

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Klinik für Unfallchirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Weise

**Transossäre Refixation versus Reinsertion,
mittel- bis langfristige Ergebnisse nach distaler
Bizepssehnenruptur**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Juliane Emilie Langenbeck

aus Stuttgart

2007

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. C. Eingartner

2. Berichterstatter: Professor Dr. K.-K. Dittel

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
<u>1 Einleitung</u>	<u>1</u>
1.1 Einführung	1
1.2 Fragestellung	2
<u>2 Grundlagen</u>	<u>3</u>
2.1 Anatomie und Biomechanik	3
2.1.1 Oberarmmuskulatur	3
2.1.2 Flexoren im Ellenbogengelenk	3
2.1.3 Extensoren im Ellenbogengelenk	5
2.1.4 Supinatoren und Pronatoren im Radioulnargelenk	5
2.1.5 Gefäße und Nerven im Bereich der Ellenbeuge	6
2.1.6 Muskelmechanik	9
2.2 Unfallmechanismus und prädisponierende Faktoren	11
2.3 Diagnostik der distalen Bizepssehnenruptur	12
2.3.1 Anamnese	12
2.3.2 Klinische Untersuchung	13
2.3.3 Bildgebende Verfahren	13
2.4 Therapie der distalen Bizepssehnenruptur	14
2.4.1 Konservative Therapie	14
2.4.2 Operative Therapien	14
2.5 Nachbehandlung der distalen Bizepssehnenruptur	16
2.6 Komplikationen der Operation	17
2.6.1 Verletzung von Nerven	17
2.6.2 Heterotope Ossifikationen	17
<u>3 Material und Methoden</u>	<u>19</u>
3.1 Patientengut	19
3.1.1 Auswahl der Patienten	19
3.2 Auswertung der Krankenakten	20
3.3 Klinischer Teil	20

3.3.1	Patientenbefragung	21
3.3.2	Klinische Untersuchung	21
3.3.3	Score nach Morrey et al.	22
3.4	Röntgendiagnostik	22
3.5	Kraftmessung mit CYBEX-NORM [®] -Gerät	22
3.5.1	Isokinetik	24
3.5.2	Isometrie	25
3.6	Statistik	26
4	Ergebnisse	27
<hr/>		
4.1	Ergebnisse nach Sichtung der Akten	27
4.1.1	Operationstechniken	27
4.1.2	Durchschnittsalter bei Unfall und Untersuchungszeitpunkt	28
4.1.3	Seitenverteilung der Verletzungen	28
4.1.4	Zeitraum zwischen Unfallereignis und Operation	29
4.1.5	Abstand zwischen Unfallzeitpunkt und Nachuntersuchung	29
4.1.6	Berufliche oder sportliche Aktivitäten	29
4.1.7	Nebendiagnosen und Konsumgewohnheiten	30
4.1.8	Degenerative Veränderungen der Bizepssehnen	31
4.1.9	Krankenhausliegezeit	33
4.1.10	Dauer der Arbeitsunfähigkeit	34
4.2	Klinisches Bild	35
4.2.1	Unfallhergang	35
4.2.2	Symptomatik bei Aufnahme	35
4.2.3	Postoperative Komplikationen	37
4.2.4	Befunde der Nachuntersuchung	39
4.2.5	Subjektives Empfinden bei der Nachuntersuchung	42
4.3	Morrey Score	44
4.4	Heterotope Ossifikationen	45
4.5	Kraftmessungen	48
4.5.1	Drehmomentmaxima	49
4.5.2	Ermittelte Ausdauer	50
4.5.3	Ermittelte Kraftmaxima der isometrischen Kontraktion	52

4.5.4	Durchschnittsdefizite der Patientenkollektive	54
4.6	Arbeitsfähigkeit	54
<u>5</u>	<u>Diskussion</u>	<u>56</u>
5.1	Subjektives und objektives Resultat	56
5.1.1	Sensibilitätsstörungen	57
5.1.2	Bewegungseinschränkungen	58
5.1.3	Reruptur	59
5.1.4	Kraftmessungen	59
5.2	Degenerative Veränderungen	61
5.3	Heterotope Ossifikationen	63
5.4	Krankenhausliegezeit	65
5.5	Dauer der Arbeitsunfähigkeit	66
<u>6</u>	<u>Zusammenfassung</u>	<u>68</u>
<u>7</u>	<u>Literaturverzeichnis</u>	<u>70</u>
<u>8</u>	<u>Anhang</u>	<u>76</u>
<u>9</u>	<u>Danksagung</u>	<u>86</u>
<u>10</u>	<u>Lebenslauf</u>	<u>87</u>

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
a.-p.	anterior - posterior
BG	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
EPICOROM II	Epicondyle Range of Movement
et al.	et alteri
etc.	et cetera
DRG	Diagnosis Related Groups
IROM	EPICOROM II Schiene
kg	Kilogramm
M.	Musculus
MRI	Magnetresonanztomographie
N	Newton
N.	Nervus
Nm	Newtonmeter
Nn.	Nervi
Nr.	Nummer
R.	Ramus
sec	Sekunde
V.	Vena
vs.	versus
Vv.	Venae
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Einführung

Die Ruptur der distalen Bizepssehne ist ein seltenes, für den Patienten jedoch einschneidendes Ereignis. Die distale Bizepssehnenruptur betrifft fast ausschließlich Männer [10, 16, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 61, 69], meist zwischen dem 3. und 5. Lebensjahrzehnt [5, 10, 12, 16, 35, 36, 41, 45, 47, 49, 61, 62, 64, 66, 69] und führt zu einer erheblichen Kraftminderung und Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit des betroffenen Armes, da synergistische Muskelgruppen die Funktionsausfälle des Musculus biceps brachii nicht vollständig übernehmen können [62].

Bei der konservativen Therapie kann sich ein maximaler Kraftverlust von 30–40% bezüglich der Flexion und von über 50% bezüglich der Supination ergeben [16, 36, 50]. Die distale Bizepssehnenruptur gilt deswegen in Abhängigkeit vom Allgemeinzustand des Patienten als Operationsindikation [10, 16, 30, 35, 36, 39, 41, 44, 49, 57].

Bei den Operationsmethoden wird zwischen der nicht-anatomischen und den anatomischen Rekonstruktionen mit unterschiedlichen Refixationstechniken unterschieden.

Bisherige Studien zeigen, dass die Reinsertionsmethode mittels Fadenankern unter den anatomischen Rekonstruktionen zu tendenziell besseren Behandlungsergebnissen führt. Allerdings stehen bisher nur Studien mit äußerst kleinen Patientenkollektiven, ohne Untersuchung der mittel- bis langfristigen Ergebnisse zur Verfügung. In der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wurden in den Jahren 1990 bis 2005 89 Patienten nach Verletzung der distalen Bizepssehne operiert. Daraus ergab sich die Möglichkeit, ein großes Patientenkollektiv mit einem langen Nachbeobachtungszeitraum zu untersuchen und dabei zwei der Refixationsmethoden miteinander zu vergleichen.

Vergleichskriterien der Studie waren das subjektive und objektive Resultat nach operativer Versorgung, die Entstehung heterotoper Ossifikationen im Operationsgebiet, die Krankenhausliegezeit und der Zeitraum bis zur vollständigen

Arbeitsaufnahme. Außerdem wurde das auslösende Moment für die Bizepssehnenruptur untersucht.

1.2 Fragestellung

Die verschiedenen Operationsmethoden nach distaler Bizepssehnenruptur werden kontrovers diskutiert. Mit der vorliegenden Arbeit sollen folgende Fragen geklärt werden:

1. Wie ist das subjektive und objektive Resultat nach operativer Versorgung mit der Reinsertionstechnik mittels Fadenankern im Vergleich zur transossären Refixation?
2. Welche Rolle spielen degenerative Veränderungen im Bereich der Bizepssehne?
3. Kommt es bei der Reinsertionstechnik mit Fadenankern postoperativ vermehrt zu heterotopen Ossifikationen im Operationsgebiet im Vergleich zur transossären Refixation und damit zu Einschränkungen der Beweglichkeit?
4. Hat die Reinsertionstechnik einen Einfluss auf die Krankenhausliegezeit?
5. Wird der Zeitraum bis zur vollständigen Arbeitsaufnahme durch die Reinsertionstechnik beeinflusst?

2 Grundlagen

2.1 Anatomie und Biomechanik

2.1.1 Oberarmmuskulatur

Die Oberarmmuskulatur kann in eine ventrale und eine dorsale Muskelgruppe eingeteilt werden, da die Beuger und Strecker des Ellenbogengelenks jeweils vor und hinter dem Humerus angeordnet sind. Sie werden durch die Septa intermuscularia brachii getrennt [7, 25].

Die ventrale Gruppe besteht aus den Flexoren M. biceps brachii, M. brachialis und M. coracobrachialis. Zur dorsalen Gruppe gehören der M. triceps brachii und der M. anconaeus. Der M. anconaeus hat keinen Einfluss auf die Extension. Er wirkt bei der Extension vor allem als Kapselspanner. Der M. coracobrachialis zählt zu den Schultermuskeln und wirkt ausschließlich auf das Schultergelenk [7, 25]. Eine Übersicht gibt Abbildung 1.

2.1.2 Flexoren im Ellenbogengelenk

Als Beuger finden sich am Oberarm der M. biceps brachii und der M. brachialis. Der M. brachialis ist ein reiner Beuger, während der M. biceps brachii ebenso supinieren kann. Am Unterarm wirken der M. brachioradialis, der M. pronator teres und der M. extensor carpi radialis longus als unterstützende Beuger. Durch diese Hilfsmuskeln wird das sonst ausgeglichene Beuger-Strecker-Verhältnis am Oberarm auf 1,6:1 erhöht [7, 25].

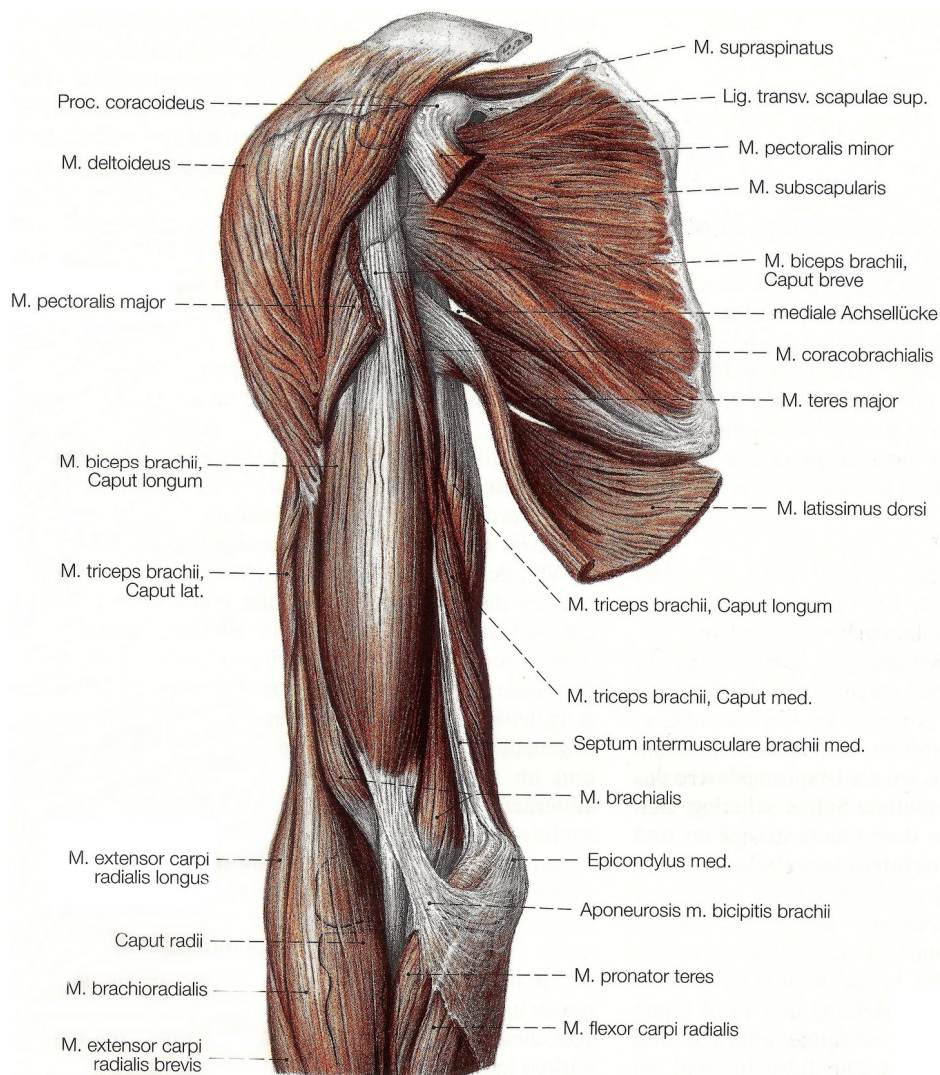


Abbildung 1 – Muskeln der rechten Schulter und des rechten Oberarms auf der Beugeseite [7]

2.1.2.1 Musculus biceps brachii

Der M. biceps brachii entspringt mit seinem Caput longum am Tuberculum supraglenoidale sowie an der Cavitas glenoidalis und mit dem Caput breve am Processus coracoideus scapulae. Die beiden Muskelbäuche vereinigen sich zum M. biceps brachii, welcher in der Ellenbeuge ebenfalls wieder zwei Sehnen entlässt, die eine radialwärts, die andere ulnarwärts. Bei der radialwärts ziehenden Hauptsehne handelt es sich um die distale Bizepssehne. Diese setzt an der Tuberositas radii in der Tiefe der Ellenbogengrube an und überträgt nahezu die gesamte Kraft beider Bizepsköpfe auf den Unterarm. Durch tangentialen Zug

wird so eine Drehung des Radius gegenüber der Ulna ausgeübt, die Supinationsbewegung. Die Nebensehne zieht als Aponeurosis musculus bicipitis brachii ulnarwärts, strahlt dort als Lacertus fibrosus dorsomedial in die Unterarmfaszie ein und unterstützt so die Flexion [7, 25, 36]. Die genauere Funktion des M. biceps brachii wird in Kapitel 2.1.6.2 erklärt.

2.1.3 Extensoren im Ellenbogengelenk

Als Strecker findet sich am Oberarm lediglich der M. triceps brachii. Die drei Köpfe des M. triceps brachii, das Caput mediale, Caput laterale und Caput longum vereinigen sich in der kräftigen Endsehne, welche am Olekranon inseriert und darüber hinaus auch in die Faszie des dorsalen Unterarms ausstrahlt [7]. Vor allem das Caput mediale ist an der Streckung im Ellenbogengelenk beteiligt.

2.1.4 Supinatoren und Pronatoren im Radioulnargelenk

Die Kraft der Pronatoren ist bei gestrecktem Ellenbogengelenk größer als die der Supinatoren, da die Innenrotation im Oberarm unterstützend wirkt. Bei gebeugtem Unterarm überwiegen die Supinatoren, da die Rotatoren im Oberarm bei gebeugtem Unterarm wirkungslos sind und das Drehmoment des M. biceps brachii für die Supination bei Beugung zunimmt.

Lediglich der M. supinator und der M. pronator quadratus wirken im Radioulnargelenk als reiner Supinator bzw. Pronator. Alle übrigen Muskeln wirken zugleich auf das Ellenbogengelenk und die Hand [7, 25].

2.1.4.1 Supinatoren

Supinatoren sind der M. supinator, M. brachioradialis und M. biceps brachii. Der M. supinator (ausschließlich Supinator) kann im Gegensatz zum M. biceps brachii aus jeder Stellung heraus mit dem gleichen Drehmoment supinieren. Das Drehmoment des M. biceps brachii nimmt bei gebeugtem Unterarm zu. Bei Ausfall des M. supinator kann in voller Extension nicht mehr supiniert werden. Bei Ausfall des M. biceps brachii, zum Beispiel bei Ruptur der distalen Bizepssehne, ist die Supination bei gebeugtem Arm deutlich abgeschwächt.

Der M. brachioradialis kann als Flexor des Oberarms je nach Wendestellung des Unterarms pro- oder supinieren. Aus maximaler Pronationsstellung und rechtwinklig gebeugtem Unterarm beträgt die Supination nur etwa 20°.

Die radialen Extensoren der Hand haben ebenfalls eine supinatorische Bewegungskomponente [7, 25].

2.1.4.2 Pronatoren

Der M. pronator teres ist Flexor und kräftiger Pronator am gebeugten Unterarm. Er verliert mit zunehmender Streckung an Pronationswirkung.

Der M. pronator quadratus ist reiner Pronator. Er kann unabhängig von der Stellung des Ellenbogengelenks pronieren.

Der M. brachioradialis ist wie schon bei den Supinatoren beschrieben je nach Unterarmwendestellung auch Pronator. Die Pronationsfähigkeit ist größer als die Fähigkeit zu supinieren und nimmt mit dem Grad der Beugung im Ellenbogengelenk zu.

Unterstützt wird die Pronation zusätzlich noch vom M. flexor carpi radialis, besonders bei gestrecktem Arm und dorsalextenderter Hand [7, 25].

2.1.5 Gefäße und Nerven im Bereich der Ellenbeuge

Im Falle der distalen Bizepssehnenruptur liegt der Operationszugang genau im Bereich der Fossa cubitalis, siehe Kapitel 2.4.2 Operative Therapien. Da sich hier wichtige Strukturen verzweigen [25], birgt dies die Gefahr intraoperativer Läsionen von Gefäßen und Nerven. Um die postoperativen Komplikationen besser zu verstehen, wird hier kurz auf die wichtigsten Strukturen eingegangen. Dies sind die Aa. radialis und ulnaris mit ihren Gefäßästen und den begleitenden Venen, der N. medianus und der N. radialis, der N. musculocutaneus und der N. ulnaris (siehe Abbildung 2).

2.1.5.1 Arterien im Bereich der Ellenbeuge

Die A. brachialis, aus dem Sulcus bicipitalis medialis kommend, zieht mit ihren Begleitvenen in die Mitte der Ellenbeuge und teilt sich unter der Aponeurosis

M. bicipitis brachii in die A. radialis und A. ulnaris auf. Während die A. radialis oberflächlich zur Ansatzsehne des M. pronator teres verläuft, unterkreuzt diesen die A. ulnaris und zieht in der Tiefe auf dem M. flexor digitorum profundus ulnarwärts in die Ellenstraße.

Die A. radialis gibt, zusätzlich zu den Muskelästen, in der Fossa cubitalis die A. recurrens radialis ab. Diese zieht medial vom N. radialis zwischen M. brachialis und M. brachioradialis nach proximal.

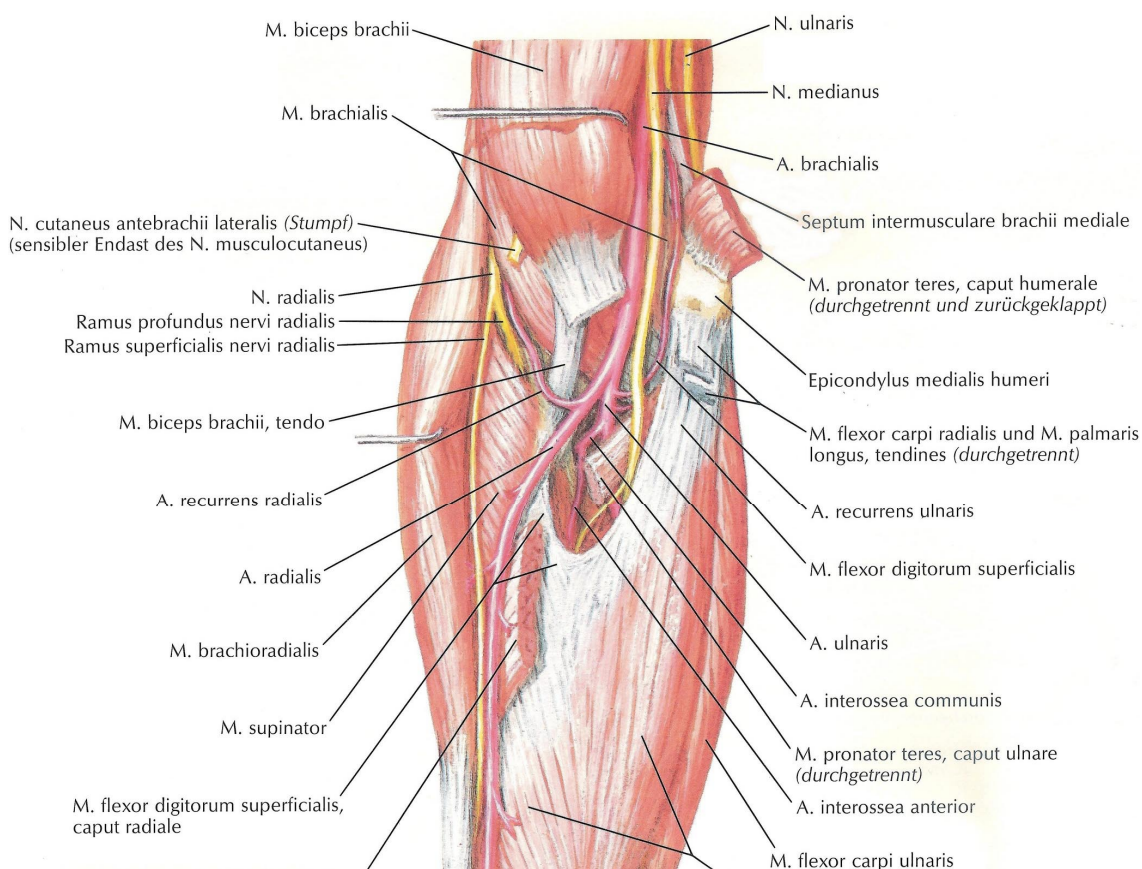


Abbildung 2 – Übersicht der Gefäße und Nerven in der Ellenbeuge [54]

Zusätzlich zu den Muskelästen gibt die A. ulnaris die A. recurrens ulnaris und die A. interossea communis ab. Die A. recurrens ulnaris verläuft zwischen dem M. pronator teres und dem M. brachialis nach ulnar und proximal. Die A. interossea communis teilt sich kurz nach ihrem Ursprung, oberhalb des M. pronator teres, in die Aa. interossee anterior und posterior auf. Erstere zieht palmar nach distal auf der Membrana interossea. Die A. interossea posterior zieht dorsal der Membrana interossea nach distal [7, 25, 54].

2.1.5.2 Venen im Bereich der Ellenbeuge

Die tiefen Venen, Vv. brachiales, begleiten die A. brachialis und ihre Äste. An oberflächlichen Venen finden sich in der Ellenbeuge die Vena cephalica radialseits, die Vena basilica ulnarseits und als Verbindungsvene der beiden die Vena intermedia cubiti mittig. Die oberflächlichen Venen können sehr variabel angelegt sein [7, 25].

2.1.5.3 Nerven im Bereich der Ellenbeuge

Der N. radialis zieht aus der Tiefe des Sulcus bicipitalis lateralis in die Fossa cubitalis. Er tritt zwischen dem M. brachialis und M. brachioradialis durch das Septum intermusculare laterale von der Strecker- auf die Beugerseite. Vor dem Radiusköpfchen teilt er sich in den sensiblen R. superficialis und den motorischen R. profundus.

Der sensible R. superficialis N. radialis verläuft mit der A. radialis zwischen M. brachioradialis und M. supinator nach distal. Er innerviert die Haut des Handrückens und des Daumens bis zum Mittelglied des Mittelfingers. Der R. profundus N. radialis durchsetzt den M. supinator und gelangt um den proximalen Radius herum auf die Streckseite [8, 25, 54].

Der N. musculocutaneus verläuft zwischen M. biceps brachii und M. brachioradialis und tritt lateral der distalen Bizepssehne unter die Haut. Er zieht als N. cutaneus antebrachii lateralis bis zum Handgelenk und versorgt die Haut am radialen Rand und an der volaren Seite des Unterarms bis zum Daumenballen [8, 25, 54].

Der N. cutaneus antebrachii medialis verläuft im Sulcus bicipitalis medialis. Er kommt mit der V. basilica durch die Oberarmfaszie und teilt sich dann in einen R. anterior und R. ulnaris. Er innerviert die volare und ulnare Seite des Unterarms bis zum Handgelenk [8, 25, 54].

Der N. medianus verläuft mit der A. brachialis im Sulcus bicipitalis medialis bis in die Ellenbeuge. Dort liegt er medial der A. brachialis und tritt durch den M. pronator teres in die Unterarmmittelstraße ein und zieht dort distalwärts [8, 25, 54].

Der N. ulnaris hält sich während seines ganzen Verlaufs auf der Ulnarseite des Armes. Er zieht vom Oberarm im Sulcus N. ulnaris in den Ellenbogenbereich und verläuft auf der Dorsalseite des Ellenbogengelenks weiter zum Unterarm [8, 25, 54].

2.1.6 Muskelmechanik

2.1.6.1 Muskel- und Sehnenkraft

Zum besseren Verständnis der Kraft des M. biceps brachii und der an seinen Sehnen wirkenden Kräfte wird hier kurz auf die Muskel- und Sehnenkraft eingegangen.

