

Aus der Klinik und Poliklinik
für Strahlentherapie und Radioonkologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Wilfried Budach

**Einfluss von Einzel-Gesamtdosis, Gesamtbehandlungsdauer und Größe des
Bestrahlungsfeldes auf das Therapieansprechen (Schmerzen) bei der
Bestrahlung des Fersensporns**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Freddy-Joel Djiepmo Njanang

(2017)

Meiner Familie

Zusammenfassung

Die Behandlung des schmerzhaften Fersenspornes mittels Radiotherapie ist eine effektive, nebenwirkungsarme Methode zur Linderung akuter und chronischer Schmerzen an der Ferse.

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung mögliche Einfluss- und Prognoseparameter auf die Schmerzlinderung bei schmerzhaften Fersenspornen und Evaluierung des langfristigen Ansprechens. Wir evaluierten das Ansprechen auf die Therapie bei 102 Patienten, die in unserer Klinik bestrahlt worden sind. Insgesamt wurden 117 Bestrahlungen re-evaluiert. 59 Patienten wurden am Kobaltgerät bestrahlt, 31 Patienten am Orthovoltgerät und 12 Patienten an beiden Geräten. Die Patienten wurden 2- bzw. 3-mal wöchentlich mit einer Dosis/Fraktion von 1 Gy bzw. 0,5 Gy bis zu einer Gesamtdosis von 6 bzw. 3 Gy bestrahlt. Die Patienten erhielten insgesamt 6 Fraktionen pro Bestrahlungsserie. Einige Patienten wurden mehrfach bestrahlt.

Für die differenzierte Beurteilung der Schmerzbesserung nach Bestrahlung haben wir den Score nach Rowe modifiziert und danach die Schmerzlinderung am Ende jeder Bestrahlungsserie, sowie nach 6 Wochen und zum Zeitpunkt der Befunderhebung dokumentiert. Das langfristige Ansprechen wurde nach einem Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich 94,4 Monaten (Spannbreite: 36-187 Monate) bewertet.

Bezüglich der Strahlenqualität besteht keine Abhängigkeit zwischen Therapieerfolg und der angewendeten Strahlenqualität.

Ein Therapieerfolg wurde in 60-90% der Patienten mit anhaltender Schmerzfreiheit erreicht. Eine Beschwerdelinderung erfolgte bei weiteren 15% der Patienten, die eine zweite Bestrahlungsserie durchführen ließen. Bezüglich der Dosierungen gab es keinen signifikanten Einfluss auf den Therapieerfolg, die jeweils gewählten Dosierungen und Fraktionierungen ermöglichten aber einen guten Therapieerfolg.

Einzigste Faktoren, die eine Aussage über das Eintreten eines Therapieerfolgs ermöglichen, sind die prätherapeutische Schmerzdauer, Nennfeldgröße und das Alter.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung zeigte die prätherapeutische Schmerzdauer einen signifikanten Einfluss auf den Therapieerfolg ($P=0,012$). Aufgrund dessen wird empfohlen, eine Therapie innerhalb von 6 Monaten nach Symptombeginn zu starten, so dass die prätherapeutische Schmerzdauer nicht zu lange besteht. Die Nennfeldgröße zeigte 6 Wochen nach Abschluss der RT einen signifikanten Einfluss auf das Therapieansprechen ($P=0,011$). Die Nennfeldgröße sollte daher gleich groß sein wie die schmerzhafteste Fläche oder etwas kleiner. Das Alter zum Zeitpunkt der Behandlung zeigte 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie einen signifikanten Einfluss auf das Therapieansprechen ($p=0,041$; $r=0,274$). Daher empfiehlt sich eine strahlentherapeutische Behandlung des Fersenspornes bei Patienten, die älter als 50 Jahre alt sind.

Nebenwirkungen sind bei keinem einzigen Patienten aufgetreten. Wir empfehlen aufgrund unserer Ergebnisse die Strahlentherapie in oben angegebener Methodik durchzuführen.

Abkürzungsverzeichnis

bzw.:	beziehungsweise
cm:	Zentimeter
Co:	Cobalt
FS:	Fersensporn
GD:	Gesamtdosis
GHD:	Gesamtherddosis
Gy:	Gray
Inj.:	Injektion
kV:	Kilovolt
li.:	links
Lok.:	Lokalisation
M:	Mittelwert
N:	Patienten
NSAID	Nicht-Steroidalen Antiphlogistika
re.:	rechts
RT:	Radiotherapie
SD:	Standardabweichung
S-Score:	Summenscore
Wo.	Woche

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	I
Abkürzungsverzeichnis	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	VII
Abbildungsverzeichnis	IX
1. Einleitung	1
2. Ziele der Arbeit.....	4
2.1. Strahlentherapeutische Parameter:	4
2.2. Klinische Parameter:.....	4
3. Material und Methoden	5
3.1. Patientencharakteristik	5
3.1.1. Alter.....	5
3.1.2. Geschlecht	6
3.1.3. Lokalisation des Fersensporns.....	7
3.2. Behandlung vor der Strahlentherapie	8
3.3. Diagnostiken des Fersensporns	9
3.3.1. Klinischer Befund.....	9
3.3.2. Röntgenologischer Nachweis	9

3.4. Bestrahlungsplanung: Dosierung/Fraktionierung/Feldgröße	9
3.4.1. Kobalt-Bestrahlung.....	9
3.4.2. Orthovolt-Bestrahlung	11
3.4.3. Die Fraktionierung.....	12
3.4.4. Anzahl der Bestrahlungsserien	13
3.5. Auswertung des Fragebogens über Fersensporns	14
3.5.1. Einteilung nach Patientendaten	15
3.5.2. Angabe zum modifizierten Rowe-Score.....	15
3.6. Angaben zur statistischen Auswertung	17
4. Ergebnisse	19
4.1. Auswertung der Therapieergebnisse in der Gesamtgruppe in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Befunderhebung.	19
4.1.1. Therapieergebnisse (Schmerzreduktion) in Ruhe bezogen auf der modifizierten Rowe-Score.	19
4.1.2. Therapieergebnisse bei Bewegung bezogen auf den modifizierten Rowe-Score...20	20
4.1.3. Therapieergebnisse bei Druckausübung an der Ferse bezogen auf den modifizierten Rowe-Score.....	22
4.1.4. Hilfsmittel anhand des Rowe-Scores.....	23
4.1.5. Einfluss des schmerzhaften Fersensporns auf den Alltag anhand des Scores nach Rowe.....	24
4.1.6. Einfluss des schmerzhaften Fersensporns auf das Gangbild anhand des Scores nach Rowe	25

4.1.7. Summenscores vor der Radiotherapie und zum Zeitpunkt der Befunderhebung anhand des Rowe Scores	26
4.2. Therapieresultate abhängig von der Einzel-Gesamtdosis; Gesamtbehandlungsdauer und Nennfeldgröße	28
4.2.1. Therapieresultate abhängig von der Einzel- und Gesamtdosis.....	28
4.2.2. Therapieresultate abhängig von der Gesamtbehandlungsdauer	30
4.2.3. Therapieresultate abhängig von der Nennfeldgröße.....	31
4.3. Zusammenhang zwischen dem Strahlentherapieergebnis und der Vorbehandlung des Fersensporn; Seitenlokalisierung; Alter und Geschlecht	33
4.3.1. Zusammenhang zwischen Therapieergebnis und der Vorbehandlung des Fersensporns	33
4.3.2. Zusammenhang zwischen dem Therapieergebnis und der Lokalisation des Fersensporns	37
4.3.3. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht der Patienten.....	39
4.4. Zusammenhänge zwischen Therapieergebnis und prätherapeutischer Schmerzdauer..	40
4.5. Therapieergebnis in Abhängigkeit von dem Gerät.....	41
4.6. Ergebnisse nach zweiter Radiotherapie.....	42
4.7. Multivariant-Analyse verschiedener Bestrahlungsparameter.....	44
4.8. Multivariant-Analyse aller untersuchten Parameter	46
5. Diskussion	48
5.1. Retrospektive und prospektive Studien als Rationale zur Bewertung der Effizienz der Radiotherapie bei chronisch-degenerativen Erkrankungen.....	48

5.2. Aussagen zum Therapieerfolg anhand strahlentherapeutischer Parameter	51
5.3. Aussagen zum Therapieerfolg anhand klinischer Parameter	54
5.4. Aussagen zum Therapieerfolg in Abhängigkeit vom Schmerzscore.....	55
6. Schlussfolgerung.....	56
Literaturverzeichnis.....	57
Anhang	62
Danksagung.	
Eidesstattliche Versicherung	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Mittleres Alter (Jahre) der Patienten	5
Tabelle 2: Altersmedian (Jahre) der Patienten	6
Tabelle 3: Altersaufteilung der Patienten	6
Tabelle 4: Verteilung männlicher und weiblicher Patienten	6
Tabelle 5: Geschlechtsverteilung in den Altersgruppen.....	7
Tabelle 6: Lokalisation des Fersensporns.....	7
Tabelle 7: Prozentualer Anteil einzelner Vorbehandlungen.....	8
Tabelle 8 : Anzahl bestrahlter Patienten in jeder Serie	13
Tabelle 9: Mittlerer zeitlicher Abstand zwischen den Bestrahlungsserien.....	14
Tabelle 10: Modifizierter Funktionsscore nach Rowe et al.[47].....	16
Tabelle 11: Therapieresultate abhängig von der Einzeldosis	29
Tabelle 12: Therapieresultate abhängig von der Gesamtdosis	30
Tabelle 13: Therapieresultate abhängig von der Gesamtbehandlungsdauer	31
Tabelle 14: Therapieresultat abhängig von der Nennfeldgröße	32
Tabelle 15: Einfluss der NSAID auf das Therapieergebnis	34
Tabelle 16: Einfluss von Kortison auf das Therapieergebnis.....	35
Tabelle 17: Einfluss von lokalen Kortison-Injektionen auf das Therapieergebnis	36
Tabelle 18: Zusammenhang zwischen Therapieergebnis und Lokalisation des Fersensporns	38
Tabelle 19: Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter der Patienten	39

Tabelle 20: Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten.....	40
Tabelle 21: Korrelation zwischen Therapieergebnissen und prätherapeutischer Schmerzdauer	41
Tabelle 22: Therapieergebnisse in Abhängigkeit von dem ausgewählten Gerät.....	42
Tabelle 23: T-Test, II-Bestrahlungsserie, am letzten Tag der Radiotherapie.....	43
Tabelle 24: T-Test, II-Bestrahlungsserie, 6 Wochen nach der Radiotherapie.....	43
Tabelle 25: Multivariant-Analyse am letzten Tag der Radiotherapie	44
Tabelle 26: Multivariant-Analyse 6 Wochen nach Radiotherapie	45
Tabelle 27: Multivariant-Analyse zum Zeitpunkt der Befunderhebung	45

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Röntgenologische Darstellung eines plantaren Fersensporns[12].....	1
Abbildung 2: Lagerung des Patienten am Kobalt-Gerät	10
Abbildung 3: Einstellung zur Bestrahlung am Kobaltgerät.....	10
Abbildung 4: Lagerung des Patienten beim Orthovoltgerät.....	11
Abbildung 5: Bestrahlung mit dem Orthovoltgerät.....	12
Abbildung 6: Graphische Darstellung der Therapieergebnisse in Ruhe	20
Abbildung 7: Graphische Darstellung der Therapieergebnisse bei Bewegung.....	21
Abbildung 8: Graphische Darstellung der Therapieergebnisse beim Druck auf die Ferse	23
Abbildung 9: Graphische Darstellung der Anwendung von Hilfsmitteln anhand des Rowe-Scores	24
Abbildung 10: Graphische Darstellung der Einfluss des schmerzhaftes FS auf den Alltag anhand des Scores nach Rowe.....	25
Abbildung 11: Graphische Darstellung des Einflusses des schmerzhaften FS auf das Gangbild anhand des Scores nach Rowe.....	26
Abbildung 12: Graphische Darstellung des Summenscores vor, nach RT und zum Zeitpunkt der Befunderhebung	28
Abbildung 13: Übersicht der Bootstap-Konfidenzintervalle von Bestrahlungsergebnissen anhand des modifizierten Scores nach Rowe am letzten Tag der RT, 6 Wochen nach RT und zum Zeitpunkt der Befunderhebung.....	46
Abbildung 14: Bootstap-Konfidenzintervalle der Therapieergebnisse für die Korrelation von Alter, Gesamtbehandlungsdauer, Gesamtdosis, Nennfeldgröße und der prätherapeutischen	

Schmerzdauer zu der Differenz des Rowe-Scores vor der RT mit dem Rowe-Score am letzten Tag der RT, 6 Wochen nach RT und zum Zeitpunkt der Befunderhebung.....47

1. Einleitung

Der Fersensporn ist eine schmerzhafte degenerative Erkrankung, die sich über einen längeren Zeitraum entwickelt [1], [2-4], [5] und im Bereich der Tubercalcaanei lokalisiert ist [6] (Abb. 1). Eine erste Beschreibung des Begriffs „Fersensporn“ wurde erstmals von Plettner um die Jahrhundertwende gemacht [7]. Plettner befasste sich in seiner Zeit mit radiologischen Befunden von Exostosen an der Fußsohle und Teile des Fersenbeins. Heutzutage ist der Fersensporn mit einer Inzidenz von 15,8% in Mitteleuropa eine der häufigsten Ursachen für schmerzhafte Beschwerden der Fersenregion [8].

Die Bedeutung der Strahlentherapie bei der Behandlung des Fersensorns wird kontrovers diskutiert. Gerade in den letzten Jahren wird von tätigen Ärzten eine strahlentherapeutische Behandlungsmöglichkeit angestrebt: die Radiotherapie degenerativ-entzündlicher Prozesse, welche gute Erfolge verzeichnet [9][10][11].

In dieser Arbeit wird der Krankheitsverlauf eines großen Kollektivs von Patienten mit schmerzhaftem Fersensporn vor und nach Strahlentherapie beschrieben.

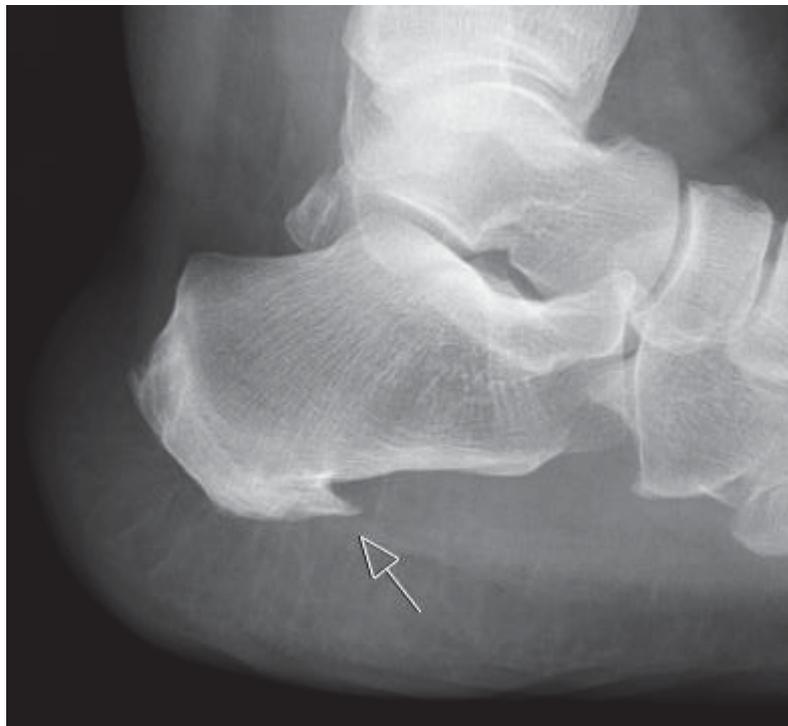


Abbildung 1: Röntgenologische Darstellung eines plantaren Fersensorns[12]

Das Röntgenbild des Fersenbeins zeigt die Erweiterung mit einer Entzündung in der Umgebung eines Sporns am Ansatz der Plantaraponeurose inferior am Fersenbein (Pfeil)

Der Fersensporn entsteht als reaktive Knochenbildung, bedingt durch eine mechanische Überbelastung mit degenerativen Umbauprozessen und Mikrotraumen im Bereich der Sehnenansätze der Mm. abductorhallucis und Mm. flexordigitorumbrevis sowie der Plantaraponeurose, die ohne Zwischenschaltung vom Periost im Bereich der medialen Tubercalcaniei ansetzen. Der Fersensporn entwickelt sich plantar, an der Insertion der Plantaraponeurose am Tubercalcaniei mediale, dorsal, im Einstrahlungsbereich der Achillessehne oder kombiniert, und hat seinen Ursprung an der Epiphyse des Calcaneus[13].

Zu den Risikofaktoren bei der Entstehung des Fersenspornes zählen:

- Geschlecht (Verhältnis Frauen zu Männern 3:1) [14]
- Lebensalter (über 40 Lebensjahre) [14]
- Übergewicht, Gewicht tragende Tätigkeiten [15]
- Fehlstellung des Fußes z.B. Knick-, Senk- und Plattfuß. [16]

Differentialdiagnostisch sind auszuschließen: Nervenkompressionen, rheumatische Systemerkrankungen [17,18], ein Elastizitätsverlust des Fettgewebes [19,20], Entzündungen oder Rupturen der Plantarfaszie[21,22], Periostitiden [23], Ermüdungsbrüche [24, 25] und Schleimbeutelentzündungen [26].

Die Klinik äußert sich meist mit Druckschmerzen im medialen Anteil des Fußgewölbes, die in die Wade oder nach vorne in die Fußsohle ausstrahlen. Die Schmerzen werden oft als brennend oder stechend beschrieben, treten besonders stark beim Barfuß gehen auf hartem Boden auf und beim ersten Auftreten nach einer Ruhepause (morgens beim Aufstehen), mit vorübergehender Besserung nach dem Einlaufen und zunehmende Schmerzen nach längeren Belastungen. Dies führt zu einer Schonhaltung mit Entlastung der Ferse, geprägt von einem hinkenden Gangbild, so dass nur noch auf dem Fußballen gegangen werden kann [27-31].

