuft werden.

2.7 Statistische Auswertung

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine retrospektive Datenerhebung. Alle ausgewerteten Daten wurden mit dem Programm Excel (Version 15.39) von Microsoft® (Microsoft Corporation, Redmond; USA) zusammengefasst. Die diesbezüglich erhobenen Daten wurden wie im vorhergehenden Material und Methoden-Teil beschrieben, dokumentiert.

Die statistische Analyse erfolgte mit dem SAS® Programm Release 9.4 (SAS Institute, Cary, USA).

Der Parameter „Besserung nach Behandlung“ stellte die primäre Zielgröße dar. Durch Aufteilung in „Misserfolg“ (Besserung=0) und in „Erfolg“ (Besserung>0), ließen sich zwei Kategorien bilden.

Zum Vergleich des Alters wurde der Zweistichproben t-Test verwendet. Bei diesem Test wurden zwei unverbundene Stichproben ausgewertet. Dieser konnte angewendet werden, da bei Variablen des Alters eine Normalverteilung vorliegt.

Bei dem Vergleich der Kategorien im Sinne der zeitlichen Abstände wurde der U-Test nach Mann und Whitney angewandt. Dieser wurde verwendet, da hier von keiner Normalverteilung ausgegangen werden kann. Der U-Test wurde für die Auswertung der Abstände zwischen der MRT-Aufnahme und der Behandlung mittels RSO angewandt.

Der Chi²-Test wurde in dieser Arbeit zum Vergleich von nominal skalierten Merkmalen verwendet. Es wurde berechnet, ob sich die zu erwartende Verteilung von der tatsächlichen Verteilung signifikant unterscheiden ließ. Der Chi²-Test wurde bei der Auswertung der Seitenverteilung, sowie bei der Auswertung der Patienten mit oder ohne Karpaltunnelsyndrom vorgenommen.

Wenn die Voraussetzungen für den Chi²-Unabhängigkeits-Test nicht gegeben waren, wurde der exakte Test nach Fisher angewandt, um bei kleineren Datenvolumen eine präzisere Unterscheidung zu erzielen. Bei der Auswertung der Mitreaktion der Muskulatur und bei der Auswertung der Knochenszintigrafie wurde in dieser Arbeit der exakte Test nach Fisher verwendet.

Bei den ordinal skalierten Merkmalen wurde der Trendtest von Cochran-Armitage verwendet. Insgesamt konnte dieser Test mehrmals angewendet werden. Neben der Auswertung bei der Besserung in Bezug auf eine bestehende STT-Arthrose wurde der Test auch bei der Sonografie-Auswertung und der Auswertung der Flüssigkeit im Gelenkspalt angewandt. Weiterhin wurde der Test bei der Auswertung der Synovialitis und der Auswertung des Knochenmarködems angewandt.

Um die Differenz der Schmerzen zwischen zwei Zeitpunkten zu analysieren, wurde der Symmetrietest nach Bowker angewandt. Dieser Test ist eine Erweiterung des

McNemar-Tests und wird dann hinzugezogen, wenn das untersuchte Merkmal mehr als zwei Ausprägungen hat. Diese Auswertung wurde verwendet, um die Schmerzen vor und nach der RSO zu vergleichen. Weiterhin wurden die Schmerzen nach den darauffolgenden Behandlungen verglichen, um auszuwerten, welche und wie viele Radiosynoviorthesen zu einer Besserung der Schmerzen führen können. Hierbei wurde auch verzeichnet, in welchem Rahmen sich die Schmerzbesserung bewegte.

3 ERGEBNISSE

Die retrospektive Erhebung der Daten schließt die Jahre 2010 bis 2017 ein. Innerhalb dieses Zeitraumes wurden die Daten von 213 Patienten erfasst. Dabei wurden bei 23 Patienten beide DSG behandelt. Insgesamt wurden somit 236 Gelenke mittels RSO behandelt. In dieser Arbeit erfolgte die Auswertung von 411 Therapien. 114 DSG wurden genau einmal behandelt. Mindestens zwei Therapien wurden bei 122 DSG durchgeführt, dabei an 75 Gelenken genau zwei, bei 41 DSG genau drei und bei 6 Patienten genau vier RSO.

Die Auswertungen erfolgten wie im Teil Material und Methoden bereits genannt. Die Kenngrößen ‚Erfolg‘ bzw. ‚Misserfolg‘ beziehen sich auf die Besserung der Schmerzen, die von den Patienten angegeben wurden.

3.1 Auswertung nach Geschlecht

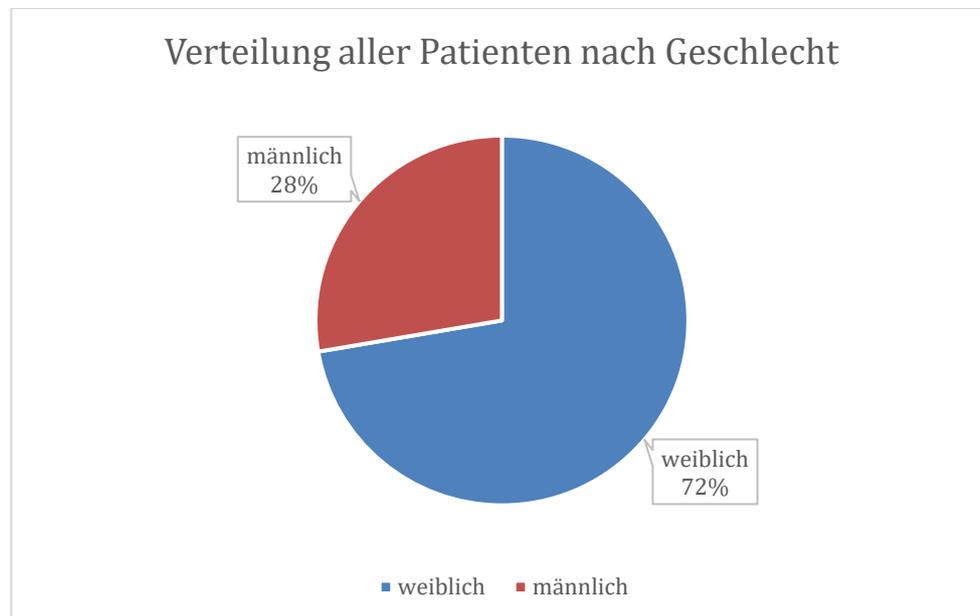


Abbildung 7: Geschlechterverteilung

Es wurden insgesamt 213 Patienten behandelt. Die Aufteilung nach Geschlecht ergab 60 männliche Patienten und 153 weibliche Patienten.

3.2 Auswertung des Alters der Patienten

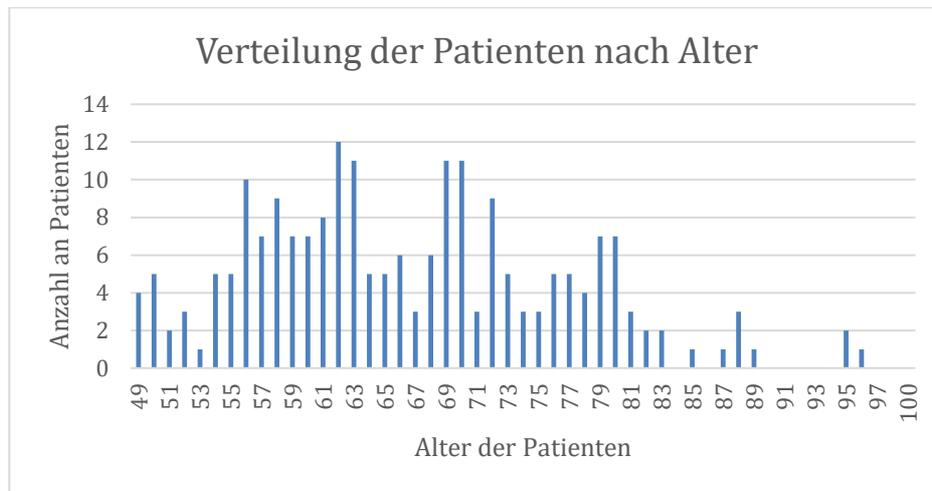


Abbildung 8: Altersverteilung

Die Altersspanne in Bezug auf die behandelten Patienten beträgt 49 bis 96 Jahre. Der Altersmedian beträgt 64 Jahre und der Mittelwert 65,52 Jahre.

3.3 Auswertung nach Seitenverteilung

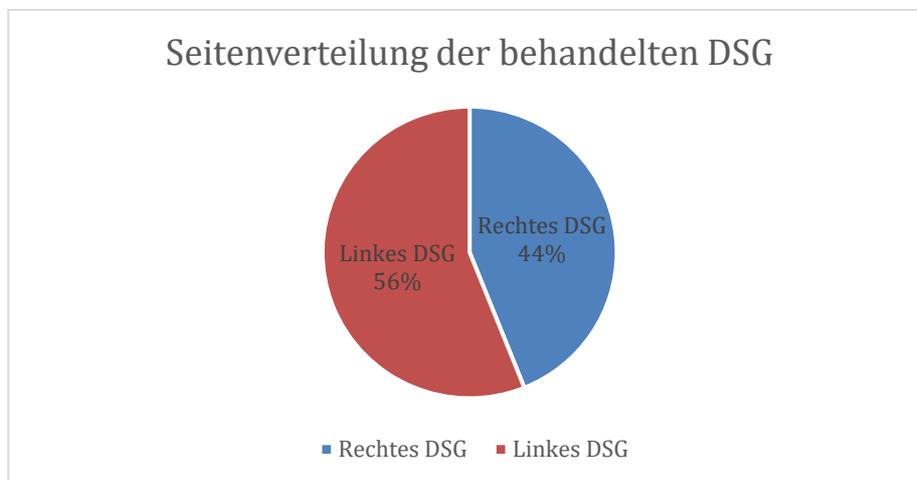


Abbildung 9: Seitenverteilung des Patientenkollektivs in Prozent

Es wurden insgesamt 236 Daumensattelgelenke behandelt. Ob das rechte oder linke DSG behandelt wurde, war nicht ausschlaggebend für den Erfolg der RSO. Der Unterschied bei der Behandlung ergab für das Merkmal „Seite“ keinen statistisch signifikanten Unterschied. Es ergab sich nach der Seitenverteilung eine Behandlung von 132 linken und 104 rechten Daumensattelgelenken.

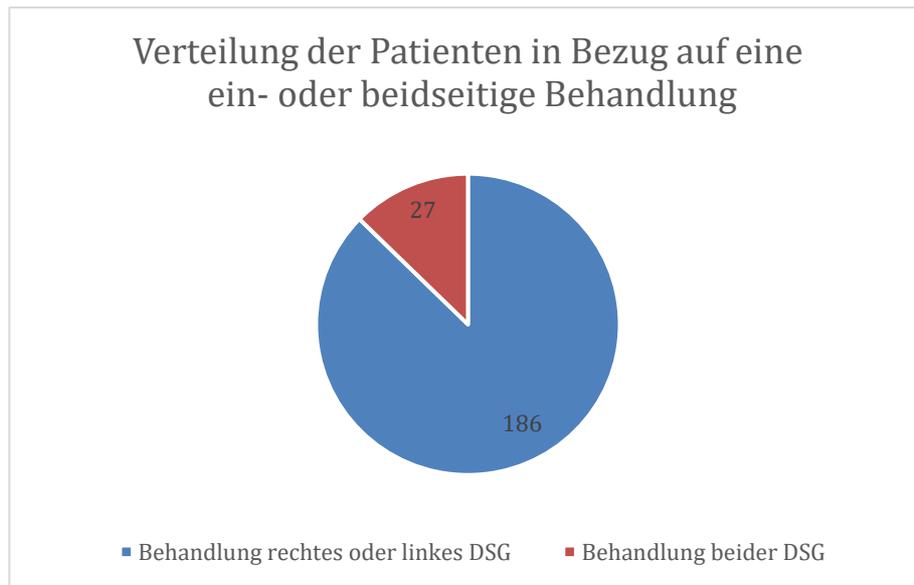


Abbildung 10: Behandlungsverteilung in Bezug auf eine ein- oder beidseitige RSO

Ein großer Teil des Patientenkollektivs von insgesamt 87% hatte nur eine einseitige Behandlung. Bei den restlichen 13% wurden beide DSG behandelt.

3.4 Dauer der Schmerzen vor Behandlungsbeginn

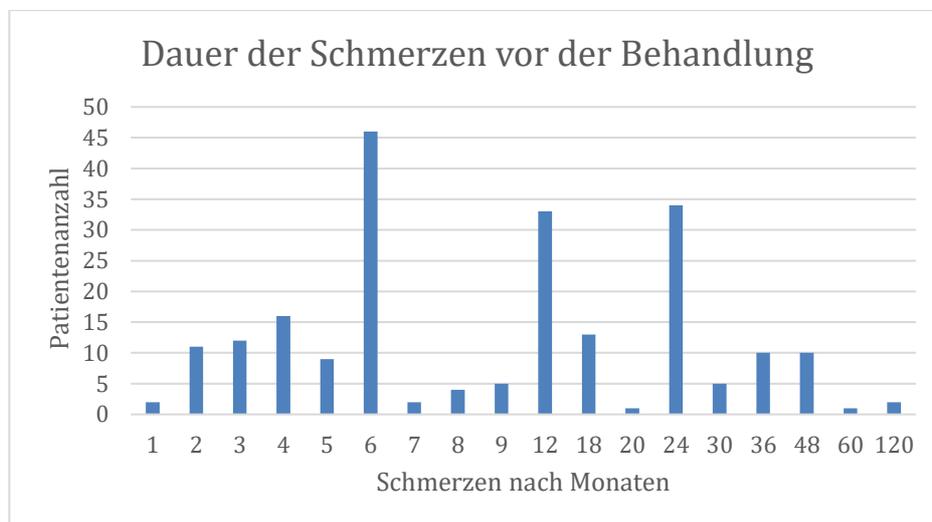


Abbildung 11: Schmerzdauer in Monaten vor Behandlungsbeginn

Weiterhin wurde ausgewertet, wie sich die Schmerzdauer in Bezug auf den Erfolg bzw. Misserfolg der RSO verhielt. Der Erfolg war im Sinne einer Schmerzbesserung definiert.

Bei erfolgreicher RSO betragen die Schmerzen vor der Behandlung einen Monat bis max. 120 Monate.

Bei einer nicht erfolgreichen Schmerzreduktion nach RSO betragen die Schmerzen davor einen Monat bis max. 48 Monate.

3.5 Einteilung und Auswertung nach Röntgenstadium

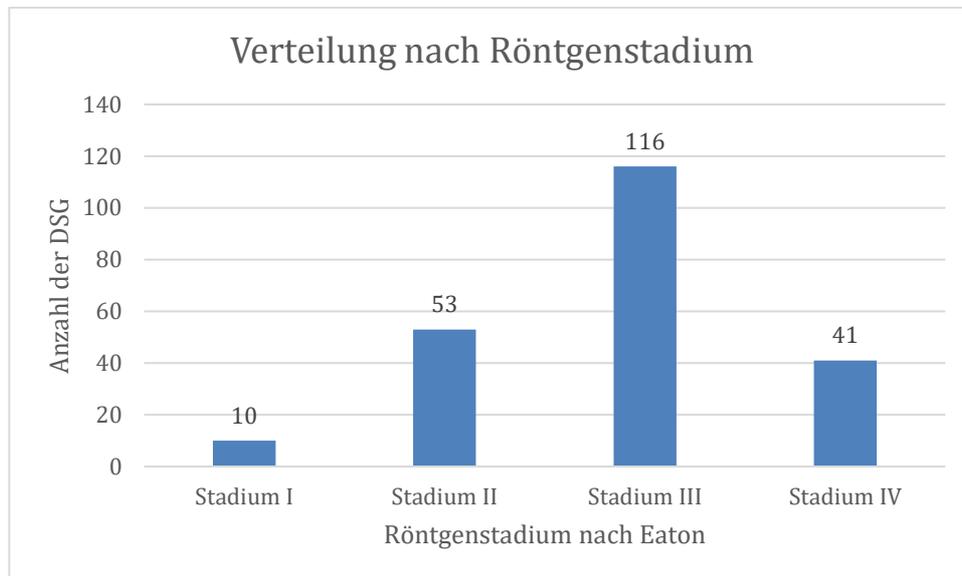


Abbildung 12: Röntgenstadien der behandelten DSG der Patienten

Bei insgesamt 220 DSG lagen Röntgenbilder vor. Nachdem die Röntgenstadien der Patienten erfasst wurden, erfolgte eine weitere Auswertung in Bezug auf den Behandlungserfolg je nach Stadium.

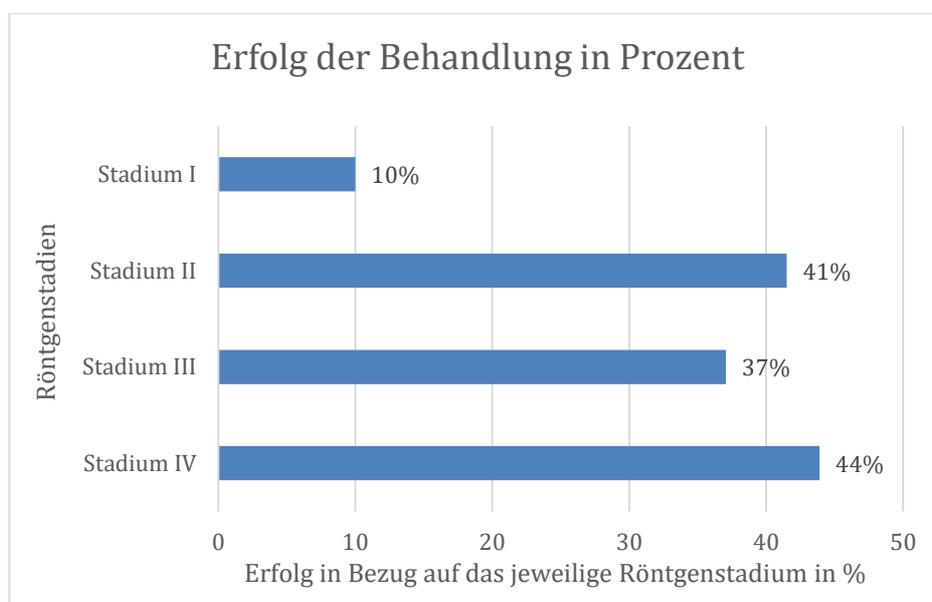


Abbildung 13: Auswertung des Erfolges der Behandlungen in Bezug auf das Röntgenstadium

3.6 Auswertung nach bestehender Arthrose im STT-Gelenk

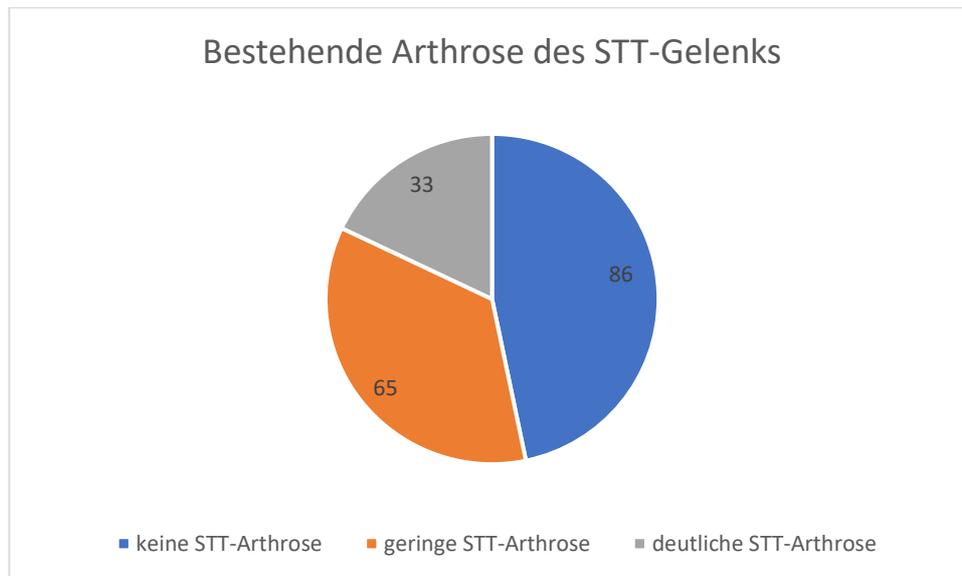


Abbildung 14: Auswertung der RSO-Behandlung in Bezug auf die STT-Gelenksarthrose

Die Auswertung der Abbildung „bestehende Arthrose des STT-Gelenks“ bezieht sich auf alle Patienten, bei denen das STT-Gelenk neben dem DSG berücksichtigt wurde (184 Patienten). Bei 65 Gelenkaufnahmen wurde neben der Rhizarthrose eine geringe STT-Arthrose diagnostiziert und bei 33 DSG mit Rhizarthrose konnte eine deutliche STT-Arthrose beobachtet werden. In der folgenden Tabelle ist der Erfolg der RSO in Bezug auf das STT-Gelenk ausgewertet.

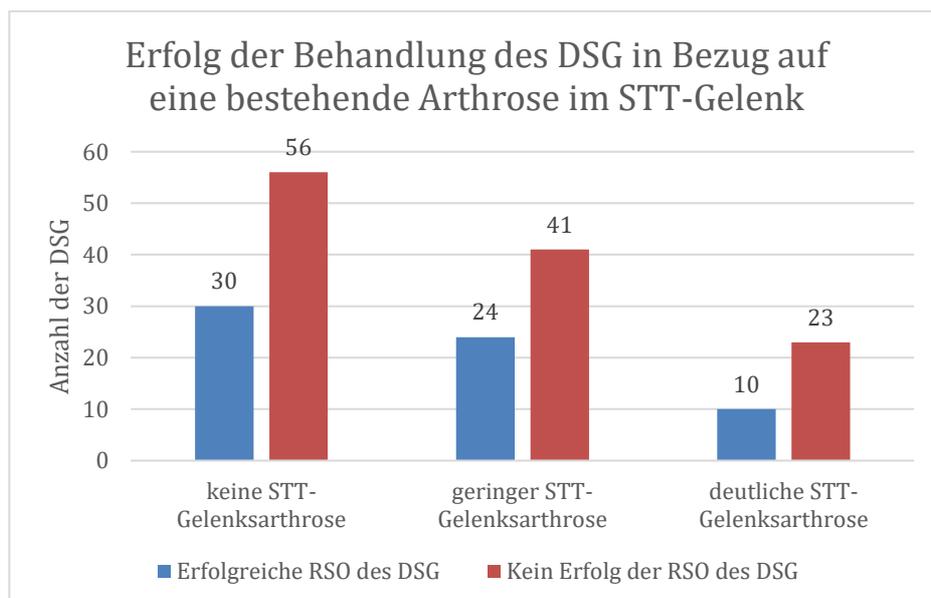


Abbildung 15: Behandlungserfolg in Bezug auf bestehende STT-Gelenksarthrose

In vorliegender Tabelle wurde die Anzahl der DSG und deren Behandlungserfolg je nach vorliegender STT-Arthrose abgebildet. Weiterhin wurden die Auswertungen auch in Prozent vorgenommen. Der Erfolg der RSO bei der Rhizarthrose-Behandlung lag bei Patienten mit geringer STT-Arthrose bei 37% am höchsten, wobei ein Erfolg von 35% bei keiner bestehenden STT-Arthrose gezeigt werden konnte. Der Erfolg bei einer deutlichen Arthrose des STT-Gelenks lag bei 30%.