Die Kraft eines Muskels ist abhängig vom physiologischen Querschnitt des Muskels und der Länge der Muskelfasern. Beim M. biceps brachii – mit einem physiologischen Querschnitt von beispielsweise 10 cm^2 – beträgt die maximale Muskelkraft rund 500 N, was einer Gewichtskraft von 50 kg entspricht. Da die Sehne des M. biceps brachii in Zugrichtung des Muskels verläuft, wird in diesem Fall die gesamte Muskelkraft auf die Sehne übertragen. Die auf die Sehne übertragene Kontraktionskraft wird als Sehnenkraft bezeichnet. Die Muskelkraft und die Sehnenkraft sind also im Falle des M. Biceps brachii identisch [6].

Die hauptsächlich durch das muskuläre Bindegewebe bestimmte Reißfestigkeit des Muskels beträgt annähernd 100 N/cm^2 . Die Reißfestigkeit der Sehne dagegen ist ungefähr 100-fach so groß ($10\,000 \text{ N/cm}^2$). Aus diesem Grund kann die anatomische Querschnittsfläche der Sehne sehr viel kleiner sein als die anatomische Querschnittsfläche des betreffenden Muskels, nämlich nur etwa 2–3%, beim M. biceps brachii etwa $20\text{--}40 \text{ mm}^2$ [6].

2.1.6.2 Muskelwirkung an Gelenken

Das Drehmoment eines Muskels ist das Produkt aus Sehnenkraft und virtuellem Hebelarm. Der virtuelle Hebelarm ist als der senkrechte Abstand zwischen der Drehachse des Gelenks und der Hauptlinie, der Richtung des Muskelzuges definiert. Er ändert seine Größe und Richtung in Abhängigkeit von der Gelenk-

stellung. Am größten ist er, wenn die Ansatzsehne rechtwinklig auf den Knochen trifft [6, 25] (siehe Abbildung 3).

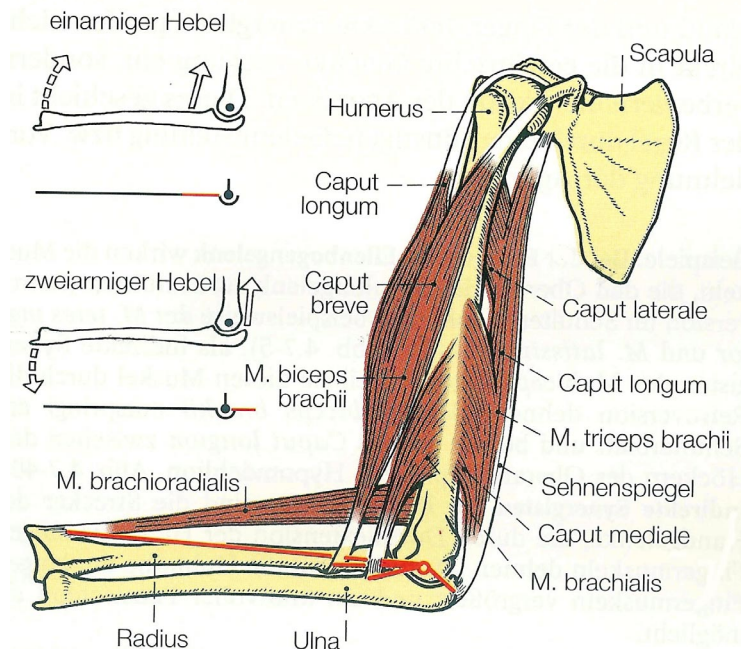


Abbildung 3 – Hauptmuskeln des Ellengelenks und ihre anatomischen (realen) Hebelarme (rote Linie) [6]

Da der M. biceps brachii ein zweigelenkiger Muskel ist, also sowohl über das Schultergelenk, als auch über das Ellenbogengelenk verläuft, kann er Bewegungen in diesen beiden Gelenken ausführen: Innenrotation und Anteversion des Oberarms im Schultergelenk, Flexion und Supination des Unterarms im Ellenbogengelenk. Seine größte Wirkung entfaltet der M. biceps brachii im Ellenbogengelenk. Dort wird bei supiniertem Unterarm und herabhängendem oder leicht nach hinten geführtem Oberarm die stärkste Beugekraft erzielt, da hierbei die Bizepsköpfe gedehnt sind. Das beste Beuge-Drehmoment hat der Muskel bei rechtwinkliger Beugung des Unterarms, denn hier hat der M. biceps brachii den größten Abstand zur Achse des Ellenbogengelenks. Gleiches gilt für die größte Supinationskraft. Bei rechtwinklig gebeugtem Arm verläuft die distale Bizepssehne annähernd senkrecht zur Radiusachse und kann somit die größte Kraft erzielen [6].

2.1.6.3 Kontraktionsformen der Muskeln

2.1.6.3.1 Isometrische Kontraktion

Bei der isometrischen Kontraktion kommt es zur Kraftentwicklung bei konstanter Muskellänge [56]. Die Kraftentwicklung bei dieser Kontraktionsform wird bei der isometrischen Kraftmessung am CYBEX-NORM[®]-Gerät (siehe Kapitel 3.5) gemessen.

2.1.6.3.2 Isotonische Kontraktion

Bei der isotonischen Kontraktion kommt es zur Verkürzung des Muskels bei gleich bleibender Spannung. In physiologischen Abläufen wird die isotonische Kontraktion häufig mit der isometrischen Kontraktion kombiniert. Man spricht dann von Unterstützungskontraktion: Der Muskel spannt sich bei gleich bleibender Länge zunächst an, um sich dann zu verkürzen [56].

2.2 Unfallmechanismus und prädisponierende Faktoren

Im Gegensatz zur Ruptur der langen Bizepssehne, bei der fast immer degenerative Veränderungen auslösender Faktor sind, besteht bei der distalen Bizepssehnenruptur häufig ein direkter Unfallzusammenhang [20, 21, 30, 35, 39, 41, 42, 45, 50, 55, 61, 62]. Dabei handelt es sich um eine plötzliche und unerwartete Kraftzunahme am meist 90°-flektierten [10, 11, 39, 40, 41, 42, 45, 50, 60, 61, 70] und supinierten Unterarm [4, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 49, 62, 70]. Nach Morrey 1993 ist der Auslöser in den meisten Fällen eine einmalige Krafteinwirkung von 40 kg und mehr. Es kann sich dabei um eine indirekte Kraftzunahme durch Zug bzw. Druck am Vorderarm [11, 60, 61] oder eine direkte Kraftzunahme durch einen Schlag auf die Sehne [4, 39, 41, 60, 70] handeln.

Schönberger et al. 1993 erklären den Unfallmechanismus wie folgt: „Die Bremsfunktion der Muskulatur fällt aus, so dass die gesamte einwirkende Energie ruckartig auf die untere Bizepssehne übertragen wird.“ Sie geben als geeignete Unfallmechanismen folgende an:

- Direkter Schlag eines Gegenstandes in die Ellenbeuge
- Fehlschlag mit schwerem Hammer

- Plötzliche passive Bewegung von muskulär fixierten Gelenken
- Direkte Krafteinwirkung durch Quetschung, Schläge oder Stiche.

In einigen Fällen sind die bei den Traumen wirkenden Kräfte nicht adäquat und sollten von einer gesunden Bizepssehne ohne Schaden toleriert werden können. Hier spielen degenerative Veränderungen und chronische Vorschäden eine wesentliche prädisponierende Rolle [10, 15, 22, 30, 35, 36, 44, 49, 55]. Schönberger et al. 2003 sehen als Ursachen bestimmte Überbelastungen (z. B. bei Sportlern) oder eine konstitutionsbedingte Anlage. Durch ständige Überbelastung können einzelne Sehnenfasern einreißen und narbig verheilen. Wird die Sehne länger überbeansprucht, schreiten die narbigen Veränderungen fort und die Sehne wird degenerativ verändert und geschwächt [60]. Als weitere prädisponierende Faktoren werden Stoffwechselkrankheiten, Anabolikakonsum und Bodybuilding, auch im Sinne einer Überbelastung, diskutiert [63, 68].

Zu den ungeeigneten Unfallmechanismen gehören laut Schönberger et al. 2003:

- Plötzlicher Schmerz beim Anheben eines Gegenstandes
- Schmerz beim Schippen mit Schaufel
- Willentliche Kraftanstrengung ohne zusätzliche Einwirkung.

Die Erfassung degenerativer Veränderungen ist versicherungsrechtlich wichtig, da bei Vorliegen von degenerativen Veränderungen die Bizepssehnenruptur in Abhängigkeit vom Unfallmechanismus teilweise nicht als Unfall eingestuft wird und der gesetzliche Unfallversicherungsträger die Kostenübernahme verweigern kann.

2.3 Diagnostik der distalen Bizepssehnenruptur

2.3.1 Anamnese

Die anamnestischen Angaben des Patienten sind meist richtungweisend, da die Schilderung des Unfallmechanismus, der Symptome und Beschwerden schnell an eine distale Bizepssehnenruptur denken lassen [16, 36, 62]. Die Patienten

berichten über ein reiendes oder peitschendes Gefühl in der Ellenbeuge mit einem akut einsetzenden Schmerz, häufig begleitet von einem Knall, ähnlich wie bei Rupturen der Achillessehne [10, 11, 15, 16, 30, 36, 39, 40, 41, 42, 45, 49, 70]. Sehr eindrücklich ist für den Patienten auch der meist deutliche Verlust der Beuge- und Supinationskraft [11, 16, 30, 41, 49, 69, 70].

2.3.2 Klinische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung fallen eine Schwellung und ein Hämatom unterschiedlicher Ausprägung im Bereich der Ellenbeuge auf.

Im Seitenvergleich wird der besonders unter Anspannung retrahierte Muskelbauch am Oberarm, im Übergang vom mittleren zum distalen Drittel, deutlich. Der Ausprägungsgrad ist abhängig von der Mitbeteiligung der Bizepsaponeurose (Lacertus fibrosus). Ist diese ebenfalls mitgerissen, kann sich der Muskel sehr viel weiter nach proximal retrahieren [10, 11, 35, 36, 41, 42, 50, 62, 70].

Bei vollständiger Bizepssehnenruptur ist die Sehne in der Fossa cubitalis nicht mehr tastbar. Es besteht dort eine druckschmerzhafte tastbare Delle [10, 11, 15, 30, 40, 41, 43, 49, 70]. Sensibilität, Motorik und Durchblutung der betroffenen Extremität sind in der Regel intakt.

Die Prüfung auf grobe Kraft im Seitenvergleich zeigt nicht selten einen deutlichen Verlust bei Flexion und vor allem bei Supination [11, 15, 16, 35, 36, 40, 41, 43, 49, 50, 62, 64].

2.3.3 Bildgebende Verfahren

Zum Ausschluss eines knöchernen Ausrisses an der Tuberositas radii wird zunächst immer ein konventionelles Röntgenbild des Ellenbogens in zwei Ebenen angefertigt.

Um die Diagnose der Bizepssehnenruptur zu sichern, erfolgt die Sonographie beider Ellenbeugen. Auf der verletzten Seite kann ein Hämatom [64] sowie der leere Synovialschlauch dargestellt werden. Sollte die Diagnose weiterhin unklar sein, kann zur weiteren Diagnosesicherung zusätzlich eine Magnetresonanz-

tomographie erfolgen. In der MRI kann auch die genaue Lage der retrahierten Sehne lokalisiert werden.

2.4 Therapie der distalen Bizepssehnenruptur

2.4.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie wird bei traumatischer Bizepssehnenruptur nur sehr selten in Betracht gezogen, da sich hierbei Kraftverluste von bis zu 30–40% bezüglich der Flexion und von über 50% bezüglich der Supination ergeben können [16, 35, 36, 49, 50, 60]. Bei körperlich und sportlich aktiven Menschen wird daher die zügige operative Versorgung angestrebt.

2.4.2 Operative Therapien

Wie eingangs schon erläutert, muss bei den operativen Therapieformen die nicht-anatomische Refixation, auch extra-anatomische genannt, von der anatomischen unterschieden werden.

2.4.2.1 Nicht-anatomische Refixation

Die nicht-anatomische Refixation ist das einfachste Verfahren zur Wiederherstellung der Muskelkontur und der Flexionskraft [44]. Hierbei wird die rupturierte Bizepssehne auf die tiefer gelegene Muskelplatte des M. brachialis und M. brachioradialis aufgenäht. Vorteil ist die geringe Weichteiltraumatisierung und somit auch die Schonung des N. radialis. Nachteilig erweist sich der Verlust der Supinationskraft [21, 35, 36, 44, 49, 62]. Diese Technik wird in der BG-Unfallklinik Tübingen nicht angewendet und soll auch hier nicht näher besprochen werden.

2.4.2.2 Anatomische Refixation

Hierbei handelt es sich um korrekte anatomische Rekonstruktionen, bei welchen auch die Supinationskraft nahezu wiederhergestellt werden kann. Die Bizepssehne wird bei allen anatomischen Verfahren an der Tuberositas radii refixiert. Es unterscheiden sich lediglich die Methoden der Refixation. Im Wesentlichen werden unterschieden:

- transossär geführte Nähte
- transossärer Durchzug der ganzen oder halbierten Sehne mit anschließender Durchflechtungsnaht
- Reinsertion mittels Fadenankern
- Spätrekonstruktion mit Sehneninterponaten

Als Zugang ist ein einzelner ventraler Hautschnitt in der Fossa cubitalis üblich [4, 35, 36, 50, 53, 58, 64]. Eine weitere häufig beschriebene Technik ist die sogenannte Double-Incision-Technik nach Boyd und Anderson [16, 17, 22, 33, 35, 44, 45, 49, 69]. Hierbei wird über einen zusätzlichen dorsoradialen Zugang der Radius freigelegt und dort die Sehne transossär refixiert. Brunner et al. 1999 beschreiben einen 5 cm langen geraden Zugang von der Kubitalfalte nach distal.

In der BG-Unfallklinik Tübingen wird der S-förmige Schnitt in der Fossa cubitalis bevorzugt verwendet.

2.4.2.2.1 Transossäre Refixation

Hier wird ein transossärer meist v-förmiger Bohrkanal an der Tuberositas radii angelegt. Der aufgespaltene Sehnenstumpf wird in den Bohrkanal gezogen und anschließend mit einer Durchflechtungsnaht durch beide Sehnenanteile fixiert. Diese Methode wurde in der BG-Unfallklinik Tübingen bis 1997 bevorzugt angewendet.

Durch das Einziehen der Sehne oder von Sehnenanteilen in den Bohrkanal wird diese verkürzt. Um dies zu vermeiden, kann auch mit transossär geführten Nähten gearbeitet werden, welche mit der Sehne vernäht werden (z. B. Fibre wire, Arthrex Ltd., Sheffield, UK).

2.4.2.2.2 Reinsertion mittels Fadenankern

An der Tuberositas radii werden ein oder mehrere Fadenanker, welche mit Fäden armiert sind, platziert. Durch vorgelegte Nähte in der Sehne kann diese bei 90°-Beugung im Ellenbogengelenk bis auf den Fadenanker vorgeschoben

und dort fixiert werden. Die Sehnenlänge bleibt unverändert. Dabei werden Fadenanker unterschiedlicher Hersteller eingesetzt, zum Beispiel Fastak Fa. Arthrex oder Fadenanker. Dieses Verfahren ist das derzeitige Standardverfahren der BG-Unfallklinik Tübingen.

Klonz et al. 2003 und Loitz et al. 2002 beschreiben das minimal-invasive Verfahren mit einem nur 3–4 cm langen queren Zugang in der Ellenbeuge. Die Sehne wird gedeckt entlang des Synovialschlauches bis an die Tuberositas radii vorgeschoben und mit Ankerhaken fixiert. Dieses Verfahren soll das Risiko von Nervenverletzungen bei gleichen funktionellen Ergebnissen senken [35, 44].

Die minimal-invasive Methode wird in der BG-Unfallklinik Tübingen nicht angewendet.

2.4.2.3 Spätrekonstruktion mit Sehneninterponaten

Je länger die Sehnenruptur zurückliegt, umso stärker sind der M. biceps brachii und die Bizepssehne retrahiert [29, 39, 49, 50, 63]. Hier kann es notwendig werden, Rekonstruktionen mit z. B. Fascia lata [26, 29, 49] oder Palmaris-longus-Sehnenanteilen [26] durchzuführen.

2.5 Nachbehandlung der distalen Bizepssehnenruptur

Im Gegensatz zur Reinsertionstechnik mit Fadenankern wurde bei den Patienten mit transossärer Refixation postoperativ eine Ruhigstellung im Gips von mindestens vier Wochen eingehalten. Erst nach Ablauf der vierten postoperativen Woche wurde der Arm aus der Schiene heraus wieder beübt. Teilweise wurde bei den Patienten anschließend ein stationäres Heilverfahren mit intensiver Physiotherapie durchgeführt. Wie bei der Reinsertion mittels Fadenankern darf der Arm nach drei Monaten wieder voll belastet werden.

Bei der Reinsertionstechnik mit Fadenankern kommt im Wesentlichen folgendes internes Nachbehandlungsschema der BG-Unfallklinik Tübingen zum Einsatz:

- Nach der Operation wird ein Oberarmgips in 90°-Stellung mit freier Schulter- und Fingerbeweglichkeit angelegt.
- Ab dem 8. Tag kann der Gips abgenommen und eine IROM- Schiene (EPICOROM II Schiene = Epicondyle Range of Movement) mit den Bewegungsausmaßen 0° - 60° - 100° angelegt werden.
- Ab der 3. Woche wird das Bewegungsausmaß mit der IROM-Schiene gesteigert auf 0° - 30° - frei.
- Ab der 4. Woche kann die IROM-Schiene abgenommen und die Bewegung freigegeben werden.
- Ab der 6. postoperativen Woche ist das Heben und Tragen von Gewichten bis 5 kg erlaubt.
- Ab dem 3. postoperativen Monat wird die Belastung freigegeben.

2.6 Komplikationen der Operation

2.6.1 Verletzung von Nerven

Wie in Kapitel 2.1.5 schon kurz angesprochen, birgt der direkte ventrale Zugang die Gefahr einer Schädigung von Nerven und Gefäßen im Bereich der Ellenbeuge. Durch Hakendruck oder direkte Schädigung können hier bleibende Ausfälle entstehen [29, 44]. Transiente und persistierende Parästhesien werden häufig bei dem sensiblen R. superficialis und dem motorischen R. profundus des N. radialis sowie beim N. cutaneus antebrachii lateralis beobachtet [15, 21, 22, 29, 30, 40, 41, 44, 47].

2.6.2 Heterotope Ossifikationen

Heterotope Ossifikationen gehören zu den vielfach beschriebenen Komplikationen bei der Reinsertion der Bizepssehne. In der Literatur werden unterschiedliche Verkalkungsmuster beschrieben, wie zum Beispiel Verkalkungen direkt im Ansatzbereich an der Tuberositas radii oder im Verlauf der Sehne [4, 15, 22, 26, 29, 35, 36, 45, 48]. Zu den häufigsten heterotopen Ossifikationen zählen Verkalkungen im Bereich der Tuberositas radii [4, 15, 22, 26, 29, 30, 35, 36, 44,

45, 48]. Klönz et al. 2003 beschreiben heterotope Ossifikationen im Bereich der Insertionsstelle mit einer Häufigkeit von 20–60%. Diese Verkalkungen können vom Patienten völlig unbemerkt bleiben, sie können aber auch Schmerzen oder eine Bewegungseinschränkung verursachen.

Morrey 1993 berichtet über radioulnare Synostosen bei der Double-Incision-Technik. Dies könne laut Morrey 1993 mit der Eröffnung des Periosts der Ulna zusammenhängen. Verkalkungen in diesem Bereich können den Patienten bei Pro- und Supination beeinträchtigen.

3 Material und Methoden

Die Studie umfasst die retrospektive Auswertung der vorhandenen klinischen Daten, wie zum Beispiel die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und der Arbeitsunfähigkeit, sowie eine klinische Nachuntersuchung und Befragung der Patienten. Zusätzlich erfolgten eine Röntgendiagnostik und eine isometrische und isokinetische Kraftmessung mit dem CYBEX-NORM[®]-Gerät.

3.1 Patientengut

3.1.1 Auswahl der Patienten

In die Studie wurden alle Patienten, welche zwischen den Jahren 1990 und 2005 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen aufgrund einer distalen Bizepssehnenruptur operiert wurden, eingeschlossen.

Die vor 1997 operierten Patienten erhielten eine transossäre Refixation mit Durchflechtungsnaht. Nach 1997 operierte Patienten erhielten – bis auf eine Ausnahme – eine Reinsertion mittels Fadenankern.

Nach Sichtung der Aktenlage wurden 89 Patienten als potentielle Studienteilnehmer ermittelt. Vier Patienten wurden von der Studie ausgeschlossen. Ausschlusskriterien waren Partialrupturen, sowie eine zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung weniger als drei Monate zurückliegende Operation. Dies betraf jeweils zwei Patienten. Somit ergab sich ein Gesamtkollektiv von 85 Patienten.

Die Patienten wurden anhand der Operationsmethoden in zwei Teilkollektive unterteilt:

Patientenkollektiv Nr. 1 (30 Patienten) operiert mit einer transossären Refixation und

Patientenkollektiv Nr. 2 (55 Patienten) operiert mit der Reinsertionsmethode mittels Fadenankern.

Die Teilkollektive können Patienten enthalten, welche mit unterschiedlichen Operationstechniken (siehe Kapitel 2.4.2), wie zum Beispiel Double-Incision-Technik, Fibre wire Fa Arthrex etc. operiert wurden. Die genaue Anzahl der

verschiedenen Techniken pro Patientenkollektiv findet sich im Ergebnisteil (Kapitel 4). Im weiteren Text steht Patientenkollektiv Nr. 1 für die Gruppe der Patienten mit einer transossärer Refixation und Patientenkollektiv Nr. 2 für die Gruppe der Patienten mit einer Reinsertion mittels Fadenankern.

Diese zwei Patientenkollektive wurden angeschrieben und zu einer Nachuntersuchung in die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen eingeladen.

Das Patientenanschreiben setzte sich wie folgt zusammen, wobei das Nottingham Health Profile für diese Arbeit nicht verwendet wurde:

- Patientenanschreiben, in dem das beabsichtigte Ziel der Studie dargestellt wurde
- Einverständniserklärung
- Fragebogen über Schmerzen im Ellenbogen und Ausführung alltäglicher Tätigkeiten anhand des Scores nach Morrey et al. [37] (siehe Anhang Tabelle 14)
- Nottingham Health Profile

Jedem Studienteilnehmer wurde zur Anonymisierung eine Codenummer zugeordnet, unter welcher die Daten verschlüsselt registriert wurden.

3.2 Auswertung der Krankenakten

Anhand der Krankenakten wurden die Personen- und Unfalldaten, der klinische Befund bei Aufnahme, wichtige Nebendiagnosen, die Therapieform, das Ergebnis der Bizepssehnenbiopsie falls durchgeführt und der Verlauf ermittelt. Zudem wurde die Krankenhausliegezeit und – soweit möglich – die Dauer der Arbeitsunfähigkeit erfasst. Eine Übersicht über die allgemeinen Patientendaten geben Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 im Anhang.

3.3 Klinischer Teil

Die mit der Teilnahme an der Studie einverständenen Patienten wurden in drei Untersuchungsgängen an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen nachuntersucht.

Im ersten Untersuchungsgang wurden Patienten einbestellt, welche zwischen 1997 und 2002 mit der Reinsertion mittels Fadenankern operiert wurden.

Der zweite Untersuchungsgang bestand aus Patienten, welche zwischen 1990 und 1997 mit einer transossären Refixation versorgt wurden.

In der dritten Untersuchungsrunde wurden Patienten, welche zwischen 2002 und 2005 mit der Reinsertionsmethode mittels Fadenankern operiert wurden, untersucht.

Die Nachuntersuchung setzte sich wie folgt zusammen:

3.3.1 Patientenbefragung

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden alle Patienten zum Unfallhergang, zur damaligen klinischen Symptomatik und zum subjektiven Befinden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung befragt.

Außerdem wurden Daten zu bestehenden Grundkrankheiten, wie zum Beispiel Diabetes mellitus, zu Konsumgewohnheiten, wie zum Beispiel Anabolikakonsum, sowie über sportliche Aktivitäten erhoben.

3.3.2 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung beinhaltete folgende Messungen – jeweils im Seitenvergleich:

- Bewegungsausmaß der Flexion, Extension, Supination und Pronation nach der Neutral-Null-Methode
- groben Kraft der Flexion, Extension, Supination und Pronation
- Prüfung der Stabilität im Ellenbogengelenk
- Prüfung und Vergleich der Bizepssehnenstärke und der Muskelkonturen.

Die Ergebnisse des Bewegungsausmaßes, der Kraft und der Stabilität wurden anhand des Morrey-Scores [37] ausgewertet und zusammengefasst.

3.3.3 Score nach Morrey et al.

Zur Einschätzung der Funktion des Ellenbogengelenks und der refixierten oder reinsertierten Bizepssehne wurde der Score nach Morrey et al. [37] verwendet. Dies ist ein klinischer Score, welcher sich aus objektiven und subjektiven Inhalten zusammensetzt. So werden nicht nur klinische Gesichtspunkte wie das Bewegungsausmaß, die Kraft und die Stabilität erfasst, sondern auch die Schmerzsymptomatik und die Funktionalität in Alltagssituationen.

