

Aus der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Wiederherstellungschirurgie
Klinikum Harlaching, Städtisches Klinikum München GmbH
Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität München
Chefarzt: Prof. Dr. H. Hertlein

Retrospektive Studie über die Behandlung der distalen Bizepssehnenruptur mit der
Refixation an der Tuberositas radii mittels Fadenanker über einen ventralen Zugang

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Peter Müller
aus München

2009

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Hans Hertlein

Mitberichtersteller:

Prof. Dr. Sigurd Keßler

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dr. Alois Huber

Dekan:

Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser
FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung:

15.10.2009

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. <u>Einleitung</u>	1
1.1 Thema	1
1.2 Allgemeine Problematik	1
1.3 Fragestellung	2
1.4 Anatomie des Musculus biceps brachii und der distalen Bizepssehne	2
1.5 Funktion des Musculus biceps brachii	4
1.6 Mechanik der Bizepssehne	5
1.7 Ätiologie der distalen Bizepssehnenruptur	6
1.8 Diagnostik der distalen Bizepssehnenruptur	8
1.9 Therapiemöglichkeiten der distalen Bizepssehnenruptur	10
1.9.1 Konservative Methode	10
1.9.2 Operative Behandlungsmethoden	10
1.9.2.1 Refixation der distalen Bizepssehne an einem nicht-korrekten anatomischen Ort	11
1.9.2.2 Refixation der distalen Bizepssehne am anatomisch korrekten Ort	12
1.9.2.2.1 Historische Methoden	12
1.9.2.2.1.1 Technik nach Kerschner	12
1.9.2.2.1.2 Technik nach Platt	13
1.9.2.2.2 Refixation der distalen Bizepssehne über einen ventralen Zugang	13
1.9.2.2.2.1 Technik nach Wagner	14
1.9.2.2.2.2 Technik nach Thomsen	15
1.9.2.2.2.3 Technik nach Bunnell	15
1.9.2.2.2.4 Technik nach M. Lange	16
1.9.2.2.2.5 Fixierung mittels Endobutton	16
1.9.2.2.2.6 Verankerung mit einer resorbierbaren Schraube	17
1.9.2.2.2.7 Technik der gedeckten Refixation	18
1.9.2.2.3 Operationsmethode nach der die Patienten dieser Studie behandelt wurden	19

1.9.2.2.4	Refixation der distalen Bizepssehne mit einem dorsalen Zugang und einem ventralen Zugang (Methode nach Boyd and Anderson)	21
1.10	Nachbehandlung operativ versorgter distaler Bizepssehnenrupturen	21
1.11	Gutachterliche Aspekte	22
2.	<u>Material und Methodik</u>	23
2.1	Patientenkollektiv	23
2.2	Methode	23
2.3	Kontrollgruppe	24
2.4	Fragebogen	24
2.5	Klinische Untersuchung	24
2.6	DASH-Fragebogen	25
2.7	Meßverfahren der Maximalkraft und Ausdauerfähigkeit	27
3.	<u>Ergebnisse</u>	29
3.1	Auswertung des allgemeinen Fragebogens und der Krankenakte	29
3.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	29
3.1.2	Seitenverhältnis (dominant / nicht-dominant)	30
3.1.3	Unfallart	30
3.1.4	Analyse der Unfallmechanismen	31
3.1.5	Rupturereignis	32
3.1.6	Klinische Symptomatik	32
3.1.7	Diagnostik	33
3.1.7.1	Röntgen	33
3.1.7.2	Kernspintomographie	33
3.1.8	Zeitspanne: Unfall bis zu operativen Versorgung	33
3.1.9	Histologische Ergebnisse	34
3.1.10	Dauer des Krankenhausaufenthaltes	34
3.1.11	Dauer der Arbeitsunfähigkeit	35
3.1.12	Nachuntersuchungszeitraum	36
3.1.13	Komplikation bzw. andauernde Beschwerden	36

3.2 Auswertung des DASH-Fragebogens	37
3.2.1 Komorbiditäts-Index	37
3.2.2 Erwartetes Behandlungsergebnis	38
3.2.3 DASH-Score	39
3.3 Auswertung der klinischen Untersuchung	40
3.3.1 Muskelrelief	40
3.3.2 Röntgen	40
3.3.3 Auswertung der Range of Motion	41
3.3.3.1 Auswertung der ROM in der Flexion und Extension	42
3.3.3.1.1 Auswertung der ROM in der Flexion	43
3.3.3.1.2 Auswertung der ROM in der Extension	43
3.3.3.2 Auswertung der ROM in der Pronation und Supination	44
3.3.3.2.1 Auswertung der ROM in der Pronation	45
3.3.3.2.2 Auswertung der ROM in der Supination	45
3.4 Ergebnisse der isokinetischen Kraftmessung	46
3.4.1 Allgemeines	46
3.4.2 Maximalkraft in der Flexion und Extension	47
3.4.2.1 Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Flexion	48
3.4.2.2 Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Extension	48
3.4.3 Maximalkraft in der Supination und Pronation	49
3.4.3.1 Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Supination	50
3.4.3.2 Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Pronation	50
3.4.4 Ausdauerfähigkeit in der Flexion und Extension	51
3.4.4.1 Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Flexion	52
3.4.4.2 Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Extension	52
3.4.5 Ausdauerfähigkeit in der Supination und Pronation	53
3.4.5.1 Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Supination	54
3.4.5.2 Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Pronation	54
3.5 Ergebnisse der isokinetischen Kraftmessung (Kontrollgruppe)	55
3.5.1 Maximalkraft in der Flexion und Extension	56
3.5.1.1 Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Flexion	57
3.5.1.2 Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Extension	57

3.5.2	Maximalkraft in der Supination und Pronation	58
3.5.2.1	Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Supination	59
3.5.2.2	Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Pronation	59
3.5.3	Ausdauerfähigkeit in der Flexion und Extension	60
3.5.3.1	Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Flexion	61
3.5.3.2	Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Extension	61
3.5.4	Ausdauerfähigkeit in der Supination und Pronation	62
3.5.4.1	Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Supination	63
3.5.4.2	Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Pronation	63
3.6	Vergleich der Messergebnisse der Patienten mit den der Probanden	64
3.6.1	Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Flexion	65
3.6.2	Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Extension	66
3.6.3	Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Supination	67
3.6.4	Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Pronation	68
3.6.5	Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Flexion	69
3.6.6	Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Extension	70
3.6.7	Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Supination	71
3.6.8	Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Pronation	72
4.	<u>Diskussion</u>	73
4.1	Allgemeiner Überblick	73
4.2	Wahl der Behandlungsmethode	73
4.2.1	Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der 2 operativen Methoden	74
4.2.1.1	Ventraler Zugangsweg	74
4.2.1.2	Ventraler und dorsaler Zugangsweg	75
4.3	Direkter Vergleich beider Methoden	77
4.4	Wahl der Fixationsmethode	78
4.5	Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen in der Literatur	79
4.6	Fazit	81

5. <u>Zusammenfassung</u>	82
6. <u>Literaturverzeichnis</u>	84
7. <u>Anhang</u>	90
Lebenslauf	95
Danksagung	97

1. Einleitung

1.1. Thema

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie mit 15 Patienten, die sich eine Ruptur der distalen Bizepssehne zugezogen haben. Alle Patienten wurden in der Zeit von 1997 bis 2001 im Städtischen Krankenhaus München-Harlaching operativ über einen ventralen Zugang und Refixation mittels Fadenanker versorgt. Die Patienten wurden nach einem Zeitraum von mindestens 6 Monaten postoperativ nachuntersucht.

1.2. Allgemeine Problematik

Die Ruptur der distalen Bizepssehne des Oberarms ist eine relativ seltene Verletzung. Die Sehnenrupturen des Musculus biceps brachii betreffen zu 96% die lange proximale Sehne. In lediglich 3% der Fälle ist die distale Sehne betroffen. Die Ruptur der kurzen proximalen Bizepssehne ist mit 1% noch etwas seltener (1,21,28,30,33,34,39,40,52,58,64,67,80). In ca. 80% der Fälle ist der dominante Arm betroffen (26).

In der Literatur findet man deshalb fast ausschließlich Artikel mit einer geringen Patientenzahl, in denen unterschiedlichste Behandlungsmethoden beschrieben werden. Im Jahre 1843 hat Starks den ersten Fall einer distalen Bizepssehnenruptur in der Literatur beschrieben (18,34,37,57,76). Die ersten Berichte über eine operative Behandlung erschienen im Jahre 1897 von Johnson (25) und 1898 von Acquaviva (18,25,34,52,57). Im Jahre 1941 erschien dann die erste umfangreichere Arbeit mit 51 Patienten von Dobbie. Hierzu wurden 490 Chirurgen in Amerika befragt. Die operative Behandlung mittels verschiedenster Methoden zeigte unabhängig von der jeweiligen Methode bereits gute Ergebnisse (23).

Seitdem werden fortlaufend Varianten der operativen Behandlung entwickelt. Die Indikation zur operativen Versorgung wird schon seit längerem als absolut eingestuft, da die konservative Behandlung keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefert (67). In früheren Jahren wurde aber durchaus häufiger eine konservative Behandlung durchgeführt. Das liegt mit Sicherheit auch daran, dass sich die Diagnosestellung nicht immer einfach gestaltet und es besteht teilweise eine lange diagnostische

Latenz (38). In einem Großteil der Fälle ist die Magnetresonanztomographie (MRT) zur Bestätigung der Diagnose notwendig. Aber selbst mit dem MRT ist die Diagnose in einigen Fällen nicht immer eindeutig zu stellen. Für die Behandlung stehen dem Chirurgen mehrere Varianten zur Verfügung, bisher hat sich aber keine davon als Methode der Wahl durchgesetzt.

1.3. Fragestellung

In dieser Arbeit soll nun anhand der Untersuchung der Patienten, die alle mit der gleichen Operationsmethode („Single-Incision“ mit 2 Fadenankern; Beschreibung siehe Seite 19) behandelt wurden, erörtert werden, inwieweit diese Methode eine erfolversprechende Variante darstellt. Die Ergebnisse wurden sowohl mit einer eigenen Kontrollgruppe als auch mit den bisher veröffentlichten Ergebnissen anderer Studien verglichen.

1.4. Anatomie des Musculus biceps brachii und der distalen Bizepssehne

Der Musculus biceps brachii ist ein zweiköpfiger Muskel, der vom Schultergelenk über das Ellenbogengelenk bis zum Unterarm zieht. Der proximale Anteil wird gebildet durch das Caput longum und das Caput breve. Das Caput longum entspringt mit seiner Sehne zum Teil am Tuberculum supraglenoidale scapulae und zum anderen auch vom oberen hinteren Rand der Cavitas glenoidalis. Die Sehne verläuft, nachdem sie das Gelenk verlässt, im Sulcus intertubercularis zwischen dem Tuberculum majus und minus (54). Der Oberarmkopf dient der Sehne hierbei als Hypomochlion, gleichzeitig wird dadurch auch eine Haltefunktion auf den Oberarmkopf ausgeübt. Der kurze Kopf entspringt zusammen mit dem Musculus coracobrachialis vom Processus coracoideus scapulae. Der Übergang zwischen Sehne und Muskel ist bei beiden Köpfen in derselben Höhe zu finden. Der Muskelbauch des Musculus biceps brachii gleitet auf dem Musculus brachialis und geht im distalen Bereich in die circa 5-6 cm lange distale Bizepssehne und in die Aponeurose musculus bicipitis brachii (Lacertus fibrosus) über. Die distale Bizepssehne zieht zur Tuberositas radii, während die Aponeurose ulnarwärts zieht und in die Faszie des Unterarms einstrahlt und dadurch eine breite Ansatzfläche am Unterarm besitzt. Als Varietät kann auch ein dritter Kopf vorhanden sein. Dieser kann

entweder vom Humerus, der Skapula oder den benachbarten Weichteilen entspringen.

Die Innervation erfolgt durch den Nervus musculocutaneus (C5-C6), in einigen Fällen aber auch durch den Nervus medianus. Der Endast des Nervus musculocutaneus wird vom Nervus cutaneus antebrachii lateralis gebildet. Dieser sensible Nervenast versorgt den volaren lateralen Bereich des Unterarms (34). Der Nerv verlässt die Tiefe des Armes von der Rückseite des Musculus biceps brachii her und zieht dann lateral der Sehne und kommt im Subkutangewebe der antecubital liegenden Grube zu liegen (66).

Der Nervus radialis zieht an der Außenseite des Ellenbogens zwischen dem Musculus brachialis und dem Musculus brachioradialis. Der Nerv teilt sich dann proximal der antecubitalen Grube in seine zwei Endäste. Der oberflächliche Ast versorgt sensibel den dorsalen Anteil des mittleren Unterarmabschnittes. Der in der Tiefe liegende Ast zieht durch den Musculus supinator hindurch und innerviert diesen auch. Er zieht dann nach distal als Nervus interosseus posterior in das dorsale Kompartiment des Unterarmes (66).

Die Blutversorgung der Sehne lässt sich in drei Abschnitte einteilen. Das proximale Drittel wird über Äste der Arteria brachialis, deren Äste durch den Musculus biceps brachii und über das Peritendineum externum zur Sehne ziehen, versorgt. Die Arteria ulnaris und Arteria interossea communis geben Äste ab, die von distal in den Insertionsbereich und die Tuberositas radii eintreten. Im distalen Drittel sorgt auch die Arteria recurrens posterior für die Versorgung der Sehne.

Die distale Bizepssehne ist am 90 Grad gebeugten Ellenbogen unter der Haut in der Fossa cubitalis gut tastbar.

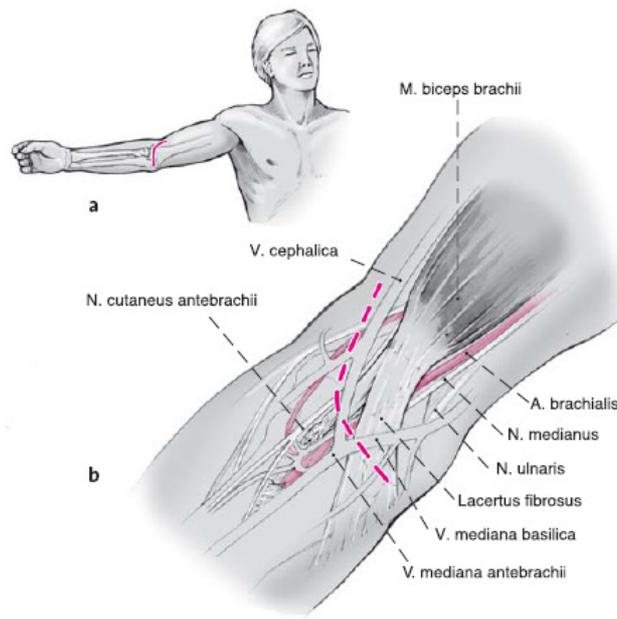


Abb. 1: aus (79)

1.5. Funktion des Musculus biceps brachii

Der Musculus biceps brachii hat dadurch, dass er über das Schultergelenk und das Ellenbogengelenk zieht, mehrere unterschiedliche Funktionen. Bei festgestelltem Ellenbogengelenk dient der Muskel als Innenrotator im Schultergelenk und ist auch an der Anteversion mitbeteiligt. Der lange Kopf hat außerdem eine Funktion als Abduktor, falls der Arm außenrotiert und supiniert ist. Der kurze Kopf besitzt die Fähigkeit den Arm leicht zu adduzieren. Die Hauptwirkung hat der Muskel aber auf das Ellenbogengelenk. Er fungiert hier als Beuger und Supinator.

Die Supinationsfunktion beruht auf der Tatsache, dass bei der Pronation die distale Bicepssehne passiv um den Radius gewickelt wird und der Muskel sie aus dieser Stellung wieder aktiv zurück drehen kann. Die distale Sehne bewirkt durch einen tangentialen Zug eine Drehung des Radius gegenüber der Ulna (46).

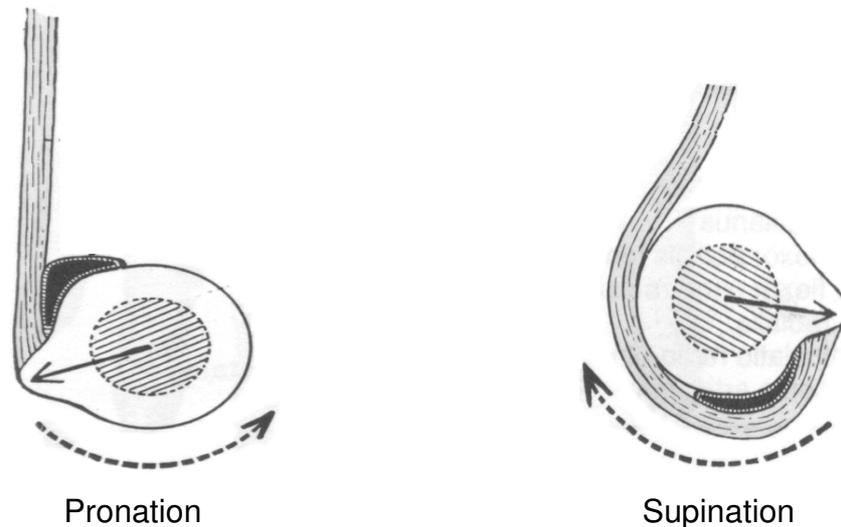


Abb. 2 aus (24)

Der *Musculus biceps brachii* ist der stärkste Supinator des Unterarms, er liefert 2/3 der Kraft in der Supinationsbewegung (39,54,67,77). Bei der Flexion des Ellenbogengelenkes liefert der Bizepsmuskel 30% der Gesamtkraft und ist somit auch einer der wichtigsten Beuger (33,39,54,67). Die Übertragung der Flexionskraft wird durch die Bizepssaponeurose (*Lacertus fibrosus*) unterstützt (45,46). Diese Funktion teilt er sich mit dem *Musculus brachioradialis* und den *Musculus brachialis*. Zusammenfassend hat die distale Bizepssehne also die Funktion der Kraftübertragung beider Bizepssehnenköpfe auf den Unterarm.