Bei der Therapie unterscheidet man konservative und invasive Therapieoptionen. Primär werden dem Patienten oft konservative Therapieoptionen angeboten. Dazu zählen: Schuheinlagen (Gelkissen, sog. „Lochsohle“ oder Entlastungssohle), orale (systemisch) oder lokal verabreichte Analgetika, Kortikoide[32] oder Antiphlogistika [33, 34], Physiotherapie

am Beispiel von Gang- und Bewegungsschule [35] sowie Dehnungsübungen [36, 37]. Massage, Wärme, Ultraschall oder Reizstrombehandlung werden oft mehrfach verschrieben [38, 39]. Nafe und anderen Autoren konnten in Ihren Untersuchungen einen zeitweiligen schmerzlindernden Effekt der Stoßwellentherapie nachweisen [4, 5, 40-44]. Jedoch werden diese Therapieoptionen nicht auf Kosten der gesetzlichen Krankenkassen verschrieben, sondern müssen privat bezahlt werden. Eine Operation wird trotz hoher Rate an Rezidiven nur bei lang anhaltenden chronischen Schmerzen nach Ausschöpfung aller anderen Therapieoptionen angestrebt [1, 2, 32, 45] und gehört somit nicht zu den üblichen Behandlungskonzepten bei der Behandlung des schmerzhaften Fersenspornes.

2. Ziele der Arbeit

Die vorliegende Arbeit dient dazu, folgende Fragestellung zu erklären:

Welche der folgenden Parameter haben Einfluss auf das klinische Ansprechen (=Schmerzreduktion) bei der Bestrahlung des Fersensporn:

2.1. Strahlentherapeutische Parameter:

- Gesamt- und Einzeldosis
- Gesamtbehandlungsdauer
- Definition der Feldgröße (kleines Feld zur Erfassung des im Röntgen sichtbaren Fersensporn vs. größeres Feld nach klinischer Angabe der Schmerzausdehnung)
- Strahlenqualität (Bestrahlung mit dem Telekobalt vs. einem 300 kV-Röntgengerät)

2.2. Klinische Parameter:

- Geschlecht
- Alter
- Vorbehandlung vor der Radiotherapie
- Dauer der Schmerzen vor Therapiebeginn

3. Material und Methoden

3.1. Patientencharakteristik

In der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie der Heinrich-Heine-Universität wurden von Januar 1998 bis September 2010 insgesamt 103 Patienten mit der Überweisungsdiagnose „Schmerzhafter Fersensporn“ behandelt.

Die Patienten wurden in diesem Zeitraum am Kobaltgerät (^{60}Co) und Orthovoltgerät (300kV) bestrahlt.

- 59 Patienten wurden am Kobaltgerät bestrahlt,
- 31 Patienten wurden am Orthovoltgerät bestrahlt,
- 12 Patienten wurden sowohl am Orthovolt- als auch am Kobaltgerät bestrahlt.
- 1 Patientin lehnte die Bestrahlung ab.

Zu den 59 Patienten, die am Kobaltgerät bestrahlt wurden, konnten wir bei 12 Patienten keine vollständigen strahlentherapeutischen Dateien mehr finden.

Insgesamt wurden 102 Patienten mit 117 FS bestrahlt, 87 Patienten mit einseitigen plantarem Fersensporn (davon 55 Patienten mit dem FS recht und 32 mit FS links) und 15 Patienten mit beidseitigem plantarem Fersensporn.

3.1.1. Alter

Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der ersten Vorstellung zur Strahlentherapie betrug 51,5 Jahren (20 – 80). Der jüngste Patient war 20 Jahre alt, die älteste Patientin war 80 Jahre alt.

Männlich	51,25
Weiblich	51,68
Alle	51.5(Alter zwischen 20 und 80 Jahren)

Tabelle 1 : Mittleres Alter (Jahre) der Patienten

Männlich	52
Weiblich	52
Alle	52 (Alter zwischen 20 und 80 Jahren)

Tabelle 2: Altersmedian (Jahre) der Patienten

Alter	Gesamt	in %
(Jahre)	N = 102	
20 – 30	2	2
31 - 40	15	14,7
41 - 50	25	24,5
51 - 60	33	32,3
61 - 70	22	21,5
71 - 80	5	4,9

Tabelle 3: Altersaufteilung der Patienten

3.1.2. Geschlecht

Von den insgesamt 102 behandelten Patienten waren 74 Patienten (72,55%) weiblich und 28 Patienten (27,45%) männlich. Das Geschlechtsverhältnis betrug 1:2,6 (28/74).

Männlich	28	27,2%
Weiblich	74	71,8%

Tabelle 4: Verteilung männlicher und weiblicher Patienten

Alter in Jahre	Gesamt N =102			
	Männlich	%	Weiblich	%
20 - 30	1	0,1	1	0,1
31 - 40	4	3,9	11	10,7
41 - 50	6	5,8	19	18,6
51 - 60	8	7,8	25	24,5
61 - 70	7	6,8	15	14,7
71 - 80	1	0,1	4	3,9

Tabelle 5: Geschlechtsverteilung in den Altersgruppen

3.1.3. Lokalisation des Fersensporns

Von den insgesamt 102 behandelten Patienten wurden 55 Patienten (54,4%) an der rechten Ferse, 32 Patienten (31,6%) an der linken Ferse und 15 Patienten (14,3%) beidseits bestrahlt.

Bei den insgesamt 15 Patienten mit beidseits diagnostiziertem Fersensporn konnte Daten ausgewertet werden. Die rechte und die linke Ferse wurde bei 6 Patienten zum gleichen Zeitpunkt bestrahlt, bei 5 Patienten erfolgte die Bestrahlung der rechten und linken Ferse zeitversetzt, mit einem medianen Zeitintervall von 4 Monaten zwischen beiden Bestrahlungsserien. Drei Patienten wurden nur an einem Fuß bestrahlt. Bei einem Patienten fehlten die Bestrahlungsunterlagen und somit die genaue Information über den Bestrahlungsplan.

FS rechts	54,1%	55
FS links	31,6%	32
FS re& li	14,3%	15

Tabelle 6: Lokalisation des Fersensporns

3.2. Behandlung vor der Strahlentherapie

Vor der Therapie in einer strahlentherapeutischen Einrichtung, erhielt ein Großteil der Patienten (95 von 102 Patienten [93%]) unterschiedliche allgemeine und orthopädische Behandlungen. Dazu zählen: Physiotherapie, Stoßwellentherapie, Ultraschall, Massage, Medikamente (NSAID), orthopädische Einlagen, Kortikoid-Injektionen und antiphlogistische Salben.

Art der Therapie	Gesamt (N=Patienten)	Prozentzahlen
Physiotherapie	3	2,2%
Orthopädische Einlagen	48	35,8%
Stoßwellenbehandlung	6	4,5%
Massage	5	3,7%
Ultraschallbehandlung	4	2,9%
NSAID	34	25,3%
Antiphlogistische Salben	5	3,7%
Kortison (oral)	2	1,5%
Kortikoide Injektion	25	18,6%
Operative Therapie	2	1,5%

Tabelle 7: Prozentualer Anteil einzelner Vorbehandlungen

Knapp unter die Hälfte aller Patienten erhielten orthopädische Schuheinlagen vor der Radiotherapie, 1/4 aller Patienten wurden mit oralen Analgetika vorbehandelt, 25 Patienten wurden mit kortikoiden Injektionen vorbehandelt, 5 Patienten erhielten antiphlogistische Salben und 2 Patienten wurden vor der Radiotherapie operiert.

3.3. Diagnostiken des Fersensporns

3.3.1. Klinischer Befund

Die meisten Patienten besuchten wegen bestehenden Fersenschmerzen zuerst ihren Hausarzt. Dieser überwies die Patienten meistens weiter zu einem chirurgischen oder orthopädischen Facharzt. Nur selten und wenn, dann meistens nach Empfehlungen von Bekannten stellten sich die Patienten direkt in der Strahlenklinik vor.

Besonders wichtig bei der Diagnostik ist die klinische Untersuchung. Charakteristisch sind das sehr typische veränderte Gangbild der Patienten und der auslösbare Druckschmerz an markanten Punkten der Ferse. Patienten berichten oft über ausstrahlende Schmerzen in den Hohlfuß, vor allem medial. Bei den meisten Patienten wird eine Röntgenaufnahme angefertigt, um Veränderungen an der Ferse zu lokalisieren und um Frakturen auszuschließen.

3.3.2. Röntgenologischer Nachweis

Der röntgenologische Nachweis des Fersensporns erfolgt durch eine konventionelle seitliche Röntgenaufnahme des betroffenen Fußes. Stiftartige, produktive Knochenveränderung an der hinteren und unteren Kontur des Kalkaneus sind typische Hinweis auf einem Fersensporn im Röntgenbild.[46]. (Abb. 1)

100 unserer behandelten Patienten hatten einen röntgenologisch nachweisbaren FS. Bei 35 Patienten waren die klinischen Beschwerdeneindeutig und eine Röntgenaufnahme wurde schon durch den überweisenden Arzt angefertigt.

3.4. Bestrahlungsplanung: Dosierung/Fraktionierung/Feldgröße

3.4.1. Kobalt-Bestrahlung

Patienten, die am Kobaltgerät therapiert wurden, erhielten entsprechend ihrer Symptomatik eine Gesamtdosis (GD) von 3 Gy bei wenig ausgeprägten Schmerzen oder 6 Gy bei starken Schmerzen. Die Fraktionierung erfolgte folgendermaßen: Patienten mit einer GD von 3 Gy erhielten 3 x 0.5 Gy/Woche in 6 Fraktionen und Patienten mit einer GD von 6 Gy erhielten 3

x 1 Gy/Woche in 6 Fraktionen. Im Durchschnitt wurde eine bilaterale Bestrahlung durchgeführt mit einer Dosis von 0,5 Gy bzw. 0,25 Gy pro Einzelfeld. Die durchschnittliche Feldgröße lag bei (6x8 cm), gefolgt von (10x10 cm) mit einem durchschnittlichen Fokus-Haut-Abstand von 77 cm und einer durchschnittlichen Dosierungspunktiefe von 3 cm.

59 von 102 Patienten wurden am Kobaltgerät bestrahlt. Im Liegen wurde der betreffende Fuß des Patienten so gelagert, dass das Schmerzfeld mit einem Fokus-Isozentrum-Abstand von 80 cm bestrahlt werden konnte.

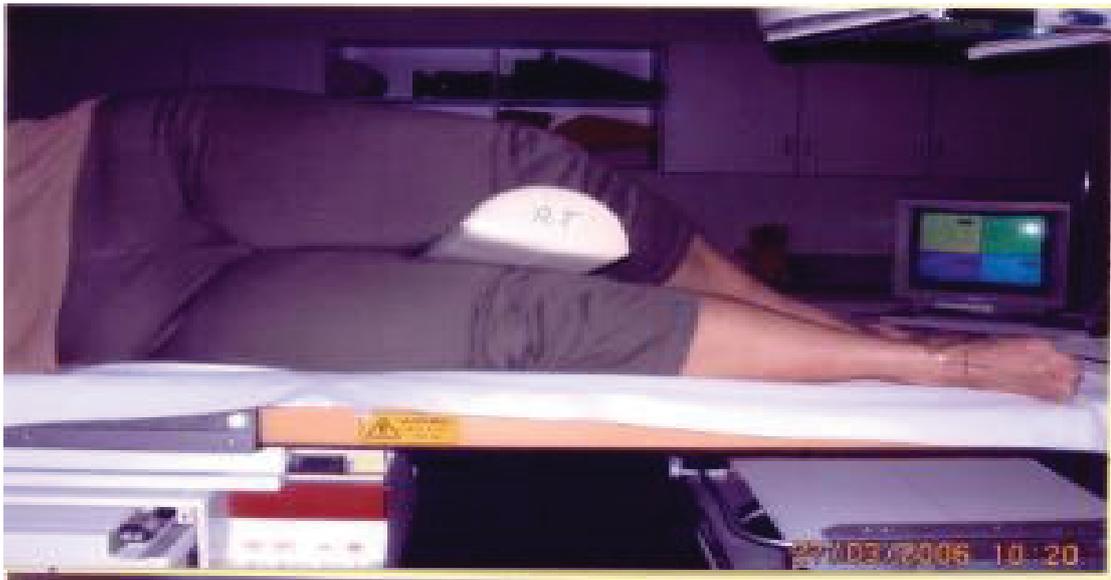


Abbildung 2: Lagerung des Patienten am Kobalt-Gerät

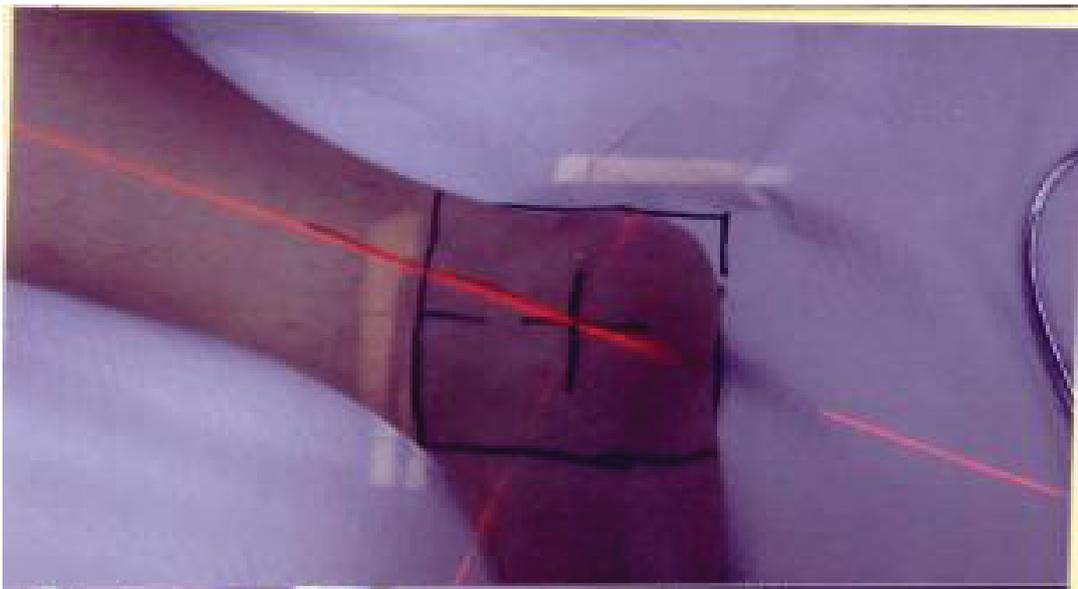


Abbildung 3: Einstellung zur Bestrahlung am Kobaltgerät

3.4.2. Orthovolt-Bestrahlung

Die Bestrahlung am Orthovoltgerät (300kV) erfolgte mit einer GD von 3 Gy bei wenig ausgeprägten Schmerzen und 6 Gy bei starken Schmerzen. Patienten mit einer GD von 3 Gy erhielten 3x1Gy/Woche, in 3 Fraktionen, was die Behandlungsdauer verkürzte. Die Patienten mit einer GD von 6 Gy erhielten auch 3x1Gy/Woche in 6 Fraktionen. Die Feldgröße am Orthovoltgerät lag im Durchschnitt bei 6x8 cm mit einem Fokus-Isozentrum-Abstand von entweder 30 cm oder 10 cm.

31 von 102 Patienten ließen sich am Orthovoltgerät bestrahlen. Im Liegen stellten die Patienten den zu bestrahlenden Fuß so, dass das entzündete Feld mit einem Fokus-Isozentrum-Abstand von entweder 30 oder 10 cm bestrahlt werden konnte.



Abbildung 4: Lagerung des Patienten beim Orthovoltgerät



Abbildung 5: Bestrahlung mit dem Orthovoltgerät

3.4.3. Die Fraktionierung

An den beiden Geräten wurden die Patienten folgendermaßen bestrahlt: Die Patienten wurden 2-mal bzw. 3-mal wöchentlich mit einer Dosis/Fraktion von 1 Gy bzw. 0,5 Gy bestrahlt.

Am Kobaltgerät wurden die Patienten 3-mal wöchentlich bestrahlt mit einer Dosis/Fraktion von 1 Gy bzw. 0,5 Gy bis zu einer Gesamtdosis von 6 bzw. 3 Gy, je nachdem wie stark die Schmerzen ausgeprägt waren. Die Patienten erhielten insgesamt 6 Fraktionen.

Am Orthovoltgerät wurden die Patienten 2- bis 3-mal wöchentlich bestrahlt mit einer Dosis/Fraktion von 1 Gy bis zu einer Gesamtdosis von 6 bzw. 3 Gy Die Patienten erhielten insgesamt 6 bzw. 3 Fraktionen.

Bei den Patienten, die ab 2008 bestrahlt wurden, erfolgte ein modifiziertes Bestrahlungsschema. Die Bestrahlung erfolgte 5-mal pro Woche mit einer GD von 6 bzw. 3 Gy, dies führte zur Verkürzung der Gesamtbehandlungsdauer.

3.4.4. Anzahl der Bestrahlungsserien

Zunächst erhielten alle 102 Patienten die Standard-Bestrahlungsserie.

Im Zeitraum vom 31.01.1998 bis zum 17.07.2003 wurden die Patienten am Orthovoltgerät bestrahlt. Nach der Neu-Inbetriebnahme des Kobaltgerätes wurde ein Großteil der Patienten am Kobaltgerät bestrahlt. Heutzutage erfolgt die Bestrahlung der Patienten mit schmerzhaftem Fersensporn am Linearbeschleuniger.

Nach der ersten Bestrahlungsserie wurden alle Patienten nach 6 bis 8 Wochen erneut zu der Nachsorgeuntersuchung einbestellt. Nach einer Follow-up-Zeit von durchschnittlich 5,4 Monaten benötigten 16 Patienten (9 Patienten am Kobaltgerät, 4 Patienten am Orthovoltgerät und 3 Patienten an den beiden Geräten) eine zweite Bestrahlungsserie. Die 2. Serie wurde sowohl am Kobaltgerät als auch am Orthovoltgerät durchgeführt mit einer GD von 6 bzw. 3 Gy, 3-mal wöchentlich in 6 bzw. 3 Fraktionen und einer Einzeldosis von 1 Gy bzw. 0,5 Gy.

