

Aus der
Klinik für
Strahlentherapie und Radioonkologie
des Universitätsklinikums des Saarlandes

Direktor Prof. Dr. med. Christian Rübe
Leitender Oberarzt PD Dr. med. Marcus Niewald

**Die Bestrahlung der gutartigen Erkrankungen
am Beispiel der schmerzhaften Schulter
im Rahmen einer Tendinosis calcarea**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

**der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes**

2007

vorgelegt von
Susanne Gabriele Naumann
geb. am 27. März 1972 in Dudweiler/Saarbrücken

Tag der Promotion: _____

Dekan: Prof. Dr. Michael D. Menger

1. Berichterstatter: PD Dr. med. Marcus Niewald

2. Berichterstatter: _____

INHALT	SEITE
I. Zusammenfassung	1
II. Einleitung	4
II.1 Allgemeine Einleitung	4
II.2 Eigene Fragestellung	9
III. Material und Methoden	10
III.1 Krankengut	10
III.1.1 Indikationsstellung	11
III.1.2 Alter und Geschlecht	13
III.1.3 Anamnesedauer	14
III.1.4 Symptomatik	15
III.1.5 Vorbehandlung vor der Strahlentherapie	16
III.1.5.1 Therapiekonzepte	16
III.1.5.2 Art der Medikation vor der Strahlentherapie	19
III.1.6 Strahlentherapie	20
III.1.6.1 Geräte	20
III.1.6.2 Bestrahlungsplanung	20
III.1.6.3 Lagerung des Patienten	22
III.1.6.4 Bestrahlungsfelder	22
III.1.6.4.1 Feldgröße	24
III.1.6.5 Fraktionierung und Dosierung der Bestrahlung	24
IV. Ergebnisse	27
IV.1 Ergebnisse bezüglich des Schmerzverlaufs	27
IV.1.1 Schmerzverlauf am Ende der Strahlentherapie	27
IV.1.2 Schmerzverlauf im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie	28
IV.1.3 Schmerzverlauf im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie	29

IV.2 Ergebnisse bezüglich des Verlaufs der Bewegungseinschränkung	30
IV.2.1 Verlauf der Bewegungseinschränkung am Ende der Strahlentherapie	30
IV.2.1 Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie	31
IV.2.2 Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie	32
IV.3 Ergebnisse bezüglich des Verlaufs der Schwellung durch Ergussbildung	33
IV.3.1 Verlauf der Schwellung am Ende der Strahlentherapie	33
IV.2.1 Verlauf der Schwellung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie	34
IV.4 Beginn der Besserung der Schmerzsymptomatik und der Bewegungseinschränkung	35
IV.5 Akute Nebenwirkungen und spätere Sekundärtumore	36
IV.6 Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis der Strahlentherapie	37
IV.7 Weitere Behandlungen nach der Strahlentherapie	38
IV.8 Zweitbestrahlung im gleichen Gebiet	39
IV.8.1 Gesamtdosis der Zweitbestrahlung	39
V. Diskussion	40
V.1 Mechanismen und Wirkungsweise der Bestrahlung	40
V.2 Literaturvergleich	43
V.3 Alternativmethoden zur Behandlung der schmerzhaften Schulter	47
VI. Literaturverzeichnis	51
VII. Danksagung	65
VIII. Lebenslauf	66

Abbildungen:

Abbildung 1: Anatomie	11
Abbildung 2: Pathophysiologie	11
Abbildung 3: Röntgenaufnahme	12
Abbildung 4: Anamnesedauer	14
Abbildung 5: Simulatoraufnahme	21
Abbildung 6: Strahlenart	23
Abbildung 7: Schmerzverlauf am Ende der Strahlentherapie	27
Abbildung 8: Schmerzverlauf im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie	28
Abbildung 9: Schmerzverlauf bis im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie	29
Abbildung 10: Verlauf der Bewegungseinschränkung am Ende der Strahlentherapie	30
Abbildung 11: Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie	31
Abbildung 12: Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie	32
Abbildung 13: Verlauf der Schwellung am Ende der Strahlentherapie	33
Abbildung 14: Verlauf der Schwellung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie	34
Abbildung 15: Zufriedenheit der Patienten	37
Abbildung 16: Weiterführende Behandlungsformen nach der Strahlentherapie	38

Tabellen:

Tabelle 1:	Altersverteilung	13
Tabelle 1.1:	Geschlechtsverteilung	13
Tabelle 2:	Symptomatik	15
Tabelle 3:	Medikamentöse Therapie vor der Strahlentherapie	16
Tabelle 4:	Physikalische Therapie vor der Strahlentherapie	17
Tabelle 5:	Punktion des Schultergelenks vor der Strahlentherapie	17
Tabelle 6:	Operative Therapie vor der Strahlentherapie	18
Tabelle 7:	Vorbestrahlung vor der Strahlentherapie	18
Tabelle 8:	Behandlung mit Cortison vor der Strahlentherapie	19
Tabelle 9:	Feldertechnik der Bestrahlung	23
Tabelle 10:	Feldgröße	24
Tabelle 11:	ERD	25
Tabelle 12:	GRD	26
Tabelle 13:	Beginn der Besserung	35
Tabelle 14:	Dauer der Besserung	36
Tabelle 15:	Literaturübersicht der Daten der Strahlentherapie einer PHS	44
Tabelle 16:	Eigene Ergebnisse der Schmerzbesserung nach der Strahlentherapie einer Tendinosis calcarea	45
Tabelle 17:	Eigene Ergebnisse der Besserung der Beweglichkeit nach der Strahlentherapie einer Tendinosis calcarea	45

I. ZUSAMMENFASSUNG

Zielsetzung: In einer retrospektiven Studie wurde ausgewertet, in wiefern die Strahlentherapie der schmerzhaften Schulter im Rahmen einer Tendinosis calcarea eine Schmerzlinderung sowie eine Verbesserung der Beweglichkeit herbeiführt.

Patienten und Methoden: Die Daten von 141 Patienten, die auf Grund ihrer schmerzhaften Schulter und dadurch auftretenden Bewegungseinschränkungen bestrahlt wurden, lagen im Zeitraum vom 1983 bis 2004 der Auswertung zugrunde. Das mittlere Alter betrug 57 Jahre. Konventionelle Röntgenbilder dienten als Grundlage für die Indikationsstellung. 19 % der Patienten hatten seit einigen Wochen Schmerzen, 67 % seit Monaten, 14 % seit Jahren. 137/140 Patienten berichteten zusätzlich von einer Bewegungseinschränkung. Fast sämtliche Patienten erhielten Analgetika, 76 % eine Physiotherapie, 5 Patienten waren vor der Radiatio operiert worden, 6 weitere hatten in der Anamnese eine Strahlenbehandlung erhalten. Die Patienten wurden über reguläre ap/pa opponierende Stehfelder am Telekobaltgerät, später mit Photonen der Energie 4 MV und 6 MV eines Linearbeschleunigers, mit einer Gesamtdosis von 6 Gy, appliziert in 6 Fraktionen zu 1.0 Gy zweimal wöchentlich, bestrahlt. Die Erfassung des Effektes erfolgte am letzten Tag der Strahlentherapie bzw. in danach geplanten 3-monatlichen Nachsorgeuntersuchungen. Zusätzlich sind bei häufig unvollständiger Nachsorge die Patienten und ihre behandelnden Ärzte in Zuhilfenahme speziell angefertigter Fragebögen angeschrieben worden.

Ergebnisse: Bei der ersten Nachsorge wenige Tage nach der Strahlentherapie berichteten 79/140 Patienten (56%) von einer Besserung, bei der zweiten Nachsorge nach im Median 4,5 Monaten 86/124 Patienten (69%), bei der 3. Nachsorge bzw. der schriftlichen Befragung der Ärzte nach im Median 3,9 Jahren noch 53/73 Patienten (73%).

Hinsichtlich der Bewegungseinschränkung ergaben sich ähnliche Werte: 1.Nachsorge: Besserung bei 79/140 Patienten (56%), 2.Nachsorge: Besserung bei 85/123 Patienten (89%), 3.Nachsorge: Besserung bei 53/73 Patienten (73%). Eine Rötung der Haut im bestrahlten Bereich ergab sich lediglich bei einem von 136 Patienten. Radiogene Tumoren wurden nicht festgestellt. 69/109 Patienten berichteten, dass die Schmerzlinderung bereits gleich nach der Strahlentherapie eingetreten sei, bei den übrigen 40 Patienten bis zu 12 Wochen nach deren Ende. Die Dauer der Schmerzbesserung gaben 76/135 Patienten (56%) mit „Jahren“ an, weitere 16/135 Patienten (12%) immerhin noch mit „Monaten“.

Schlussfolgerung: Die Strahlentherapie der schmerzhaften Schulter bei einer Tendinosis calcarea erscheint hinsichtlich einer Analgesie und Besserung der Beweglichkeit hocheffektiv, nachhaltig und nebenwirkungsfrei. Oftmals vergehen bis zum Eintritt des Effektes mehrere Monate. Diese kann jedoch dann auch Jahre andauern.

SUMMARY

Objective:

In a retrospective study was evaluated whether the radiotherapy of the painful shoulder in the context of a calcific tendinosis would cause a pain reduction and an improvement of mobility.

Patients and methods:

The data of 141 patients, who were irradiated due to their painful shoulders and thus arising movement restrictions, were evaluated in the period from the 1983 to 2004. The mean age amounted to 57 years. Conventional radiographs served as basis for the indication. 19% of the patients had pain for some weeks, 67 % for months, 14% for years. 137/140 patient reported additionally of a movement restriction. Nearly all patients had received analgesics, 76% a physiotherapy, 5 patients had been operated on before the radiotherapy, a further six had received radiotherapy before.

The patients were irradiated using regular ap/pa opposing fields with Co⁶⁰ gamma rays, later with photons of the energy 4 MV and 6 MV of a linear accelerator, applying a total dose of 6 Gy, given in 6 fractions to 1,0 Gy twice weekly. The acquisition of data regarding the effect took place on the last day of the radiotherapy and/or in 3-monthly follow up examinations. Additionally, because of frequently incomplete follow-up data, the patients and their doctors received a special questionnaire.

Results:

At the first follow up examination few days after the radiotherapy 79/140 patients (56%) reported an improvement, at the second follow up examination after in the median 4.5 months 86/124 patients (69%), finally at the third follow up examination and/or the written questioning of the physicians after in the median 3.9 years still 53/73 patients (73%). Regarding the movement restriction similar values resulted: 1. follow up examination: Improvement with 79/140 patients (56%), 2. follow up examination: Improvement with 85/123 patients (89%), 3. follow up examination: Improvement with 53/73 patients (73%). A turning redness of the skin within the irradiated volume resulted in 1/136 patients. Radiogenous tumors were not determined. 69/109 patients reported that the pain reduction had occurred already right after the radiotherapy, with the remaining 40 patients up to 12 weeks after its end. The duration of the pain improvement was indicated by 76/135 patients (56%) as „years“, by a further 16/135 patients (12%) still as „months“.

Conclusion:

The radiotherapy of the painful shoulder in the context of a Tendinosis calcarea appears highly effective, long-lasting and side-effect-free regarding to an analgesy and to an improvement of the mobility.

Often the effect starts several weeks after radiotherapy. It nevertheless can persist for years.

II. EINLEITUNG

II.1 Allgemeine Einleitung

Schon Ende des 19. Jahrhunderts war die therapeutische Anwendung von Röntgenstrahlen im Bereich der Gelenke sowie des gesamten Bewegungsapparates als eine neue Therapieanwendung von großem Erfolg gezeichnet (G. VON PANNEWITZ 1933; W.S. REICHEL 1949).

Während in Deutschland die Behandlung der besagten degenerativ-entzündlichen Gelenkerkrankungen mit Röntgenstrahlen im wesentlichen angenommen und daher auch selbst mit unterschiedlichen Techniken durchgeführt wurden, fiel diese Art der Therapie in den meisten west-europäischen Ländern und auch in Nordamerika immer mehr in Misskredit aus Angst vor der Entstehung eines Sekundärtumors in der bestrahlten Region (J.W. LEER 1998; M.H. SEEGENSCHMIEDT et al. 2000).

„Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift.

Allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist.“

Paracelsus (1493-1541)

Im Gegensatz zur Therapie von Tumorerkrankungen mit Röntgenstrahlen ist hier der Gebrauch von deutlich geringeren Einzel- und Gesamtdosen angezeigt, die im eigentlichen nicht zu einer Zerstörung des Gewebes führen, sondern die sich überwiegend positiv auf entzündliche Abläufe im Gewebe bei chronisch degenerativen Gelenkerkrankungen auswirken. In diesen, meist degenerativen Veränderungen, findet sich häufig die Ursache. Sie sind zum einen direkt im Gelenk lokalisiert (G. VON PANNEWITZ 1933, 1970) oder können zum anderen im Bereich der Sehnenansätze ihren Ursprung haben. Dann werden sie als Insertionstendinopathien bezeichnet. (A. ERNST-STECKEN et al. 1998; G. VON PANNEWITZ 1970). Zu der zuletzt genannten Gruppe gehört auch die untersuchte Tendinosis calcarea.

Die **PHS – Periarthropathia humeroscapularis** - ist eine zusammenfassende Bezeichnung für verschiedene pathologische Prozesse im Bereich der Weichteile in der Umgebung des Schultergelenks, insbesondere Insertionstendopathien, die zu einer schmerhaften Bewegungseinschränkung führen.

Ursachen sind vor allem mechanisch-traumatische, aber auch metabolische, zirkulatorische, thermische, infektiöse, toxische und psychische Faktoren.

Aus pathologischer Sicht handelt es sich um primär degenerative Veränderungen der Sehnen, Bursae und Ligamentae mit möglicher Verkalkung und Ruptur. Häufig finden sich auch knöcherne Reaktionen und sekundär entzündliche Veränderungen.

PHS-Klassifikation nach *Wagenhäuser (1972)*:

1. PHS simplex tendinotica – subacuta, chronica, partim ancylosans
 - a. Supraspinatus-Syndrom
 - b. Biceps-longus-Syndrom
2. PHS acuta
3. PHS pseudoparalytica
4. PHS ankylosans (frozen shoulder)

PHS-Klassifikation nach *Krämer (1980)*:

1. PHS simplex (funktionell)
 - a. Peritendinitis
 - b. Bursitis subacromialis
 - c. Insertionstendopathie
2. PHS deformans (strukturell)
 - a. PHS calcificans
 - b. PHS adhäsiva
3. PHS destructiva
 - a. Rotatorensehnenruptur
 - b. Ruptur der langen Bizepssehne

Diese Bezeichnung wird jedoch heute im Fachbereich der Orthopädie in dieser Form nicht mehr angewandt, was eine genauere Untersuchung des Patientenkollektivs notwendig machte, so dass letztendlich alle Patienten mit einer diagnostizierten Tendinosis calcarea zur weiteren Studie herangezogen wurden.

Die **Tendinosis calcarea** findet sich in den meisten Fällen bei Patienten im mittleren Lebensalter, wobei durchaus alle Altersstufen betroffen sein können. Dabei zeigen sich Kalkablagerungen meist im Bereich der Sehnenansätze, vor allem der Supraspinatussehne, aber auch im Bereich der Rotatorenmanschette.

Bei der Abduktion des Arms wird die Supraspinatussehne zwischen dem Tuberculum majus humeri und dem Akromion komprimiert. Die Sehnenfasern splitten sich auf, verlieren ihre Gefäßversorgung, was zu einer Minderdurchblutung führt, und werden nekrotisch.