In der elektromyographischen Analyse zeigt sich, dass der *Musculus brachialis* in allen Stellungen des Ellenbogengelenks bzw. des Unterarms der Hauptbeuger des Ellenbogens ist.

1.6. Mechanik der Bizepssehne

Generell haben Sehnen die Funktion die Muskelkraft auf den Knochen zu übertragen, so dass die Verkürzung des Muskels eine Bewegung des Knochens bewirkt (65). Die Sehne dient also als Bindeglied zwischen dem elastischen Muskel und dem starren Knochen (54). Hegelmaier (37) versucht durch die Übertragung des Hebelgesetzes auf das Ellenbogengelenk, die Kraft, die auf die Bizepssehne wirkt, zu veranschaulichen.

$K_1 : K_2 = l_2 : l_1$ und $K_1 \times l_1 = K_2 \times l_2$ (37). Der Hebelarm der Bizepssehne ist um das 6fache kürzer als der des Unterarms. Folglich ist die Spitzenbelastung am Sehnenansatz um ca. 6mal größer, als die Belastung, die durch die eigentliche Last verursacht wird (47).

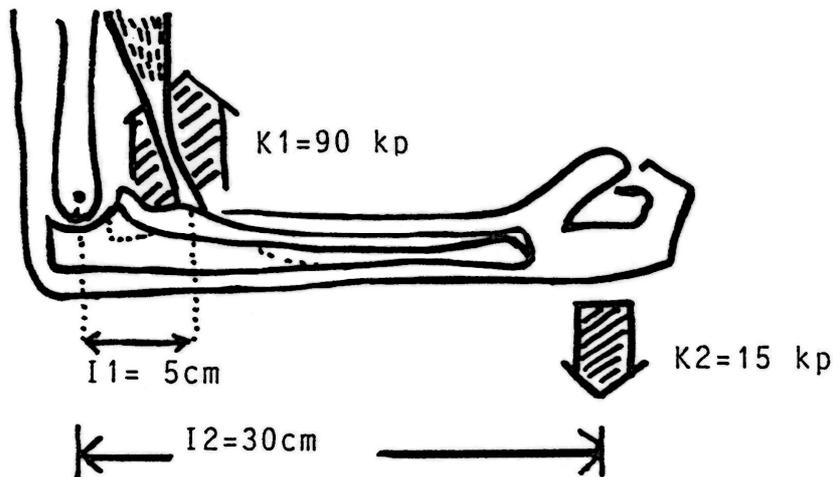


Abb. 3: aus (37)

1.7. Ätiologie der distalen Bizepssehnenruptur

Die Ruptur der distalen Bizepssehne tritt für gewöhnlich bei männlichen Patienten mittleren Alters (39,54) auf, die zum Teil bereits degenerative Veränderungen an der Ansatzstelle der Sehne an der Tuberositas radii aufweisen. Meist ist die dominante Seite des Patienten betroffen.

Typische Unfallmechanismen sind zum einem das Auffangen eines fallenden Gegenstandes oder das Anheben einer schweren Last. Die Ruptur ist also Folge einer Spitzenbelastung auf die bereits angespannte Muskel-Sehnen-Einheit (1).

In der Literatur findet man 3 Schädigungsmechanismen (30):

1. Ruptur beim Versuch eine schwere Last anzuheben oder aufzufangen.
2. Einwirkung von stumpfer Gewalt auf den maximal kontrahierten Muskel.
3. Ruptur beim Anheben einer Last mit zu gering eingeschätztem Gewicht.

Es handelt sich dabei zum überwiegenden Teil um komplette Rupturen.

Es gibt 4 mögliche Lokalisationen an denen die distale Bizepssehne rupturieren kann. Der Abschnitt des Überganges zwischen Muskel und Sehne und der freie Sehnenabschnitt sind eher selten Ort der Ruptur. Ebenso selten sind knöcherne Ausrisse an der Tuberositas radii. Die häufigste Abrissstelle befindet sich direkt an der Haftungsstelle der Sehne an der Tuberositas radii (1,37,39,52).

Als Ursache steht bei den meisten Autoren das Trauma im Vordergrund (67), andere wiederum gehen von einer bestehenden Degeneration aus, die prädisponierend für die Ruptur ist. In der Literatur wird diesbezüglich eine Erosion im Bereich der Sehnenansatzstelle beschrieben, die die Grundlage für eine Ruptur darstellen könnte (14). Die Erosion soll laut Davis et al. (19) durch einen messerscharfen Rand, der sich im vorderen Bereich der Tuberositas radii befindet, im Rahmen der Pronation und Supination, über den Zeitraum von Jahren, verursacht werden.

Um die Ursache nun näher zu ergründen, muss man zum einen die Histologie und zum anderen auch die besonderen anatomischen Gegebenheiten der distalen Bizepssehne betrachten.

Histologisches Merkmal einer Sehne ist der parallele Faserverlauf von kollagenen Fibrillen. Im Bereich der Insertionszone der distalen Bizepssehne zeigt sich eine Zonierung. In das interstitielle Gewebe der Sehnenfaser treten zuerst Knorpelzellen ein. In Richtung Knochen wird diese Zone mineralisiert und geht mit einer scharfen Grenze in den Knochen über (65). Diese Struktur deutet daraufhin das auf die Sehne außer Zugkräfte auch Scherkräfte einwirken und lokal Druckzonen auftreten (65). Bindl et al. (8) hat in seiner Arbeit 42 distale Bizepssehnen von Leichen, die nicht rupturiert waren, untersucht. Im Lichtmikroskop fand er zwei in die Sehne eingelagerte Faserknorpelzonen. Eine befand sich im Insertionsbereich, die andere imponierte ca. 1 bis 2 cm proximal der Tuberositas radii. Diese Zone entstand als Reaktion auf intermittierende Druck- und Schubbeanspruchung, die bei der Supination und Pronation auftreten. Bindl testete auch die Zugbelastung der Sehnen und es zeigte sich, dass die auftretenden Rupturen am Übergang zum Bereich des proximalen Faserknorpels liegen. In diesem Bereich rupturiert die Sehne am häufigsten.

Die Darstellung der Blutversorgung der distalen Bizepssehne erbrachte den Nachweis, dass die Zone, in der sich der Faserknorpel befindet, avaskulär ist (8,71). In den Fällen, in denen degenerative Veränderungen nachgewiesen wurden, konnten hingegen Gefäße dargestellt werden. Die Einsprossung der Gefäße in den Faserknorpel wird als Hinweis auf ein Reparationsgeschehen eines bestehenden Schadens gedeutet (8).

Zusammenfassend kann man die Frage nach der Ätiologie nur individuell für jeden einzelnen Patienten beantworten. Die Zusammenschau zwischen der Art und Schwere des Traumas sowie der histologischen Untersuchung sind hierbei wegweisend.

1.8. Diagnostik der distalen Bizepssehnenruptur

Die Diagnose der Ruptur der distalen Bizepssehne lässt sich in vielen Fällen mit Hilfe der Anamnese und der klinischen Untersuchung stellen. Die Patienten berichten über ein Ereignis, bei dem es zu einer enormen Krafteinwirkung auf den Arm, speziell den Unterarm, kommt. Meist geben die Patienten auch an, ein lautes Geräusch (z.B. einen „Peitschenknall“) gehört und einen einschießenden starken kurzdauernden Schmerz verspürt zu haben. Charakteristischerweise ist der Muskelbauch des Musculus biceps brachii nach proximal retrahiert. Unter Umständen ist auch eine Schwellung oder ein Hämatom in der Kubitalregion erkennbar. Da die abgerissene Sehne durch den retrahierten Muskel nach proximal gezogen wird, ist in manchen Fällen eine schmerzhafte Delle in der Ellenbeuge tastbar. Bei der vergleichenden subjektiven Kraftmessung des verletzten und des unverletzten Armes wird meistens eine deutliche Kraftminderung in der Supination beobachtet. In der Beugebewegung ist die Minderung nicht so stark ausgeprägt, da der Musculus brachialis und Musculus brachioradialis an der Bewegung mitbeteiligt sind.

Da man eine ossäre Beteiligung ausschließen muss, wird in jedem Fall ein Röntgenbild des Ellenbogens in zwei Ebenen angefertigt.

Die Stellung der Diagnose ist aber nicht in jedem Fall eindeutig möglich. Die Retraktion ist in Fällen in denen noch Teile der Bicepsaponeurose vorhanden sind unter Umständen nicht sichtbar und die Intaktheit der Sehne wird vorgetäuscht (67). Der Sehnenstumpf kann sich auch im umliegenden Bindegewebe verhaken so dass keine merklichen Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes des Armes zu erkennen sind. Ruland et. al. entwickelten einen Test, analog zum Thomson-Test bei der Achillessehnenruptur, um eine Bizepssehnenruptur zu diagnostizieren. Die Kompression des Muskelbauches des Musculus biceps brachii soll zur Supination des Unterarmes führen. In der deren Studie mit 24 Patienten mit einer distalen Bizepssehnenruptur bestätigte sich die Theorie in 96% mit einem Ausbleiben der Supination des Unterarms(68).

Die klinische Untersuchung ist aber auch nicht in jedem Fall hilfreich, da durch die Schmerzen eine mögliche Klinik verschleiert werden kann. In diesen Fällen wird zur Diagnosestellung auf die Sonographie und die Magnetresonanztomographie zurückgegriffen (28). Besonders die Magnetresonanztomographie ist hilfreich, eine komplette Ruptur von einer Teil-Ruptur zu unterscheiden. Die distale Bizepssehne zeigt bei partiellen Läsionen in der T2-gewichteten Aufnahme ein erhöhtes Signal. Für die Beurteilung des Grades der Ruptur ist eine axiale Schichtung unabdingbar (29). Bei einer kompletten Ruptur stellt sich einerseits die Retraktion der Sehne dar und in der Sehnenscheide findet sich meistens noch ein Hämatom (82). Wenn die Sehne weniger als 8 cm von der Tuberositas radii retrahiert ist, geht man von einer nicht-kompletten Ruptur aus, die Aponeurose bzw. der Lacertus fibrosus ist in diesen Fällen meist nicht rupturiert (48). Das MRT ist in der Darstellung der Weichteilstrukturen sowie der Anatomie, der Sonographie überlegen (56). Chew et al. (15) beschreiben in ihrem Artikel eine bestimmte Lagerung des betroffenen Armes um eine möglichst gute Darstellung der Bizepssehne im MRT zu ermöglichen. Die Abkürzung dieser Lagerung lautet „FABS“ (flexed elbow, abducted shoulder, forearm supinated). Der Patient befindet sich in Bauchlage mit 90 -gebeugtem Ellenbogen, abduzierter Schulter und den Unterarm in Supinationsstellung.

Kayser et al. (41) empfehlen die Sonographie als Mittel der ersten Wahl. In ihrer Studie zeigten sich die besten Resultate mit dem 7,5-MHz-Schallkopf. Zur korrekten Beurteilung ist ein medianer Längsschnitt und transversale Schnitte auf Höhe des Gelenkspaltes nötig. Ergänzend sollte eine dynamische Untersuchung durchgeführt werden.

1.9. Therapiemöglichkeiten der distalen Bizepssehnenruptur

Für die Behandlung der distalen Bizepssehnenruptur stehen mehrere Optionen zur Verfügung (5). Generell kann man 3 Methoden unterscheiden. Einmal die konservative Therapie und zwei Operationsprinzipien. Um die Methoden gegeneinander besser abzugrenzen, muss man das resultierende Ergebnis bezogen auf Bewegungsausmaß, Maximalkraft und Ausdauer, und was nicht weniger wichtig ist, der Zufriedenheit der Patienten und die Art und Häufigkeit der Komplikationen miteinander vergleichen. So lässt sich schließlich auch besser abschätzen welche Methode für welches Patientenalter und besonders für das jeweilige Aktivitätsprofil des Patienten das ideale Behandlungsprinzip ist.

1.9.1. Konservative Methode

Hierbei wird nach dem Abklingen der traumatischen bedingten Beschwerden mit Hilfe der Physiotherapie versucht das Bewegungsausmaß und die Kraft wiederzuerlangen. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass hierbei erhebliche Krafteinbußen sowohl in der Beugung, wie auch in der Supination nicht zu verhindern sind. Die Einbußen der Maximalkraft in der Flexion belaufen sich auf bis zu 30%. Bei der Unterarmsupination ist sogar mit einem Defizit von 40-50%, in Einzelfällen sogar mit über 50% zu rechnen (54). Analog dazu ist folglich auch die Ausdauer in beiden Bewegungsformen stark vermindert.

1.9.2. Operative Behandlungsmethoden

Bei den operativen Behandlungsmethoden ergeben sich mehrere verschiedene Möglichkeiten, aufgrund unterschiedlicher Zugangswege, Fixationstechniken und Fixationsstellen.

1.9.2.1. Refixation der distalen Bizepssehne an einem nicht-korrekten anatomischen Ort

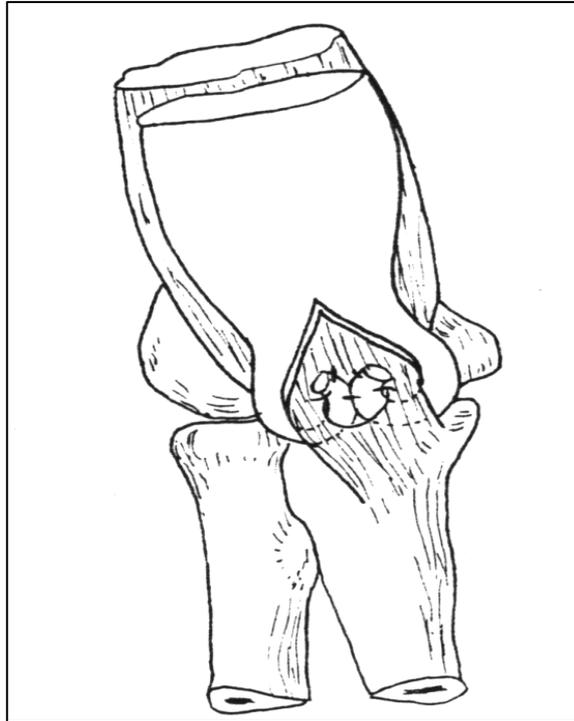


Abb. 4: Technik nach Dobbie (aus (13))

Diese Möglichkeit kommt meist dann zur Anwendung, wenn zwischen Ruptur und operativer Versorgung eine größere Zeitspanne liegt.

Der Sehnenstumpf ist bei einer länger zurückliegenden Ruptur durch die reflektorische Kontraktion des Muskels meist soweit retrahiert, dass die Dehnfähigkeit des Muskels nicht mehr ausreicht, den Sehnenstumpf an der Tuberositas radii, dem anatomisch korrekten Ort, zu refixieren. Der Sehnenstumpf kann entweder am M. brachialis und den Lacertus fibrosus oder an die Musculi supinator und - pronator teres fixiert werden (1). Diese Variante der operativen Versorgung hat den wesentlichen Vorteil, dass sich nur selten Komplikationen ergeben. Der Zugang gestaltet sich verhältnismäßig einfach, dadurch wird die Gefahr von Nervenläsionen, speziell des Nervus radialis, minimiert (1,4). Dem geringeren Risiko steht aber der erhebliche Kraftverlust als Nachteil dieser Methode gegenüber.

Besonders in der Supinationsbewegung ergeben sich Verluste bis zu 50%. Bei der Flexion hingegen können unter Umständen auch wieder normale Kraftwerte erreicht werden. Um ein möglichst gutes Ergebnis zu bekommen, muss man auf eine genügende Vorspannung des Bizepsmuskels achten.

1.9.2.2. Refixation der distalen Bizepssehne am anatomisch korrekten Ort

Bei der Refixation an der Tuberositas radii, der anatomisch korrekten Insertionsstelle der distalen Bizepssehne gibt es mehrere verschiedene Methoden. Die Unterschiede bestehen in der Art des Zugangsweges und der Fixationsmethode.

1.9.2.2.1. Historische Techniken

Im Folgenden werden nun einige Techniken der Refixierung dargestellt, die heute keine Bedeutung mehr haben, aber die Entwicklungsschritte zu den heute genutzten Fixierungsmethoden gut darstellen.

1.9.2.2.1.1. Technik nach Kerschner

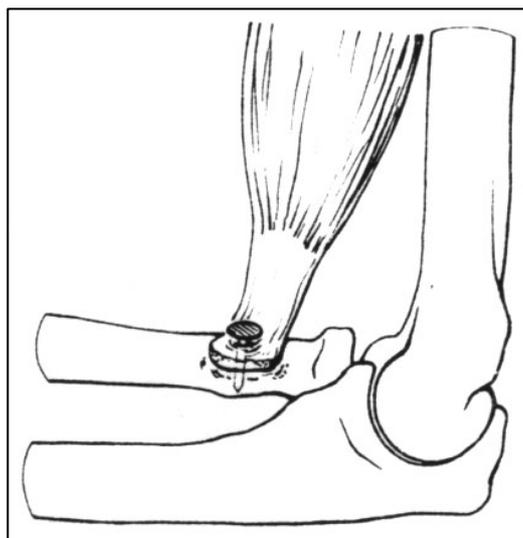


Abb. 5: Technik nach Kerschner aus (37)

In der Abbildung 5 ist die Befestigung nach Kerschner beschrieben. Die Sehne des Musculus biceps brachii wird mit einem Nagel an der Tuberositas radii befestigt. In der Literatur wird diese Methode mehrfach beschrieben, erstmal durch Kerschner (43) im Jahre 1928. Es wird hier nur ein Fall mit einem guten Ergebnis beschrieben.