	Gesamt	Orthovolt	⁶⁰Co	Orthovolt u. ⁶⁰Co
1. Serie	102	31	59	12
2. Serie	16	4	9	3

Tabelle 8 : Anzahl bestrahlter Patienten in jeder Serie

Durchschnittlicher zeitlicher Abstand zur 2. Serie	am beiden Geräten	Orthovolt	⁶⁰Co
	5,4 Monate	4,3 Monate	7 Monate
Monatlicher Abstand zwischen 1. und 2. Bestrahlungsserie	1 Monat bis 35 Monate	2 Monate bis 9 Monate	1 Monat bis 35 Monate

Tabelle 9: Mittlerer zeitlicher Abstand zwischen den Bestrahlungsserien

3.5. Auswertung des Fragebogens über Fersensporn

Alle 102 Patienten, die bei uns bestrahlt wurden erhielten einen Brief zur Re-Evaluation darin wurde darauf hingewiesen, dass die Patienten telefonisch kontaktiert werden. An der telefonischen Befragung nahmen 80 Patienten teil, 22 waren nicht erreichbar. Bei den Patienten, die nicht telefonisch erreicht werden konnten, wurde bei 10 Patienten anhand der Bestrahlungsunterlagen der Fragebogen ausgefüllt. Bei den 12 anderen fehlten die Unterlagen und somit die Informationen über den Verlauf.

In dem Fragebogen wurde eine Anamnese bezüglich der Schmerzentstehung erfasst, die Patienten wurden nach der Vorbehandlung (Physiotherapie, physikalische Maßnahmen, medikamentöse Therapie und operative Therapie) befragt. Anhand des modifizierten Scores nach Rowe et al. [47] konnten die Therapieergebnisse der Bestrahlung am letzten Tag der Bestrahlungsserie, 6 Wochen nach der Bestrahlung und am Tag der Befragung erfasst werden.

3.5.1. Einteilung nach Patientendaten

90 beantwortete Follow-up-Bögen konnten anhand der Patientenakte und den daraus erhobene Vorbefunden in einer Auswertungstabelle erfasst werden

Jede Gruppe wurde nach Namen und Vornamen des Patienten, dem Alter, dem Geschlecht, der Seitenlokalisierung des FS, der Vorbehandlungen, der Zusatztherapie (Operationen) nach RT und dem modifizierten Score nach Rowe et al. aufgeschlüsselt.

3.5.2. Angabe zum modifizierten Rowe-Score

Zur Erfassung der subjektiven Besserung der Schmerzen wurde der Rowe-Score [47] angewendet. Der Rowe-Score hat folgende Kriterien: Schmerzen, Gehhilfe, Arbeit, tägliche Aktivität und Gehstrecke. In dieser Arbeit wurde das Kriterium Arbeit nicht berücksichtigt und beim Kriterium Schmerzen erfolgte eine Unterteilung der Schmerzen in: Schmerz in Ruhe; Schmerz bei Bewegung und Schmerz beim Druck auf die Ferse.

Ein Score zwischen 120-140 entspricht einer exzellenten Schmerzbesserung, ein Score zwischen 90-120 entspricht einer guten Schmerzbesserung, ein Score zwischen 60-90 entspricht einer moderaten Schmerzbesserung. Ein Score zwischen 30-60 entspricht einer milden Schmerzbesserung und ein Score zwischen 0-30 spricht für keine Schmerzbesserung.

Kriterien	Response Level	Score
1. Schmerzen		
Schmerzen in Ruhe	keine	30
	milde	20
	moderate	10
	starke	0
Schmerzen bei Bewegung	keine	30
	milde	20
	moderate	10
	starke	0
Schmerzen beim Druck auf die Ferse	keine	30
	milde	20
	moderate	10
	starke	0
2. Hilfsmittel	keine	15
	Einlage, Sohlenpolster	10
	eine Gehhilfe (Stock od. Unterarmgehilfe)	5
	zwei Gehhilfen	0
3. tägliche Tätigkeiten	normal, keine Einschränkung	15
	leichte Einschränkungen	10
	moderate Einschränkung	5
	komplette Einschränkung	0
4. Gangbild	kein Hinken, normal Gehen ohne Einschränkung	20
	leichte Schmerzen und Hinken nach einer Strecke >1 km	10
	moderate Schmerzen und Hinken nach einer Strecke <1 km	5
	starke Schmerzen, normales Gehen nicht möglich	0
Score 120-140: exzellent; Score 90-120: gut; Score 60-90: moderat; Score 30-60 mild; Score 0-30 schlecht		

Tabelle 10: Modifizierter Funktionsscore nach Rowe et al.[47]

3.6. Angaben zur statistischen Auswertung

Die statistische Auswertung von Einflüssen der Bestrahlung des Fersenspornes auf strahlentherapeutische Parameter (Gesamt- und Einzeldosis; Gesamtbehandlungsdauer; Feldgröße; Strahlenqualität) und klinischen Parametern (Geschlecht; Alter; Vorbehandlung vor Radiotherapie; Schmerzdauer vor Therapiebeginn) erfolgte unter Verwendung des Excel-2010 und SPSS-Version 20-Programms. Die Korrelation nach Pearson zeigte ein Signifikanzniveau bei $p < 0,05$.

Untersucht wurde:

- Einfluss der gesamten Dosis auf das Therapieansprechen
- Einfluss der Gesamtbehandlungsdauer auf das Therapieansprechen
- Einfluss der Feldgröße auf das Therapieansprechen
- Einfluss des Alters am Tag der ersten Bestrahlung auf das Therapieansprechen
- Einfluss der prätherapeutischen Schmerzdauer auf das Therapieansprechen.

Mit dem Kruskal-Wallis-Test untersuchten wir den Einfluss der Radiotherapie auf die Schmerzbesserung in verschiedene Gruppen:

- Schmerzbesserung bei Patienten mit NSAID-Therapie im Vergleich mit Patienten ohne NSAID.
- Schmerzbesserung bei Patienten mit oraler Glukokortikoid-Therapie im Vergleich von Patienten ohne Glukokortikoid-Therapie.
- Schmerzbesserung bei Patienten mit lokaler Kortison-Infiltration im Vergleich mit Patienten ohne lokale Kortison-Injektion.
- Schmerzbesserung abhängig von der Lokalisation des Fersenspornes.

Ebenso verwendeten wir den Mann-Whitney-U-Test zur Untersuchung:

- des Einflusses des Geschlechts auf das Therapie-Ergebnis
- Einfluss des Gerätes auf das Therapieergebnis

Mit dem T-Test erfolgte eine Score-Differenz zur Erfassung der subjektiven Schmerzbesserung bei Patienten, die aufgrund einer unzureichenden Schmerzbesserung nach der 1. Serie mit einer 2. Bestrahlungsserie behandelt wurden.

Das Excel-Programm verwendeten wir für Erstellung folgende Diagramme:

- Therapieergebnisse in Ruhe bezogen auf den modifizierten Rowe-Score
- Therapieergebnisse bei Bewegung bezogen auf den modifizierten Rowe-Score
- Therapieergebnisse beim Druck auf die Ferse bezogen auf den modifizierten Rowe-Score.

4. Ergebnisse

4.1. Auswertung der Therapieergebnisse in der Gesamtgruppe in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Befunderhebung.

4.1.1. Therapieergebnisse (Schmerzreduktion) in Ruhe bezogen auf der modifizierten Rowe-Score.

89 Patienten machten Angaben zur Schmerzsymptomatik.

Bei den Patienten konnte die Schmerzsymptomatik mittels dem Score nach Rowe ausgewertet werden:

In **Ruhe** konnten folgende Angaben erhoben werden:

Am letzten Tag der Radiotherapie:

6 (6,7%) Patienten gaben einen Score von 30 an
48 (53,9%) Patienten gaben einen Score von 20 an
30 (33,7%) Patienten gaben einen Score von 10 an
5 (5,6%) Patienten gaben einen Score von 0 an

6 Wochen nach der Radiotherapie:

33 (58,9%) Patienten gaben einen Score von 30 an
13 (23,2%) Patienten gaben einen Score von 20 an
4 (7,1%) Patienten gaben einen Score von 10 an
6 (10,7%) Patienten gaben einen Score von 0 an

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung:

Bei 79 (95,2%) Patienten wurde eine exzellente Schmerzlinderung erzielt.

Bei 3 (3,6%) Patienten ergab sich eine moderate Schmerzlinderung.

Kein Patient gab eine milde Schmerzlinderung an.

1 (1,2%) Patient berichtete über keine Schmerzlinderung.

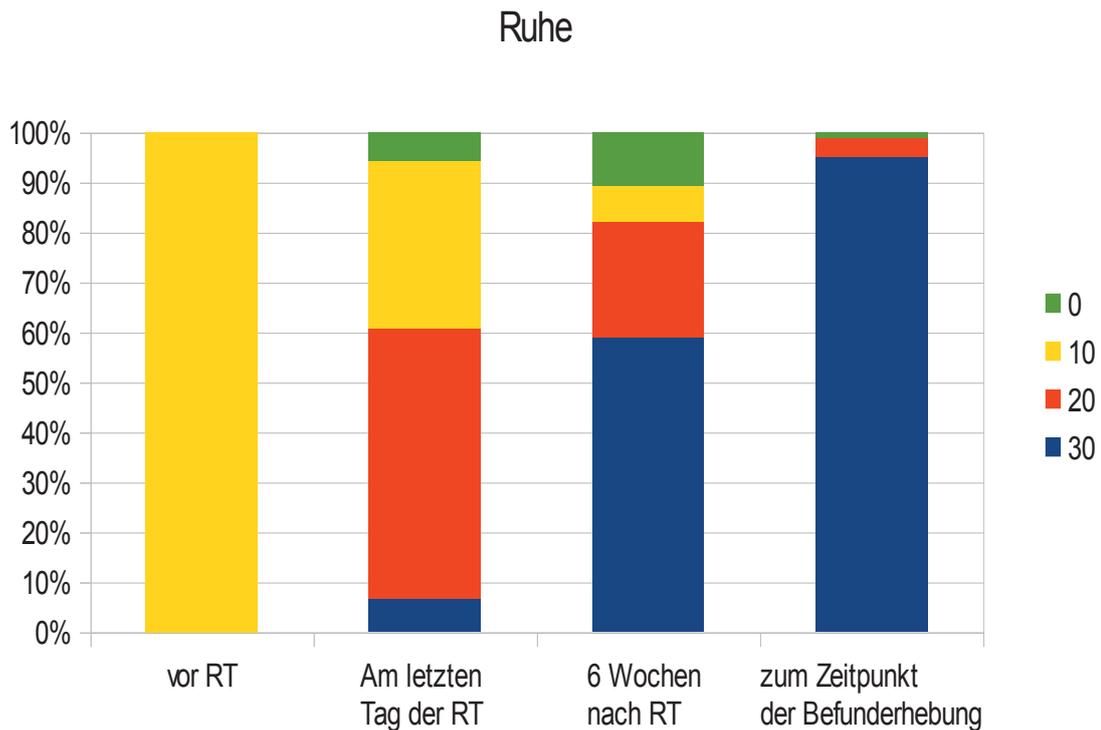


Abbildung 6: Graphische Darstellung der Therapieergebnisse in Ruhe

4.1.2. Therapieergebnisse bei Bewegung bezogen auf den modifizierten Rowe-Score

Bei Bewegung konnte folgende Angaben erhoben werden:

Am letzten Tag der Radiotherapie:

- 1 (1,1%) Patient gab einen Score von 30 an
- 37 (42%) Patienten gaben einen Score von 20 an
- 42 (47,7%) Patienten gaben einen Score von 10 an
- 8 (9,1%) Patienten gaben einen Score von 0 an

6 Wochen nach der Radiotherapie:

33 (58,9%) Patienten gaben eine Score von 30 an

10 (17,9) Patienten gaben eine Score von 20 an

4 (7,1%) Patienten gaben eine Score von 10 an

9 (16,1%) Patienten gaben eine Score von 0 an

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung:

Bei 68 (81,9%) Patienten wurde eine exzellente Schmerzlinderung erzielt.

Bei 13 (15,7%) Patienten ergab sich eine moderate Schmerzlinderung.

1 (1,2%) Patient gab eine milde Schmerzlinderung an.

Bei 1 (1,2%) Patienten wurde keine Schmerzlinderung erzielt.

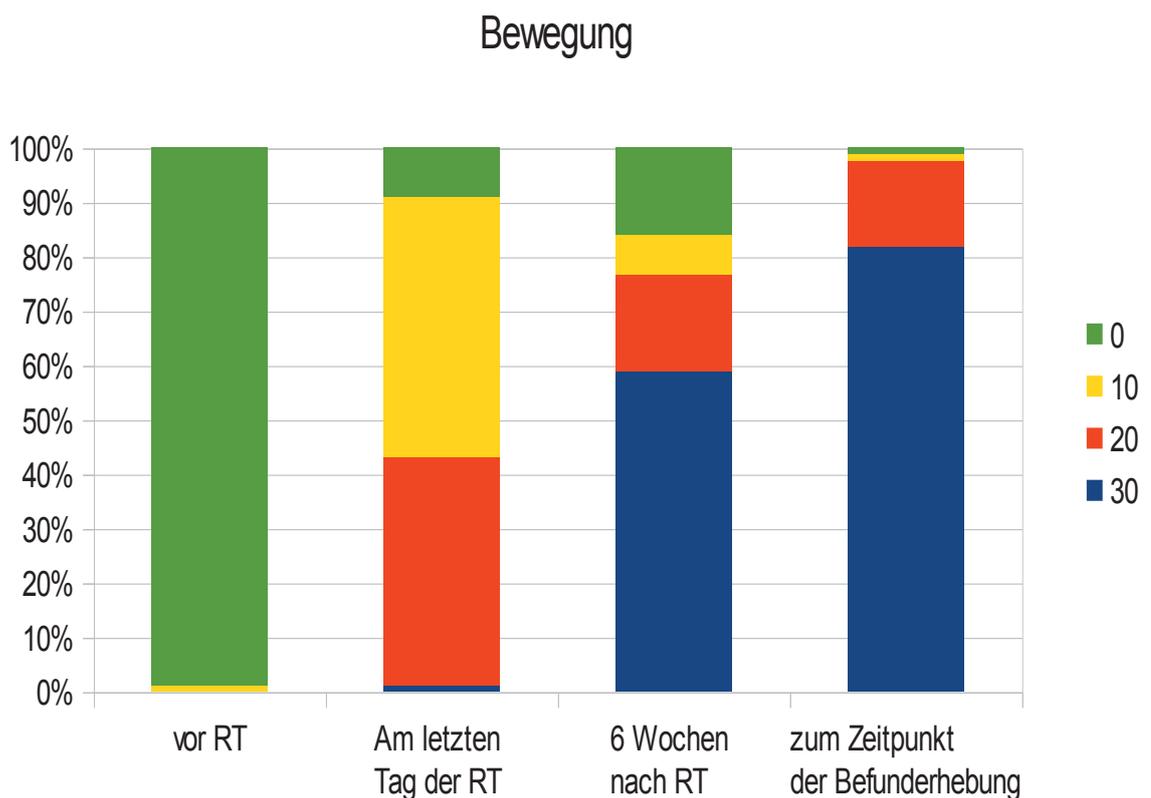


Abbildung 7: Graphische Darstellung der Therapieergebnisse bei Bewegung.

4.1.3. Therapieergebnisse bei Druckausübung an der Ferse bezogen auf den modifizierten Rowe-Score

90 Patienten machten Angaben zur Schmerzreduktion im Score nach Rowe.

Am letzten Tag der Radiotherapie:

- 1 (1,1%) Patienten gaben einen Score von 30 an
- 36 (41,4%) Patienten gaben einen Score von 20 an
- 39 (44,8%) Patienten gaben einen Score von 10 an
- 11 (12,6%) Patienten gaben einen Score von 0 an

6 Wochen nach der Radiotherapie:

- 33 (58,9%) Patienten gaben einen Score von 30 an
- 10 (17,9) Patienten gaben einen Score von 20 an
- 4 (7,1%) Patienten gaben einen Score von 10 an
- 9 (16,1%) Patienten gaben einen Score von 0 an.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung:

- Bei 74 (89,2%) Patienten wurde eine exzellente Schmerzlinderung erzielt.
- Bei 7 (8,4%) Patienten ergab sich eine moderate Schmerzlinderung.
- 1 (1,2%) Patient gab eine milde Schmerzlinderung an.
- Bei 1 (1,2%) Patienten wurde keine Schmerzlinderung erzielt.