Es kann eine Gesamtpunktzahl von 100 Punkten erreicht werden, die sich wie folgt zusammensetzt (siehe auch Anhang Tabelle 14):

Schmerz (30 Punkte), Kraft (15 Punkte), Bewegungsausmaß (37 Punkte), Instabilität (6 Punkte) und Funktion (12 Punkte). Daraus ergibt sich ein Verhältnis von 42% subjektiven Kriterien zu 58% objektiven Kriterien zur Einschätzung der Funktion im Ellenbogengelenk. Die Ergebnisse werden wie folgt bewertet:

95–100 Punkte	„excellent“
80–95 Punkte	„good“
50–80 Punkte	„fair“
<50 Punkte	„poor“

3.4 Röntgendiagnostik

Bei jedem nachuntersuchten Patienten wurden Röntgenbilder des Ellenbogens in a.-p. und seitlicher Aufnahme der jeweils betroffenen Seite angefertigt, um das Vorhandensein von postoperativ aufgetretenen Verkalkungen zu überprüfen und das etwaige Ausmaß zu bestimmen.

3.5 Kraftmessung mit CYBEX-NORM®-Gerät

Für die Studie wurden das maximale Drehmoment, die Ausdauer und die maximale Kraft des M. biceps brachii mit isokinetischen und isometrischen Kraftmessungen ermittelt.

Die isokinetischen und isometrischen Kraftmessungen zur Beurteilung der Muskelkraft des M. biceps brachii wurden mit dem CYBEX-NORM®-Gerät durchgeführt (siehe Abbildung 4).

Das CYBEX-NORM[®]-Gerät ist ein computerunterstütztes Trainingssystem, welches im Rehabilitationsbereich zum isokinetischen Kraftaufbau, zum Krafttraining und zur Beurteilung des Rehabilitationsverlaufs eingesetzt wird.

Mit dem Physiotherapieteam der BG-Unfallklinik Tübingen wurde ein speziell für die Extension und Flexion im Ellenbogengelenk ausgelegtes Programm parametrisiert.

Die ersten zwei Untersuchungsgänge wurden jeweils mit der Software Lumex Version 1.07, Copyright Lumex, Inc. 1995, der letzte Untersuchungsgang mit einer neuen Software HUMAC[®] Version 4.3.8, Copyright Computer Sports Medicine, Inc., 1982–2003 durchgeführt.

Die Vergleichbarkeit der Daten bei den beiden Software-Versionen wurde durch eine Kontrollgruppen-Messung verifiziert.

Bei der isokinetischen und der isometrischen Kraftmessung lagen die Patienten auf der zum CYBEX-NORM[®]-Gerät zugehörigen Liege. Ober- und Unterkörper waren angeschnallt, um einen möglichst ruhigen Bewegungsablauf und somit genaue Messungen zu erzielen. Bei allen Messungen wurde zunächst ein Probendurchlauf gestartet, um dem Patienten die Übungen zu veranschaulichen. Alle Übungen wurden im Seitenvergleich durchgeführt, begonnen wurde immer mit der nicht operierten Seite. Alle Messergebnisse wurden zur besseren Vergleichbarkeit auch ins Verhältnis zum Körpergewicht der Probanden gesetzt.

Basierend auf den Messungen der Studie von Askew et al. 1987 kann von einem geringen Normaldefizit von 3% zwischen dominanter und nicht dominanter Seite ausgegangen werden. Askew et al. 1987 sehen den Kraftvergleich zwischen verletzter und nicht verletzter Seite als ideal an. Daher wird die Dominanz bei den Defizitberechnungen außer Acht gelassen und ausschließlich die operierte mit der nicht operierten Seite verglichen.



Abbildung 4 – CYBEX-NORM®-Gerät

3.5.1 Isokinetik

Bei der Messung der Muskelkraft spielen zwei Variablen eine wesentliche Rolle. Variieren kann sowohl die Geschwindigkeit, mit der die Extremität durch den Muskel bewegt wird, als auch der Widerstand, welcher dem Muskel entgegengesetzt wird. An Gewichtsmaschinen, zum Beispiel für das Krafttraining wird zwar das Gewicht, das heißt der Widerstand festgelegt, nicht jedoch die Geschwindigkeit. Um genaue Aussagen bezüglich der maximalen dynamischen Kraftentwicklung eines Muskels machen zu können, muss jedoch die Bewegungsgeschwindigkeit konstant gehalten werden. Dies ermöglichen isokinetische Meßsysteme wie zum Beispiel beim CYBEX-NORM®-Gerät. Hier wird die Bewegungsgeschwindigkeit im Voraus festgelegt und die Kraftentwicklung erfolgt gegen einen Widerstand, der sich mittels des computerunterstützten Systems während des gesamten Bewegungsablaufs entsprechend der entwickelten Kraft aufbaut. Bei verminderter Leistungsfähigkeit zum Beispiel durch Schmerzen oder Ermüdung passt der apparative Regelkreis ständig den Widerstand an.

Während der für das Gelenk charakteristischen Bewegungen, hier Flexion und Extension im Ellenbogengelenk, werden fortlaufend die von der Testperson aufbrachten Drehmomente, das Bewegungsausmaß, sowie die verrichtete

Arbeit in Joule und die jeweilige Leistung in Watt gemessen. Es werden also alle Daten über die Funktion und Leistungsfähigkeit der Gelenkeinheit und der dazugehörigen Muskelgruppen aufgezeichnet. So können durch den isokinetischen Test muskuläre Defizite und funktionelle Störungen leicht erkannt und erfasst werden [65, 67].

Die Untersuchungen werden je nach Zielsetzung bei verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten durchgeführt. Unter der Winkelgeschwindigkeit ω versteht man den bei einer Kreisbewegung im Zeitintervall Δt überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$.

Dabei gilt:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

3.5.1.1 Messung des Drehmomentmaximums

Zur Bestimmung des maximalen Drehmoments des M. biceps brachii wurden isokinetische Messungen bei 60° Winkelgeschwindigkeit mit dem CYBEX-NORM®-Gerät durchgeführt. Getestet wurde zuerst die unverletzte und dann die verletzte Seite. Pro Seite wurde eine Übung mit je fünf Wiederholungen absolviert. Anhand dieser fünf Wiederholungen konnte der Mittelwert gebildet und die Seitendifferenz des M. biceps brachii festgestellt werden.

3.5.1.2 Messung der Ausdauer des M. biceps brachii

Bei 180° Winkelgeschwindigkeit wurde mit isokinetischen Messungen die Ausdauer des M. biceps brachii bestimmt. Gemessen wurde die Gesamtarbeit in Joule und die durchschnittliche Leistung des M. biceps brachii in Watt. Es wurde pro Seite eine Übung mit jeweils 15 Wiederholungen durchgeführt.

3.5.2 Isometrie

Die Isometrie kann als Sonderfall der Isokinetik mit der Winkelgeschwindigkeit 0 betrachtet werden [67]. Gemessen wird die statische Kraft, die ein Muskel oder eine Muskelgruppe in einer bestimmten Position willkürlich gegen einen fixierten Widerstand ausüben kann [65].

3.5.2.1 Messung der maximalen Kraft des M. biceps brachii

Zur Bestimmung der maximalen Kraft des M. biceps brachii wurde eine isometrische Messung im 90°-flektierten Ellenbogengelenk durchgeführt. Hier wurde ebenfalls zunächst die unverletzte Seite getestet. Aufgrund der Gefahr einer raschen Ermüdung des M. biceps brachii wurde auf den Probedurchlauf verzichtet.

3.6 Statistik

Alle Messergebnisse wurden als Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben.

Die statistischen Analysen wurden unter Verwendung der Statistiksoftware SigmaStat 3.10, Systat Software durchgeführt.

Unter Verwendung der Varianzanalyse für Reihenmessungen (ANOVA) wurden die Werte innerhalb der Gruppe und die korrespondierenden Werte beider Gruppen verglichen.

P-Werte kleiner 0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4 Ergebnisse

49 Patienten (55%) des angeschriebenen Personenkreises haben sich bereit erklärt, an der Studie und der damit verbundenen Nachuntersuchung in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen teilzunehmen.

Daraus ergeben sich für

Patientenkollektiv Nr. 1 mit transossärer Refixation 13 von 31 Patienten (42%)

und für

Patientenkollektiv Nr. 2 mit der Reinsertionsmethode mittels Fadenankern 36 von 55 Patienten (65%).

Insgesamt 27 der angeschriebenen Patienten wurden nicht untersucht, davon erteilten zwölf Patienten eine Absage. Gründe hierfür waren:

- Krankheit (2 Patienten)
- Zu großer zeitlicher und finanzieller Aufwand (6 Patienten)
- Generelle Unzufriedenheit mit der Berufsgenossenschaft (1 Patient)
- Unzufriedenheit mit der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen (1 Patient)
- Keine Begründung (2 Patienten)

Bei neun Patienten erfolgte keine Rückmeldung trotz mehrmaliger Anschreiben, sechs Patienten waren unbekannt verzogen.

4.1 Ergebnisse nach Sichtung der Akten

4.1.1 Operationstechniken

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** finden sich unter den 13 Patienten, welche mit einer transossären Refixation versorgt wurden, ein Patient mit einer Double-Incision-Technik und ein Patient mit Verwendung eines Fibre wire.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** wurde keine Double-Incision-Technik verwendet.

4.1.2 Durchschnittsalter bei Unfall und Untersuchungszeitpunkt

Die Patienten waren zum Unfallzeitpunkt zwischen 30 und 66 Jahre alt, der Altersdurchschnitt betrug 49,3 Jahre. Eine Aufteilung in die zwei Patientenkollektive ist ersichtlich aus Abbildung 5.

Zum Untersuchungszeitpunkt waren die Patienten im Patientenkollektiv Nr. 1 im Durchschnitt 57,5 Jahre alt und die Patienten im Patientenkollektiv Nr. 2 51 Jahre alt.

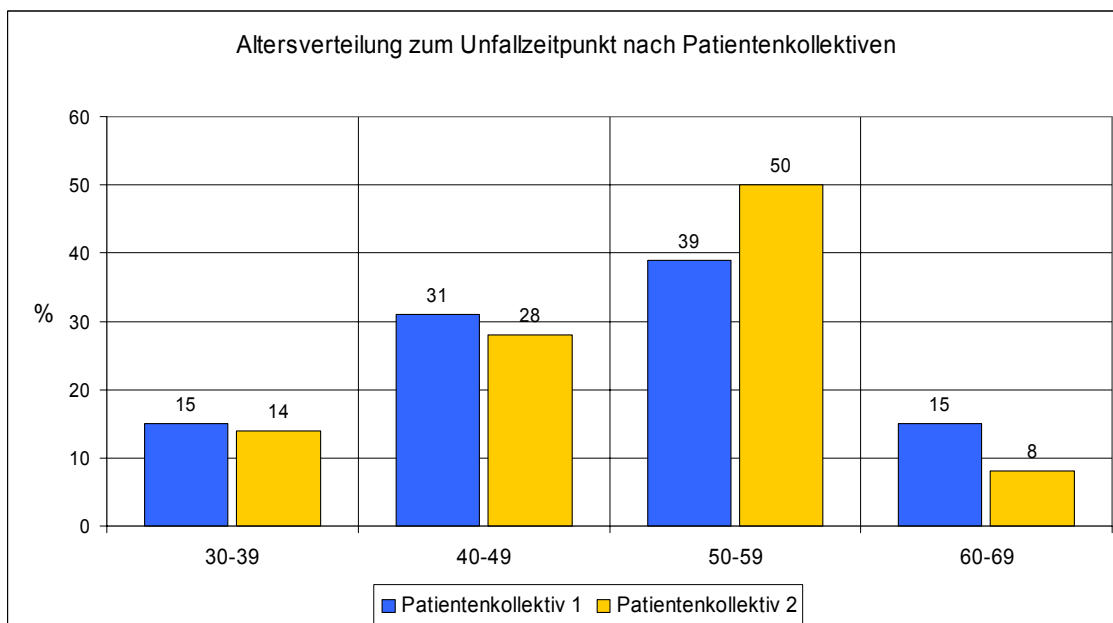


Abbildung 5 – Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt nach Patientenkollektiven

4.1.3 Seitenverteilung der Verletzungen

Bei 32 Patienten (65,3%) war die dominante Seite betroffen und bei 17 Patienten (34,7%) die nicht dominante Seite. Auf die verschiedenen Kollektive aufgeteilt ergibt sich folgendes Bild:

Bei **Patientenkollektiv Nr.1** war in 76,9% der Fälle (10 Patienten) die dominante und in 23,1% (3 Patienten) die nicht dominante Seite verletzt.

Bei **Patientenkollektiv Nr. 2** war in 61,1% (22 Patienten) die dominante und in 38,9% der Fälle (14 Patienten) die nicht dominante Seite betroffen.

4.1.4 Zeitraum zwischen Unfallereignis und Operation

Der Zeitraum zwischen dem Unfall und der Operation lag bei **Patientenkollektiv Nr. 1** zwischen zwei und elf Tagen, im Durchschnitt 5,4 Tage; der Median liegt bei $4 \pm 3,0$ Tagen. Acht Patienten wurden innerhalb der ersten fünf Tage operativ versorgt, fünf Patienten innerhalb von sechs bis elf Tagen.

Bei **Patientenkollektiv Nr. 2** lag der Zeitraum bis zur Operation zwischen einem und 131 Tagen, im Durchschnitt 14,6 Tage; der Median liegt hier bei $10,5 \pm 21,1$ Tagen. Im Zeitraum von ein bis fünf Tagen wurden acht Patienten operativ versorgt und 14 Patienten innerhalb von sechs bis 13 Tagen. Bei 13 Patienten lag der Zeitraum bis zur Operation zwischen 14 und 22 Tagen. Ein Patient wurde aufgrund einer verzögerten Zuweisung erst nach 131 Tagen operativ versorgt. Die Differenz zwischen den Gruppen war nicht signifikant ($p > 0,05$).

4.1.5 Abstand zwischen Unfallzeitpunkt und Nachuntersuchung

Der Zeitraum zwischen Unfall und Nachuntersuchung betrug bei **Patientenkollektiv Nr. 1** zwischen drei Monaten und 13 Jahren; der Median beträgt $8 \pm 3,2$ Jahre.

Bei **Patientenkollektiv Nr. 2** lag das Unfallereignis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fünf bis 48 Monate zurück; der Median beträgt $1,7 \pm 0,9$ Jahre. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,05$).

4.1.6 Berufliche oder sportliche Aktivitäten

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** waren acht Patienten aufgrund ihres Berufs körperlich tätig. Hierunter waren ein ehemaliger Speerwerfer und ein ehemaliger Handballspieler. Fünf Patienten übten einen körperlich weniger belastenden Beruf aus; unter diesen Patienten fanden sich auch ein Diplomsportler und ein ehemaliger Kunstturner.

Insgesamt übten 76,9% einen körperlichen Beruf und/oder eine sportliche Aktivität aus.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** fanden sich 19 Patienten, welche einen körperlich anstrengenden Beruf ausübten. Hiervon betrieb ein Patient zusätzlich regelmäßig Bodybuilding, einer spielte früher aktiv Volleyball, einer Tennis, einer Handball und Squash. Einen körperlich weniger belastenden Beruf übten 17 Patienten aus; darunter fanden sich drei Sportlehrer und sechs aktive Sportler (einmal Bodybuilding, zweimal Kampfsport, ein Volleyballspieler und ein Handball-Hochleistungssportler).

Insgesamt übten hier 77,7% einen körperlichen Beruf und/oder eine sportliche Aktivität aus.

4.1.7 Nebendiagnosen und Konsumgewohnheiten

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** fanden sich zwei Patienten (15%) mit folgenden Nebendiagnosen:

- einmal arterielle Hypertonie
- einmal symptomatische Hyperurikämie

Niemand gab an, regelmäßig Anabolika oder andere Muskelaufbaupräparate einzunehmen.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** waren 21 Patienten (58%) zum Untersuchungszeitpunkt gesund. Einer dieser Patienten gab an, über einen längeren Zeitraum regelmäßig Anabolika konsumiert zu haben. Unter den anderen 15 Patienten fanden sich folgende Krankheiten, welche teilweise auch kombiniert auftraten:

- achtmal arterielle Hypertonie (22,2% von Patientenkollektiv Nr. 2)
- viermal Hypercholesterinämie (11,1% von Patientenkollektiv Nr. 2)
- einmal Diabetes mellitus Typ I (2,8% von Patientenkollektiv Nr. 2)
- dreimal Diabetes mellitus Typ II (8,3% von Patientenkollektiv Nr. 2)
- dreimal symptomatische Hyperurikämie (8,3% von Patientenkollektiv Nr. 2)
- zweimal Hypothyreose (5,6% von Patientenkollektiv Nr. 2),

- einmal Niereninsuffizienz (2,8% von Patientenkollektiv Nr. 2)
- jeweils einmal Rheuma, Osteoporose, Morbus Bechterew und Depression.

4.1.8 Degenerative Veränderungen der Bizepssehnen

Bei 39 Patienten wurden intraoperativ Biopsien entnommen. Diese zeigten in 46,9% der Untersuchungen (23 Patienten) degenerative Veränderungen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 – Verteilung der degenerativen Veränderungen nach Patientenkollektiven

	Degenerative Veränderungen		Keine degenerativen Veränderungen		Keine Biopsie	
	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	In %
Patientenkollektiv 1	5	38.4%	6	46.1%	2	15.3%
Patientenkollektiv 2	18	50%	9	25%	9	25%
Total	23	46.9%	15	30.6%	11	22.4%

Die Verteilung der degenerativen Veränderungen in Bezug auf stark körperlich arbeitende und sportlich aktive Patienten findet sich in Abbildung 6. Keine degenerativen Veränderungen fanden sich bei dem Diplomsportler, dem ehemaligen Kunstturner und dem ehemaligen Speerwerfer aus **Patientenkollektiv Nr. 1**.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** fand sich bei beiden Patienten, welche intensiv Bodybuilding betrieben hatten, degenerative Veränderungen der Bizepssehne. Ebenso hatte ein im Kampfsport aktiver Patient degenerative Veränderungen. Keine Biopsien wurden bei dem Handball-Hochleistungssportler und bei dem zweiten Patienten, der aktiv Kampfsport betrieb, entnommen.

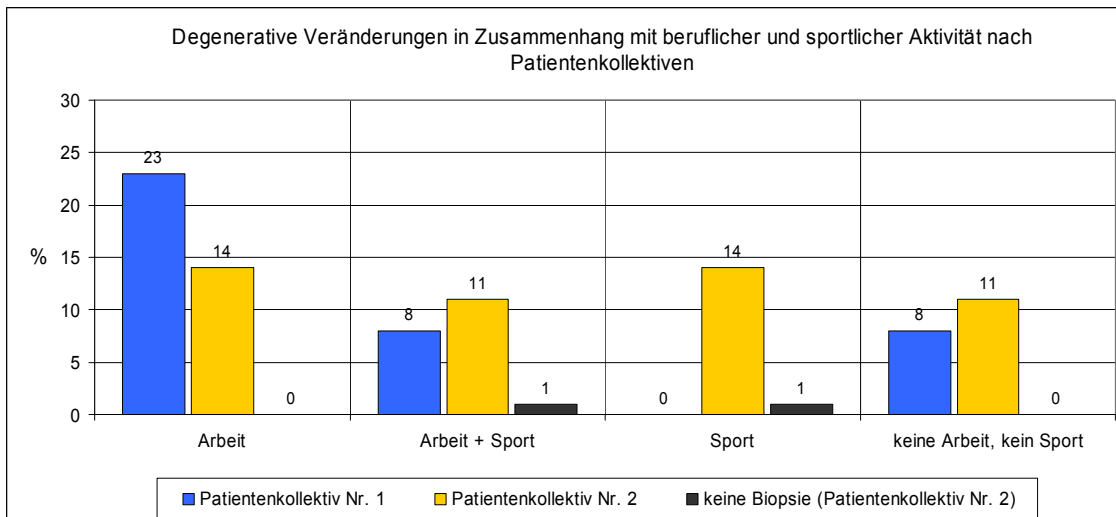


Abbildung 6 – Degenerative Veränderungen in Zusammenhang mit beruflicher und sportlicher Aktivität nach Patientenkollektiven (Arbeit = stark körperlich arbeitende Patienten, Arbeit + Sport = stark körperlich arbeitende und sportlich aktive Patienten, Sport = sportlich aktive Patienten, keine Arbeit + kein Sport = weder körperlich noch sportlich aktive Patienten)

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** hatte ein Patient als Nebendiagnose eine Hyperurikämie. Bei diesem Patienten lagen degenerative Veränderungen vor.

Eine Übersicht über den Zusammenhang zwischen Stoffwechselkrankheiten und den Konsum von Anabolika in Bezug auf degenerative Veränderungen im **Patientenkollektiv Nr. 2** gibt Abbildung 7. Insgesamt hatten 15 Patienten eine oder mehrere Stoffwechselkrankheiten, ein Patient konsumierte Anabolika. Es gilt zu beachten, dass die Krankheiten in der Abbildung auch kombiniert aufgetreten sind. Bei vier Patienten wurde keine Biopsie entnommen.

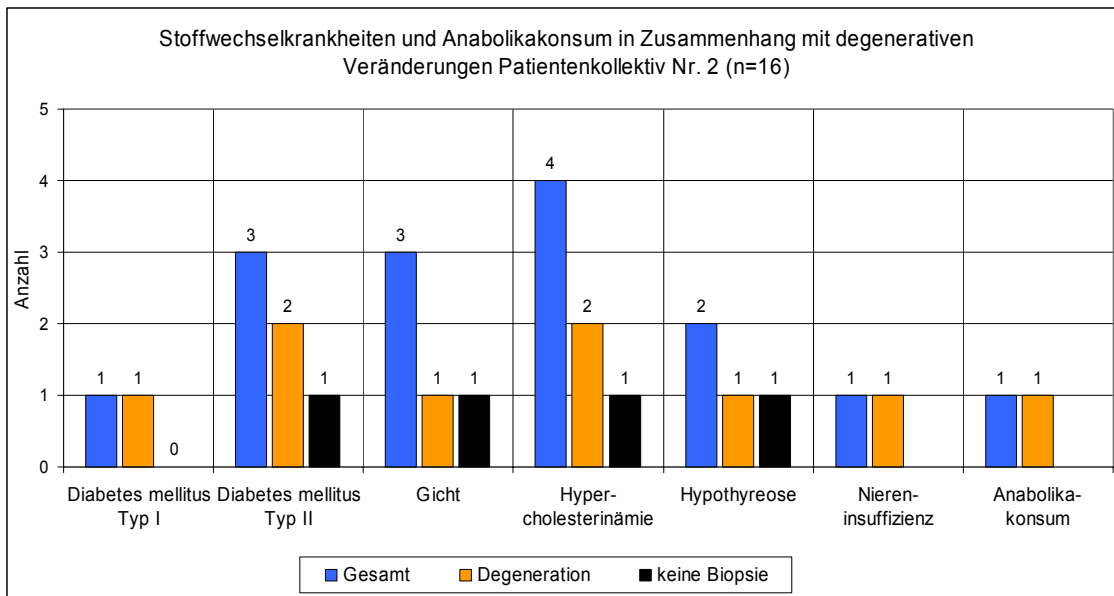


Abbildung 7 – Stoffwechselkrankheiten und Anabolikakonsum in Zusammenhang mit degenerativen Veränderungen Patientenkollektiv Nr. 2

4.1.9 Krankenhausliegezeit

Die Krankenhausliegezeit betrug bei **Patientenkollektiv Nr. 1** zwischen drei und 15 Tagen; der Median liegt bei $12 \pm 3,18$ Tagen (siehe Abbildung 8).

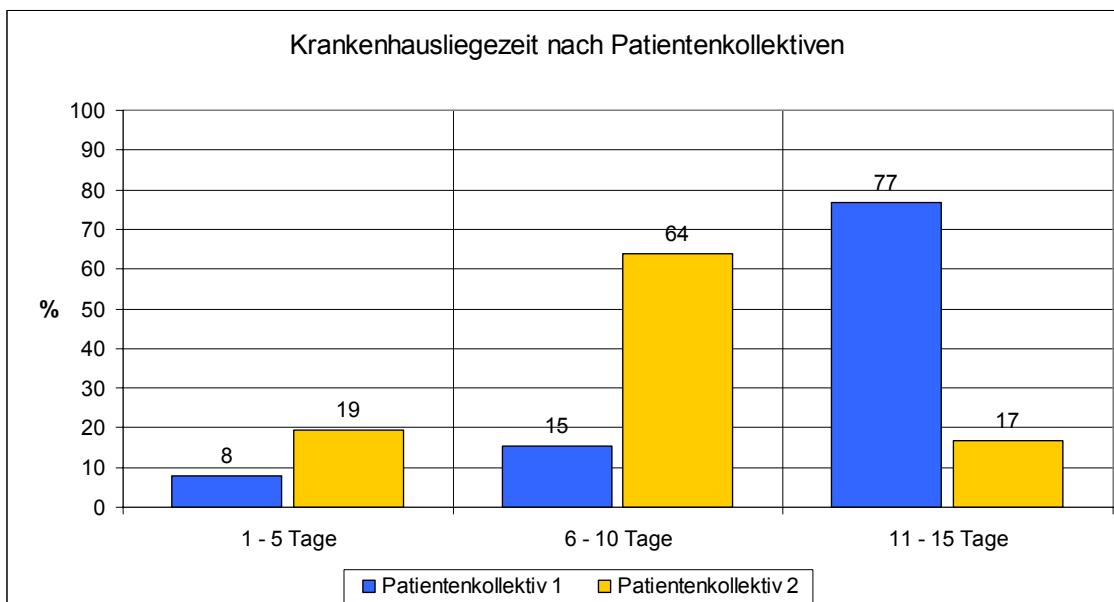


Abbildung 8 – Krankenhausliegezeit nach Patientenkollektiven

Bei **Patientenkollektiv Nr. 2** waren die Patienten zwischen zwei und 15 Tagen hospitalisiert; der Median beträgt $7 \pm 2,83$ Tage. Der Unterschied zwischen den Gruppen war nicht signifikant ($p > 0,05$).