1.9.2.2.1.2. Technik nach Platt

In der Abbildung 6 ist die Befestigungstechnik nach Platt dargestellt. Der Sehnenstumpf wird durch das Bohrloch geführt und zu einer Schlinge vernäht. Diese Methode wird vereinzelt beschrieben, eine Auswertung bezüglich der postoperativen Ergebnisse findet sich beispielsweise in dem Artikel von Hegelmair et al. (36). Bei 6 Patienten wurde nur bei 2 Patienten ein gutes Ergebnis erzielt. Die Einbußen der anderen Patienten bestanden in der Bewegungseinschränkung und dem Kraftverlust in der Supination.

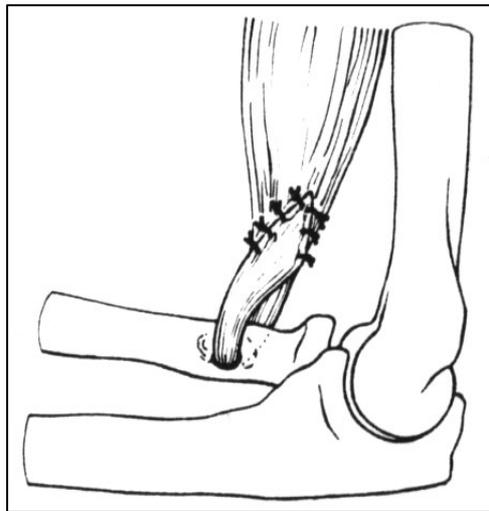


Abb. 6: Technik nach Platt aus (37)

1.9.2.2.2. Refixation der distalen Bizepssehne über einen ventralen Zugang

Hierbei lassen sich aufgrund der variablen Fixationsmethoden mehrere verschiedene Techniken unterscheiden. Zudem gibt es Unterschiede in der Form des Zuganges. Schmidt et al. (69) beschreibt in seiner Arbeit einen ventralen Zugang über zwei Inzisionen, eine proximal des Ellenbogengelenkes zur Identifizierung des Sehnenstumpfes und eine im Bereich der Tuberositas radii zur Insertion des Ankers.

1.9.2.2.1. Technik nach Wagner

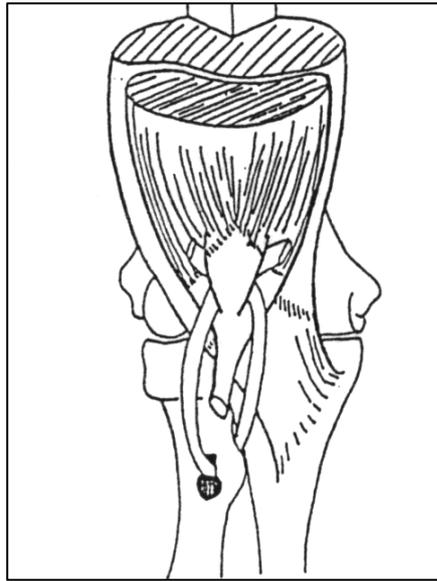


Abb. 7: Technik nach Wanger aus (31)

Bei der in Abbildung 7 gezeigten Technik ist die Methode nach Wagner dargestellt. Bei dieser Technik wird ein Sehnentransplantat (z.B. Semitendinosussehne) verwendet um den Musculus biceps brachii an der Tuberositas radii zu fixieren. In einer aktuellen Arbeit von Harryman (35) aus dem Jahre 1999 wird über 9 Patienten mit einer veralteten distalen Bizepssehnenruptur berichtet.

Bei allen Patienten wurde die Fixierung der Bizepssehne an der Tuberositas radii mittels Semitendinosussehne durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten ein gutes Resultat, sowohl in der Kraft, wie auch in der Beweglichkeit. Die Patientenzufriedenheit war ebenfalls sehr hoch. Die Methode könnte sich somit als Mittel der Wahl bei länger zurückliegenden Rupturen durchsetzen.

1.9.2.2.2. Technik nach Thomsen

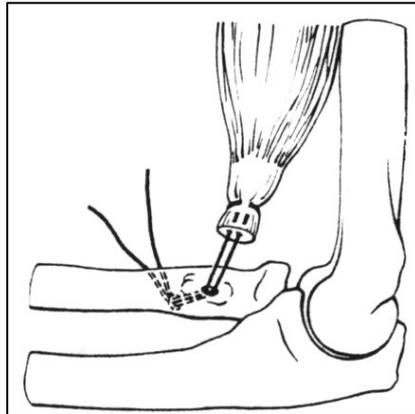


Abb. 8: Technik nach Thomsen aus (37)

Bei der Technik nach Thomsen wird ein Loch im Bereich der Tuberositas radii schräg nach distal durch den Radius gebohrt. Ein Doppelseidenfaden wird anschließend durch das Loch geführt und über dem Knochen verknotet. Diese Technik wird in der Literatur als etabliertes Verfahren beschrieben (33). Es gibt aber keine Veröffentlichungen bezüglich der klinischen Ergebnisse.

1.9.2.2.3. Technik nach Bunnell

Der Sehnenstumpf wird mit einer Drahtnaht durchflochten. Der Draht wird dann durch das Bohrloch geführt und mit Hilfe eines Bleiknopfes an der Hautoberfläche fixiert. Man nennt diese Technik auch „Pull-out-wire-Methode“. Louis et al. berichten in Ihrem Artikel über 7 Patienten, die nach dieser Methode operiert worden sind. 6 Patienten waren mit dem Ergebnis zufrieden. Ein Patient hatte eine Bewegungseinschränkung in der Streckung wie auch in der Pronation.(52)

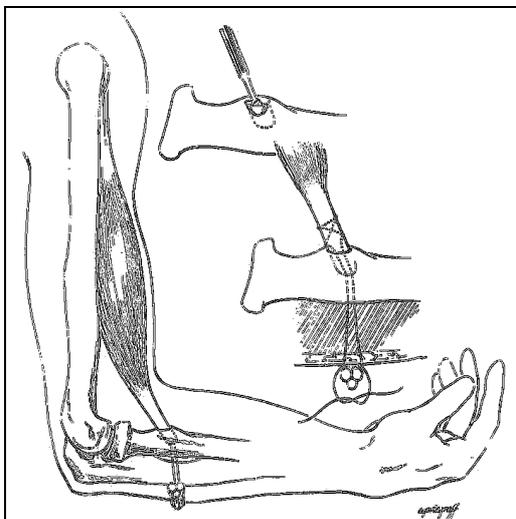


Abb.9 aus (52)

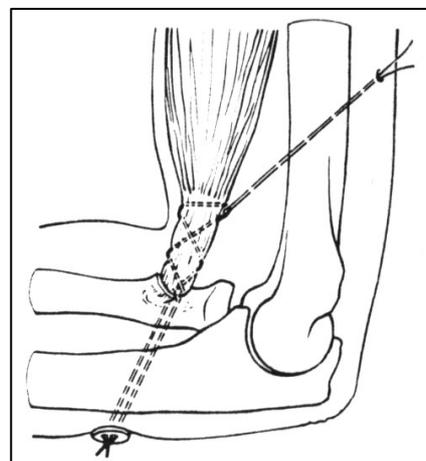


Abb. 10 aus (37)

1.9.2.2.4. Technik nach M. Lange

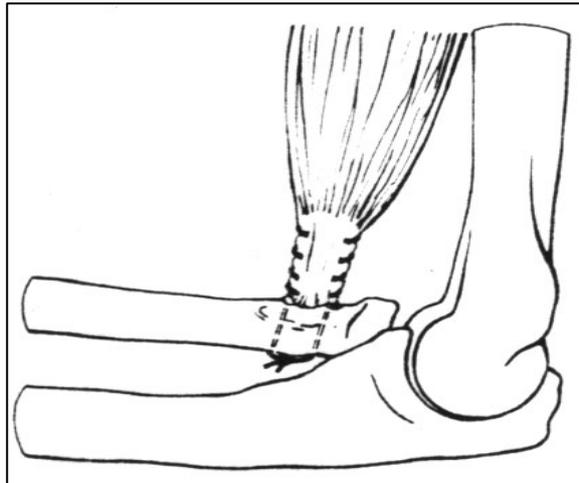


Abb. 11: Technik nach Lange (37)

Bei der in Abbildung 11 gezeigten Verankerungstechnik ähnelt der Technik von Thomsen und auch der von Bunnell. Der Sehnenstumpf wird in das Bohrloch eingeführt und die Fäden werden am Knochen der Gegenseite verknötet. Krüger et al. wandten diese Technik bei 13 Patienten an. Es zeigten sich gute Ergebnisse ohne schwerwiegende Komplikationen.

1.9.2.2.5. Fixierung mittels Endobutton

Die Fixierung der rupturierten Bizepsehne mit einem Endobutton ist eine Methode der neueren Zeit. Greenberg et al (32) entwickelte die Methode unter der Vorstellung einer sicheren Verankerung und eines möglichst schonenden Zugangsweges. Der Endobutton, der hier verwendet wird, ist ursprünglich für die operative Therapie einer vorderen Kreuzbandruptur entwickelt worden. Um die Komplikation einer Nervus radialis-Läsion zu vermeiden ist hier keine ausgedehnte Freilegung der Tuberositas notwendig. Zudem zeigte sich in einer Vergleichsstudie (32) bei Leichenarmen eine erhöhte Festigkeit des Endobuttons gegenüber den Mitek-Ankern. Greenberg berichtet über 14 Patienten die mit Hilfe des Endobutton versorgt worden sind. Es zeigten sich gut Ergebnisse in der Range of motion sowie in der Auswertung der Kraft. Gravierenden Komplikationen werden nicht beschrieben.(32)

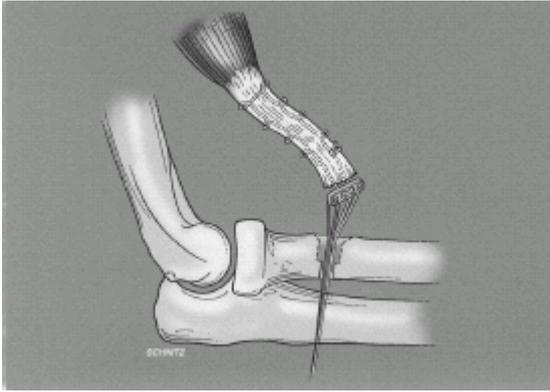


Abb. 12 aus (32)

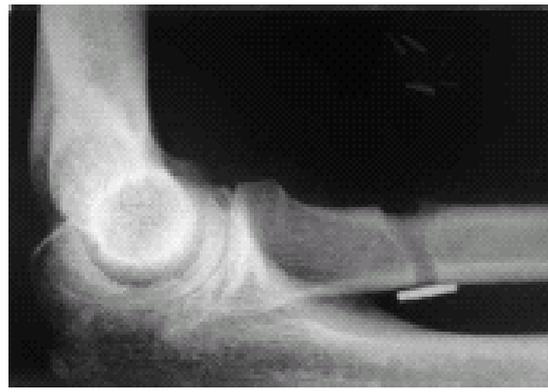


Abb. 13 aus (32)

1.9.2.2.6. Verankerung mit einer Bioresorbierbaren Schraube

Ebenso eine neuartige Fixationsmethode ist die von Khan et. al.(44) publizierte Fixation mit einer bioresorbierbaren Schraube. Laut Khan ist der Vorteil zum einen, eine bessere Vorspannung der Sehne zu erreichen und zum anderen ist seiner Meinung nach eine stabilere Fixierung als mit den Knochenankern möglich. Kahn beschreibt in seiner Arbeit einen Fallbericht mit guten klinischen Ergebnissen.

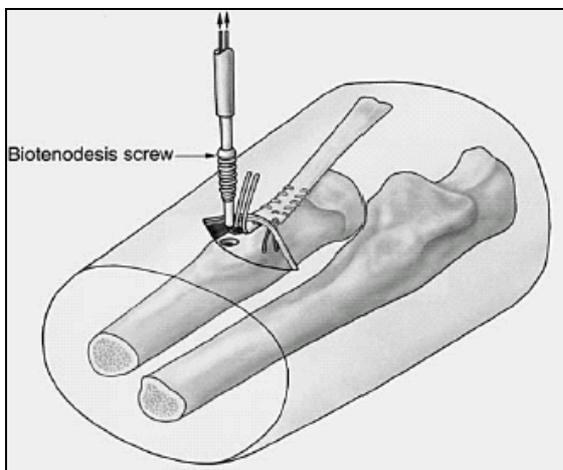


Abb. 14 aus (44)

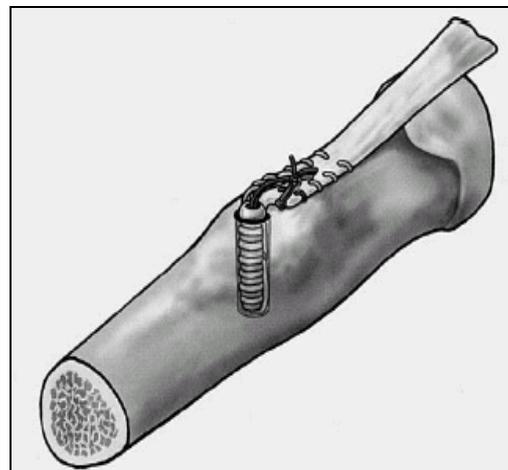


Abb. 15 aus (44)

1.9.2.2.7. Technik der gedeckten Refixierung

Im Jahre 2002 wurde durch Loitz (51) unten illustrierte Technik der gedeckten Refixierung beschrieben. Das besondere hierbei ist, dass ein stumpfer Trokar, wie bei einer Arthroskopie, ohne Präparation in Richtung der Tuberositas radii eingebracht wird. Als Leitstruktur dient hierbei der leere Synovialschlauch. Der Unterarm muss sich hierbei in maximaler Supinationsstellung befinden. Anschließend wird eine Arbeitskanüle über den Trokar eingebracht und dieser entfernt. Die Fadenanker werden nun durch die Arbeitskanüle im Bereich der Tuberositas radii platziert. Die Arbeitskanüle wird anschließend entfernt und die Bizepssehne wird nach vorangegangener Durchflechtung mit dem Faden zur Tuberositas geführt und der Faden wird verknotet. Loitz beschreibt in seinem Artikel 8 Patienten, die mit dieser Methode behandelt wurden. Es zeigten sich gute funktionelle Ergebnisse ohne wesentliche Komplikationen (51).

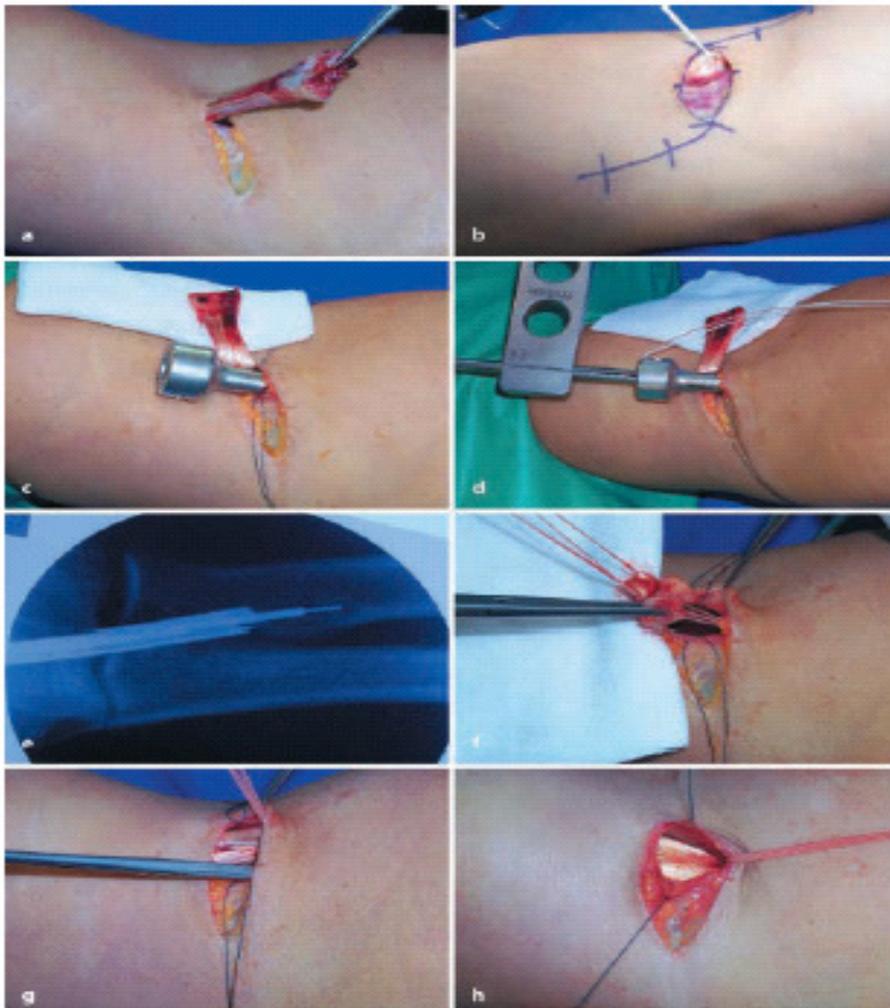


Abb. 16 aus (51)

1.9.2.2.3. Operationsmethode nach der die Patienten dieser Studie behandelt wurden

Im folgendem ist nun die Methode beschrieben nach der die 15 Patienten aus dieser Studie behandelt wurden. Die Methode ist in der Literatur mehrfach beschrieben worden. Ein Erstbeschreiber kann aber nicht genannt werden. Es handelt sich vielmehr um eine kontinuierliche Weiterentwicklung der bereits beschriebenen Fixationsmethoden, die in mehreren Kliniken verwendet wird. Der

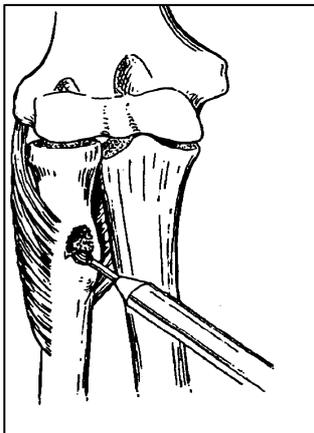


Abb. 18 aus (72)

Zugang erfolgt, wie auf Abbildung 17 dargestellt über den Zugang nach Henry. Es handelt sich dabei um einen s-förmig geschwungenen Schnitt über der Fossa antecubital.