Druckschmerz

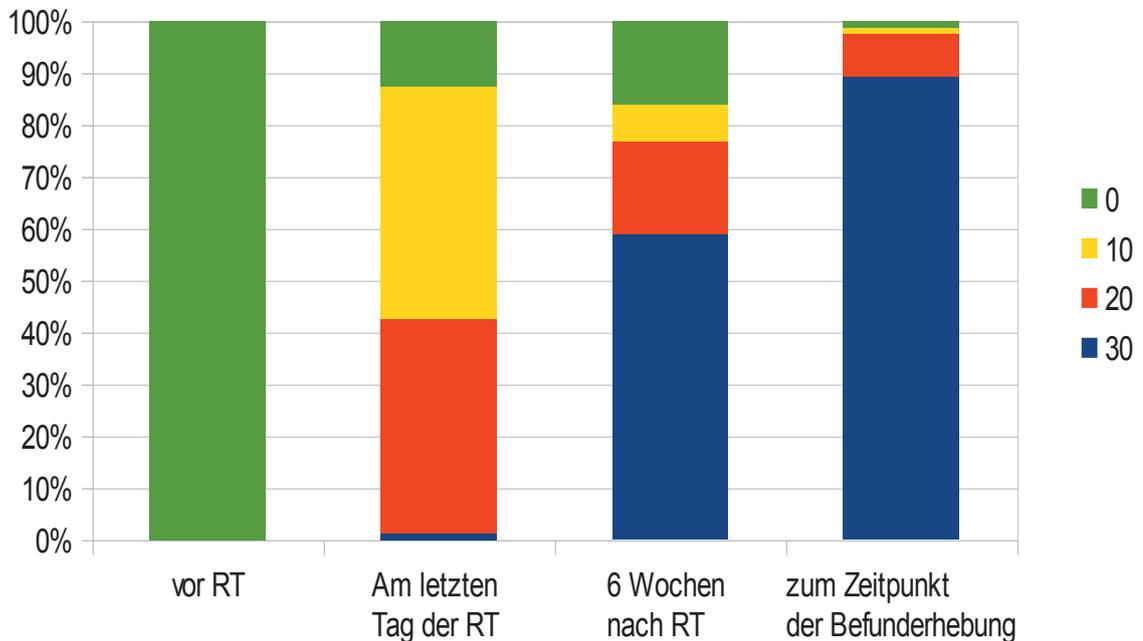


Abbildung 8: Graphische Darstellung der Therapieergebnisse beim Druck auf die Ferse

4.1.4. Hilfsmittel anhand des Rowe-Scores

Vor der Radiotherapie brauchte 1 Patient keine Hilfsmittel (Score:15), 81 Patienten verwendeten Sohlenpolster (Score:10), 2 Patienten brauchten 2 Gehhilfen (Score:0).

Am letzten Tag der Radiotherapie brauchten 13 Patienten keine Hilfsmittel, 75 Patienten verwendeten Sohlenpolster und 3 Patienten brauchten 2 Gehhilfen.

6 Wochen nach der Radiotherapie brauchten 23 Patienten keine Hilfsmittel, 32 Patienten verwendeten Sohlenpolster und 1 Patient brauchte 2 Gehhilfen.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung brauchten 47 Patienten keine Hilfsmittel, 36 Patienten verwendeten Sohlenpolster und kein Patient brauchte mehr Gehhilfen.

Hilfsmittel

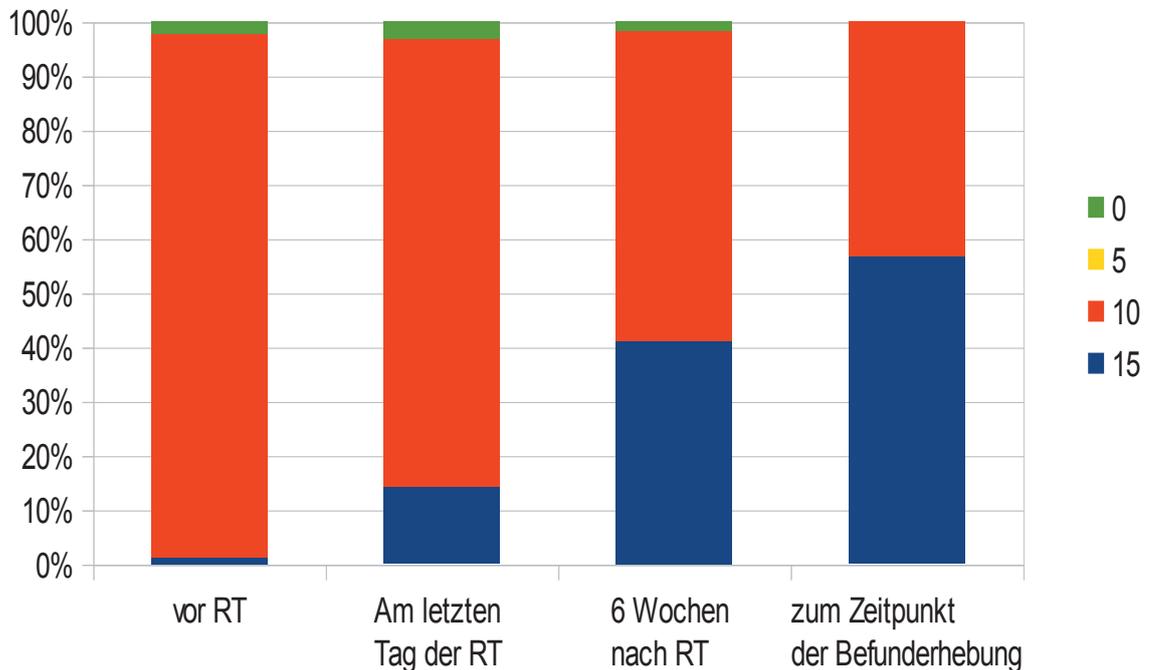


Abbildung 9: Graphische Darstellung der Anwendung von Hilfsmitteln anhand des Rowe-Scores

4.1.5. Einfluss des schmerzhaften Fersenspornes auf den Alltag anhand des Scores nach Rowe

Vor der Radiotherapie gaben 89 Patienten eine komplette Einschränkung ihres Alltags (Score:0) an, 2 Patienten gaben einen Score von 5 (moderate Einschränkung) an.

Am letzten Tag der Radiotherapie gaben 3 Patienten einen Score von 15 (normale Aktivität, keine Einschränkung) an, 37 Patienten gaben einen Score von 10 (leichte Einschränkung bei den Aktivitäten) an, 40 Patienten gaben einen Score 5 (moderate Einschränkungen bei den Aktivitäten) an, 8 Patienten gaben eine komplette Einschränkung des Alltags (Score: 0) an.

6 Wochen nach der Radiotherapie gaben 33 Patienten einen Score von 15 an, 8 Patienten gaben einen Score von 10 an, 6 Patienten gaben einen Score von 5 an, und 9 Patienten eine Score von 0 an.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung gaben 71 Patienten einen Score von 15 an, 7 Patienten gaben einen Score von 10 an, 4 Patienten gaben einen Score von 5 an und 1 Patient einen Score von 0.

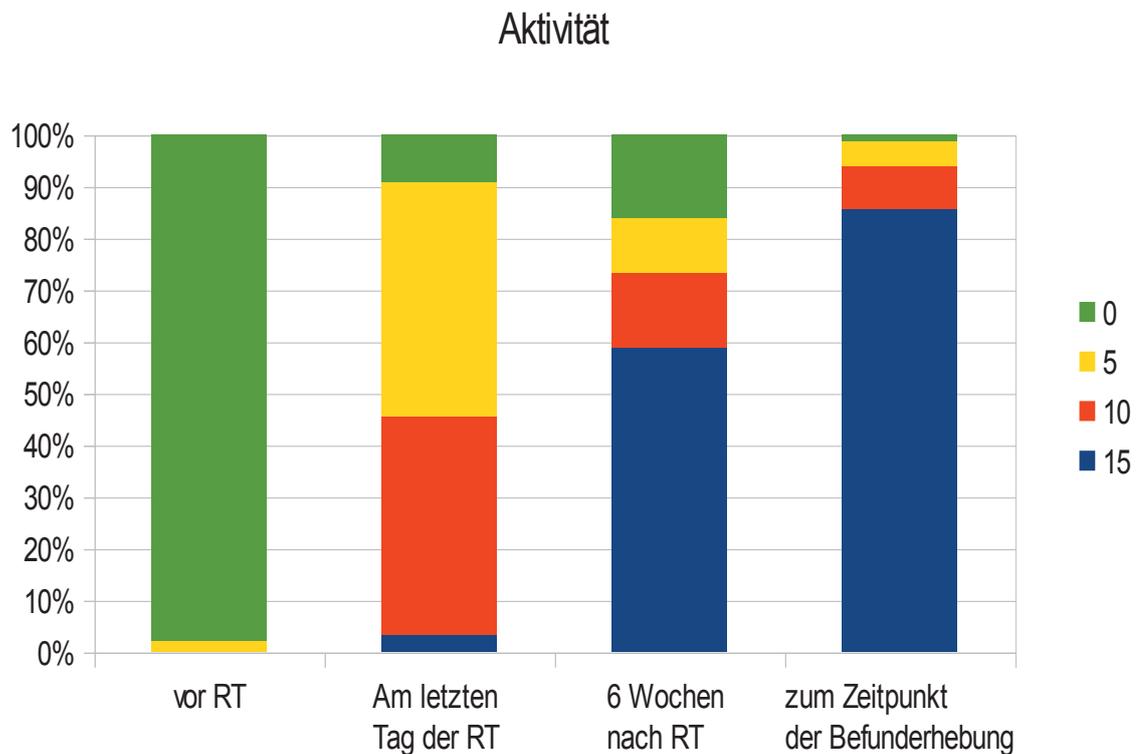


Abbildung 10: Graphische Darstellung der Einfluss des schmerzhaftes FS auf den Alltag anhand des Scores nach Rowe

4.1.6. Einfluss des schmerzhaften Fersenspornes auf das Gangbild anhand des Scores nach Rowe

Vor der Radiotherapie gaben 87 Patienten einen Score von 0 (Starke Schmerzen, normales Gehen nicht möglich) an und 2 Patienten gaben einen Score von 5 (moderate Schmerzen und Hinken nach einer Gehstrecke <1 km) an.

Am letzten Tag der Radiotherapie gaben 7 Patienten einen Score von 15 (Normal Gehen ohne Einschränkung) an, 28 Patienten gaben einen Score von 10 (leichte Schmerzen und Hinken nach einer Gehstrecke >1 km) an, 45 Patienten gaben einen Score von 5 (moderate Schmerzen und Hinken nach einer Gehstrecke <1km) und 8 Patienten gaben einen Score von 0 (Starke Schmerzen, normales Gehen nicht möglich) an.

6 Wochen nach der Radiotherapie gaben 32 Patienten eine Score von 15 an, 8 Patienten gaben einen Score von 10 an, 10 Patienten gaben einen Score von 5 und 6 Patienten einen Score von 0 an.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung gaben 73 Patienten einen Score von 15 an, 7 Patienten gaben einen Score von 10 an, 1 Patient gab einen Score von 5 und 1 Patient einen Score von 0 an.

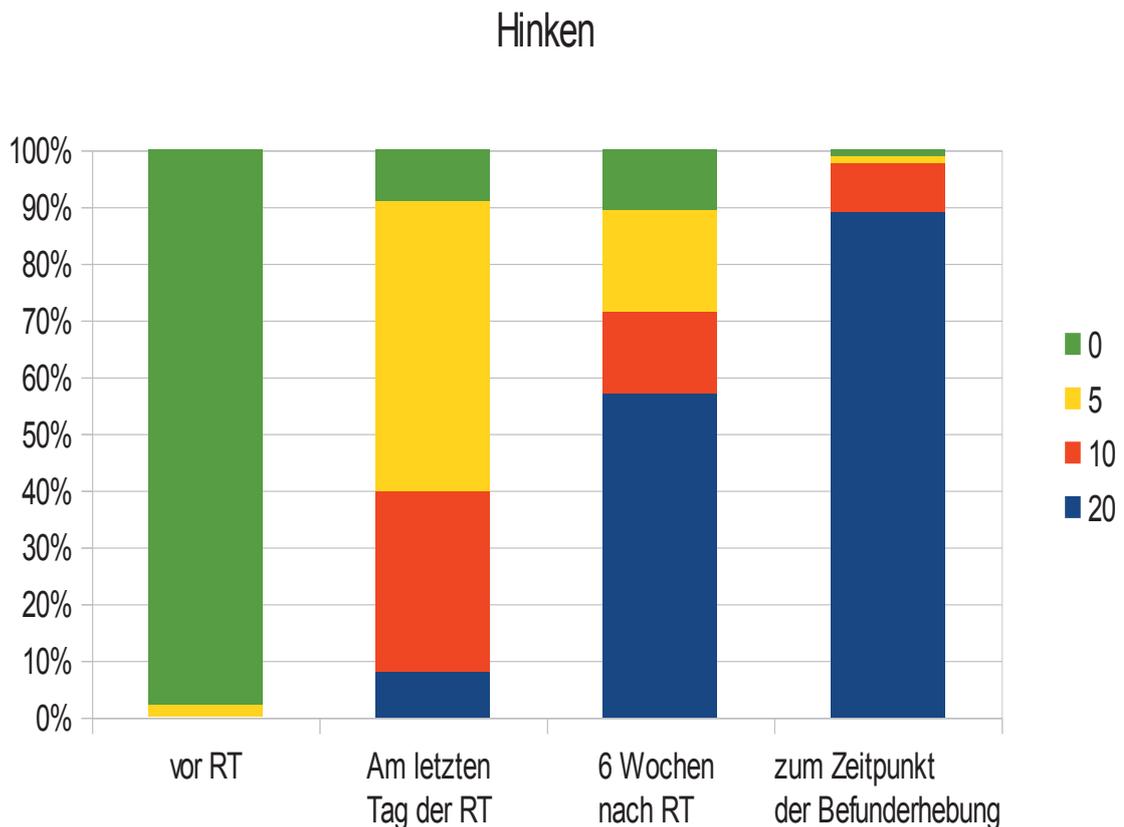


Abbildung 11: Graphische Darstellung des Einflusses des schmerzhaften FS auf das Gangbild anhand des Scores nach Rowe

4.1.7. Summenscores vor der Radiotherapie und zum Zeitpunkt der Befunderhebung anhand des Rowe Scores

Bei 101 Patienten wurde vor Beginn der Therapie, am letzten Tag der Therapie, 6 Wochen nach der Therapie und zum Zeitpunkt der Befunderhebung ein S-Score der bestehenden Schmerzen ermittelt.

Vor der Radiotherapie gaben 100 Patienten (99%) einen S-Score zwischen 0-30 (starke Schmerzen) an. 1 Patient (1%) gab einen S-Score zwischen 30–60 (milde Schmerzbesserung) an.

Am letzten Tag der Radiotherapie gaben 21 Patienten (20,8%) einen S-Score zwischen 0-30 (milde bis keine Schmerzbesserung) an, 26 Patienten (25,7%) gaben einen S-Score zwischen 30-60 (milde Schmerzbesserung) an, 24 Patienten (23,7%) gaben einen S-Score zwischen 60-90 (milde bis moderate Schmerzbesserung) an, 29 Patienten (28,7%) gaben einen S-Score zwischen 90–120 (gute Schmerzbesserung) an. 1 Patient (1%) gab einen S-Score zwischen 120–150 (Komplette Schmerzbesserung) an.

sechs Wochen nach der Radiotherapie wurden die Patienten erneut einbestellt und es wurde nach einer Schmerzbesserung gefragt. Die Angaben der Patienten wurden im Score (nach Rowe) erfasst. 53 Patienten (52,5%) gaben einen S-Score zwischen 0-30 (milde bis keine Schmerzbesserung) an, 2 Patienten (2%) gaben einen S-Score zwischen 30-60 (milde Schmerzbesserung) an, 7 Patienten (6,9%) gaben einen S-Score zwischen 60-90 (milde bis moderate Schmerzbesserung) an und 6 Patienten (5,9%) gaben einen S-Score zwischen 90-120 (gute Schmerzbesserung) an. Bei 33 Patienten (32,7%) erfolgte eine komplette Schmerzbesserung mit einem S-Score zwischen 120-150.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung anhand eines telefonischen Fragebogens ergaben sich folgende Angaben: 19 Patienten (18,8%) gaben einen S-score zwischen 0-30 an, 2 Patienten (2%) gaben einen S-Score zwischen 60-90 an, 7 Patienten (6,9%) gaben einen S-Score zwischen 90-120 an, 73 Patienten (72,3%) gaben einen S-Score zwischen 120-150 an. Kein Patient gab einen S-Score von 60-40 an und 14 Patienten (13,9%) gaben einen S-Score von 0 an.

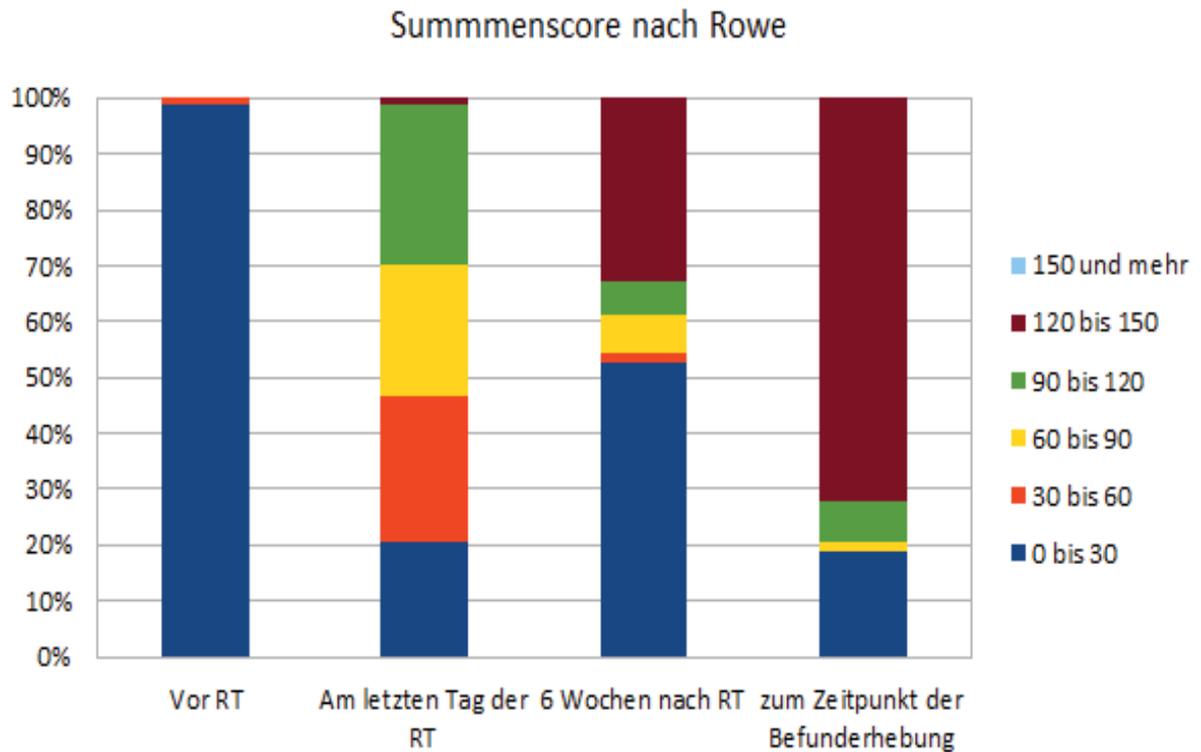


Abbildung 12: Graphische Darstellung des Summmenscores vor, nach RT und zum Zeitpunkt der Befunderhebung

4.2. Therapieresultate abhängig von der Einzel-Gesamtdosis; Gesamtbehandlungsdauer und Nennfeldgröße

4.2.1. Therapieresultate abhängig von der Einzel- und Gesamtdosis

Die Patienten (N=101) ließen sich mit einer Einzeldosis von 0,5 bzw. 1 Gy bestrahlen. In der Gruppe der Einzeldosis ergab sich kein signifikanter Einfluss der Dosis an dem Therapieergebnis. Nach der Radiotherapie erzielte die Gruppe mit der Einzeldosis von 0,5 Gy (Patienten N=65) keine Besserung (Mittelwert von 48,85 mit einer Standardabweichung von 27,4). In der Gruppe mit der Einzeldosis von 1 Gy (N=19) wurde ebenso keine Besserung (Mittelwert von 48,16 mit einer Standardabweichung von 25,051) erzielt.