3.7 Auswertung der Patienten mit Karpaltunnelsyndrom (KTP)

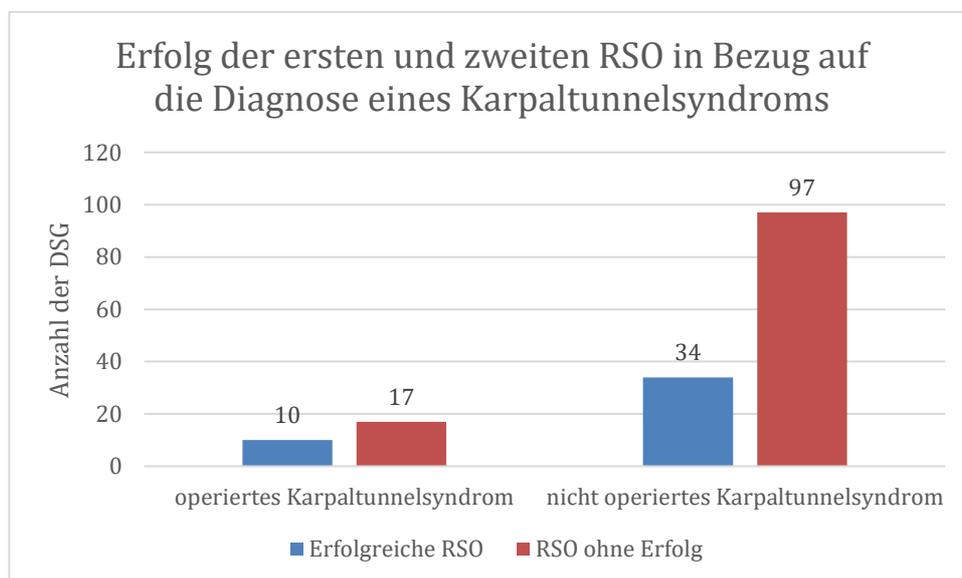


Abbildung 16: Auswertung des Behandlungserfolges nach Karpaltunnelsyndrom

Bei 158 der behandelten DSG wurde ein Karpaltunnelsyndrom festgestellt. Bei 27 DSG war zusätzlich eine vorherige OP des Karpaltunnels zu beobachten. Bei den Patienten mit operiertem Karpaltunnelsyndrom lag der Erfolg bei 37%. Bei Patienten ohne Operation lag der Erfolg bei 26%.

3.8 Auswertung nach Sonografie

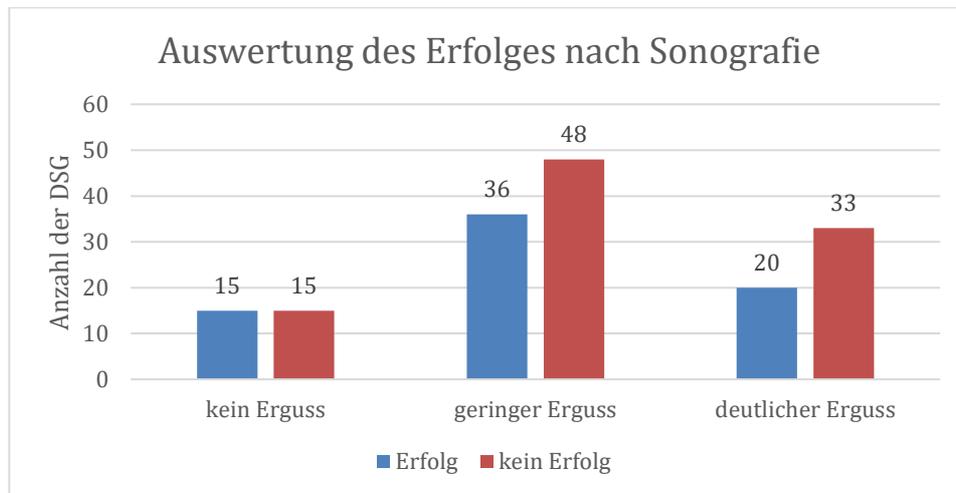


Abbildung 17: Auswertung des Behandlungserfolges nach Sonografie

Bei insgesamt 167 Daumensattelgelenken wurde eine Sonografie erhoben. Es wurden bei 84 DSG ein geringer Erguss beobachtet und bei 53 Patienten ein deutlicher Erguss. Bei 30 Patienten wurde kein Erguss beobachtet. Der Erfolg der RSO bei keinem vorliegenden Erguss war mit 50% am höchsten. Bei einem deutlichen Erguss war der Erfolg mit 38% am niedrigsten. Insgesamt haben 53 Patienten keine Sonografie des DSG erhalten.

3.9 Auswertung nach Grad der Synovialitis mittels MRT

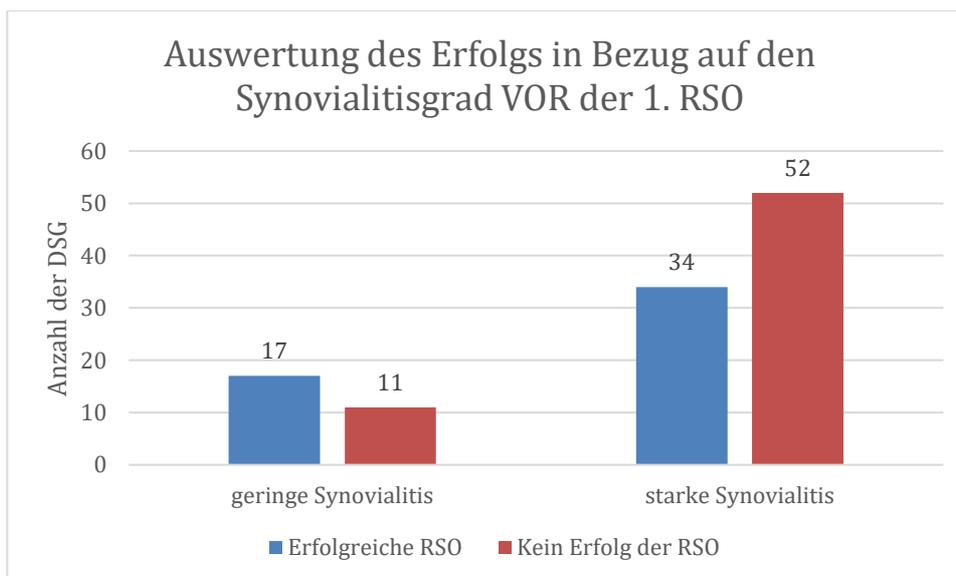


Abbildung 18: Synovialitis vor der ersten RSO in Bezug auf den Behandlungserfolg

Der Grad der Synovialitis wurde vor der ersten RSO anhand der Bildgebung mittels MRT bestimmt. Bei Patienten mit geringer Synovialitis bestand ein

Behandlungserfolg bei 61%. Bei einer starken Synovialitis bestand nur noch ein Erfolg bei 39% der Patienten.

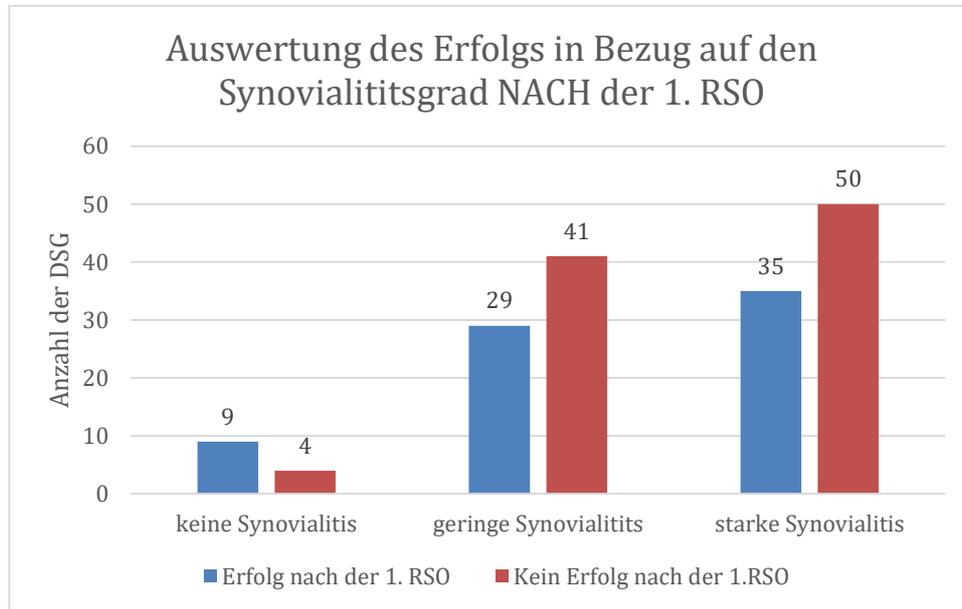


Abbildung 19: Synovialitisgrad nach der ersten RSO in Bezug auf den Behandlungserfolg

Bei 168 Daumensattelgelenken wurde der Synovialitisgrad nach der 1.RSO beurteilt. Der Grad der Synovialitis wurde nach der ersten RSO erneut mittels MRT bestimmt. Patienten, bei denen keine Synovialitis mehr diagnostiziert werden konnte, hatten mit einer Erfolgsrate von 69% den besten Erfolg. Bei einer geringen Synovialitis betrug die Besserung der Schmerzen 41% und bei starker Synovialitis 41%.

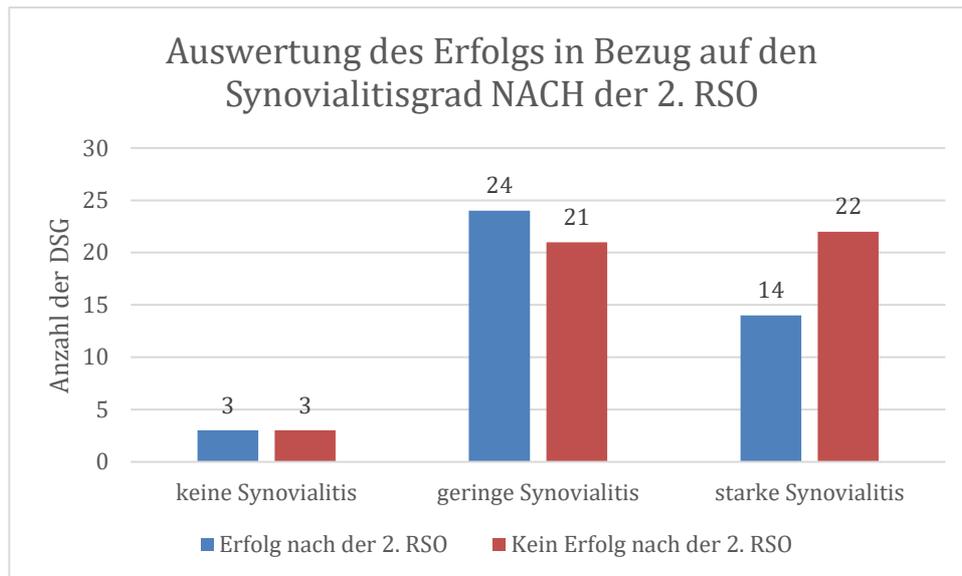


Abbildung 20: Synovialitisgrad nach der zweiten RSO in Bezug auf den Behandlungserfolg

Bei 87 DSG wurde nach der zweiten RSO der Synovialitisgrad in Bezug auf den Erfolg ausgewertet. Nach der zweiten RSO lag die Besserung bei den Patienten, bei denen keine Synovialitis mehr zu beobachten war, bei 50%. Bei den Patienten mit geringer Synovialitis bestand eine Erfolgsrate von 53%. Bei den Patienten mit starker Synovialitis bestand nur noch ein Erfolg von 38%.

3.10 Auswertung in Bezug auf bestehendes Knochenmarködem

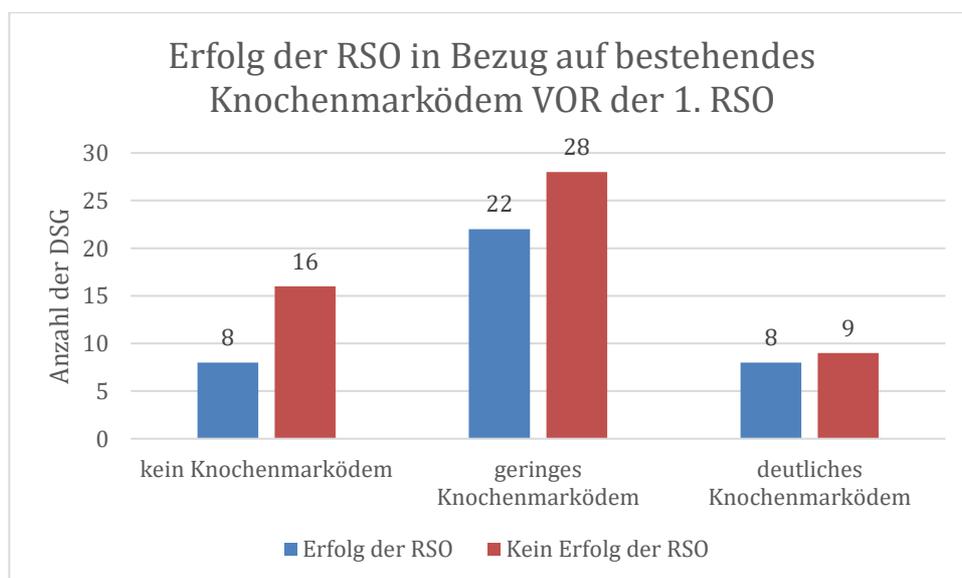


Abbildung 21: Erfolgsverteilung in Bezug auf ein Knochenmarködem vor der ersten RSO

Es wurden 91 DSG in Bezug auf ein Knochenmarködem mittels MRT vor der ersten RSO untersucht. Bei den Gelenken, bei denen ein Ödem beobachtet werden konnte, wurde zwischen geringem und deutlichem Knochenmarködem unterschieden. Bei 50 DSG bestand ein geringes Ödem und bei 17 ein deutliches Ödem vor der ersten Behandlung. Der Behandlungserfolg war mit 47% bei einem Ausgangsbefund eines deutlichen Knochenmarködems am besten. Bei geringem Knochenmarködem lag der Erfolg bei 44% und bei keinem Knochenmarködem lag der Erfolg bei 33%.

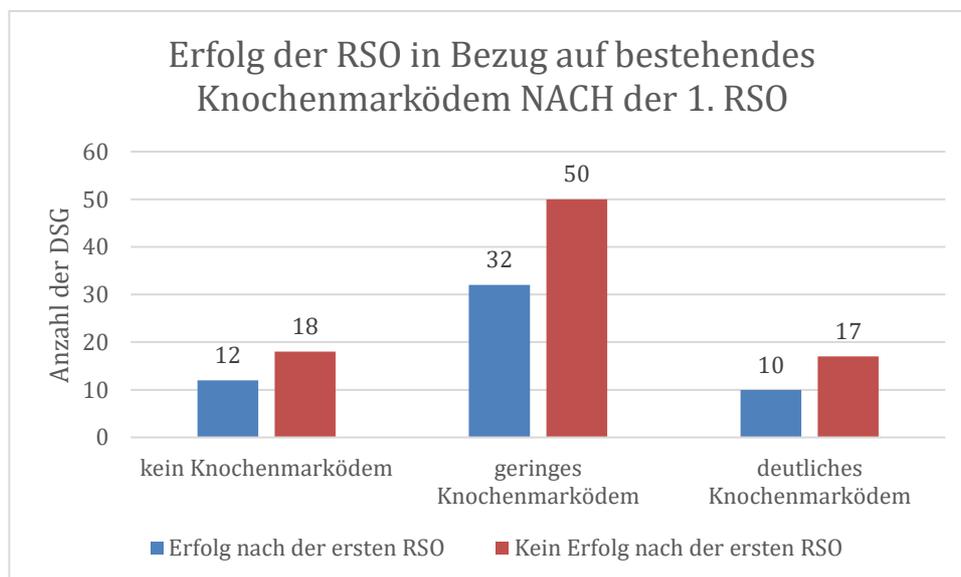


Abbildung 22: Knochenmarködem nach der ersten RSO

Insgesamt wurden 139 DSG in Bezug auf ein Knochenmarködem mittels MRT nach der ersten RSO untersucht. Nach der ersten RSO lag der Erfolg bei Patienten, welche kein Knochenmarködem aufwiesen, bei 40%. Bei Patienten mit geringem Knochenmarködem lag der Erfolg bei 39% und bei deutlichem Knochenmarködem lag der Erfolg bei 37%.

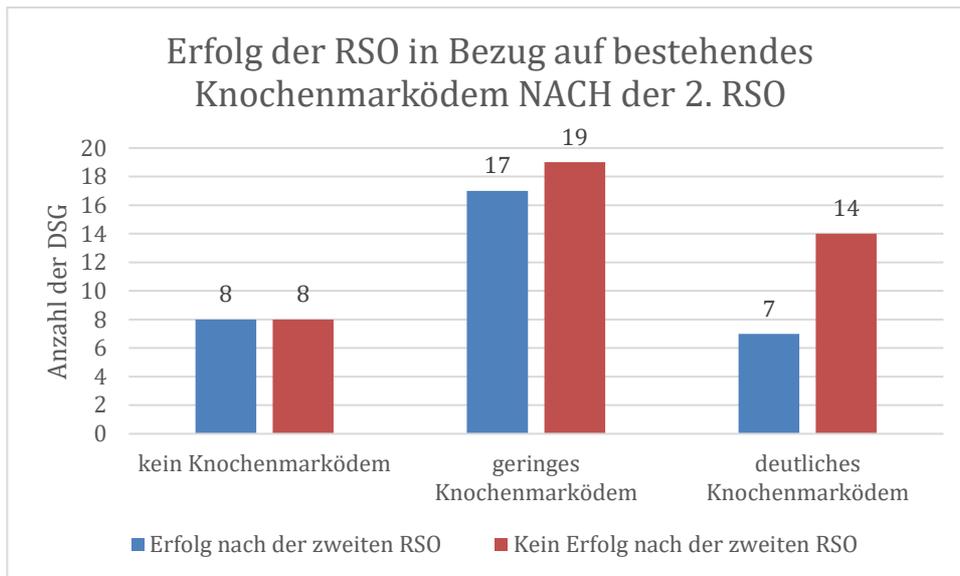


Abbildung 23: Knochenmarködem nach der zweiten RSO

Es wurden 73 Daumensattelgelenke nach der zweiten RSO in Bezug auf ein Knochenmarködem mittels MRT untersucht. Der Erfolg nach der zweiten RSO war bei den Patienten mit keinem nachweisbaren Knochenmarködem mit genau 50% am besten. Der Erfolg bei Patienten mit geringem Knochenmarködem lag bei 47%, wohingegen die Erfolgsrate bei deutlichem Knochenmarködem bei 33% lag.

3.11 Auswertung in Bezug auf Flüssigkeit im Gelenkspalt

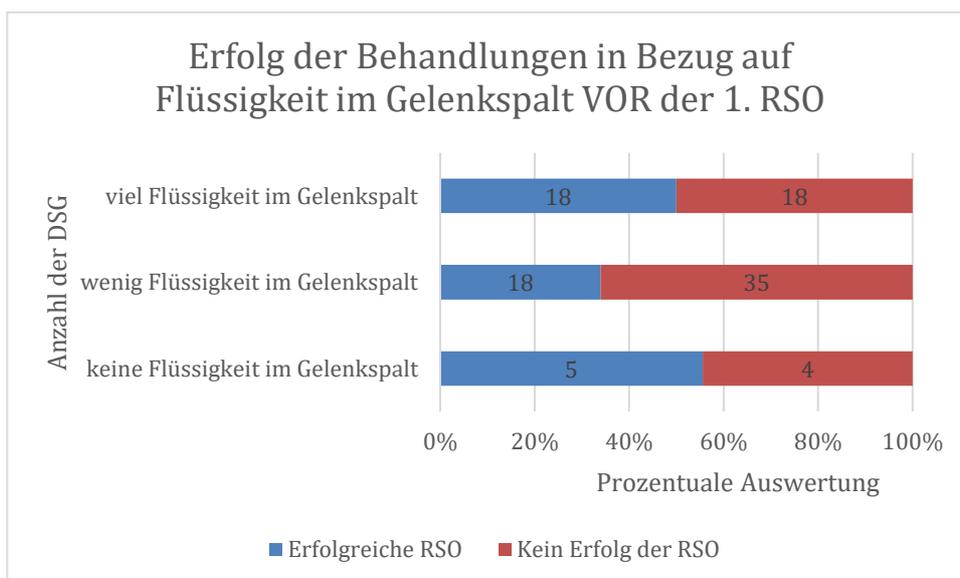


Abbildung 24: Auswertung des Erfolges in Bezug auf Flüssigkeit im Gelenkspalt

Insgesamt wurden 98 Patienten vor der Behandlung mittels MRT in Bezug auf Flüssigkeit im Gelenkspalt untersucht. Bei den Patienten, die vor der ersten RSO

keine Flüssigkeit im Gelenkspalt aufwiesen (n = 9), lag der Behandlungserfolg mit 55% am höchsten. Die Patienten mit wenig Flüssigkeit im Gelenkspalt (n = 53) hatten einen Erfolg von 34%, wobei der Anteil der Patienten mit viel Flüssigkeit (n = 36) einen Erfolg von 50% zeigen konnte.