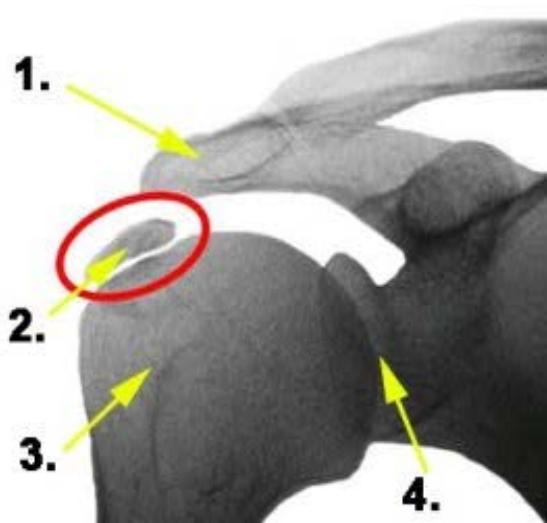
In dem betroffenen Areal können sich reaktive Kalkablagerungen bilden, die sich meist in der Ansatzzone der Rotatorenmanschette nahe dem Tuberculum majus befinden. Später breiten sie sich aus und brechen in die Bursa acromialis ein.

Diese Kalkdepots können zu entzündlichen Veränderungen im umgebenden Sehnenareal führen. Schon diese lokalen Entzündungen rufen klassische und gut lokalisierbare Schmerzen hervor.

Handelt es sich um eine sehr große Kalkablagerung oder Ablagerungen in verschiedenen Sehnengruppen, so erfolgt bereits durch das sehr große Verdrängungsvolumen der Kalkdepots in der Sehne ein deutlicher Dehnungsschmerz. Eine erhebliche Verstärkung des Schmerzes tritt dann ein, wenn auch der zwischen Akromion und Rotatorenmanschette befindliche Schleimbeutel sich entzündet und bei chronifizierten, d.h. meist langandauernden wellenförmigen Beschwerden, verklebt. Durch die spontanen Auflösungsversuche des Kalkdepots kommt es im Verlaufe dieser Erkrankung zu alternierenden und hochakuten Schmerzattacken. Eine Exazerbation erfolgt so dann, wenn gleichzeitig ein mechanischer Engpass (Impingement) vorliegt, sodass der entzündlich angeschwollene Schleimbeutel und die im Volumen vergrößerte Sehnenstruktur keine Möglichkeit zum Ausweichen besitzen.



Röntgenaufnahme: linke Schulter im ap-Strahlengang mit der typischen Kalkinlagerung im Bereich der Supraspinatus-Sehne.
Quelle: Journal für Mineralstoffwechsel 2004,11



1. Akromion, 2. Kalkherd, 3. Humerus, 4. Cavum glenoidale Quelle: O.P.I.S. Die optimale Therapie der Tendinosis calcarea – Dres. Gumpert et Jungermann

Die schmerzhafte und dadurch weithin eingeschränkte aktive und passive Beweglichkeit der Schulter sind die typischen Symptome einer Tendinosis calcarea. Hauptsächlich setzt ein Bewegungsschmerz während der aktiven Seithebung des Armes zwischen 60 und 120 Grad Abduktion ein. Dies bezeichnet der Facharzt auch als Impingement oder painful arc Syndrom. Bei weiterer Abduktion erfolgt ein Nachlassen des Schmerzes.

Schon während des Liegens auf der betroffenen Seite und auch in Ruhe können Schmerzen auf dieser Schulterseite entstehen mit Ausstrahlung auf die Außenseite des Oberarmes.

Ein lokaler Druckschmerz über der krankhaft veränderten Sehne, meist subacromial lokalisiert, ist charakteristisch. Die aktive Beweglichkeit des Armes kann in ganz schweren Fällen, wie sie bei einer Ruptur der Rotatorenmanschette vorliegt, annähernd zu einer Pseudolähmung dieses Armes führen. Hiervon ist eine entzündliche Veränderung der Gelenkkapsel, wie die Adhäsive Kapsulitis oder Frozen Shoulder, zu unterscheiden. Diese geht mit einer deutlichen Bewegungseinschränkung des Armes in alle Bewegungsrichtungen einher und ist initial mit massiven Schmerzen verbunden. Diese lassen jedoch mit einsetzender Bewegungseinschränkung nach. (J. EULERT 1977; J. EULERT et al. 1981; A. HEDTMANN et al. 1989; J. JEROSCH 1996).

Die therapeutischen Möglichkeiten für die unterschiedlichen Erkrankungen der Schulter erstrecken sich in verschiedenen Formen der physikalischen Therapie wie die Mobilisation mit Hilfe der Krankengymnastik, die Wärme- und Kältetherapie sowie die Elektrotherapie. Auch operative Maßnahmen stellen eine weitere Alternative dar.

Einzeln oder auch in Kombination mit den physikalischen Therapien erhalten die Patienten meist auch eine Behandlung in Form der medikamentösen Therapie mittels Analgetika, NSAID sowie lokale und systemische Kortikosteroid-Injektionen.

Eine Indikation zur Bestrahlung besteht bei Unwirksamkeit der o.a. Therapieformen. Diese werden aber auch post radiationem zu einem gewissen Anteil weiterhin verordnet.

II.2 Eigene Fragestellung

Das Ziel der hier vorliegenden retrospektiven Auswertung war, die therapeutische Relevanz der Bestrahlung der schmerzhaften Schulter im Rahmen der Tendinosis calcarea zu untersuchen.

Der primäre Therapieansatz der Bestrahlung dieser gutartigen Erkrankung im Bereich des Schultergelenks liegt wesentlich in der Reduktion der Schmerzhaftigkeit und somit in der Verringerung der schmerzbedingten Bewegungseinschränkung.

Im Hinblick auf den zu erwartenden Therapieerfolg unter Berücksichtigung auftretender Nebenwirkungen der Strahlentherapie erscheint eine retrospektive Auswertung der bereits im Schulterbereich bestrahlten Patienten von größtem Interesse.

III. MATERIAL UND METHODEN

III. 1 Krankengut

In den Jahren von 1983 bis 2004 wurden in der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums des Saarlandes 141 Patienten mit schmerzhafter Schulter der strahlentherapeutischen Behandlung zugeführt.

Das ausgewertete Gesamtkollektiv umfasst 141 Patienten, im Alter von 27-90 Jahren, wobei das mittlere Alter bei 57 Jahren zu finden ist. Es handelt sich dabei bei gleicher Geschlechtsverteilung um 70 Männer und 71 Frauen. Das mediane Follow-up liegt bei 1423 Tagen, entsprechend 3,9 Jahren.

Zur Einschätzung der Effektivität der Strahlentherapie war es erforderlich, eine entsprechende Einteilung zur Verbesserung der Beschwerden zu entwickeln. Günter von Pannewitz erstellte als erster ein Modell zur subjektiven Beurteilung der Wirkung der Strahlentherapie bezogen auf Schmerz und Beweglichkeit im alltäglichen Ablauf. Er definierte die Einteilungen in **beschwerdefrei**, **wesentlich gebessert** = ab und zu auftretende Beschwerden ohne Beeinträchtigung des Alltags, **gebessert** = deutlicher Rückgang der Beschwerden auf ein erträgliches Maß, aber noch vorhanden und **unbeeinflusst** bzw. **verschlechtert** – einschließlich der Rezidive (G. VON PANNEWITZ 1933).

Da einige Patienten nicht mehr oder nur unregelmäßig zur Nachsorge erschienen waren, wurden sie selbst sowie ihre überweisenden Ärzte angeschrieben und bezüglich der aktuellen Symptomatik und dem weiteren Krankheitsverlauf mit Hilfe eines speziell ausgearbeiteten Fragebogens um Auskunft gebeten.

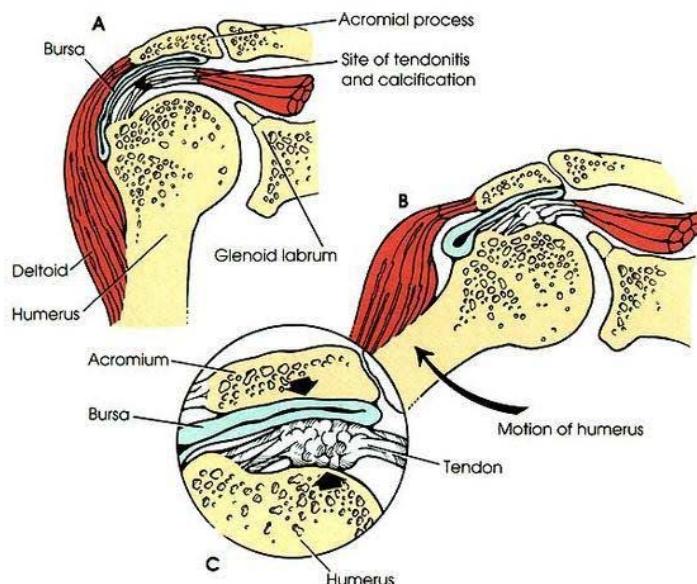
Die so erhaltenen zusätzlichen Daten wurden ebenfalls in unsere Datenbank aufgenommen.

Die für die Studie erhobenen Daten wurden in eine im Datenbanksystem MEDLOG der Firma Parox, Münster, speziell angelegte Datenbank eingegeben.

Im einzelnen sind dies: Persönliche Daten, Anamnesedauer, Diagnose, Vorbehandlung, Therapiedauer, Bestrahlungstechnik, Einzel- und Gesamtreferenzdosis, Follow-ups bezüglich Beweglichkeit und Schmerz, Zufriedenheit des Patienten, nach Abschluss der Strahlentherapie durchgeführte zusätzliche Behandlungen, des weiteren akute Strahlennebenwirkungen und Strahlenspätfolgen der Haut, sowie die Entstehung von Sekundärtumoren und Zweitbestrahlungen in demselben Gebiet.

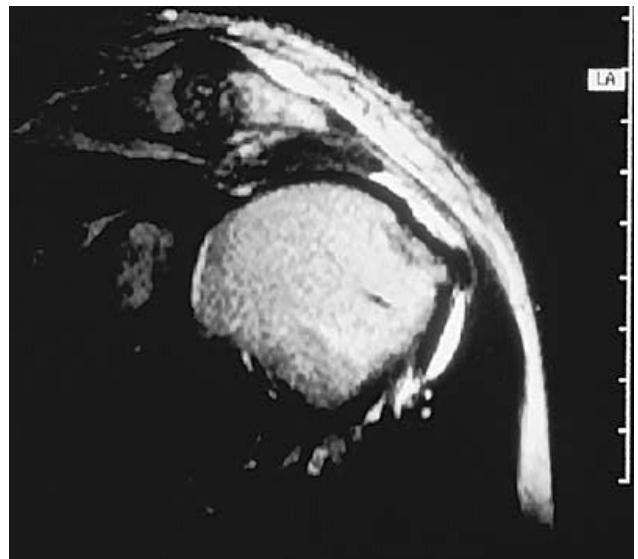
III. 1.1 Indikationsstellung

Abbildung 1: Anatomie



Quelle: images.md

Abbildung 2: Pathophysiologie



Quelle: images.md

Zur Indikationsstellung zogen die Strahlentherapeuten die Befunde der klinischen Untersuchungen und Sonografien der überweisenden Ärzte sowie konventionelle Röntgenaufnahmen zur weiteren Vorgehensweise im Hinblick auf ihre Entscheidungen bezüglich der Strahlentherapie heran.

Bei den 141 Patienten des Gesamtkollektivs ließen sich degenerativ-entzündliche Veränderungen der Sehnen des Schultergelenkes bzw. der Rotatorenmanschette erkennen.

Abbildung 3: Röntgenaufnahme



Quelle: Klinik für Strahlentherapie / Universitätsklinikum des Saarlandes

III.2 Alter und Geschlecht

Das mittlere Lebensalter bei Erstvorstellung betrug 56,7 Jahre (+/- 12,53 Jahre), bei einer Spannweite von 27,3 bis 90,4 Jahren.

Tabelle 1: **Altersverteilung**

Alter	Absolut	Relativ
20 - 30 Jahre	1	0,71 %
30 - 40 Jahre	6	4,26 %
40 - 50 Jahre	36	25,53 %
50 - 60 Jahre	49	34,75 %
60 - 70 Jahre	26	18,44 %
70 - 80 Jahre	14	0,99 %
80 - 90 Jahre	7	4,96 %

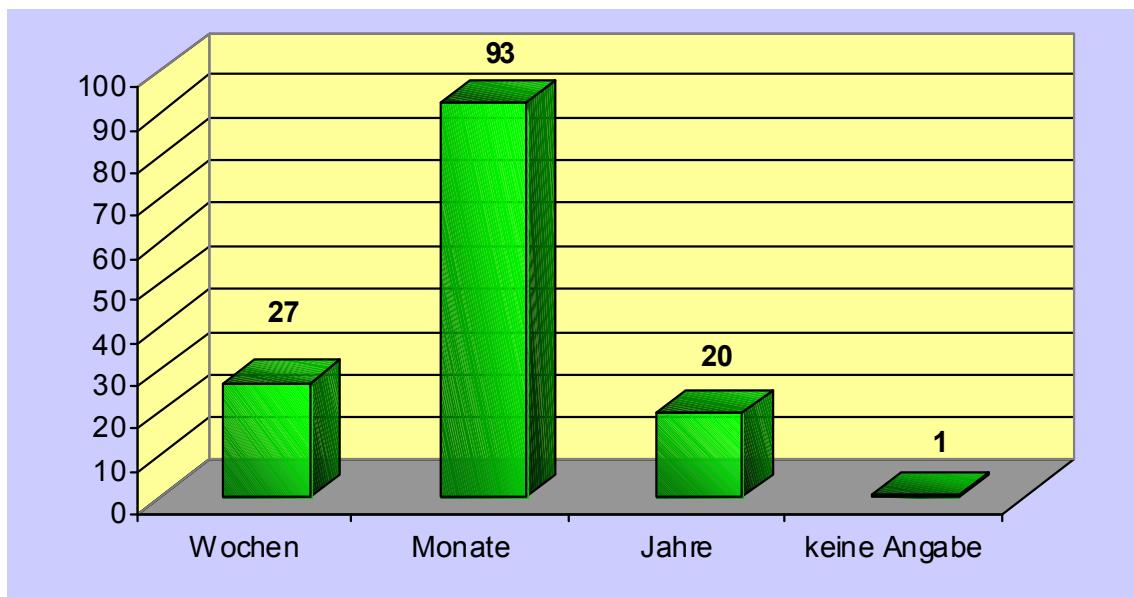
Tabelle 1.1: **Geschlechtsverteilung**

	Absolut	Relativ
Frauen	71	50,35 %
Männer	70	49,65 %
	n = 141	100 %

III.3 Anamnesedauer

Im Vorfeld der Strahlentherapie ließen sich in der Patientengruppe unterschiedliche Angaben zur Dauer der Anamnese in Bezug auf Schmerzen und Beweglichkeitseinschränkungen ablesen. Die genaue Verteilung ist in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 4: Anamnesedauer



n = 141

III.4 Symptomatik

Folgende Tabelle 2 zeigt eine Verteilung der Symptomatik der einzelnen Patienten, in Folge derer sie die Strahlentherapie trotz intensiver, meist ergebnisloser Vorbehandlung aufgesucht haben.

Tabelle 2: Symptomatik

	Ja	Nein	Unbekannt
Schmerzen	141	--	--
Bewegungseinschränkung	137	3	1
Schwellung	7	134	--
Erguss	7	134	--
Posttraumatisch	14	125	2

III.5 Vorbehandlung vor der Strahlentherapie

III.5.1 Therapiekonzepte

Bevor sich die einzelnen Patienten der Strahlentherapie unterzogen, wurden sie von ihren Hausärzten und Orthopäden im Hinblick auf ihre Beschwerden mit physikalischer und medikamentöser Therapie behandelt. Die genaue Verteilung zeigen Tabelle 3 und 4.