4.1.10 Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Der Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit lag bei **Patientenkollektiv Nr. 1** zwischen 35 und 91 Tagen; der Median liegt bei $55 \pm 16,47$ Tagen (Abbildung 9).

Bei **Patientenkollektiv Nr. 2** betrug der Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit zwischen 18 und 140 Tagen; der Median liegt hier bei $71 \pm 28,81$ Tagen. Zwei Patienten befanden sich bereits im Ruhestand, somit war in diesen beiden Fällen keine Krankmeldung erforderlich. Bei zwei Patienten ließen sich keine Daten bezüglich des Zeitraums der Arbeitsunfähigkeit ermitteln. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,05$).

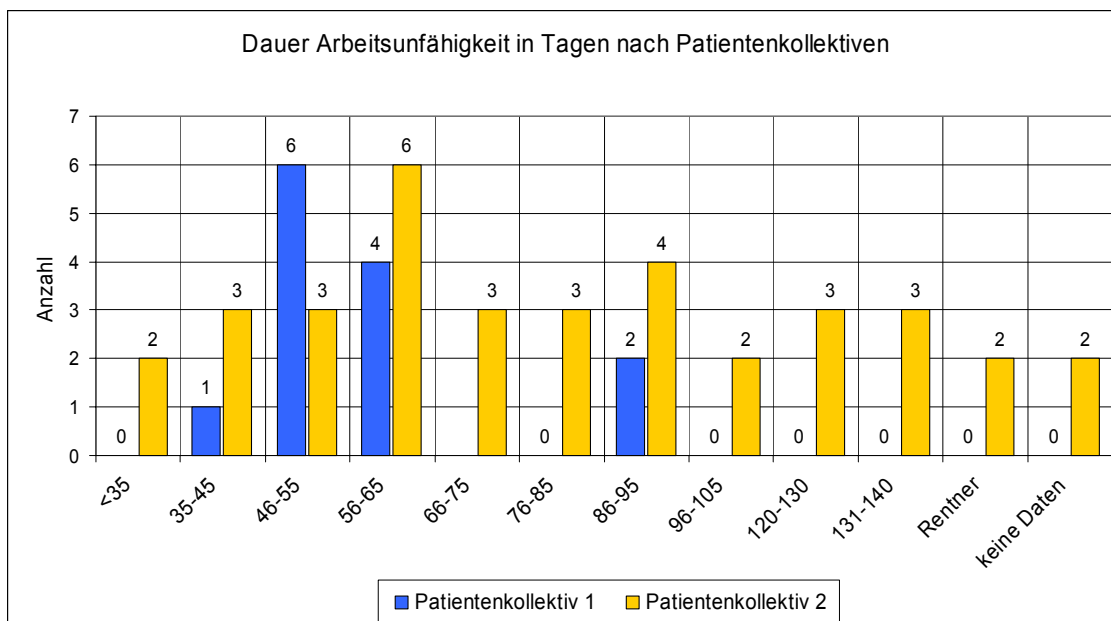


Abbildung 9 – Dauer Arbeitsunfähigkeit nach Patientenkollektiven

4.2 Klinisches Bild

4.2.1 Unfallhergang

Bei beiden Patientengruppen ging der Läsion der Bizepssehne eine körperliche Betätigung voraus. Es handelte sich meist um eine für den Patienten nicht vorhersehbare starke Belastung am betroffenen Arm:

- Auffangen, nachfassen oder anheben eines schweren Gegenstandes, der oft schwerer war als erwartet
- Ein schwerer Gegenstand fiel auf den Unterarm oder die Ellenbeuge
- Ein schwerer Gegenstand, der schwerer als erwartet war, wurde an- oder weggeschoben
- Unfall beim Sport
- Abfangen eines Sturzes
- Andere nicht unfallentsprechende Mechanismen (siehe Kapitel 2.2): z. B. Schneeschippen, Aufbocken eines Wohnwagens (Kurbelbewegung) etc.

Im Anhang finden sich die detaillierten Tabellen (Tabelle 12 und Tabelle 13) mit dem jeweiligen Unfallhergang.

4.2.2 Symptomatik bei Aufnahme

Die Symptomatik zum Unfallzeitpunkt bzw. bei der Aufnahme in der BG-Unfallklinik Tübingen äußerte sich häufig mit Schmerzen in der Ellenbeuge, einer Funktionsminderung der Supination, der Flexion oder einer Kombination beider und einem unterschiedlich ausgeprägten Kraftverlust (siehe Abbildung 10).

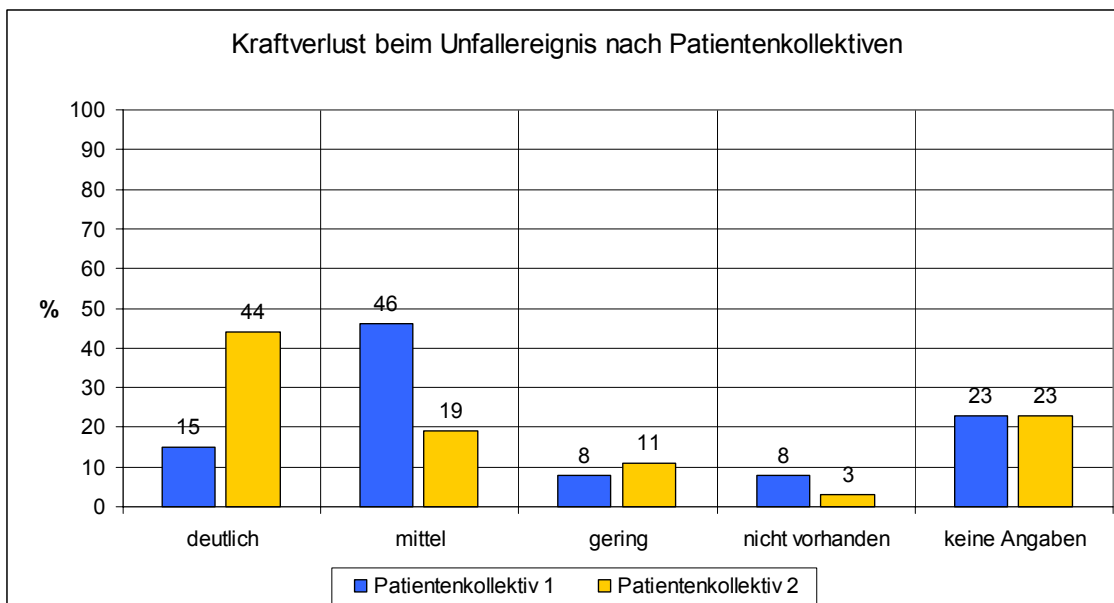


Abbildung 10 – Kraftverlust nach Patientenkollektiven

Ein Hämatom und eine Schwellung waren eher selten vorhanden (siehe Abbildung 11). Die Bizepssehne war dagegen in den meisten Fällen nicht mehr tastbar:

- 85% der Fälle (11 Patienten) aus **Patientenkollektiv Nr. 1**
- 56% der Fälle (20 Patienten) aus **Patientenkollektiv Nr. 2.**

Ebenso war der Muskelbauch bei etwa der Hälfte der Patienten beider Kollektive nach proximal retrahiert:

- 54% der Fälle (7 Patienten) aus **Patientenkollektiv Nr. 1**
- 53% der Fälle (19 Patienten) aus **Patientenkollektiv Nr. 2.**

Ein Patient hatte nach dem Unfallereignis eine diskrete streckseitige Parästhesie des Daumens. Postoperativ waren bei diesem Patienten keine Sensibilitätsstörungen mehr vorhanden. Die genauen Verteilungen sind aus Abbildung 11 ersichtlich.

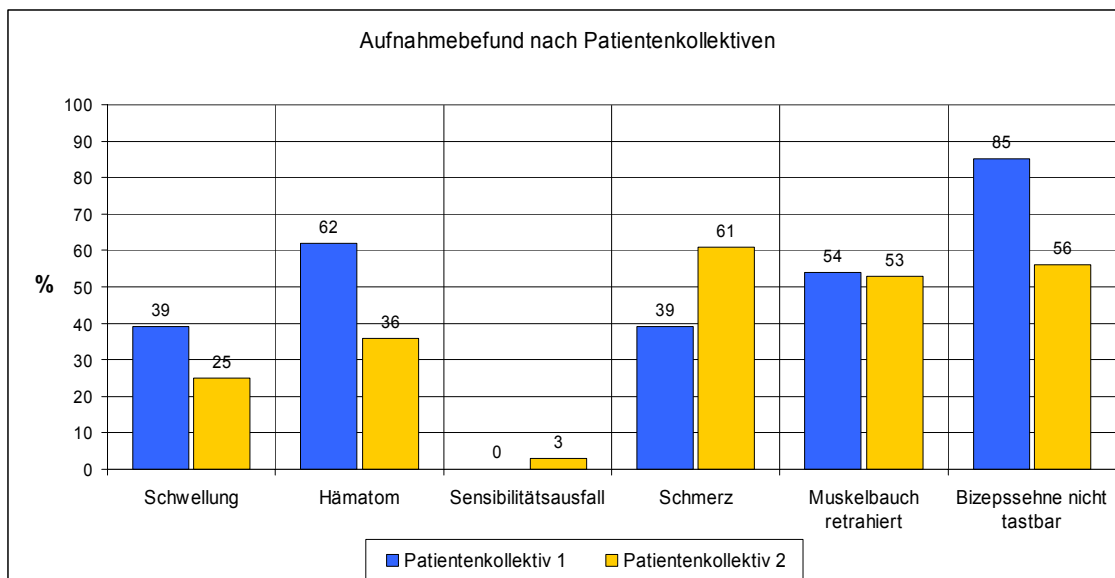


Abbildung 11 – Aufnahmebefund nach Patientenkollektiven

4.2.3 Postoperative Komplikationen

4.2.3.1 Sensibilitätsausfälle

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** war ein Patient mit einem postoperativen Sensibilitätsausfall im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis. Die Operation lag hier zum Untersuchungszeitpunkt drei Monate zurück.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** traten postoperativ bei sieben Patienten (19%) Sensibilitätsstörungen auf. Diese reichten von Kribbelparästhesien (3 Patienten) im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis bis zu kompletten Sensibilitätsverlusten in diesem Gebiet (3 Patienten). Einmal bestand zusätzlich ein Sensibilitätsverlust im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii medialis (1 Patient). Bei einem Patienten hatte sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, vier Monate postoperativ, die Parästhesie bereits zurückgebildet.

4.2.3.2 Wundinfektion

Ein Patient aus **Patientenkollektiv Nr. 2** wurde aufgrund einer Hyperkalzifizierung und einer Abszessbildung im Wundgebiet nach vier Monaten reoperiert. Präoperativ erfolgte eine Radiatio des Operationsgebietes zur Ossifikationsprophylaxe. Intraoperativ wurde die Hyperkalzifizierung sowie sämtliches

Fremdmaterial entfernt. Die erneute Refixation der Bizepssehne erfolgte transossär mit einer Durchflechtungsnaht. Bei diesem Patienten fanden sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Parästhesien im Bereich des N. cutaneus antebrachii lateralis. Radiologisch zeigten sich keine erneuten heterotopen Ossifikationen, es resultierte jedoch ein Bewegungsdefizit bei der Flexion von 30° und bei der Pronation von 10°.

4.2.3.3 Ossifikationen

Bei einem Patienten aus **Patientenkollektiv Nr. 2** war die Bewegung, besonders die Supination, nach fünf Monaten postoperativ durch eine heterotopie Ossifikation stark eingeschränkt. Es erfolgte die operative Entfernung der Ossifikation, eine Arthrolyse und die erneute Refixation der Bizepssehne mit einem Fadenanker. Bei der Nachuntersuchung zeigte sich im Röntgenbild eine erneute Ossifikation von ca. 0,5 x 0,5 cm im Sehnenbereich, 1 cm über der Tuberositas radii. Diese Ossifikation beeinträchtigte den Patienten nicht, er war bei der Nachuntersuchung beschwerdefrei bei freier Beweglichkeit im Ellenbogengelenk. Alle weiteren radiologisch festgestellten heterotopen Ossifikationen (siehe Kapitel 4.4) beeinträchtigten die Patienten nicht.

4.2.3.4 Rerupturen

Rerupturen fanden sich bei zwei Patienten aus **Patientenkollektiv Nr. 2**:

Ein Patient wurde in einem auswärtigen Krankenhaus mit einer transossären Refixation versorgt, welche postoperativ nicht das entsprechende Ergebnis zeigte. In der MRI wurde eine erneute Bizepssehnenruptur diagnostiziert. Die Zweitoperation erfolgte in der BG-Unfallklinik Tübingen mittels zweier Fadenanker, welche 1 cm proximal der Tuberositas radii eingebracht wurden. Der Patient berichtete bei der Nachuntersuchung über minimale Beschwerden im Bereich der Ellenbeuge besonders bei Umwendebewegungen wie Schraubendrehen. Es zeigten sich keine Einschränkungen der Beweglichkeit.

Der andere Patient hob in der fünften postoperativen Woche einen Gegenstand von ca. 6 kg an, was zu einer Reruptur führte. In diesem Fall entschied man sich gegen eine erneute Operation und behandelte konservativ weiter. Der

Patient hatte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung weder Beschwerden noch Kraftereinbußen und ist voll arbeitsfähig bei freier Beweglichkeit im Ellenbogengelenk.

4.2.4 Befunde der Nachuntersuchung

4.2.4.1 Muskelkontur des M. biceps brachii im Seitenvergleich

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** war die Kontur des M. biceps brachii klinisch bei sechs Patienten (46%) seitengleich. Bei weiteren vier Patienten (31%) war die korrekte Muskelkontur wiederhergestellt, hier fand sich jedoch auf der operierten Seite eine schwächere Ausbildung des M. biceps brachii. Unter den 13 Patienten aus Kollektiv Nr. 1 war bei drei Patienten (23%) der Muskelbauch auf der operierten Seite zwischen 1 und 3 cm kranialisiert und bei einem Patienten zusätzlich weniger stark ausgebildet.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** war bei 20 Patienten (56%) die Muskelkontur klinisch wiederhergestellt. Hier war bei zwei Patienten der Muskelbauch des M. biceps brachii schwächer ausgebildet als auf der nicht operierten Seite. Bei 16 Patienten (44%) stand der Muskelbauch auf der operierten Seite zwischen 1 und 3 cm höher und war zusätzlich bei fünf Patienten schwächer ausgebildet.

4.2.4.2 Bizepssehne im Seitenvergleich

Die Bizepssehne war im **Patientenkollektiv Nr. 1** bei sechs Patienten (46%) seitengleich. Bei fünf Patienten (38%) war die Sehne auf der nicht operierten Seite klinisch stärker ausgeprägt. In einem Fall (8%) war sie auf der operierten Seite stärker. Bei einem Patienten war eine Resistenz im Bereich der Bizepssehne tastbar. Dies deckt sich mit dem Röntgenbefund des Patienten, welcher eine Ossifikation von 2,5 x 2,5 cm im Bereich der Bizepssehne zeigte. Bei diesem Patienten lag auch ein Beugedefizit von 10° im Vergleich zur nicht operierten Seite vor.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** waren die Verhältnisse im Bereich der Bizepssehne bei 25 Patienten (69%) seitengleich. Eine stärkere Ausprägung der nicht

operierten Seite fand sich bei vier Patienten (11%), eine stärkere Ausprägung der operierten Seite bei sechs Patienten (17%).

Bei einem Patienten war eine Resistenz von 3 x 1,5 cm im Bereich der Bizepssehne tastbar. Dies deckt sich, wie im Patientenkollektiv Nr. 1, mit dem radiologischen Befund, welcher eine Ossifikation von 1,5 x 5 cm im Bereich der Bizepssehne zeigte. Dieser Patient hatte ebenso Defizite bei der Beweglichkeit des operierten Armes. Die Flexion war im Seitenvergleich um 20°, die Supination um 10° und die Pronation um 20° eingeschränkt.

4.2.4.3 Bewegungsausmaß

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** fanden sich sieben Patienten (54%) mit einer eingeschränkten Beweglichkeit des operierten Armes (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 – Patienten mit Bewegungsdefiziten Patientenkollektiv Nr. 1 (a = transossäre Refixation, re = rechts, li = links, EXT = Extension, FLX = Flexion, alle Werte in °)

Patient	Rechts- / Links- händer	Verletzte Seite	Ellenbogen- gelenk EXT/FLX rechts	Ellenbogen- gelenk EXT/FLX links	Supination/ Pronation rechts	Supination/ Pronation links
3a	re	re	5-0-135	0-0-140	70-0-70	90-0-70
4a	re	re	0-0-125	0-0-135	60-0-80	60-0-80
14a	re	re	0-0-140	0-0-140	70-0-80	80-0-80
16a	re	re	0-0-140	0-0-140	90-0-70	90-0-90
19a	re	re	0-10-140	0-0-135	80-0-70	80-0-90
23a	re	li	5-5-135	5-5-125	80-0-80	80-0-80
33a	re	re	5-5-140	0-0-140	90-0-90	90-0-90

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** hatten 10 Patienten (28%) eine Einschränkung der Beweglichkeit im operierten Arm (siehe Tabelle 3). Davon waren acht Patienten (22% von Patientenkollektiv Nr. 2) mit einer leichten endgradigen Einschränkung von 5–10° in einer oder zwei Bewegungsebenen betroffen.

Bei zwei Patienten (6%) fand sich eine starke Bewegungseinschränkung (Nr. 26b, Nr. 39b). Patient Nr. 26b hatte ein Defizit der Flexion von 20°, der Supination von 10° und der Pronation von 20°. Bei Patient Nr. 39b war die Extension um 30° und die Pronation um 10° eingeschränkt. Diese beiden Patienten waren auch insgesamt mit dem Operationsergebnis unzufrieden.

Tabelle 3 – Bewegungsdefizite Patientenkollektiv Nr. 2 (b = Reinsertion mittels Fadenankern, re = rechts, li = links, EXT = Extension, FLX = Flexion, alle Werte in °)

Patient	Rechts- / Links- händer	betroffene Seite	Ellenbogen- gelenk EXT/FLX rechts	Ellenbogen- gelenk EXT/FLX links	Supination/ Pronation rechts	Supination/ Pronation links
2b	re	li	0-0-125	0-0-130	80-0-80	80-0-80
5b	re	re	0-0-115	0-0-125	65-0-80	65-0-80
6b	re	re	0-0-130	0-0-140	80-0-80	80-0-90
26b	re	re	0-0-120	0-0-140	70-0-60	80-0-80
28b	re	li	0-0-140	0-0-130	80-0-80	80-0-80
37b	re	re	5-5-140	0-0-140	90-0-80	90-0-90
39b	li	li	0-0-135	30-30-135	90-0-90	90-0-80
41b	re	re	0-0-130	0-0-135	80-0-80	80-0-80
49b	re	li	0-0-135	5-5-135	90-0-90	90-0-90
53b	re	li	0-0-130	0-0-125	80-0-80	70-0-80

Einen Überblick über die Mittelwerte der Extension, Flexion, Supination und Pronation mit den Standardabweichung und den Signifikanzen gibt Tabelle 4.

Tabelle 4 – Mittelwerte der Bewegungsdefizite Patientenkollektiv Nr. 1 und Nr. 2 (alle Werte in °)

	Extension im Ellenbogen- gelenk	Nullstellung im Ellenbogen- gelenk	Flexion im Ellenbogen- gelenk	Supination	Pronation
Patientenkollektiv Nr.1 (n = 13)	1 ± 4	2 ± 3	138 ± 9	80 ± 10	78 ± 7
Patientenkollektiv Nr.2 (n = 36)	0 ± 6	1 ± 5	135 ± 8	83 ± 7	85 ± 7
	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05

4.2.4.4 Sensibilitätsausfälle bei der Nachuntersuchung

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** hatte zum Untersuchungszeitpunkt ein Patient (8%) eine Sensibilitätsstörung im Bereich des N. cutaneus antebrachii lateralis. Die Operation lag in diesem Fall drei Monate zurück.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** fanden sich zum Untersuchungszeitpunkt bei sechs Patienten (17%) Kribbelparästhesien oder ein Sensibilitätsverlust. Fünf dieser Sensibilitätsstörungen fanden sich im Innervationsgebiet des sensiblen Anteils des N. cutaneus antebrachii lateralis. Bei einem Patienten war zu-

sätzlich der sensible Anteil des N. cutaneus antebrachii medialis betroffen (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5 – Sensibilitätsstörungen Patientenkollektiv Nr. 2 (b = Reinsertion mittels Fadenankern, zw. = zwischen)

Patient	Sensibilitätsstörungen des operierten Armes	Monate nach Operation
24b	Elektrisierende Stiche bei Berührung im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis	10
39b	Kribbelparästhesie im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis	25
40b	Kribbelparästhesie am mittleren Unterarm radialseits von ca. 5 x 8 cm, Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis	10
41b	Kribbelparästhesie im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis	5
51b	Sensibilitätsverlust im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis	17
53b	Sensibilitätsverlust im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii medialis und lateralis	35

4.2.5 Subjektives Empfinden bei der Nachuntersuchung

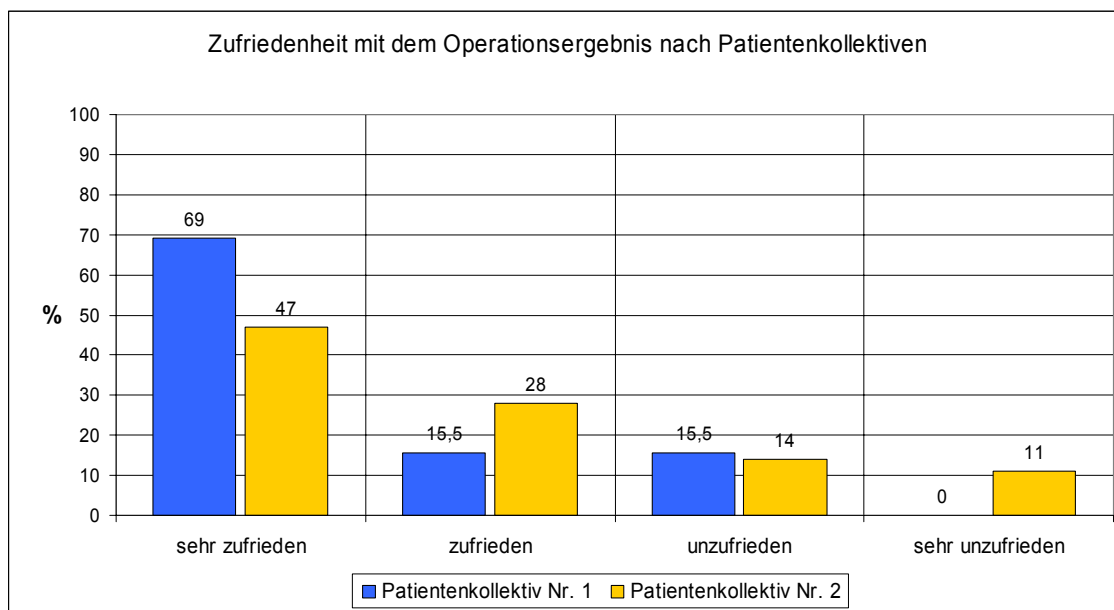


Abbildung 12 – Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis nach Patientenkollektiven

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** waren neun Patienten (69 %) mit dem Operationsergebnis **sehr zufrieden**. Sie gaben an, keine Beschwerden im operierten Arm zu haben (siehe Abbildung 12 und im Anhang Tabelle 15).

Zwei Patienten berichteten über einen leichten Kraftverlust (15,5%). Diese Patienten waren allgemein mit dem Operationsergebnis **zufrieden**. Bei einem dieser beiden Patienten lag die Operation zum Untersuchungszeitpunkt drei Monate zurück. Dieser Patient berichtete über Beschwerden im operierten Arm bei längerem Arbeiten und schwerem Heben. Zusätzlich bestand ein Sensibilitätsausfall im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis.

Unzufrieden waren zwei Patienten (15,5%). Hier war der subjektive Kraftverlust deutlich. Beschwerden zeigten sich besonders bei schwerem Heben und ruckartigen Bewegungen wie Bälle werfen. Einer dieser beiden Patienten kann deswegen keinen den operierten Arm involvierenden Sport mehr betreiben.

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** zeigten sich 17 Patienten (47%) **sehr zufrieden** (siehe Abbildung 12 und im Anhang Tabelle 16):

Zwei dieser Patienten berichteten über ein Ziehen in der Ellenbeuge, welches nach längerem Arbeiten auftritt. Bei einem Patienten bestand zusätzlich eine Kribbelparästhesie am mittleren Unterarm (siehe Tabelle 5, Nr. 40b).