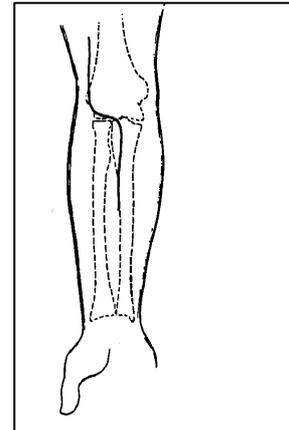


Abb. 17 aus (72)

Anschließend erfolgt die Darstellung der Gefäße und Nerven soweit erforderlich. Danach wird in die Tiefe präpariert um den Sehnenstumpf zu finden und die Tuberositas radii darzustellen. Die Knochenoberfläche der Tuberositas radii wird dann, wie in Abbildung 18 gezeigt, angefrischt. Anschließend erfolgt die Einbringung zweier Schraubanker in die Tuberositas radii. Die Sehne wird schließlich mit den Fäden, die an den Schraubankern befestigt sind in die Tiefe geknüpft (siehe Abbildung 19)

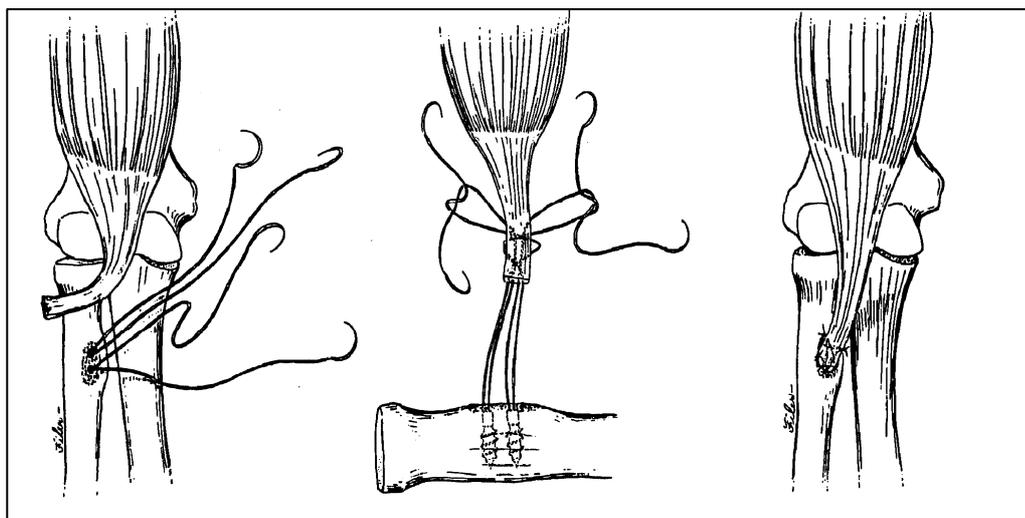


Abb. 19 aus (72)

Eine schwerwiegende Komplikation bei diesem Zugangsweg ist die Verletzung des N. radialis (40). Die Ergebnisse der Kraftmessung schwanken in der Flexion im Bereich von 0-20% Verlust der Maximalkraft. Das Defizit der maximalen Supinationskraft beläuft sich auf Werte zwischen 10-30%.

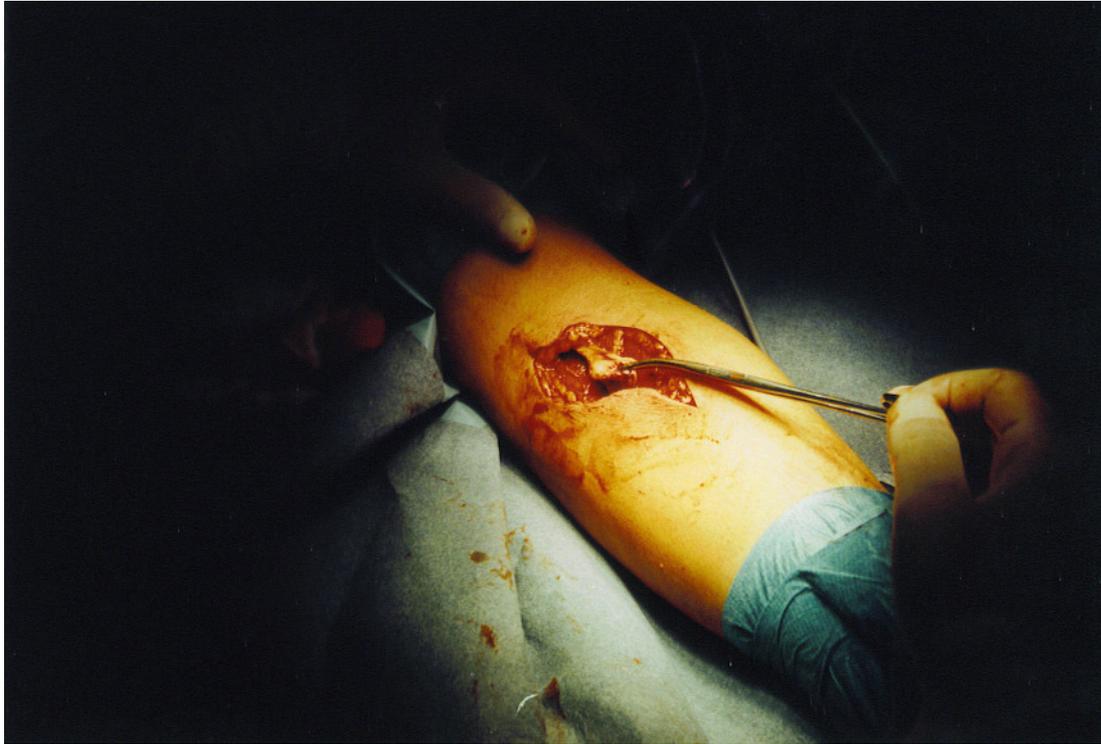


Abb. 20: Intraoperatives Bild

1.9.2.2.4. Refixation der distalen Bizepssehne mit einem dorsalen Zugang und einem ventralen Zugang (Methode nach Boyd and Anderson)

Eine andere Möglichkeit der operativen Behandlung ist die Methode von Boyd und Anderson (11), die im Jahre 1961 entwickelt wurde. Die Besonderheit besteht im Zugangsweg, es wird hierbei ein dorsaler und ein ventraler Zugang verwendet. (siehe Abb. 21).

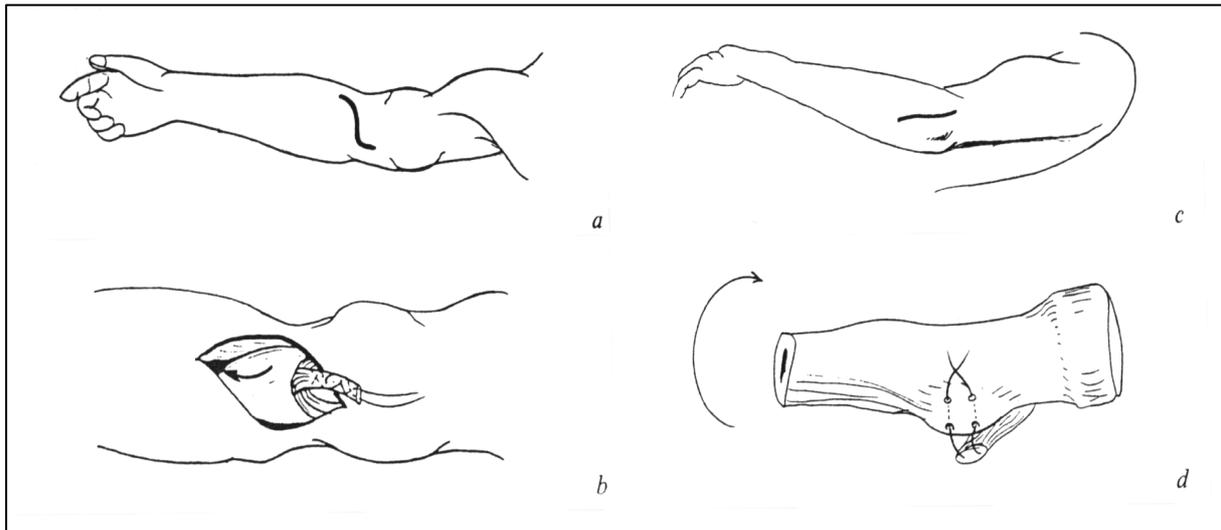


Abb. 21: 2-incision-Technik nach Boyd und Anderson

Der ventrale Schnitt erfolgt transversal in der Fossa antecubitalis. Der zweite dorsale Schnitt ist am proximalen Unterarm lokalisiert. Das Ziel dieser Methode ist das Risiko der Verletzung des Nervus radialis zu minimieren (11,40,52). Gleichzeitig ist die Häufigkeit einer radio-ulnaren Synostose bei dieser Zugangsvariante erhöht (27,40).

1.10. Nachbehandlung operativ versorgter distaler Bizepssehnenrupturen

Nach der operativen Versorgung wird in den meisten Fällen eine dorsale Oberarmgipsschiene in Flexions- und Supinationsstellung angelegt. In den ersten 4 bis 6 Wochen ist im Regelfall nur ein passives Beweglichkeitstraining aus der Schiene, durch den Physiotherapeuten erlaubt. Anschließend darf der Arm dann wieder aktiv gebeugt und supiniert werden, wobei die Belastung des Armes langsam gesteigert werden sollte. Es gibt aber auch Bestrebungen spezielle Orthesen für das Ellenbogengelenk zu verwenden, mit dem Ziel zum einen die angrenzenden Gelenke wie Schulter- und Handgelenk ohne Einschränkung beweglich zu halten und zum

anderen den Bewegungsumfang des Ellenbogengelenkes zu kontrollieren und im Verlauf schrittweise zu steigern (64). Man kann die Orthese auch mit einem Rückstellmechanismus versehen, so dass der Patient keine Kraft in die zu vermeidende Bewegungsrichtung aufwenden muss.

Zur Vermeidung von periartikuläre Verkalkungen wird von einigen Autoren zudem die Gabe von NSAR für eine Dauer von 6 Wochen postoperativ empfohlen(33).

1.11. Gutachterliche Aspekte

Für die gutachterliche Beurteilung der distalen Bizepssehnenruptur findet man in der Literatur unterschiedliche Stellungnahmen(74). Einige wenige Autoren sind der Meinung, dass die Ruptur meist Folge einer Degeneration ist (54). Im Gegensatz dazu steht die weit verbreitete Ansicht, dass die Ruptur primär eine traumatische Genese hat (47,61,64).

In vielen Fällen wird der direkte Unfallzusammenhang mittlerweile auch anerkannt, auch wenn natürlich degenerative Veränderungen ebenso dazu beitragen können. (39,45,55). Stucke et al. (75) sind der Meinung, dass selbst bei histologischem Nachweis einer Degeneration der direkte Unfallzusammenhang bei adäquatem Trauma sehr wohl gegeben ist.

Es ist also nötig das ursächliche Ereignis und das histologische Ergebnis gegenüber zustellen, um so den direkten Unfallzusammenhang (Kausalität) individuell für jeden Patienten zu klären(9,70). Ein Dauerschaden, im Sinne einer Minderung der Erwerbsfähigkeit, ist bei perioperativen Komplikationen, die beispielsweise zu einer Bewegungseinschränkung führen, anzunehmen (78).

2. Material und Methode

2.1. Patientenkollektiv

In den Jahren 1997 bis 2001 wurden im Städtischen Krankenhaus München-Harlaching 17 Patienten mit einer distalen Bizepssehnenruptur operativ versorgt. Von den insgesamt 17 Patienten konnten 15 Patienten an der Nachuntersuchung teilnehmen. Bei einem Patient wurde eine Annaht an den Musculus brachialis durchgeführt und einem Patient war es Zeitgründen nicht möglich an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

2.2. Methode

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine retrospektive Studie. Die Nachuntersuchung gliederte sich in 3 Teile.

Teil 1 (Allgemeiner Fragebogen):

Mit Hilfe eines eigens entwickelten Fragebogen wurden nach einem Zeitraum von mindestens 6 Monaten postoperativ folgende Punkte abgefragt:

- Anamnese (Stammdaten, Beruf, Unfallhergang, Grunderkrankungen, frühere Operationen)
- durchgeführte Diagnostik (klinische Untersuchung, Röntgen, MRT)
- Operation (Datum, Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes)
- Körperliche Untersuchung (Bewegungsausmaß (Flex/Ext; Sup/Pro), Sensibilitätsstörungen, Röntgen, Oberflächenwiederherstellung)

Es wurde hierzu auch die Patientenakte benutzt.

Teil 2 (DASH-Fragebogen):

Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien wurde auch der Fragebogen der amerikanischen Gesellschaft orthopädischer Chirurgen (AAOS) „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand outcome questionnaire“ benutzt. Dieser Fragebogen wurde speziell dafür entwickelt, die Einschränkungen der Patienten nach Verletzungen bzw. Operation der oberen Extremität zu evaluieren.

Teil 3 (Kraftmessung):

Die Kraftmessung fand im Gesundheitszentrum Germering statt. Die Messungen wurden mit Hilfe eines Kraftmesscomputers (KinCom 125AP, Chattecx Corp. Chattanooga, TN, U.S.A.) durchgeführt.

2.3. Kontrollgruppe

Zur besseren Vergleichbarkeit der Kraftmessergebnisse wurde eine Kontrollgruppe gebildet. Die Kontrollgruppe setzte sich aus 15 männlichen Probanden mit einem Altersdurchschnitt von 40 Jahren zusammen. Die Probanden wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt.

Auswahlkriterien:

- keine Verletzung an Hand, Ellenbogen oder Schulter
- Alter zwischen 35 – 65 Jahre
- Geschlecht: männlich

2.4. Fragebogen

Mit Hilfe eines eigens erstellten Fragebogens wurden die allgemeinen Patientendaten (Alter, Beruf, etc.) erhoben. Zusätzlich wurden Angaben zum Unfallhergang und zum Verhalten nach dem Unfall erörtert. Die Patienten wurden auch zu ihrer Beschwerdesymptomatik während des Unfalls, vor der Operation, nach der Operation und im Verlauf der Nachbehandlung sowie zur ihrer momentanen Situation befragt.

2.5. Klinische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung stand vor allem die Messung der Beweglichkeit im Vordergrund. Hinzu kamen noch die Prüfung der Sensibilität und der Vergleich der Muskelsilhouette des Musculus biceps brachii beider Arme.

Das Muskelrelief wurde quantitativ durch das visuelle Erscheinungsbild beurteilt. Das Bewegungsausmaß wurde mit Hilfe eines Winkelmessers bestimmt. Gemessen wurde beidseits die Range of Motion (ROM) in der Flexion und Extension im Ellenbogengelenk sowie in der Pronation und Supination des Unterarmes.

2.6. DASH-Fragebogen

Der DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) – Fragebogen wurde von der AAOS (American Association of orthopaedic surgeons) entwickelt. Der Fragebogen beinhaltet Fragen nach alltäglichen Tätigkeiten sowie nach dem psychischen Befinden.

Im nachfolgenden ist der jeweilige Index mit den zugehörigen Fragen dargestellt.