Tabelle 3: **Medikamentöse Therapie vor der Strahlentherapie**

	Absolut	Relativ
Ja	123	87,23 %
Nein	1	0,71 %
Unbekannt	17	12,06 %
	n = 141	100 %

Tabelle 4: Physikalische Therapie vor der Strahlentherapie

	Absolut	Relativ
Ja	107	75,89 %
Nein	25	17,73%
Unbekannt	9	6,38 %
	n = 141	100 %

Darüber hinaus entwickelten Patienten Ergüsse im Schultergelenk, die punktiert werden mussten. Tabelle 5 zeigt die Verteilung.

Tabelle 5: Punktion des Schultergelenks vor der Strahlentherapie

	Absolut	Relativ
Ja	8	5,67 %
Nein	127	90,07 %
Unbekannt	6	4,26 %
	n = 141	100 %

Des weiteren wurden Patienten bereits an der Schulter operiert, bevor sie zur Bestrahlung kamen. Tabelle 6 zeigt die Verteilung

Tabelle 6: **Operative Therapie vor der Strahlentherapie**

	Absolut	Relativ
Ja	5	3,55 %
Nein	123	94,33 %
Unbekannt	3	2,13 %
	n = 141	100 %

Auch wurden Patienten früher schon einmal auf Grund ihrer Beschwerden an der Schulter bestrahlt. Tabelle 7 zeigt die Verteilung.

Tabelle 7: **Vorbestrahlung vor der Strahlentherapie**

	Absolut	Relativ
Ja	6	4,26 %
Nein	132	93,62 %
Unbekannt	3	2,13 %
	n = 141	100 %

III.5.2 Art der Medikation vor der Strahlentherapie

Als Therapien der Wahl fanden sich in den meisten Fällen Formen der physikalischen Therapie wie Mobilisation mit Hilfe der Krankengymnastik, Wärme- und Kältetherapien sowie die Elektrotherapie.

Einzelnen oder auch in Kombination mit den physikalischen Therapien erhielten die Patienten ebenfalls eine Behandlung in Form der medikamentösen Therapie mittels Analgetika, NSAID sowie lokale und systemische Kortikosteroid-Injektionen.

Die genaue Verteilung ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Behandlung mit Cortison vor der Strahlentherapie

	Absolut	Relativ
Ja	66	46,81 %
Nein	63	44,68 %
Unbekannt	12	8,51 %
	n = 141	100 %

Von den 66 Patienten, die mit Cortison behandelt wurden, erhielten 20 Patienten eine intravenöse Injektion, 12 Patienten eine intra-articuläre Injektion und 34 Patienten eine lokale Infiltration.

III.6 Strahlentherapie

III.6.1 Geräte

Zur Bestrahlung diente ein Linearbeschleuniger der Firma Siemens. Dieser erzeugt eine Photonenstrahlung der Grenzenergie 4 MV und 6 MV.

Darüber hinaus wurde in früheren Zeiten die Telegammatherapie mittels eines Telekobaltgerätes angewandt. Diese nutzte die Gammastrahlung, die beim Zerfall des radioaktiven Isotops ^{60}Co entsteht.

Auch die Korpuskularstrahlung in Form von 42 MeV und anderen Elektronen kam zum Einsatz.

III.6.2 Bestrahlungsplanung

Nach Abschluss der Befunderhebung berechneten die Physiker die genauen Isodosen im Körperquerschnitt anhand der Vorsimulation.

Im Rahmen dieser Simulation wurden die Achsen der Bestrahlungsfelder direkt auf die Haut des Patienten im Bereich des Schultergelenks eingezeichnet.

Zum Abschluss der Therapieplanung wurden schließlich vor Bestrahlungsbeginn Verifikationsaufnahmen am Linearbeschleuniger selbst angefertigt.

Simulatoraufnahme

Die Abbildung 5 entspricht der oben beschriebenen Bestrahlungsplanung anhand der entsprechend angefertigten Simulatoraufnahme. Zur genauen Berechnung des Bestrahlungsfeldes und der daraus resultierenden exakten Einstellung des Bestrahlungsgerätes ist diese Aufnahme zwingend erforderlich.

Abbildung 5: Simulatoraufnahme



Quelle: Klinik für Strahlentherapie / Universitätsklinikum des Saarlandes

III.6.3 Lagerung des Patienten

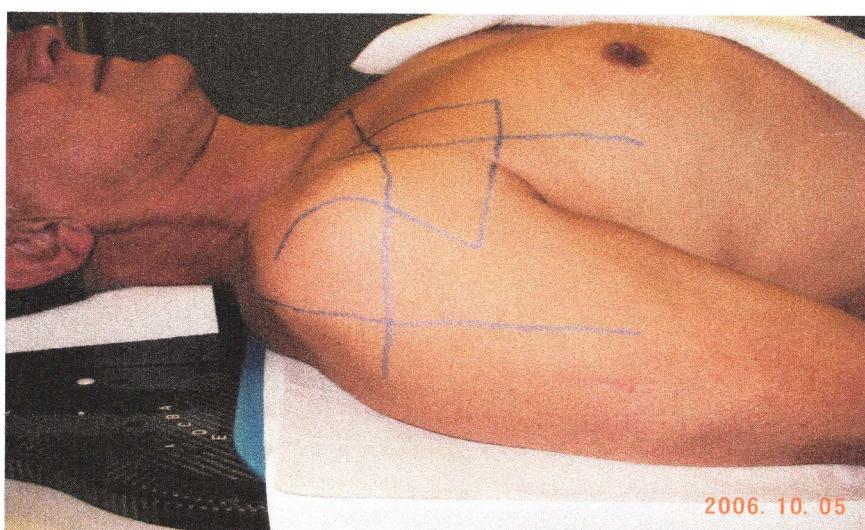
Die Patienten wurden zur Therapiesimulation und zu jeder Bestrahlungsfraktion in Rückenlage und bis zum Jahr 1987 auch mit Umlagerung in Bauchlage auf dem Gerätetisch gemäß ihrem individuellen Bestrahlungsfeld gelagert.

III.6.4 Bestrahlungsfelder

Die Patienten wurden zum größten Teil mit der Gegenfeldtechnik und nur zu einem kleinen Teil mit der Stehfeldtechnik bestrahlt.

Bei der Gegenfeldbestrahlung sind die Felder exakt opponierend angesetzt, so dass die beiden Zentralstrahlen ineinander verlaufen. Man bezeichnet diese Feldanordnung auch als koaxial oder koplanar. Es resultiert eine homogene Durchstrahlung der Schulterregion, also nicht nur des Zielvolumens, sondern auch des gesunden Körpergewebes.

Einzelstehfelder sind für die Oberflächen- und Halbtiefentherapie bis maximal 3 cm Tiefe eine adäquate Bestrahlungstechnik, was sich bei unserem Patientenkollektiv als nicht praktikabel erwiesen hat.



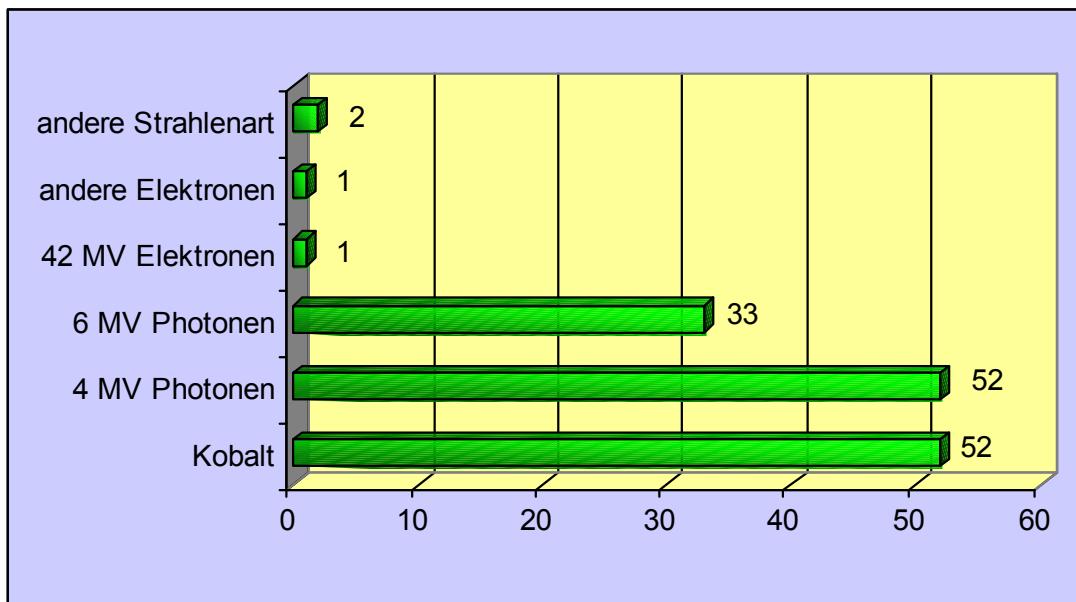
Bestrahlungsfeld der Schulter
Quelle: Klinik für Strahlentherapie / Universitätsklinikum des Saarlandes

Tabelle 9 zeigt die Verteilung der Patienten zu den Bestrahlungstechniken, Abbildung 6 zu den Strahlenarten.

Tabelle 9: **Feldertechnik der Bestrahlung**

	Absolut	Relativ
Gegenfelder	137	97,16 %
Stehfelder	4	2,84 %
	n = 141	100 %

Abbildung 6: **Strahlenart**



III.6.4.1 Feldgröße

Je nach Größe und Umfang des Patienten wurde ein individuelles Bestrahlungsfeld erstellt.

Im Mittel betrug die Feldgröße $13 \times 13 \text{ cm}^2$

In Tabelle 10 sind die Feldbreiten und Feldlängen im Minimum und Maximum dargestellt.

Tabelle 10: **Feldgröße**

	Minimum	Maximum
Feldbreite	6,0 cm	22,5 cm
Feldlänge	5,5 cm	20,0 cm

III.6.5 Fraktionierung und Dosierung der Bestrahlung

1. ERD - Einzelreferenzdosis

Die Bestrahlung erfolgt bei dieser Fraktionierung zweimal pro Woche mit einer konventionellen ERD von 1,0 Gy.

Zwei Patienten des Gesamtkollektivs wurden direkt mit einer Gesamtdosis von 7,0 Gy in nur einer Bestrahlungsfraktion bestrahlt.

Tabelle 11 zeigt die genaue Verteilung der Einzelreferenzdosen.

Tabelle 11: **ERD**

	Absolut	Relativ
0,5 Gy	5	3,55 %
1,0 Gy	133	94,33 %
2,0 Gy	1	0,71 %
7,0 Gy	2	1,42 %
	n = 141	100 %

2. GRD – Gesamtreferenzdosis

Die applizierte Gesamtreferenzdosis in der Kollektivgruppe betrug 6,0 Gy.

123 Patienten wurden nach diesem Schema der konventionellen Fraktionierung bestrahlt.

Dies entspricht einem Anteil von 87,23 %.

Es gab nur wenige Abweichungen von dieser Gesamtdosis.

Die genaue Verteilung der Gesamtreferenzdosen zeigt die Tabelle 12.

Tabelle 12: **GRD**

	Absolut	Relativ
4,0 Gy	1	0,71 %
5,0 Gy	2	1,42 %
6,0 Gy	123	87,23 %
6,5 Gy	1	0,71 %
7,0 Gy	2	1,42 %
8,0 Gy	12	8,51 %
	n = 141	100 %

3. Therapieabbrecher

Nur 2 Patienten des Gesamtkollektiv hatten die Bestrahlungstherapie vorzeitig auf Grund von Unverträglichkeiten abgebrochen.

Sie klagten über Übelkeit und Kreislaufbeschwerden, was jedoch meist auf ihre Begleiterkrankungen zurückzuführen war.

4. Follow up

141 Patienten des Gesamtkollektivs kamen zumindest zu dem ersten Nachsorgertermin unmittelbar nach der Bestrahlungstherapie. 124 Patienten nahmen auch den Nachsorgertermin nach im Median 4,5 Monate und noch 73 Patienten den Nachsorgertermin nach im Median 3,9 Jahren nach der Bestrahlung wahr.

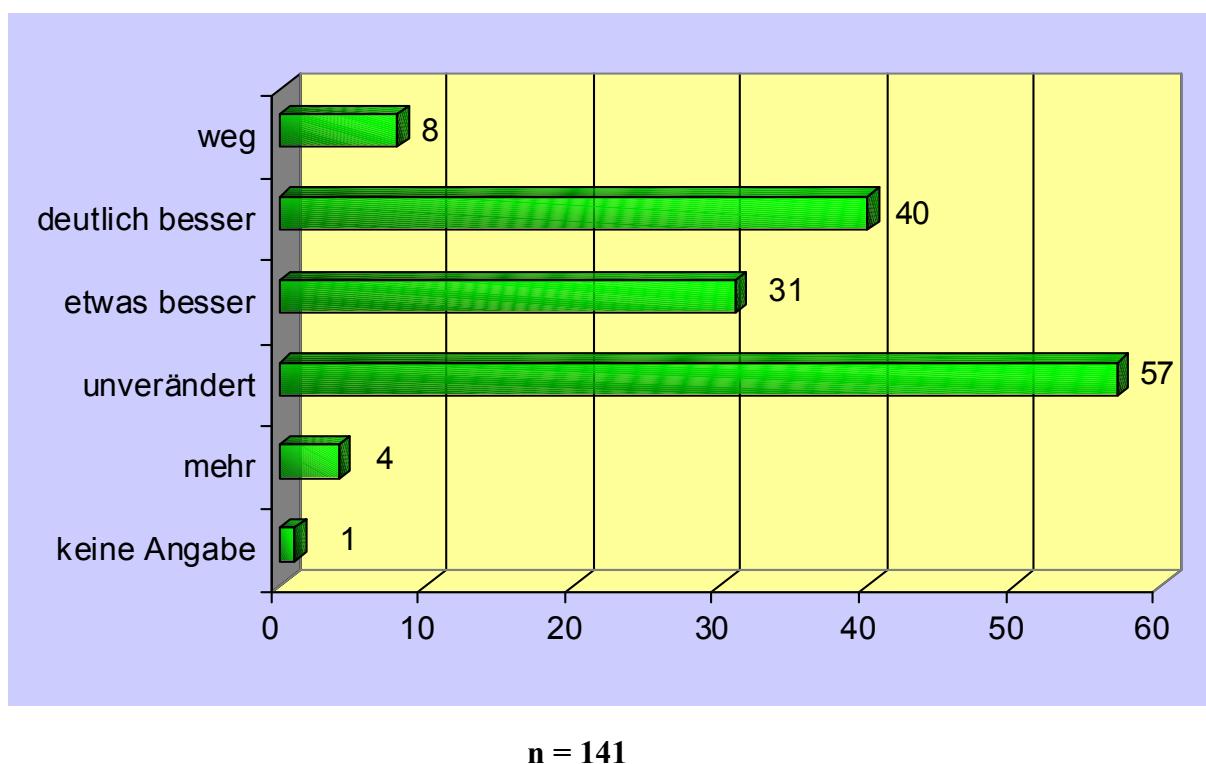
IV. ERGEBNISSE

IV.1 Ergebnisse bezüglich des Schmerzverlaufes

IV.1.1 Schmerzverlauf am Ende der Strahlentherapie

Abbildung 7 zeigt den Schmerzverlauf von 141 Patienten, deren Angaben verlässlich waren, unmittelbar im Anschluss an die Strahlentherapie. Bei 56 % dieser Patienten ist bereits am Ende der Bestrahlung eine Besserung der Schmerzsymptomatik eingetreten.