Zehn Patienten (28%) waren mit dem Operationsergebnis **zufrieden**:

Darunter waren vier Patienten, die über einen leichten Kraftverlust klagten. Außerdem berichteten drei Patienten über ein leichtes Ziehen bei längerem Arbeiten und Beschwerden bei forcierten Unterarmumwendebewegungen wie zum Beispiel beim Schraubendrehen. Drei Patienten hatten Schmerzen oder Stechen beim Tragen schwererer Gegenstände (>25 kg).

Bei zwei Patienten bestanden zum Untersuchungszeitpunkt Sensibilitätsstörungen (siehe Tabelle 5, Nr. 51b und Nr. 53b). Zusätzlich klagte einer dieser Patienten auch über ein Stechen im Bereich der Ellenbeuge bei Supinationsbewegungen. Hier lag die Operation 35 Monate zurück.

Unzufrieden mit dem Operationsergebnis waren neun Patienten (25%). Bis auf einen klagten hier alle Patienten über einen deutlichen Kraftverlust. Vier Patienten können schmerzbedingt mit gebeugtem Arm keine schweren Gegenstände mehr tragen. Ebenfalls sind bei diesen vier und einem weiteren Patienten wechselnde, forcierte Pro- und Supinationsbewegungen schmerzbedingt

nicht mehr möglich. Außerdem fand sich bei einem dieser Patienten eine endgradige Bewegungseinschränkung der Flexion von 20°, der Supination um 10° und der Pronation um 20°.

Ein Patient berichtete von Problemen beim Arbeiten über Kopf. Allerdings besteht hier zusätzlich eine konservativ behandelte Ruptur der langen Bizepssehne. Weitere drei Patienten berichteten über Sensibilitätsstörungen (siehe Tabelle 5, Nr. 24b, Nr. 39b und Nr. 41b). Bei einem Patienten fanden sich außerdem ein Streckdefizit von 30° sowie ein Defizit bei der Pronation von 10°.

4.3 Morrey Score

Im **Patientenkollektiv Nr. 1** erreichten zehn Patienten (76,9%) das Ergebnis „excellent“, zwei Patienten (15,4%) das Ergebnis „good“ und ein Patient (7,7%) das Ergebnis „fair“ (siehe Abbildung 13). Der Durchschnitt betrug 96,5 ± 7,1 Punkte ($p < 0,05$).

Im **Patientenkollektiv Nr. 2** erreichten 27 Patienten (75%) das Ergebnis „excellent“, 9 Patienten (25%) das Ergebnis „good“. Keiner der Patienten lag unter 85 Punkten (siehe Abbildung 13). Der Durchschnitt betrug hier 96,6 ± 4,9 Punkte ($p < 0,05$).

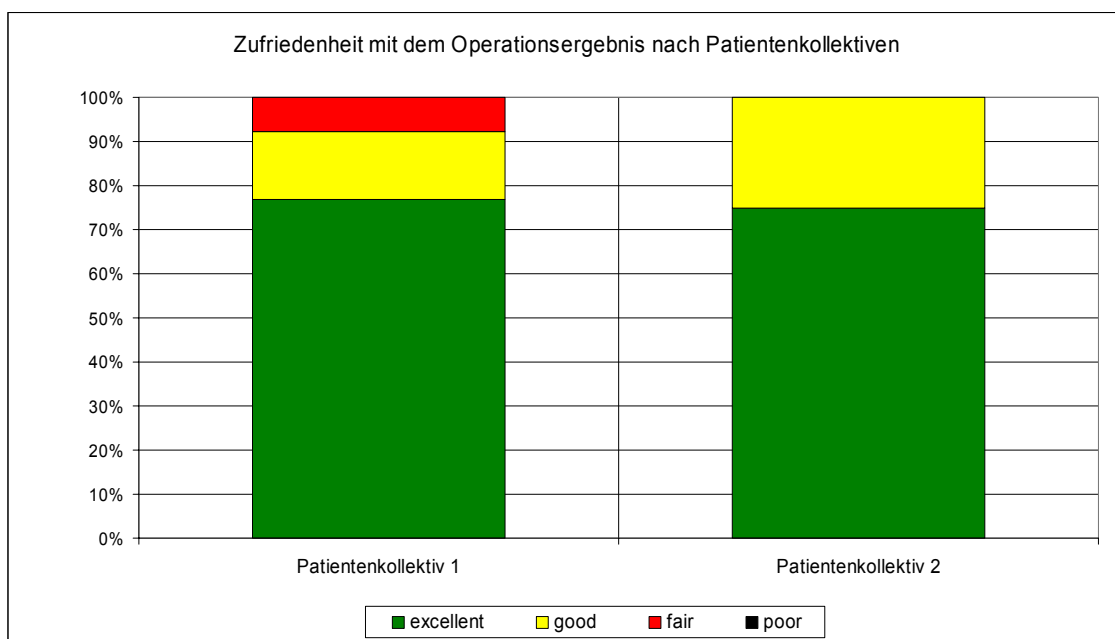


Abbildung 13 – Ergebnisse Morrey-Score nach Patientenkollektiven

4.4 Heterotope Ossifikationen

Bei den radiologischen Untersuchungen zeigten sich bei beiden Patientenkollektiven drei verschiedene Verkalkungsmuster (siehe Abbildung 14):

Zum einen direkt an der Insertionsstelle an der Tuberositas radii (siehe Abbildung 16), zum anderen im Abstand von ca. 1 cm zur Tuberositas radii im Sehnenverlauf des M. biceps brachii (siehe Abbildung 15) sowie die Kombination dieser beiden heterotopen Ossifikationen. Es fanden sich keine heterotopen Ossifikationen im Radioulnarbereich im Sinne radioulnarer Synostosen.

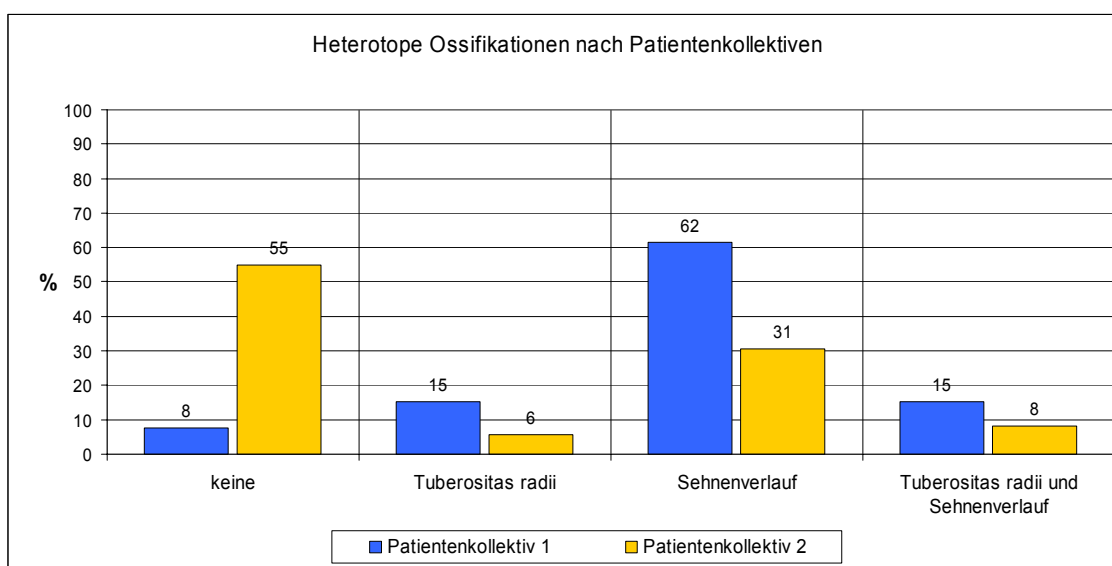


Abbildung 14 – Heterotope Ossifikationen nach Patientenkollektiven

Die Größe der Ossifikationen begann bei einem Ausmaß von 0,4 x 0,4 cm und ging bis zu einer Größe von 2,5 x 2,5 cm.

Keine heterotopen Ossifikationen hatten ein Patient (8%) aus **Patientenkollektiv Nr. 1** und 20 Patienten (55%) aus **Patientenkollektiv Nr. 2**.

Im Verlauf der Bizepssehne wiesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung acht Patienten (62%) aus **Patientenkollektiv Nr. 1** und 11 Patienten (31%) aus **Patientenkollektiv Nr. 2** Verkalkungen auf.



Abbildung 15 – Röntgenbild mit heterotoper Ossifikation im Sehnenverlauf nach Reinsertion mit Fadenanker

Bei jeweils einem Patienten aus **Kollektiv Nr. 1** und aus **Kollektiv Nr. 2** waren die heterotopen Ossifikationen bei der Nachuntersuchung im Bereich der Bizepssehne tastbar. In beiden Fällen führten hier die Ossifikationen zu einer Einschränkung der Beweglichkeit (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7).

An der Tuberositas radii waren bei zwei Patienten (15%) aus **Kollektiv Nr.1** und bei ebenfalls zwei Patienten (6%) aus **Patientenkollektiv Nr. 2**, heterotope Ossifikationen zu finden.

Die Kombination aus heterotopen Ossifikationen an der Tuberositas radii und im Sehnenverlauf fand sich zweimal (15%) bei **Patientenkollektiv Nr. 1** und dreimal (8%) bei **Patientenkollektiv Nr. 2**.



Abbildung 16 – Röntgenbild mit heterotopen Ossifikationen an der Tuberositas radii nach transossärer Refixation

Die Verteilung der heterotopen Ossifikationen ist in Abbildung 14 und die Größe der Ossifikationen in Kombination mit dem Bewegungsausmaß in Tabelle 6 und Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 6 – Heterotope Ossifikationen und Bewegungsdefizite, Patientenkollektiv Nr. 1 (a = transossäre Refixation, EXT = Extension, FLX = Flexion, Werte in °)

Patient	Heterotope Ossifikationen	Ellenbogen-gelenk EXT/FLX rechts	Ellenbogen-gelenk EXT/FLX links	Supination/ Pronation rechts	Supination/ Pronation links
3a	2 x 1 cm an Tuberositas radii, beidseitig an Sehne hochziehend	5-5-135	0-0-140	70-0-70	90-0-70
4a	2,5 x 2,5 cm im Sehnenbereich tastbar	0-0-125	0-0-135	60-0-80	60-0-80
14a	2 x 1 cm im Sehnenbereich ca. 2 cm über Ansatz	0-0-140	0-0-140	70-0-80	80-0-80
16a	1,5 x 1,5 cm am Sehnenansatz mit Ausziehung nach oben	0-0-140	0-0-140	90-0-70	90-0-90
19a	3 x 0,4 x 0,5 cm an Tuberositas radii und im Sehnenbereich	10-10-140	0-0-135	80-0-70	80-0-90
23a	3 cm entlang und um Sehne herum beginnend an Tuberositas radii	5-5-135	5-5-125	80-0-80	80-0-80
33a	2 x 2 cm um Sehne herum ca. 1cm über Tuberositas radii	5-5-140	0-0-140	90-0-90	90-0-90

Tabelle 7 – Heterotope Ossifikationen und Bewegungsdefizite, Patientenkollektiv Nr. 2 (b = Reinsertion mittels Fadenankern, EXT = Extension, FLX = Flexion, Werte in °)

Patient	Heterotope Ossifikationen	Ellenbogen- gelenk EXT/FLX rechts	Ellenbogen- gelenk EXT/FLX links	Supination/ Pronation rechts	Supination/ Pronation links
2b	1,5 x 1,5 cm ventral vor Insertionsstelle im Sehnenbereich	0-0-125	0-0-130	80-0-80	80-0-80
5b	Keine	0-0-115	0-0-125	65-0-80	65-0-80
6b	2 x 2 cm ventral vor Insertionsstelle im Sehnenbereich	0-0-130	0-0-140	80-0-80	80-0-90
26b	1,5 x 5 cm ventral vor Radius im Sehnenbereich tastbar	0-0-120	0-0-140	70-0-60	80-0-80
28b	Keine	0-0-140	0-0-130	80-0-80	80-0-80
37b	Keine	5-5-140	0-0-140	90-0-80	90-0-90
39b	Z. n. Abszessspaltung, mit Entfernung heterotoper Ossifikation und Fremdmaterial, keine erneuten Verkalkungen	0-0-135	30-30-135	90-0-90	90-0-80
41b	Keine	0-0-130	0-0-135	80-0-80	80-0-80
49b	Keine	0-0-135	5-5-135	90-0-90	90-0-90
53b	Keine	0-0-130	0-0-125	80-0-80	70-0-80

4.5 Kraftmessungen

Bei der Auswertung der Kraftmessungen wurden zur besseren Vergleichbarkeit jeweils die Werte pro Kilogramm Körpergewicht verwendet. Zur Errechnung des Defizits wurde vom Wert der operierten Seite der Wert der nicht operierten Seite abgezogen und durch den Wert des operierten Arms geteilt. Positive Werte zeigen, dass die operierte Seite stärker ist, negative Werte, dass die nicht operierte Seite stärker ist. Im Anhang finden sich die Messwerte der Cybexmessungen in Tabelle 11.

Bei Patient Nr. 4a aus Kollektiv Nr. 1 konnten die Daten der isokinetischen Messungen bei 60° und 180° Winkelgeschwindigkeit sowie die isometrischen Messungen wegen Messfehlern nicht verwendet werden.

Aus Patientenkollektiv Nr. 2 konnten bei Patient Nr. 26b die Daten der isokinetischen Messungen bei 60° und 180° Winkelgeschwindigkeit, bei Nr. 50b die Daten der isokinetischen Messungen bei 180° Winkelgeschwindigkeit und bei Patient Nr. 11b und 26b die Daten der isometrischen Messungen wegen Messfehlern nicht verwendet werden.

4.5.1 Drehmomentmaxima

Bei den ausgewerteten Patienten von **Patientenkollektiv Nr. 1** ($n = 12$, Abbildung 17) waren die Drehmomentmaxima der Flexion des operierten Armes bei sieben Patienten (58%) stärker.

Bei einem Patienten (8%) waren beide Seiten gleich stark. Die operierte Seite war bei vier Patienten (33%) schwächer. Die Defizite reichten von $-42,71\%$ bis $31,04\%$; der Median betrug $5,55 \pm 22,86\%$ ($p > 0,05$).

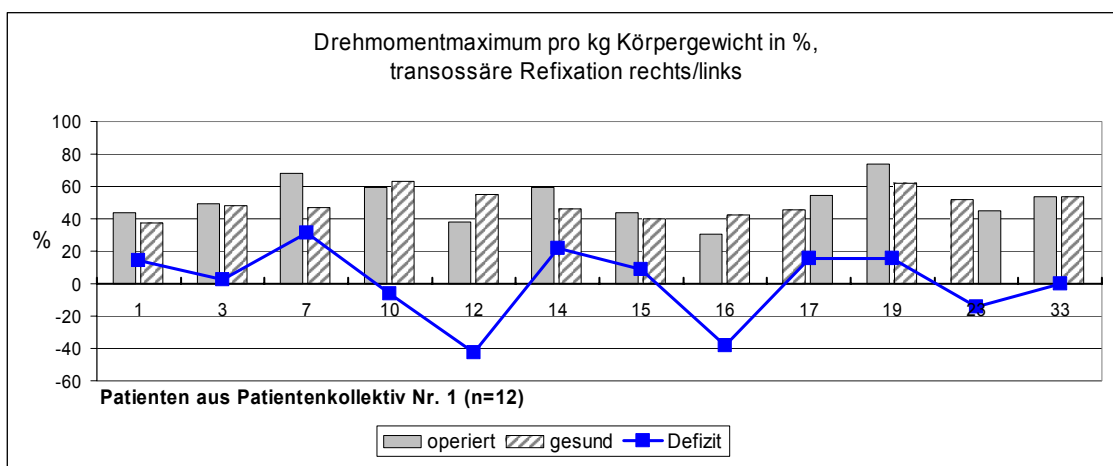


Abbildung 17 – Drehmomentmaxima pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 1

Bei den ausgewerteten Patienten von **Patientenkollektiv Nr. 2** ($n = 35$, siehe Abbildung 18 und Abbildung 19) war bei zwölf Patienten (34%) die operierte Seite stärker als die gesunde Seite. Bei 21 Patienten (60%) war die operierte Seite schwächer als die gesunde Seite. Zwei Patienten (6%) erreichten auf beiden Seiten gleiche Drehmomentmaxima. Die Defizite reichten von $-88,9\%$ bis $34,8\%$; der Median betrug $-7,7 \pm 31,1\%$ ($p > 0,05$).

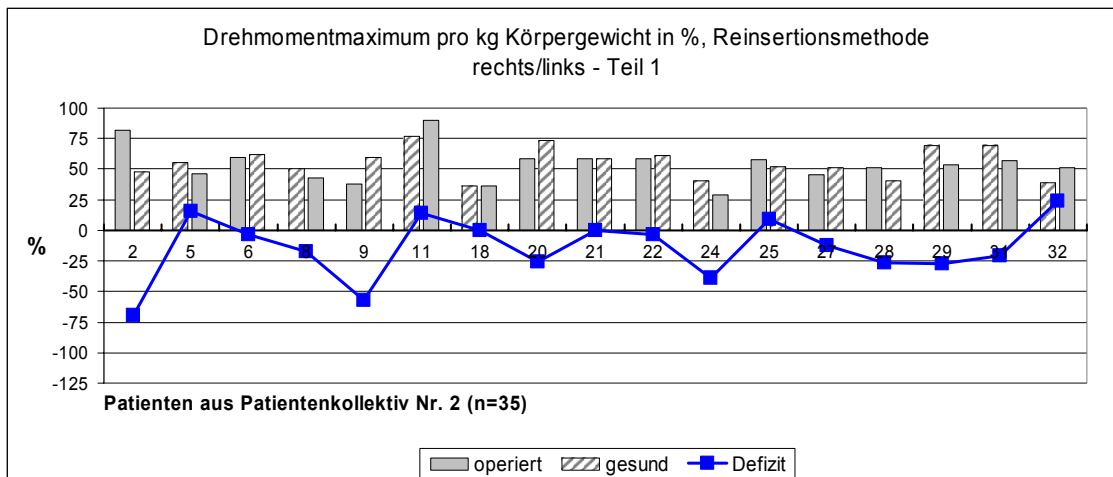


Abbildung 18 – Drehmomentmaxima pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 1

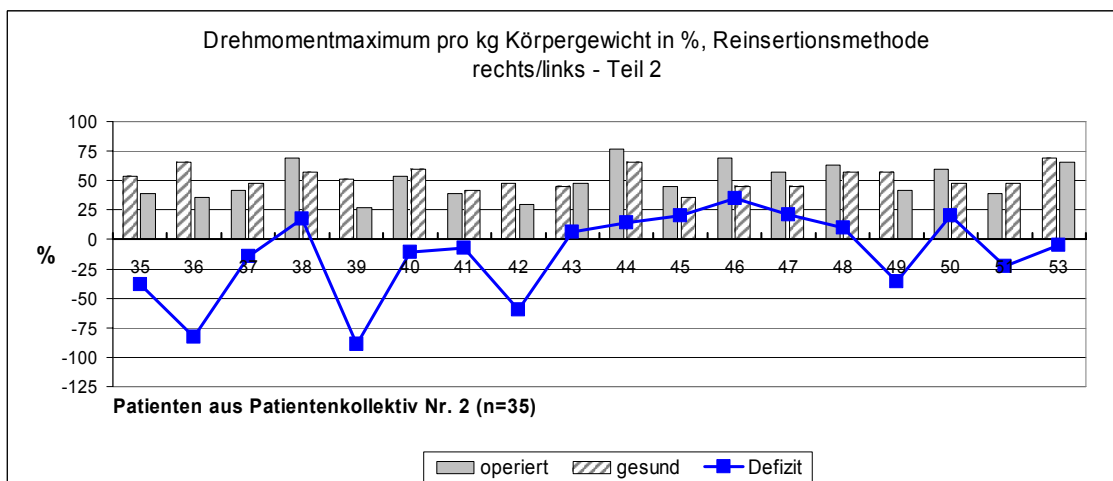


Abbildung 19 – Drehmomentmaxima pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 2

4.5.2 Ermittelte Ausdauer

Bei den ausgewerteten Patienten von **Patientenkollektiv Nr. 1** (n = 12, siehe Abbildung 20) fanden sich sieben Patienten (58%), welche mit ihrem operierten Arm eine bessere Ausdauerleistung zeigten als mit dem gesunden Arm. Bei fünf Patienten (42%) war die operierte Seite weniger ausdauernd als die nicht operierte Seite. Die Defizite reichten von -38,9% bis 35,8%; der Median betrug $11,8 \pm 26,3\%$ ($p > 0,05$).

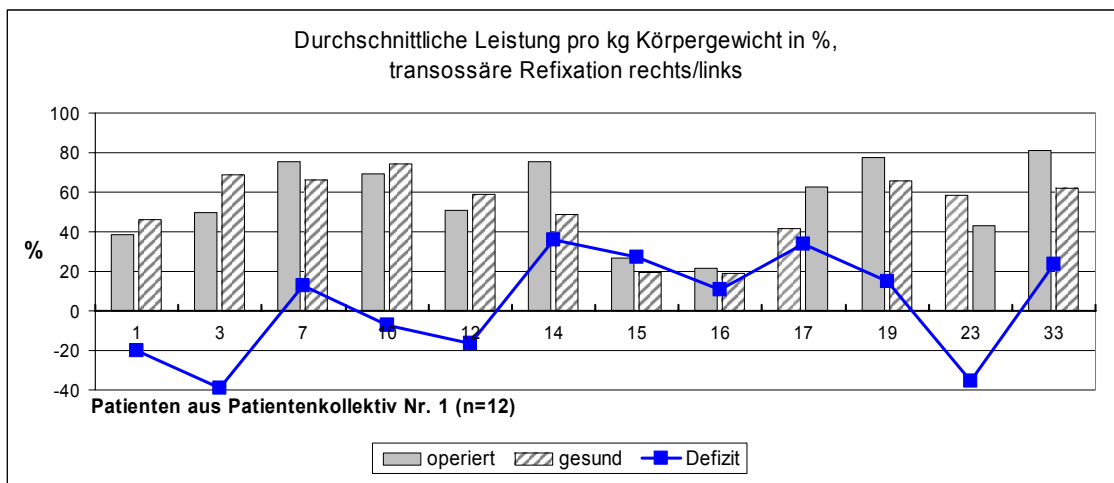


Abbildung 20 – Durchschnittliche Leistung pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 1

Bei den ausgewerteten Patienten von **Patientenkollektiv Nr. 2** (n = 34, siehe Abbildung 21 und Abbildung 22) waren zwölf Patienten (35%) mit dem operierten Arm ausdauernder, 20 Patienten (59%) waren mit ihrem operierten Arm weniger ausdauernd als mit dem gesunden Arm. Zwei Patienten (6%) zeigten mit beiden Armen gleiche Ausdauerleistungen. Die Defizite lagen zwischen -125,7% und 29,3%; der Median betrug $-9,5 \pm 35,5\%$ ($p > 0,05$).