Komborbiditätsindex:

	Haben Sie das Problem?		Werden Sie deswegen behandelt?		Behindert Sie das Problem bei der Ausführung Ihrer Tätigkeiten?	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
4. Herzkrankung	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
5. Bluthochdruck	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
6. Lungenerkrankung	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
7. Diabetes	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
8. Ulkus- oder Magenerkrankung	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
9. Nierenerkrankung	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
10. Lebererkrankung	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
11. Anämie oder andere Bluterkrankungen	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
12. Krebs	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
13. Depressionen	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
14. Osteoarthritis / degenerative Arthritis	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
15. Rückenschmerzen	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
16. rheumatische Arthritis	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
17. andere medizinische Erkrankungen (bitte spezifizieren)	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein

Die Berechnung des Komorbiditäts-Index wurde wie folgt durchgeführt:

(Anzahl der mit „Ja“ beantworteten Fragen (4-17) / 42) x 100 = Komorbiditäts-Index

Beispiel: Ein Patient, der an einem Bluthochdruck leidet und medikamentös

behandelt wird, hätte nach der o.g. Formel einen Komborbiditätsindex von 4,8

Index bezogen auf die Relation zwischen Erwartung und tatsächlichem Ergebnis:

Das Ergebnis meiner Behandlung erfüllen meine Erwartungen	definitiv ja	Ja	nicht sicher	nein	definitiv nein	nicht anwendbar
31. Erleichterung der Symptome (Schmerz, Steifigkeit, Schwellung, Taubheit, Schwäche, Instabilität)	1	2	3	4	5	6
32. verrichten alltäglicher Hausarbeit und Gartenarbeit	1	2	3	4	5	6
33. komfortabler Schlafen	1	2	3	4	5	6
34. Rückkehr in Ihren Beruf	1	2	3	4	5	6
35. Sport machen und erholende Aktivitäten	1	2	3	4	5	6

Der „Erwartungsindex“ wird wie folgt berechnet:

((Gesamtergebnis der Fragen 31-35) – 1) x 100 / 4 (Bsp.: (5x1 – 1) x 100 / 4 = 100

DASH-Score:

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Starke Schwierigkeiten	Unmöglich
37. Öffnen eines geschlossenen oder neuen Glasbehälters	1	2	3	4	5
38. Schreiben	1	2	3	4	5
39. Schlüssel herumdrehen	1	2	3	4	5
40. Essen zubereiten	1	2	3	4	5
41. Öffnen einer schweren Tür	1	2	3	4	5
42. Heben eines Objektes in ein Regal, das sich über Kopfhöhe befindet	1	2	3	4	5
43. schwere Hausarbeiten verrichten (z.B. Wände, Böden reinigen)	1	2	3	4	5
44. Gartenarbeit	1	2	3	4	5
45. Betten machen	1	2	3	4	5
46. Tragen einer Einkaufstasche oder eines Pakets	1	2	3	4	5
47. Tragen eines schweren Gewichtes (über 10 lbs.)	1	2	3	4	5
48. Auswechseln einer Glühbirne Überkopf	1	2	3	4	5
49. Waschen oder Trocknen der Haare	1	2	3	4	5
50. Rückenwaschen	1	2	3	4	5
51. Anziehen eines Pullovers	1	2	3	4	5
52. Lebensmitteln mit dem Messer schneiden	1	2	3	4	5
53. Erholende Aktivitäten, die nur geringen Aufwand benötigen (z.B. Kartenspielen, Stricken, etc.)	1	2	3	4	5
54. Erholende Aktivitäten bei denen Sie etwas Kraft oder Bewegung Ihrer Armes, Schulter oder Hand benötigen (z.B. Golf, Tennis, Hämmern, etc.)	1	2	3	4	5
55. Erholende Aktivitäten bei denen Sie den Arm frei bewegen (z.B. Frisbee, Badminton, etc.)	1	2	3	4	5
56. Beweglichkeit (von einem Platz zum anderen)	1	2	3	4	5
57. sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

58. In welchem Ausmaß beeinflusste Ihre Verletzung im Arm, Schulter- oder Handbereich Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder Gruppen während der **letzten Woche**? (Markieren Sie eine Antwort)

1 Überhaupt nicht 2 wenig 3 mäßig 4 viel 5 stark

59. Waren Sie in der **letzten Woche** durch Ihre Verletzung im Arm, Schulter- oder Handbereich in Ihrer Arbeit oder in den normalen täglichen Aktivitäten behindert?

1 nicht behindert 2 leicht behindert 3 mäßig behindert 4 stark behindert 5 unmöglich

Bitte werten Sie die Stärke der folgenden Symptome in der **letzten Woche**. (Markieren Sie eine Antwort in jeder Zeile.)

	Keine	Leicht	mäßig	stark	Sehr stark
60. Schmerzen im Arm-, Schulter- oder Handbereich	1	2	3	4	5
61. Schmerzen im Arm-, Schulter- oder Handbereich wenn Sie spezielle Tätigkeiten ausführen	1	2	3	4	5
62. Kribbeln im Arm-, Schulter-, oder Handbereich	1	2	3	4	5
63. Schwächegefühl im Arm-, Schulter-, oder Handbereich	1	2	3	4	5
64. Steifigkeitsgefühl im Arm-, Schulter- oder Handbereich	1	2	3	4	5

65. Hatten Sie während der **letzten Woche** Schwierigkeiten beim Schlafen aufgrund von Schmerzen im Arm-, Schulter- oder Handbereich?

1 keine Schwierigkeiten 2 leichte Schwierigkeiten 3 mäßige Schwierigkeiten 4 stark Schwierigkeiten 5 so stark, das Sie nicht schlafen konnten

66. Sie fühlten sich zu weniger fähig, weniger zuversichtlich oder weniger nützlich wegen Ihrer Verletzung im Arm-, Schulter- oder Handbereich. (Markieren Sie eine Antwort.)

1 stimmt überhaupt nicht 2 stimmt nicht 3 teilweise Zustimmung 4 Zustimmung 5 trifft zu

Der DASH-Score wurde wie folgt berechnet:

Gesamtsumme – 30 (minimaler Wert) / 1.20 = DASH-Score

2.7. Meßverfahren der Maximalkraft und der Ausdauerfähigkeit

Die isokinetische Messung erfolgte mit Hilfe eines Kraftmesscomputers (KinCom 125AP, Chattecx Corp. Chattanooga, TN, U.S.A.), der freundlicherweise vom Gesundheitszentrum Germering zur Verfügung gestellt wurde. Getestet wurde die Maximalkraft und die Ausdauerfähigkeit in der Flexion und Extension sowie in der Supination und Pronation, jeweils im Vergleich des operierten zum gesunden Arm. Nach Durchsicht der Literatur wurde nach folgendem Testschema vorgegangen. Um die Maximalkraft zu testen hatten die Patienten 4 Wiederholungen bei einer Winkelgeschwindigkeit von $90^{\circ}/s$ bei der Flexion und Extension und von $120^{\circ}/s$ bei der Supination und Pronation. Die jeweiligen Werte des maximalen Drehmomentes („peak torque“) der 4 Wiederholungen wurden zusammengezählt und der Mittelwert gebildet.

Der Test der Ausdauerleistung verlief nach einem ähnlichem Schema, die Winkelgeschwindigkeit betrug in allen Bewegungen $240^{\circ}/s$. Die Flexion und Extension wurde 20mal und Supination bzw. Pronation wurde 10mal wiederholt. Ausgewertet wurde der Ermüdungsindex, der sich wie folgt berechnet.

Ermüdungsindex: $(\text{Anfangsdrehmoment} / \text{Enddrehmoment}) \times 100$

Es wurde jeweils mit dem gesunden Arm begonnen, so dass der Patient die Möglichkeit hatte sich an das Gerät zu gewöhnen.

Definitionen zur Kraftmessung:

Isokinetik:

Bewegungsform bei der eine definierte Geschwindigkeit über einen frei definierten wählbaren Bewegungsumfang apparativ konstant gehalten wird.

Drehmoment:

Ausmaß, mit dem eine Kraft das betreffende Glied um einen Drehpunkt rotieren kann.

Maximalkraft:

Größtmögliche Kraft, die das Nerv-Muskel System des Menschen willkürlich gegen einen Widerstand auszuüben vermag.

Ausdauerfähigkeit:

Fähigkeit eine bestimmte Leistung über einen möglichst langen Zeitraum aufrecht erhalten zu können



Abb. 22: Aufbau der Messung der Flexion und Extension (KinCom 125AP, Chattecx Corp. Chattanooga, TN, U.S.A.)

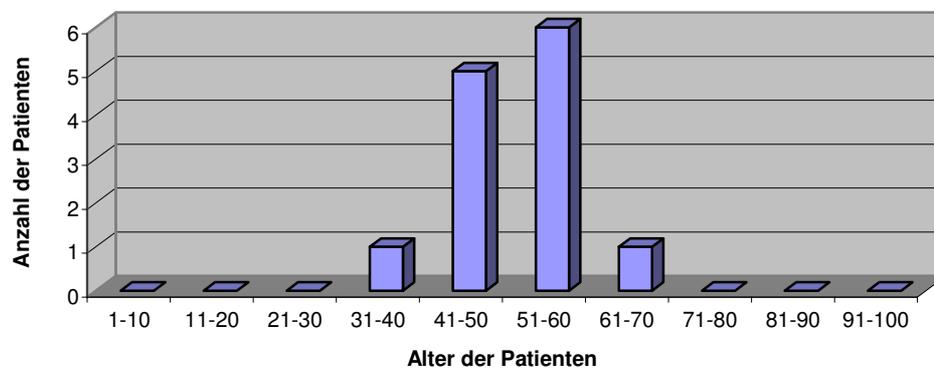
3. Ergebnisse

3.1. Auswertung des allgemeinen Fragebogens und der Krankenakte

3.1.1. Alters- und Geschlechtsverteilung

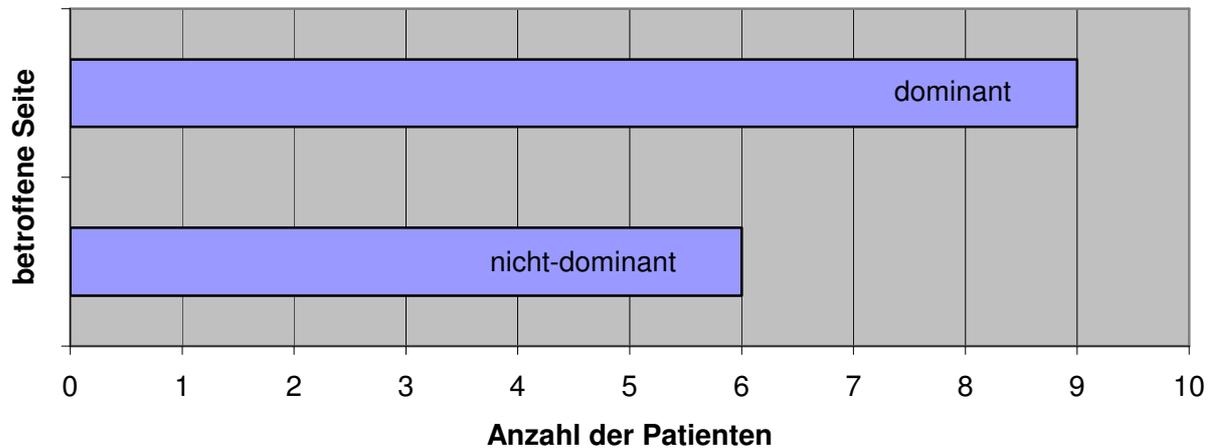
Die untersuchten Patienten waren alle männlich. Der Altersdurchschnitt zum Zeitpunkt des Unfalls lag bei 48,1 Jahren (± 14 Jahre).

Diagramm 1: Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls



3.1.2. Seitenverhältnis (dominant / nicht-dominant)

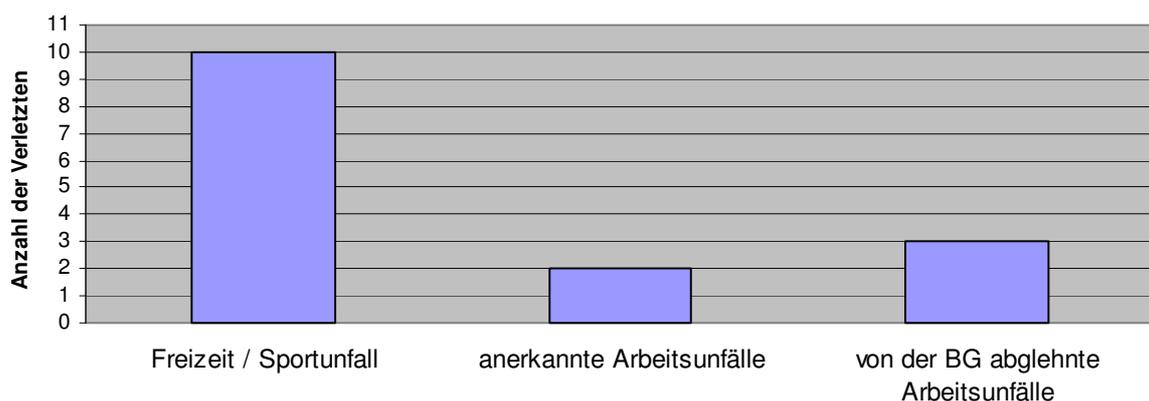
Diagramm 2: Anzahl der jeweils betroffenen Seite



Unter den Patienten sind 14 Rechtshänder und 1 Linkshänder. Im Falle des Linkshänders war der linke, also der dominante Arm betroffen. In der Gruppe der Rechtshänder war in 8 Fällen der dominante Arm und in 6 Fällen der nicht-dominante Arm betroffen.

3.1.3. Unfallart

Diagramm 3: Unfallart



Die Auswertung der Unfallart hat ergeben, dass sich 10 Patienten in Ihrer Freizeit verletzt haben. 5 Patienten haben sich die Ruptur während Ihrer beruflichen Tätigkeit zugezogen, wobei von der jeweiligen Berufsgenossenschaft nur in 2 Fällen ein Arbeitsunfall anerkannt wurde.

3.1.4. Analyse der Unfallmechanismen

Die Rekonstruktion der einzelnen Unfallhergänge hat ergeben, dass der Unfallmechanismus sich dahingehend unterscheidet, in welcher Stellung sich das Ellenbogengelenk befand und welche Art von Arbeit der Musculus biceps brachii leistete.

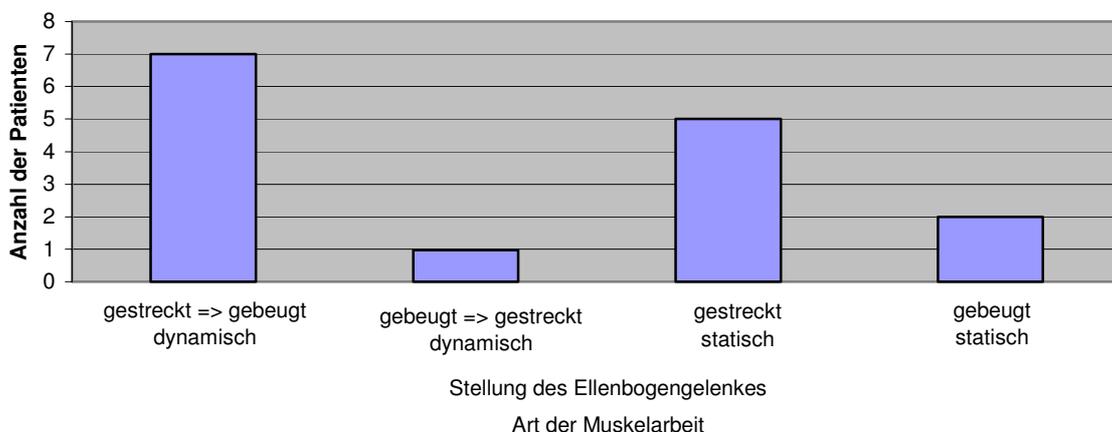
5 der 15 Patienten wollten eine schwere Last heben oder auffangen. Das Ellenbogengelenk war hierbei in einer gestreckten Position. Der Musculus biceps brachii befand sich folglich in einem gedehnten Zustand.

7 Patienten versuchten einen großen Widerstand, indem sie an einer schweren Last zogen oder diese anhoben, zu überwinden. Hierbei wurde das Ellenbogengelenk von der gestreckten Position und in die gebeugte Position überführt.

Bei einem Patienten stellte sich der Unfallmechanismus wie folgt dar, das Ellenbogengelenk befand sich in der Beugstellung, der M. biceps brachii war dementsprechend kontrahiert und die distale Sehne stand folglich unter einer erhöhten Spannung. Durch eine schlagartig auftretende Kraft wurde der Arm in die gestreckte Position überführt.

Die restlichen 2 Patienten wollten einen schweren Gegenstand tragen, das Ellenbogengelenk war hierbei 90 Grad gebeugt. Der M. biceps brachii leistete hierbei isometrische Arbeit.

Diagramm 4: Unfallmechanismen



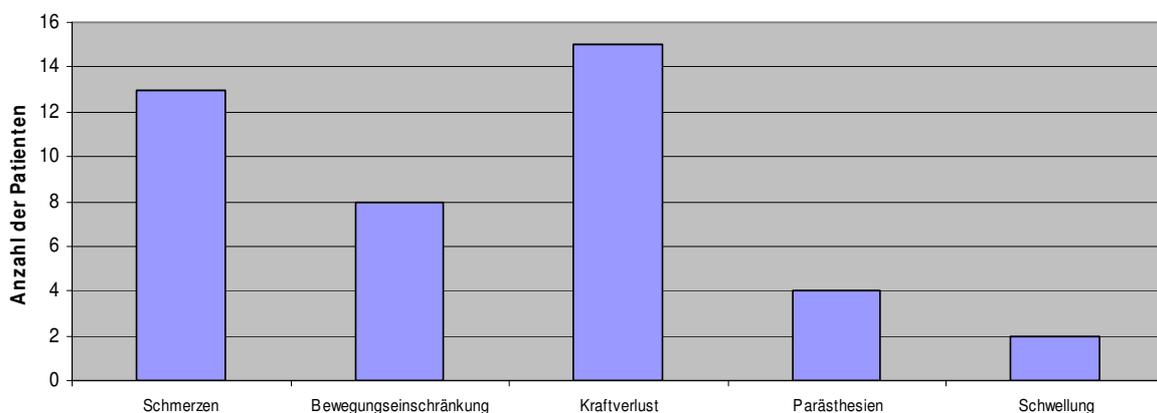
3.1.5. Rupturereignis

Das Rupturereignis an sich gleicht dem der Achillessehnenruptur. Ein Teil der Patienten gab, ein Geräusch, ähnlich wie ein Peitschenknall gehört zu haben. Die Schmerzsymptomatik wurde in allen Fällen als akuter stechender Schmerz mit akutem Kraftverlust beschrieben. Die akute Schmerzsymptomatik hielt aber nur eine kurze Dauer an, im weiteren Verlauf traten dann leicht ziehende Schmerzen vor allem bei Bewegung und Belastung auf.