Abbildung 7: Schmerzverlauf am Ende der Strahlentherapie



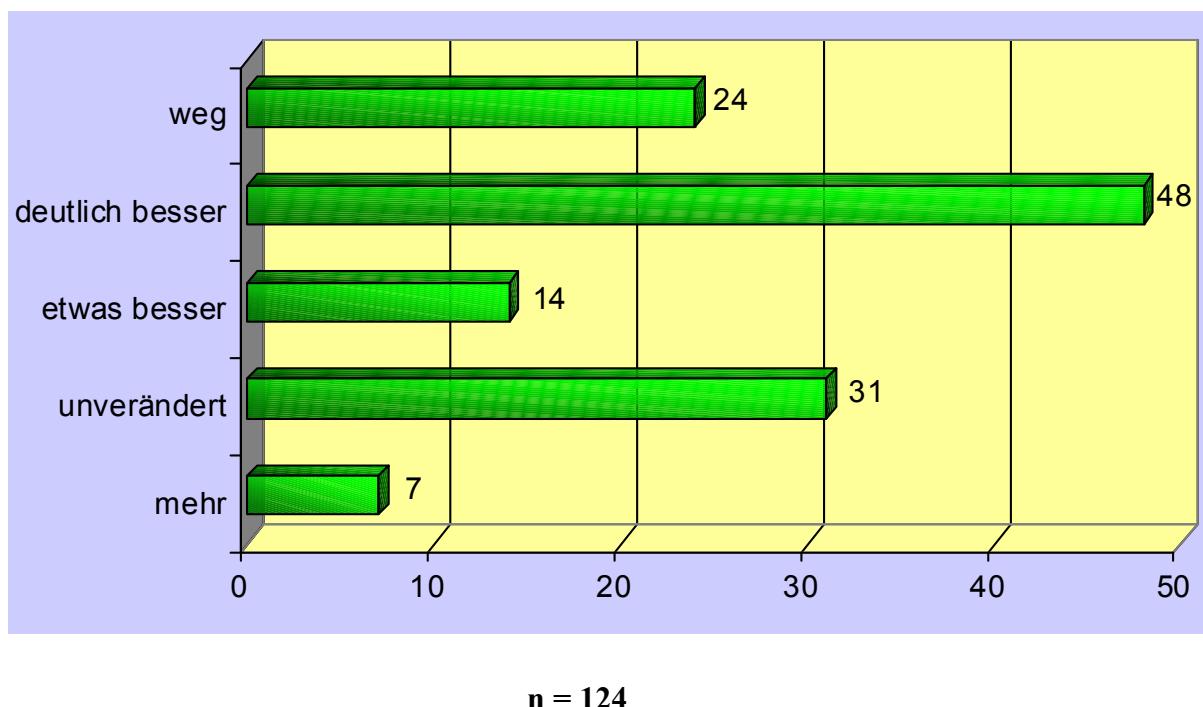
n = 141

IV.1.2 Schmerzverlauf im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie

Abbildung 8 zeigt den Schmerzverlauf von 124 Patienten, von denen wir noch Angaben verlässlich erhielten, nach im Median 4,5 Monaten.

Bei 69 % dieser Patienten ist bereits nach dieser Zeit eine Besserung der Schmerzsymptomatik eingetreten.

Abbildung 8: Schmerzverlauf im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie

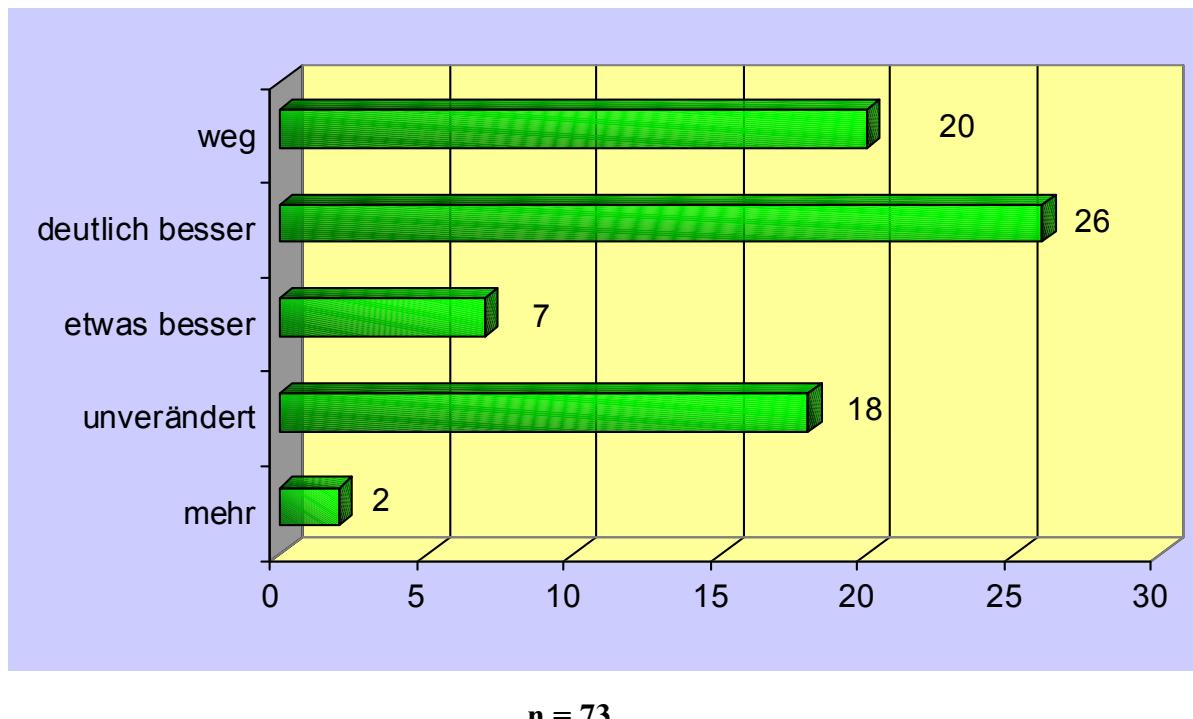


IV.1.3 Schmerzverlauf im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie

Abbildung 9 zeigt den Schmerzverlauf von 73 Patienten, von denen wir noch Angaben verlässlich erhielten, im Median 3,9 Jahre nach Ende der Strahlentherapie.

Bei noch immer 73 % dieser Patienten bestand bis zu dieser Zeit nach der Strahlentherapie eine Besserung der Schmerzsymptomatik.

Abbildung 9: Schmerzverlauf mehrere Monate bis im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie

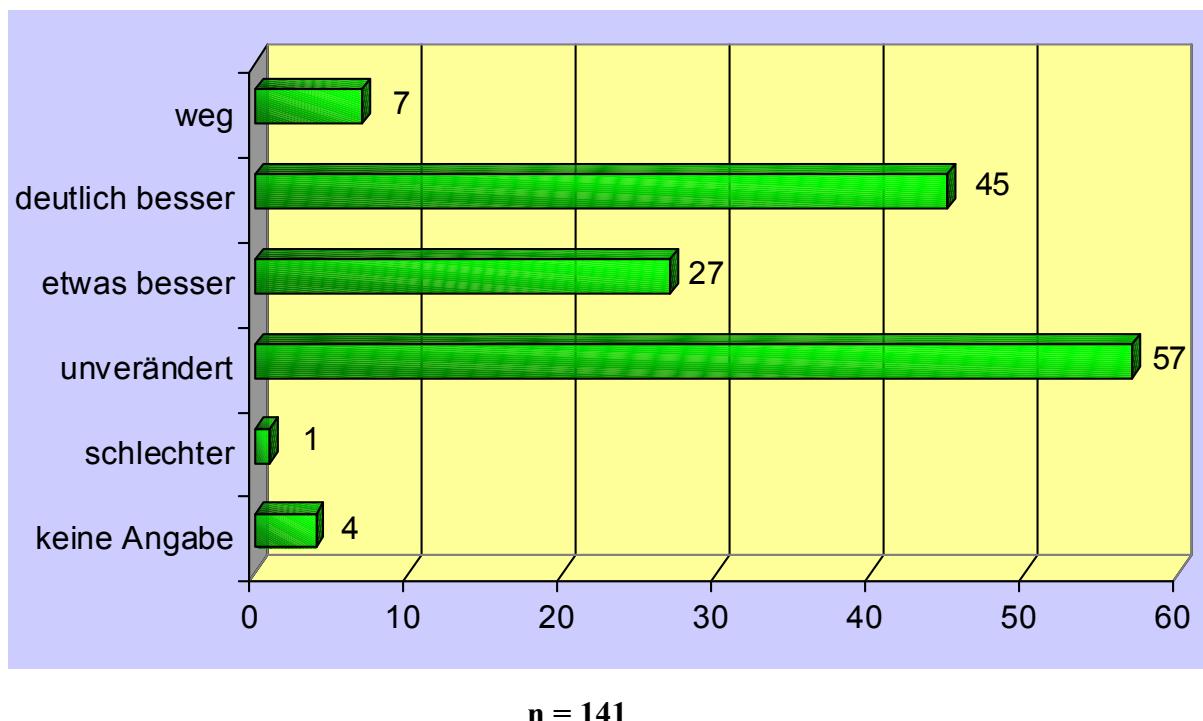


IV.2 Ergebnisse bezüglich des Verlaufs der Bewegungseinschränkung

IV.2.1 Verlauf der Bewegungseinschränkung am Ende der Strahlentherapie

Abbildung 10 zeigt den Verlauf der Bewegungseinschränkung von 141 Patienten, deren Angaben verlässlich waren, unmittelbar im Anschluss an die Strahlentherapie. Bei 56 % dieser Patienten ist bereits am Ende der Bestrahlung eine Besserung der Bewegungseinschränkung eingetreten.

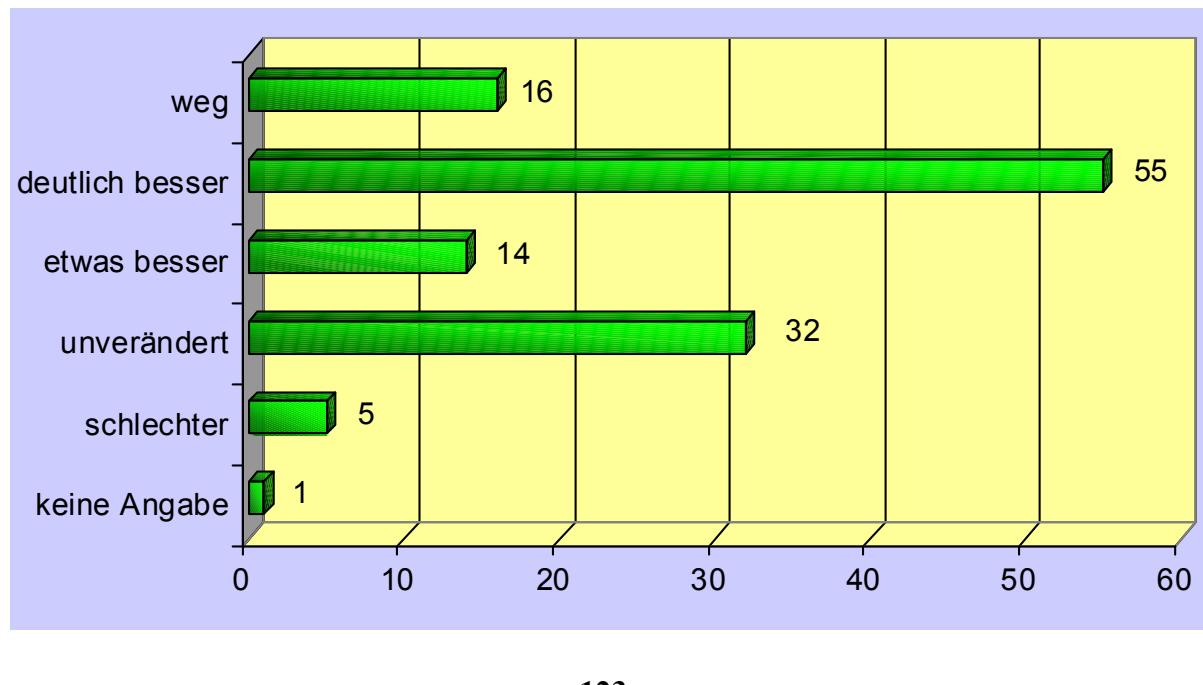
Abbildung 10: Verlauf der Bewegungseinschränkung am Ende der Strahlentherapie



IV.2.2 Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie

Abbildung 11 zeigt den Verlauf der Bewegungseinschränkung von 123 Patienten, von denen wir noch Angaben verlässlich erhielten, nach im Median 4,5 Monaten. Bei 69 % dieser Patienten ist bereits nach dieser Zeit eine Besserung im Verlauf der Bewegungseinschränkung eingetreten.

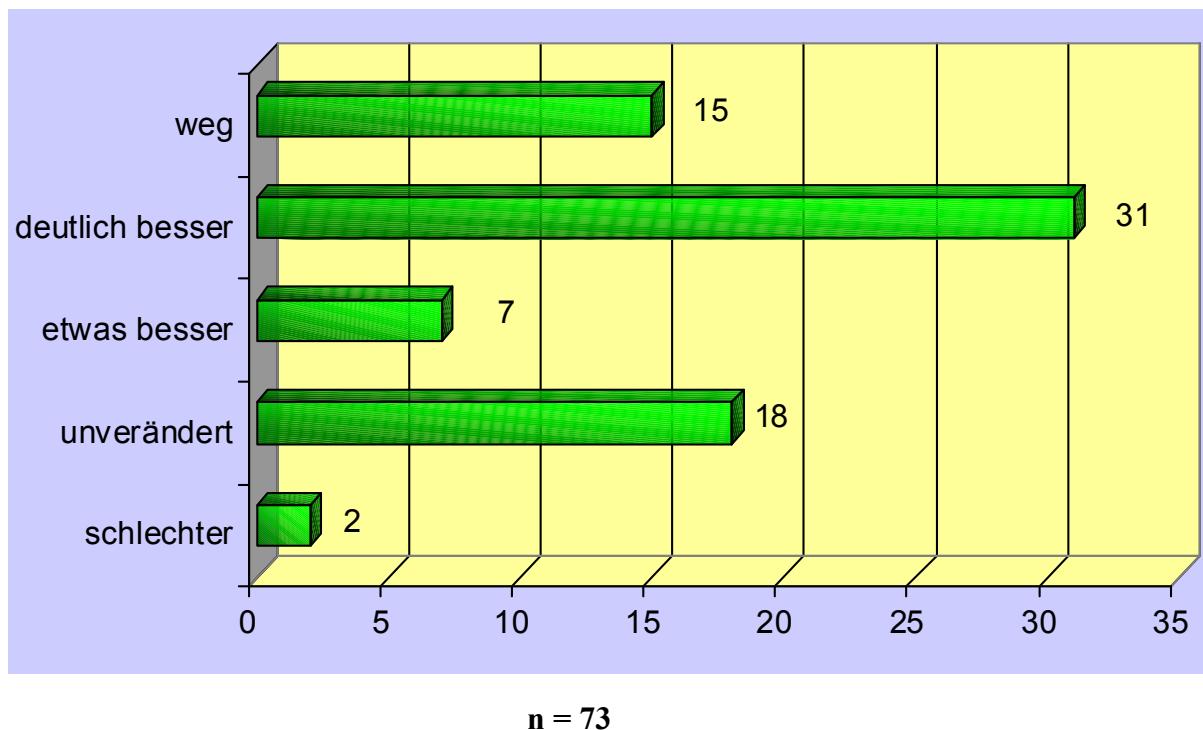
Abbildung 11: Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie



IV.2.3 Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie

Abbildung 12 zeigt den Verlauf der Bewegungseinschränkung von 73 Patienten, von denen wir noch Angaben verlässlich erhielten, im Median 3,9 Jahre nach Ende der Strahlentherapie. Bei noch immer 73 % dieser Patienten bestand bis zu dieser Zeit nach der Strahlentherapie eine Besserung im Verlauf der Bewegungseinschränkung.