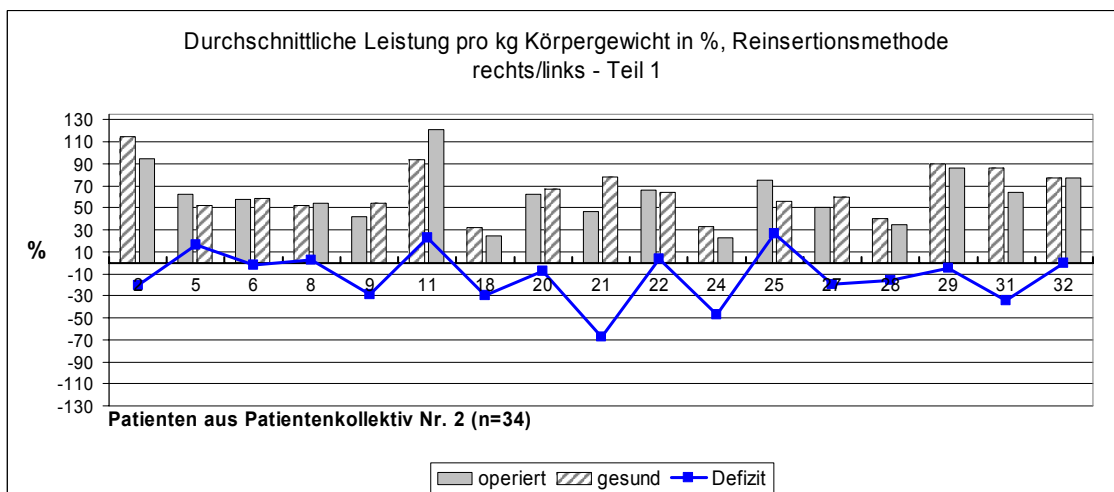


Abbildung 21 – Durchschnittliche Leistung pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 1

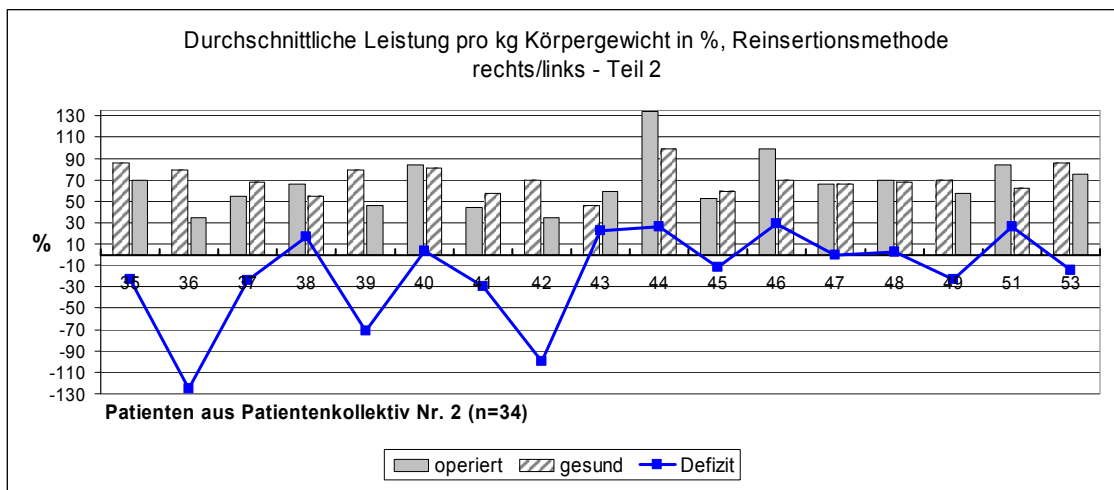


Abbildung 22 – Durchschnittliche Leistung pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 2

4.5.3 Ermittelte Kraftmaxima der isometrischen Kontraktion

Bei den ausgewerteten Patienten von **Patientenkollektiv Nr. 1** (n = 12, siehe Abbildung 23) war bei fünf Patienten (42%) der operierte Arm stärker als der gesunde Arm, bei sechs Patienten (50%) war der operierte Arm schwächer als der nicht operierte Arm. Ein Patient (8%) zeigte auf beiden Seiten gleiche Kraftmaxima. Die Defizite reichten von -51,6% bis 24,8%; der Median betrug $-0,9 \pm 22,0\%$ ($p > 0,05$).

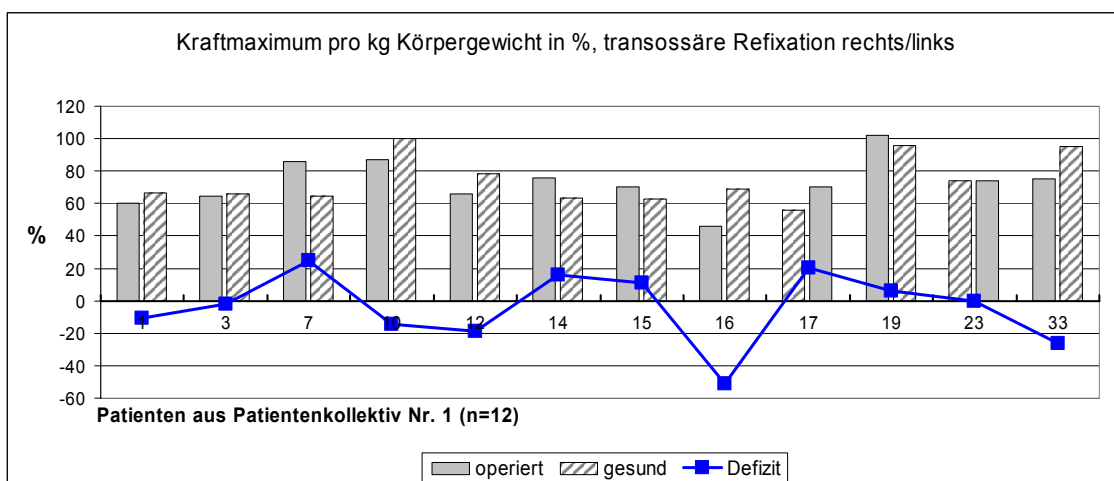


Abbildung 23 – Kraftmaxima pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 1

Bei den ausgewerteten Patienten von **Patientenkollektiv Nr. 2** (n = 34, siehe Abbildung 24 und Abbildung 25) war bei neun Patienten (26%) der operierte Arm stärker als der nicht operierte, bei 24 Patienten (71%) war der operierte Arm schwächer als der nicht operierte. Ein Patient (3%) war mit beiden Armen gleich stark. Die Defizite reichten von -76,9% bis 18,8%; der Median betrug $-11,1 \pm 23,3\%$ ($p > 0,05$).

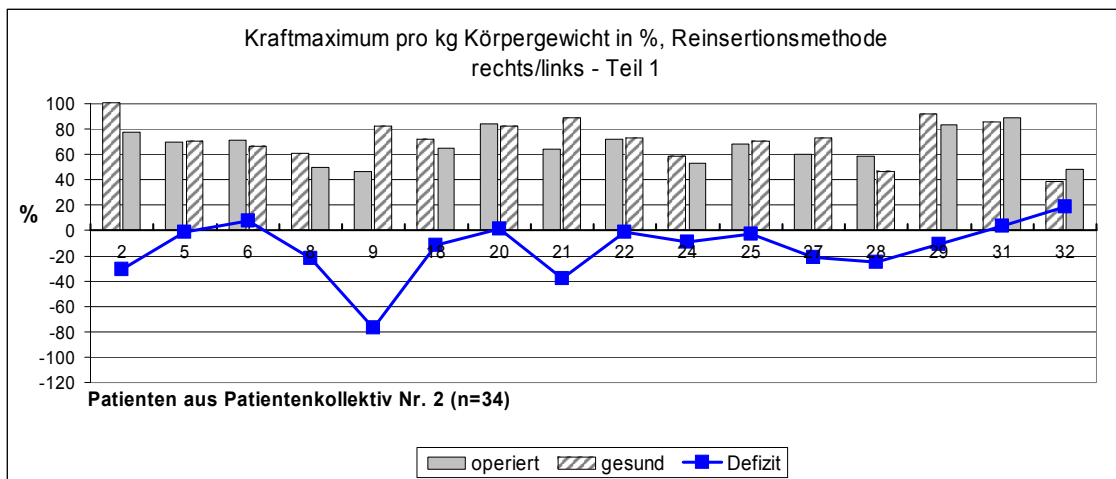


Abbildung 24 – Kraftmaxima pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 1

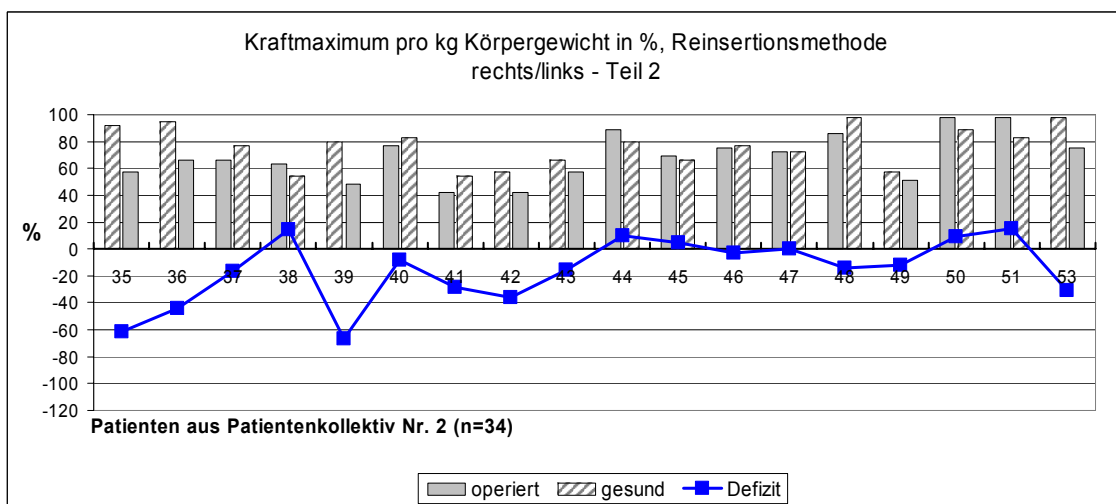


Abbildung 25 – Kraftmaxima pro kg Körpergewicht in %, Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 2

4.5.4 Durchschnittsdefizite der Patientenkollektive

In Abbildung 26 ist der Median der Defizite pro Patientengruppe für die Messungen der Drehmomentmaxima, der Ausdauerleistungen und des Kraftmaxima mit der Standardabweichung dargestellt.

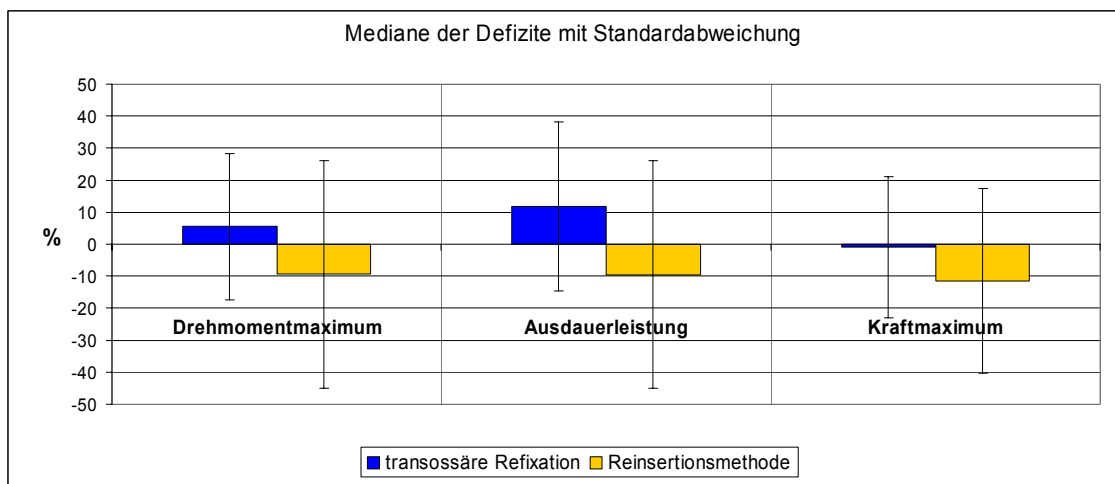


Abbildung 26 – Zusammenfassung Kraftdefizite mit Median und Standardabweichung

Für das **Patientenkollektiv Nr. 1** betrug der Median für das Drehmomentmaximum $5,55 \pm 22,86\%$ ($p > 0,05$), für die Ausdauerleistung $11,8 \pm 26,3\%$ ($p > 0,05$) und für das Kraftmaximum $-0,9 \pm 22,0\%$ ($p > 0,05$).

Für das **Patientenkollektiv Nr. 2** betrug der Median für das Drehmomentmaximum $-7,7 \pm 31,1\%$ ($p > 0,05$), für die Ausdauerleistung $-9,5 \pm 35,5\%$ ($p > 0,05$) und für das Kraftmaximum $-11,1 \pm 23,3\%$ ($p > 0,05$).

4.6 Arbeitsfähigkeit

Bei **Patientenkollektiv Nr. 1** waren zum Untersuchungszeitpunkt 12 Patienten (92%) wieder voll arbeitsfähig. Ein Patient bezeichnete sich selbst als nur bedingt arbeitsfähig. Bei ihm treten nach längerem Arbeiten und bei schwerem Heben Beschwerden im verletzten Arm auf. Zudem besteht bei diesem Patienten eine Sensibilitätsstörung im Innervationsgebiet des N. cutaneus antebrachii lateralis.

Bei **Patientenkollektiv Nr. 2** waren zum Untersuchungszeitpunkt 31 Patienten (86%) voll arbeitsfähig. Zwei Patienten (6%) bezeichneten sich wegen Sensi-

bilitätsausfällen sowie Schmerzen und Stechen bei Supinationsbewegungen als bedingt arbeitsfähig. Zudem hatte einer dieser beiden Patienten zusätzlich einen Bandscheibenvorfall. Aufgrund eines deutlichen Kraftverlustes waren drei Patienten (8%) nicht mehr arbeitsfähig. Einer dieser Patienten war bereits aufgrund eines Herzinfarktes und mehrerer Bandscheibenvorfälle aus dem Berufsleben ausgeschieden.

Die Differenz zwischen den Gruppen war hier nicht signifikant ($p > 0,05$).

5 Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Krankenakten von 89 Patienten, welche zwischen 1990 und 2005 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wegen einer distalen Bizepssehnenruptur operiert wurden, ausgewertet. Hiervon wurden 85 Patienten angeschrieben und zu einer Nachuntersuchung in die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen eingeladen. Dieser Einladung folgten 49 Patienten, welche zwischen August 2002 und Februar 2006 nachuntersucht wurden. Die Nachuntersuchung beinhaltete neben der klinischen Untersuchung und der Patientenbefragung eine Kraftmessung mit dem CYBEX-NORM[®]-Gerät sowie eine Röntgenaufnahme des Ellenbogengelenks der operierten Seite.

Die Patienten waren, in Übereinstimmung mit der Literatur, alle männlich [10, 16, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 61, 69] und zwischen 30 und 66 Jahre alt. Der Altersdurchschnitt zum Unfallzeitpunkt betrug 49,3 Jahre.

5.1 Subjektives und objektives Resultat

Die subjektive Zufriedenheit war bei den Patienten mit transossärer Refixation mit 84,5% insgesamt besser als bei den Patienten, welche mit der Reinsertionsmethode mittels Fadenankern operiert wurden (75% Zufriedenheit). Ein Grund hierfür könnte der bei den Patienten mit transossärer Refixation längere Zeitraum (Median 8 Jahre) bis zur Nachuntersuchung gewesen sein. Die Patienten konnten in dieser Zeit ihren operierten Arm trainieren und sich mit eventuell neuen, vielleicht zunächst unangenehmen Gegebenheiten arrangieren. Im Gegensatz dazu lag der Median bei den Patienten mit Reinsertionstechnik für den Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung bei 1,7 Jahren. Für diese Patienten war der Zustand nach der operativ versorgten Bizepssehnenruptur noch relativ ungewohnt.

Das subjektive Kraftempfinden war in beiden Patientenkollektiven mit 69,2% (transossäre Refixation) beziehungsweise 69,4% (Reinsertion mittels Fadenankern) identisch.

Zu beachten ist allerdings die hohe Anzahl unzufriedener Patienten mit Reinsertionstechnik. Ein Viertel der Patienten war unzufrieden oder sogar sehr unzufrieden. Dies sind 10% mehr als bei den Patienten mit transossärer Refixation. Es ist unwahrscheinlich, dass sich die Meinung der sehr unzufriedenen Patienten auch nach einem längeren Zeitraum in eine vollständige Zufriedenheit ändern wird. Diese Unzufriedenheit rührt vor allem von dem deutlichen Kraftverlust, den bestehenden Schmerzen im operierten Arm und dem teilweise vorhandenen Bewegungsdefizit her. Ein gewisses Potential zur Verringerung der Unzufriedenheit wäre also noch in der Optimierung der Kraftverhältnisse und der damit eventuell verbundenen Schmerzabnahme vorhanden.

Durch die Auswertung des Morrey Scores können die Operationsergebnisse objektiver betrachtet werden. Interessant ist, dass kein Patient mit Reinsertionstechnik ein schlechtes Ergebnis erzielte, obwohl hier 11% der Patienten subjektiv sehr unzufrieden waren.

Dreiviertel der Patienten (76,9% Patienten mit transossärer Refixation, 75% Patienten mit Reinsertionstechnik) erzielten sehr gute Resultate. Lediglich im Patientenkollektiv Nr.1 war ein Patient, der das Ergebnis „fair“ erzielte.

Der Unterschied zwischen den Gruppen war signifikant ($p < 0,05$).

5.1.1 Sensibilitätsstörungen

Persistierende Sensibilitätsstörungen waren in diesem Patientengut nur im Innervationsgebiet der Nn. cutanei antebrachii medialis und lateralis zu finden. Kein Patient berichtete über Störungen im Innervationsgebiet des N. radialis und seinen Ästen.

Bei den Patienten mit einer Reinsertion mittels Fadenankern waren die Sensibilitätsstörungen der Hautnerven mit 17% im Vergleich zum Patientenkollektiv mit transossärer Refixation (8%) doppelt so häufig. Klönz et al. 2003 zählen Nervenläsionen nach Reinsertion mittels Fadenankern mit 4% zu den selteneren Komplikationen. Im Patientengut von Lintner und Fischer 1996 und von Lynch et al. 1999, jeweils Reinsertionen mittels Fadenankern, gab es keine Komplikationen wegen persistierender oder transienter Sensibilitätsstörungen.

Bei McKee et al. 2005 lag die Rate der transienten Parästhesien im Bereich des N. cutaneus antebrachii lateralis bei 5,7%. El-Hawary et al. 2003 dagegen fanden transiente Parästhesien im Bereich des N. cutaneus antebrachii lateralis in 33% der Fälle, jedoch ebenfalls keine persistierenden Sensibilitätsstörungen.

Die Komplikationsrate der persistierenden Sensibilitätsstörungen liegt besonders bei dem untersuchten Patientenkollektiv mit Reinsertionstechnik höher als in der Literatur [22, 35, 43] beschrieben. Allerdings gilt zu beachten, dass die Sensibilitätsstörungen eine zugangsbedingte Morbidität darstellen und der Zugang sowohl bei der transossären Refixation als auch bei der Reinsertion mittels Fadenankern der gleiche ist. Der deutliche Unterschied zwischen den beiden Kollektiven kann somit kaum alleine auf die unterschiedliche Refixationstechnik bezogen werden. Möglicherweise sind hier die Unterschiede in einer anderen Struktur des Operateurkollektivs zu suchen.

5.1.2 Bewegungseinschränkungen

Bewegungseinschränkungen fanden sich bei den Patienten mit transossärer Refixation (54%) annähernd doppelt so häufig wie bei den Patienten mit einer Reinsertion mittels Fadenankern (28%). Allerdings empfanden die Patienten mit transossärer Refixation die Bewegungseinschränkung als nicht beeinträchtigend. Ganz im Gegensatz zu zwei Patienten (6%) mit Reinsertionstechnik, welche auch wegen der starken Bewegungseinschränkungen sehr unzufrieden waren. Bei diesen beiden Patienten lagen heterotope Ossifikationen vor, welche in einem Fall zu einer Reoperation führten. Außerdem waren bei den Kraftmessungen dieser beiden Patienten die größten Kraftdefizite zu finden.

Im Vergleich zu den Bewegungseinschränkungen in 54% der Fälle des untersuchten Patientenkollektivs mit transossärer Refixation reichen die Angaben in der Literatur von 0%, Agins et al. 1988, über 27%, Krüger-Franke et al. 1992a und 55,5%, Leighton et al. 1995 bis zu 78% bei Moosmayer et al. 2000. In diesem Bereich liegt also eine große Schwankungsbreite vor.

Die Ergebnisse nach Reinsertionstechnik sind mit 28% ähnlich zu den Ergebnissen anderer Studien. Lintner und Fischer 1996 haben eine Komplikationsrate

von 20%, in der Studie von Attmanspacher et al. 2001 liegen die Bewegungseinschränkungen bei 37,5%.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Komplikationsraten der Bewegungseinschränkungen bei beiden Kollektiven im Bereich der Literaturangaben [1, 4, 42, 43, 45] liegen.

5.1.3 Reruptur

Es gab eine Reruptur nach einer in der BG-Unfallklinik mit Reinsertion mittels Fadenankern versorgten Bizepssehnenruptur. In diesem speziellen Fall fand die Vollbelastung früher als vorgesehen statt, was zu einer unmittelbaren Reruptur führte. Der Patient wurde konservativ weiterbehandelt und hatte bei der Nachuntersuchung weder Beschwerden noch Kräfteinbußen und ist voll arbeitsfähig bei freier Beweglichkeit im Ellenbogengelenk.

5.1.4 Kraftmessungen

Beruhend auf den Ergebnissen von Askew et al. 1987 wurden die operierten Seiten mit den nicht operierten Seiten verglichen und die Dominanz nicht besonders berücksichtigt. Askew et al. 1987 ermittelten in ihrer Studie mit gesunden Probanden eine Seitendifferenz der isometrischen Flexion von 3% zur dominanten Seite und sie sehen den Kraftvergleich zwischen verletzter und nicht verletzter Seite als ideal an. Gallagher et al. 1997 führten eine Studie mit isokinetischen Messungen an gesunden Probanden durch und ermittelten ein Durchschnittsdefizit von 7,4%.

Der Vergleich der errechneten Defizite beider Patientenkollektive zeigt, dass die Gruppe mit transossärer Refixation mehr positive Defizite aufweist. Betrachtet man die Patienten mit einem Defizit größer gleich null, so findet man bei der Messung der Drehmomentmaxima eine Relation von 66% zu 40% und bei der Ausdauerleistung von 58% zu 41% positiver Werte (jeweils transossäre Refixation versus Reinsertion mittels Fadenankern). Bei den Medianen der Durchschnittsdefizite werden die Unterschiede der beiden Gruppen noch deutlicher: Bei den Drehmomentmaxima ergab sich ein Verhältnis von $5,55 \pm 22,86\%$ zu $-7,7 \pm 31,1\%$ ($p > 0,05$) und bei den Ausdauerleistungen von $11,8 \pm 26,3\%$ zu –

9,5 ± 35,5% ($p > 0,05$) (jeweils transossäre Refixation versus Reinsertion mittels Fadenankern), wobei sich bei allen Messungen kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ergab.

Auch bei der Messung des Kraftmaximums wird dieser Unterschied zwischen den beiden Gruppen deutlich. Zwar schneidet das Patientenkollektiv mit transossärer Refixation in diesem Bereich weniger gut ab als bei den beiden anderen Messungen, es liegt aber mit 50% positiven Defizitwerten, Seitengleichheit mit einbezogen, wesentlich besser als das Patientenkollektiv mit Reinsertionstechnik (29%). Auch hier veranschaulichen die Mediane den Unterschied zwischen den Kollektiven: $-0,9 \pm 22,0\%$ zu $-11,1 \pm 23,3\%$ ($p > 0,05$) (transossäre Refixation versus Reinsertion mittels Fadenankern).

Der Vergleich mit anderen Studien ist aufgrund der vielen verschiedenen Operationstechniken, der großen Variation an isokinetischen und isometrischen Messsystemen und Studienaufbauten schwierig.

Für die transossäre Refixation finden sich in Bezug auf die Kraftmessungen in der Literatur zum Beispiel Angaben bei Moosmayer et al. 2000 und Leighton et al. 1995. Beide untersuchten jedoch Patienten, welche mit der Double-Incision-Technik nach Boyd und Anderson operiert wurden. Moosmayer et al. 2000 ermittelten einen durchschnittlichen Verlust des Drehmomentmaximums von -13% und an Ausdauerleistung von -11% , unter Berücksichtigung der Dominanz. Bei Leighton et al. 1995 lag das Defizit für die Drehmomentmaxima bei $-5,5\%$ und für die Ausdauerleistungen bei $-6,5\%$. Im Vergleich zu diesen Angaben weist unser untersuchtes Patientenkollektiv deutlich bessere Werte auf, denn lediglich das Durchschnittsdefizit der Kraftmaxima liegt mit $-0,9\%$ knapp im negativen Bereich.

Die durchschnittlichen Ergebnisse der Kraftmessungen der Patientengruppe mit einer Reinsertion mittels Fadenankern sind im Vergleich zur Literatur schlechter als die dort angegebenen Werte. McKee et al. 2005 ermittelten in ihrem Patientengut mit Reinsertionstechnik einen durchschnittlichen Kraftverlust von -4% bezüglich des Drehmomentmaximums und von -6% bezüglich der Ausdauerleistung. Ähnliche Werte finden sich mit -4% bei der isokinetischen

Messung (75°/sec) und mit -1% bei der isometrischen Messung von El-Hawary et al. 2003. In beiden Studien wurde ebenfalls die operierte Seite mit der unverletzten Seite verglichen. Wesentlich bessere Werte ermittelten Lynch et al. 1999 in ihrer Studie. Sie gaben für das Drehmomentmaximum ein positives Defizit von 11% und für die Ausdauerleistung Seitengleichheit, Defizit 0%, an; allerdings wurden bei diesen Ergebnissen nur verletzte dominante Seiten berücksichtigt.

Die Patienten der vorliegenden Arbeit mit transossärer Refixation zeigten im Schnitt in allen Bereichen positivere Seitendifferenzen als die Patienten mit einer Reinsertion mittels Fadenankern. Im Ganzen kann man jedoch bei beiden Kollektiven von einer guten bis sehr guten Wiederherstellungsrate sprechen.

5.2 Degenerative Veränderungen

Die Untersuchung der degenerativen Verhältnisse der Bizepssehne ist aus versicherungsrechtlichen Gründen wichtig, da die gesetzlichen Unfallversicherungen die Behandlungs- und Folgekosten nur im Falle eines adäquaten Unfallereignisses übernehmen. Zeigt sich in der histopathologischen Untersuchung, dass die Sehne degenerativ verändert war, so kann die distale Bizepssehnenruptur auch als Folge einer anlagebedingten Erkrankung und nicht als Unfallfolge gewertet werden. In diesem Fall müssen die Kosten nicht von der Unfallversicherung übernommen werden.