Sechs Wochen nach der Radiotherapie ergab sich bei der Gruppe mit einer Einzeldosis von 0,5 Gy (N=42) eine erhebliche Besserung (Mittelwert von 86,79 mit einer Standardabweichung von 44,6).

Bei der Gruppe mit der Einzeldosis von 1 Gy (N=10) wurde auch eine deutliche Besserung (Mittelwert von 84 mit einer Standardabweichung von 53) erzielt.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung ergab sich bei den Patienten (N=59), die mit einer Einzeldosis von 0,5 Gy bestrahlt wurden, eine gute Schmerzbesserung (Mittelwert von 111,61 mit einer Standardabweichung von 21,28).

Bei den Patienten (N=18), die eine Einzeldosis von 1Gy erhalten haben, wurde ebenso eine gute Schmerzbesserung (Mittelwert von 111,94 mit einer Standardabweichung von 11,26) erzielt.

Modifizierter Score nach Rowe: Score 120-140: exzellent; Score 90-120: gut; Score 60-90: moderat; Score 30-60 mild; Score 0-30 schlecht.

	Einzeldosis	Patientenzahl (N)	Score nach Rowe	
			Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)
Am letzten Tag der Radiotherapie	0,5	65	48,85	27,42
	1,0	19	48,16	25,51
6 Wochen nach der Radiotherapie	0,5	42	86,79	44,64
	1,0	10	84,00	54
Zum Zeitpunkt der Befunderhebung	0,5	59	111,61	21,28
	1,0	18	111,94	11,26

Tabelle 11: Therapieresultate abhängig von der Einzeldosis

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit unterschiedlichen Einzeldosen (P-Wert: Am letzten Tag der RT 0,922; 6 Wochen nach RT: 0,865 zum Zeitpunkt der Befunderhebung: 0,949).

		Gesamt- dosis	Am letzten Tag der Radiotherapie	6 Wochen nach der Radiotherapie	Zum Zeitpunkt der Befunderhebung
Gesamt - dosis	Korrelation nach Pearson (r)	1	-0,157	0,013	-0,061
	Signifikanz (2-seitig)		0,172	0,905	0,670
	Patientenzahl	90	77	84	52

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 12: Therapieresultate abhängig von der Gesamtdosis

Es ergab sich keine Signifikanz nach Pearson-Korrelation zwischen der Gesamtdosis (3 bzw. 6 Gy) und dem Therapieergebnis gemäß Rowe-Score am letzten Tag der Radiotherapie ($r = -0,157$, $p = 0,172$), 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie ($r = 0,013$; $P = 0,905$) und zum Zeitpunkt der Befunderhebung ($r = -0,061$; $p = 0,670$).

4.2.2. Therapieresultate abhängig von der Gesamtbehandlungsdauer

Anhand dieser Tabelle kann man erkennen, dass keine Signifikanz nach Pearson-Korrelation zwischen der Dauer der Behandlungszeit (eine Woche bzw. zwei Wochen) und dem Therapieergebnis gemäß des modifizierten Scores nach Rowe nachgewiesen werden kann.

Am letzten Tag der Radiotherapie ($r = 0,06$, $p = 0,5$), sechs Wochen nach der Radiotherapie ($r = 0,022$, $p = 0,87$) und zum Zeitpunkt der Befunderhebung ($r = -0,12$, $p = 0,27$) gab es keinen signifikanten Einfluss der Dauer der Behandlung auf das Therapieergebnis.

		Behandlungszeitraum (Wochen)	Am letzten Tag der Radiotherapie	6 Wochen nach der Radiotherapie	Zum Zeitpunkt der Befunderhebung
Behandlungszeitraum (Wochen)	Korrelation nach Pearson	1	0,060	0,022	- 0,122
	Signifikanz (2-seitig)		0,577	0,874	0,279
	Patientenzahl	97	88	55	81

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 13: Therapieresultate abhängig von der Gesamtbehandlungsdauer

4.2.3. Therapieresultate abhängig von der Nennfeldgröße

Anhand dieser Tabelle erkennt man, 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie einen signifikanten Einfluss der gewählten Nennfeldgröße auf das Therapieansprechen. Dieser Einfluss war zum Zeitpunkt der Befunderhebung nicht nachweisbar. Gemäß des modifizierten Scores nach Rowe wurde bei den Patienten am letzten Tag der Radiotherapie (Patientenanzahl N=73, $r=-0,053$, $p=0,657$) und zum Zeitpunkt der Befunderhebung (N=49, $r=-0,036$, $p=0,806$) kein signifikanter Einfluss der Nennfeldgröße auf das Therapieergebnis erzielt. 6 Wochen nach der Radiotherapie (N=80, $r=-0,282$, $p=0,011$) zeigte sich eine Signifikanz mit einer negativen Korrelation.

Dies deutet auf einen besseren Effekt der Radiotherapie hin bei der Bestrahlung von Flächen, die genauso groß sind wie die Schmerzausdehnung an der Ferse.

		Fläche	Am letzten Tag der Radiotherapie	6 Wochen nach der Radiotherapie	Zum Zeitpunkt der Befund- erhebung
Fläche	Korrelation nach Pearson	1	-0,053	-0,0282*	-0,036
	Signifikanz (2-seitig)		0,657	0,011	0,806
	Patientenzahl (N)	90	73	80	49

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 14: Therapieresultat abhängig von der Nennfeldgröße

4.3. Zusammenhang zwischen dem Strahlentherapieergebnis und der Vorbehandlung des Fersensporn; Seitenlokalisation; Alter und Geschlecht

4.3.1. Zusammenhang zwischen Therapieergebnis und der Vorbehandlung des Fersensporn

4.3.1.1. Vorbehandlung mit Nicht-Steroidalen Antiphlogistika (NSAID)

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte am letzten Tag der Radiotherapie keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Schmerzbesserung zwischen Patienten (N=23), die keine NSAID's erhalten (Mittelwert=34,35, Standardabweichung=19,27) und Patienten (N=32), die NSAID eingenommen haben (M=26,25; SD=18,45). Die Bedeutungszuweisung war mit $p=0,055$ nicht signifikant.

Ebenso konnte zum Zeitpunkt der Befunderhebung kein signifikanter Einfluss der NSAID-Therapie in Bezug auf die Schmerzbesserung nachgewiesen werden.

Bei den Patienten (N=23), die keine NSAID-Therapie erhielten (M=76,09; SD=8,9) und den Patienten (N=32), die NSAID's einnahmen (M=74,38; SD=16,64), ergab sich eine nicht nennenswerte Signifikanz von $p=0,57$.

Im Gegensatz zu den vorherigen Ergebnissen konnte man sechs Wochen nach Abschluss der Radiotherapie einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Schmerzbesserung zwischen Patienten (N=23) ohne NSAID-Therapie (M=65,22; SD=29,52) und Patienten (N=32) mit NSAID-Therapie (M=51,25; SD=34,05) mit einer Signifikanz von $p=0,047$ feststellen. Dies zeigte, dass Patienten mit einer Vorbehandlung und weiterer Behandlung mittels NSAID eine niedrigere Schmerzbesserung erlebten im Vergleich zu den Patienten, die ohne NSAID-Medikation die Radiotherapie erhielten.

	NSAID	Patientenzahl (N)	Modifizierten Score nach Rowe	
			Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)
Am letzten Tag der Radiotherapie	0	23	34,35	19,27
	1	32	26,25	18,45
6 Wochen nach der Radiotherapie	0	23	65,22	29,52
	1	32	51,25	34,05
Zum Zeitpunkt der Befunderhebung	0	23	76,09	8,91
	1	32	74,38	16,64

Tabelle 15: Einfluss der NSAID auf das Therapieergebnis

NSAID: 0=keine von NSAID's; 1=Gabe von NSAID's

4.3.1.2. Vorbehandlung mit einer oralen Glukokortikoid-Therapie

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte in keinem Zeitraum einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Schmerzbesserung zwischen der oralen Glukokortikoid-Einnahme und der Therapieergebnisse.

Die Patienten (N=53) ohne Kortison-Therapie bemerkten am letzten Tag der Radiotherapie eine leichte Besserung der Schmerzen (Mittelwert von 29,81 mit einer Standardabweichung von 19,36) im Vergleich zu den Patienten (N=2), die eine Kortison-Therapie erhalten haben (Mittelwert von 25,0 mit einer Standardabweichung von 7,07). Das signifikante Niveau lag bei $p=0,148$.

Sechs Wochen nach der Radiotherapie konnte bei den Patienten (N=53) ohne Kortison-Therapie ein Mittelwert von 57,36 mit einer Standardabweichung von 32,76 erzielt werden.

Dem gegenüber bestand bei Patienten (N=2), die Glukokortikoide einnahmen nach sechs Wochen ein Mittelwert von 50 mit einer Standardabweichung von 42,4. In dem Fall ist im Vergleich eine Schmerzbesserung in der Gruppe ohne Glukokortikoide Einnahme erzielt worden. Hier lag das signifikante Niveau bei $p=0,74$.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung ergab sich in beiden Gruppen eine gleiche bedeutsame Schmerzbesserung: bei den Patienten (N=53) ohne Kortison-Therapie ein Mittelwert von 75,09 mit einer Standardabweichung von 14,09. Bei den Patienten (N=2) mit Kortison-Therapie ergab sich ein Mittelwert von 75,0 und eine Standardabweichung von 7,07. Das signifikante Niveau lag bei $p=0,4$

	Kortison	Patientenzahl (N)	Modifizierter Score nach Rowe	
			Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)
Am letzten Tag der Radiotherapie	0	53	29,81	19,36
	1	2	25,00	7,07
6 Wochen nach der Radiotherapie	0	53	57,36	32,77
	1	2	50,00	42,43
Zum Zeitpunkt der Befunderhebung	0	53	75,09	14,09
	1	2	75,00	7,07

Tabelle 16: Einfluss von Kortison auf das Therapieergebnis

Kortison: 0=keine Therapie; 1=orale Kortison-Therapie

4.3.1.3. Vorbehandlung mit lokalen Glukokortikoid-Injektionen

Der Kruskal-Wallis-Test zeigte einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Schmerzbesserung zwischen der lokalen Kortikoid-Injektion und dem Therapieergebnis am letzten Tag der Radiotherapie bei Patienten (N=31) ohne Kortison-Therapie (M=34,19;

SD=16,6) und Patienten (N=24) mit lokaler Kortison-Infiltration (M=23,7; SD=20,6). Das signifikante Niveau lag bei $p=0,036$. Dies zeigt, dass Patienten, die vor der Bestrahlung eine lokale Infiltration erhielten, am letzten Tag der Radiotherapie eine niedrigere Schmerzbesserung hatten als die Vergleichsgruppe ohne Kortison-Therapie.

Sechs Wochen nach der Bestrahlung ergab sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Schmerzbesserung zwischen der Gruppe von Patienten (N=24) mit lokalen Kortikoid-Injektion (M=40,8; SD=37,29) und dem Therapieergebnis bei Patienten (N=31) ohne Kortison-Therapie (M=69,7; SD=21,98). Hier lag das signifikante Niveau bei $p=0,001$. Dies zeigt, dass Patienten, die vor der Bestrahlung mit einer Lokalinfiltration behandelt wurden, sechs Wochen nach Abschluss der Radiotherapie weiterhin eine niedrigere Schmerzbesserung hatten als die Vergleichsgruppe ohne Kortison-Therapie. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung ergab sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Schmerzbesserung zwischen der Patientengruppe (N=24) mit lokalen Kortikoid-Injektion (M=71,67, SD=19,92) und dem Therapieergebnis bei Patienten (N=31) ohne Kortikoid-Injektion (M= 77,4, SD=4,97) Das signifikante Niveau lag bei 0,417.

	Lokale Infiltration	Patientenzahl (N)	Modifizierten Score nach Rowe	
			Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)
Am letzten Tag der Radiotherapie	0	31	34,19	16,69
	1	24	23,75	20,60
6 Wochen nach der Radiotherapie	0	31	69,68	21,98
	1	24	40,83	37,29
Zum Zeitpunkt der Befunderhebung	0	31	77,74	4,97
	1	24	71,67	19,92

Tabelle 17: Einfluss von lokalen Kortison-Injektionen auf das Therapieergebnis

Lokale Infiltration: 0=keine Therapie; 1=Therapie mit einer lokalen Kortison-Infiltration

4.3.2. Zusammenhang zwischen dem Therapieergebnis und der Lokalisation des Fersensporns

An der Radiotherapie nahmen insgesamt 102 Patienten teil, 55 Patienten (54,4%) hatten den Fersensporn am rechten Fuß, 15 Patienten (14,3%) hatten einen beidseitigen Fersensporn und bei 32 Patienten (31,6%) war der Fersensporn am linken Fuß lokalisiert.

Der Kruskal-Wallis-Test ergab keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Therapieergebnisses in Bezug auf die Lokalisation des Fersensporns. Am letzten Tag der Strahlentherapie ergab sich für alle Gruppen ein $p=0,77$; Sechs Wochen nach der Radiotherapie ein $p=0,78$ und zum Zeitpunkt der Befunderhebung ein $p=0,992$.

Am letzten Tag der Radiotherapie ergab sich bei Patienten (N=13) ohne dokumentierte Lokalisation des Fersensporns ein Mittelwert von 46,15 mit einer Standardabweichung von 31,24. Sechs Wochen nach Bestrahlung zeigte sich in dieser Gruppe ein Mittelwert von 91,0 mit einer Standardabweichung von 53,74. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung ergab sich ein Mittelwert von 115 mit einer Standardabweichung von 8,528.

Bei den Patienten (N=37) mit einem rechtsseitigen Fersensporn ergab sich am letzten Tag der Radiotherapie ein Mittelwert von 51,5 mit einer Standardabweichung von 25,4.

Sechs Wochen nach Abschluss der Radiotherapie wurde ein Mittelwert von 87,2 mit einer Standardabweichung von 44,1 erzielt.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung ergab sich ein Mittelwert von 110 mit einer Standardabweichung von 24,3.

Am letzten Tag der Radiotherapie zeigte sich bei Patienten (N=8) mit beidseitigem Fersensporn ein Mittelwert von 56,25 mit einer Standardabweichung von 24,46. Nach sechs Wochen konnte man einen Mittelwert von 71,25 mit einer Standardabweichung von 34,25 feststellen. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung ergab sich ein Mittelwert von 112,5 mit einer Standardabweichung von 13,36. Bei den Patienten (N=26) mit einem linksseitigen Fersensporn erzielte man am letzten Tag der Strahlentherapie ein Mittelwert von 43,65 mit

einer Standardabweichung von 27,73. Sechs Wochen nach Bestrahlung ergab sich ein Mittelwert von 85,0 mit einer Standardabweichung von 51,87. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung wurde ein Mittelwert von 112,27 mit einer Standardabweichung von 16,9 erzielt.

Diagnose Fersensporen (1=rechts; 2=links)		Am letzten Tag der Radiotherapie	6 Wochen nach der Radiotherapie	Zum Zeitpunkt der Befunderhebung
0 (Lokalisation nicht dokumentiert)	Mittelwert	46,15	91,00	115,00
	Patientenzahl N	13	10	12
	Standardabweichung	31,235	53,738	8,53
1 (Fersensporen rechter Fuß)	Mittelwert	51,49	87,22	110,00
	Patientenzahl N	37	27	35
	Standardabweichung	25,410	44,057	24,34
1+2 (Fersensporen rechts + links)	Mittelwert	56,25	71,25	112,50
	Patientenzahl N	8	4	8
	Standardabweichung	24,458	34,248	13,36
2 (Fersensporen linker Fuß)	Mittelwert	43,65	85,00	112,27
	Patientenzahl N	26	11	22
	Standardabweichung	27,733	51,817	16,88
Insgesamt	Mittelwert	48,69	86,25	111,69
	Patientenzahl N	84	52	77
	Standardabweichung	26,854	46,017	19,34

Tabelle 18: Zusammenhang zwischen Therapieergebnis und Lokalisation des Fersensorns

4.3.3. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht der Patienten

4.3.3.1. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter der Patienten

In dieser Tabelle zeigt sich, dass es keine Signifikanz nach Pearson-Korrelation zwischen dem Alter der Patienten und dem Therapieergebnis am letzten Tag der Radiotherapie ($r=0,17$; $p=0,12$) und zum Zeitpunkt der Befunderhebung ($r=-0,078$; $p=0,49$) gibt. Es gab allerdings einen signifikanten Einfluss des Alters auf den Therapieerfolg Sechs Wochen nach der Radiotherapie ($r=0,28$; $p=0,041$). Dies bedeutet, je älter die Patienten waren, desto besser war ihr Therapieergebnis sechs Wochen nach der Bestrahlung.