Abbildung 12: Verlauf der Bewegungseinschränkung im Median 3,9 Jahre nach der Strahlentherapie



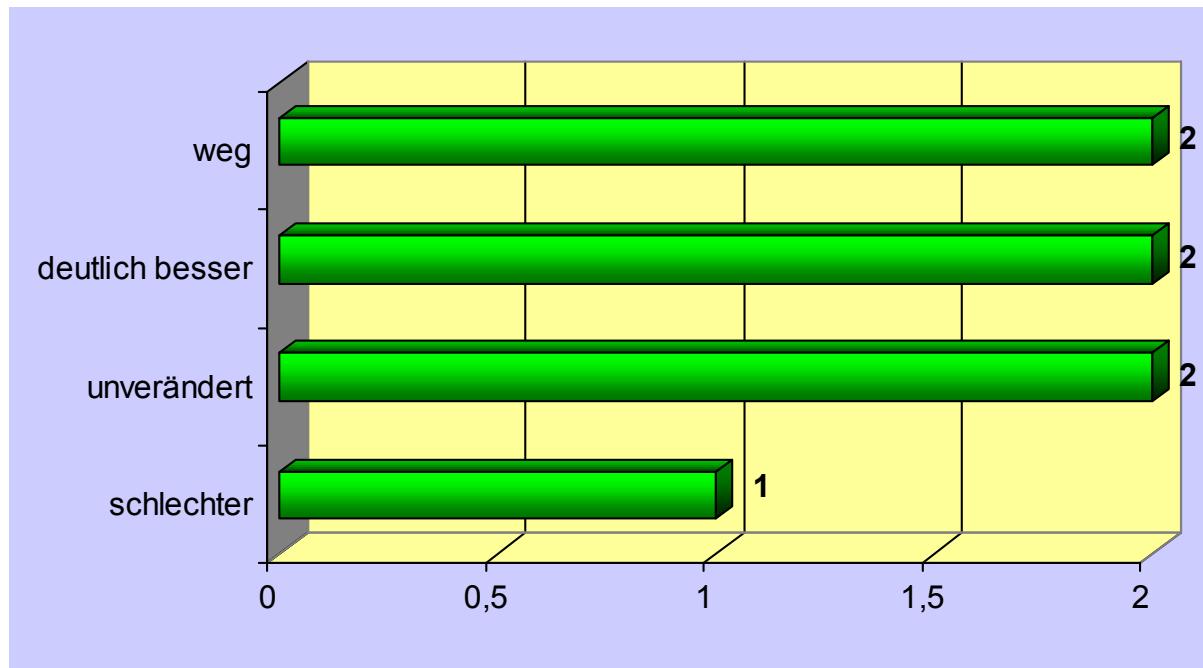
IV.3 Ergebnisse bezüglich des Verlaufs der Schwellung durch Ergussbildung

IV.3.1 Verlauf der Schwellung am Ende der Strahlentherapie

Abbildung 13 zeigt den Verlauf der Schwellung durch Ergussbildung bei 7 Patienten mit Schwellung und Ergussbildung, deren Angaben verlässlich waren, unmittelbar im Anschluss an die Strahlentherapie.

Bei 57 % dieser Patienten ist bereits am Ende der Bestrahlung eine Besserung eingetreten.

Abbildung 13: Verlauf der Schwellung am Ende der Strahlentherapie



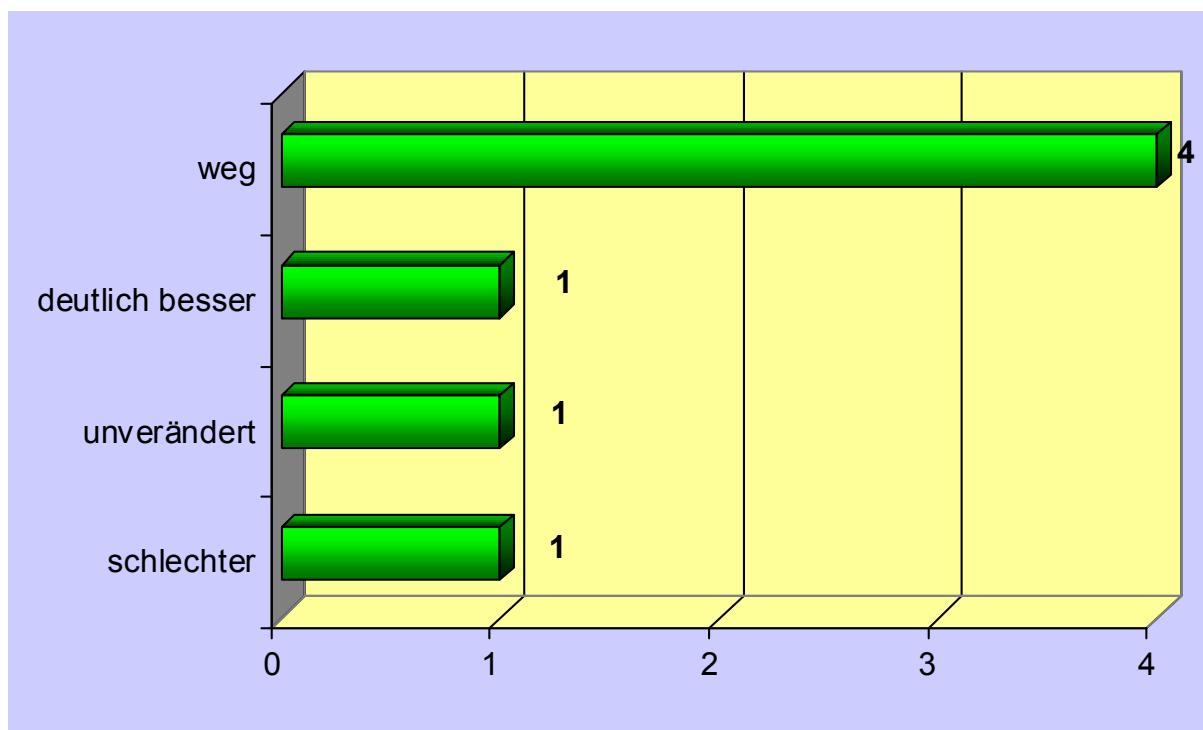
n = 7

IV.3.2 Verlauf der Schwellung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie

Abbildung 14 zeigt den Verlauf der Schwellung durch Ergussbildung bei 7 Patienten mit Schwellung und Ergussbildung, deren Angaben verlässlich waren, im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie.

Bei 71,43 % dieser Patienten ist in dieser Zeit nach der Bestrahlung eine Besserung eingetreten.

Abbildung 14: Verlauf der Schwellung im Median 4,5 Monate nach der Strahlentherapie



IV.4 Beginn der Besserung der Schmerzsymptomatik und der Bewegungseinschränkung

109 Patienten des Gesamtkollektivs schilderten eine Besserung ihrer Symptomatik in unterschiedlichen Zeitabständen.

Soweit bei retrospektiver Betrachtungsweise und teilweise unvollständiger Nachsorge beurteilbar war, ist eine Effektivität der Bestrahlung auf die Schmerzsymptomatik und die Beweglichkeit sehr wahrscheinlich. Bis zum Eintritt des Effektes können jedoch mehrere Wochen und Monate vergehen. Der Effekt kann dabei auch Jahre andauern.

Tabelle 13 und 14 zeigen Beginn und Dauer der Besserung der Symptomatik

Tabelle 13: Beginn der Besserung

	Absolut	Relativ
Während der Radiatio	1	0,92 %
Nach Abschluss der Radiatio	65	59,63 %
Nach 2 Wochen	5	4,59 %
Nach 4 Wochen	1	0,92 %
Nach 8 Wochen	10	9,17 %
Nach 12 Wochen	27	24,77 %
	n = 109	100 %

Tabelle 14: Dauer der Besserung

	Absolut	Relativ
Keine Besserung	29	21,48 %
Wochen	14	10,37 %
Monate	16	11,85 %
Jahre	76	56,30 %
	n = 135	100 %

IV.5 Akute Nebenwirkungen und spätere Sekundärtumore

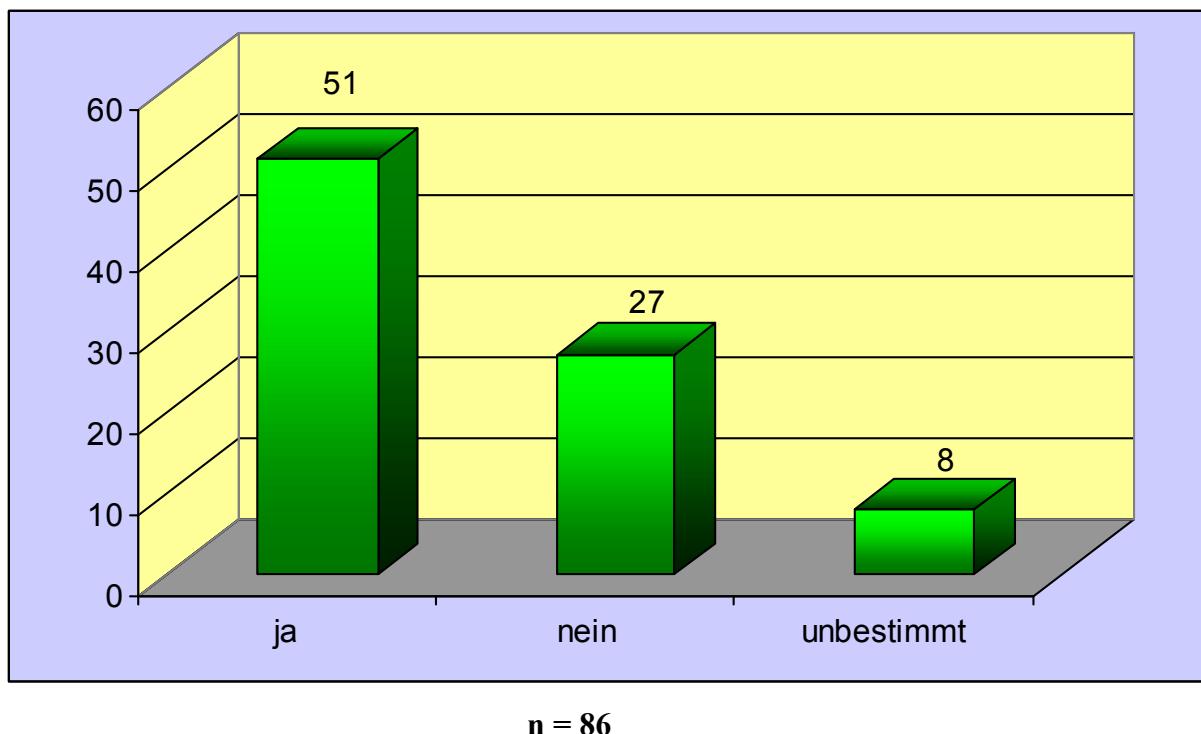
Bei nur einem Patient des Gesamtkollektivs hat sich während der Bestrahlung eine Hautrötung gezeigt. Bei allen anderen blieb die Hautoberfläche reizlos und unauffällig. Darüber hinaus gab es keine weiteren Nebenwirkungen.

Bei keinem der Patienten des Gesamtkollektivs ist bis heute ein radiogener Sekundärtumor auf Grund der Schulterbestrahlung bekannt.

IV.6 Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis der Bestrahlung

Abbildung 15 zeigt die Zufriedenheit von 86 der 141 Patienten.

Abbildung 15: Zufriedenheit der Patienten

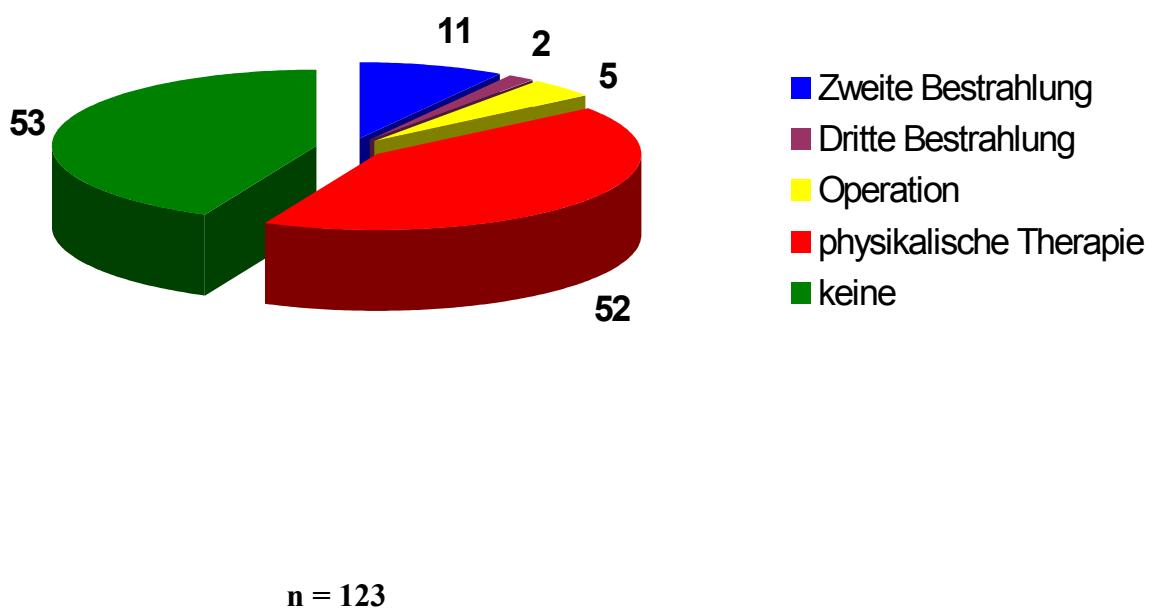


IV.7 Weitere Behandlungen nach der Strahlentherapie

Nach Beendigung der Strahlentherapie und Ablauf mehrerer Monate mussten sich einige Patienten des Gesamtkollektiv einer weiteren Behandlung in Form von weiteren Bestrahlungen, Operationen und anderen physikalischen Therapien auf Grund ihrer noch immer schmerzhaften Schulter mit Bewegungseinschränkungen unterziehen.

Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Patienten zu diesen Behandlungsformen.

Abbildung 16: Weiterführende Behandlungsformen nach der Strahlentherapie



IV.8 Zweitbestrahlung im gleichen Gebiet

Nach Beendigung der Strahlentherapie und Ablauf mehrerer Monate mussten sich 11 Patienten des Gesamtkollektivs einer weiteren Behandlung in Form einer Zweitbestrahlung im gleichen Gebiet, d.h. wieder an derselben Schulter, unterziehen.

10 von diesen 11 Patienten wurden erneut in der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums des Saarlandes bestrahlt. Ein Patient außerhalb in einem anderen Krankenhaus.

IV.8.1 Gesamtdosis der Zweitbestrahlung

8 der 10 Patienten, die in der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums des Saarlandes bestrahlt wurden, erhielten eine weitere Gesamtdosis von 6,0 Gy, die anderen beiden Patienten eine Gesamtdosis von 7,0 Gy.