3.1.6. Klinische Symptomatik

Im folgenden Diagramm ist die klinische Symptomatik, die die Patienten bei der ersten klinischen Untersuchung nach dem Unfall angegeben haben, dargestellt. Alle Patienten gaben einen Kraftverlust des betroffenen Armes in der Beugebewegung, wie auch in der Unterarmdrehbewegung an. 13 der 15 Patienten klagten zudem über leichte bis mäßige Schmerzen im Bereich der Ellenbeuge. Bei 4 Patienten stellten sich Parästhesien vor allem im Bereich der Ellenbeuge, mit zeitweiliger Ausstrahlung in den beugeseitigen Unterarm, dar. Eine Bewegungseinschränkung des Ellenbogengelenkes war bei 8 Patienten festgestellt worden. Eine Schwellung im Bereich der Rupturstelle zeigte sich lediglich bei 2 Patienten.

Diagramm 5: Klinische Symptomatik



3.1.7. Diagnostik

3.1.7.1. Röntgen

Bei 13 Patienten wurde eine Röntgenaufnahme des Ellenbogengelenks in 2 Ebenen durchgeführt. Dadurch konnte eine knöcherner Beteiligung ausgeschlossen werden. In 2 Fällen wurde aufgrund einer primär durchgeführten Kernspintomographie auf ein Röntgenbild verzichtet.

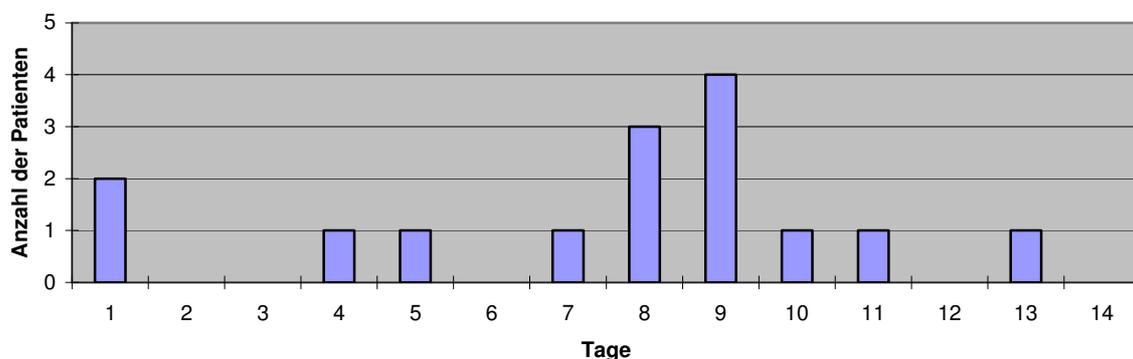
3.1.7.2. Kernspintomographie

Bei 14 Patienten wurde eine Kernspintomographie durchgeführt. Die Diagnosestellung war aber nicht in allen Fällen eindeutig möglich, so dass in 4 Fälle lediglich ein Verdacht geäußert werden konnte und einem Fall eine Teilruptur diagnostiziert wurde. In einem Fall wurde aufgrund der eindeutigen Klinik auf ein Kernspintomographie verzichtet.

3.1.8. Zeitspanne: Unfall bis zur operativen Versorgung

Der Zeitraum zwischen Trauma und operativer Versorgung betrug im Durchschnitt 6,5 Tage ($\pm 5,5$ Tage).

Diagramm 6: Zeitspanne Unfall / Operation



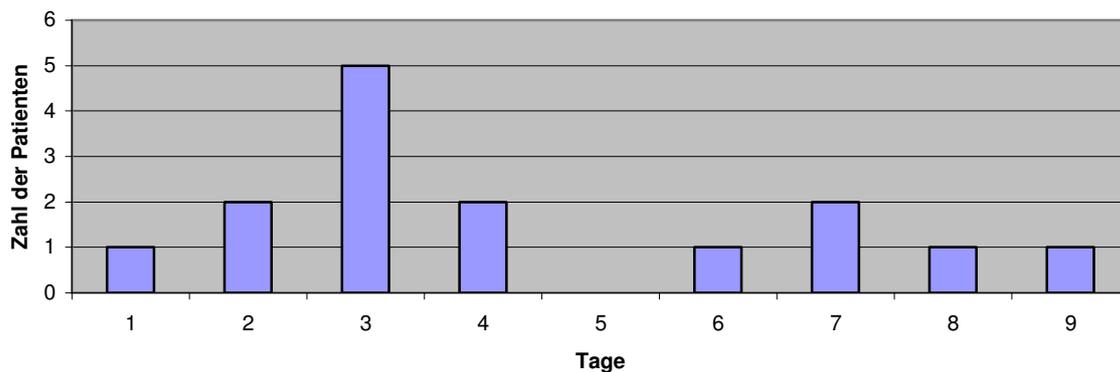
3.1.9. Histologische Ergebnisse

Bei 6 Patienten wurde intraoperativ eine Gewebeprobe aus dem Sehnenstumpf entnommen. Die histologische Auswertung zeigte in 4 Fällen degenerative Veränderungen bzw. Hinweise auf ein mehrzeitiges Geschehen. In 2 Fällen wurden Hinweise auf ein akutes traumatisches Geschehen gefunden, ohne Anhaltspunkte einer Degeneration. In den restlichen 9 Fällen wurde aufgrund der fehlenden Konsequenz (keine BG-Fall, etc.) auf eine histologische Untersuchung verzichtet.

3.1.10. Dauer des Krankenhausaufenthaltes

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Krankenhaus betrug 4,3 Tage, wobei die Extremwerte von einem bis zu 9 Tage reichten.

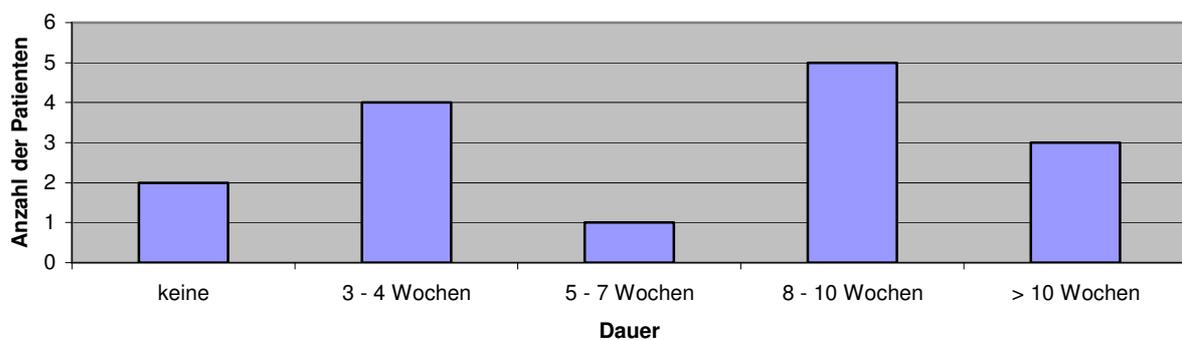
Diagramm 7: Dauer des Krankenhausaufenthaltes



3.1.11. Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Ein wichtiger Punkt bei der Auswertung war auch die Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Bei 2 Patienten war keine Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung nötig, sie gingen Ihrer beruflichen Tätigkeit im Rahmen der erlaubten Belastung nach. Für den Zeitraum von 3 – 4 Wochen waren 4 Patienten arbeitsunfähig. 1 Patient musste für die Dauer von ca. 6 Wochen krankgeschrieben werden. Bei 8 Patienten lag die Dauer der Arbeitsunfähigkeit über 7 Wochen, bei 3 davon sogar über 10 Wochen.

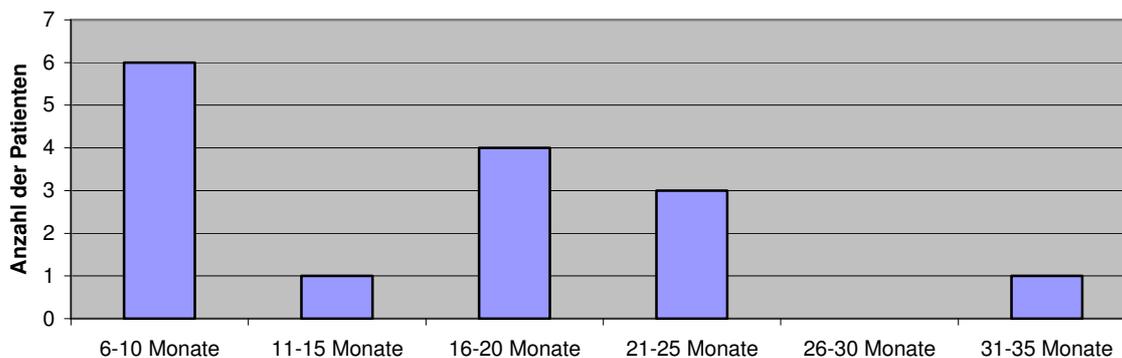
Diagramm 8: Dauer der Arbeitsunfähigkeit



3.1.12. Nachuntersuchungszeitraum

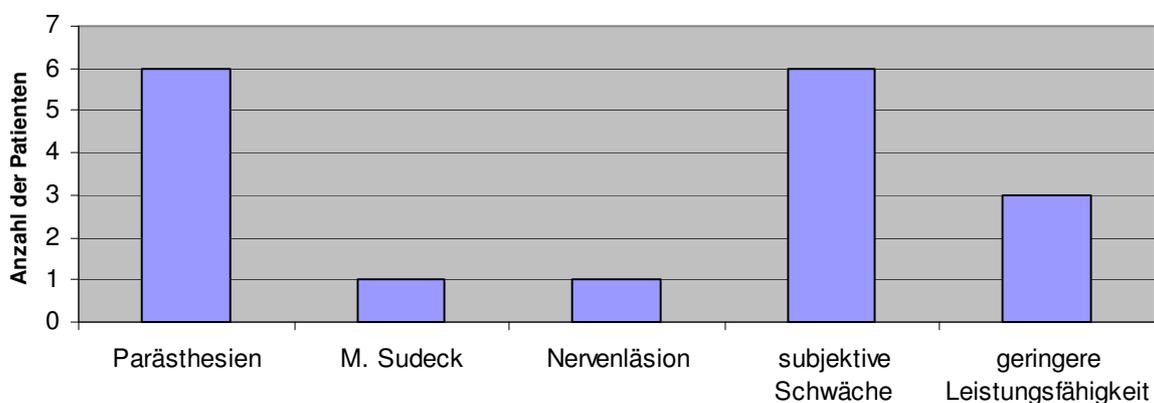
Die Nachuntersuchung wurde frühestens 6 Monate postoperativ durchgeführt.

Diagramm 9: Nachuntersuchungszeitraum



3.1.13. Komplikationen bzw. andauernde Beschwerden

Diagramm 10: Komplikationen und andauernde Beschwerden

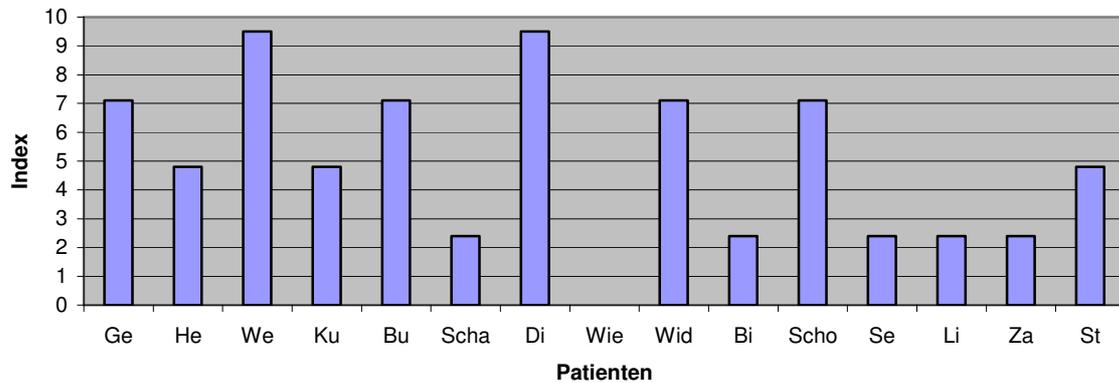


Die Patienten wurden abschließend auch nach Ihren noch bestehenden Beschwerden gefragt. In 6 Fällen wurden Parästhesien am radialseitigen Unterarm und im Bereich der Narbe angegeben. Das Gefühl eines Kraftverlustes des operierten Armes hatten 6 Patienten. 3 Patienten berichteten über eine geringere Kraftausdauer. Bei einem Patienten wurde postoperativ eine Läsion eines sensiblen Endastes des N. musculocutaneus festgestellt. Ein Patient entwickelte postoperativ einen Morbus Sudeck.

3.2. Auswertung des DASH-Fragebogens

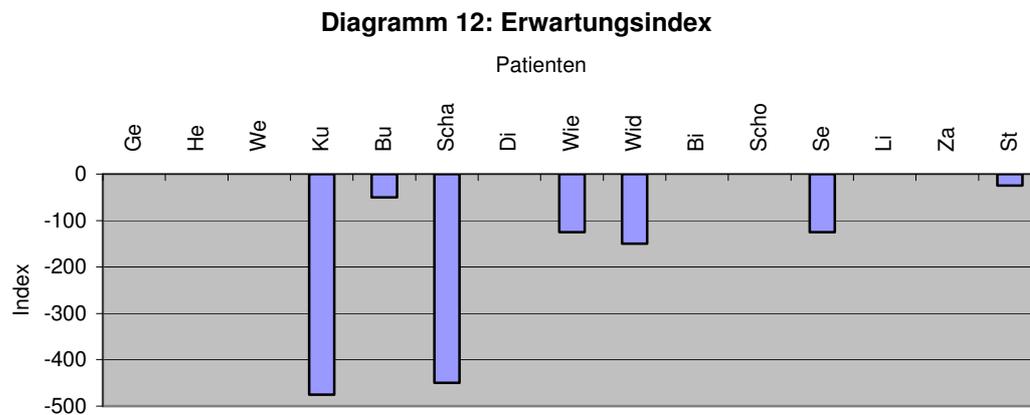
3.2.1. Komorbiditäts-Index

Diagramm 11: Komorbiditäts-Index



Der Komorbiditäts-Index hat einen Wert von 0 (keine Komorbidität) – 100 (größtmögliche Komorbidität). Man sieht im Diagramm, dass die Patienten maximal den Wert 9,5 erreichen. Die Komorbidität ist bei allen Patienten somit als gering einzustufen. Zur besseren Veranschaulichung und zur einfacheren Zuordnung zu den jeweiligen Kraftmessungen werden die Patienten mit dem jeweiligen Namenskürzel einzeln aufgeführt.

3.2.2. Erwartetes Behandlungsergebnis

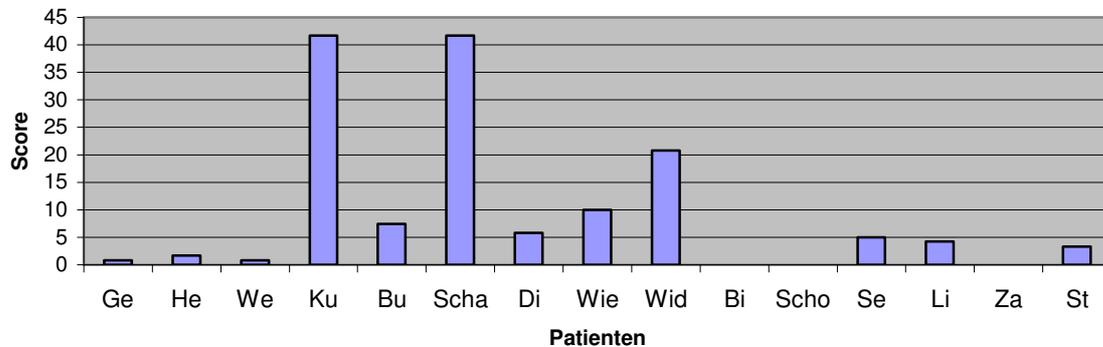


Der Erwartungsindex hat einen Wert von 0 (zu 100% zufrieden) und 500 (sehr unzufrieden).

Man erkennt im Diagramm, dass bei 8 Patienten die Erwartungen bezüglich der Therapie zu 100% erfüllt wurden. Bei 2 Patienten wurden die Erwartungen mit geringen Einschränkungen erfüllt. 3 der 15 Patienten hatten ein wesentlich besseres Ergebnis erwartet. Und 2 Patienten waren mit dem Ergebnis sehr unzufrieden.

3.2.3. DASH-Score

Diagramm 13: DASH-Score



Der DASH-Score hat einen Wert von 0 (keine Einschränkung der Funktion) bis 100 (behinderte Funktion).

3 der 15 Patienten hatten keinerlei Einschränkungen der Funktion des betroffenen Armes. 6 Patienten haben geringe Einschränkungen in der Ausführung bestimmter Tätigkeiten. Mäßige Einschränkungen mussten bei 3 Patienten zur Kenntnis genommen werden. Bei den restlichen 3 Patienten sind teilweise erhebliche Einschränkungen bei den abgefragten Tätigkeiten des DASH-Fragebogens zu verzeichnen.

3.3. Auswertung der klinischen Untersuchung

3.3.1. Muskelrelief

Diagramm 14: Muskelrelief



Die Begutachtung des kosmetischen Erfolges der operativen Versorgung erfolgte rein durch den visuellen Eindruck. Bei 12 Patienten ließ sich kein Unterschied zur gesunden Seite erkennen. Bei einem Patienten zeigte sich ein atrophiertes Bizepsmuskeln und bei 2 weiteren Patienten war eine fortbestehende Retraction des Muskelbauches nach proximal zu erkennen. Ein Hinweis auf eine Re-Ruptur in diesen Fällen zeigte sich aber nicht. Bei den 3 betroffenen Patienten hatte das „kosmetische“ Ergebnis aber keinen Einfluss auf die Beweglichkeit bzw. die Kraftentfaltung.