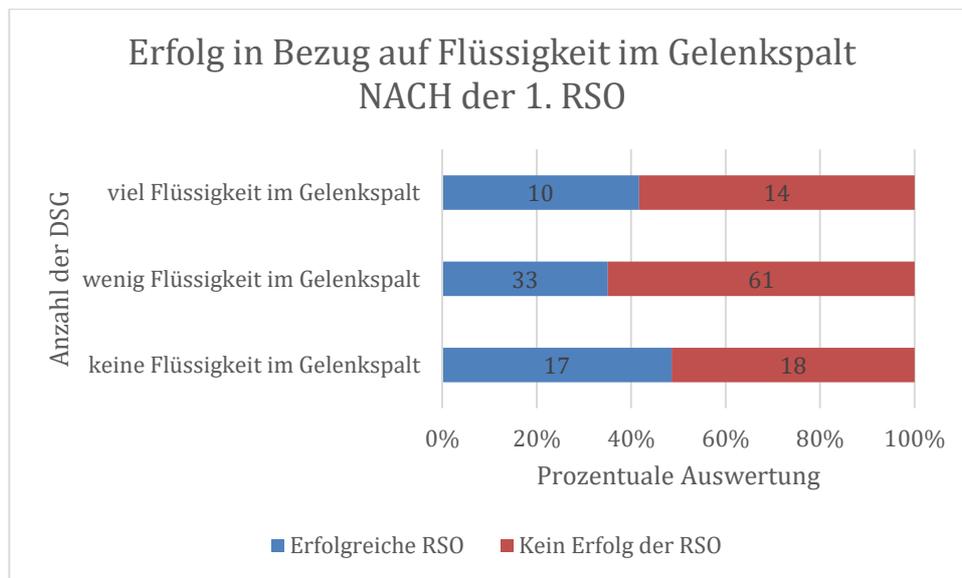


Abbildung 25: Auswertung des Erfolges bei Flüssigkeit im Gelenkspalt nach der 1.RSO

Der größte Erfolg nach der ersten RSO lag bei den Patienten mit keiner Flüssigkeit im Gelenkspalt (n = 35) bei 49%. Die Patienten mit wenig Flüssigkeit (n = 94) und viel Flüssigkeit (n= 24) hatten einen geringeren Erfolg von 35% und 42%

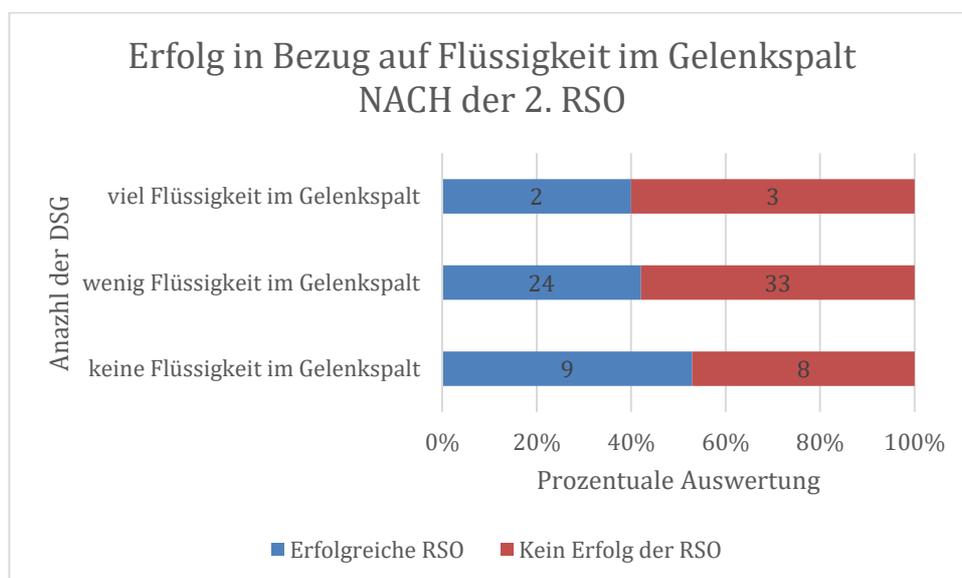


Abbildung 26: Auswertung des Erfolges bei Flüssigkeit im Gelenkspalt nach der 2.RSO

Die Patienten mit keiner Flüssigkeit im Gelenkspalt ($n = 17$) konnten auch nach der zweiten RSO die höchste Erfolgsrate von 53% erzielen. Die Patienten mit wenig ($n = 57$) und viel Flüssigkeit im Gelenkspalt ($n = 5$) hatten einen Erfolg von 42% und 40%.

3.12 Auswertung in Bezug auf Mitreaktion der Muskulatur

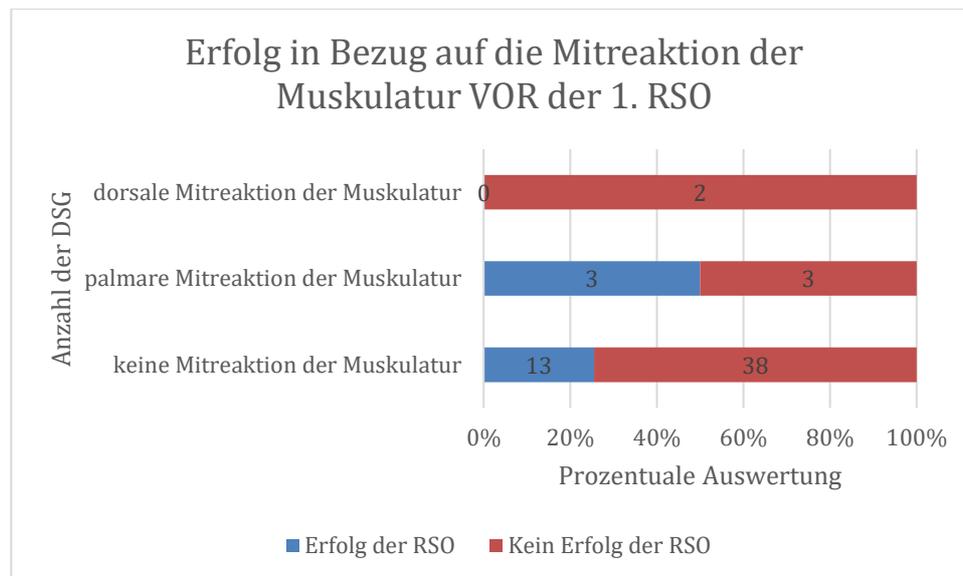


Abbildung 27: Mitreaktion der Muskulatur vor der ersten RSO

Bei insgesamt 59 Daumensattelgelenken konnte eine Auswertung in Bezug auf die Mitreaktion der Muskulatur vor der ersten RSO erfolgen. Die Patienten mit einer Mitreaktion der Muskulatur palmar ($n = 6$) konnten einen Erfolg von 50% zeigen, wobei die Patienten mit einer Mitreaktion der Muskulatur dorsal ($n = 2$) keinen Erfolg angaben. Die dokumentierten Patienten ohne Mitreaktion der Muskulatur ($n = 51$) hatten einen Erfolg von 25%.

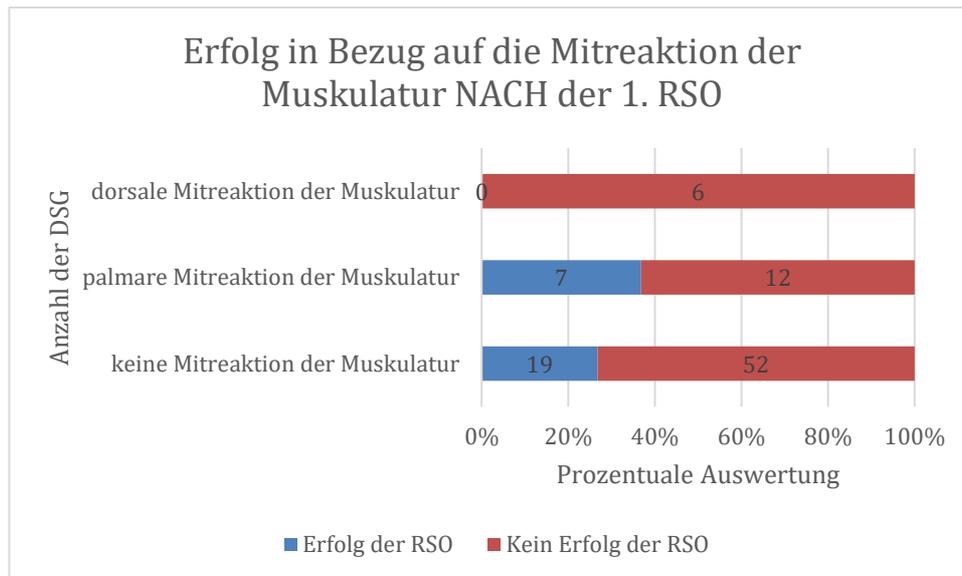


Abbildung 28: Mitreaktion der Muskulatur nach der ersten RSO

Bei insgesamt 96 Patienten konnte eine Mitreaktion der Muskulatur nach der RSO erhoben werden. Nach der ersten RSO hatte sich bei den Patienten mit palmarer Mitreaktion der Muskulatur eine Erfolgsrate von 37% gezeigt, gefolgt von den Patienten mit keiner Mitreaktion der Muskulatur mit der Erfolgsrate von 27%. Die Patienten mit dorsaler Mitreaktion der Muskulatur hatten keinen Erfolg angegeben.

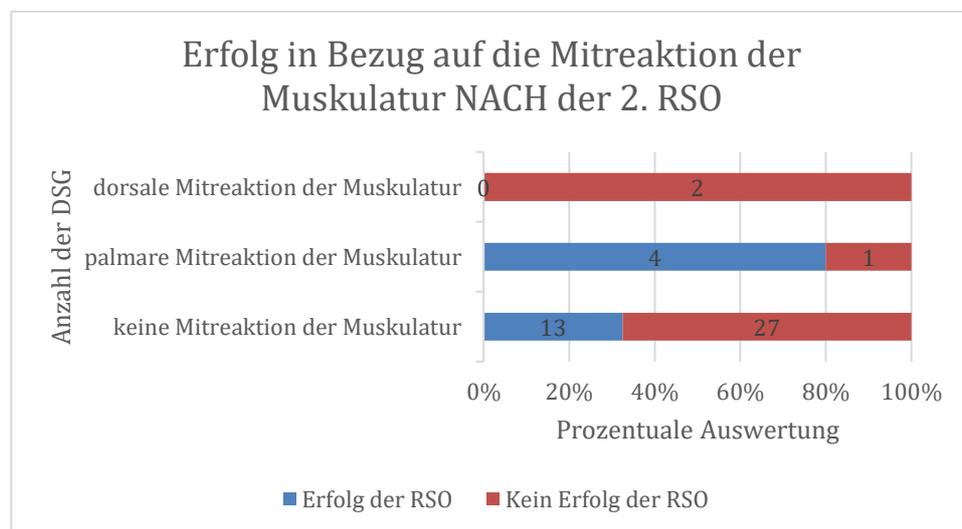


Abbildung 29: Mitreaktion der Muskulatur nach der zweiten RSO

Nach der 2.RSO konnte noch bei 47 Daumensattelgelenken erhoben werden wie sich der Erfolg in Bezug auf die Mitreaktion der Muskulatur bezieht. Die Patienten mit palmarer Mitreaktion der Muskulatur hatten einen Erfolg von 80% nach der zweiten

RSO, wobei die Patienten mit dorsaler Mitreaktion keinen Erfolg erzielen konnten. Der Erfolg der Patienten ohne Mitreaktion der Muskulatur lag bei 32%.

3.13 Auswertung nach Skelettszintigraphie

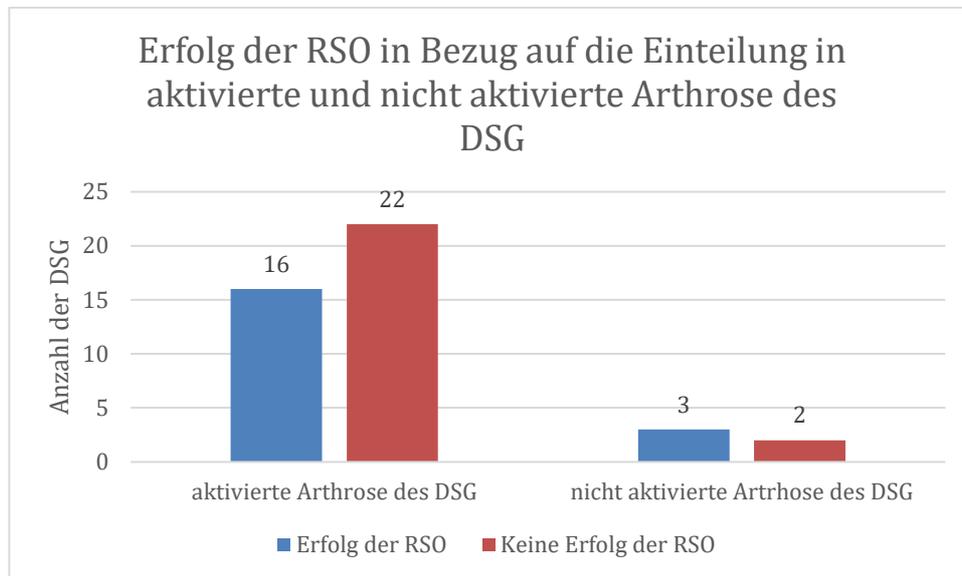


Abbildung 30: Erfolg in Bezug auf Aktivierungsgrad der Arthrose

Bei 37 DSG wurde vor der ersten RSO eine Skelettszintigraphie genommen. Nach der ersten RSO konnte bei 43 DSG Skelettszintigraphie erstellt werden. Nach der ersten RSO lag der Erfolg einer aktivierten Arthrose bei genau 60%, wohingegen der Erfolg einer nicht aktivierten Arthrose bei 42% lag.

3.14 Besserung der Schmerzen in Bezug auf alle Patienten

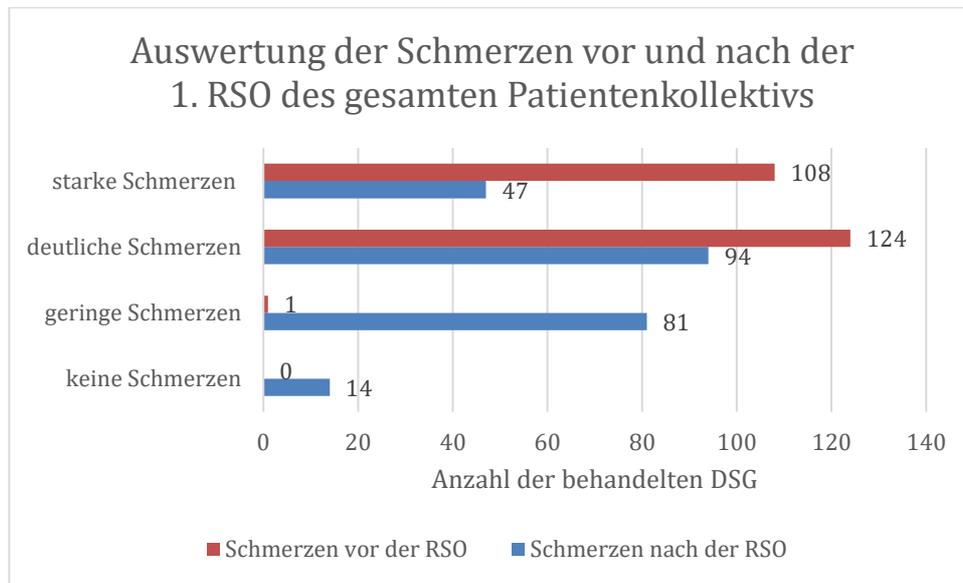


Abbildung 31: Auswertung der Schmerzsymptomatik vor und nach der ersten Behandlung

Vor der ersten RSO hatten 46% der Patienten starke Schmerzen, weiterhin hatten 53% deutliche Schmerzen und 1% geringe Schmerzen.

Nach der ersten RSO hatten 20% der Patienten starke Schmerzen und 40% deutliche Schmerzen. Bei 34% der Patienten lagen geringere Schmerzen vor und bei 6% traten keine Schmerzen mehr auf.

Die Auswertung der Schmerzen vor und nach der RSO wurde in der Abbildung 32 mit dem Titel „Besserung der Schmerzen des gesamten Patientenkollektivs“ dargestellt.

3.15 Bewertung der Besserung in Bezug auf alle Patienten

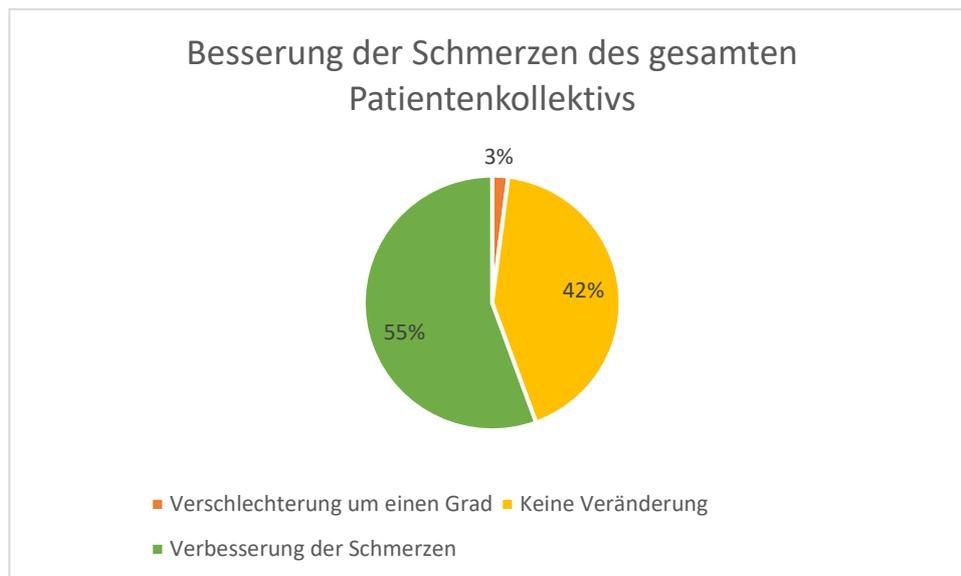


Abbildung 32: Auswertung der Schmerzsymptomatik vor und nach den Behandlungen aller Patienten

Nach der ersten RSO trat bei 129 Daumensattelgelenken, d.h. bei 55% der behandelten DSG eine Schmerzbesserung ein. Bei insgesamt 42% konnte sechs Monate nach der ersten Behandlung keine Besserung festgestellt werden. Bei 5 DSG (3%) hatten die Schmerzen zugenommen.

Bei den 55% (129 DSG) bei denen sich die Schmerzen gebessert haben, wurde eine Graduierung vorgenommen.

Insgesamt 38% der Patienten erfuhren eine Besserung um einen Schmerzgrad, wie zum Beispiel von stark auf deutlich oder deutlich auf gering. Bei 15% konnte eine Schmerzbesserung um zwei Schmerzgrade festgestellt werden. Bei 3% wurde eine Verbesserung um drei Schmerzgrade erreicht, was einen maximalen Erfolg von einer Besserung der Schmerzen von „starken Schmerzen“ auf „keinen empfundenen Schmerzen“ bedeutet.

3.16 Besserung der Schmerzen der Patienten mit genau einer RSO

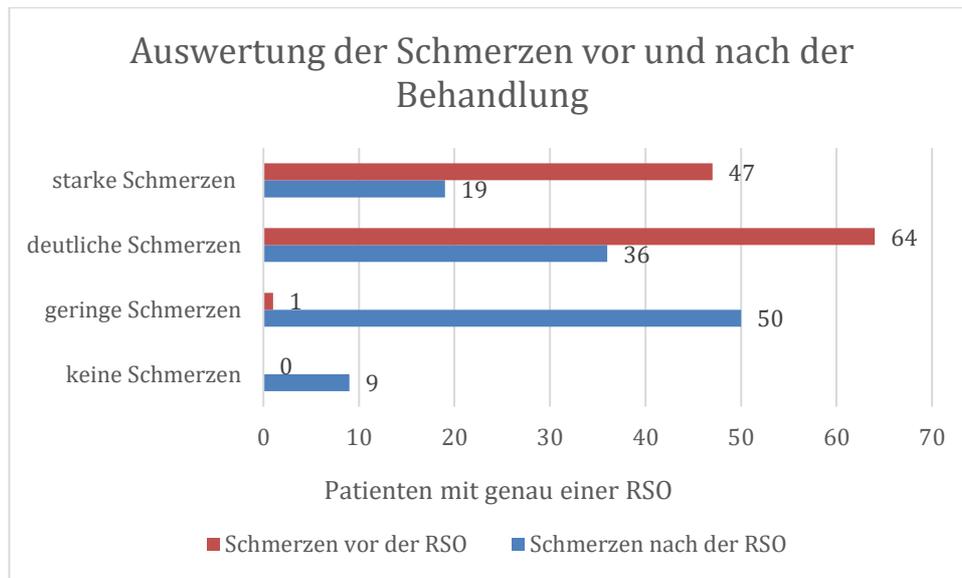


Abbildung 33: Auswertung der Schmerzsymptomatik bei Patienten mit genau einer RSO

Es wurden vor der ersten RSO (der Patienten mit genau einer RSO) bei 42% starke Schmerzen vermerkt und bei 57% deutliche Schmerzen, sowie bei 1% geringe Schmerzen angegeben. Nach der Behandlung hatten 17% der Patienten noch starke Schmerzen und 31% gaben deutliche Schmerzen an. Von 44% wurden geringe Schmerzen nach der Behandlung angegeben und bei 8% wurden keine Schmerzen mehr wahrgenommen.

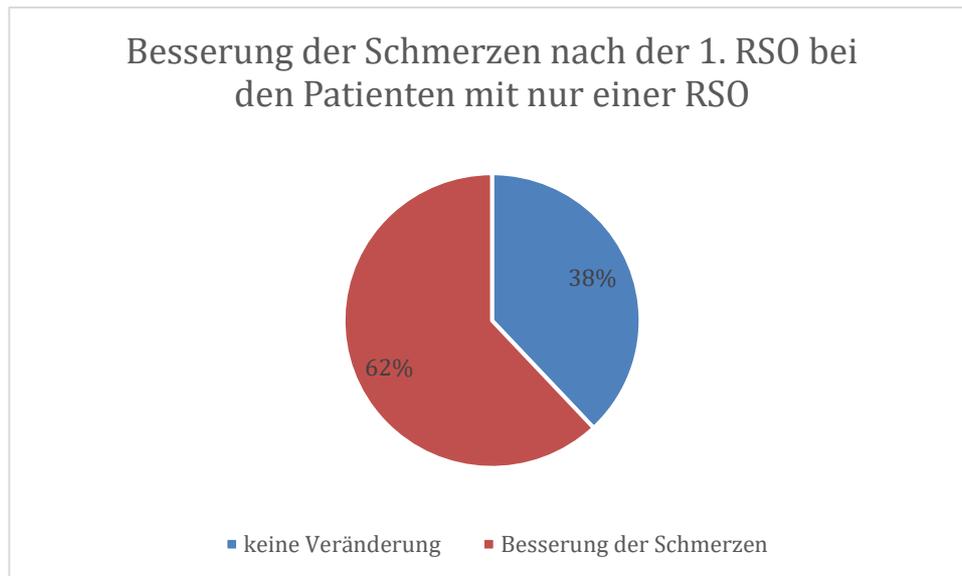


Abbildung 34: Auswertung des Erfolges nach der 1.RSO bei den Patienten mit einer RSO

Von den 114 DSG der Patienten mit nur einer durchgeführten RSO konnte bei 112 DSG eine Auswertung bezüglich der Schmerzen erfolgen. Es konnte bei 62% eine Besserung erreicht werden. Bei keinem Patienten hatte sich der Zustand nach der Behandlung verschlechtert. Bei 38% war keine Veränderung eingetreten.