V. DISKUSSION

V.1 Mechanismen und Wirkungsweise der Bestrahlung

Die ionisierenden Strahlen werden zunächst im Gewebe absorbiert. Dabei entsteht eine Vielzahl an radiochemischen und biologischen Veränderungen, unter anderem die Bildung von Radikalen. Unterschieden wird zwischen der direkten und der indirekten Strahlenwirkung. Die direkte Strahlenwirkung beruht auf unmittelbaren Wechselwirkungen zwischen ionisierenden Strahlen und lebenswichtigen Biomolekülen. Die indirekte Strahlenwirkung wird durch die äußerst reaktiven Zersetzungprodukte des Wassers, das OH-Radikal und das H-Radikal, verursacht. Schäden an Chromosomen entstehen auf zellulärer Ebene, insbesondere als DNA-Doppelstrangbrüche und Strukturveränderungen anderer Zellbestandteile wie Proteine und Membranlipide.

Die Beseitigung bzw. die Rückbildung der verschiedenen Entzündungsparameter einschließlich des Entzündungsschmerzes scheinen die bedeutendsten Merkmale der Wirkungsmechanismen der in niedrigen Dosen, therapeutisch auf das Zielvolumen gerichteten und in einzelnen Fraktionen durchgeführten Röntgenbestrahlung zu sein. (H.D. CLAUS 1974, H. LANGER 1935, G. VON PANNEWITZ 1960, W.S. REICHEL 1949, K.R. TROTT 1999).

Eine Entzündungsreaktion läuft unter histologischen Gesichtspunkten wie folgt ab. Es kommt zunächst zu einer kapillaren Hyperämie, die zum einen durch den vom vegetativen Nervensystem ausgelösten Arteriolenspasmus, zum anderen von einer Verengung der Venolen ausgelöst wird. Letztere wird von diversen Mediatoren, z. B. Prostaglandinen und Kininen bewirkt. Diese Abflussstörung wiederum führt zu einer Thrombozytenaggregation und zu einer Exsudation von Abwehrzellen, den Leukozyten, und anderen durch Blutstase ausgelösten Folgen. Die Permeabilität der Gefäßwände wird durch Gefäßmediatoren wie Histamin, Prostaglandin, Kinin und Serotonin gesteigert.

Durch die erhöhte Permeabilität können nun Plasmaeiweiße in das betroffene Gebiet einströmen. Für die Entzündungsreaktion wichtig sind hierbei vor allem neutrophile, basophile und eosinophile Granulozyten, Makrophagen und Lymphozyten.

Eine Entzündung geht einher mit charakteristischen Veränderungen auf molekularer Ebene. Zunächst kommt es durch die auslösenden Stimuli zu Aktivitätsänderungen in bestimmten zellulären Signalwegen, die wiederum zu spezifischen Änderungen des Genexpressionsmusters führen. Einer der wichtigsten intrazellulären Regulatoren von Entzündungsreaktionen ist beispielsweise der Transkriptionsfaktor NF-κB, der durch bakterielle und virale Antigene, Zytokine und durch chemisch-physikalische Noxen aktiviert wird und die Genexpression in betroffenen Zellen schnell und umfassend ändern kann. Unter den hochregulierten Genen befinden sich insbesondere Zytokine und Zelladhäsionsmoleküle, die für eine Verbreitung der Entzündung auf andere Zellen und deren Verstärkung, oft im Sinne einer positiven Rückkopplung, sorgen.

Gewebeproliferation und Narbenbildung folgen in der subakuten und chronischen Phase.

All diese Prozesse sind verantwortlich für eine physikalische und chemische Induktion von Schmerzen im Bereich der Nervenendigungen, hauptsächlich des vegetativen Nervensystems (W. S. REICHEL 1949, G. HILDEBRANDT et al. 2000).

Der Einsatz von Röntgenstrahlen führt grundsätzlich zu einer direkten und indirekten Ionisation von Atomen im Gewebe. Davon sind wiederum sekundäre chemische Prozesse abzuleiten. Biologische Reaktionen des bestrahlten Gewebes, in Abhängigkeit von der Dosis, werden dadurch entfacht. Der Gebrauch von Röntgenstrahlen führt zunächst zu einer Azidierung im Gewebe. Dieser folgt jedoch ein relativ schneller Anstieg des PH-Wertes, so dass im Endeffekt nach einer Bestrahlung eine länger andauernde Alkalisierung des Gewebes eintritt (T. HORNYKIEWYTSCH 1952).

In tierexperimentellen Untersuchungen wurden Arthritiden an Kaninchen und Ratten künstlich herbeigeführt. Darin zeigte sich eine signifikante positive Beeinflussung der Entzündungsreaktion in den Gelenken und an der Synovia auf Grund der Bestrahlung mit einer niedrigen Einzeldosis von 0,5 bis 1 Gray bis zu einer Gesamtdosis von 4 bis 6 Gy.

Sie war gekoppelt an eine histo-pathologische Verminderung von Knorpel- und Knochengewebszerstörung, jedoch ohne eine Verringerung der Anzahl der Entzündungszellen im Gewebe. Untersuchungen über die antiinflammatorische Wirkung von Röntgenstrahlen im niedrig dosierten Bereich an entsprechend entzündlich aktivierte Zellkulturen charakterisieren eine deutlich dosisabhängige reduzierte Bildung von inflammatorischen Zytokinen. Diese führen zu einer erhöhten vaskulären Permeabilität. Des weiteren begünstigen sie die Adhäsion von Leukozyten an der Gefäßwand und somit eine entzündliche Gewebsinfiltration. Daneben zeigt sich auf zellulärer Ebene ein ebenfalls nur im niedrig dosierten Bereich auslösbarer geordneter Zelltod von Monozyten im Blut ohne die Bildung von inflammatorischen Zytokinen (G. HILDEBRANDT et al. 1998, 2002, P. KERN et al. 1999, F. RÖDEL et al. 2002, F. RÖDEL et al. 2002). Ein antiproliferativer Effekt sowie Immunmodulationen treten erst ab einer Dosis von 10 Gy oder mehr auf. Auf Zellebene erfolgt also eine Hemmung der entzündlichen Gewebereaktion ohne Ausbildung von Nekrosen in diesem Dosisbereich (U. FISCHER et al. 1998, G. HILDEBRANDT et al. 2000, G. VON PANNEWITZ 1933, C. STEFFEN et al. 1982, K. R. TROTT et al. 1995, K. R. TROTT et al. 1999).

Auch die Strahlentherapie der schmerzhaften Schulter macht sich die ionisierenden Strahlen am Patienten zunutze. Daher sollten die Risiken und Nebenwirkungen der Röntgenstrahlentherapie, auch der gutartigen Erkrankungen, im Folgenden kurz aufgezeigt werden.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Strahlentherapie der gutartigen Erkrankungen, wie der Tendinosis calcarea, mit niedrigeren Strahlendosen keine Nebenwirkungen zeigt in Form von Hautrötungen oder sogar Gewebenekrosen wie sie meist bei der Bestrahlung der malignen Erkrankungen mit sehr viel höheren Dosen entstehen.

Was jedoch zu überlegen bleibt, ist die Belastung der Gonaden während der Strahlenexposition und das Spätrisiko der Entstehung eines malignen Tumors nach der Bestrahlung einer im Ursprung gutartigen Erkrankung, die sich mit einer Latenz über einen Zeitraum von 10 bis 30 Jahren erstrecken kann.

Die bis dato gesammelten Daten darüber beziehen sich auf Studien über die im August 1945 durchgeführten Atombombenexplosionen von Nagasaki und Hiroshima. Diese sollten das Risiko der Inzidenz einer Tumorerkrankung bei den Atombombenopfern im Vergleich zur übrigen Bevölkerung abschätzen. Es hat sich gezeigt, dass dieses nach der Bestrahlung der gutartigen und auch der malignen Erkrankungen signifikant niedriger ist als nach der Strahlenexposition der Atombombenopfer selbst (M. P. LITTLE, 2001).

Beeinflusst wird das Risiko auch von Alter und Geschlecht des Patienten, sowie von der an der Körperoberfläche gemessenen Dosis in Gray (Gy). Die unterschiedlichen Gewebetypen zeigen eine unterschiedliche biologische Empfindlichkeit gegenüber Strahlen. Die zugehörigen Gewichtungsfaktoren werden mit der gemessenen Strahlendosis im Bestrahlungsgebiet multipliziert und in der effektiven biologischen Dosis in Sievert (Sv) dargestellt.

Bei Frauen, die im Bereich der Schulter bestrahlt wurden, hat sich gezeigt, dass das Risiko für die Entstehung eines Sekundärtumors auf der Grundlage einer Strahlentherapie das natürliche Risiko für Tumorentwicklung nicht übersteigt (K. KEINERT et al. 1975; M. KIRSCH et al. 1983).

Die Belastung der Gonaden ist daher vergleichbar mit der Belastung bei diagnostischen Röntgenuntersuchungen innerhalb von 1,2 mSv bis 2,4 mSv. Im Vergleich dazu liegt die natürliche Strahlenbelastung im Durchschnitt bei 1 bis 2 mSv pro Jahr.

V.2 Literaturvergleich

Die Ergebnisse und Daten der Patienten, die auf Grund ihrer schmerhaften Schulter, unter dem diagnostischen Sammelbegriff der Periarthropathia humero-scapularis (PHS) zusammengefasst, bestrahlt wurden, werden in den nun folgenden Tabellen gegenübergestellt und mit den eigenen Ergebnissen und Daten verglichen.

Unser Patientenkollektiv umfasst ausschließlich Patienten mit einer Tendinosis calcarea.

Tabelle 15: Literaturübersicht der Daten der Strahlentherapie einer PHS

Autor	Pat. Kollektiv	Auswertungs-schema	ERD / GRD	Zeitpunkt der Datenerhebung	Ergebnisse (relativ)			
					+++	++	+	0
Fuchs u. Hofbauer (1957)	28	Schmerzen Beweglichkeit	60 - 100 R / 600 - 1500 R	Abschluss der RT	79 %	17 %	--	4 %
Braun u. Jakob (1965)	25	Schmerzen Beweglichkeit	100 - 140 R / 300 - 1640 R	-----	64 %	32 %	--	4 %
Schertel (1968)	89	Schmerzen Beweglichkeit	100 R / 400 - 600 R	6 Wochen nach RT	2 %	18 %	43 %	49 %
Wieser (1969)	160	Schmerzen	40 - 120 R / 500 R	Abschluss der RT	22 %	45 %	22 %	11 %
Keinert (1972)	145	Schmerzen Beweglichkeit	30 - 100 R / 400 R	einige Wochen nach RT	50 %	41 %	--	9 %
Valtonen (1975)	26	Schmerzen Beweglichkeit	75 R / 225 R	6 Wochen nach RT	31 %	--	27 %	42 %
Zilberberg et al. (1976)	200	Schmerzen Beweglichkeit	120 R / 1200 R	4 Wochen nach RT	46 %	24 %	16 %	14 %
Hassenstein (1979)	233	Schmerzen Beweglichkeit	0,5 - 1 Gy / 1,5 - 3 Gy	4-6 Wochen nach RT	43 %	31 %	--	26 %
Görlitz (1981)	50	Schmerzen Beweglichkeit	0,5 Gy / 4 Gy	3 Monate nach RT	48 %	34 %	--	18 %
Hess (1988)	164	Schmerzen	0,3 – 0,5 Gy / bis 3 Gy	5 Jahre nach RT	49 %	27 %	--	24 %
Sautter-Bihl (1993)	30	Schmerzen Beweglichkeit	0,5 – 1 Gy / 2,5 – 6 Gy	Abschluss der RT	33 %	27 %	27 %	13 %
Keilholz et al. (1995)	106	Orthopädische Scores	0,5 Gy / 3 Gy	6 Wochen nach RT	49 %	32 %	--	19 %
Schäfer u. Micke (1996)	42	Schmerzen Beweglichkeit	0,5 – 1 Gy / 2 – 4 Gy	6 Wochen nach RT	61 %	15 %	--	24 %
Heyd (1998)	41	Schmerzen Beweglichkeit	1 Gy / 4 Gy	Follow-ups unterschiedl. individ. Zeitabstände	44 %	27 %	17 %	12 %
Seegenschmidt u. Keilholz (1998)	89	Schmerzen Orthop. Scores	0,5 / 6 Gy (2 x 3 Gy)	6 Wochen nach RT	49 %	26 %	6 %	19 %
Zwicker et al. (1998)	77	Schmerzen Beweglichkeit	1 Gy / 6 Gy	3 Monate nach RT	34 %	35 %	20 %	11 %
Schultze (2004)	94	Schmerzen Beweglichkeit	0,75 Gy / 6 Gy	4 Monate nach RT	18 %	27 %	14 %	41 %

Alle Patienten im Gesamtkollektiv der Literaturangaben wurden auf Grund ihrer Beschwerden konservativ mit physikalischer und medikamentöser Therapie vorbehandelt.

Ein Eintritt der Besserung der Symptomatik war im Durchschnitt erst nach einigen Wochen zu verzeichnen.

Erläuterung zu obiger und den folgenden Tabellen:

ERD = Einzelreferenzdosis, GRD = Gesamtreferenzdosis, Gy = Gray,

R = Rad (radiation absorbed dose)

+++ = nahezu / komplett beschwerdefrei, ++ = deutliche Beschwerdebesserung,

+ = leichte Beschwerdebesserung, 0 = keine Beschwerdebesserung

Tabelle 16: Eigene Ergebnisse der Schmerzbesserung nach der Strahlentherapie einer Tendinosis calcarea

Pat.	ERD / GRD	Vorbehandlung	Zeitpunkt d. Auswertung	Eintritt der Besserung	Ergebnisse (relativ)			
					+++	++	+	0
140	1 Gy / 6 Gy	Physikalisch Medikament.	Im Anschluss an die RT	Wochen	6 %	29 %	22 %	43 %
124			Im Med. 4,5 Monate nach RT		19 %	39 %	11 %	31 %
73			Im Med. 3,9 Jahre nach RT		27 %	36 %	10 %	27 %

Tabelle 17: Eigene Ergebnisse der Besserung der Beweglichkeit nach der Strahlentherapie einer Tendinosis calcarea

Pat.	ERD / GRD	Vorbehandlung	Zeitpunkt d. Auswertung	Eintritt der Besserung	Ergebnisse (relativ)			
					+++	++	+	0
137	1 Gy / 6 Gy	Physikalisch Medikament.	Im Anschluss an die RT	Wochen	5 %	33 %	20 %	42 %
122			Im Med. 4,5 Monate nach RT		13 %	45 %	11 %	30 %
73			Im Med. 3,9 Jahre nach RT		21 %	42 %	10 %	27 %

Eine Zusammenfassung der eigenen Ergebnisse (Tabelle 16 + 17) zeigt bei insgesamt 79 von 140 (56 %) Fällen eine Besserung am Ende der Radiotherapie und in 86 von 124 (69 %) Fällen im Median 4,5 Monate nach Therapie eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik. Bei der dritten Nachsorge bzw. der schriftlichen Befragung der Ärzte nach im Median 3,9 Jahren hatten noch immer 53 von 73 (73 %) Patienten eine deutliche Besserung der Beschwerden zu verzeichnen.

Innerhalb des beobachteten Patientenkollektivs konnten keine direkten Nebenwirkungen im Anschluss oder Spätfolgen der Strahlentherapie festgestellt werden. Das Risiko für die Entstehung eines Sekundärtumors im Bestrahlungsfeld ist bei Betrachten des mittleren Alters der Patienten von 57 Jahren relativ gering. Ebenfalls die Belastung der Gonaden ist bei diesem schon vorangeschrittenen Alter zu vernachlässigen (L. KEILHOLZ et al. 1995).

Stellt man die Daten des allgemeinen Therapieansprechens der eigenen Ergebnisse den Daten aus der Literatur (Tabelle 15) gegenüber, die generell eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik zeigen, so sind die Zahlen durchaus vergleichbar. Nur hinsichtlich der verschiedenen Einteilungsstufen können die Ergebnisse mit den Literaturangaben variieren. Dies hängt letztendlich von den unterschiedlichen Bewertungsschemata der Verbesserungsrate der Beschwerdesymptomatik ab.