3.3.2. Röntgen

Bei 8 Patienten konnte postoperativ eine Röntgenaufnahme des betroffenen Ellenbogengelenks in 2 Ebenen durchgeführt werden. Bei allen zeigte sich eine regelrechte Lage der Knochenanker. In 5 Fällen war eine heterotope Ossifikation im Bereich der Insertionsstelle zu erkennen. Bei den restlichen 3 Aufnahmen war kein pathologischer Befund sichtbar.

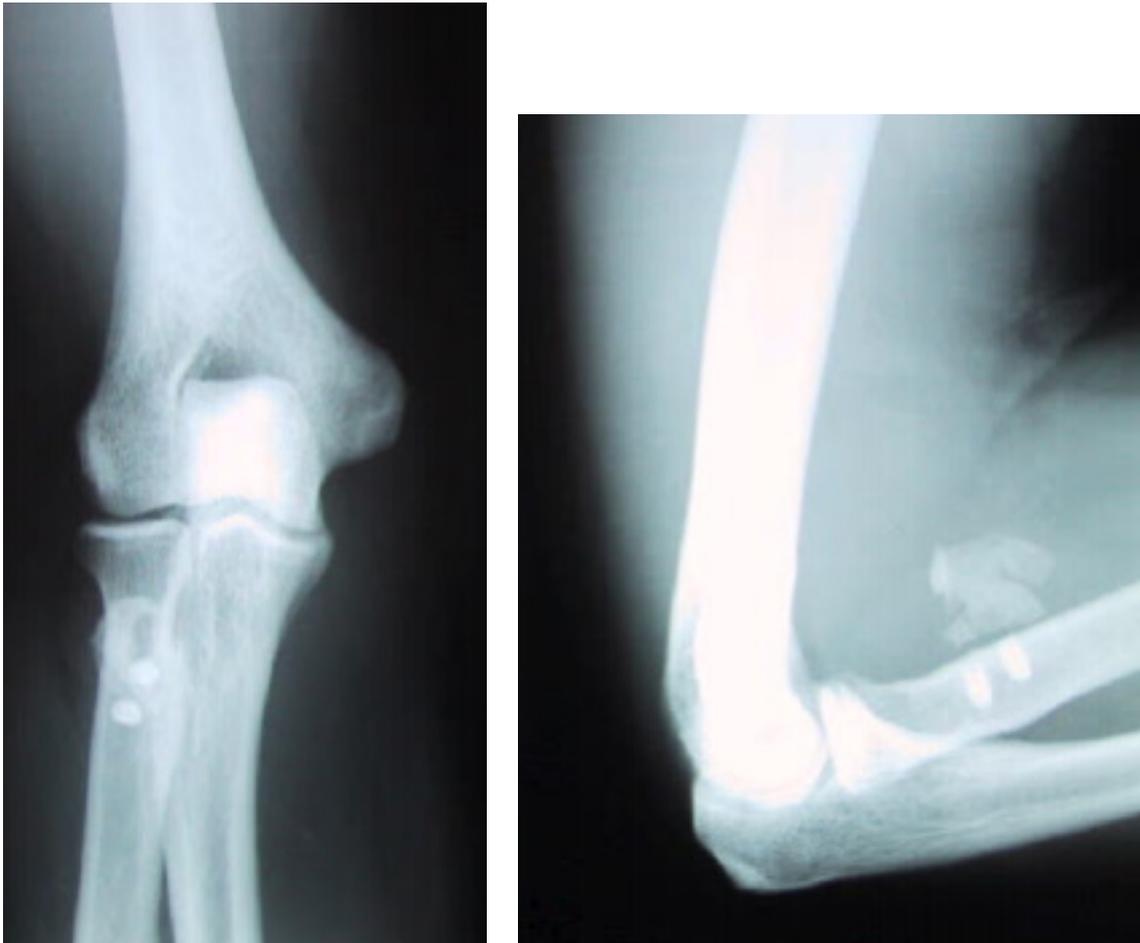


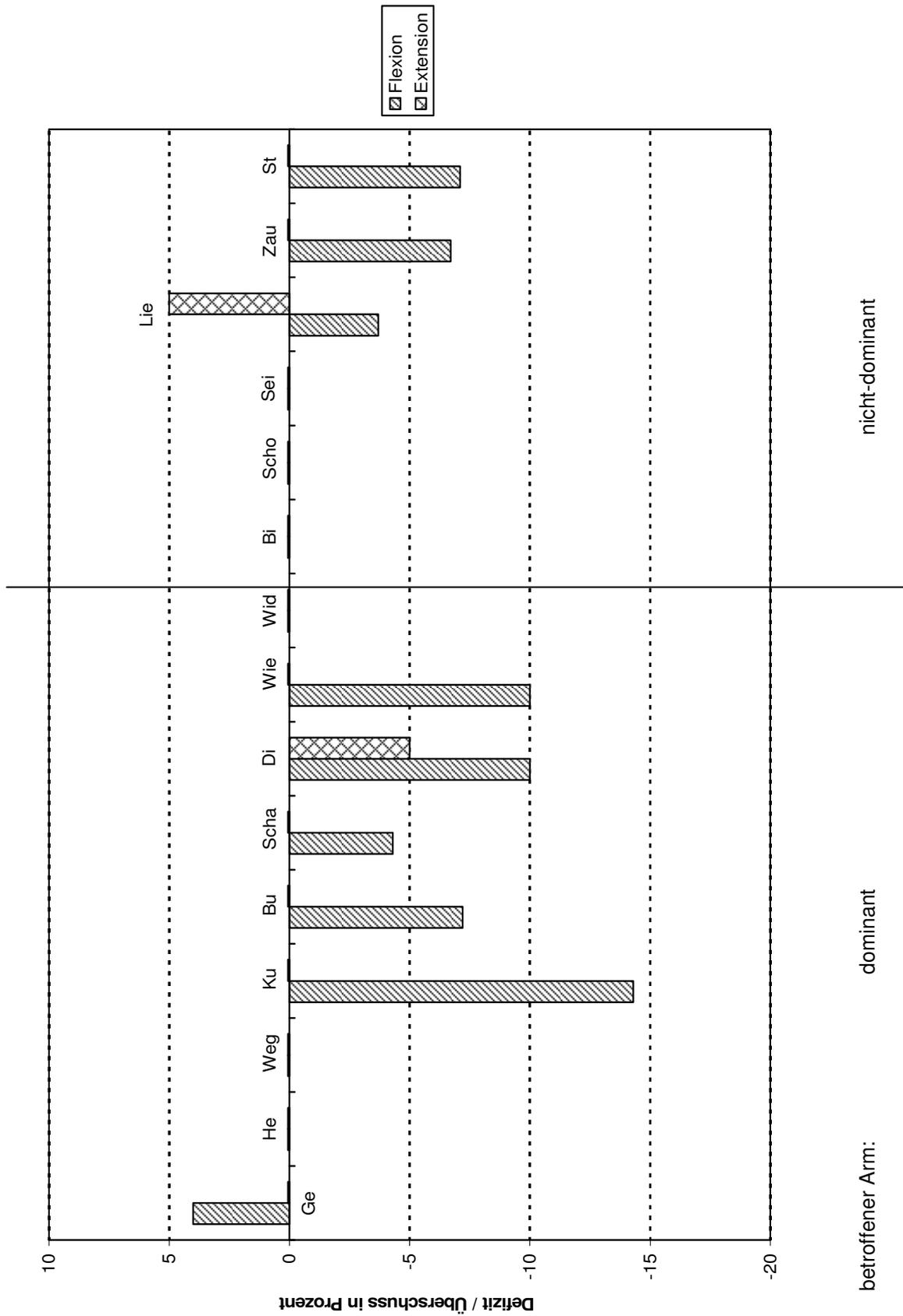
Abb. 22: Röntgenbild: Ellenbogen in 2 Ebenen mit heterotopen Ossifikationen

3.3.3. Auswertung der Range of Motion

Die Patienten wurden für die Auswertung der ROM in 2 Gruppen aufgeteilt. Bei der einen Gruppe war der dominante Arm der betroffene, bei der anderen der nicht-dominante. Das Bewegungsausmaß des gesunden Armes wurde dabei als 100 Prozent definiert. Angeben ist also das Defizit oder der Überschuss des operierten Armes bezogen auf 100 Prozent.

3.3.3.1. Auswertung der ROM in der Flexion und Extension

Diagramm 15: Range of Motion in der Flexion und Extension im Vergleich des operierten mit dem gesunden Arm
 (angegeben ist der Unterschied in Prozent; 100% = gesunder Arm)



3.3.3.1.1. Auswertung der ROM in der Flexion

Bei 7 Patienten war das Bewegungsausmaß in der Flexion im Vergleich zum gesunden Arm gleich oder größer. Bei den übrigen 8 Patienten war die ROM im Bereich zwischen 3,7 – 14,3 % vermindert.

Beispiel:

Bei dem Patienten „Di“ war der Bewegungsumfang in der Flexion und in der Extension geringer (5% bzw. 10%).

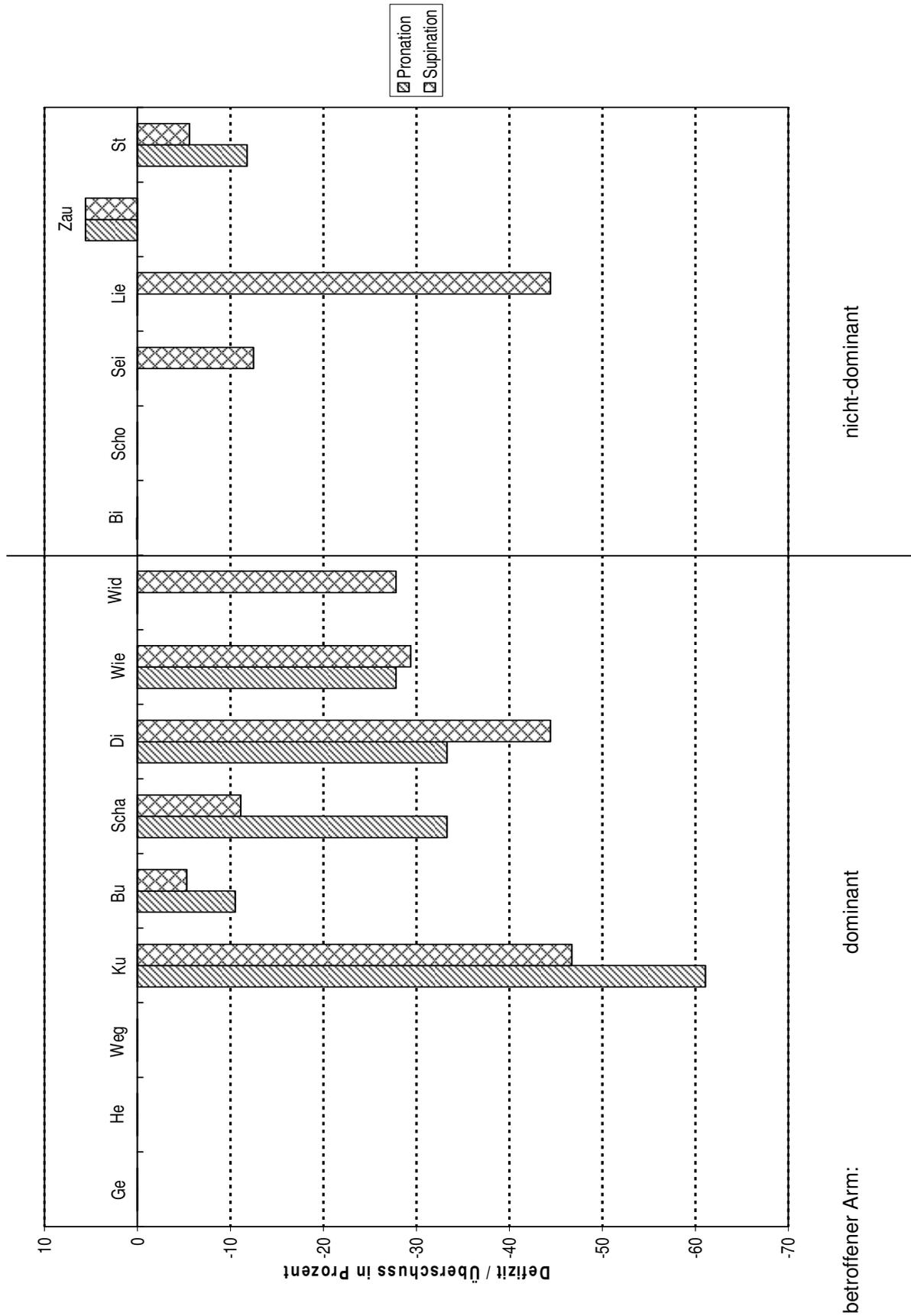
3.3.3.1.2. Auswertung der ROM in der Extension

Die ROM in der Extension war bei 13 Patienten bei beiden Armen identisch. In einem Fall war das Bewegungsausmaß sogar größer als beim gesunden Arm.

Der Patient „Di“ hatte wie bereits im vorherigen Punkt erwähnt eine eingeschränkte Beweglichkeit in der Streckung des operierten Armes. Die Beweglichkeit war hierbei um 5% im Vergleich zum gesunden Arm vermindert.

3.3.3.2. Auswertung der ROM in der Pronation und Supination

Diagramm 16: Range of Motion in der Supination und Pronation im Vergleich des operierten mit dem gesunden Arm
(angegeben ist der Unterschied in Prozent; 100% = gesunder Arm)



3.3.3.2.1. Auswertung der ROM in der Pronation

Man erkennt, dass die ROM in den Fällen, in denen der nicht-dominante Arm betroffen ist, bis auf einen Patienten zu 100% wiederhergestellt werden konnte. In der anderen Gruppe sind die Einbußen in der Beweglichkeit teilweise erheblich. 5 Patienten erreichen zu 90 % oder mehr das Bewegungsausmaß des gesunden Armes. Bei 3 Patienten wird die Beweglichkeit nur bis zu einem Bereich zwischen 65 und 75 % erreicht. Ein Patient erreicht sogar nur 38,9 % der Beweglichkeit des gesunden Armes.

3.3.3.2.2. Auswertung der ROM in der Supination

Die Auswertung der ROM in der Supination zeigt, dass 6 Patienten mindestens das Bewegungsausmaß des gesunden Armes erreichen.

Die restlichen 9 Patienten können je nach Größe des Defizits in drei Gruppen unterteilt werden.

In 3 Fällen wurden zwischen 87,5 – 94,7 Prozent der ROM des gesunden Armes erreicht. Bei 3 Patienten wurde ein Defizit im Bereich zwischen 27,8 – 29,4% gegenüber der gesunden Seite festgestellt. Die restlichen 3 Fälle wiesen ein Defizit zwischen 44,4 - 46,7 % auf.

3.4. Ergebnisse der isokinetischen Kraftmessung

3.4.1. Allgemeines

Um die isokinetischen Ergebnisse der Patienten und der Vergleichsgruppe besser bewerten können, wurde auch in der Literatur nach Studien gesucht, in denen, die Kräfte, die bei Flexion, Extension, Pronation und Supination auftreten, gemessen und bewertet wurden.

Askey et al (2) untersuchte bei 104 gesunden Probanden die Ellbogenflexion und -extension sowie die Unterarmpronation und -supination. Es zeigte sich, dass der dominante Arm um 6 % stärker ist, als der nicht-dominante. Wobei sich in der Flexion mit 3% und der Extension mit 4 % ein geringer Unterschied zeigte als in der Pronation mit 7 % und in der Supination mit 8 %. Der Unterschied ist in allen Bewegungsarten signifikant. Es ist aber sehr schwierig die „normalen“ Kraftverhältnisse exakt zu definieren. Einerseits braucht man für die Messungen genügend Probanden, da die individuellen Unterschiede groß sind. Desweiteren beeinflussen Technik und Position der Untersuchungsanordnung das Ergebnis. Die Kooperation und Motivation des Probanden ist natürlich auch eine erhebliche Einflußgröße (2).

Ähnliche Ergebnisse wie bei Askey zeigten sich in der Kontrollgruppe in der Arbeit von D'Alessandro et al. (16). Die Standardabweichung in der Flexion betrug 10% und in der Supination 20%. Der dominante Arm hatte in der Supination 3% mehr Kraft und 4% mehr Ausdauer, in der Flexion zeigte sich ein Plus von 4% in der Kraft und 6% in der Ausdauer.