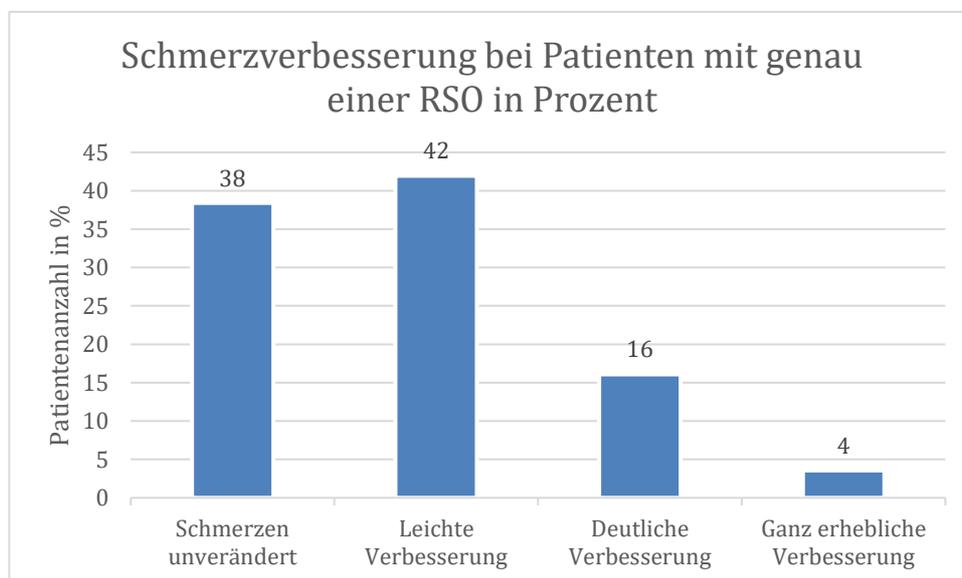


Abbildung 35: Aufteilung des Erfolges der Patienten mit einer Behandlung

Die insgesamt 62% Patienten mit einer Besserung der Schmerzen lassen sich nochmal unterteilen in die Einteilung leichte Besserung (42%), deutliche Besserung (16%) und ganz erhebliche Besserung (4%).

3.17 Besserung der Schmerzen bei Patienten mit genau zwei RSO

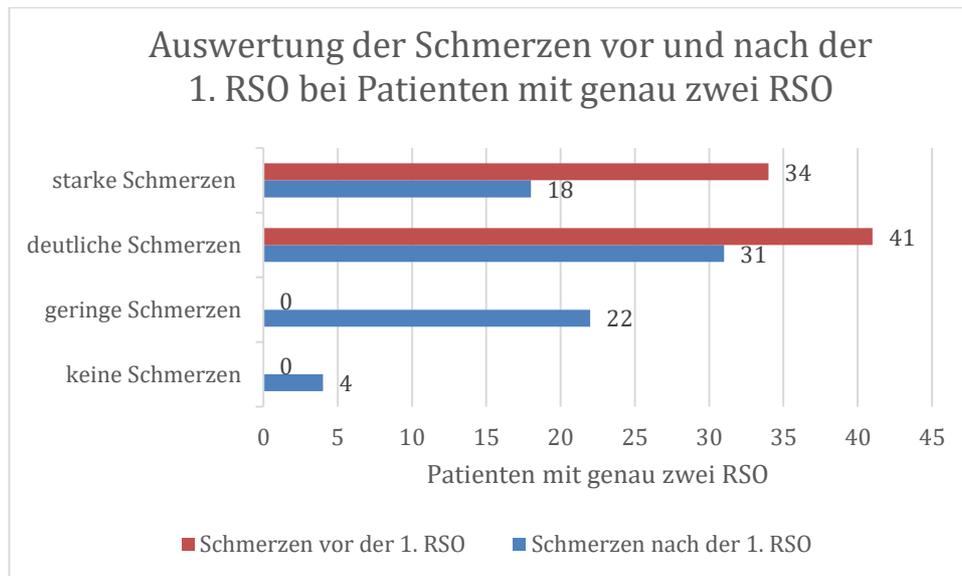


Abbildung 36: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 1.RSO bei Patienten mit zwei RSO

Bei den Patienten mit genau zwei RSO hatten vor der ersten Behandlung 45% starke Schmerzen und 55% deutliche Schmerzen. Nach der ersten Behandlung hatten 24% starke Schmerzen, 41% deutliche Schmerzen und 30% geringe Schmerzen. Bei 5% wurden keine Schmerzen angegeben.

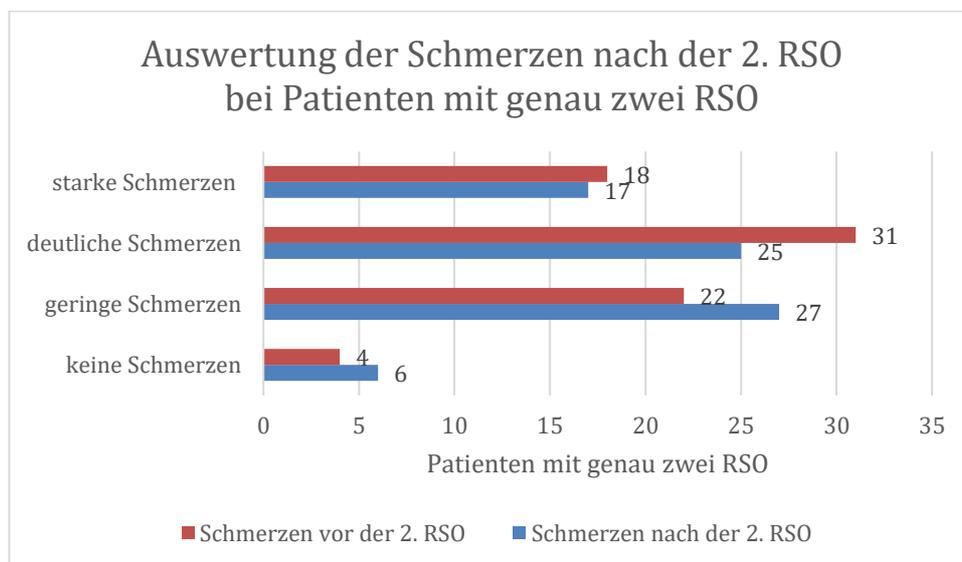


Abbildung 37: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 2.RSO bei Patienten mit zwei RSO

Nach der zweiten RSO hatten bei den Patienten mit genau zwei RSO 23% starke Schmerzen und 33% deutliche Schmerzen. Geringe Schmerzen wurden bei 36% vermerkt und 8% gaben keine Schmerzen an.

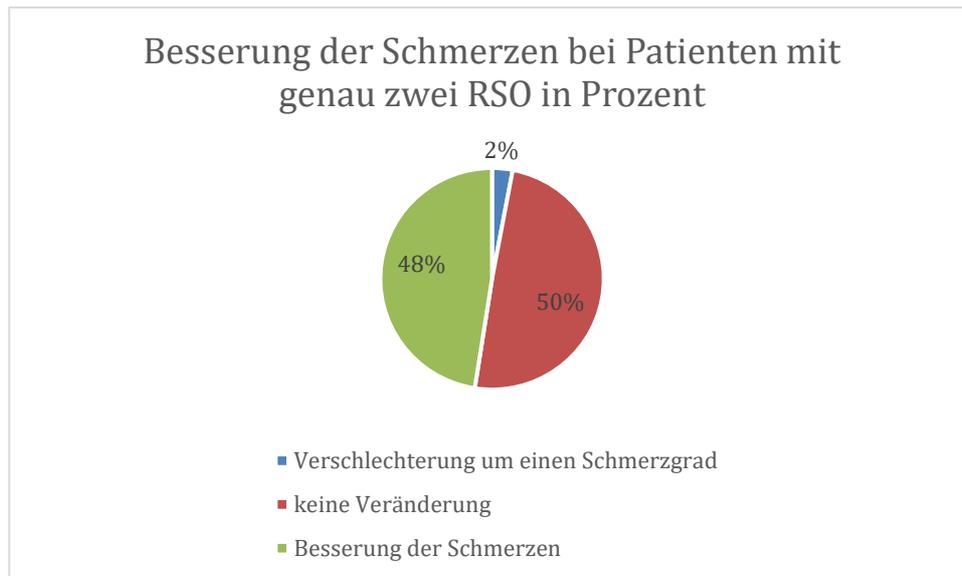


Abbildung 38: Erfolg nach der 2. RSO

Insgesamt wurden bei 75 Patienten das DSG genau zweimal behandelt. Der Erfolg der Behandlung lag bei 48%. Bei 50% der behandelten DSG war keine Verbesserung eingetreten. Im Unterschied zur ersten Behandlung konnte hier bei einer geringen Anzahl von 2% eine Verschlechterung festgestellt werden.

In der folgenden Tabelle sind die Grade der Besserung angegeben.

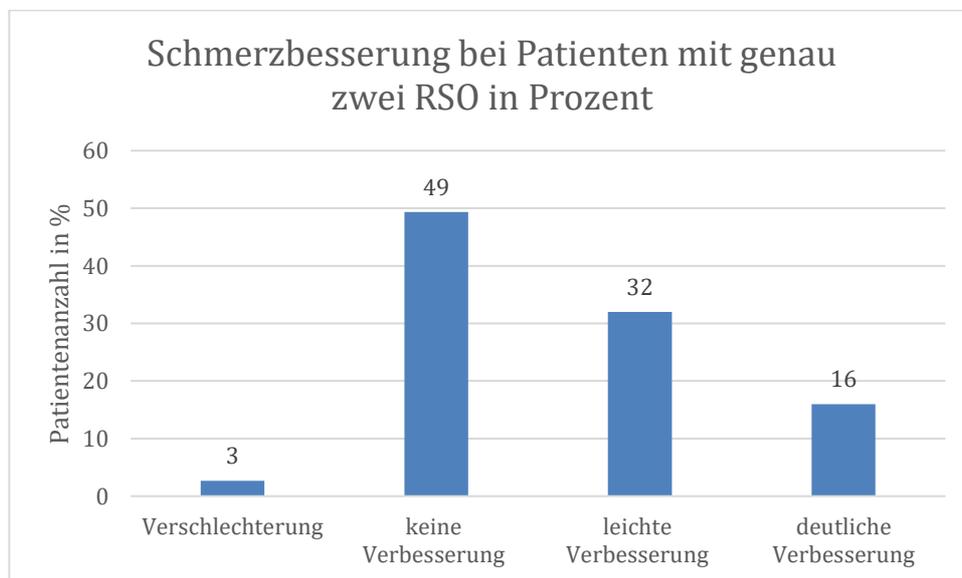


Abbildung 39: Aufteilung des Erfolges bei Patienten mit genau zwei RSO

Die Schmerzbesserung und damit der Erfolg der Behandlung liegt bei 48%. Diese ergibt sich aus den 32% der Patienten, welche eine leichte Besserung und 16%, welche eine deutliche Besserung wahrnehmen konnten. Bei 49% konnte keine

Besserung erzielt werden und bei 3% gab es eine Verschlechterung der Schmerzsymptomatik.

3.18 Besserung der Schmerzen bei Patienten mit genau drei RSO

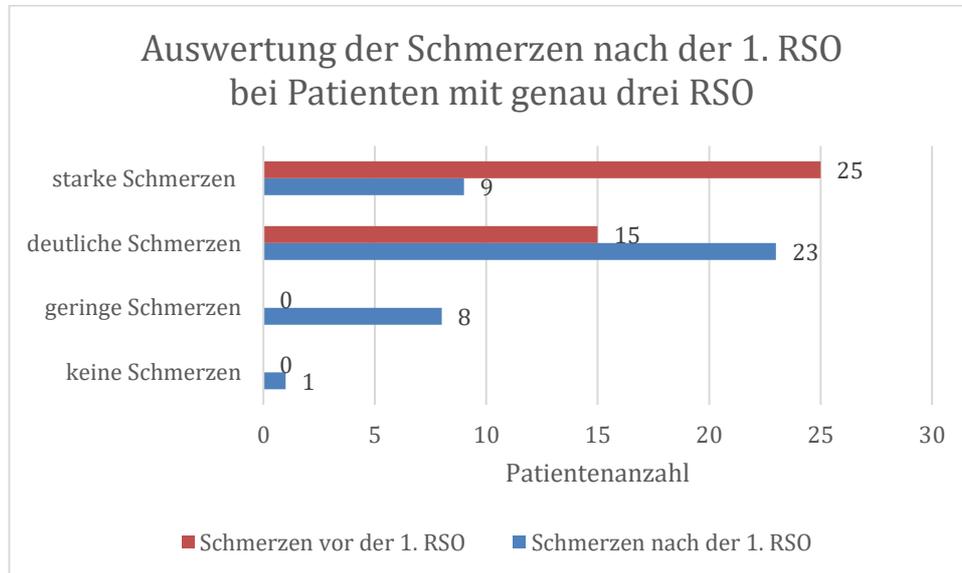


Abbildung 40: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 1. RSO bei Patienten mit drei RSO

Die Patienten, die genau drei RSO erhalten haben (n = 41), konnte bei 40 Daumensattelgelenken eine Aussage über die Schmerzen dokumentiert werden. Es hatten 63% starke Schmerzen und 37% deutliche Schmerzen vor der ersten Behandlung. Nach der ersten RSO hatten 22% der Patienten starke Schmerzen, 56% deutliche Schmerzen, 20% geringe Schmerzen und 2% keine Schmerzen.

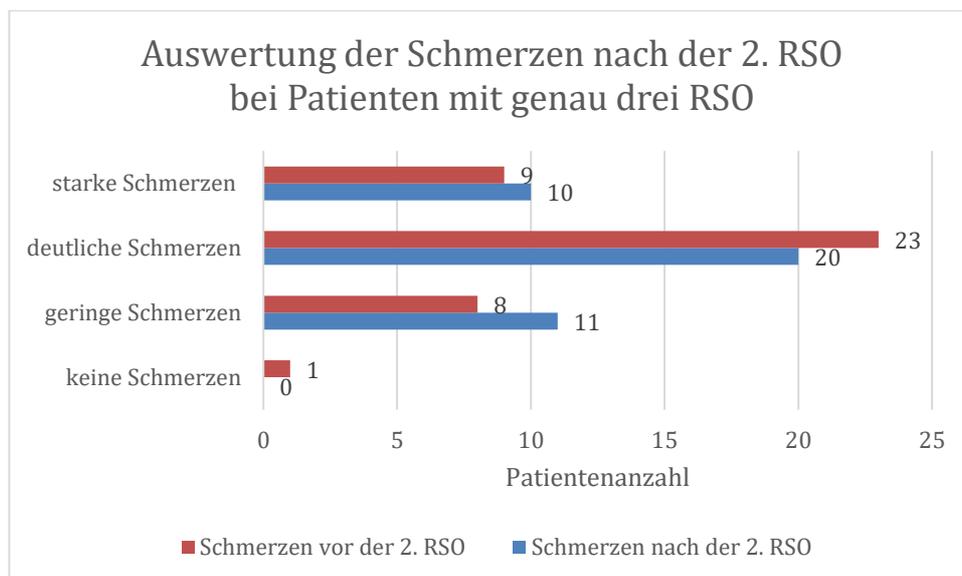


Abbildung 41: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 2. RSO bei Patienten mit drei RSO

Bei den Patienten mit genau drei RSO (n = 41) hatten nach der zweiten RSO 24% starke Schmerzen und 49% deutliche Schmerzen. Die restlichen 27% gaben geringe Schmerzen an.

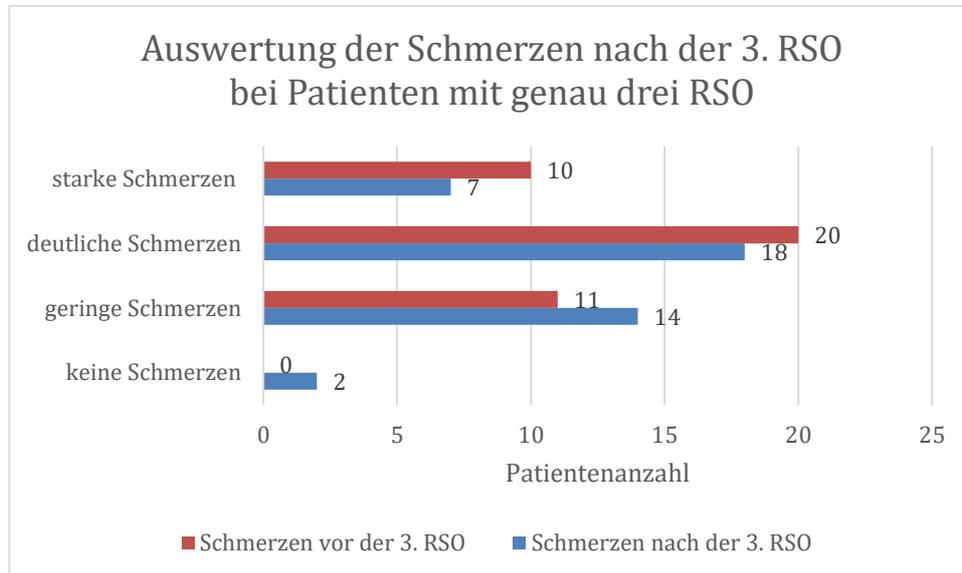


Abbildung 42: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 3. RSO bei Patienten mit drei RSO

Es hatten bei der dritten RSO bei den Patienten mit genau drei RSO 17% starke Schmerzen und 44% deutliche Schmerzen nach der Behandlung. 34% gaben geringe Schmerzen und 5% keine Schmerzen an.

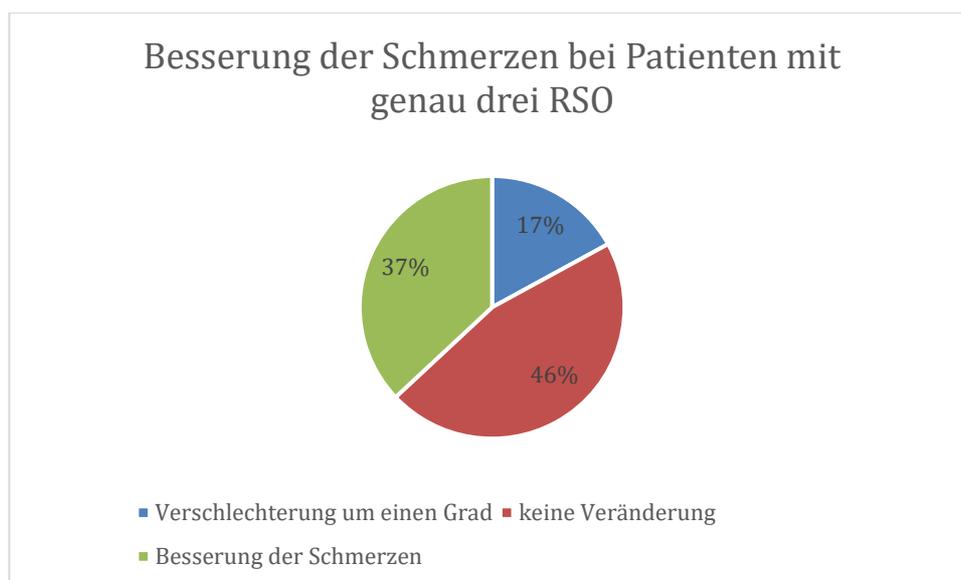


Abbildung 43: Besserung der Schmerzsymptomatik nach der 3. RSO

Es wurden 41 DSG zum dritten Mal behandelt und es konnte bei 37% eine Besserung der Schmerzen erreicht werden. Bei 17% hat sich eine Verschlechterung

um einen Schmerzgrad ergeben und bei 46% konnte keine Verbesserung erzielt werden.

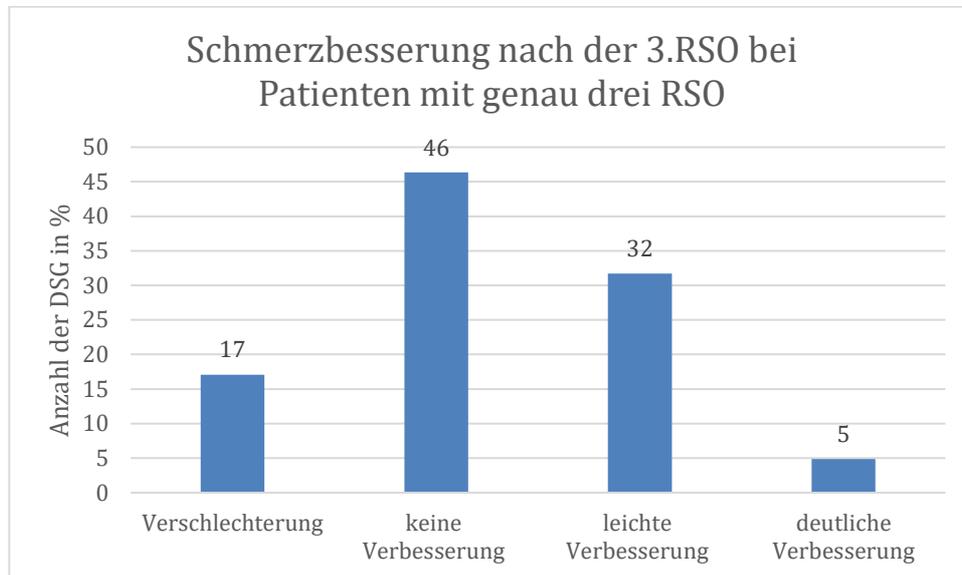


Abbildung 44: Aufteilung des Erfolges bei Patienten mit genau 3 RSO

Nach der dritten RSO konnte bei den Patienten eine Besserung bei 37% festgestellt werden. Dabei konnte bei 32% eine leichte Verbesserung und bei 5% eine deutliche Verbesserung vermerkt werden. Bei 46% wurde keine Besserung der Schmerzen erreicht. Eine Verschlechterung der Schmerzsymptomatik ist von 17% Patienten angegeben worden.