In diesem Patientenkollektiv waren in 46,9% der Fälle degenerative Veränderungen vorhanden. Es bleibt eine Dunkelziffer von 22,4%, denn bei elf Patienten waren keine Biopsien entnommen worden. Diese Anzahl der degenerativen Veränderungen deckt sich mit den neuen Erkenntnissen von Schönberger et al. 2003. Sie schreiben: „[...] sind etwa 50% der Läsionen auf einen degenerativen Vorschaden zurückzuführen“ [60]. Auch Bindl et al. 1988 legen Wert auf eine histologische Untersuchung, da sie „[...] entscheidende Hinweise auf die Genese der Sehnenrisse geben kann[...]“ [10]. Im Patientengut von Bindl et al. 1988 waren bei 60% der Patienten degenerative Vorschäden zu finden. Im Gegensatz hierzu steht die ältere Aussage von Dederich 1984. Er behauptet, dass bei distalen Bizepssehnenrissen immer schwerwiegende Gewalt-

einwirkungen zu beobachten seien und sich niemals nennenswerte Sehnen-degenerationen fänden.

Es fand sich zwar bei allen untersuchten Patienten ein direkt vorausgegangenes Unfallereignis, dieses war jedoch nicht immer adäquat, um eine distale Bizepssehnenruptur zu provozieren. Als Beispiele können hier vier Unfallmechanismen genannt werden: Ereignis beim Schneeschippen, bei einer Rängelei um einen Wasserball ohne Schlag auf den Arm und zweimal beim Aufbocken eines Wohnwagens (Hochkurbeln). Diese Unfallmechanismen können in Übereinstimmung mit Schönberger et al. 2003 als ungeeignete Abläufe bezeichnet werden.

Bei dem Patienten, welcher Schnee schippte, und bei dem Patienten, der im Urlaub Wasserball spielte, lagen degenerative Veränderungen vor. Beide waren aber weder beruflich noch privat stark körperlich tätig. Es können also auch degenerative Veränderungen bei Personen vorliegen, welche weder körperliche Arbeit verrichten noch stark sportlich aktiv sind. Bei den zwei Patienten, welche einen Wohnwagen aufbockten, wurden keine Biopsien entnommen. Auch hier war der eine Patient, 48 Jahre alt, weder beruflich noch privat körperlich tätig. Der andere Patient, 62 Jahre alt, betrieb privat Rudersport und Leichtathletik, was in Zusammenhang mit dem Alter ausschlaggebend für die möglicherweise vorhandenen degenerativen Veränderungen sein könnte.

Schönberger et al. 2003 erklären, dass die degenerativen Veränderungen wegen Verschleißerscheinungen durch bestimmte Überbelastungen (z. B. bei Sportlern) oder durch eine konstitutionsbedingte Anlage verursacht werden könnten. Diese Aussage sollte nicht vernachlässigt werden, denn insgesamt waren im vorliegenden Patientengut fast 80% beruflich oder privat körperlich und/oder sportlich tätig. Dies könnte den großen Anteil (46,9%) der gefundenen degenerativen Veränderungen erklären.

Als weitere prädisponierende Faktoren wurden im Grundlagenkapitel auch Stoffwechselkrankheiten, Anabolikakonsum und Bodybuilding erwähnt. Unter den insgesamt 21 Patienten, welche eine oder mehrere dieser prädisponierenden Faktoren angaben, fanden sich neun Patienten (43%) mit degenerativen

Veränderungen. Bei fünf Patienten wurde keine Biopsie entnommen. Die Häufigkeit der degenerativen Veränderungen ist hier also mit mindestens 43% annähernd gleich groß wie im Gesamtkollektiv mit 46,9%.

Bei den Patienten mit Anabolikakonsum und/oder Bodybuilding ist jedoch eine Häufung der Fälle beobachtbar:

Drei der vier Patienten, welche Bodybuilding – teilweise mit Anabolikakonsum – oder Kampfsport mit Krafttraining betrieben, wiesen degenerative Veränderungen auf. Bei einem wurde keine Biopsie entnommen. In Bezug auf diese prädisponierenden Faktoren ist die Gefahr degenerativer Veränderungen und der damit verbundenen Bizepssehnenruptur gegeben (75%). Im Vergleich zum Gesamtkollektiv sind die degenerativen Veränderungen hier um mehr als die Hälfte höher.

Abschließend lässt sich sagen, dass degenerative Veränderungen in unserem Patientengut nicht so selten waren, wie von einigen anderen Autoren [4, 21, 62] angegeben, sondern bei annähernd der Hälfte der Bizepssehnenrupturen festgestellt werden konnten [10, 60]. Aus versicherungsrechtlichen Gründen ist es daher sehr wichtig, dass grundsätzlich eine Biopsie entnommen und histopathologisch untersucht wird.

5.3 Heterotope Ossifikationen

Heterotope Ossifikationen gehören zu den vielfach beschriebenen Komplikationen bei der Reinsertion der Bizepssehne. In der Literatur werden unterschiedliche Verkalkungsmuster beschrieben, wie zum Beispiel Verkalkungen direkt im Ansatzbereich an der Tuberositas radii oder im Verlauf der Sehne [4, 15, 22, 26, 29, 35, 36, 45, 48]. Diese Verkalkungsmuster stimmen im Wesentlichen mit dem Muster in dieser Studie überein. Es fanden sich heterotope Ossifikationen direkt an der Tuberositas radii und im Sehnenverlauf oder eine Kombination dieser beiden Lokalisationen. Radioulnare Synostosen, wie sie z. B. bei der Double-Incision-Technik vorkommen können [49], waren in dieser Studie nicht zu finden, allerdings wurde auch nur ein Patient mit transossärer Refixation mit der so genannten Double-Incision-Technik operiert.

Laut Literatur [4, 15, 22, 26, 29, 35, 36, 44, 45, 48] zählen die heterotopen Ossifikationen im Bereich der Tuberositas radii zu den häufigsten. Dies stimmt mit dem hier untersuchten Patientengut nicht überein, denn die meisten heterotopen Ossifikationen fanden sich im Verlauf der Bizepssehne. Im Patientenkollektiv mit transossärer Refixation waren dies 61% und im Kollektiv mit Reinsertionstechnik 31%. Im Bereich der Tuberositas radii fanden sich Ossifikationen hingegen nur bei 15% beziehungsweise 6% der Patienten mit transossärer Refixation und Reinsertionstechnik.

Klonz et al. 2003 dagegen beschreiben nach reinserierenden Verfahren heterotope Ossifikationen im Bereich der Insertionsstelle mit einer Häufigkeit von 20–60%. Auch Krüger-Franke et al. 1992a fanden bei 60% ihrer Patienten an der Tuberositas radii „[...] spitzzipflige Ausziehungen mit partieller Ansatzverkalkung der refixierten Sehne“ [39]. Diese Zahlen werden, auch wenn man die Ossifikationen an der Tuberositas radii und die kombinierten Ossifikationen sowohl an Tuberositas radii als auch im Sehnenverlauf addiert (30% der Patienten mit transossärer Refixation und bei den Patienten mit Reinsertionstechnik 14%) nur annähernd erreicht.

Lintner und Fischer 1996 berichten über fünf Patienten, die mit einer Reinsertion mittels Fadenankern versorgt wurden und frei von jeglichen heterotopen Ossifikationen waren. Dies ist zwar nur eine geringe Anzahl an Patienten, es zeigt jedoch, dass heterotope Ossifikationen nach einer Reinsertion mittels Fadenankern nicht zwingend auftreten. Diese Tendenz zeigt sich auch bei den Patienten mit Reinsertionstechnik:

Hier waren 55% der Patienten frei von heterotopen Ossifikationen. Ein ähnliches Ergebnis zeigt die Studie von Lynch et al. 1999 mit 50% kleinen heterotopen Ossifikationen.

Ganz im Gegensatz dazu steht die Refixation der distalen Bizepssehne mit Durchflechtungsnaht:

In diesem Patientengut fanden sich prozentual gesehen etwas mehr als doppelt so viele heterotope Ossifikationen wie nach Reinsertion der Bizepssehne mittels Fadenankern (92% vs. 45%).

In beiden Patientenkollektiven gab es je einen Patienten, der durch heterotope Ossifikationen im Bewegungsausmaß eingeschränkt war. Im Patientenkollektiv mit Reinsertionstechnik traten außerdem bei zwei Patienten im postoperativen Zeitraum von vier beziehungsweise fünf Monaten bewegungseinschränkende heterotope Ossifikationen auf, welche zu einer erneuten Operation führten. Ein Patient hatte, obwohl diese Ossifikation nach der Entfernung nicht erneut auftrat, weiterhin Beschwerden.

Während bei Krüger-Franke et al. 1992a 50% der Patienten mit heterotopen Ossifikationen Einschränkungen bei der Pronation aufwiesen, fanden Hegelmaier et al. 1992, Leighton et al. 1995 und Moosmayer et al. 2000 keinen Zusammenhang zwischen Ossifikation und Bewegungseinschränkung. Zwar waren in dem Patientengut der hier vorgelegten Arbeit 92% der Patienten mit transossärer Refixation und 97% der Patienten mit Reinsertionstechnik trotz heterotoper Ossifikationen beschwerdefrei, aber die oben genannten Komplikationen zeigen, dass nicht alle heterotopen Ossifikationen ohne Beschwerden verlaufen. Dies spiegelt sich auch in den Studien von Klonz et al. 2003 sowie Klonz und Reilmann 2000 wieder. Klonz et al. 2003 schreiben „Diese [Ossifikationen] können völlig asymptomatisch sein, können aber auch Schmerzen verursachen“ [35].

5.4 Krankenhausliegezeit

Bei dem operierten Patientengut mit einer Reinsertion mittels Fadenankern ist eine deutliche Verkürzung der Krankenhausliegezeit festzustellen. Hier waren 83% der Patienten unter zehn Tagen hospitalisiert. Bei den Patienten mit einer transossären Refixation waren dies nur 23%. In diesem Patientenkollektiv betrug der Krankenhausaufenthalt bei 77% der Patienten zwischen elf und 15 Tagen. Der Unterschied zwischen den Gruppen war nicht signifikant ($p > 0,05$).

Ein Grund für die kürzere Krankenhausliegezeit der Patienten mit Reinsertionstechnik könnte sein, dass die Patienten nach dem achten postoperativen Tag eine IROM-Schiene erhalten haben und somit selbständiger waren. Die IROM-Schiene erlaubt dem Patienten bis zur dritten postoperativen Woche ein Bewegungsausmaß von $0^\circ - 60^\circ - 100^\circ$. Die Patienten mit transossärer

Refixation trugen bis zur vierten postoperativen Woche einen Oberarmgips in 90°-Stellung, was die Selbständigkeit der Patienten stark einschränkte.

Es gilt aber außerdem noch zu beachten, dass mit Einführung eines pauschalierenden Entgeltsystems (DRG) 2003 in den Krankenhäusern auf möglichst kurze Hospitalisationszeiten geachtet wird und die Patienten deshalb tendenziell früher entlassen werden.

Bis auf eine Ausnahme wurden alle mit einer transossären Refixation operierten Patienten vor Einführung des DRG-Systems behandelt. Im Kollektiv mit Reinsertionsmethode wurden 25 Patienten (58%) nach dessen Einführung operiert. Dies könnte die unterschiedlichen Liegezeiten teilweise erklären.

5.5 Dauer der Arbeitsunfähigkeit

In der genauen Ermittlung der Dauer der Arbeitsunfähigkeit lag ein Hauptproblem dieser Arbeit. Da die Angaben der Arbeitsunfähigkeit – wenn möglich – den Akten der BG-Unfallklinik entnommen wurden, konnten einige Daten nicht vollständig ermittelt werden. Viele der Patienten bezogen die Fortsetzung der Krankenschreibung über den Hausarzt, zum Beispiel wegen eines langen Anfahrtswegs zur BG-Unfallklinik Tübingen. Dadurch fehlen entsprechende Vermerke in den Akten der BG-Unfallklinik Tübingen. Da der Zeitraum zwischen dem Unfallereignis und der Nachuntersuchung bei den Patienten mit transossärer Refixation bis zu 13 Jahre betrug, konnten sich viele der Patienten nicht mehr an den genauen Termin der Arbeitsaufnahme erinnern. Somit konnten die Daten für den Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit auch nicht ausreichend ergänzt werden. Dies zeigt sich deutlich in Abbildung 9 – Dauer Arbeitsunfähigkeit nach Patientenkollektiven:

Der Median liegt bei Patientenkollektiv mit transossärer Refixation bei $55 \pm 16,47$ Tagen, bei Patientenkollektiv mit Reinsertionstechnik bei $71 \pm 28,81$ Tagen. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,05$).

Ginge man nach den ermittelten Ergebnissen, so wären bereits 85% der Patienten mit einer transossären Refixation nach ca. zwei Monaten wieder voll

arbeitsfähig gewesen. Lediglich zwei Patienten (15%) wären dreieinhalb Monate lang arbeitsunfähig gewesen. Beachtet man aber, dass 69% der Patienten dieses Kollektivs im Beruf körperlich tätig waren (acht körperlich tätige Patienten und ein Diplomsportler), so erscheint die bei 85% der Patienten nach zwei Monaten wiederhergestellte Arbeitsfähigkeit eher unwahrscheinlich. Gerade bei körperlich tätigen Patienten sollte der vorgeschriebene Zeitraum bis zur Vollbelastung eingehalten werden. Die Daten der mit Fadenankern operierten Patienten scheinen näher an den erwarteten Werten zu liegen. Hier waren ebenfalls 69% beruflich oder privat körperlich tätig (19 körperlich tätige Patienten und sechs aktive Sportler) und 51% der Patienten waren mindestens zwei Monate krankgeschrieben.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie wurden die mittel- bis langfristigen Ergebnisse nach transossärer Refixation und Reinsertion mittels Fadenankern in Bezug auf die subjektiven und objektiven Resultate, die heterotopen Verkalkungen, auf degenerative Vorschäden und die Zeiträume der Hospitalisation und der Arbeitsunfähigkeit untersucht.

Nachuntersucht wurden 49 Patienten, welche zwischen 1990 und 2005 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wegen einer distalen Bizepssehnenruptur operiert wurden. Die Nachuntersuchung beinhaltete, neben der klinischen Untersuchung und der Patientenbefragung, eine Kraftmessung mit dem CYBEX-NORM[®]-Gerät sowie eine Röntgenaufnahme des Ellenbogengelenks der operierten Seite.

Die Patienten waren, in Übereinstimmung mit der Literatur, alle männlich und zwischen 30 und 66 Jahre alt. Der Altersdurchschnitt zum Unfallzeitpunkt betrug 49,3 Jahre.

Subjektiv waren 84,5% der Patienten mit transossärer Refixation und 75% mit Fadenankern sehr zufrieden bis zufrieden.

Objektiv zeigten sich anhand des Morrey Scores bei den Patienten mit einer Reinsertion mittels Fadenankern in 100% sehr gute bis gute Ergebnisse, bei der transossären Refixation lag dieser Wert bei 92%.

Die Patienten hatten bei der Reinsertion mittels Fadenankern doppelt so häufig persistierende Sensibilitätsstörungen, aber nur halb so oft Bewegungseinschränkungen wie bei der transossärer Refixation.

Die Patienten mit transossärer Refixation zeigten im Schnitt bei allen Kraftmessungen positivere Seitendifferenzen als die Patienten mit einer Reinsertion mittels Fadenankern. Im Ganzen kann man bei beiden Kollektiven von einer guten bis sehr guten Wiederherstellungsrate sprechen.

Aufgrund der häufig vorhandenen degenerativen Veränderungen (46,9%) ist eine grundsätzliche Biopsieentnahme versicherungsrechtlich wichtig.

Die Reinsertion mittels Fadenankern führte zu deutlich weniger heterotopen Ossifikationen (45%) als die transossäre Refixation (92%). Bewegungseinschränkungen durch heterotope Ossifikationen können bei beiden Operationsmethoden nicht ausgeschlossen werden.

Die Krankenhausliegezeit war bei den Patienten mit Reinsertionstechnik (83% <10 Tagen) deutlich kürzer als bei den Patienten mit transossärer Refixation (23% <10 Tagen).

Die Daten der Arbeitsunfähigkeit sind aufgrund mangelnder Akteneinträge nur teilweise ermittelbar und daher nur eingeschränkt vergleichbar gewesen.

Abschließend betrachtet liegen die Vorteile der transossären Refixation in der höheren Wiederherstellungsrate der Kraft, weniger Sensibilitätsstörungen und einer größeren subjektiven Zufriedenheit.

Die Reinsertion mittels Fadenankern tat sich besonders durch leicht bessere Ergebnisse des Morrey Scores, geringere Bewegungseinschränkungen, deutlich weniger heterotope Ossifikationen sowie eine kürzere Krankenhausaufenthaltsdauer hervor.

7 Literaturverzeichnis

1. Agins, H. J., Chess, J. L., Hoekstra, D. V., Teitge, R. A., 1988: Rupture of the Distal Insertion of the Biceps Brachii Tendon. Clin Orthop; 234: 34–38
2. Aldinger, G., Wüst, J., 1979: Operative Behandlung der Bicepssehnenrupturen. Aktuelle Traumatol; 9: 159–164
3. Askew, L. J., An, K.-N., Morrey, B. F., Chao, E. Y. S., 1987: Isometric Elbow Strength in Normal Individuals. Clin Orthop; 222: 261–266
4. Attmansbacher, W., Dittrich, V., Stedtfeld, H.-W., 2001: Mittelfristige Ergebnisse nach operativer Behandlung der distalen Bizepssehnenruptur. Aktuelle Traumatol; 31: 72–76
5. Baker, B. E., Bierwagen, D., 1985: Rupture of the Distal Tendon of the Biceps Brachii. J Bone Joint Surg Am; 67: 414–417
6. Benninghoff, A., 1994 a: Anatomie Band 1, 15. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München: 168–198
7. Benninghoff, A., 1994 b: Anatomie Band 1, 15. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München: 429–463
8. Benninghoff, A., 1994: Anatomie Band 2, 15. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München: 661–669
9. Berlet, G. C., Johnson, J. A., Milne, A. D., Patterson, S. D., King, G. J. W., 1998: Distal Biceps Brachii Tendon Repair – An In Vitro Biomechanical Study Of Tendon Reattachment. Am J Sports Med; 26(3): 428–432
10. Bindl, G., Egner, E., Holz, U., 1988: Die Ruptur der distalen Bizepssehne. Unfallchirurgie; 14: 259–264
11. Bindl, G., Holz, U., 1988: Die subkutanen Sehnenrupturen des Oberarms. Aktuelle Traumatol; 18: 68–72
12. Binkowski, H., Hoster, M., Nepper, H. U., 1997: Medizinische Trainingstherapie in der ambulanten orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation, Ausgewählte Aspekte. Sport Consult-Verlag Waldenburg: 110–137
13. Bourne, M. H., Morrey, B. F., 1991: Partial Rupture of the Distal Biceps Tendon. Clin Orthop; 271: 143–148
14. Brinckmann, P., Frobin, W., Leivseth, G., 2000: Orthopädische Biomechanik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York

15. Brunner, F., Gelpke, H., Hotz, Th., Käch, K., 1999: Distale Bizepssehnenrupturen – Erfahrungen mit der weichteilschonenden Reinsertion mittels Knochenankern. *Swiss Surg*; 5: 186–190
16. Canale, S. T., Daugherty, K., Jones, L., 1992: *Campbell's Operative Orthopaedics, Volume Two, Ninth Edition*. Mosby, St. Louis, Baltimore, Boston: 1434–1438
17. Cheung, E. V., Lazarus, M., Taranta, M., 2005: Immediate range of motion after distal biceps tendon repair. *J Shoulder Elbow Surg*; 14: 516–518
18. Cotta, H., Sommer, H. M., 1989: Subcutane Muskel- und Sehnenrupturen. *Orthopade*; 18: 284–293
19. D'Arco, P., Sitler, M., Kelly, J., Moyer, R., Marchetto, P., Kimura, I., Ryan, J., 1998: Clinical, Functional, and Radiographic Assessments of the Conventional and Modified Boyd-Anderson Surgical Procedures for Repair of Distal Biceps Tendon Ruptures. *Am J Sports Med*; 26(2): 254–261
20. Davison, B. L., Engber, W. D., Tigert, L. J., 1996: Long Term Evaluation of Repaired Distal Biceps Brachii Tendon Ruptures. *Clin Orthop*; 333: 186–191
21. Dederich, R., 1984: Die Risse der Bizepssehnen unter besonderer Berücksichtigung der Schlüsselloch-Operation. *Unfallheilkunde*; 87:13–19
22. El-Hawary, R., MacDermid, J. C., Faber, K. J., Patterson, S. D., King, G. J. W., 2003: Distal Biceps Tendon Repair: Comparison of Surgical Techniques. *J Hand Surg*; 28A: 496–502
23. Faila, J. M., Amadio, P. C., Morrey, B. F., Beckenbaugh, R. D., 1990: Proximal Radioulnar Synostosis After Repair of Distal Biceps Brachii Rupture by the Two-Incision Technique, Report of Four Cases. *Clin Orthop*; 253: 133–136
24. Freiherr von Salis-Soglio, G., Uhlig, T., 1988: Die Verletzung des M. biceps brachii unter besonderer Berücksichtigung der operativen Therapie. *Z Orthop Ihre Grenggeb*; 126: 683–687
25. Frick, H., Leonhardt, H., Starck, D., 1987: *Allgemeine Anatomie. Spezielle Anatomie I, Extremitäten – Rumpfwand – Kopf – Hals*. Thieme, Stuttgart
26. Gallagher, M. A., Cuomo, F., Polonsky, L., Berliner, K., Zuckermann, J. D., 1997: Effects of age, testing speed, and arm dominance on isokinetic strength of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg*; 6: 340–346
27. Gay, B., 1984: Muskel- und sehnenrupturen an der oberen Extremität. *Chirurg*; 55: 1–6

28. Hang, D. W., Bach, B. R., Bojchuk, J., 1996: Repair of Chronic Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Free Autogenous Semitendinosus Tendon. Clin Orthop; 323: 188–191
29. Hegelmaier, C., Schramm, W., 1992: Die Umschlingungsoperation zur Wiederherstellung der rupturierten Bizepssehne. Oper Orthop Traumatol; 4: 185–193
30. Hegelmaier, C., Schramm, W., Lange, P., 1992: Die distale Bizepssehnenruptur Therapie und versicherungsrechtliche Beurteilung. Unfallchirurg; 95: 9–16
31. Herren, T., Zdravkovic, V., 2004: Spätrekonstruktion der distalen Bizepssehneruptur mit Fascia-lata-Graft und Mitek-Ankern. Unfallchirurg; 107: 236–238
32. Kalnberzs, W. K., Veisman, J. A., 1975: Zur Röntgendiagnostik und Operativbehandlung geschlossener Verletzungen der distalen Bizepssehne. Z Orthop Ihre Grenzgeb; 113: 956–959
33. Kelly, E. W., Morrey, B. F., O'Driscoll, S. W., 2000: Complications of Repair of the Distal Biceps Tendon with the Modified Two-Incision Technique. J Bone Joint Surg Am; 82: 1575–1581
34. Khan, W., Agarwal, M., Funk, L., 2004: Repair of distal biceps tendon rupture with the Biotenodesis screw. Arch Orthop Trauma Surg; 124: 206–208
35. Klonz, A., Loitz, D., Reilmann, H., 2003: Proximale und distale Bizepssehnenrupturen. Unfallchirurg; 106: 755–763
36. Klonz, A., Reilmann, H., 2000: Bizepssehne-Diagnostik, Therapie, und Ergebnisse nach proximalen und distalen Bizepssehnenrupturen. Orthopade; 29: 209–215
37. Krämer, K.-L., Maichl, F.-P., 1993: Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Thieme, Stuttgart, New York: 57–58
38. Krüger-Franke, M., Refior, H. J., 1991: Die Operation der distalen Bizepssehnenruptur nach M. Lange. Oper Orthop Traumatol; 3: 265–269
39. Krüger-Franke, M., Theermann, R., Refior, H. J., 1992 a: Ergebnisse der operativen Therapie der distalen Bizepssehnenruptur. Unfallchirurgie; 18: 19–23
40. Krüger-Franke, M., Theermann, R., Refior, H. J., 1992 b: Die distale Bizepssehnenruptur – Diagnostik, Therapie und Ergebnisse. Z Orthop Ihre Grenzgeb; 130: 31–35