Auch bei der Periarthropathia humeroscapularis wird für eine definitive Beurteilung der Wirkung eine langzeitige Beobachtung von mindestens sechs Monaten (F. HESS 1980), wenn nicht sogar noch länger (M. L. SAUTTER-BIHL et al. 1993, M. H. SEEGENSCHMIEDT et al. 1998, L. KEILHOLZ et al. 1995) von manchen Autoren empfohlen. Unsere Ergebnisse zeigen einen eindeutigen Anstieg des Therapieansprechens nach im Median 4,5 Monaten. Hinsichtlich der Frage, ob eine Dauer der Beschwerden von mehr als sechs Monaten eine negative Auswirkung auf den Erfolg der Therapie hat, gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben (N. GÖRLITZ et al. 1981, E. HASSENSTEIN et al. 1979, F. HESS et al. 1988, L. KEILHOLZ et al. 1995).

Es sollte hierzu festgehalten werden, dass bei 66 % unseres Patientenkollektivs die Beschwerden über eine Dauer von mehreren Monaten anhielten (siehe Abschnitt III.3), angeschlossen an eine Fülle von Vorbehandlungen.

Der strahlentherapeutische Effekt scheint bei längerem Bestehen der Beschwerdesymptomatik in der Langzeitbeobachtung keinen Unterschied zu kürzeren Verlaufsformen zu zeigen, wohl aber der Eintritt des Erfolges bei chronischen Verlaufsformen zeitlich verzögert aufzutreten (W. E. BAENSCH 1953).

V.3 Alternativmethoden zur Behandlung der schmerhaften Schulter

Bei der Behandlung der schmerhaften Schulter im Rahmen einer Tendinosis calcarea bzw. einer PHS steht auch weiterhin die **konservative Therapie** zunächst an erster Stelle.

Im akuten Stadium wird initial mit einer vorübergehenden Ruhigstellung verbunden mit antientzündlicher und analgetischer Behandlung lokal und systemisch begonnen. Dabei handelt sich meist um Injektionen, die intra-artikulär, lokal sowie intravenös verabreicht werden. Erfolgsraten liegen hier bei ca. neunzig Prozent. Jedoch sollte man an dieser Stelle auch auf die Nebenwirkungen der nichtsteroidalen Antiphlogistika aufmerksam machen. Diese zeigen sich als Ulzera an der Magenschleimhaut oder hämatologisch, nach lokalen oder systemischen Glukocorticoiden als Nekrosen, Infektionen oder Sehnenrupturen (L. KEILHOLZ et al. 1995).

Im chronischen Stadium mit einer Beschwerdedauer von mehr als sechs Monaten sind krankengymnastische Übungen, Wärme- und Kältetherapie ferner die Elektrotherapie in Form von Ultraschallanwendungen zur Zeit noch immer erfolgsversprechend.

Ein signifikanter Vorteil bei der strahlentherapeutischen Behandlung der PHS gegenüber der **Ultraschalltherapie** wurde in der Studie von N. Görlitz et al. 1981 in der beschriebenen Untersuchung festgestellt.

Bei einer Persistenz der Beschwerden über sechs bis neun Monate erreicht man durch einen **operativen Eingriff** beim Impingement-Syndrom eine Ausweitung des Subacromialraumes, anstelle einer Naht eine Anfrischung der Sehnenränder bei Rissen der Supraspinatussehne zur Förderung der Heilung bei PHS Simplex und ggf. die Entfernung eines Kalkdepots und Resektion der Verdickungen der Sehne bei einer Tendinosis calcarea. Eine funktionelle Nachbehandlung nach einer Operation wird für ca. acht bis zehn Wochen angeraten. In der hier zitierten Literatur werden von fast 85 Prozent der Patienten Erfolgsdaten angegeben (J. EULERT 1977, J. EULERT et al. 1981).

Ähnliche Erfolgsraten verzeichnet auch die Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes mit mehr als 90 % in der bevorzugten arthroskopischen Operationstechnik als Standardverfahren (R. SEIL et al. 2006, S. RUPP et al. 2000). Die Entscheidung zur OP basiert auf einem eigens entwickelten Scoring System, das SSRS – Subjective Shoulder Rating System, welches das Ausmaß der Beschwerden bzw. den subjektiven Leidensdruck ermittelt (D. KOHN et al. 1997).

Die **Stoßwellentherapie** wird insbesondere bei therapieresistenten Fällen unter anderem der Tendinosis calcarea angewendet. Über einen lang wirksamen analgetischen Effekt und die Stimulation reparativer Vorgänge wurde berichtet.

Durch die großen Unterschiede in den Behandlungsmodalitäten sind Metaanalysen der vorliegenden Studien schwierig und allgemeingültige Aussagen zur Wirksamkeit kaum möglich. Die Stoßwellentherapie wird derzeit bei therapieresistenten Fällen ebenso wie die Strahlentherapie als Alternative zu einem operativen Vorgehen zur nicht-invasiven Desintegration des Kalkdepots empfohlen.

Die Hochenergiestoßwellenbehandlung bei verzögerter Frakturheilung und bei Pseudarthrosen wurde 1991 erstmals beschrieben, 1993 folgten ermutigende Ergebnisse bei der Behandlung von Verkalkungen in der Supraspinatussehne. Seitdem ist diese Methode in der Rheumatologie und Orthopädie unter der Bezeichnung extrakorporelle Stoßwellen-Therapie (ESWT) verbreitet und wird nebst der Behandlung bei Sehnenverkalkungen insbesondere bei Ansatztendopathien eingesetzt.

Zahlreiche Studien zur ESWT sind von fraglicher methodischer Qualität. Die wenigen randomisierten, kontrollierten Studien zeigten einen signifikanten Therapieeffekt für mittel- bis hochenergetische Stoßwellen bei Tendinosis calcarea (M. LOEW et al. 1993/1999, R. SEIL et al. 1999, R. CONSENTINO et al. 2003). Jedoch bleibt als Voraussetzung für einen signifikanten Therapieeffekt die vollständige Kalkdepotdesintegration, die als Qualitätskriterium der Behandlung angesehen werden muss (S. RUPP et al. 1998).

Insgesamt ist die Datenlage nach wie vor nicht genügend, um die Therapieeffekte der ESWT definitiv beurteilen zu können, nicht zuletzt aufgrund der großen Vielfalt von Behandlungsprotokollen. Es besteht kein Konsens über die optimale Energieflussdichte der Stoßwellen.

Auch bei der Behandlung der Tendinosis calcarea sind gute Resultate vorwiegend mit mittel- bis hochenergetischen Stoßwellen unter Lokalanästhesie berichtet worden.

Auch die Anzahl der pro Sitzung zu applizierenden Stoßwellen sowie die Anzahl der Sitzungen selbst sind nicht vergleichend untersucht worden. Es ist deshalb zur Zeit nicht möglich, ein allgemein gültiges, optimales Behandlungsprotokoll für eine bestimmte Indikation zu empfehlen.

Die, durch die Studien erhaltenen Resultate, haben nur Gültigkeit für die jeweils angewendeten Behandlungsparameter. Ebenso zeigten sich in Studien keine wesentlichen Unterschiede in der Effektivität der Behandlung im Bezug auf die Strahlentherapie (M. HAAKE et. al. 2001).

Des weiteren ist die Wertung der Bedeutung der ESWT am Bewegungsapparat nicht abschließend möglich auf Grund des technischen Aufwandes und der nicht unerheblichen Kosten für den Leistungsträger (S. RUPP et al. 1998, R. SEIL et al. 1999).

Die Schmerzlinderung durch Bestrahlung hat bei gutartigen Erkrankungen mit der Einführung von wirksamen entzündungshemmenden Medikamenten (NSAR) an Bedeutung verloren. Die Wirksamkeit dieser Behandlung ist sowohl in älteren als auch in den neueren Studien gut dokumentiert (M. H. SEEGENSCHMIEDT , L. KEILHOLZ 1998).

Die Radio-Onkologen sind bei der Anwendung der Strahlentherapie bei jungen Patienten eher zurückhaltend. Beim Versagen der medikamentösen Therapien oder der Behandlung von Patienten über 50 - 60 Jahren, kann die Indikation dennoch zu stellen sein. Die Ansprechraten bezüglich Schmerzlinderung oder Schmerzfreiheit ist mit 50 – 70 % als gut zu bezeichnen. Allerdings ist die Evidenz für diese Erfolge praktisch immer in retrospektiver Art erhoben worden (C. GLANZMANN 1995, B. JEREMIC et al. 1998, M. N. GAZE et al. 1997, D. E. ROOS et al. 2000, M. H. SEEGENSCHMIEDT et al. 1998).

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adamietz, B.

Zuschrift zum Beitrag von Gross MW, et al.
Wertigkeit der Strahlenbehandlung im Vergleich
zur extrakorporalen Stosswellentherapie (ESTW)
beim Supraspinatussehnensyndrom in:
Strahlentherapie und Onkologie : Organ der
Deutschen Röntgengesellschaft ... [et al].
[Strahlenther. Onkol.] 2003 Feb.; Vol. 179 (2),
pp. 129-130; author reply 131-132.
2. Baensch, W. E.

Röntgentherapie der Tendinitis calcarea.
Strahlentherapie 90, 1953, pp. 514-518
3. Braun, H.
Jacob, K. O.

Röntgentherapie der Periarthritis
humeroscapularis
Medizinische Klinik. [Med. Klin.] 1965 Oct. 1;
Vol. 60 (40), pp. 1622-1624
4. Claus, H. D.

Die Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen.
Teil 2: Geschichtliche Daten, Probleme des
biologischen Wirkungsmechanismus, Erfassung
der Strahlendosis und -qualität. Z. ärztl. Fortbild.
(Jena) 68(16): 848-850 (1974)
5. Consentino, R.
De Stefano, R.
Selvi, E.

Extracorporeal shock wave therapy for chronic
calcific tendonitis of the shoulder: single blind
study.
Ann. Rheum. Dis. 62(3) 2003: pp. 248-250

6. Ernst-Stecken, A.
Sauer, R.
Degenerative Erkrankungen:
Insertionstendinopathien.
2. Radioonkologisches Kolloquium,
Radiotherapie von gutartigen Erkrankungen.
M. Heinrich Seegenschmiedt / Hans-Bruno
Makoski (Hrsg.), 42-52 (1998)

7. Eulert, J.
Pathogenese, Klinik und Behandlung der
sogenannten Periarthritis humeroscapularis.
ZFA (Stuttgart) 53 (14): 769-776 (1977)

8. Eulert, J.
Apoil, A.
Dautry, P.
Zur Pathogenese und operativen Behandlung der
sogenannten Periarthritis humeroscapularis.
Z. Orthop. Ihre Grenzgebiete 119(1): 25-30
(1981)

9. Fischer, U.
Kamprad, F.
Koch, F.
Ludewig, E.
Melzer, R.
Hildebrandt, G.
Effekte einer niedrig dosierten Co-60-
Bestrahlung auf den Verlauf einer aseptischen
Arthritis am Kniegelenk des Kaninchens.
Strahlentherapie-Onkologie 174(12): 633-639
(1998)

10. Fuchs, G.
Hofbauer, J.
Zur Röntgentherapie der Periarthritis Humero-
scapularis. Wiener klinische Wochenschrift.
[Wien. Klin. Wochenschr.] 1957 Nov. 15;
Vol. 69 (46), pp. 879-880.

11. Fuchs, G.
Hofbauer, J.
Die Strahlenbelastung der Gonaden in der
Röntgentherapie. Strahlentherapie 111: 297-301
(1960)

12. Gaze M. N.
Kelly, C. G.
Kerr, G. R.
Cull, A.
Cowie, V. J.
Gregor, A.
Howard, G. C.
Rodger, A.
Pain relief and quality of life following radiotherapy for bone metastases: a randomised trial of two fractionation schedules.
Radiother Oncol, 45(2) 1997: pp. 109-116

13. Glanzmann C.
Hospitalis, 65(4) 1995: pp. 121-137

14. Görlitz, N.
Schalldach, U.
Rössner, B.
Die Strahlentherapie der Periarthropathia humeroscapularis und Epicondylitis humeri.
Dtsch. Gesundh.-Wes. 36 (21), 1981, pp. 901-913

15. Gounaris, I. G.
Radiotherapy of scapulohumeral periarthritis.
Journal de radiologie, d'électrologie & archives d'électricité médicale. [J. Radiol. Electrol. Arch Electr. Medicale] 1950; Vol. 31 (5-6), pp. 324.

16. Gross, M. W.
Sattler, A.
Haake, M.
Schmitt, J.
Hildebrandt, R.
Müller, H. H.
Engenhart-Cabillic, R.
Die Wertigkeit der Strahlenbehandlung im Vergleich zur extrakorporalen Stosswellentherapie (ESWT) beim Supraspinatussehnensyndrom.
Strahlentherapie und Onkologie : Organ der Deutschen Röntgengesellschaft ... [et al].
[Strahlenther. Onkol.] 2002 Juni; Vol. 178 (6), pp. 314-320.

17. Haake, M.
Sattler, A.
Gross, M. W.
Schmitt, J.
Hildebrandt, R.
Müller, H. H. Vergleich der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) mit der Röntgenreizbestrahlung beim Supraspinatussehnensyndrom--Ein prospektiver randomisierter einfachblinder Parallelgruppenvergleich.
Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete.
[Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.] 2001 Sep.-Oct.;
Vol. 139 (5), pp. 397-402.

18. Hassenstein, E.
Nüsslin, F.
Hartweg, H.
Renner, K. Die Strahlenbehandlung der Periarthritis humeroscapularis.
Strahlentherapie. [Strahlentherapie] 1979 Feb.;
Vol. 155 (2), pp. 87-93.

19. Hassenstein, E. Die Strahlenbehandlung gutartiger Erkrankungen-Indikationen, Ergebnisse und Technik.
Röntgenblätter 39(1): 21-23 (1986)

20. Hedtmann, A.
Fett, H. Die sogenannte Periarthropathia humeroscapularis - Klassifizierung und Analyse anhand von 1266 Fällen.
Z. Orthop. Ihre Grenzgebiete 127(6): 643-649 (1989)

21. Hess, F.
Schnepper, E. Erfolg und Langzeitergebnisse der Strahlentherapie
Der Radiologe. [Radiologe] 1988 Feb.; Vol. 28 (2), pp. 84-86.

22. Hess, F. Die Entzündungsbestrahlung.
Dtsch. Ärzteblatt 17, 1980, pp. 1119-1121

23. Heyd, R.
Schopohl, B.
Böttcher, H. D. Strahlentherapie bei der Periarthropathia humeroscapularis (PHS). Indikation, Technik, eigene Ergebnisse, Literaturübersicht.
Röntgenpraxis; Zeitschrift für radiologische Technik. [Rontgenpraxis] 1998; Vol. 51 (11), pp. 403-412.