3.19 Besserung der Schmerzen bei Patienten mit genau vier RSO

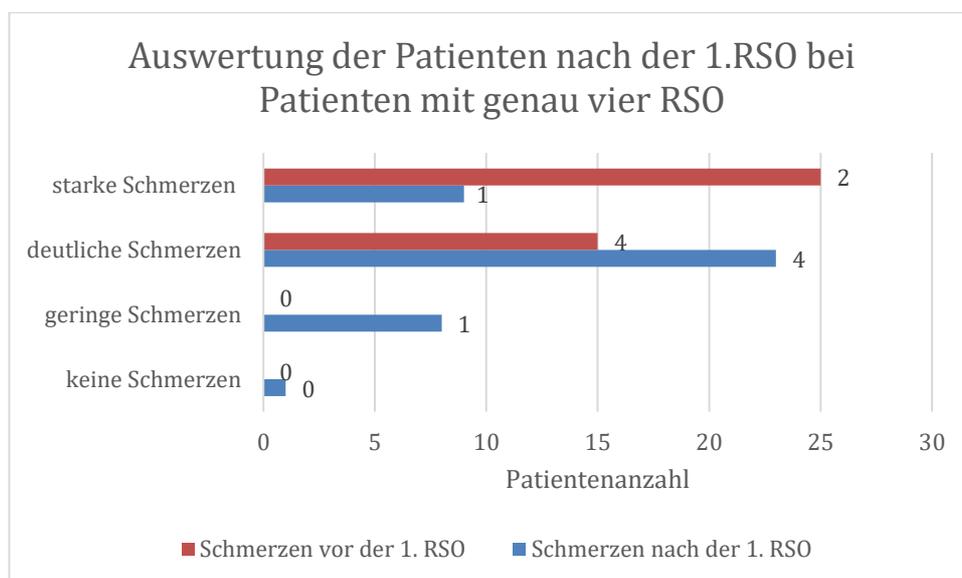


Abbildung 44: Auswertung der Schmersymptomatik nach der 1. RSO bei Patienten mit vier RSO

Bei den Patienten mit genau vier RSO (n = 6) hatten vor der ersten RSO 33% starke Schmerzen und 67% deutliche Schmerzen. Nach der ersten RSO hatten in dieser Patientengruppe 16% starke Schmerzen und 67% deutliche Schmerzen, wobei 17% geringe Schmerzen aufwiesen.

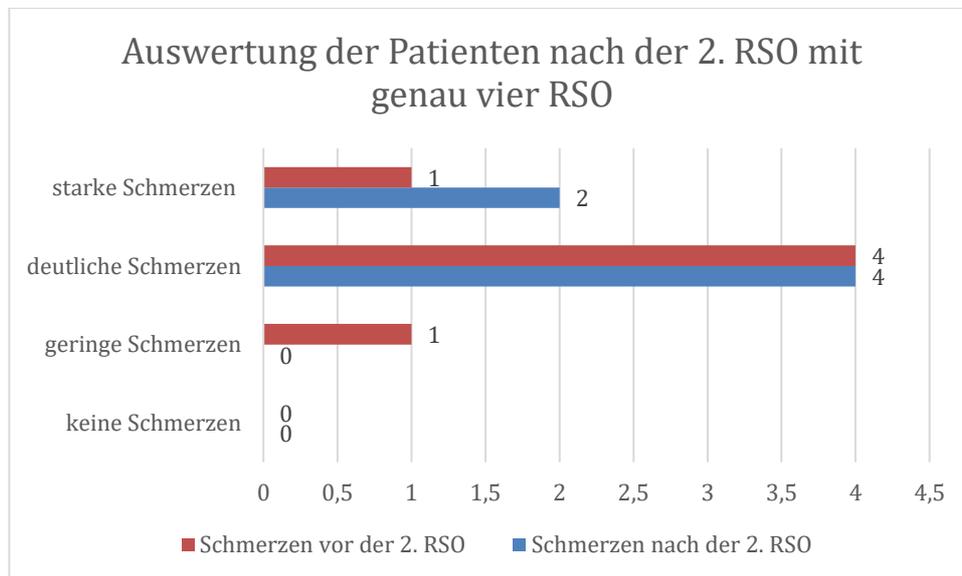


Abbildung 45: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 2. RSO bei Patienten mit vier RSO

Nach der zweiten RSO hatten die Patienten mit genau vier RSO zu 67% deutliche Schmerzen und zu 33% starke Schmerzen.

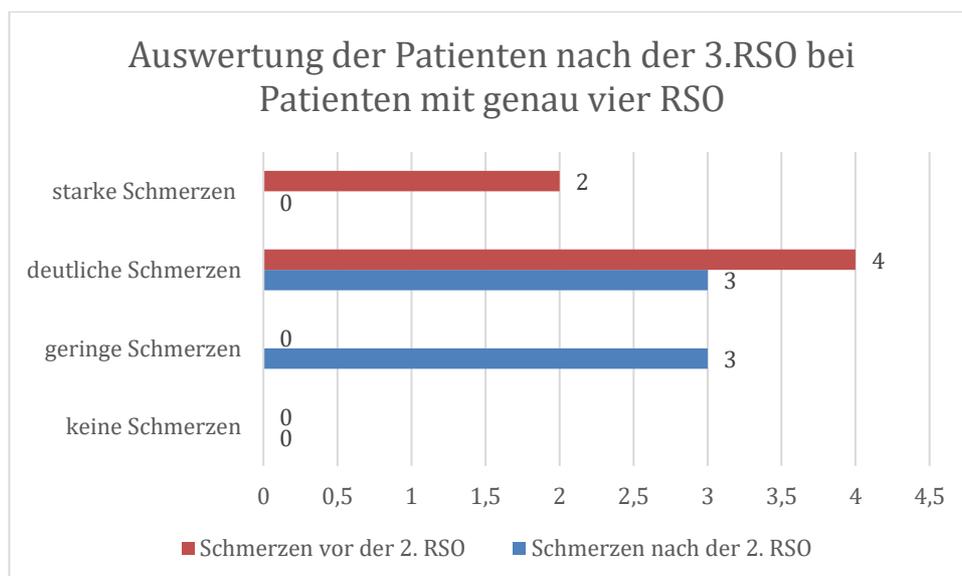


Abbildung 46: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 3. RSO bei Patienten mit vier RSO

Nach der dritten RSO bei den Patienten mit genau vier RSO hatten 50% deutliche Schmerzen und 50% geringe Schmerzen.

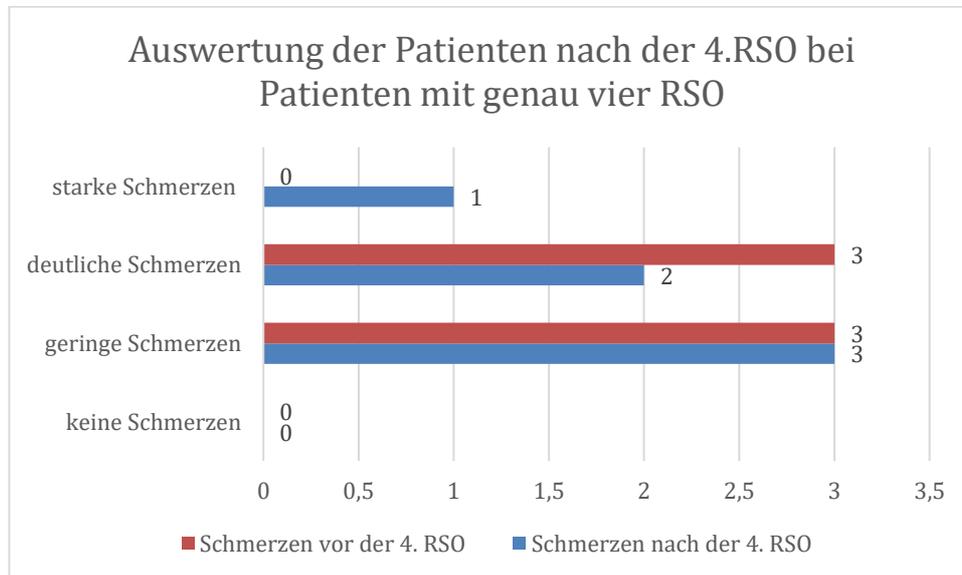


Abbildung 47: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der 4. RSO bei Patienten mit vier RSO

Nach der vierten RSO traten bei diesem Patientenkollektiv bei 17% starke Schmerzen und 33% deutliche Schmerzen, sowie 50% geringe Schmerzen auf.

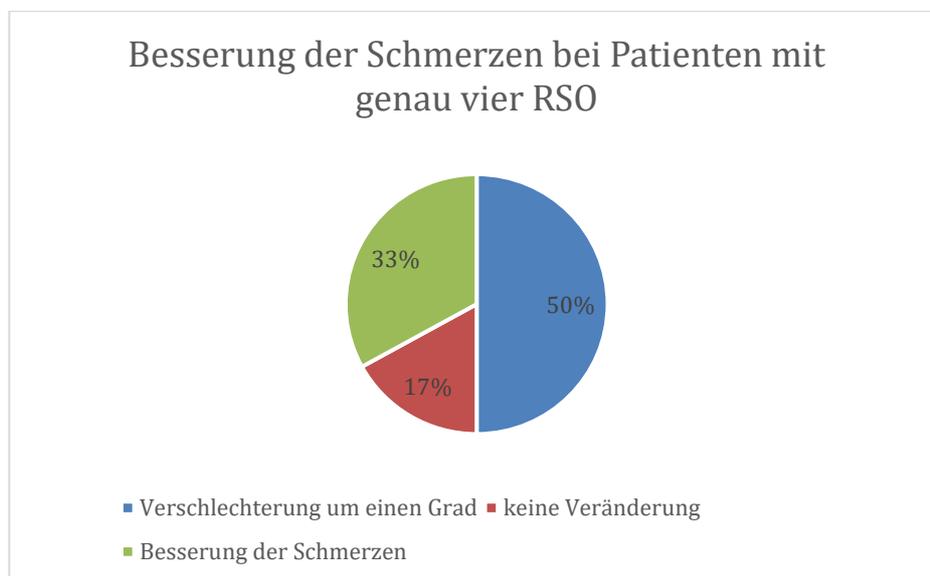


Abbildung 48: Auswertung der Schmerzsymptomatik nach der vierten RSO

Es wurden 6 Patienten genau viermal mittels RSO behandelt. Davon konnten abschließend 33% eine Besserung vermerken und 17% keine Veränderung. 50% der

Patienten hatten eine Verschlechterung der Schmerzsymptomatik um einen Schmerzgrad.

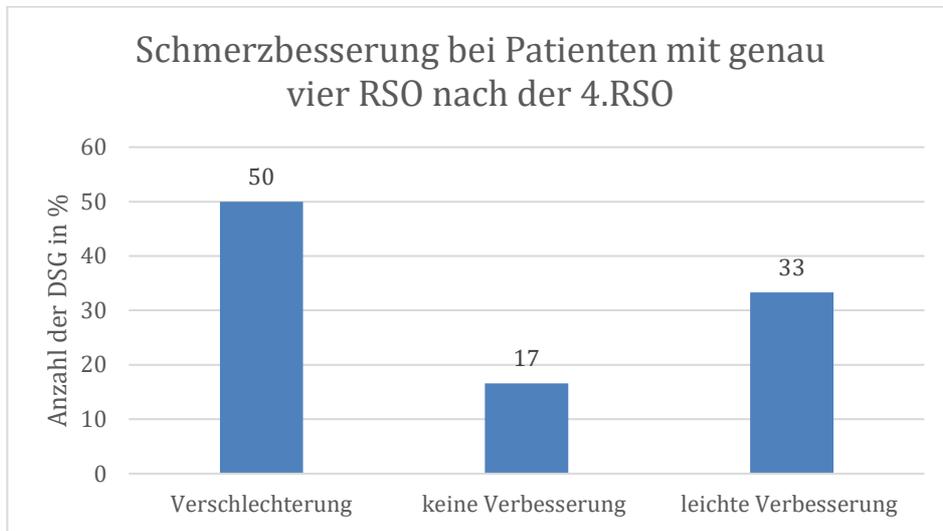


Abbildung 49: Aufteilung des Erfolges nach der 4. RSO bei Patienten mit vier RSO

Bei den Patienten nach der vierten RSO konnte eine leichte Besserung bei 33% erreicht werden. Bei 17% blieb die Schmerzsymptomatik unverändert und bei 50% wurde eine Verschlechterung um einen Schmerzgrad vermerkt.

3.20 Übersicht der RSO nach Erfolg und Differenz der Schmerzen

Tabelle 2: Vergleich der Behandlungen in Bezug auf Erfolg und Schmerzdifferenz

Subgruppe	n	Vor 1. RSO Nach 1. RSO	Nach 1. RSO Nach 2. RSO	Nach 2. RSO Nach 3. RSO	Nach 3. RSO Nach 4. RSO
Alle DSG	236	p< 0,0001 $\Delta=0,73$	--	--	--
DSG mit genau einer RSO	114	p< 0,001 $\Delta=0,85$	--	--	--
DSG mit mind. zwei RSO	122	p< 0,0001 $\Delta=0,61$	p=0,5048 $\Delta=0,07$	--	--
DSG mit genau zwei RSO	75	p< 0,0001 $\Delta= 0,61$	p=0,6734 $\Delta=0,13$	--	--
DSG mit genau drei RSO	41	p< 0,0090 $\Delta=0,65$	p=0,7660 $\Delta=0,00$	p=0,6337 $\Delta=0,24$	--
DSG mit genau vier RSO	6	p< 0,9856 $\Delta= 0,33$	p=0,9197 $\Delta=-0,33$	p=0,6767 $\Delta=0,83$	p=0,9856 $\Delta=-0,17$

Der p-Wert und die Differenz (Δ) der Schmerzen zwischen zwei Zeitpunkten wurden jeweils mit dem Symmetrie-Test nach Bowker analysiert.

Es ist zu beobachten, dass die Schmerzreduktion nach der ersten RSO am stärksten ist. Nach weiteren Behandlungen konnten die Schmerzen weniger stark reduziert werden. Bei den Patienten mit mindestens zwei RSO als Beispiel betrug die durchschnittliche Differenz nach der ersten Behandlung 0,61. Die Differenz der Schmerzen nach der zweiten Behandlung betrug dagegen nur 0,07.

Anhand der p-Werte und Δ -Werte ist zu erkennen, dass bei allen Subgruppen der größte Effekt nach der ersten RSO vorhanden ist.

3.21 Patientenbeispiele mit Bildgebung

Im Folgenden werden Patienten mit unterschiedlichem Behandlungserfolg und der dazugehörigen Bildgebung mittels MRT dargestellt.



Abb. 50: T1 vor der 1.RSO



Abb. 51: T1 nach der 1.RSO



Abb. 52: T1 fs cor vor der 1.RSO



Abb. 53: T1 fs nach der 1.RSO

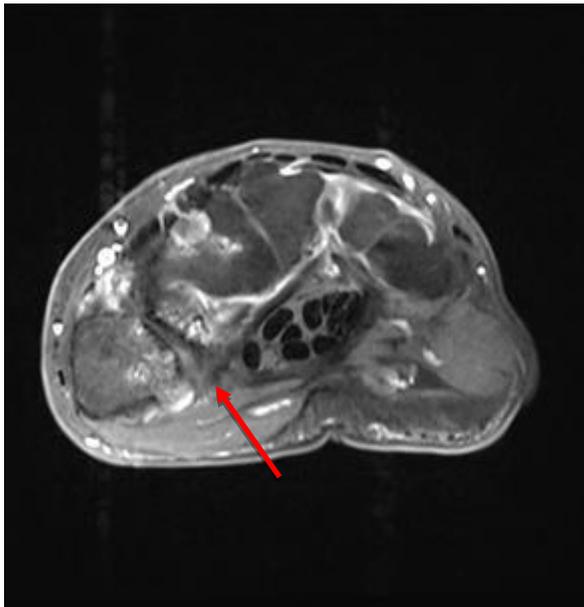


Abb. 54: T1 fs tra vor der 1.RSO

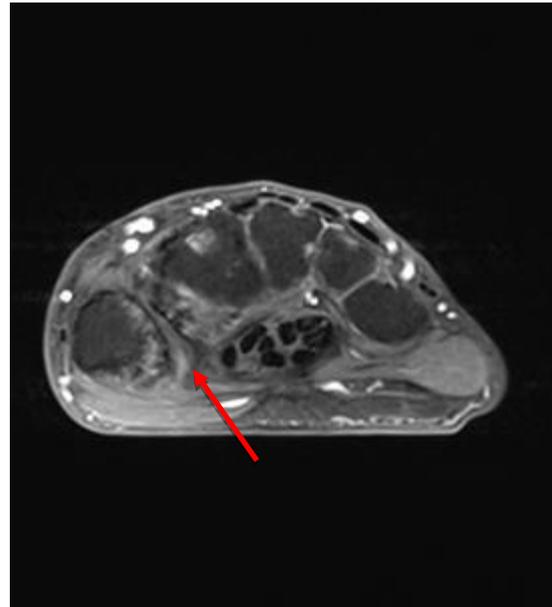


Abb. 55: T1 fs tra nach der 1.RSO

Abbildungen 50 - 55: 62-jährige Patientin mit gutem Erfolg nach der ersten Therapie mit einer Abnahme der Synovialitits (siehe Pfeile)



Abb. 56: T1fs vor der 1.RSO

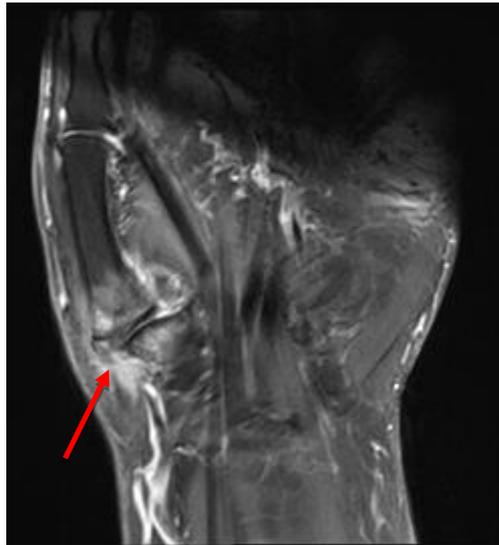


Abb. 57: T1 fs cor nach der 1.RSO

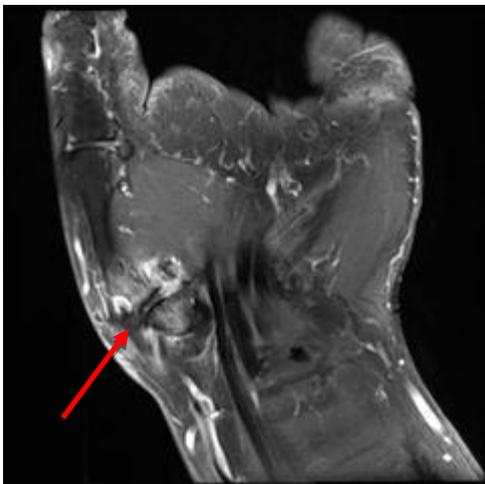


Abb. 58: T1 fs cor nach der 2.RSO



Abb. 59: T1 fs cor nach der 3.RSO

Abbildungen 56 - 59: 75-jähriger Patient mit mäßigem Erfolg nach drei Radiosynoviorthesen mit einer weiterhin deutlichen Synovialitis (siehe Pfeile)

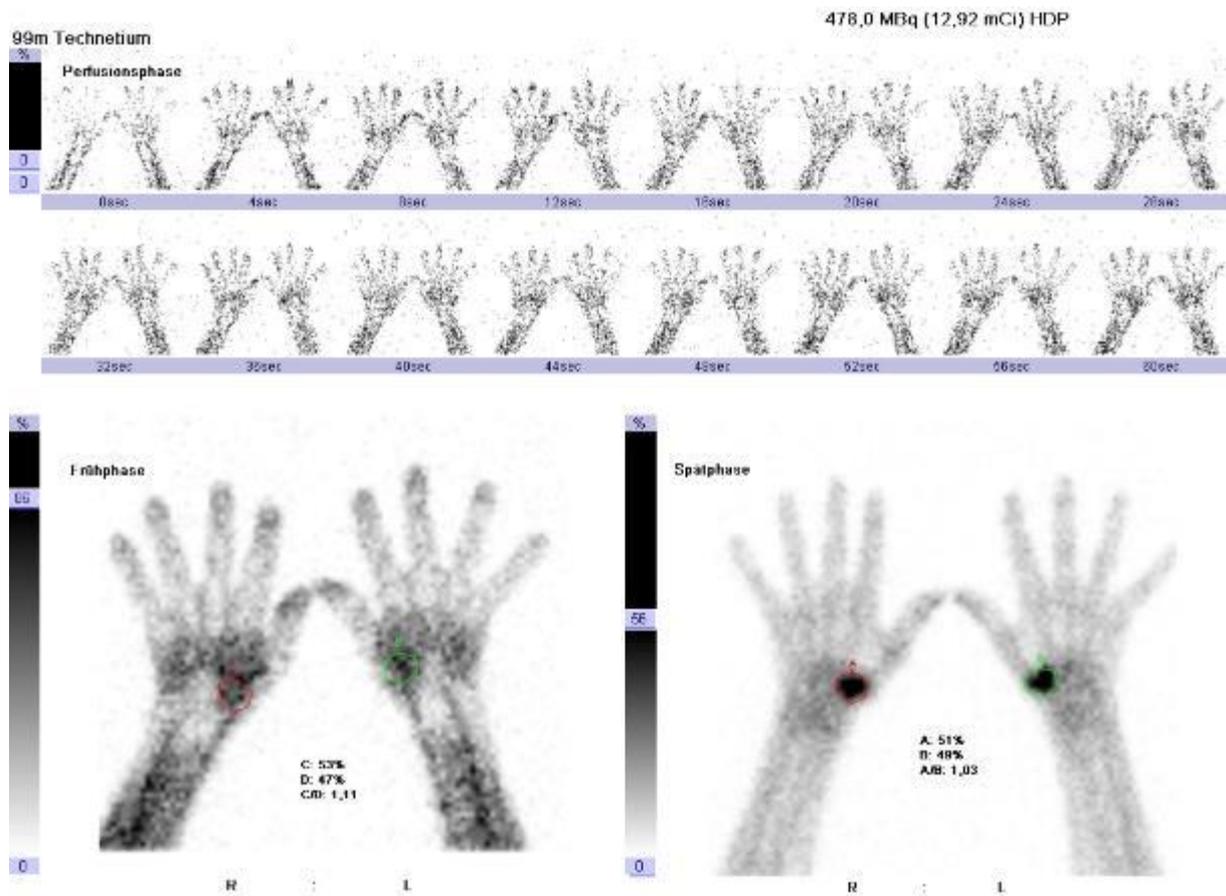


Abb. 60: Knochenszintigraphie vor der 1.RSO



Abb. 61: T1 fs cor links nach 1.RSO



Abb. 62: T1 fs cor rechts nach der 1.RSO

Abbildungen 60 - 62: 65-jähriger Patient mit klinisch gutem Erfolg nach der 1. RSO mit deutlich aktivierter Rhizarthrose in der Knochenszintigraphie vor der Therapie und mäßiger Synovialitis beider DSG nach der Behandlung

4 DISKUSSION

Die Radiosynoviorthese ist heutzutage eine etablierte Behandlungsmethode. Sie hat nach der Änderung der Strahlenschutzverordnung im Jahre 1993 stark an Bedeutung gewonnen, da sie seitdem ambulant durchgeführt werden kann (Mödder, 1995). Das Behandlungsspektrum umfasst neben kleineren Gelenken wie dem DSG auch größere Gelenke. Das Kniegelenk ist eines der größeren Gelenke, welches bei aktivierten Arthrosen erfolgreich durch die RSO behandelt werden kann. Hierzu gibt es bereits einige Studien und Publikationen, die sich mit der Radiosynoviorthese bei bestehender Gonarthrose auseinandersetzen (Szentesi et al., 2019; Szerb et al., 2018). Arthrotische Geschehen der Hüfte und des Sprunggelenks werden ebenso mittels RSO behandelt und können in der Schmerzlinderung sehr gute Ergebnisse erzielen. Vor allem im Vergleich mit chirurgischen Interventionen ist die RSO eine erfolgreiche Behandlungsalternative mit kurzer Regenerationszeit (Szerb et al., 2020). Ebenso sind Arthrosen von anderen mittelgroßen Gelenken wie Schulter und Ellenbogen untersucht worden. Auch hier ist die RSO ein etablierte Behandlung, welche gute Ergebnisse für die Patienten im Sinne der Schmerzreduktion erzielt (Knut, 2015).