41. Lang, E., Meeder, P., Höntzsch, D., 1988: Die distale Bizepssehnenruptur Klinik – Therapie – Ergebnisse. Aktuelle Traumatol; 18: 209–214
42. Leighton, M. M., Bush-Joseph, C. A., Bach, B. R., 1995: Distal Biceps Brachii Repair, Results in Dominant and Nondominant Extremities. Clin Orthop; 317: 114–121
43. Lintner, S., Fischer, T., 1996: Repair of the Distal Biceps Tendon Using Suture Anchors and an Anterior Approach. Clin Orthop; 322: 116–119
44. Loitz, D., Klonz, A., Reilmann, H., 2002: Technik der gedeckten Refixierung der distalen Bizepssehne. Unfallchirurg; 105: 837–842
45. Lynch, S. A., Beard, D. M., Renström, P. A. F. H., 1999: Repair of distal biceps tendon rupture with suture anchors. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc; 7: 125–131
46. McGarvey, S. R., Morrey, B. F., Askew, L. J., An, K-N., 1984: Reliability of Isometric Strength Testing – Temporal Factors and Strength Variation. Clin Orthop; 185: 301–305
47. McKee, M. D., Hirji, R., Schemitsch, E. H., Wild, L. M., Waddell, J. P., 2005: Patient-oriented functional outcome after repair of distal biceps tendon ruptures using a single-incision technique. J Shoulder Elbow Surg; 14: 302–306
48. Moosmayer, S., Odinson, A., Holm, I., 2000: Distal biceps tendon rupture operated on with the Boyd-Anderson technique. Acta Orthop Scand; 71 (4): 399–402
49. Morrey, B. F., 1993: The Elbow and its disorders, Second Edition. W.B: Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo: 492–500
50. Morrey, B. F., Askew, L. J., An, K-N., Dobyns, J. H., 1985: Rupture of the Distal Biceps Brachii – A biomechanical study. J Bone Joint Surg Am; 67: 418–421
51. Müller, K. H., Rehn, J., 1984: Begutachtung nach Sehnenrupturen. Chirurg; 55: 11–18
52. Müller, W., Schwarzkopf, W., Thümler, P., 1977: Diagnostik und Therapie der Bizepssehnenrupturen. Aktuelle Traumatol; 7: 49–55
53. Mutschler, W., Haas, N. P., 1999: Praxis der Unfallchirurgie. Thieme, Stuttgart, New York: 703–708
54. Netter, F. H., 1997: Atlas der Anatomie des Menschen. Thieme, Stuttgart

55. Norman, W. H., 1985: Repair of Avulsion of Insertion of Biceps Brachii Tendon. Clin Orthop; 193:189–194
56. Pereira, D. S., Kvitne, R. S., Liang, M., Giacobetti, F. B., Ebrahimzadeh, E., 2002: Surgical repair of Distal Biceps Tendon Ruptures – A Biomechanical Comparison of Two Techniques. Am J Sports Med; 30: 432–436
57. Rantanen, J., Orava, S., 1999: Rupture of the Distal Biceps Tendon – A Report of 19 Patients Treated With Anatomic Reinsertion, and a Meta-Analysis of 147 Cases Found in Literature. Am J Sports Med; 27(2): 128–132
58. Resch, H., Breitfuß, H., 1995: Spontane Sehnenrupturen Ätiologie, Pathogenese und Therapie. Orthopäde; 24: 209–219
59. Schmidt, R. F., Thews, G., Lang, F., 2000: Physiologie des Menschen, 28. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 67–87
60. Schönberger, A., Mehrrens, G., Valentin, H., 2003: Arbeitsunfall und Berufskrankheit, Rechtliche und Medizinische Grundlagen für Gutachter, Sozialverwaltung, Berater und Gerichte, 7. Auflage. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin; 498–503
61. Seitz, H. D., Riege, W., 1977: Der distale Bizepssehnenabriss und seine Behandlung. Handchirurgie; 9: 143–145
62. Sennerich, T., Ablers, J., Ritter, G., Schneider, C., Nix, W.A., 1991: Diagnostik, Therapie und Ergebnisse nach Bizepssehnenrupturen. Unfallchirurg; 94: 176–181
63. Thompson, K. L., 1998: Rupture of the Distal Biceps Tendon in a Collegiate Football Player: A Case Report. J Athl Train; 33: 62–64
64. Tscherne, H., Schmit-Neuerburg, K.-P., Towfigh, H., Letsch, R., 2001: Tscherne Unfallchirurgie: Ellenbogen · Unterarm · Hand, Band 1 Ellenbogen · Unterarm. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hong Kong, London, Paris, Singapur, Tokio: 162–167
65. Verdonck, A., 1997: Anwendung und Fallbeispiele zum Einsatz biokinetischer Messverfahren. Sportkrankenhaus Hellersen, http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/4_4.htm
66. Ware, H. E., Nairn, D. S., 1992: Repair of the ruptured distal tendon of the biceps brachii. J Hand Surg [Br]; 17B: 99–101
67. Wiek, M., 1997: Entwicklung und Technik biokinetischer Meßsysteme. Sportkrankenhaus Hellersen, http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/3_1.htm

68. Wirth, C. J., 2001: Praxis der Orthopädie, Band II: Operative Orthopädie, 3. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 361–362
69. Wirth, C. J., Bohnsack, M., 2003: Distale Bizepssehnenruptur und Refixation der Sehne über zwei Zugänge – Technik nach Boyd und Anderson sowie Bourne und Morrey. Operat Othop Traumatol; 15: 415–427
70. Wolf, J. D., Müller, K. H., 1983: Der distale Bizepssehnenabriß Genese – Versorgung – Ergebnisse. Unfallheilkunde; 86: 388–391

8 Anhang

Tabelle 8 – Allgemeine Patientendaten Patientenkollektiv Nr. 1 (OP = Operation, KH = Krankenhaus, k. = keine)

Patient	Ge- schlecht	Händig- keit	betrof- fene Seite	Alter Unfall- zeit- punkt (Jahre)	OP-Tage nach Unfall	Alter Unter- suchungs- zeitpunkt (Jahre)	Unter- suchung nach Unfall (Monate)	KH- Aufent- halt (Tage)	Krank- heitsstage	Arbeits- fähigkeit	deg. Vorgänge	subjektive Zufriedenheit	Morrey Score
1a	m	re	re	58	2	64	80	9	47	ja	nein	unzufrieden	76
3a	m	re	re	55	6	62	83	14	56	ja	ja	zufrieden	100
4a	m	re	re	34	4	42	98	12	50	ja	nein	unzufrieden	88
7a	m	re	re	45	3	58	151	12	65	ja	nein	sehr zufrieden	99
10a	m	re	re	54	3	61	80	11	55	ja	ja	sehr zufrieden	100
12a	m	li	re	40	4	50	118	14	50	ja	nein	sehr zufrieden	100
14a	m	re	re	54	2	66	137	12	54	ja	ja	sehr zufrieden	100
15a	m	re	re	62	7	74	140	13	63	ja	k. Biopsie	sehr zufrieden	100
16a	m	re	re	61	5	72	127	9	35	ja	nein	sehr zufrieden	100
17a	m	re	li	42	9	50	96	13	55	ja	nein	sehr zufrieden	100
19a	m	re	re	35	10	42	84	15	90	ja	ja	sehr zufrieden	99
23a	m	re	li	56	11	63	78	14	91	ja	ja	sehr zufrieden	98
33a	m	re	re	43	4	43	3	3	61	bedingt	nein	zufrieden	94

Tabelle 9 – Allgemeine Patientendaten Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 1 (OP = Operation, KH = Krankenhaus, k. = keine)

Patient	Ge- schlecht	Händig- keit	betrof- fene Seite	Alter Unfall- zeit- punkt (Jahre)	OP-Tage nach Unfall	Alter Unter- suchungs- zeitpunkt (Jahre)	Unter- suchung nach Unfall (Monate)	KH- Aufent- halt (Tage)	Krank- heitsstage	Arbeits- fähigkeit	deg. Vorgänge	subjektive Zufriedenheit	Morrey Score
2b	m	re	li	32	8	35	35	8	70	ja	ja	zufrieden	100
5b	m	re	re	61	4	63	23	13	57	ja	nein	sehr zufrieden	98
6b	m	re	re	54	3	56	15	8	33	ja	nein	sehr zufrieden	100
8b	m	re	li	54	6	58	48	7	38	ja	ja	sehr zufrieden	100
9b	m	re	re	50	5	53	31	4	57	ja	ja	sehr unzufrieden	85
11b	m	li	li	52	2	55	29	2	71	ja	ja	sehr zufrieden	100
18b	m	re	li	56	11	57	10	10	80	ja	k. Biopsie	unzufrieden	94
20b	m	re	re	44	21	47	28	6	140	ja	ja	sehr zufrieden	100
21b	m	re	re	51	15	54	40	7		ja	nein	sehr zufrieden	100
22b	m	re	re	42	16	43	19	4	120	ja	nein	zufrieden	100
24b	m	re	li	66	7	67	10	11		ja	ja	unzufrieden	97
25b	m	re	re	50	8	53	42	6	55	ja	nein	zufrieden	100
26b	m	re	re	66	6	67	8	11	0	nein	k. Biopsie	unzufrieden	85
27b	m	re	re	41	8	41	5	13	80	ja	ja	zufrieden	95
28b	m	re	li	58	13	59	10	7	95	ja	ja	zufrieden	95
29b	m	re	li	58	21	60	29	9	0	ja	k. Biopsie	sehr zufrieden	100
31b	m	re	li	38	131	40	21	9	49	ja	nein	zufrieden	100
32b	m	re	li	51	7	52	19	6	138	ja	k. Biopsie	sehr zufrieden	100

Tabelle 10 – Allgemeine Patientendaten Patientenkollektiv Nr. 2, Teil 2 (OP = Operation, KH = Krankenhaus, k. = keine)

Patient	Ge- schlecht	Händig- keit	betrof- fene Seite	Alter Unfall- zeit- punkt (Jahre)	OP-Tage nach Unfall	Alter Unter- suchungs- zeitpunkt (Jahre)	Unter- suchung nach Unfall (Monate)	KH- Aufent- halt (Tage)	Krank- heitstage	Arbeits- fähigkeit	deg. Vorgänge	subjektive Zufriedenheit	Morrey Score
35b	m	re	li	46	24	47	5	3	139	ja	ja	zufrieden	100
36b	m	re	li	37	4	38	7	7	18	ja	ja	unzufrieden	91
37b	m	re	re	50	2	51	5	5	42	ja	nein	zufrieden	95
38b	m	re	re	57	15	59	21	7	60	ja	k. Biopsie	sehr zufrieden	100
39b	m	li	li	42	27	44	25	7	77	nein	k. Biopsie	sehr unzufrieden	88
40b	m	re	re	42	14	43	10	4	130	ja	nein	sehr zufrieden	100
41b	m	re	re	55	21	55	5	6	75	bedingt	ja	sehr unzufrieden	85
42b	m	re	li	51	1	53	20	6	42	ja	ja	sehr zufrieden	95
43b	m	re	li	49	12	52	27	9	94	ja	ja	sehr zufrieden	100
44b	m	re	re	34	16	36	21	9	123	ja	ja	sehr zufrieden	100
45b	m	re	re	54	4	56	23	6	105	nein	ja	unzufrieden	93
46b	m	re	re	30	10	31	18	8	56	ja	k. Biopsie	sehr unzufrieden	93
47b	m	re	re	57	22	59	23	9	0	ja	ja	sehr zufrieden	100
48b	m	re	re	46	14	48	20	7	103	ja	ja	sehr zufrieden	100
49b	m	re	li	58	10	58	7	8	49	ja	k. Biopsie	sehr zufrieden	98
50b	m	re	re	48	12	50	21	4	60	ja	k. Biopsie	sehr zufrieden	100
51b	m	re	re	54	10	56	17	15	56	ja	ja	zufrieden	100
53b	m	re	li	43	16	46	35	8	90	bedingt	nein	zufrieden	89

Tabelle 11 – Cybex Kraftmessungen Patientenkollektiv Nr. 1 und Nr. 2 (WG = Winkelgeschwindigkeit)

Patient	Drehmomentmaxima pro kg Körpergewicht in % (60° WG)			Durchschnittliche Leistung pro kg Körpergewicht in % (180° WG)			Kraftmaxima pro kg Körpergewicht in % (isometrisch)			
	rechts	links	Defizit	rechts	links	Defizit	rechts	links	Defizit	
Patientenkollektiv Nr. 1	1a	43.6	37.2	14.7	38.6	46.4	-20.2	60.3	66.7	-10.6
	3a	49.4	48.2	2.4	49.6	68.9	-38.9	64.7	65.9	-1.9
	4a	54.9			49.2					
	7a	68.3	47.1	31.0	75.6	65.9	12.8	85.6	64.4	24.8
	10a	59.5	63.3	-6.4	69.2	74.3	-7.4	87.3	100.0	-14.5
	12a	38.4	54.8	29.9	50.6	58.9	14.1	65.8	78.1	15.7
	14a	59.6	46.5	22.0	75.6	48.5	35.8	75.8	63.6	16.1
	15a	43.8	40.0	8.7	26.8	19.5	27.2	70.0	62.5	10.7
	16a	30.9	42.6	-37.9	21.4	19.1	10.7	45.6	69.1	-51.5
	17a	45.7	54.3	-18.8	41.4	62.8	-51.7	55.7	70.0	-25.7
	19a	73.7	62.1	15.7	77.2	65.7	14.9	102.1	95.8	6.2
	23a	51.9	45.3	12.7	58.7	43.3	26.2	73.6	73.6	0.0
	33a	54.0	54.0	0.0	81.0	62.0	23.5	75.0	95.0	-26.7
Patientenkollektiv Nr. 2	2b	81.8	48.2	41.1	114.4	94.7	17.2	100.9	77.3	23.4
	5b	55.2	46.4	15.9	62.5	52.5	16.0	69.6	70.4	-1.1
	6b	59.8	62.0	-3.7	57.5	58.7	-2.0	71.7	66.3	7.5
	8b	50.0	42.7	14.6	52.5	53.9	-2.7	61.0	50.0	18.0
	9b	38.0	59.8	-57.4	42.0	54.2	-29.0	46.7	82.6	-76.9
	11b	77.1	90.0	14.3	93.5	121.5	23.0		135.7	
	18b	36.6	36.6	0.0	31.6	24.4	22.8	72.0	64.6	10.3
	20b	58.7	73.9	-25.9	62.3	67.1	-7.7	83.7	82.6	1.3
	21b	59.0	59.0	0.0	46.4	77.5	-67.0	64.1	88.5	-38.1
	22b	59.0	61.0	-3.4	65.7	63.7	3.0	72.0	73.0	-1.4
	24b	40.5	29.1	28.1	33.2	22.5	32.2	58.2	53.2	8.6
	25b	57.6	52.2	9.4	75.6	55.6	26.5	68.5	70.7	-3.2
	26b	17.9	39.7	-121.8	4.5	28.9	-542.2	28.2	61.5	-118.1
	27b	45.5	51.1	-12.3	49.9	59.6	-19.4	60.2	72.7	-20.8
	28b	51.1	40.4	20.9	39.9	34.3	14.0	58.5	46.8	20.0
	29b	69.0	54.0	21.7	90.0	86.0	4.4	92.0	83.0	9.8
	31b	69.0	57.0	17.4	86.0	64.0	25.6	86.0	89.0	-3.5
	32b	39.0	51.0	-30.8	77.0	77.0	0.0	39.0	48.0	-23.1
	35b	54.0	39.0	27.8	86.0	70.0	18.6	92.0	57.0	38.0
	36b	66.0	36.0	45.5	79.0	35.0	55.7	95.0	66.0	30.5
	37b	42.0	48.0	-14.3	55.0	68.0	-23.6	66.0	77.0	-16.7
	38b	69.0	57.0	17.4	66.0	55.0	16.7	63.0	54.0	14.3
	39b	51.0	27.0	-88.9	79.0	46.0	-71.7	80.0	48.0	-66.7
	40b	54.0	60.0	-11.1	84.0	81.0	3.6	77.0	83.0	-7.8
	41b	39.0	42.0	-7.7	44.0	57.0	-29.5	42.0	54.0	-28.6
	42b	48.0	30.0	37.5	70.0	35.0	50.0	57.0	42.0	26.3
	43b	45.0	48.0	-6.7	46.0	59.0	-28.3	66.0	57.0	13.6
44b	77.0	66.0	14.3	134.0	99.0	26.1	89.0	80.0	10.1	
45b	45.0	36.0	20.0	53.0	59.0	-11.3	69.0	66.0	4.3	
46b	69.0	45.0	34.8	99.0	70.0	29.3	75.0	77.0	-2.7	
47b	57.0	45.0	21.1	66.0	66.0	0.0	72.0	72.0	0.0	
48b	63.0	57.0	9.5	70.0	68.0	2.9	86.0	98.0	-14.0	
49b	57.0	42.0	26.3	70.0	57.0	18.6	57.0	51.0	10.5	
50b	60.0	48.0	20.0				98.0	89.0	9.2	
51b	39.0	48.0	-23.1	84.0	62.0	26.2	98.0	83.0	15.3	
53b	69.0	66.0	4.3	86.0	75.0	12.8	98.0	75.0	23.5	

Tabelle 12 – Unfallhergang Patientenkollektiv Nr. 1

	Auffangen schwerer Gegenstand	ruckartiges Festhalten	schwerer Gegenstand / Schlag auf Arm	Anheben schwerer Gegenstand	Wegschieben Gegenstand	Sport	sonstiges
1a			Baggertüre auf Ellenbeuge				
3a				Lieferwagen			
4a					PKW		
7a							Erntearbeiten
10a				Dachfenster			
12a	Steinplatte						
14a							Wegstoßen Stange
15a							Hochkurbeln Wohnwagen
16a			Hilfestellung Sportunterricht / Schlag auf Ellenbeuge				
17a					PKW		
19a				x			
23a		ruckartiges Festhalten, 100kg Gegenstand					
33a			Autoreifen aus 2m Höhe				
13	1	1	3	3	2	0	3

Tabelle 13 – Unfallhergang Patientenkollektiv Nr. 2 (s. I. = siehe links)

	Auffangen schwerer Gegenstand	ruckartiges Festhalten	schwerer Gegenstand/ Schlag auf Arm	Anheben schwerer Gegenstand	Wegschieben Gegenstand	Sport	sonstiges
2b				Gewichteheben		Bodybuilding, s. I.	
5b	nachfassen						
6b					Wohnwagen		
8b				x			
9b							Schneeschippen
11b						Ringen	
18b			Torschuss auf Arm			Fußball, s. I.	
20b		Sturz von Leiter mit ruckartigem Festhalten					
21b			Hilfeleistung Schulsport-Schlag auf Ellenbeuge				
22b				PKW			
24b				x			
25b				120kg Gegenstand			
26b		Sturz mit ruckartigem Festhalten					
27b				schwere Platte			
28b	auffangen						
29b				Metallkiste			
31b	umfassen Palette						
32b		Sturz mit ruckartigem Festhalten					
35b	nachfassen 100kg Kühlschrank						
36b						Rängelei um Wasserball	
37b				Tisch			

Anhang

	Auffangen schwerer Gegenstand	ruckartiges Festhalten	schwerer Gegenstand/ Schlag auf Arm	Anheben schwerer Gegenstand	Wegschieben Gegenstand	Sport	sonstiges
38b				Ausziehcouch			
39b			Schlag beim Kraftsport			Kraftsport, s. l.	
40b	nachfassen (Heizkessel-400 kg)						
41b		Sturz von Leiter mit ruckartigem Festhalten					
42b			Hilfestellung Schulsport-Schlag auf Ellenbeuge				
43b				Metallkiste (30kg)			
44b							Hochwerfen Europalette
45b				Patientin im Tragestuhl			
46b			Schlag beim Handball auf Ellenbeuge			Handball, s. l.	
47b					Anhänger über Schwelle		
48b				Autogetriebe			
49b				Rücksitzbank von Auto			
50b							Hochkurbeln Wohnwagen
51b	nachfassen 15kg Koffer						
53b		ruckartiges Anheben Palette mit Blechteilen					
36	6	5	5	13	2	2	3

Tabelle 14 – Score nach Morrey et al. [37].

Schmerzen (30 Punkte)		
	keine	30
	leichte – bei andauernder Aktivität, keine Medikation	25
	mäßige – bei gelegentlicher Aktivität, Medikation bei Bedarf	15
	mäßige – starke, häufige Medikation	10
	starke bis anhaltende Schmerzen, eingeschränkte Aktivität	5
	komplette Einschränkung	0
Kraft (15 Punkte)		
	Flexion	max. 5
	Extension	max. 4
	Pronation	max. 3
	Supination	max. 3
Bewegungsausmaß (37 Punkte)		
Extension	0–10°	8
	10–30°	7
	30–50°	5
	50–70°	2
	70–90°	0
Flexion	0–30°	0
	30–50°	3
	50–70°	6
	70–90°	9
	90–100°	11
	100–110°	13
	110–120°	15
	> 120°	17
Pronation	0,1 pro Grad	max. 6
Supination	0,1 pro Grad	max. 6
Instabilität (6 Punkte)		
Anterior/ Posterior	keine	3
	leicht < 5 mm, < 5°	2
	mäßig < 10 mm, < 10°	1
	stark >10 mm, > 10°	0
Medial/ Lateral	keine	3
	leicht < 5 mm, < 5°	2
	mäßig < 10 mm, < 10°	1
	stark >10 mm, > 10°	0
Funktion (12 Punkte)		
1.	Benutzung hintere Hosentasche	max. 1
2.	Aufstehen von Stuhl	max. 1
3.	Intimpflege	max. 1
4.	Waschen gegenüberliegender Achselhöhle	max. 1
5.	Essen mit Besteck	max. 1
6.	Kämmen/Frisieren	max. 1
7.	5–7kg mit Arm seitlich tragen	max. 1
8.	Anziehen	max. 1
9.	Ziehen/Heranziehen	max. 1
10.	Werfen	max. 1
11.	Verrichten alltäglicher Arbeit (spezifizieren)	max. 1
12.	Sport ausüben (spezifizieren)	max. 1
Gesamtpunktzahl		100

Tabelle 15 – Subjektives Empfinden zum Untersuchungszeitpunkt Patientenkollektiv Nr. 1.

Patient	Sehr zufrieden	Zufrieden	Unzufrieden	Kraft	Ziehen	Schmerz	Sensibilität gestört	Defizit Extension in °	Defizit Flexion in °	Defizit Supination in °	Defizit Pronation in °	Sonstiges
1a			X	--	X							
3a		X		-				5	5	20		
4a			X	--		X			10			kein Sport mehr möglich
7a	X			+								
10a	X			+								
12a	X			+								
14a	X			+						10		
15a	X			+								
16a	X			+							20	
17a	X			+								
19a	X			+								
23a	X			+					10			
33a		X		-	X		X	5				

Tabelle 16 – Subjektives Empfinden zum Untersuchungszeitpunkt Patientenkollektiv Nr. 2.

Patient	Sehr zufrieden	Zufrieden	Unzufrieden	Kraft	Ziehen	Schmerz	Sensibilität gestört	Defizit Extension in °	Defizit Flexion in °	Defizit Supination in °	Defizit Pronation in °	Sonstiges
2b		X		-					5			
5b	X			+					10			
6b	X			+					10		10	
8b	X			+								
9b			XX	--								
11b	X			+								
18b			X	-								Ruptur lange Bizepssehne
20b	X			+								
21b	X			+								
22b		X		-								
24b			X	-			X					
25b		X		-		X						
26b			X	--		X		20		10	20	
27b		X		+	X							
28b		X		+		X		10				
29b	X			+	X							
31b		X		+	X							
32b	X			+								
35b		X		+								
36b			X	-								
37b		X		+					5		10	
38b	X			+								
39b			XX	--			X		30		10	
40b	X			+			X					
41b			XX	+		X	X		5			
42b	X			+	X							
43b	X			+								
44b	X			+								
45b			X	--	X							
46b			XX	+		X						
47b	X			+								
48b				+								
49b	X			+				5				
50b	X			+								
51b		X		+	X		X					
53b		X		-		X	XX		5	10		

9 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. C. Eingartner danke ich für die Überlassung des Themas.

Dr. med. J. Gröber und Dr. med. F. Stuby danke ich für die sehr gute Betreuung, Hilfsbereitschaft und Geduld.

Besonderer Dank gilt Frau C. Pfister und Herrn C. Ziegler sowie dem gesamten Physiotherapie-Team der BG-Unfallklinik Tübingen für die Bereitstellung des CYBEX-NORM[®]-Gerätes und die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung des Untersuchungsprogramms und den Cybex-Untersuchungen.

Frau M. Ott und Frau S. Gayko danke ich für die Unterstützung und die herzliche Hilfsbereitschaft bei allen organisatorischen Fragen und Problemen.

Dank gilt auch den Mitarbeitern der Röntgenabteilung und des Archivs der Krankenakten sowie allen anderen Personen die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinem Vater danke ich besonders für das kritische Korrekturlesen und die Hilfeleistung in der Endphase dieser Arbeit.

Herzlicher Dank gilt meinem Freund Michael Ludwig für die Unterstützung bei dieser Doktorarbeit, ohne ihn wäre die Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

10 Lebenslauf

Name: Juliane Emilie Langenbeck

Geburtsdatum: 20.06.1977

Geburtsort: Stuttgart

Schulbildung: 1983 - 1988 Grundschule Hinterweil, Sindelfingen
1988 - 1992 Gymnasium Unterrieden, Sindelfingen
1992 - 1997 Gymnasium in den Pfarrwiesen, Sindelfingen
Juni 1997 Abitur

Studium: 1997 – 2004 Studium der Humanmedizin an der Eberhard-Karls-Universität, Tübingen

18.08.2000 Ärztliche Vorprüfung
28.01.2001 Erstes Staatsexamen
26.08.2003 Zweites Staatsexamen
24.11.2004 Drittes Staatsexamen

Berufliche Tätigkeit:

01.01.2005 –
31.10.2005 Assistenzärztin der Abteilung für
Allgemeinchirurgie Spital Niederbipp, Schweiz

Seit
01.12.2006 Assistenzärztin der Chirurgischen Klinik
Spitalzentrum Biel, Schweiz