		Alter am Tag der ersten Behandlung	Am letzten Tag der Radiotherapie	6 Wochen nach der Radiotherapie	Zum Zeitpunkt der Befund- erhebung
Alter am Tag der ersten Behandlung	Korrelation nach Pearson	1	0,168	0,274*	-0,078
	Signifikanz (2-seitig)		0,115	0,041	0,487
	Patientenzahl N	99	89	56	82

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 19: Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter der Patienten

4.3.3.2. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten

102 Patienten ließen sich bestrahlen, davon waren 28 Männer und 74 Frauen. Anhand des Mann-Whitney-U-Tests konnte man feststellen, dass es keine Signifikanz zwischen dem Geschlecht und des Therapieergebnisses gab. (Am letzten Tag der Radiotherapie $p=0,099$, 6 Wochen nach RT $p=0,42$ und zum Zeitpunkt der Befunderhebung $p=0,14$.)

Am letzten Tag der Strahlentherapie ergab sich bei den Männern ein Mittelwert von 41,0 mit einer Standardabweichung von 24,75 und bei Frauen ein Mittelwert von 50,4 mit einer Standardabweichung von 28,1. Sechs Wochen nach der Radiotherapie erhielt man bei den

männlichen Patienten einen Mittelwert von 81,0 mit einer Standardabweichung von 45,4. Bei den weiblichen Patienten lag der Mittelwert zu diesem Zeitpunkt bei 86,22 mit einer Standardabweichung von 48,6.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung konnte man bei den Männern einen Mittelwert von 108,16 mit einer Standardabweichung von 27,65 feststellen und bei den Frauen einen Mittelwert von 112,4 mit einer Standardabweichung von 16,7.

	Geschlecht 1=männlich, 2=weiblich	Patientenzahl (N)	Modifizierter Score nach Rowe	
			Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)
Am letzten Tag der Radiotherapie	1	25	41,00	24,75
	2	64	50,39	28,12
6 Wochen nach Radiotherapie	1	15	81,00	45,40
	2	41	86,22	48,55
Zum Zeitpunkt der Befunderhebung	1	19	108,16	27,65
	2	63	112,38	16,65

Tabelle 20: Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten

4.4. Zusammenhänge zwischen Therapieergebnis und prätherapeutischer Schmerzdauer

In dieser Tabelle kann man erkennen, dass es einen signifikanten Einfluss zum Zeitpunkt der Befunderhebung nach Pearson-Korrelation hinsichtlich der prätherapeutischen Schmerzdauer in Bezug auf den Therapieerfolg gibt.

Am letzten Tag der Radiotherapie ergaben sich die Werte $r=-0,20$ und $p=0,093$, Sechs Wochen nach der Radiotherapie die Werte $r=0,13$ und $p=0,38$.

Es gab allerdings eine Signifikanz zum Zeitpunkt der Befunderhebung ($r=-0,32$; $p=0,012$). Dies bedeutet, dass die Patienten, die sehr früh nach Schmerzeintritt radiotherapeutisch behandelt wurden, mehr von der Radiotherapie profitierten und eine höhere Schmerzlinderung erzielt wurde, als bei den Patienten, die erst sehr spät behandelt wurden

		Prätherapeutische Schmerzdauer	Am letzten Tag der Radiotherapie	6 Wochen nach der Radiotherapie	Zum Zeitpunkt der Befunderhebung
Prätherapeutische Schmerzdauer	Korrelation nach Pearson	1	-0,202	0,136	-0,315*
	Signifikanz (2-seitig)		0,093	0,380	0,012
	Patientenzahl N	73	70	44	63

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 21: Korrelation zwischen Therapieergebnissen und prätherapeutischer Schmerzdauer

4.5. Therapieergebnis in Abhängigkeit von dem Gerät

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass es keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des angewandten Gerätes in Bezug auf das Therapieergebnis gibt. (Am letzten Tag der Radiotherapie $p=0,62$; 6 Wochen nach RT $p=0,42$; zum Zeitpunkt der Befunderhebung $p=0,42$).

Am letzten Tag der Radiotherapie ergab sich bei den Patienten (N=29), die mit max. Energie von 300kV bestrahlt wurden ein Mittelwert von 50,34 mit einer Standardabweichung von 26,56 und bei Patienten (N=55), die mit max. Energie von ^{60}Co bestrahlt wurden, ein Mittelwert von 47,82 mit einer Standardabweichung von 27,2.

6 Wochen nach der Radiotherapie erhielt man bei den Patienten (N=16) am Elektronvoltgerät einen Mittelwert von 89,38 mit einer Standardabweichung von 51,5.

Bei den Patienten(N=36) am Kobaltgerät ergab sich ein Mittelwert von 84,86 mit einer Standardabweichung von 44,1.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung erzielte man bei den Patienten (N=27), die mit dem Orthovoltgerät bestrahlt wurden, einen Mittelwert von 112,6 mit einer Standardabweichung von 10,23 und bei den Patienten (N=50), die eine Bestrahlung mit dem Kobalt-Gerät erhielten, einen Mittelwert von 111,2 mit einer Standardabweichung von 22,9

Zeitraum	Gerät	Patientenzahl (N)	Modifizierter Rowe-Score	
			Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)
Am letzten Tag der Radiotherapie	Max. Energie 300kV	29	50,34	26,56
	Max. Energie ⁶⁰ Co	55	47,82	27,21
6 Wochen nach der Radiotherapie	Max. Energie 300kV	16	89,38	51,54
	Max. Energie ⁶⁰ Co	36	84,86	44,05
Zum Zeitpunkt der Befunderhebung	Max. Energie 300kV	27	112,59	10,23
	Max. Energie ⁶⁰ Co	50	111,20	22,90

Tabelle 22: Therapieergebnisse in Abhängigkeit von dem ausgewählten Gerät

4.6. Ergebnisse nach zweiter Radiotherapie

16 von 102 Patienten ließen sich ein zweites Mal bestrahlen bei weiterhin bestehenden Schmerzen nach der 1. Bestrahlungsserie des Fersensporn. Dies erfolgte bei einem durchschnittlichen zeitlichen Abstand von 4,3 Monaten (2-9 Monate) am Orthovolt-Gerät und 7 Monaten (1-35 Monate) am Kobalt-Gerät (Tab.9). Anhand des T-Tests konnte die Differenz

zwischen dem Score nach Rowe am Tag der Nachsorge nach der 1. Bestrahlungsserie und dem Score am letzten Tag der 2. Bestrahlungsserie und 6 Wochen nach der 2. Bestrahlungsserie erhoben werden. Am letzten Tag der 2. Bestrahlungsserie ergab sich eine mittlere Differenz von -38,7 (95% KI -54,30; -23,20), dies spricht für eine Besserung des Scores um durchschnittlich 38 Punkte in der Patientengruppe und somit zu einer wesentlichen Schmerzbesserung. 6 Wochen nach der 2. Bestrahlungsserie ergab sich eine mittlere Differenz von -65 (95% KI -81,28; -48,72), dies entspricht einer Besserung des Scores um durchschnittlich 65 Punkte im Vergleich zum Score vor Beginn der 2. Bestrahlungsserie und somit eine gute Schmerzbesserung in dieser Gruppe.

Patientenzahl	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
			Untere	Obere
16	,000	-38,750	-54,30	-23,20

Tabelle 23: T-Test, II-Bestrahlungsserie, am letzten Tag der Radiotherapie

Patientenzahl	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
			Untere	Obere
16	,000	-65,000	-81,28	-48,72

Tabelle 24: T-Test, II-Bestrahlungsserie, 6 Wochen nach der Radiotherapie

4.7. Multivariant-Analyse verschiedener Bestrahlungsparameter

Die Multivariant-Analyse berücksichtigt folgende Bestrahlungsparameter: Nennfeldfläche, Gerät, Gesamtdosis und Behandlungszeitraum am letzten Tag der Radiotherapie, 6 Wochen nach Radiotherapie und zum Zeitpunkt der Befunderhebung.

Am letzten Tag der Radiotherapie zeigte sich kein signifikanter Einfluss aller untersuchten Parameter auf das Therapieansprechen (**Tabelle 25**).

6 Wochen nach der Radiotherapie (**Tabelle 26**) zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Nennfeldfläche ($p= 0,012$), ($r= -2,57$). Dies entspricht einer guten Schmerzlinderung 6 Wochen nach der Radiotherapie bei einer Nennfeldflächen, die genauso groß ist wie die Schmerzfläche an der Ferse oder etwas kleiner. Es gibt folglich einen Einfluss der Nennfeldfläche auf das Therapieergebnis 6 Wochen nach Radiotherapie. Nach mehreren Monaten Nachsorge war dieser Einfluss nicht mehr nachweisbar.

Zum Zeitpunkt der Befunderhebung (**Tabelle 27**) zeigte sich kein signifikanter Einfluss der untersuchten Parameter auf das Therapieansprechen.

Analyse-Parameter:	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Beta	T	Signifikanz
(Konstante)	115,137	8,553		13,462	,000
Nennfeldfläche	-,009	,059	-,021	-,159	,874
Gerät	,012	,019	,089	,642	,523
Gesamtdosis	-3,955	2,691	-,226	-1,470	,146
Behandlungszeitraum	,880	1,353	,100	,650	,518

Tabelle 25: Multivariant-Analyse am letzten Tag der Radiotherapie

Analyse-Parameter:	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Beta	T	Signifikanz
(Konstante)	65,067	10,446		6,229	,000
Nennfeldfläche	-,159	,062	-,302	-2,570	,012
Gerät	-,010	,022	-,057	-,465	,643
Gesamtdosis	-,239	3,304	-,010	-,072	,943
Behandlungszeitraum	,216	1,682	,018	,128	,898

Tabelle 26: Multivariant-Analyse 6 Wochen nach Radiotherapie

Analyse-Parameter:	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Beta	T	Signifikanz
(Konstante)	107,425	23,522		4,567	,000
Nennfeldfläche	-,016	,158	-,018	-,105	,917
Gerät	-,006	,058	-,018	-,098	,923
Gesamtdosis	,171	6,914	,005	,025	,980
Behandlungszeitraum	-3,330	3,775	-,161	,002	,382

Tabelle 27: Multivariant-Analyse zum Zeitpunkt der Befunderhebung

4.8. Multivariant-Analyse aller untersuchten Parameter

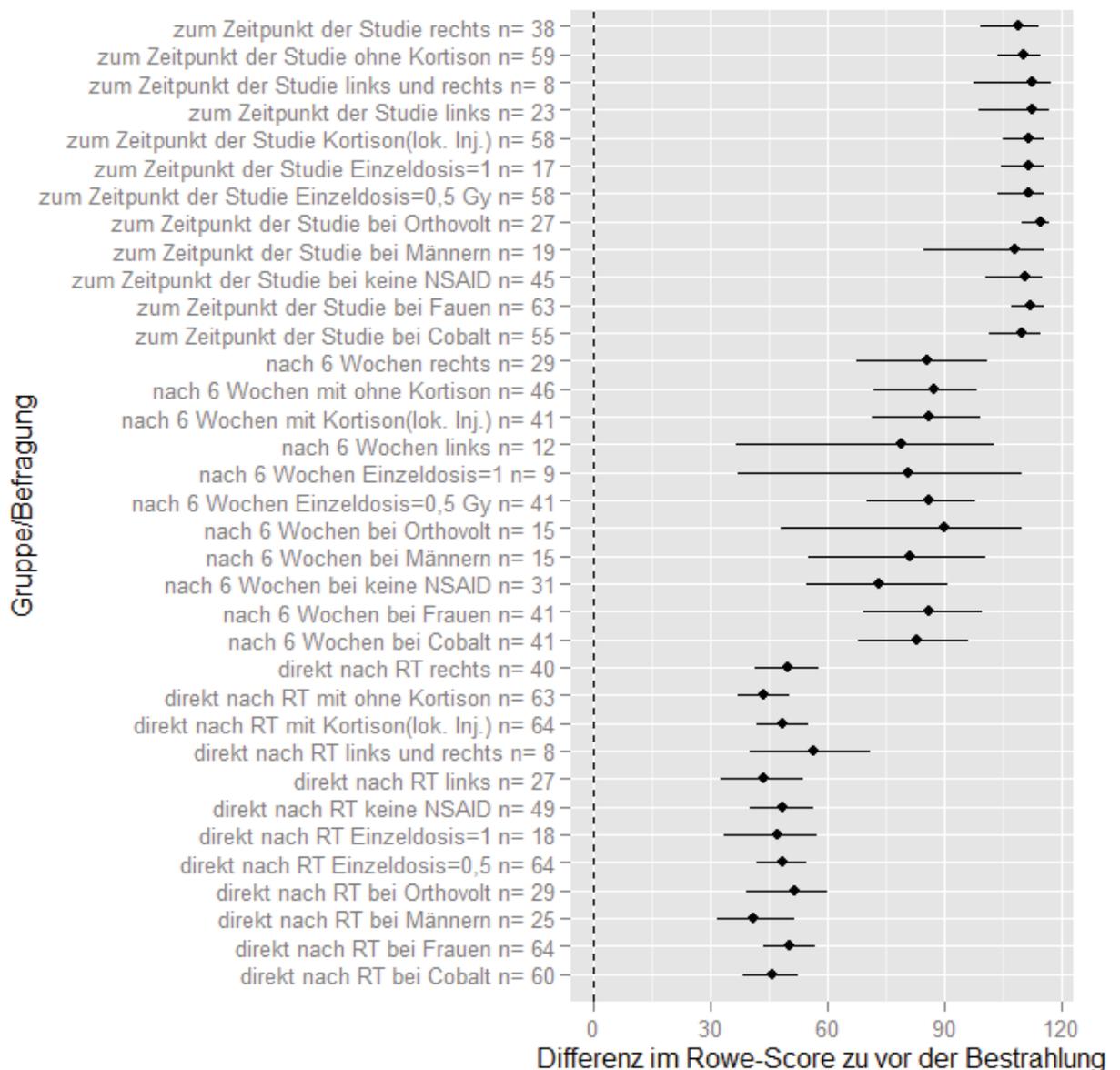


Abbildung 13: Übersicht der Bootstap-Konfidenzintervalle von Bestrahlungsergebnissen anhand des modifizierten Scores nach Rowe am letzten Tag der RT, 6 Wochen nach RT und zum Zeitpunkt der Befunderhebung

Im Vergleich zu den Ergebnissen des Rowe-Scores vor der Bestrahlung ergab sich nach der Bestrahlung ein höher Rowe-Score, der auf eine Schmerzbesserung hindeutete. Es bestand eine Differenz zwischen dem Rowe-Score vor der Bestrahlung, dem Score am letzten Tag der RT, dem Score 6 Wochen nach RT und dem Score zum Zeitpunkt der Befunderhebung. (direkt nach der RT=am letzten Tag der RT; nach 6 Wochen=6 Wochen nach RT; n=Patientenzahl).

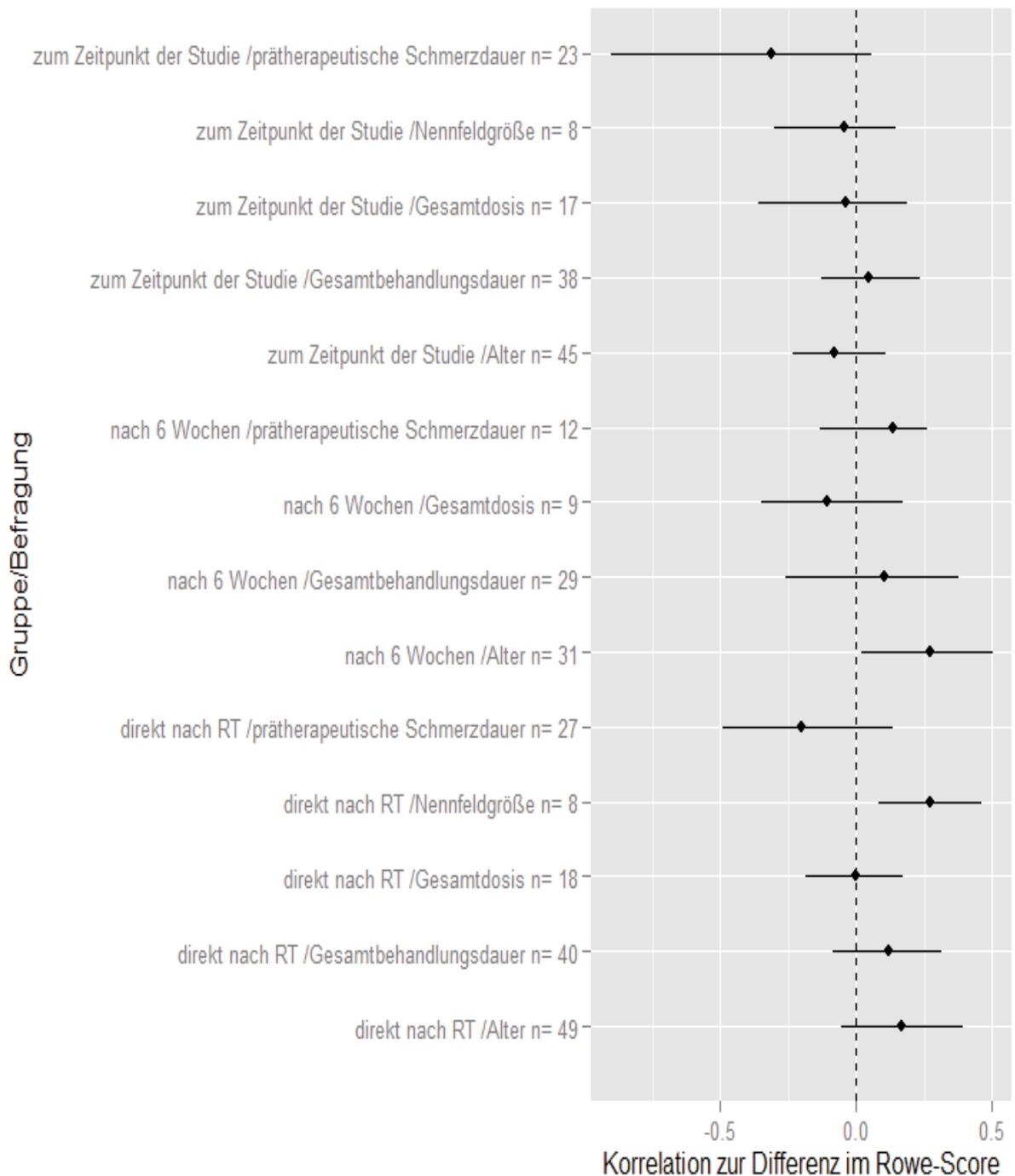


Abbildung 14: Bootstap-Konfidenzintervalle der Therapieergebnisse für die Korrelation von Alter, Gesamtbehandlungsdauer, Gesamtdosis, Nennfeldgröße und der prätherapeutischen Schmerzdauer zu der Differenz des Rowe-Scores vor der RT mit dem Rowe-Score am letzten Tag der RT, 6 Wochen nach RT und zum Zeitpunkt der Befunderhebung.