Der Behandlung des Daumensattelgelenks, welches die Greiffunktion der Hand sicherstellt, sollte ein ebenso hoher Stellenwert beigemessen werden, da ohne ein intaktes DSG der Alltag nur stark eingeschränkt bewältigt werden kann. Trotzdem sind nicht viele wissenschaftliche Arbeiten zu finden, welche die Anwendung und den Erfolg der Radiosynoviorthese im Hinblick auf die Behandlung der Rhizarthrose untersuchen. Die vorliegende Übersicht soll für Patient und Behandler wichtige Aspekte aufgreifen, ob und inwiefern eine Behandlung mittels RSO empfehlenswert ist oder nicht.

Für die Betroffenen ist die eingeschränkte Greiffunktion durch den Verlust von Mobilität und Kraft ein wichtiger Grund, um eine Behandlung anzustreben. Im Vordergrund stehen vor allem die erwünschte Reduktion der Schmerzen, welche mit die stärkste Motivation für einen Eingriff darstellt. Auch wenn der Behandlungserfolg von vielen individuellen Faktoren, wie zum Beispiel dem Allgemeinzustand und den

Vorerkrankungen des Patienten abhängig ist, sollte eine generelle Einschätzung des Behandlungserfolges der Rhizarthrose mittels RSO gegeben werden können.

Es wurden in der vorliegenden Arbeit die Auswertungen der Daten von 213 Patienten vorgenommen, welche eine oder mehrere Radiosynoviorthesen erhalten haben. Die Patienten wurden zu ihrer Beschwerdesymptomatik befragt und es wurden vor, sowie nach der Behandlung Auswertungen mittels Bildgebung (siehe Ergebnisteil) vorgenommen. Hierdurch war es möglich, neben den rein subjektiven Einschätzungen auch eine objektive Aussage treffen zu können.

Es sollte aufgrund der Ergebnisse untersucht werden, ob und wie oft eine RSO für den Patienten sinnvoll und empfehlenswert ist.

Zu Beginn wurden demographische und allgemeine Daten erhoben, wie das Alter und das Geschlecht der Patienten. Zudem wurde festgehalten, welche Seite behandelt wurde, wobei einige Patienten auch eine beidseitige Behandlung erhielten. Auf die Ergebnisse und deren Wertung in Bezug auf vorhandene Literaturstellen wird im Folgenden eingegangen.

Bei der Auswertung nach Geschlecht wird deutlich, dass Frauen viel häufiger betroffen sind als Männer. Die Verteilung von 72% weiblichen Patienten zu 28% männlichen Patienten entspricht der Verteilung von in etwa vier zu eins, wie bereits in der Literatur angegeben (Herold, 2020). Hierbei steht als Ursache für die Erkrankung von weiblichen Patienten vor allem der hormonelle Faktor im Vordergrund. Es ist davon auszugehen, dass der Eintritt der Menopause und die damit verbundene hormonelle Veränderung ein erhöhtes Risiko einer Arthroseerkrankung darstellt (Srikanth et al., 2005). Zumeist sind Frauen über dem 50. Lebensjahr von einer Rhizarthrose betroffen (Horch, 2011), wobei hier im Speziellen das Abfallen des Östrogen-Spiegels diskutiert und für verantwortlich gehalten wird (Roman-Blas et al., 2009; Stevens-Lapsley, 2010).

Um Beschwerden der Menopause zu lindern, werden unter anderem Hormonersatztherapien (HRT) angewandt, welche ein Hormondefizit ausgleichen. Hierbei wurde der Rückgang von einer degenerativen Arthrose nach einer HRT-Behandlung untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Frauen mit HRT ein dreifach niedrigeres Risiko aufwiesen, an einer Arthrose zu erkranken, als Frauen

ohne diese Therapie (Spector et al., 1997). Nachdem Zweifel an den positiven Ergebnissen der HRT aufgekommen sind (de Klerk et al., 2009; Erb et al., 2000), konnte in aktuellen Arbeiten heute der positive Einfluss von Östrogenen und deren Mechanismen jedoch nachgewiesen werden (Roman-Blas et al., 2009; Xu et al., 2019).

Weitere Hormone, die zur Entwicklung einer Rhizarthrose beitragen können, sind Relaxine. Diese Peptidhormone werden während der Schwangerschaft gebildet und sind für die gesteigerte Dehnung und Lockerung der Ligamente des Beckens verantwortlich. Ein erhöhter Relaxin-Spiegel bei Frauen, unabhängig von einer Schwangerschaft, steht in Relation mit Bandinstabilitäten des DSG, die zu einer Rhizarthrose führen (Wolf et al., 2013).

Ein weiterer Aspekt, der dafür verantwortlich gehalten wurde, dass Frauen eine höhere Arthrose-Inzidenz aufweisen, ist das im Vergleich zu Männern unterschiedliche Größenverhältnis zwischen Os trapezium und Os metacarpale I (Horch, 2011). Ferner wurde von Xu et al. nachgewiesen, dass bei Frauen die Knorpelfläche in Kontakt kleiner und die Knorpeldicke geringer als bei Männern ist (Xu et al., 1998). Andere Studien, die sich den morphologischen Unterschieden des DSG bei Männern und Frauen gewidmet haben, konnten die beiden vorstehenden Aussagen jedoch nicht bestätigen (Halilaj et al., 2014; Marzke et al., 2012). In den neuesten Untersuchungen werden mehrere Faktoren bei der Betrachtung einer Arthroseerkrankung berücksichtigt. So wird der Neigungswinkel des Gelenks sowie der Torsionswinkel des Os metacarpale I mit in die Beurteilung einbezogen. Zudem ist die Breite der Kontaktfläche des Knorpels zwischen Os metacarpale I und Os trapezium entscheidend (Rusli and Kedgley, 2020). Die Entwicklung einer Arthrose wird heute ganzheitlicher, im Sinne einer Kombination aus biomechanischen und biochemischen Prozessen des ganzen Gelenks, betrachtet (Schneider et al., 2018). So spielen weitere Aspekte, wie Alter, Genetik und Vorerkrankungen eine Rolle, wobei alle Bestandteile des Gelenks betroffen sind und ihren Anteil dazu beitragen (Mobasheri, 2016).

Das Alter gehört zu den Hauptrisikofaktoren bei der Entwicklung eines arthrotischen Geschehens (Bijlsma et al., 2011; Mobasheri, 2016; Shane Anderson, 2010). Dass

die Rhizarthrose sich vor allem im Alter manifestiert, konnte auch in dieser Arbeit durch die Auswertung der Altersverteilung nachgewiesen werden. Der errechnete Mittelwert des Alters betrug 65,5 Jahre, wobei der jüngste Patient des Kollektivs 48 Jahre alt war. Insgesamt liegt die Prävalenz einer Arthrose im Allgemeinen bei Patienten über 65 Jahren bei 90% (Rehart, 2008).

Einen wichtigen Aspekt stellen die Regenerationsprozesse des Knorpels im Alter dar (Sacitharan, 2019), da die Wiederherstellung des Knorpels bei der Arthrose als limitierender Faktor der Genesung angesehen werden kann (Bijlsma et al., 2011).

Die Bestandteile des hyalinen Knorpels sind neben dem Hauptanteil, welcher aus Wasser besteht, Kollagene, Proteoglykane und Chondrozyten (Pearle et al., 2005). Wie bereits dargestellt, führt die Arthrose von der Zerstörung der Proteoglykan-Deckschicht bis hin zur Demaskierung der Kollagenfibrillen mit der Folge der Auffaserung des Knorpels. Allein die Zeit, welche benötigt wird, die Proteoglykane-Deckschicht zu regenerieren, kann schon bis zu zwei Jahrzehnte dauern (Mobasheri, 2016). Die Chondrozyten, die für den Auf- und Abbau der Kollagene und Proteoglykane verantwortlich sind, werden bei einem vorliegenden Schaden zwar aktiviert, können aber keine ausreichende Reaktion bilden, um den Knorpel wieder zu regenerieren. Minimale oberflächliche Defekte können bei Gesunden ohne vorliegende Arthrose im Idealfall unverändert bestehen bleiben (Rudert and Wirth, 1998). Bei einem arthrotischen Geschehen kommt es weiterhin noch zu einer veränderten Reaktion der Chondrozyten. Es werden proinflammatorische Stoffe sowie Enzyme, welche die extrazelluläre Matrix abbauen, produziert und abgegeben (Fernandes et al., 2002). Die Dysfunktion der Chondrozyten entsteht einerseits durch altersbedingte Prozesse, andererseits spielen aber auch genetische Faktoren eine Rolle (Mobasheri, 2016).

Die Auswertungen in dieser Arbeit in Bezug auf das Alter und Geschlecht des Patientenkollektivs stimmen mit den bereits zuvor erwarteten Ergebnissen überein (Meier et al., 2011; Pickrell and Eberlin, 2019).

Die Ergebnisse zeigen, dass keines der beiden Daumensattelgelenke bevorzugt von der Rhizarthrose betroffen ist. Insgesamt lag eine Verteilung von 44% behandelten Gelenken rechts zu 56% behandelten Gelenken links vor. Dass keine Seite bei einer Rhizarthrose bevorzugt betroffen ist, wird auch von Horch und Unglaub festgehalten

(Horch, 2011). Inwiefern sich die Prognose der RSO verändert, wenn die führende beziehungsweise die dominante Hand behandelt wird, ist in dieser Studie nicht untersucht worden. Weiterhin war auch keine Literatur der Behandlung mittels RSO in Bezug auf die dominierende Hand zu finden.

Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass insgesamt nur wenige Patienten eine beidseitige Behandlung erhielten (13%). Dies entspricht auch in etwa den Angaben von Horch und Unglaub, bei denen von einer Beteiligung beider Gelenke von 20-30% ausgegangen wird (Horch, 2011).

Die Dauer der Schmerzen vor Behandlung mittels RSO betrug nach den Auswertungen bei den meisten Patienten zwischen einem halben Jahr bis zu zwei Jahren. Insgesamt hatte die Dauer der Schmerzen vor Therapiebeginn im Vergleich der erfolgreichen zu den nicht erfolgreichen Behandlungen keinen Einfluss auf das Ergebnis. Wie viele Monate der Patient vor der ersten RSO Schmerzen hatte, kann somit keinen Anhaltspunkt geben, ob sich der Behandlungserfolg einstellen wird oder nicht. Die Angabe der Schmerzen beruht auf subjektiven Empfindungen, die im Ergebnis kein gut zu vergleichendes Merkmal darstellen. Viel wichtiger ist, dass die Indikation zur RSO aufgrund von aussagekräftigen und objektivierbaren Untersuchungen gestellt wird (Linke et al., 2011).

Die Indikation wird vor allem aufgrund des konventionellen Röntgenbildes in zwei Ebenen gestellt. Durch das Röntgenbild wird die Diagnose gesichert und das Stadium der Rhizarthrose bestimmt. Die Einteilung nach Eaton und Littler ist hier bis heute gültig und aktuell (Eaton et al., 1984). Die nativradiologischen Aufnahmen werden als Goldstandard für die Diagnostik der Rhizarthrose angesehen, da das Röntgenbild in vielen Arztpraxen einfach und kostengünstig angefertigt werden kann (Zacher et al., 2007).

Die Einteilung in die vier Röntgenstadien nach Eaton und Littler (Eaton et al., 1984) wurde auch in dieser Arbeit vorgenommen, wobei sich nur 4% der Patienten im ersten Stadium befanden. Mit 53% war das dritte Stadium das mit Abstand am häufigsten vertretene Stadium, welches behandelt wurde. Im zweiten Stadium befanden sich 24% und im vierten Stadium 19% der Patienten.

Es zeigt sich insoweit, dass sich die Schmerzen vor allem in den fortgeschrittenen Stadien entwickeln. Sobald eine eindeutige Subluxation mit einer beginnend bis eindeutigen Gelenkspaltverschmälerung vorliegt, wird dies nach den Auswertungen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit an Schmerzen einhergehen. Da die Schmerzen bei der Rhizarthrose aufgrund einer vorliegenden Synovialitis zustande kommen, kann daraus gefolgert werden, dass ab dem II. Röntgenstadium nach Eaton and Littler bereits eine Entzündung der Gelenkschleimhaut vorliegt.

Auch wenn die Röntgenaufnahmen oft nicht mit der subjektiven Schmerzempfindung korrelieren (Mödder, 2006), ist die Röntgenaufnahme zur unkomplizierten Diagnosesicherung essentiell (Zacher et al., 2007).

Vergleicht man den Behandlungserfolg mit den Röntgenstadien nach Eaton and Littler, kann nach den Auswertungen in dieser Arbeit festgehalten werden, dass sich der Erfolg vor allem in den fortgeschrittenen Stadien einstellt. Der Erfolg der RSO im Stadium I liegt bei nur 10%, wobei dieses Ergebnis auf einer geringen Fallzahl basiert und daher nicht als aussagekräftig angesehen werden kann. Der Erfolg der RSO in Bezug auf die Röntgenstadien II-IV liegt zwischen 37 und 44%.

In der Differenzialdiagnose ist es sinnvoll, zunächst die Arthrose des Scaphoid-Trapezio-Trapezoidal-Gelenkes auszuschließen, da sich die Symptomatik der Beschwerden sehr gleicht (Gladbach, 2009). Die STT-Gelenksarthrose ist oft ein Neben- bzw. Zusatzbefund, der bei der Diagnostik einer Rhizarthrose oder einer anderen Arthrose der Hand gesichert werden kann (Wu and Calandruccio, 2019). In dieser Arbeit wurde neben keiner bestehenden STT-Gelenksarthrose weiterhin zwischen einer geringen beziehungsweise deutlichen STT-Gelenksarthrose unterschieden.

Insgesamt 47% des Patientenkollektivs wiesen keine Arthrose des STT-Gelenks auf, wohingegen bei 35% eine geringe und bei den restlichen 18% eine deutliche STT-Gelenksarthrose vorlag.

Der Behandlungserfolg der RSO des DSG war mit 37% bei Patienten mit geringer STT-Arthrose am höchsten, gefolgt von keiner bestehenden STT-Arthrose mit einem Erfolg von 35%. Die erfolgreiche Behandlung der Rhizarthrose mittels RSO war bei einer stark ausgeprägten STT-Arthrose am niedrigsten. Der Behandlungserfolg lag

hier bei 30%. Dies kann jedoch auch an der geringen Fallzahl liegen, da nur 18% aller Patienten eine deutliche STT-Arthrose aufwiesen.

Um eine Besserung der Schmerzsymptomatik zu erreichen, sollte nach den Ergebnissen in dieser Arbeit die STT-Arthrose bei einer starken Ausprägung mittherapiert werden, um einen guten Behandlungserfolg zu erzielen. Auch bei chirurgischen Interventionen wird empfohlen, dass die STT-Arthrose mitbehandelt wird, um den Erfolg der Behandlung zu sichern (Halim et al., 2019).

Bei einer Rhizarthrose tritt neben einer STT-Arthrose oft auch ein Karpaltunnelsyndrom auf, welches wie die Rhizarthrose vor allem bei Frauen im höheren Lebensalter beobachtet werden kann (Schuh et al., 2017).

Ein Karpaltunnelsyndrom wird meist durch eine zu hohe Belastung verursacht, wobei es bei einer Arthrose der Hand eine häufige Begleiterkrankung darstellt (Horch, 2011).

Es wurden bei den Auswertungen alle anamnestisch bekannten Diagnosen eines Karpaltunnelsyndroms (KTS) aufgenommen und weiterhin zwischen einem operierten und nicht operiertem KTS unterschieden. Im Verhältnis war die RSO bei einem operiertem KTS erfolgreicher, wobei die Fallzahlen zwischen den beiden Gruppen stark variieren. Es wurden 27 Patienten mit operiertem KTS mit 131 Patienten ohne operiertem KTS verglichen, wie in Abbildung 16 dargestellt.

Aus der Auswertung lässt sich ableiten, dass viel häufiger Patienten behandelt wurden, welche bisher keine Operation des KTS aufwiesen. Dieses Ergebnis kann Rückschluss geben auf das Patientenkollektiv, welches zuerst alle konservativen Behandlungsoptionen nutzt, bevor eine Operation in Betracht gezogen wird. Da der Altersmittelwert sowie Altersmedian zwischen 64 und 65 Jahren liegt, kann auch das Alter als Grund gesehen werden, warum eine Operation für den Patient noch nicht in Frage gekommen ist. Man kann davon ausgehen, dass der Großteil der Patienten zu diesem Zeitpunkt noch berufstätig ist und eine operative, invasive Behandlung mit langer Regenerationszeit erst im Ruhestand als Therapieoption wählt. Die konservativen Behandlungsoptionen des KTS mittels Injektion von Kortikoiden und das Ruhigstellen mittels Schienen sind zudem die ersten Ansatzpunkte einer Behandlung und sind damit vor allem auch in den frühen Stadien einer Arthrose erfolgreich (Agarwal et al., 2005; Schuh et al., 2017). Dies kann ein weiterer Aspekt sein, warum viele nicht operierte KTS-Gelenke in dieser Studie erfasst wurden.

Vor dem Hintergrund, dass das Röntgenbild die Diagnose einer Rhizarthrose sichert, aber nur über die Destruktion des Gelenkspaltes und des Knochens Aufschluss geben kann, wurden weitere bildgebende Verfahren hinzugezogen. Da sich bei einer Rhizarthrose häufig ein Gelenkerguss entwickelt, wurden Aufnahmen mittels Sonographie erstellt, welche bereits kleinste Ansammlungen von Flüssigkeiten darstellen können. Zudem kann zwischen einer Verdickung der Schleimhaut und einem Erguss anhand des Echomusters unterschieden werden (Zacher et al., 2007). Die schnelle, beliebig wiederholbare Methode mit guter Darstellung des Weichgewebes des Gelenks ist gerade bei rheumatischen Geschehen oder degenerativen Arthrosen von Vorteil (Iagnocco, 2000).

Es wurde anhand der Aufnahmen ausgewertet, ob kein Erguss, ein geringer oder deutlicher Erguss zu sehen war. Die Auswertungen im Hinblick auf eine erfolgreiche RSO waren mit 50% bei Patienten mit keinem nachweisbaren Erguss am höchsten. Bei den Patienten mit geringem Erguss konnte eine Besserung der Schmerzen immerhin noch bei 43% erreicht werden. Patienten, die einen deutlichen Erguss aufwiesen, hatten nur noch eine Erfolgsquote von 38%. Anhand dieses Ergebnisses ergibt sich als Schlussfolgerung, dass die RSO zu einer erfolgreichen Schmerzreduktion führt, sofern kein Gelenkerguss vorliegt. Dies kann dadurch erklärt werden, dass bei Patienten mit Erguss das Gelenk bereits mit Flüssigkeit ausgefüllt ist und die Schwierigkeit besteht, genügend wirkstoffhaltige Lösung per Injektion zu applizieren. Meist tritt bei der ersten Punktion bereits Flüssigkeit aus der Injektionskanüle, da das Gelenk durch die Flüssigkeitsansammlung unter Druck steht und durch die Punktion eine Abflussmöglichkeit geschaffen wurde. Da jedoch nur ein Teil der Flüssigkeit abfließen kann, sind die Bedingungen einer Injektion mit einer ausreichenden Dosis an Radiopharmaka vermindert. Zudem vermischt sich die applizierte Suspension mit der schon bestehenden Flüssigkeit im Gelenk und es kommt dadurch zu einem Verdünnungseffekt. Dies wirkt sich letztendlich negativ auf das Ergebnis der RSO aus.

Durch die Auswertungen mittels MRT konnte ebenfalls der Gelenkspalt auf Flüssigkeitsansammlungen untersucht werden. Hier konnte der größte Erfolg in den Fällen gezeigt werden, bei der keine Flüssigkeit im Gelenkspalt festzustellen war. Der Erfolg lag hier bei Patienten ohne Flüssigkeit im Gelenkspalt bei knapp unter

50% nach der ersten RSO und bei 53% nach der zweiten RSO. Dies spiegelt die Ergebnisse der oben genannten Auswertungen mittels Sonografie wider.