24. Hildebrandt, G.
Jahns, J.
Hindemith, M.
Spranger, S.,
Sack, U.
Kinne, R. W.
Madaj-Sterba, P.
Wolf, U.
Kamprad, F. Effects of low dose radiation therapy on adjuvant Induced arthritis in rats.
Int. J. Radiat. Biol. 76(8): 1143-1153 (2000)

25. Hildebrandt, G.
Seed, M. P.
Freemantle, C. N.
Alam, C. A.
Colville-Nash, P. R.
Trott, K. R. Mechanisms of the anti-inflammatory activity of low -dose radiation therapy.
Int. J. Radiat. Biol. 74 (3): 367-378 (1998)

26. Hildebrandt, G.
Maggiorella, L.
Rödel, F.
Rödel, V.
Willis, D.
Trott, K. R. Mononuclear cell adhesion and cell adhesion molecule liberation after X-irradiation of activated endothelial cells in vitro.
Int. J. Radiat. Biol. 78 (4): 315-325 (2002)

27. Hornykiewytsch, T.
Physikalisch-chemische und histochemische
Untersuchungen über die Wirkung von
Röntgenstrahlen.
Strahlentherapie 86: 175-207 (1952)

28. Jakoubkova, J.
Lokajicek, M.
Stasek, V.
Untersuchungen über die Gonadenbelastung bei
der Röntgentherapie nichttumoröser
Erkrankungen.
Strahlentherapie 116: 148 ff (1961)

29. Jeremic, B.
Shibamoto, Y.
Acimovic, L.
A randomized trial of three single-dose radiation
therapy regimens in the treatment of metastatic
bone pain.
Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 42: pp. 161-167,
(1998)

30. Jerosch, J.
Die Periarthritis humeroscapularis – Klinische
Diagnostik und Aufarbeitung des
Sammelbegriffes.
Wien Med. Wochenschr. 146(6-7): 142 (1996)

31. Johansson, L.
Larsson, L. G.
Damberg, L.
A cohort study with regard to the risk of
haematological malignancies in patients
treated with x-rays for benign lesions in the
locomotor system. II. Estimation of absorbed
dose in the red bone marrow.
Acta Oncologica 34(6): 721-726 (1995)

32. Keilholz, L.
Seegenschmiedt, M. H.
Kutzki, D.
Sauer, R.
Periarthritis humeroscapularis (PHS).
Indikation, Technik und Bestrahlungsergebnisse.
Strahlentherapie und Onkologie : Organ der
Deutschen Röntgengesellschaft ... [et al].
[Strahlenther. Onkol.] 1995 Juli; Vol. 171 (7),
pp. 379-384.

33. Keinert, K.
Schumann, E.
Grasshoff, S.
Die Strahlentherapie der periarthritis
humeroscapularis. Radiobiologia, radiotherapia.
[Radiobiol. Radiother. (Berl)] 1972; Vol. 13 (1),
pp. 3-8.

34. Kern, P.
Keilholz, L.
Forster, C.
Seegenschmiedt, M. H.
Sauer, R.
Herrmann, M.
In vitro apoptosis in peripheral blood
mononuclear cells induced by low-dose
radiotherapy displays a discontinuous dose-
dependence.
Int. J. Radiat. Biol. 75 (8): 995-1003 (1999)

35. Kirsch, M.
Keinert, K.
Schumann, E.
Zur genetischen und somatischen
Strahlenbelastung bei der Strahlentherapie
entzündlicher und degenerativer Erkrankungen
der Knochen, Gelenke und Weichteile.
Radiobiol. Radiother. (Berlin) 24(3): 283-291
(1983)

36. Kohn, D.
Geyer, M.
The subjective shoulder rating system.
Arch. Orthop. Trauma Surg 116; pp. 324-328,
1997

37. Krämer, J.
Periarthropathia humeroscapularis, konservative Therapie, operative Methoden. Prophylaxe. Der informierte Arzt 6 (1980), p. 20

38. Langer, H.
Der Effekt der Röntgentherapie auf das vegetative Nervensystem. Strahlentherapie 53: 492-522 (1935)

39. Leer, J. W.
van Houtte, P.
Davelaar, J.
Indications and treatment schedules for irradiation of benign diseases: a survey. Radiotherapy Oncology 48(3): 249-257 (1998)

40. Little, M. P.
Comparison of the risks of cancer incidence and mortality following radiation therapy for benign and malignant diseases with the cancer risks observed in the Japanese A-bomb survivors. Int. J. Radiat. Biol. 77(4): 431-464 (2001), Int. J. Radiat. Biol. 77(6): 745-760 (2001)

41. Loew, M.
Jurgowski W.
Erste Erfahrungen mit der extrakorporalen Stosswellen-Lithotripsie in der Behandlung der Tendinosis calcarea der Schulter. Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. 131: pp. 470-473, 1993

42. Loew, M.
Daecke, W.
Kusnierzak, D.
Rahmanzaddeh, M.
Ewerbeck, V.
Shock-wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. The journal of bone & joint surgery, Vol. 81-B, No. 5, September 1999

43. Maier, M.
Pfahler, M.
Refior, H. J. Periarthritis humeroscapularis. Strahlen gegen den Schmerz? MMW Fortschritte der Medizin. [MMW Fortschr. Med.] 2001 May 3; Vol. 143 (18), pp. 12.

44. Nüsslin, F.
Hassenstein, E. Die Gonadenbelastung bei der Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen. I. Degenerative Gelenkerkrankungen
Strahlentherapie. [Strahlentherapie] 1976 May; Vol. 151 (5), pp. 409-416.

45. von Pannewitz, G. Die Röntgentherapie der Arthritis deformans.
In: Hofelder H., Holthausen H., Jüngling O.,
Martius H., Schinz H.R. (Hrsg.):
Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung.
Leipzig: Thieme VI, pp. 62-126 (1933)

46. von Pannewitz, G. Zur Röntgentherapie entzündlicher Krankheiten.
Med. Welt X: 181-189 (1960)

47. von Pannewitz, G. Degenerative Erkrankungen.
In: Zuppinger A., Ruckenstein E. (Hrsg.):
Handbuch der medizinischen Radiologie, Bd.
XVII: Spezielle Strahlentherapie gutartiger
Erkrankungen, Springer Heidelberg, 73-107
(1970)

48. Reichel, W. S. Die Röntgentherapie des Schmerzes.
Strahlentherapie 80: 483-534 (1949)

49. Rödel, F.
Kamprad, F.
Sauer, R.
Hildebrandt, G. Funktionelle und molekulare Aspekte der antiinflammatorischen Wirkung niedrig dosierter Radiotherapie.
Strahlentherapie und Onkologie (1): 1-9 (2002)

50. Rödel, F.
Kley, N.
Beuscher, H. U.
Hildebrandt, G.
Keilholz, L.
Kern, P.
Voll, R.,
Herrmann, M.
Sauer, R. Anti-inflammatory effect of low-dose X-irradiation and the involvement of a TGF- β 1-induced down-regulation of leukocyte/endothelial cell adhesion.
Int. J. Radiat. Biol. 78 (8): 711-719 (2002)

51. Roos, D. E.
O'Brien, P. C.
Smith, J G. A role for radiotherapy in neuropathic bone pain: preliminary response rates from a prospective trial (Transtasman Radiation Oncology Group, TROG 96.05)
Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 2000, 46 (4): pp. 975-981

52. Rupp, S.
Seil, R.
Gebhardt, Th.
Kohn, D. Die extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) am Bewegungsapparat.
Saarländisches Ärzteblatt 4, 1998: 18-23

53. Rupp, S.
Seil, R.
Kohn, D. Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette.
Der Orthopäde 10, 2000: 852-867

54. Sautter-Bihl, M. L.
Liebermeister, E.
Scheurig, H.
Heinze, H. G. Analgetische Bestrahlung
degenerativentzündlicher Skeletterkrankungen.
Nutzen und Risiko.
Deutsche medizinische Wochenschrift.
[Dtsch. Med. Wochenschr.] 1993 April 8;
Vol. 118 (14), pp. 493-498.

55. Schäfer, U.
Micke, O.
Willich, N. Schmerzbestrahlung bei degenerativ bedingten
Skeletterkrankungen.
Röntgenpraxis 1996 Vol. 49, pp. 251-254

56. Schertel, L.
Roos, A. Strahlenbehandlung bei degenerativen
Skeletterkrankungen?
Medizinische Klinik. [Med. Klin.] 1968 Juli 12;
Vol. 63 (28), pp. 1112-1115

57. Schultze, J.
Schlichting, G.
Galalae, R.
Koltze, H.
Kimmig, B. Ergebnisse der Strahlentherapie bei
Periarthropathia humeroscapularis
Röntgenpraxis; Zeitschrift für radiologische
Technik. [Rontgenpraxis] 2004; Vol. 55 (4),
pp. 160-164.

58. Seegenschmiedt, M. H.
Keilholz, L. Epicondylopathia humeri (EPH) and
peritendinitis humeroscapularis (PHS): evaluation
of radiation therapy long-term results and
literature review.
Radiotherapy and oncology : journal of the
European Society for Therapeutic Radiology and
Oncology. [Radiother. Oncol.] 1998 April;
Vol. 47 (1), pp. 17-28

59. Seegenschmiedt, M. H. Radiation therapy for benign disease: Contemporary concepts and clinical results – Part I. 42 nd Annual Scientific Meeting of the American Society for Therapeutic Radiology and Radiation Oncology, Refresher Course No.402, October 2000: 1 – 33

60. Seegenschmiedt, M. H.
Katalinic, A.
Makoski, H.
Haase, W.
Gademann, G.,
Hassenstein, E. Radiation Therapy for Benign Diseases: Patterns of Care Study in Germany.
Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 47(1): 195-202 (2000)

61. Seil, R.
Rupp, S.
Hammer, D. S.
Enßlin, S.
Gebhardt, Th.
Kohn, D. Extrakorporale Stoßwellentherapie bei der Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette: Vergleich verschiedener Behandlungsprotokolle.
Z. Orthop. 137, 1999: 310-315

62. Seil, R.
Litzenburger, H.
Kohn, D.
Rupp, S. Arthroscopic treatment of chronically painful calcifying tendinitis of the supraspinatus tendon.
Arthroscopy: The journal of arthroscopic and related surgery, Vol. 22, No. 5, May 2006:
pp. 521-527

63. Steffen, C.
Müller, Ch.
Stellamor, K.
Zeitlhofer, J.
Influence of x-ray treatment on antigen-induced experimental arthritis. *Annals of Rheumatic Diseases* 41: 532-537 (1982)

64. Trott, K. R.
Therapeutic effects of low radiation doses.
Strahlentherapie-Onkologie 170(1), pp. 1-12 (1994)

65. Trott, K. R.
Parker, R.
Seed, M. P.
Die Wirkung von Röntgenstrahlen auf die experimentelle Arthritis der Ratte.
Strahlentherapie-Onkologie 171(9): 534-538 (1995)

66. Trott, K. R.
Kamprad, F.
Radiobiological mechanisms of anti-inflammatory radiotherapy.
Radiotherapy Oncology 51(3): 197-203 (1999)

67. Valtonen, E. J.
Lilius, H. G.
Malmio, K.
The value of roentgen irradiation in the treatment of painful degenerative and inflammatory musculoskeletal conditions.
Scandinavian Journal of Rheumatology (4) 1975, pp. 247-249

68. Wagenhäuser, F. J.
Die rheumatischen Brachialgien.
Orthopädie 1 (1972), pp. 87-100

69. Werkgartner, F.
Fuchs, G.
Hofbauer, J.
Zur Röntgentherapie der Periarthritis
humero-scapularis.
Wiener klinische Wochenschrift.
[Wien. Klin. Wochenschr.] 1958 März 28;
Vol. 70 (13), pp. 230-231

70. Wieser, C.
Die Röntgenbestrahlung der schmerzhaften
Schulter.
Praxis. [Praxis] 1969 May 6; Vol. 58 (18),
pp. 576-578

71. Zilberberg, C.
Léveillé-Nizerolle, M.
Anti-inflammatory radiotherapy in 200 cases of
scapulo-humeral periarthritis.
La semaine des hôpitaux : organe fondé par
l'Association d'enseignement médical des
hôpitaux de Paris. [Sem. Hop.] 1976 Apr. 9; Vol.
52 (14), pp. 909-911

72. Zwicker, C.
Hering, M.
Brecht, J.
Bjørnsgård, M.
Kuhne-Velte, H. J.
Kern, A.
Strahlentherapie der Periarthritis
humeroscapularis mit ultraharten Photonen.
Vergleich mit kernspintomographischen
Befunden.
Der Radiologe. [Radiologe] 1998 Sep., Vol. 38
(9), pp. 774-778

VII. DANKSAGUNG

Ich möchte mich an dieser Stelle bei Herrn PD Dr. med. Marcus Niewald recht herzlich für die Vergabe dieses Themas im Rahmen einer Doktorarbeit bedanken, der mir trotz der enormen beruflichen Belastung als leitender Oberarzt der Abteilung für Strahlentherapie jederzeit mit seiner Hilfsbereitschaft und seinem Rat zur Seite stand und die Durchführung meiner Arbeit maßgeblich förderte.

Die Stunden angeregter Diskussionen über Inhalte und Ergebnisse unserer Untersuchungen waren mir eine große Hilfe und auch Freude.

Mein Dank gilt insbesondere Frau Claudia Hirtz, die mir in allen Sekretariats-Angelegenheiten stets hilfsbereit und freundlich weitergeholfen hat. Auch dann, wenn es ihre Zeit nicht zugelassen hat.

Weiterhin möchte ich allen MitarbeiterInnen der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums des Saarlandes für ihre Hilfe danken. Sie alle erleichterten viele organisatorische Aufgaben und trugen dazu bei, ein angenehmes Arbeitsklima zu schaffen, so dass ich mich jederzeit sehr wohlfühlen konnte.

VIII. LEBENSLAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Susanne Naumann
geboren: 27. März 1972 in Dudweiler / Saarbrücken
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: ledig

AUSBILDUNG

Schulbildung: 1978 - 1982 Pestalozzi-Grundschule in Neuweiler
1982 - 1991 Albertus-Magnus-Gymnasium in St. Ingbert

Berufsausbildung: $2\frac{1}{2}$ jährige Lehrzeit für den Beruf der Bankkauffrau
bei der Sparkasse Saarbrücken
Lehrabschlussprüfung August 1991 bestanden

Studium: Studium der Fachrichtung Medizin seit Oktober 2000
an der Universität des Saarlandes
Physikum Herbst 2003

WEITERFÜHRENDE KENNTNISSE

Weiterbildung: 1992 - 3 wöchiger Deutsch-Französischer Austausch in der beruflichen Bildung in Paris

04. März 1996 - 08. März 1996 Systemverwaltung Novell-Netware bei der VHS Saarbrücken

Januar 1996 - November 1996 Teilnahme am Fernstudiengang B der Sparkassenakademie Bonn mit erfolgreichem Abschluss

August 1997 bis Januar 1998 Teilnahme am Kundenberaterlehrgang der Sparkassenakademie Saarbrücken mit erfolgreichem Abschluss zur Sparkassenfachwirtin

ANHANG

1. Fragebogen Arzt
2. Fragebogen Patient

Vorname Name, geb. am

*Praxis
Dr. med.
Straße*

PLZ Ort

1. Patient lebt ist verstorben Sterbedatum _____

2. Allgemeinzustand gut mittel reduziert schlecht

3. Schmerzen
nach der Strahlentherapie vollständig schmerzfrei
 gleich
 besser **Zeitraum der Besserung:** von _____ bis _____
 schlechter **Zeitraum der Verschlechterung:** von _____ bis _____

4. Beweglichkeit
nach der Strahlentherapie gleich
 besser **Zeitraum der Besserung:** von _____ bis _____
 schlechter **Zeitraum der Verschlechterung:** von _____ bis _____

5. Sekundärtumor ja nein

6. Strahlenebenwirkungen Hautrötungen/-veränderungen

 sonstige

7. Zufriedenheit
nach der Strahlentherapie sehr zufrieden
 zufrieden
 keine Aussage
 nicht zufrieden

8. weitere Therapie
nach der Strahlentherapie orthopädische Therapie: KG Injektionen
 Stofswellen
 analgetische Therapie NSAR Opiate
 sonstige _____

Herzlichen Dank für Ihre Mithilfe !