6 Wochen nach der RT konnten aufgrund der geringen Zahl an Patienten keine Bootstap-Ergebnisse der Nennfeldgröße ermittelt werden. (Direkt nach der RT=Am letzten Tag der RT; nach 6 Wochen=6 Wochen nach RT; n=Patientenzahl).

5. Diskussion

Bei unserem Patientenkollektiv, welches mit der Diagnose eines schmerzhaften Fersenspornes überwiesen wurde, konnte anhand strahlentherapeutischer Parameter am Beispiel von Gesamt- und Einzeldosis, Gesamtbehandlungsdauer, Feldgröße und Strahlenqualität, sowie klinischer Parameter wie die prätherapeutische Schmerzdauer, Alter, Geschlecht und die Vorbehandlung eine Auswertung bezüglich des Therapieerfolgs und der Beeinträchtigung im Lebensalltag durchgeführt werden.

5.1. Retrospektive und prospektive Studien als Rationale zur Bewertung der Effizienz der Radiotherapie bei chronisch-degenerativen Erkrankungen

Heutzutage ist in der Medizin die wissenschaftliche Begründung für eine Behandlungsmethode eine fast schon selbstverständliche Voraussetzung. Es ist deshalb für die Methode der Entzündungsbestrahlung durchaus interessant, auf welcher Datenbasis („Rationale“) sie beruht. Derzeit existieren mehrere retrospektive bzw. prospektive Studien. Drei davon werden im Folgenden vorgestellt.

Studie1: Ralph Mücke, Klaus Schönekaes. et al Strahlentherapie des schmerzhaften Fersenspornes. Eine retrospektive Analyse von 117 Patienten [48]

Ein Krankengut mit 117 Patienten wurde retrospektiv nach Strahlentherapeutischer Behandlung am 6-MV-Photonen-Gerät wegen eines schmerzhaften Fersenspornes analysiert. 71 Frauen und 46 Männer mit einem Altersmedian von 58 Jahren (30-84Jahre) und 136 Fersenspornen (links n=43, rechts n=55, beide n=19) wurden in einer (n=104) oder zwei Serien (n=13) bestrahlt. 94-mal lag ein plantarer, fünfmal ein dorsaler und 18-mal ein beidseitiger Fersensporn vor. 82 Patienten berichteten über vorher durchgeführte Therapien, bei 35 Patienten wurde die RT als erste Maßnahme eingesetzt. Die RT erfolgte zweimal pro Woche mit einem 6-MV-Photon-Stehfeld mit 0,5 Gy Einzeldosis bis zu einer Gesamtdosis von 5,0 Gy. Die Therapieergebnisse wurden am Ende und aktuell nach dem von Pannewitz-Score bewertet.

Die Befunderhebung zur Analyse der analgetischen Wirkung der Strahlentherapie erfolgte direkt nach der Radiotherapie und später mit einem medianen Follow-up von 20 Monaten (1-63 Monate) mit den Auswertekriterien: a) schmerzfrei, b) wesentliche Besserung, c) leichte Besserung, d) Keine Besserung.

Die Autoren stellen als Ergebnis ihrer Untersuchung fest, dass bei einer medianen Schmerzdauer vor RT kleiner als 6 Monaten (1-60 Monate) eine bessere Schmerzkontrolle erzielt wurde als bei einer medianen Schmerzdauer älter als 6 Monate. Die Autoren ziehen damit das Fazit, dass die Radiotherapie innerhalb der ersten 6 Monate nach Symptombeginn erfolgen sollte.

Das Fazit aus dieser Studie konnte in dieser Arbeit bestätigt werden. Unser Ergebnis zeigte zum Zeitpunkt der Befunderhebung einen signifikanten Einfluss ($P=0,012$; $r=-0,315$) der prätherapeutischen Schmerzdauer auf das Therapieansprechen.

Studie 2: Reinhard Heyd, N., Strahlentherapie beim schmerzhaften Fersensporn. Ergebnisse einer prospektiv-randomisierten Studie. [49]

Ein Krankengut mit 130 Patienten wurde prospektiv-randomisiert untersucht zu der Effektivität zweier verschiedener Dosisregime für die Strahlentherapie von Patienten mit schmerzhaften Fersenspornen. Die Gruppe mit niedriger Dosis (LD-Gruppe, $n=65$) wurde mit $2 \times 0,5$ Gy pro Woche bis zu einer Gesamtdosis von 3,0 Gy pro Serie bestrahlt, die Gruppe mit höherer Dosis (HD-Gruppe, $n=65$) erhielt zweiwöchentliche Fraktionen à 1,0 Gy bis zu einer Gesamtdosis von 6,0 Gy/Serie. 24 Fälle der HD-Gruppe und 17 der LD Gruppe erhielt eine zweite Bestrahlungsserie.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte anhand eines Funktionsscores vor Bestrahlungsbeginn, am Ende jeder Serie sowie 6 Wochen und 6 Monate nach der Therapie. Als Auswertungskriterien bestanden:

exzellent (Score: 90-100), **gut** (Score: 70-85), **zufriedenstellend** (Score: 45-65), **schlecht** (Score: 0-40)

Fazit: Für die Radiotherapie schmerzhafter Fersensporne ist eine Gesamtdosis von 3,0 Gy pro Serie ausreichend.

Die Studie zeigt die Wirksamkeit niedriger Dosen bei der Behandlung des Fersensporn. In unserer Arbeit konnten wir ebenfalls feststellen, dass es mehrere Jahre nach der Radiotherapie keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Schmerzbesserung zwischen der Gruppe mit 3 Gy GD und der Gruppe mit 6 Gy GD gab. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung wurde bei den Patienten (N=59) mit einer GD von 3 Gy ein Mittelwert von 111,61 und bei Patienten(N=18) mit einer GD von 6 Gy ein Mittelwert von 111,94 erzielt.

Studie 3: Marcus Niewald et al. [50]

Ein Krankengut von 66 Patienten wurden vor Radiotherapie randomisiert und erhielt eine Gesamtdosis von 6,0 Gy in 6 Fraktionen von 1,0 Gy zweimal wöchentlich (Standarddosis, n=29 Patienten) oder eine Gesamtdosis von 0,6 Gy in 6 Fraktionen von 0,1 Gy zweimal wöchentlich (niedrige Dosis, n=33 Patienten). Bei allen Patienten wurde 4- bis 6-MV Photonen verwendet. Einschlusskriterien waren (1) klinische Diagnose eines schmerzhaften Fersensporn (typische Anamnese mit Schmerzen an dem vorderen Teil des Fersenbeins mit schmerzhaften Druck auf das Fersenbein ohne lokale orthopädische Erkrankungen; (2) Dauer der Symptome länger als 6 Monate; (3) radiologischer Nachweis der Fersensporn (konventionelle seitliche Röntgenbildern; (4) Karnofsky Performance-Status 70%; und (5) Alter > 40 Jahren.

Die Patienten wurden zufällig durch Statistiker einem der folgenden Arme zugeordnet: Arm A (Standard-Dosis-Gruppe): Gesamtdosis von 6 Gy in 6 Einzel Fraktionen von 1,0 Gy, zweimal wöchentlich oder Arm B (Niedrigdosis-Gruppe): Gesamtdosis von 0,6 Gy in 6 Einzelfraktionen von 0,1 Gy, angewendet zweimal wöchentlich. Die Befunderhebung zum Vergleich beider Behandlungsregime erfolgte 3 Monaten und 12 Monaten nach Abschluss der Radiotherapie mit folgenden Auswertkriterien: Calcaneodynia Score: (100=Beschwerdefrei; 0=starke Schmerzen)

Visual Analog Scala (VAS) Score: (0=keine Schmerzen, 100=sehr starke Schmerzen)

SF 12: (beschreibt die Einschränkung bei der täglichen Arbeit)

Von den 66 Patienten wurden 4 wegen Screening-Fehler ausgeschlossen. 3 Monate nach Abschluss der Radiotherapie waren die Ergebnisse im Standard-Arm den Ergebnissen des Niedrigdosis-Arms signifikant überlegen (visuelle Analogskala, $P=0.001$; Calcaneodynia Punktzahl, $P=0.027$; SF12, $P=0.045$). Weitere Auswertungen 12 Monate nach Abschluss der Radiotherapie zeigte sich, dass weniger Patienten im Standard-Arm erneut bestrahlt wurden ($p<0.001$). Die Ergebnisse von Patienten in dem Niedrigdosis-Arm, die erneut bestrahlt wurden, waren identisch mit den Ergebnissen der Patienten aus dem Standard-Arm ohne erneute Bestrahlung. Patienten mit einem günstigen Ergebnis nach 3 Monaten zeigten dies auch nach 12 Monaten.

Fazit: Diese Studie bestätigt die analgetische Wirkung der Radiotherapie mit einer Gesamtdosis von 6 Gy bei der Behandlung des schmerzhaften Fersenspornes und die Wirksamkeit der Re-Bestrahlung.

Diese Ergebnisse konnten in unserer Arbeit bestätigt werden. Bei 16 Patienten erfolgte eine Re-Bestrahlung wegen einer unbefriedigenden Schmerzbesserung nach der 1. Bestrahlungsserie. Am letzten Tag der Re-Bestrahlung und 6 Wochen nach der 2. Serie wurde bei den Patienten eine Besserung der mittleren Differenz von (-38,75) auf (-65,00) erzielt.

5.2. Aussagen zum Therapieerfolg anhand strahlentherapeutischer Parameter

Der tägliche Ablauf in einem Strahlentherapeutischen Institut ist geprägt von dem Umgang mit Bestrahlungsgeräten. Die Orthovoltgeräte wurden anhand ihrer Therapieergebnisse mit denen des Kobaltgeräts verglichen.

Am letzten Tag der Radiotherapie erzielten 29 Patienten am Orthovoltgerät einen Mittelwert von 50,34 im Vergleich von 55 Patienten am Kobaltgerät mit einem Mittelwert von 47,82. (Score zwischen 30 und 60=milde Schmerzbesserung) 6 Wochen nach der Radiotherapie erzielten 16 Patienten am Orthovoltgerät einen Mittelwert von 89,38 gegen 36 Patienten am Kobaltgerät mit einem Mittelwert von 84,86. (Score zwischen 60 und 90 = moderate Schmerzbesserung) Zum Zeitpunkt der Befunderhebung gaben 27 Patienten am

Orthovoltgerät einen Mittelwert von 112,59 gegen 50 Patienten am kobaltgerät mit einem Mittelwert von 111,20 (Score zwischen 90 und 120=gute Schmerzbesserung).

Der Whitney-U-Test zeigte keinen Unterschied bezüglich der ausgewählten Geräte. Sowohl in der Literaturübersicht als auch in dieser Arbeit ist ein Einfluss der Strahlenart auf das Therapieergebnis nicht nachgewiesen [9, 44, 51-57].

In dieser Arbeit wurde ein Vergleich äquivalenter Dosen unterschiedlicher Strahlenqualitäten durchgeführt, das Resultat der Therapie mit den gewählten Dosen (Orthovolt 300kV, ED 1 Gy bzw. 0,5 Gy, mit einer Gesamtdosis von jeweils 6 Gy bzw. 3 Gy und Kobalt 60, ED 1 Gy bzw. 0,5 Gy, mit einer Gesamtdosis von jeweils 6 Gy bzw. 3 Gy)

Die Patienten in dieser Arbeit wurden mit unterschiedlichem Dosisregime behandelt. Orthovolt (300kV), ED 1 Gy bzw. 0,5 Gy, mit einer Gesamtdosis von jeweils 6 Gy bzw. 3 Gy und Kobalt 60, ED 1 Gy bzw. 0,5 Gy, mit einer Gesamtdosis von jeweils 6 Gy bzw. 3 Gy somit ergab sich am letzten Tag der Radiotherapie bei 65 Patienten mit einer ED von 0,5 Gy einen Mittelwert von 48,85 gegen 19 Patienten mit einer ED von 1 Gy einen Mittelwert von 48,16 Gy (Mittelwert zwischen 30-60 entspricht eine milde Schmerzbesserung). 6 Wochen nach der Radiotherapie erzielten 42 Patienten mit einer ED von 0,5 Gy einen Mittelwert von 86,79 im Vergleich zu 10 Patienten mit einer ED von 1 Gy, einen Mittelwert von 84,00 (Mittelwert zwischen 60-90 entspricht eine moderate Schmerzbesserung). Zum Zeitpunkt der Befunderhebung erzielten 59 Patienten mit einer ED von 0,5 Gy einen Mittelwert von 111,61 im Vergleich zu 18 Patienten mit einer ED von 1 Gy, einen Mittelwert von 111,94 (Mittelwert zwischen 90-120 entspricht eine gute Schmerzbesserung). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit unterschiedlichen Einzeldosis (P-Wert am letzten Tag der Radiotherapie 0,922, 6 Wochen nach der Radiotherapie P-Wert=0,865 und zum Zeitpunkt der Befunderhebung P-Wert=0,949)

In der Studie von Reinhard, Heyd[49] erfolgte ein Vergleich von 2 verschiedenen Dosisregimen am Linearbeschleuniger Die indizierte Einzel und Gesamtdosis wurde entsprechend der Ausprägung der klinischen Beschwerden gestellt. Zum Schluss erwies sich eine Gesamtdosis von 3 Gy als ausreichend und es zeigte sich wie in dieser Arbeit eine hochsignifikante Besserung des Scores in beiden Gruppen nach mehreren Monaten Nachsorge.

Sechs Monate nach der Radiotherapie wurden in der 6 Gy GD Gruppe bei 31 Patienten ein exzellenter Score (90-100), bei 13 Patienten ein guter Score (70-85) bei 12 Patienten ein zufriedenstellender Score (45-65) und bei 9 Patienten ein schlechter Score (0-40) erzielt und in der 3 Gy GD-Gruppe wurde bei 35 Patienten die Ergebnisse als exzellent, bei 8 Patienten als gut, bei 10 als zufriedenstellend und bei 12 als schlecht eingestuft [49].

Die Nennfeldgröße zeigte bei 80 Patienten einen signifikanten Einfluss auf das Therapieergebnis 6 Wochen nach der Radiotherapie (P-Wert=0,011, Korrelation nach Pearson -0,0282. Dieser Effekt lässt sich zum Zeitpunkt der Befunderhebung nicht nachweisen. Eine Vergleichs-Studie konnte nicht in der Literatur gefunden werden.

Die Gesamtbehandlungsdauer zeigte keinen signifikanten Einfluss auf das Therapieergebnis. Die Korrelation nach Pearson ergab am letzten Tag der Radiotherapie einen P-Wert von 0,5; 6 Wochen nach der Radiotherapie einen P-Wert von 0,87 und zum Zeitpunkt der Befunderhebung einen P-Wert von 0,27.

Das zeitliche Ansprechen auf die Therapie war sowohl in dieser Arbeit als auch in der Literatur unterschiedlich. Es zeigten sich Therapieerfolge von 15,7% bis 100% unmittelbar nach der Therapie, und Therapieerfolge von bis zu 90% bei Nachbeobachtungszeiträumen über 40 Monate [58]. Diese Ergebnisse lassen sich in dieser Arbeit bestätigen, somit gaben am letzten Tag der Radiotherapie 29 Patienten einen S-Score zwischen 90-120 (gute Schmerzverbesserung) an. Im Verlauf nahm die Zahl der Patienten mit Schmerzreduktion zu. 33 Patienten gaben 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie einen S-Score zwischen 120-150 an und zum Zeitpunkt der Befunderhebung gaben 73 Patienten eine S-Score zwischen 120-150 an.

In den Vergleichs-Studien von Ralph Mücke [48], Reinhard Heyd[49], wurde ein Nachbeobachtungszeitraum von 6 Monaten festgelegt und entsprechend die Ergebnisse ausgewertet. In dem Nachbeobachtungszeitraum konnten bessere Langzeiteffekte der Therapie festgestellt werden, wobei die Ergebnisse zum Zeitpunkt der Befunderhebung ähnlich ausfielen.

5.3. Aussagen zum Therapieerfolg anhand klinischer Parameter

Schwerpunktmäßig wurde in der Anamnese der Patienten Angaben über den Schmerz (in Ruhe, bei Bewegung und bei Druck) sowie Alter, Geschlecht, Seitenlokalisation Art der Behandlung vor der Radiotherapie, Hilfsmittel und Alltagsbewältigung erfragt.

Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Vorbehandlung mittels NSAID-Einnahme bzw. lokaler Kortisoninjektion vor der Radiotherapie.

In dieser Studie gab es einen signifikanten Einfluss ($p=0,047$) der NSAID-Einnahme 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie: bei Patienten, die vor der Radiotherapie mit NSAID vorbehandelt wurden, wurde eine niedrigere Schmerzbesserung erzielt im Vergleich mit den Patienten, bei denen die Bestrahlung Therapie 1. Wahl war. Entsprechende Vergleichsdaten sind in der Literatur nicht vorhanden.