Die beginnende Arthrose kann in den frühen Stadien am besten durch MRT-Aufnahmen diagnostiziert werden, da hier der Gelenkknorpel im Detail sehr gut dargestellt werden kann. Weiterhin kann eine bestehende Synovialitis erkannt werden und eine Aussage über die Beschaffenheit des subchondralen Knochens getroffen werden (Zacher et al., 2007). Die Synovialitis stellt unter anderem die Ursache der Schmerzen dar und es ist daher von besonderer Bedeutung, diese zu therapieren. Deshalb wurden in dieser Arbeit MRT-Aufnahmen vor und nach der RSO erstellt, um bildmorphologisch den Zustand der Synovialis zu bewerten. Bei allen Patienten lag vor der ersten RSO eine Synovialitis vor.

Die Auswertungen konnten zeigen, dass Patienten mit einer geringen Synovialitis einen Behandlungserfolg von 60% aufwiesen. Bei den Patienten mit einer starken Synovialitis bestand ein Erfolg von 39%. Dies lässt sich dadurch erklären, dass das Radioisotop nur eine gewisse Reichweite besitzt und bei einer starken Synovialitis nicht die ganze Synovialmembran erreicht werden kann (Mödder, 1995). Daher ist bei einer stark ausgeprägten Synovialitis häufig ein zweiter Eingriff indiziert.

Durch die Aufnahme nach der Behandlung konnte gezeigt werden, dass ein vollständiger Rückgang der Synovialitis bei einigen Patienten erreicht werden konnte. Die Patienten, die keine nachweisbare Synovialitis mehr aufwiesen, wurden nochmal in zwei Gruppen unterteilt. Zwar lässt sich der vollständige Rückgang der Entzündung an sich schon als Erfolg werten. Da in dieser Arbeit der Erfolg hingegen im Sinne einer Besserung der Schmerzen definiert ist, wurde nochmals weiter differenziert. Hier konnte gezeigt werden, dass der Erfolg im Sinne einer Schmerzbesserung bei 69% lag. Der restliche Anteil der Patienten gab, trotz des vollständigen Rückgangs der Synovialitis, keine Besserung der Schmerzen an. Der Misserfolg kann mit bereits schwerwiegenden Destruktionen des Kapsel-Band-Apparates begründet werden. Sobald Gelenkdestruktionen mit ossärer Beteiligung vorliegen, nimmt auch die Erfolgsrate der RSO ab (Brenner, 2006).

Bei den Patientengruppen mit geringer und starker Synovialitis nach der ersten RSO lag der Erfolg gleichauf bei 41%. Das Ergebnis zeigte, dass sich eine Besserung der Schmerzen einstellte, obwohl noch eine geringe oder starke Synovialitis

nachgewiesen werden konnte. Allerdings ergab sich zwischen den unterschiedlich ausgeprägten Synovialitiden kein Unterschied.

Es konnte festgehalten werden, dass nach der ersten RSO und sobald keine Synovialitis mehr nachweisbar war, der Patient die beste Prognose auf Erfolg hatte.

Nach der zweiten RSO konnte der beste Erfolg bei den Patienten mit einer geringen Synovialitis verzeichnet werden. Bei 53% aller Patienten, welche eine geringe Synovialitis aufzeigten, wurde eine Besserung der Schmerzsymptomatik erreicht. Bei den Patienten mit einer starken Synovialitis lag der Erfolg immerhin noch bei 39%. Die Patienten, die nach der zweiten RSO keine Synovialitis mehr aufwiesen, hatten einen Erfolg von 50%. Hier war die Patientenanzahl mit insgesamt 6 Patienten, von denen drei einen Erfolg und drei keinen Erfolg angaben, jedoch sehr gering und das Ergebnis ist nicht so aussagekräftig wie bei den Auswertungen zuvor.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass durch die RSO die Synovialitis stark zurück ging und wesentlich weniger Patienten eine starke Synovialitis aufwiesen als vor der Behandlung. Dies wurde auch von Linke und Gelse beschrieben. In deren Auswertungen wurde eine Erfolgsquote der RSO bei einer entzündlichen Gelenkerkrankung zwischen 69% und 78% angegeben, wobei der Erfolg ebenso im Sinne der Schmerzreduktion und damit einhergehenden Rückgang der Synovialitis erfasst wurde (Linke et al., 2011). Der Rückgang der Synovialitis geht zudem nachweislich mit der Besserung der Schmerzen einher (Savaser et al., 1999).

Bei fortgeschrittener Rhizarthrose lässt sich in der Bildgebung häufig ein Knochenmarködem (KMÖ) nachweisen. Es wurde ausgewertet, wie erfolgreich die Behandlung bei Patienten mit bestehendem Knochenmarködem verlief. So wurden alle Patienten ohne KMÖ, mit geringem und deutlichem KMÖ erfasst und verglichen. Hier konnte nach der ersten Behandlung gezeigt werden, dass der Erfolg bei den Patienten ohne nachweisbares KMÖ mit 40% am höchsten ist, allerdings dicht gefolgt von dem Therapieerfolg der Patienten mit geringem und deutlichem KMÖ, welcher bei 39% und 37% lag.

Nach der zweiten RSO hatte die Patientengruppe ohne vorliegendes KMÖ mit 50% wieder den besten Erfolg, wobei kein großer Unterschied zur Patientengruppe mit geringem KMÖ mit 47% bestand. Die Patienten mit deutlichem KMÖ hatten jedoch nur noch einen Erfolg von 33% nach der zweiten Behandlung.

Nach der dritten RSO lag der Erfolg der Patienten ohne KMÖ bei 83% und bei den Patienten mit geringem KMÖ bei 63%. Die Patienten mit deutlichen KMÖ konnten wiederum am wenigsten profitieren mit der schlechtesten Erfolgsrate von 29%.

Die Auswertungen zeigen, dass die Patienten mit keinem KMÖ die besten Ergebnisse erhielten, dicht gefolgt von den Patienten mit geringem KMÖ. Die Patienten mit stark ausgeprägtem KMÖ haben in der ersten RSO auch noch gute Werte mit 37% erzielt, wohingegen bei den Wiederholungen der RSO keine besseren Ergebnisse beobachtet werden konnten.

Dies ist deckungsgleich mit der Literatur, wonach die RSO vor allem in den Anfangsstadien die größten Behandlungserfolge verzeichnen kann (Brenner, 2006; Farahati et al., 2002; Rau et al., 2005).

Bei den Auswertungen der Mitreaktion der Muskulatur wurde erhoben, ob keine Mitreaktion oder eine dorsale bzw. palmare Mitreaktion beobachtet werden konnte und inwiefern dies mit dem Behandlungserfolg in Zusammenhang stand. Die Daten wurden aber nur bei einem Drittel der Patienten erhoben und sind daher weniger aussagekräftig. Aus der Datenerhebung ergibt sich jedoch zumindest, dass nur sehr wenige Patienten überhaupt eine Mitreaktion der Muskulatur zeigten, wobei die palmare Mitreaktion etwas häufiger als die dorsale vorkommt.

Eine Drei-Phasen-Skelettszintigraphie wurde bei 43 DSG nach der ersten RSO durchgeführt. Es wurden Aufnahmen erstellt, um zu prüfen, ob eine aktivierte Rhizarthrose vorliegt oder nicht. Der Szintigraphiebefund ist bei auftretenden Schmerzen laut Mödder auch aussagekräftiger als der Befund mittels Röntgenbild, da hier eine bestehende Synovialitis aufgezeigt werden kann (Mödder, 2006).

Die RSO führte bei den Patienten mit nachgewiesener aktivierter Rhizarthrose bei 42% zu einer Schmerzbesserung. Bei den Patienten ohne aktivierten Zustand konnte eine Besserung bei 60% festgestellt werden. Die Patientenzahl ist hier aber sehr gering und daher ist ein Vergleich der beiden Gruppen nicht wirklich möglich. Trotz allem lässt sich vermuten, dass das Ergebnis auch mit höheren Fallzahlen gleich ausfallen wird. Linke et al. geben eine Besserung bei Patienten, die szintigraphisch nur geringe Destruktionen zeigen, von 60-80% an. Bei Patienten mit fortgeschrittener Destruktion wird von einer Beschwerdebesserung von unter 40% ausgegangen (Linke et al., 2011). Dies entspricht auch den Auswertungen in dieser Studie.

Bei den Auswertungen der Schmerzsymptomatik wurde der Unterschied jeweils vor und nach der Behandlung dokumentiert. Es wurde die Einteilung in vier Schmerzgrade vorgenommen. Die Aufteilung erfolgte in: DSG mit starken Schmerzen, deutlichen Schmerzen, geringem und keinem Schmerz. Insgesamt wurden in der Schmerzauswertung 232 Daumensattelgelenke von 213 Patienten erfasst.

Die Befragungen des Patientenkollektivs fand während der Kontrolltermine um die sechs Monate später statt, da bis dahin noch mit einem Therapieeffekt zu rechnen war (Mödder, 1995).

Vor der ersten RSO war das gesamte Patientenkollektiv in die zwei Gruppen „starke“ und „deutliche Schmerzen“ aufgeteilt, wobei hier ein Daumensattelgelenk mit geringen Schmerzen die Ausnahme bildete. Die Verteilung der zwei Gruppen ist relativ ausgeglichen mit 53% deutlichen Schmerzen zu 47% mit starken Schmerzen. Nach der ersten RSO konnten die Patienten mit starken Schmerzen die besten Ergebnisse erzielen. Bei 56% konnte eine Schmerzreduktion nachgewiesen werden. Dies lässt sich durch den Rückgang der Synovialitis erklären, welcher hauptverantwortlich für den Zustand der Schmerzen ist.

Bei den Patienten mit deutlichen Schmerzen scheint der Erfolg auf den ersten Blick bei 24% zu liegen. 124 Patienten zeigten deutliche Schmerzen vor der ersten RSO, wobei nach der RSO noch 94 Patienten deutliche Schmerzen aufwiesen. Allerdings werden hier die Patienten, die nach der Behandlung von der Gruppe „starke Schmerzen“ auf „deutliche Schmerzen“ fallen, mitgezählt. Aus diesem Grund ist es sinnvoller, die Gruppen, die geringe und keine Schmerzen nach der Behandlung angeben, miteinander zu vergleichen. Der Erfolg liegt dann bei 54%.

Somit lässt sich festhalten, dass sich nach der ersten Behandlung bei den Patienten mit starken und deutlichen Schmerzen eine Besserung bei über der Hälfte der Patienten einstellt. Es konnte somit eine Reduktion der Schmerzen bei 55% der Patienten gezeigt werden, wie im Ergebnisteil in der Abbildung 32 dargestellt.

Inwieweit sich die Schmerzsymptomatik verbessert, erschließt sich aus der Differenz der Schmerzen. Es konnte eine Besserung um einen Schmerzgrad bei 38% (89 DSG) und um zwei Schmerzgrade bei 15% (35 DSG) verzeichnet werden. Ein sehr gute Schmerzbesserung von drei Schmerzgraden, was eine Besserung von starken

Schmerzen auf keine Schmerzen bedeutet, ist bei 2% (5 DSG) dokumentiert worden. Dieses Ergebnis lässt sich mit dem Symmetrietest nach Bowker nachweisen und ist hochsignifikant ($p < 0,0001$).

Es konnte zudem gezeigt werden, dass eine Verschlechterung des Schmerzzustandes nicht üblich war. Bei 2% (5 DSG) haben sich die Schmerzen um einen Schmerzgrad verschlechtert. Bei den restlichen 43% (99 DSG) blieb der Zustand der Schmerzen unverändert.

Um eine Aussage treffen zu können, wie oft eine Wiederholung der RSO als sinnvoll erscheint, wurde der Erfolg der Patienten mit genau einer RSO, genau zwei RSO, sowie genau drei und vier RSOs ausgewertet.

Bei den Patienten mit genau einer RSO (112 DSG) konnte die Verbesserung der Schmerzen bei insgesamt 62% gezeigt werden. Bei den restlichen 38% konnte keine Verbesserung festgestellt werden. Bei keinem Patienten kam es zu einer Verschlechterung des Schmerzzustandes.

Bei den Patienten mit Besserung der Schmerzsymptomatik wurde ferner ausgewertet, wie stark die Besserung ausfiel. Bei 42% konnte eine leichte Besserung und bei 16% eine deutliche Besserung erzielt werden. Bei 4% kam es zu einer ganz erheblichen Besserung.

Im Vergleich aller Patienten mit den Patienten mit nur einer RSO konnte festgestellt werden, dass eine Besserung in beiden Fällen bei über der Hälfte der Patienten eingetreten ist. Die Besserung des gesamten Patientenkollektivs, welche die Patienten mit einer bis vier Radiosynoviorthesen einschließt, lag bei 55%, wobei die Besserung bei den Patienten mit nur einer RSO bei 62% liegt. Der größte Erfolg lag in beiden Gruppen bei der Besserung um einen Schmerzgrad und bezieht sich hier vor allem auf eine leichte Besserung. Es ist eindeutig zu sehen, dass die Behandlung mit einer RSO eine gute Chance auf Schmerzbesserung darstellt.

Die höhere Erfolgsrate bei den Patienten mit nur einer RSO ist damit zu begründen, dass die Behandlung vor allem die Synovialitis mindert und aufgrund dessen die Schmerzen zurückgehen. Bei den Patienten mit mehreren RSO können andere Gründe für die bestehenden Schmerzen ursächlich sein. Ein wichtiger Aspekt, der bereits erwähnt wurde, ist die stark verdickte Synovialis im entzündeten Zustand, wodurch bei der ersten Behandlung nicht die ganze Synovialis infiltriert bzw.

bestrahlt werden kann. Hier liegt der Ansatz in der Wiederholung der RSO, um den restlichen Anteil in der zweiten Behandlung zu erreichen.

Bei den Patienten mit genau zwei RSO (75 DSG) konnte eine Besserung der Schmerzen bei 48% erreicht werden. Bei 49% konnte keine Veränderung gezeigt werden und 3% gaben stärkere Schmerzen an als zuvor.

Bei der Besserung der Schmerzen war vor allem eine leichte Besserung bei 32% zu erkennen und eine deutliche Besserung bei 16%. Bei 3% wurde eine Verschlechterung um einen Schmerzgrad festgestellt.

Die Besserung von 48% nach der zweiten RSO zeigt, dass mit dem Wiederholen der RSO noch bei fast der Hälfte der Patienten eine Schmerzbesserung möglich ist. Hier wird eine Besserung bei den Patienten erreicht, bei denen die stark verdickte Synovialis während der ersten Behandlung nicht vollständig bestrahlt werden konnte. Dies zeigt sich auch in den Auswertungen nach Synovialitisgrad. Hier ist nach der ersten RSO bei 85 Patienten noch eine starke Synovialitis zu befinden und nach der zweiten RSO nur noch eine starke Synovialitis bei 36 Patienten zu beobachten. Bei geringer Synovialitis konnte von insgesamt 70 Patienten nach der ersten RSO die Anzahl auf 45 Patienten nach der zweiten RSO gesenkt werden. Die Patienten, welche eine zweite RSO erhielten, konnten bei geringer Synovialitis nach der zweiten RSO immerhin eine Erfolgsrate von 53% erzielen. Dies zeigte, dass durch die Wiederholung der RSO Patienten, welche nach der ersten Behandlung eine Besserung der Synovialitis erzielen konnten, von einer zweiten RSO nochmals profitierten.

Bei den Patienten mit genau drei RSO (41 DSG) konnte eine Schmerzbesserung bei 37% gezeigt werden. Bei 46% konnte keine Veränderung dokumentiert werden und bei 17% trat sogar eine Verschlechterung ein.

Bei den Patienten mit genau vier RSO (6 DSG) ist kein signifikanter Unterschied im Vergleich zu den Auswertungen nach der dritten RSO zu erkennen. Die Patienten hatten einen Erfolg von 33% und bei 17% ist eine Verschlechterung eingetreten, wobei 50% keine Veränderung angaben. Auch wenn viel weniger Patienten eine

vierte RSO erhalten haben, lässt sich aufgrund der Ergebnisse vermuten, dass die dritte und vierte RSO nur noch eine geringe Chance auf Erfolg bieten.

Dass die Behandlungsmethode RSO für die Verschlechterung bei einigen Patienten verantwortlich sein könnte, ließ sich nicht beweisen, da die Verschlechterung jeweils nur um einen Schmerzgrad angegeben wurde und das alleinige Ausbleiben des Behandlungserfolges bereits zu diesem Zustand führen kann. Da die Kontrollen und Auswertungen immer etwa 6 Monate nach dem Eingriff stattfanden, kann in dieser Zeit der Krankheitsverlauf der Rhizarthrose vorangeschritten sein und sich bei Ausbleiben des Therapieerfolges weiterhin verschlechtern. Zudem ist zu bemerken, dass die Patienten, welche vier Radiosynoviorthesen erhalten haben, bereits nicht auf die erste und zweite RSO positiv reagiert haben. Sie konnten also zu keinem Zeitpunkt einer Verbesserung durch die RSO erzielen.

Die Auswertungen haben in dieser Arbeit gezeigt, dass die erste RSO für Patienten mit einer Rhizarthrose auf jeden Fall zu empfehlen ist, da die Besserung sich als hochsignifikant ($p < 0,0001$) herausgestellt hat. Die zweite RSO konnte mit einem Wert von $p = 0,5$ immer noch eine knappe Signifikanz zeigen und war für Patienten mit einer zuvor stark ausgeprägten Synovialitis von Bedeutung, da diese erst nach der zweiten Sitzung im vollen Umfang von der Behandlung profitieren konnten. Von der dritten und vierten RSO ist nach den Auswertungen in dieser Arbeit eher Abstand zu nehmen. Hier ist zu beachten, dass bei der vierten RSO aufgrund der geringen Fallzahl das Ergebnis an Aussagekraft verliert. Trotzdem lässt sich festhalten, dass die Patienten, welche bei den ersten beiden Behandlungen keinen Effekt zeigen konnten, auch zu keinem späteren Zeitpunkt profitieren konnten. Der p-Wert lag bei den Patienten mit vier RSO bereits nach der ersten RSO bei $p < 0,9856$.

Die Behandlung der Radiosynoviorthese konnte sich bei vielen Gelenken im Laufe der letzten Jahrzehnte als schonende Therapieerweiterung im konservativen Versorgungsbereich durchsetzen. Bei der Behandlung der Rhizarthrose im Speziellen treten wenige Komplikationen auf und die Behandlung kann relativ schnell geplant und durchgeführt werden. Neben der kurzen Immobilisation und Regenerationszeit spricht auch der Behandlungserfolg für die Radiosynoviorthese. Am erfolgversprechendsten war die Behandlung der Patienten, bei denen im Wesentlichen die Synovialitis für die Schmerzsymptomatik verantwortlich war.

Hierbei konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass bei moderaten Synovialitiden eine einzige Behandlung bereits ausreichend war, um eine gute Besserung der Schmerzsymptomatik zu erreichen. Patienten mit einer starken Synovialitis konnten erst nach der zweiten Behandlung eine gute Besserung angeben. Dies ist auf die ausgeprägte Hypertrophie der Synovialis zurückzuführen, welche sich durch den ersten Eingriff nur zum Teil zurückbildet. Mit dem zweiten Eingriff kann der restliche Anteil erreicht werden und es kommt im Idealfall zu einem vollständigen Rückgang der Synovialitis mit einhergehender Beschwerdefreiheit. Auch Beil et al. kommen zu dem Ergebnis, dass die RSO vor allem bei einer chronischen Synovialitis sinnvoll ist und hier am meisten Erfolg verspricht (Beil et al., 2015).

Sobald mit der Synovialitis ein starker Gelenkerguss einherging, war die Behandlung jedoch weniger erfolgreich. Die Suspension konnte aufgrund des bereits stark unter Druck stehenden Gelenkes erst gar nicht appliziert werden oder nur zu einem geringen Teil.

Bei Patienten, welche bereits starke Destruktionen aufwiesen, ist aufgrund der fehlenden Begrenzung der Gelenkkapsel eine Injektion nicht mehr möglich gewesen. Die Patienten, welche nach der ersten und nach der zweiten Behandlung keine Veränderung oder sogar eine Verschlechterung bemerkten, konnten auch durch die dritte oder vierte Behandlung keine Besserung erzielen. Dies wurde auch von Savaser et al. bei der Auswertung der Re-Synoviorthesen festgestellt (Savaser et al. 1999).

Ein positiver Aspekt der Radiosynoviorthese ist die geringe Anzahl an Behandlungsfehlern. Wie bei Güven et al. festgestellt wurde, gehen die Daten von eingereichten Behandlungsfehlervorwürfen bei der Behandlung im Fachgebiet Radiologie, Strahlentherapie und Nuklearmedizin gegen null. Die Daten von der Norddeutschen Schlichtungsstelle für Arzthaftpflichtfragen in Bezug auf die Behandlung der Rhizarthrose wurden hierfür ausgewertet. Es wurde nur eine Gelenkinfektion nach einer RSO dokumentiert, wobei in diesem Fall kein Behandlungsfehler vorlag. Insgesamt wurden die meisten Behandlungsfehler der Rhizarthrose bei chirurgischen Eingriffen nachgewiesen (Güven et al., 2020).

Ein weiterer Vorteil in der Behandlung ist die Verwendung des Radionuklids Erbium-169, welches weniger Nebenwirkungen aufzeigt als die Radionuklide Yttrium-90 und Rhenium-186. Bei der Behandlung der Gonarthrose mit Yttrium-90 kann aufgrund von Hautnekrosen anschließend eine weitere Therapie bis hin zu einer Defektdeckung indiziert sein. Bei Läsionen durch Erbium-Zitrat kommt es hingegen meist zu Spontanheilungen des Hautareals. Weiterhin besteht bei der Behandlung einer Rhizarthrose auch keine Gefahr einer Thromboembolie, da diese nur bei Behandlungen der unteren Extremitäten durch Immobilisation auftreten kann (Kampen and Gratz, 2016).

Da die Ruhigstellung des DSG mittels einer Schiene gut gewährleistet werden kann, ist die Gefahr eines Abtransportes der kolloidalen Erbium-Zitrat-Lösung über die Lymphwege gering. Bei korrekt injizierter Dosis von 30MBq und adäquater Immobilisation für 48 Stunden ist von keiner Ganzkörperstrahlenexposition auszugehen (Klett, 2006).

Kontraindikationen gegen eine Behandlung sind selten und die meisten Patienten mit Rhizarthrose können mit einer RSO behandelt werden.

Das Vorliegen einer Schwangerschaft zum Beispiel ist eher eine formelle Kontraindikation, da sich der Großteil der Frauen mit Rhizarthrose im fortgeschrittenen Alter befindet. Eine Kontraindikation, die gelegentlich auftritt, ist eine weit fortgeschrittenen Destruktion des DSG, bei welcher entsprechend eher eine Operation indiziert ist.