Die Vorbehandlung mit lokaler Kortisoninjektion zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Schmerzbesserung am letzten Tag der Radiotherapie ($p=0,036$) und 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie ($p=0,001$). Jeweils wurde bei den Patienten, die mit einer lokalen Kortisoninjektion vorbehandelt wurden, eine niedrigere Schmerzbesserung erzielt im Vergleich mit Patienten ohne Kortisoninjektion. Entsprechende Vergleichsstudien konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

Es zeigte sich, wie in der Literatur beschrieben [10, 57, 59-62], ein signifikanter ($p=0,012$) Einfluss der prätherapeutischen Schmerzdauer auf das Therapieergebnis zum Zeitpunkt der Befunderhebung. Je kürzer die prätherapeutische Schmerzdauer war, desto besser waren die Ergebnisse zum Zeitpunkt der Befunderhebung. So ähnlich kam auch Ralph Mücke in der Studie I [48] zu seiner Schlussfolgerung: die Radiotherapie sollte innerhalb der ersten 6 Monaten nach Symptombeginn erfolgen.

Der Einfluss des Alters zeigte bei 56 Patienten eine Signifikanz ($p=0,041$) 6 Wochen nach Abschluss der Radiotherapie, Korrelation nach Pearson $r=0,274$). Bei den älteren Patienten konnten bessere Ergebnisse 6 Wochen nach der Radiotherapie erzielt werden. Dieser Effekt

konnte nicht zum Zeitpunkt der Befunderhebung nachgewiesen werden (P-Wert=0,487, $r=-0,078$).

Glatzel et al. [10] und Schneider et al. [63] und Seegenschmidt et al. [64] beschreiben ein besseres Ansprechen auf die Radiotherapie bei Patienten über 50 Jahren.

5.4. Aussagen zum Therapieerfolg in Abhängigkeit vom Schmerzscore

Unabhängig von der Art der Bestrahlungsgeräte wurden die Angaben der Patienten bezüglich Schmerzmuster vor Radiotherapie und nach der Radiotherapie in einem Score ausgewertet. Der Score beschreibt den Schmerzmuster in Ruhe, bei Bewegung bei Druck auf die Ferse, die Anwendung von Hilfsmittel, die Aktivität im Alltag und das Hinken nach langer Strecke zu verschiedenen Zeitpunkten der Nachsorge. In diesem Fall beschränkt sich die Auswertung auf den Schmerzscore in Ruhe, bei Bewegung und beim Druck auf die Ferse am letzten Tag der Radiotherapie, 6 Wochen nach der Radiotherapie und zum Zeitpunkt der Befunderhebung. Vor der Radiotherapie gaben im Durchschnitt 61 Patient (60,4%) einen Score von 0 an, dies entspricht starken Schmerzen im Bereich der Fersenregion. Am letzten Tag der Radiotherapie waren im Durchschnitt 3 Patienten (2,7%) schmerzfrei (Score von 30). Im Durchschnitt gaben 8 Patienten (7,9%) einen Score von 0 (starke Schmerzen der Fersenregion) an, 6 Wochen nach der Radiotherapie waren im Durchschnitt 33 Patienten (32,7%) schmerzfrei und im Durchschnitt gaben 8 Patienten (7,9%) einen Score von 0 (starke schmerzende Fersenregion) an. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung waren im Durchschnitt 74 Patienten (73%) schmerzfrei und im Durchschnitt gab 1 Patient (1%) einen S-Score von 0 (starke Schmerzen der Fersenregion) an.

6. Schlussfolgerung

Die Strahlentherapie des Fersensporns ist neben der konservativen und ggf. chirurgischen Behandlung eine Therapieoption. Mit einer geringen Strahlendosis konnte bei mehr als 60% der Patienten eine Linderung der Schmerzen über mehrere Jahre erreicht werden. Die Vorbehandlung mit NSAID, lokalen Kortisoninjektionen und die Nennfeldgröße erwiesen sich als relevante Prognoseparameter. Jedoch sind bisher noch keine wesentlichen prospektiven Studien erfolgt. Wie in der Literatur schon beschrieben [7, 10, 44, 48, 63], erwiesen sich die prätherapeutische Schmerzdauer und das Alter als relevante Prognoseparameter. Damit optimale Dosiskonzepte erstellt werden können, sollten weitere prospektive Studien durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

1. Boike AM, S.A., Roberto PD, Tabbert WG, Heel spur surgery A transverse plantar approach. J Am Podiatr. Med Assoc 1993; 83:39-42.
2. T, K., Operative treatment of plantar fasciitis. J Med Assoc Thai 1992; 75:337-340.
3. Prichasuk S, The heel pad in plantar heel pain. J Bone Joint Surg B 1994; 76:140-142.
4. Sistermann R, K.B., 5 Jahre Lithotripsie des plantaren Fersenspornes: Erfahrungen und Ergebnisse - eine Nachuntersuchung nach 36,9 Monaten. Z Orthop 1998; 136:402-406.
5. Weill LS Jr, R.T.W.L.S., Borrelli AH Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: Indications, protocol, intermediate results and a comparison of results to fasciotomy. J Foot Ankle Surg 2002; 41:166-172.
6. M., S.G., Über den Kalkaneussporn. Röntgenpraxis 1932; 4:158-167.
7. R, S.M.K.L.S.A.K.A.S., Radiotherapie bei plantarem Fersensporn. Strahlenther Onkol 1996; 172:376-383.
8. Riepert T, D.T., Urban R, Schild H, Mattern R, Häufigkeit, Altersabhängigkeit und Geschlechtsverteilung des Fersenspornes. Fortschr Röntgenstr 1995; 162:502-509.
9. Oehler W, H.B., Niedrigdosierte analgetische Radiotherapie von Arthrosen. Ärzteblatt Thüringen 2000; 11:92-95.
10. Glatzel M, B.S., Krauß A, Fröhlich D, Radiotherapy of painful plantar heel Spur. Benig News 2001; 2:18-19.
11. Mitrov G, H.I., unsere Erfahrungen mit der Strahlenbehandlung von nichttumorartigen Erkrankungen. RadiobiolRadiother 1967;8:419-422.
12. Christoph Schleich Dr. med. , D.m.P.K., Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie, Uniklinik Düsseldorf (2015)
13. Prichasuk S, S.T., The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel spur. Clin Orthop 1994; 306:192-196.
14. Riepert T, D.T., Urban R, et al, Häufigkeit, Altersabhängigkeit und Geschlechtsverteilung des Fersenspornes. Analyse der Röntgenmorphologie bei 1027 Patienten der mitteleuropäischen Population. Fortschr Röntgenstr 1995;165:502-509.
15. LH., G., Plantar fasciitis: diagnosis and conservative management. J. Am Acad. Orthop Surg 1997; 5:109-117.
16. Prichasuk S., S.T., The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. Clin Orthop 1994; 306:192-196.

17. Baxter DE, T.M., Heel pain: operative results. *Foot Ankle*1984; 5:16-25.
18. RL., B., Subcalcaneal pain: a method of evaluation and plan for treatment. *Clin Orthop* 1983; 177:49-53.
19. WE., M., The heel pad. *Am J Sports Med* 1982; 10:19-21.
20. Snook GA, C.O., The management of subcalcaneal pain. *Clin Orthop* 1972; 82:163-168.
21. Davies PF, S.E., Baxter DE., Painful heel syndrome: results of nonoperative treatment. *Foot Ankle Int* 1994;15:531-535.
22. JG., F., Plantar fasciitis. The painful heel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1975; 57:672-673.
23. Sewell JR, B.C., Chapman AH, et al., Quantitative scintigraphy in diagnosis and management of plantar fasciitis. *J Nucl Med* 1980; 21:633-636.
24. CE., G., Painful heel syndrome: rationale for diagnosis and treatment. *Foot Ankle* 1983;3:261-267.
25. Williams PL, S.J., Cox R, et al., Imaging study of the heel pain syndrome. *Foot Ankle* 1987;7:345-349.
26. Thorton D, R.A., The plantar transverse incisional approach for heel spur syndrome. A retrospective study. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999; 89:560-570.
27. C, H., Ergebnisse nach operativer Resektion von plantaren Fersenspornen – Eine retrospektive Studie. Dissertation im Fachbereich Medizin der Universität Hamburg 1998.
28. Mau C., M.H., Degenerative Erkrankungen des Fußes. In: Hohmann G., Hackenbroch M., Lindemann K.(Hrsg.): *Handbuch der Orthopädie, Bd. IV/Teil II: Spezielle Orthopädie untere Extremität*, Thieme Stuttgart1961:987-992.
29. Schreiber A., Z.H., Entzündungen/Fersensporne. In: *Spezielle Orthopädie Band VII*, Thieme Stuttgart-New York1985:441-443.
30. Stepanek P., S.V., Zur Problematik des Kalkaneusspornen. *Z Rheumaforsch* 1967; 26 (9):353-363.
31. K., S., Der Fersenschmerz. In: Thieme, Stuttgart 1956:48-147.
32. Cornwall M, M.P.T., Plantar fasciitis: Etiology and treatment. *J Orthop. Spots Phys Ther* 1999; 29:756-760.
33. JG, F., Plantar fasciitis: The painful heel syndrom. *J Bone Joint Surg A* 1975; 57:672-673.

34. Gudemann SD, E.S., Heidt RS Jr et al., Treatment of plantar fasciitis by iontophoresis of 0.40% dexamethasone: A randomized, double-blind, placebo controlled study. *Am J Sports Med* 1997; 25:312-316.
35. C, B., A review of subcalcaneal heel pain and plantar fasciitis. *Aust Fam Physician* 1996; 25:875-884.
36. Chandler TJ, K.W., A biomechanical approach to the prevention, treatment and rehabilitation of plantar fasciitis. *Sports Med* 1993; 15:344-352.
37. M, S., Treatment choices for plantar fasciitis. *Am Fam Physician* 1999:2504.
38. De Maio M, P.R., Mangine RE et al., Plantar fasciitis. *Orthopedics* 1993; 16:1153-1163.
39. Tisdell CL, D.B., Sferra JJ Diagnosing and treating plantar fasciitis: A conservative approach to plantar heel pain. *Clev Clin J Med* 1999; 66:231-235.
40. Hammer DS, R.S., Kreutz A et al., Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2002; 23:309-313.
41. Krischek O, R.J., Herbsthofer B, Nafe B, Symptomatische niedrig-energetische Stoßwellentherapie bei Fersenschmerzen und radiologisch nachweisbarem plantarem Fersensporn. *Z Orthop* 1998; 136:169-174.
42. Ogden JA, A.R., Marlow M Shockwave therapy for chronic proximal plantar fasciitis: A meta-analysis. *Foot Ankle Int* 2002; 23:301-308.
43. Perlick L, B.W., Giebel G, Hochenergetische Stoßwellenbehandlung des schmerzhaften Fersenspornes. *Unfallchirurg* 1998; 101:914-918.
44. Schreiber H, B.G., Ziegler K, Strahlentherapie des schmerzhaften Fersenspornes. In : Seegenschmiedt MH, Makoski HB (Hrsg) : 10. Kolloquium Radioonkologie/Strahlentherapie. Radiotherapie von gutartigen Erkrankungen. Diplodocus-Verlag, Altenberge 2000:186-187.
45. JM, D., Differential diagnosis and treatment of heel pain. *Clin Podiatr Med Surg* 1991; 8:153-166.
46. J., F., Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts 2000;14:1002.
47. Rowe CR, S.H., Freeman PA, et al., Fractures of the os calcis. A long-term follow-up study of 146 Patients. *JAMA* 1963; 184:920-923.
48. Ralf Mücke, K.S., Oliver Micke, M. Heinrich Seegenschmiedt, Dorothee Berning, Rainer Heyder., Low-Dose radiotherapy for painful Heel Spur. *Strahlentherapie und Onkologie* 2003;11:774-778.

49. Reinhard Heyd, N.T., Hanns Ackermann, Sandra J. Röddiger, Nikolaos Zamboglou, Radiation therapy for painfull Heel Spurs. Strahlentherapie und Onkologie, August 2006; 1:3-9.
50. Marcus Niewald, M.H.S., Oliver Micke, Stefan Graeber, Ralf Muecke, Vera Schaefer, Christine Scheid, Jochen Fleckenstein, Norbert Licht, Christian Ruebe, Randomized, multicenter trial on the effect of radiation therapy on plantar fasciitis (painful Heel Spur) comparing a standard dose with a very low Dose: mature result after 12 months' follow-up. Int J Radiat Oncol Biol 2012:1-8.
51. Basche ST, D.W., Mohr K, Ergebnisse der Röntgenstrahlentherapie bei Fersensporn. Radiobiol Radiother 1980; 21:233-236.
52. Herm H, M.A., Grunau H, Koswig S, Budach V Röntgenbestrahlung des Kalkaneusspornsretrospektive Auswertung. Strahlenther Onkol 2000; 176 (1):91.
53. Heyd R, S.G., Filipowicz I, Borowsky K, Martin T, Zamboglou N Radiotherapie in the managment of inflammatory calcaneal spurs: Results of a prospektiv study. In : Seegenschmiedt MH, Makoski HB (Hrsg) : 15.Kolloquim Radioonkologie/Strahlentherapie, Radiotherapie von gutartigen Erkrankungen. Diplodocus-Verlag, Altenberge2001:173-183.
54. Heyd R, U.K.S.m.G.e.a., Ergebnisse der analgetischen Radiotherapie beim inflammatorischen Fersensporn mit 6 MV Photonen. Röntgenpraxis 1999; 52:26-32.
55. Sautter-Biehl ML, L.H., Scheurig H, Heinze GH, Analgetische Bestrahlung degenerativ entzündlicher Skeletterkrankungen. Dtsch. med Wschr 1993; 118:493-498.
56. Schaefer U, M.O., Glashoerster M, Rube C, Prott FJ, Willich N., Strahlentherapeutische Behandlung des schmerzhaften Fersensporns. Strahlenther Onkol 1995;171:202-206.
57. Seegenschmiedt MH, K.L., Katalinic A, Stecken A, Sauer R, Heel Spur: radiation therapy for refractory pain-results with three traetment concepts. Radiology 1996; 200:271-276.
58. Schäfer U, M.O., Glashörster M et al., Strahlentherapeutische Behandlung des schmerzhaften Fersensporns. Strahlenther Onkol 1995; 171:202-206.
59. Astudillo N, S.O., Hoehfeld N, Bosch E, Wagner K Bestrahlung von Fersenspornen - Bedeutung von Begleitfaktoren für das Ergebnis der Behandlung. StrahlentherOnkol 2000; 176 (1):72-93.
60. Koeppen D, B.G., Gademann G, Ein Beitrag zur Dosiswirkungsbeziehung bei der Röntgentherapie des Fersensporns. StrahlentherOnkol 2000; 176 (1):91.
61. Linder H, F.R., Langzeitergebnisse der Bestrahlung von degenerativen Gelenkerkrankungen. Strahlentherapie 1982; 158:217-223.

62. Mücke R, S.K., Micke O, Berning D, Heyder R Radiotherapie of painful heel spurs A retrospective study of 117 patients treated with 6-MeV-photons. *Strahlenther Onkol* 2003; 179:774-778.
63. Schneider O, S.C., Bosch E, Gott C, Adamietz IA, Effectivness and prognostic factors of radiotherapy for painful plantar heel spurs. *Strahlenther Onkol* 2004; 180:502-509.
64. Seegenschmiedt MH, K.L., Stecken A, et al., Radiotherapy of plantar heel spurs: indications, technique, clinical results at a different dose concept. *Strahlenther Onkol* 1996; 172:376-383.

2.4 operative Therapien (Zeitpunkt, Art):

Wirkung: -

Besserung (in %)

teilweise Besserung (+) in %

Dauer der Besserung: (Tage, Wochen, Monate) Keine Besserung: 0

3. Schmerzen zum jetzigen Zeitpunkt

im Vergleich mit Schmerzen vor der Bestrahlung:

Keine

Verringert: (in %)

Verstärkt: (in %)

Keine Änderung

im Vergleich mit Schmerzen unmittelbar nach der Bestrahlung:

Keine

Verringert: (in %)

Verstärkt: (in %)

Keine Änderung

Modifizierter Score nach Rowe et al:

Schmerz:

Schmerzart	Ruhe			Bewegung			Druckschmerz		
	Vor RT	Nach RT	6 Wo. nach RT	Vor RT	Nach RT	6 Wo. nach RT	Vor RT	Nach RT	6 Wo. nach RT
Keine 30									
Mild 10									
Stark 0									

Hilfsmittel:

Zeitpunkt	Vor RT	Nach RT	6 Wochen nach RT
Keine 15			
Einlagen 10			
Eine Gehhilfe 5			
Zwei Gehhilfen 0			

Aktivität:

Zeitpunkt	Vor RT	Nach RT	6 Wo. nach RT
Normal, keine Einschränkung 15			
Leichte Einschränkung 10			
Moderate Einschränkung 5			
Komplette Einschränkung 0			

Hinken:

Zeitpunkt	Vor RT	Nach RT	6 Wo. nach RT
Kein Hinken 20			
Hinken nach einer Strecke <1km 10			
Hinken nach einer Strecke >1km 5			
Normales Gehen nicht möglich 0			

Danksagung

Herrn Universitätsprofessor Dr. med. W. Budach danke ich für die Möglichkeit, meine Dissertation in der Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums Düsseldorf durchführen zu können.

Weiterhin danke ich Frau Dr. med. C. Matuschek und Herrn Prof. Dr. med. E. Bölke für die ausgezeichnete Betreuung, das Bereitstellen der klinischen Daten, die konstruktiven Ratschläge sowie die ergiebigen Gespräche. Ihre beständige Unterstützung hat maßgeblich zum Gelingen der Doktorarbeit beigetragen.

Besonders herzlich danke ich Herrn Roman Gelzhäuser für seinen entschlossenen Einsatz und die ausgezeichnete Unterstützung bei den statistischen Auswertungen.

Des Weiteren danke ich Herr Dr. med. C. Schleich für das Bereitstellen von klinischen Bildern.

Ein weiterer Dank gilt meiner Frau Christina Müller, der Familie Nana Djiepmo in Düsseldorf und der Familie Müller in Barmen (bei Jülich) für die tatkräftige Unterstützung im Verlauf der Doktorarbeit.

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen Medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

30.10.2015, Freddy Djiepmo