Analog zu einem Übersichtsartikel von Mingels et al. kann in der vorliegenden Arbeit mit einer hohen Patientenzahl statistisch belegt eine klare Empfehlung für die Radiosynoviorthese der Rhizarthrose gegeben werden, wenn die Gelenkdestruktion noch nicht zu stark fortgeschritten ist und eine moderate bis ausgeprägte Synovialitis vorliegt (Mingels et al., 2022).

Es lässt sich eindeutig festhalten, dass die RSO eine sehr wirksame Therapie zur Schmerzreduktion ist und dem Patienten viel Lebensqualität zurückgeben kann (Linke et al. 2011). Da eine Heilung der Rhizarthrose im Sinne einer

Wiederherstellung des Gelenks in den Ursprungszustand durch die heutigen Therapieoptionen noch nicht möglich ist, gilt es, die Arthrose frühzeitig zu erkennen und das Voranschreiten aufzuhalten. Dies ist durch die minimalinvasive und konservative Behandlung mittels Radiosynoviorthese sehr gut möglich.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde der Behandlungserfolg der Radiosynoviorthese bei Patienten mit Rhizarthrose retrospektiv untersucht. Es wurden hierfür Daten von 213 Patienten und insgesamt 236 Therapien an DSG ausgewertet, welche in den Jahren von 2010-2017 behandelt wurden. Die Patienten erhielten in dieser Zeit eine bis maximal vier Behandlungen. Der Erfolg der Behandlung wurde im Sinne der Besserung der Schmerzen definiert. Zusätzlich wurden neben der rein subjektiven Angabe des Patienten, ob eine Besserung der Schmerzsymptomatik eintrat, bildgebende Verfahren hinzugezogen, um eine Besserung des Befundes auch objektiv beurteilen zu können.

Die Patienten wurden befragt, ob durch die Behandlung eine Besserung eintrat oder keine Veränderung bis hin zu einer Verschlechterung bemerkt wurde. Die Auswertung nach Besserung der Schmerzen wurde in vier Grade unterteilt. Hierbei wurde eine Einteilung in die Kategorien keine, leichte, deutliche und starke Schmerzen vorgenommen.

Die Angaben der Patienten sowie die vorliegenden Befunde des gesamten Patientenkollektivs wurden statistisch ausgewertet. Weiterhin erfolgte eine Unterteilung in Patienten mit einer, zwei, drei oder vier Behandlungen. Diese Auswertungen wurden vorgenommen, um eine Aussage treffen zu können, wie oft die Wiederholung der Behandlung empfohlen werden kann. Die Radiosynoviorthese an sich kann aufgrund des minimalinvasiven Eingriffes und der geringen Nebenwirkungen ohne Bedenken öfters angewandt werden. Entscheidend für den Patienten und Therapeuten ist, inwieweit eine Re-Synoviorthese zu einer Besserung der Schmerzsymptomatik beiträgt. Dies wurde in dieser Arbeit anhand der oben genannten Einteilung ausgewertet.

Die Auswertungen konnten zeigen, dass durch die Radiosynoviorthese eine statistisch abgesicherte Besserung bei 55% des gesamten Patientenkollektivs eintrat. Hierbei konnten vor allem die Patienten mit einer moderaten bis starken Synovialitis profitieren, da durch die Bestrahlung die Synovialitis und damit auch die einhergehenden Schmerzen rückläufig waren. Der Erfolg konnte auch in den bildgebenden Verfahren mittels MRT und Skelettszintigraphie dokumentiert werden. Hier ließ sich der Rückgang der Synovialitis eindeutig darstellen.

Bei den Patienten mit nur einer RSO war die Erfolgsrate mit 62% höher als die des gesamten Patientenkollektivs. Der Erfolg des gesamten Patientenkollektivs ist niedriger, da hier die Erfolge der Patienten mit mehreren Behandlungen mit eingeschlossen sind. Von einer dritten oder vierten Behandlung konnten die meisten Patienten jedoch nicht mehr profitieren. Nach der zweiten RSO konnte noch bei 48% der Patienten ein Erfolg verzeichnet werden. Diese zweite RSO war vor allem bei Patienten mit starker Synovialitis erfolgreich, vermutlich, da durch die erste RSO nicht die gesamte hypertrophe Synovialitis bestrahlt werden konnte.

Die Radiosynoviorthese kann nach diesen Auswertungen bei Patienten mit moderater bis ausgeprägter Synovialitis ein- bis zweimal empfohlen werden. Weitere Re-Synoviorthesen sind nach den Ergebnissen der vorliegenden Auswertung eher nicht indiziert, da die Erfolgsaussichten nach einer zweiten nicht erfolgreichen RSO gering sind.

Bei Patienten, die neben einer Synovialitis noch weitere Befunde wie einen Gelenkerguss oder deutliche Destruktionen des Gelenks zeigten, konnte auch eine Besserung erreicht werden. Die Erfolgsrate fiel jedoch umso geringer aus, je stärker das Gelenk betroffen war. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass eine Mitbehandlung einer Arthrose des STT-Gelenkes zu einer Schmerzlinderung führte, dies lässt sich aufgrund der engen räumlichen Beziehung und der gelegentlich ähnlichen klinischen Symptomatik erklären.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Radiosynoviorthese bei der Rhizarthrose genauso wie bei anderen Gelenken einen hohen Stellenwert in der Therapie einnimmt. Vor allem bei Patienten, welche frühzeitig vorstellig werden, können gute Erfolge erzielt werden. Hier kann nach der Behandlung von einer Besserung der Schmerzsymptomatik ausgegangen werden. Auch die minimalinvasive Behandlung mit wenigen Nebenwirkungen und mit sehr geringen Komplikationsraten sprechen für die RSO. Zudem kam es nach dem ersten Eingriff bei keinem Patienten zu einer Verschlechterung des Schmerzzustandes. Dies ist auch ein Kriterium, das bei der Wahl der Therapie mitberücksichtigt werden sollte. Selbst wenn die Behandlung bei einem Patienten nicht die erhoffte Wirkung erzielen sollte, können alle weiteren Behandlungsoptionen, die vor der RSO für den Patienten zur Verfügung standen, immer noch erfolgen.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Agarwal, V., Singh, R., Sachdev, A., Wiclaff, Shekhar, S., and Goel, D. (2005). A prospective study of the long-term efficacy of local methyl prednisolone acetate injection in the management of mild carpal tunnel syndrome. *Rheumatology (Oxford)* 44, 647-650.

Ayache, A., Spies, C.K., Unglaub, F., and Langer, M.F. (2022). Die Resektionsarthroplastik bei Rhizarthrose. *Der Orthopäde* 51, 65-78.

Bijlsma, J.W., Berenbaum, F., and Lafeber, F.P. (2011). Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet* 377, 2115-2126.

Brenner, W. (2006). Grundlagen und Technik der Radiosynoviorthese. *Der Nuklearmediziner* 29, 5-14.

de Klerk, B.M., Schiphof, D., Groeneveld, F.P., Koes, B.W., van Osch, G.J., van Meurs, J.B., and Bierma-Zeinstra, S.M. (2009). No clear association between female hormonal aspects and osteoarthritis of the hand, hip and knee: a systematic review. *Rheumatology (Oxford)* 48, 1160-1165.

Deiler, S. (2019). Daumensattelgelenkarthrose. *Der Orthopäde* 48, 351-366.

Donaubauer, A.J., Zhou, J.G., Ott, O.J., Putz, F., Fietkau, R., Keilholz, L., Gaipf, U.S., Frey, B., and Weissmann, T. (2020). Low Dose Radiation Therapy, Particularly with 0.5 Gy, Improves Pain in Degenerative Joint Disease of the Fingers: Results of a Retrospective Analysis. *Int J Mol Sci* 21.

Eaton, R.G., Lane, L.B., Littler, J.W., and Keyser, J.J. (1984). Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint: a long-term assessment. *J Hand Surg Am* 9, 692-699.

Eaton, R.G., and Littler, J.W. (1969). A study of the basal joint of the thumb. Treatment of its disabilities by fusion. *J Bone Joint Surg Am* 51, 661-668.

Erb, A., Brenner, H., Günther, K.P., and Stürmer, T. (2000). Hormone replacement therapy and patterns of osteoarthritis: baseline data from the Ulm Osteoarthritis Study. *Ann Rheum Dis* 59, 105-109.

Falkner, F., Tümkaya, M.A., Thomas, B., Bigdeli, A.K., Kneser, U., Harhaus, L., and Bickert, B. (2022). Konservative Therapieverfahren zur Behandlung der symptomatischen Daumensattelgelenksarthrose. *Der Orthopäde* 51, 2-8.

Farahati, J., Kazek, S., Maric, I., Soestwoehner, T., Kalle, P., Costa, P.F., Jentzen, W., Stein, L., Jalilian, A., Kumm, D., *et al.* (2019). Post-radiosynovectomy imaging utilizing Erbium-169 citrate. *Appl Radiat Isot* 154, 108853.

Farahati, J., Schulz, G., Wendler, J., Körber, C., Geling, M., Kenn, W., Schmeider, P., Reidemeister, C., and Reiners, C. (2002). Multivariate analysis of factors influencing the effect of radiosynovectomy. *Nuklearmedizin* 41, 114-119.

- Fernandes, J.C., Martel-Pelletier, J., and Pelletier, J.P. (2002). The role of cytokines in osteoarthritis pathophysiology. *Biorheology* 39, 237-246.
- Gladbach, B. (2009). Strategien gegen das schmerzhafte Knistern im Daumen : Diagnostik und Therapie der Rhizarthrose. *MMW Fortschr Med* 151, 33-35.
- Göbel, D., Gratz, S., von Rothkirch, T., Becker, W., and Willert, H.G. (1997). Radiosynoviorthesis with rhenium-186 in rheumatoid arthritis: a prospective study of three treatment regimens. *Rheumatology international* 17, 105-108.
- Gratz, S., Göbel, D., and Behr, T.M. (2002). Radiosynoviorthesis. An efficient form of local treatment for inflammatory joint diseases. *Dtsch Med Wochenschr* 127, 1704-1707.
- Güven, A., Asiri, M.N., and Allert, S. (2020). Medical malpractice in the treatment of carpometacarpal osteoarthritis of the thumb - An analysis of data provided by the Arbitration Board for Medical Liability Issues of North Germany. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 52, 6-10.
- Halilaj, E., Moore, D.C., Laidlaw, D.H., Got, C.J., Weiss, A.P., Ladd, A.L., and Crisco, J.J. (2014). The morphology of the thumb carpometacarpal joint does not differ between men and women, but changes with aging and early osteoarthritis. *J Biomech* 47, 2709-2714.
- Halim, M.H.L., Horch, R.E., and Bach, A.D. (2019). [Importance of ST arthroplasty in the treatment of STT osteoarthritis and concomitant basal thumb osteoarthritis]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 51, 185-192.
- Herold, G. (2020). *Innere Medizin 2020* (Berlin: De Gruyter).
- Hohendorff, B., Neubrech, F., Spies, C.K., Unglaub, F., Müller, L.P., and Ries, C. (2022). Minimal-invasive Verfahren im Frühstadium der Daumensattelgelenksarthrose. *Der Orthopäde* 51, 13-22.
- Horch, R. (2011). Rhizarthrose. In *Handchirurgie* (Berlin: Springer-Verlag), pp. 1401-1411.
- Iagnocco, A. (2000). Usefulness of high resolution US in the evaluation of effusion in osteoarthritic first carpometacarpal joint. *Scand J Rheumatol* 29, 170-173.
- Kampen, W.U., and Gratz, S. (2016). Mögliche Nebenwirkungen der Radiosynoviorthese –klinisches Bild und therapeutische Optionen. *Der Nuklearmediziner* 39, 51-56.
- Katerla, D., Schandl, R., Wolters, R., and Krimmer, H. (2022). Erfahrungen mit Endoprothetik am Daumensattelgelenk. *Der Orthopäde* 51, 29-35.
- Kennedy, C.D., Manske, M.C., and Huang, J.I. (2016). Classifications in Brief: The Eaton-Littler Classification of Thumb Carpometacarpal Joint Arthrosis. *Clin Orthop Relat Res* 474, 2729-2733.
- Klett, R. (2006). Radiosynoviorthese: Aktivitätsabtransport und Strahlenexposition. *Der Nuklearmediziner* 29, 28-32.

- Knut, L. (2015). Radiosynovectomy in the therapeutic management of arthritis. *World J Nucl Med* 14, 10-15.
- Kollig, E., Bieler, D., and Franke, A. (2016). Replacement of the thumb carpometacarpal joint : Current importance of endoprosthesis for operative treatment of rhizarthrosis. *Unfallchirurg* 119, 1007-1014.
- Krenn, V., Morawietz, L., Burmester, G.R., and Haupl, T. (2005). Synovialitis score: histopathological grading system for chronic rheumatic and non-rheumatic synovialitis. *Z Rheumatol* 64, 334-342.
- Kuwert, T., Grünwald, F., Haberkorn, U., and Krause, T. (2008). *Nuklearmedizin*, 4th edn (Stuttgart: Thieme).
- Linke, R., Gelse, K., and Schuch, F. (2011). The indication for radiosynoviorthesis. From the perspective of the nuclear medicine expert, rheumatic orthopedist and internist. *Z Rheumatol* 70, 34-44.
- Lögters, T., Gehrman, S., and Windolf, J. (2016). Aktuelle Aspekte zur Therapie der Rhizarthrose. *Der Unfallchirurg* 119, 1000-1006.
- Marzke, M.W., Tocheri, M.W., Marzke, R.F., and Femiani, J.D. (2012). Three-dimensional quantitative comparative analysis of trapezium-metacarpal joint surface curvatures in human populations. *J Hand Surg Am* 37, 72-76.
- Meier, R., Frey, S., Kenn, W., Schmitt, S., and Meffert, R. (2011). Prävalenz der Rhizarthrose. *Obere Extremität* 6, 115-117.
- Menkes, C.-J. (1977). Double-blind study of erbium 169 injection (synoviorthesis) in rheumatoid digital joints. *Annals of the Rheumatic Diseases* 36, 254-256.
- Merle, M. (2009). *Chirurgie der Hand* (Stuttgart: Thieme).
- Mingels, C., Daneshvar, K., and Afshar-Oromieh, A. (2022). Radiosynoviorthese des Daumensattelgelenks. *Der Orthopäde* 51, 9-12.
- Mobasheri, A. (2016). An update on the pathophysiology of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med* 59, 333-339.
- Mödder, G. (1995). Die Radiosynoviorthese : nuklearmedizinische Gelenktherapie (und -diagnostik) in Rheumatologie und Orthopädie (Dreieich: CIS Diagnostik).
- Mödder, G. (2006). Radiosynoviorthese bei aktivierter Fingerpolyarthrose. *Der Nuklearmediziner* 29, 21-27.
- Mücke et al. (2018). S2-Leitlinie-Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen. Leitlinien in der Strahlentherapie.
- Pearle, A.D., Warren, R.F., and Rodeo, S.A. (2005). Basic science of articular cartilage and osteoarthritis. *Clin Sports Med* 24, 1-12.
- Pickrell, B.B., and Eberlin, K.R. (2019). Thumb Basal Joint Arthritis. *Clin Plast Surg* 46, 407-413.

- Pschyrembel (2020). Pschyrembel Klinisches Wörterbuch (Berlin: De Gruyer).
- Rau, H., Franke, C., Goretzki, G., and Spitz, J. (2005). Radiosynoviorthesis in osteoarthritis and other disorders with concomitant synovitis in comparison to rheumatoid arthritis. *Cancer Biother Radiopharm* 20, 349-355.
- Rehart, S. (2008). Arthrosis update. *Z Rheumatol* 67, 305-314.
- Roman-Blas, J.A., Castañeda, S., Largo, R., and Herrero-Beaumont, G. (2009). Osteoarthritis associated with estrogen deficiency. *Arthritis Res Ther* 11, 241.
- Rudert, M., and Wirth, C.J. (1998). Cartilage regeneration and substitution. *Orthopade* 27, W309-321.
- Rusli, W.M.R., and Kedgley, A.E. (2020). Statistical shape modelling of the first carpometacarpal joint reveals high variation in morphology. *Biomech Model Mechanobiol* 19, 1203-1210.
- Sacitharan, P.K. (2019). Ageing and Osteoarthritis. *Subcell Biochem* 91, 123-159.
- Sauer, R. (2010). *Strahlentherapie und Onkologie* (München: Elsevier, Urban und Fischer).
- Savaser, A.N., Hoffmann, K.T., Sörensen, H., and Banzer, D.H. (1999). Radiosynoviorthesis in the treatment plan of chronic inflammatory joint diseases. *Z Rheumatol* 58, 71-78.
- Schmitt, L. (2015). *Bildgebende Diagnostik der Hand* (Stuttgart: Thieme).
- Schneider, M.T.Y., Zhang, J., Walker, C.G., Crisco, J.J., Weiss, A.C., Ladd, A.L., Nielsen, P.M.F., and Besier, T. (2018). Early morphologic changes in trapeziometacarpal joint bones with osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 26, 1338-1344.
- Schuh, A., Handschu, R., Eibl, T., Janka, M., and Hönle, W. (2017). Carpal tunnel syndrome. *MMW Fortschr Med* 159, 59-62.
- Seidel, W. (2006). Radiosynoviorthesis. *Z Rheumatol* 65, 239-244.
- Shane Anderson, A. (2010). Why is osteoarthritis an age-related disease? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 24, 15-26.
- Spector, T.D., Nandra, D., Hart, D.J., and Doyle, D.V. (1997). Is hormone replacement therapy protective for hand and knee osteoarthritis in women?: The Chingford Study. *Ann Rheum Dis* 56, 432-434.
- Srikanth, V.K., Fryer, J.L., Zhai, G., Winzenberg, T.M., Hosmer, D., and Jones, G. (2005). A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 13, 769-781.
- Stevens-Lapsley, J.E. (2010). Osteoarthritis in women: effects of estrogen, obesity and physical activity. *Womens Health (Lond)* 6, 601-615.

Szalay, G. (2011). Operative Versorgung der Rhizarthrose. *Orthopade* 40, 237-246.

Szentesi, M., Nagy, Z., Géher, P., Papp, I., and Kampen, W.U. (2019). A prospective observational study on the long-term results of (90)Yttrium citrate radiosynoviorthesis of synovitis in osteoarthritis of the knee joint. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 46, 1633-1641.

Szerb, I., Gál, T., Hangody, L., and Mikó, I. (2018). Effectiveness evaluation of radiosynovectomy on the radiological progression of osteoarthritis of the knee joint. *Eklekt. Cerrahi* 29, 147-151.

Szerb, I., Gál, T., Kiss, D., Nagy, V., and Hangody, L. (2020). Efficacy assessment of radiosynoviorthesis on the progression of radiological osteoarthritic features of hip and ankle joint in patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Nuklearmedizin* 59, 269-275.

Wittemann, M., Demir, E., Sauerbier, M., and Germann, G. (2002). Die Resektions-Suspensions-Arthroplastik nach Epping: Ein derzeitiger Standard in der operativen Rhizarthrosen-Behandlung? *Handchir Mikrochir Plast Chir* 34, 49-58.

Wolf, J.M., Williams, A.E., Delaronde, S., Leger, R., Clifton, K.B., and King, K.B. (2013). Relationship of serum relaxin to generalized and trapezial-metacarpal joint laxity. *J Hand Surg Am* 38, 721-728.

Wu, J.C., and Calandruccio, J.H. (2019). Evaluation and Management of Scaphoid-Trapezium-Trapezoid Joint Arthritis. *Orthop Clin North Am* 50, 497-508.

Xu, L., Strauch, R.J., Ateshian, G.A., Pawluk, R.J., Mow, V.C., and Rosenwasser, M.P. (1998). Topography of the osteoarthritic thumb carpometacarpal joint and its variations with regard to gender, age, site, and osteoarthritic stage. *J Hand Surg Am* 23, 454-464.

Xu, X., Li, X., Liang, Y., Ou, Y., Huang, J., Xiong, J., Duan, L., and Wang, D. (2019). Estrogen Modulates Cartilage and Subchondral Bone Remodeling in an Ovariectomized Rat Model of Postmenopausal Osteoarthritis. *Med Sci Monit* 25, 3146-3153.

Zach, A., Dikou, S., Wassilew, G., and Lautenbach, M. (2022). Hemiresektionsarthroplastik am Daumensattelgelenk. *Der Orthopäde* 51, 23-28.

Zacher, J., Carl, H.D., Swoboda, B., and Backhaus, M. (2007). Imaging of osteoarthritis of the peripheral joints. *Z Rheumatol* 66, 257-258, 260-254, 266.

Zacher, J.e.a. (2001). Diagnostik der Arthrose. *Orthopade* 30, 841-847.

Zumhasch, R. (2020). Griffbereit- Phyiotherapie bei Rhizarthrose. *Physiopraxis*, 26-29.

7 LEBENS LAUF

PERSONALIEN

Name und Vorname:	Constanze Heinrich
Geburtsdatum:	26.12.1990
Geburtsort:	Karlsruhe
Familienstand:	verheiratet
Vater:	Dr. med. vet. Michael Swoboda
Mutter:	Dr. med. vet. Iris Sucker-Swoboda

SCHULISCHER WERDEGANG

2001 – 2010	Albertus-Magnus-Gymnasium, Ettlingen
22. Juni 2010	Abitur

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

SS 2011 - SS 2013	Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
WS 2013/14- WS 2018/19	Fortsetzung des Studiums an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
11. September 2012	Naturwissenschaftliche Vorprüfung

12. April 2016 Zahnärztliche Vorprüfung
30. November 2018 Zahnärztliche Prüfung / Staatsexamen
14. Dezember 2018 Approbation als Zahnärztin

8 DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. Dietmar Dinter danke ich sehr für die Überlassung des Dissertationsthemas, sowie die ausgezeichneten Möglichkeiten, es zu bearbeiten und für die stetige Motivation und Unterstützung.

Bei Herrn Dr. Dr. Wolfgang Klein, Belegarzt des GRN Klinikums in Schwetzingen mit Praxis für Plastische und Ästhetische Chirurgie in Schwetzingen, möchte ich mich für die Zusammenstellung des Patientenkollektivs und die Unterstützung bei handchirurgischen Themen bedanken.

Ebenso danke ich Frau Prof. Dr. Christel Weiß von der Abteilung für medizinische Statistik in Mannheim für die umfangreichen statistischen Auswertungen und Besprechungen der Analysen.

Weiterhin möchte ich mich bei meinem Ehemann bedanken, der immer mit viel Verständnis und Unterstützung an meiner Seite war.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir meine Ausbildung und die Arbeit an dieser Dissertation überhaupt erst ermöglicht haben.