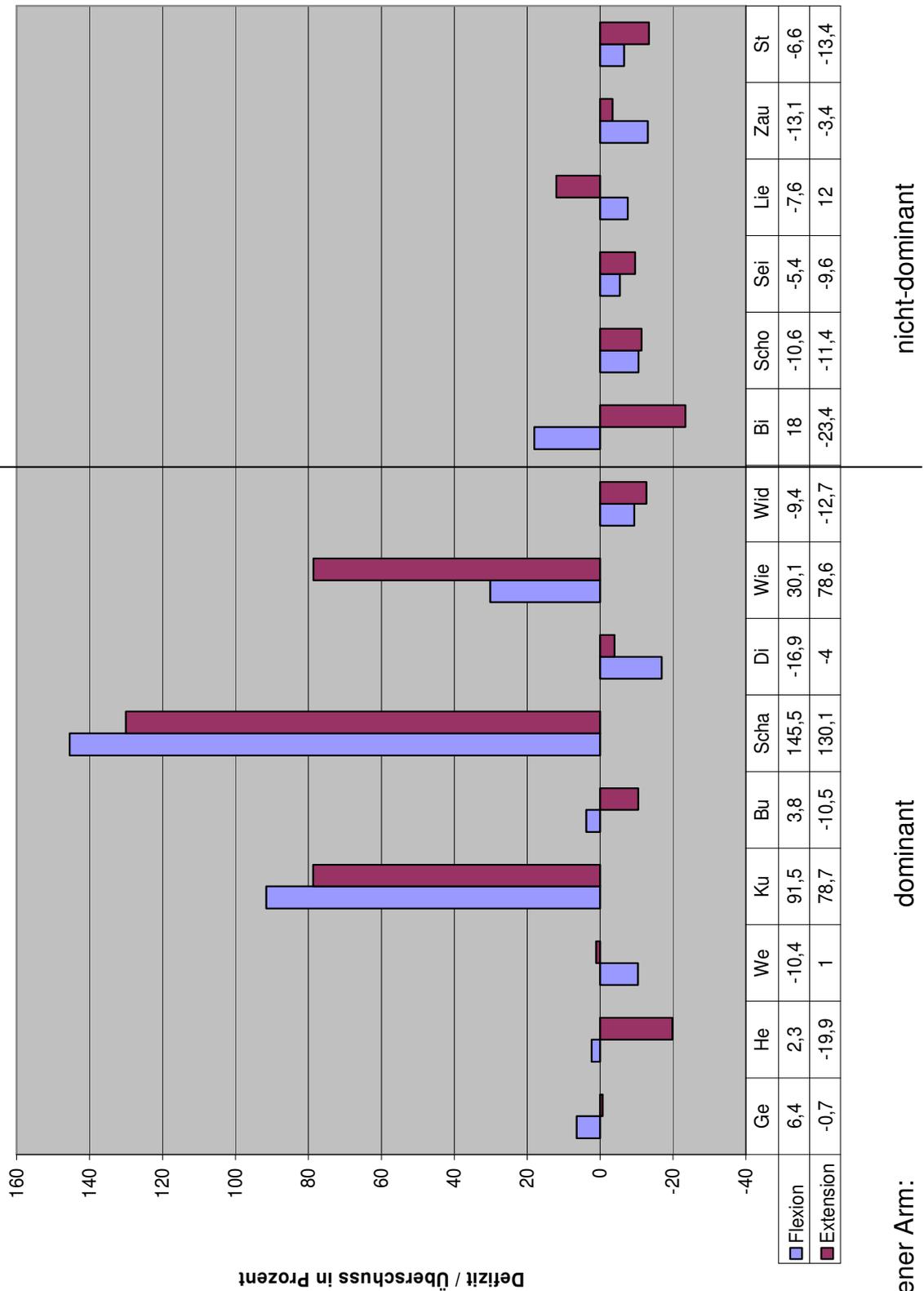
In einer Arbeit von Baker et al. (4) wurde 10 Probanden als Kontrollgruppe einer Kraftmessung unterzogen. In der Flexion war der dominante Arm in der Maximalkraft um 15% stärker und um 41% ausdauernder als der nicht-dominante. Bei der Maximalkraft in der Supination zeigte sich eine Differenz von 27% zu Gunsten des dominanten Armes, bei der Ausdauerleistung war die Differenz 41%.

Morrey et al. (59) führten im Jahre 1979 auch eine Kraftmessung bei 16 Probanden durch. Es zeigte sich, dass der dominante Arm in der Flexion um 6%, in der Extension um 5%, in der Supination um 10% und in der Pronation um 12% stärker war, als der nicht-dominante Arm.

In den folgenden Diagrammen ist jeweils das Verhältnis des nicht-dominanten zum dominanten Arm dargestellt.

3.4.2. Ergebnisse der Maximalkraftmessung in der Flexion und Extension

Diagramm 17: Maximalkraft in der Flexion und Extension im Vergleich des nicht-dominanten mit dem dominanten Arm (angegeben ist der Unterschied in Prozent; dominanter Arm = 100%)



betroffener Arm:

dominant

nicht-dominant

3.4.2.1. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Flexion

Die Auswertung der Messwerte der Maximalkraft in der Flexion des Ellenbogengelenkes zeigt, dass in der Gruppe der Patienten, bei denen der nicht-dominante Arm betroffen ist, bei 4 Patienten das normale oder sogar ein besseres Verhältnis zum dominanten Arm wiederhergestellt werden konnte. 2 Patienten hatten aber ein Defizit von 10,6 und 13,1 % zu verzeichnen. In der anderen Gruppe, in der auch die beiden Fälle mit den gravierenden Komplikationen aufgeführt sind, hat sich gezeigt, dass in 6 Fällen das Verhältnis zum dominanten Arm besser oder im Niveau des Normalwertes ist, so dass man sagen kann, dass die Patienten kein Kraftdefizit in der Beugebewegung des operierten Armes haben. Die restlichen 3 Fälle weisen aber einen großen Überschuss der Maximalkraft des nicht-dominanten Armes gegenüber dem operierten Arm auf. Folglich besteht ein großes Kraftdefizit, was natürlich auch durch die schmerzbedingte Schonung noch verstärkt wurde.

3.4.2.2. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Extension

Das Diagramm der Maximalkraft in der Extension ähnelt dem der Flexion. In den Fällen, bei denen der nicht-dominante Arm betroffen ist zeigt sich das bei 2 Patienten die Kraft vollständig wiederhergestellt werden konnte. Bei den restlichen 4 Patienten dieser Gruppe hat sich ein Kraftdefizit von 9,6 – 23,4 % gezeigt. Betrachtet man die andere Gruppe so lässt sich erkennen, dass bei 6 von 9 Patienten ein besseres oder ein normal negatives Verhältnis zum dominanten, operierten Arm besteht. Drei Patienten weisen dagegen, wie auch in der Flexion ein deutliches Defizit des dominanten Armes auf.

3.4.3.1. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Supination

Betrachtet man die individuellen Ergebnisse bei der Messung der Maximalkraft in der Supination, so erkennt man, dass in der Gruppe bei der nicht-dominante Arm betroffen ist, die Messwerte bis auf 2 Ausreißer in einem akzeptablen Rahmen liegen. In der anderen Gruppe sieht man hingegen, dass der dominante Arm in 4 Fällen teilweise ein erhebliches Kraftdefizit aufweist. In den restlichen 5 Fällen konnte hingegen kein Kraftdefizit nachgewiesen werden.

3.4.3.2. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Pronation

Die Auswertung der Messung der Maximalkraft in der Pronation zeigt in der Gruppe in der nicht-dominante Arm betroffen ist, dass sich lediglich in zwei Fällen eine leichte Schwäche des operierten Armes zeigt. Die andere Gruppe zeigt ebenfalls ein positives Ergebnis, in 5 Fällen zeigt sich keinerlei Kraftdefizit des operierten Armes, in einigen Fällen ist er sogar wesentlich stärker als der gesunde Arm.

3.4.4.1. Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Flexion

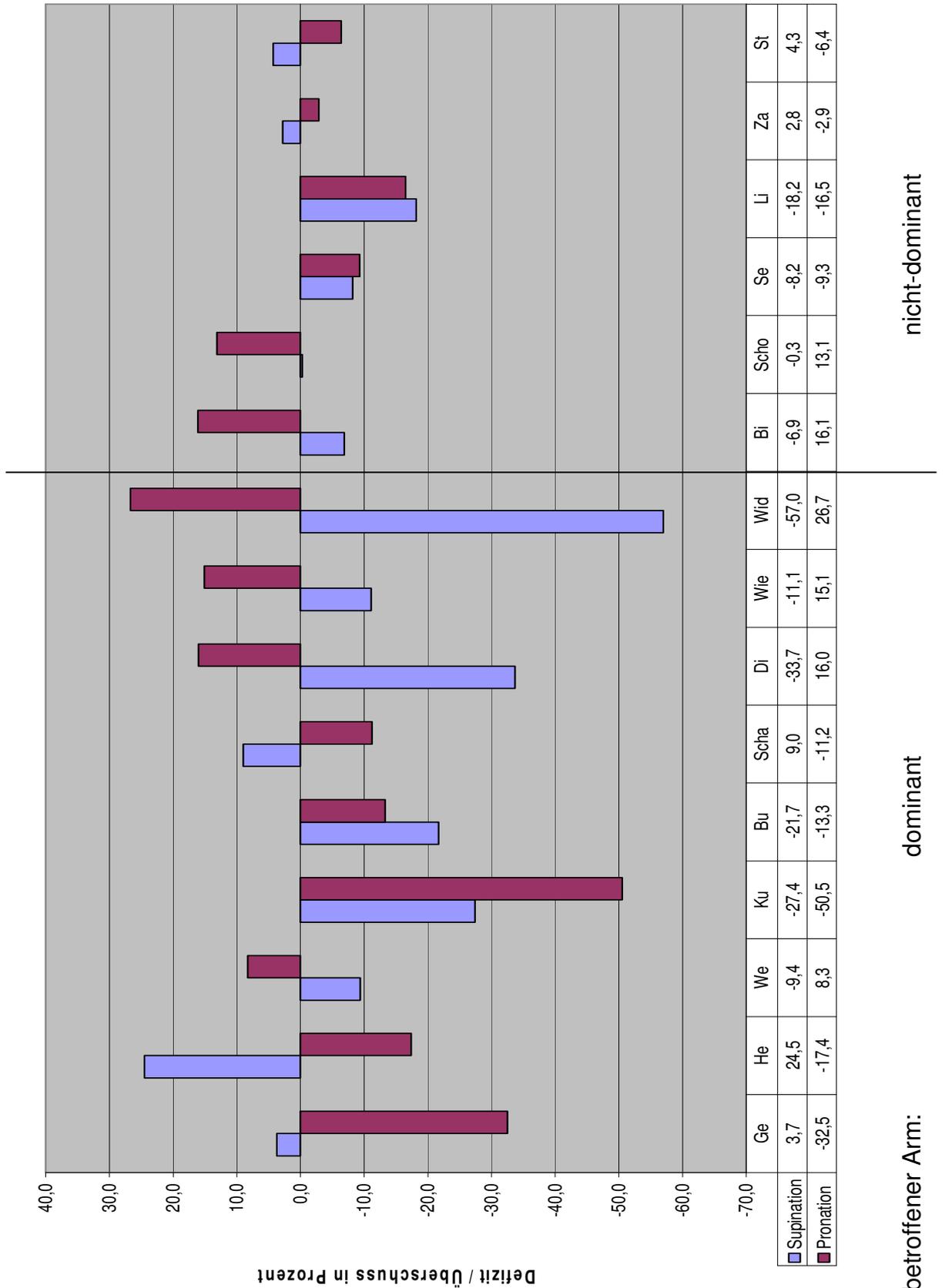
Betrachtet man die prozentualen Verhältnisse der Ausdauerfähigkeit beider Arme in der Beugebewegung, so sieht man in der Gruppe bei der nicht-dominante Arm betroffen ist, dass alle 6 Patienten ein gutes Resultat erzielt haben (- 18,1 % bis + 12,2 %. In der anderen Gruppe zeigt sich in 4 von 9 Fällen, das der dominante Arm nicht so ausdauernd seine Arbeit leisten kann wie der gesunde Arm (+ 6,6 % bis + 27,1 %. In den anderen 5 Fällen war der dominante Arm im Bereich von - 5,3 bis - 32,2 % ausdauernder als der nicht-dominante Arm.

3.4.4.2. Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Extension

Die Ergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Extension zeigen in der Gruppe bei der nicht-dominante Arm betroffen ein ähnliches Bild wie bei der Flexion. Das Verhältnis der Ausdauerfähigkeit des nicht-dominanten Armes zum dominanten Arm lag in einem Bereich von - 15,5 bis + 28,9 %. Die andere Gruppe zeigt in 6 Fällen ein zufrieden stellendes Ergebnis, die prozentualen Werte lagen zwischen - 13,0 und + 0,9 %. In 3 Fällen zeigte sich ein Defizit der Ausdauerfähigkeit, bei einem Überschuss des nicht-dominanten gesunden Armes zum dominanten operierten Arm von 14,7 bis 20,3 %.

3.4.5. Ergebnisse der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Supination und Pronation

Diagramm 20: Ausdauerfähigkeit in der Supination und Pronation im Vergleich des nicht-dominanten mit dem dominanten Arm (angegeben ist der Unterschied in Prozent; dominanter Arm = 100%)



3.4.5.1. Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Supination

Für die Ausdauerfähigkeit in der Supinationsbewegung lassen sich folgende Aussagen treffen. Die im Diagramm rechts stehende Gruppe zeigt in allen Fällen eine gute bis sehr gute Ausdauerfähigkeit des operierten Armes (- 18,2 % bis + 4,3 %). In der anderen Gruppe sind auch in 7 Fällen sehr gute Resultate erzielt worden (- 3,6 % bis - 57,0 %). Lediglich in 2 Fällen war ein Defizit der Ausdauerfähigkeit von 9,0 bzw. 24,5 % zu verzeichnen.

3.4.5.2. Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Pronation

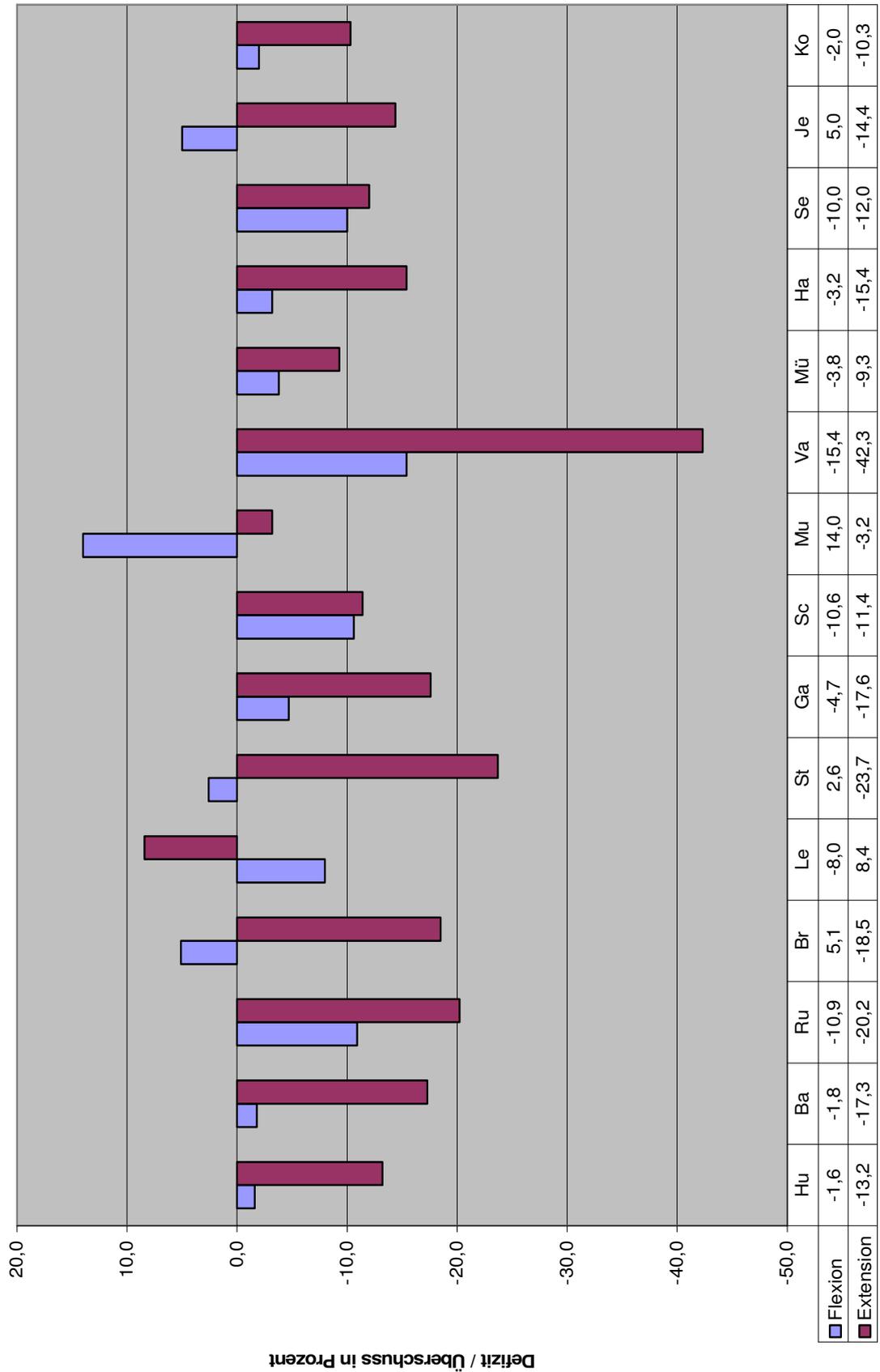
Genau wie in der Supination zeigt sich bei Ausdauerfähigkeit in der Pronation ein gutes bis sehr gutes Ergebnis in der oben stehenden Gruppe (- 16,5 % bis +16,1 %). In der Gruppe bei der der dominante Arm betroffen ist zeigt sich in 4 Fällen ein sehr gutes Ergebnis (-11,2 bis -50,5 %). Bei 6 Patienten ist jedoch eine teilweise erheblich verringerte Ausdauerfähigkeit zuerkennen (8,3 – 26,7 %).

3.5. Ergebnisse der isokinetischen Kraftmessung (Kontrollgruppe)

Zur Veranschaulichung der individuellen Unterschiede der Kraftverhältnisse zwischen dem nicht-dominanten und dem dominanten Arm in der Normalbevölkerung, wurde dieselbe Kraftmessung wie bei den Patienten, bei einer dem Alter und Geschlecht entsprechenden Kontrollgruppe durchgeführt. Hierbei wurde nicht zwischen Rechts- und Linkshänder unterschieden, sondern lediglich zwischen dem nicht-dominanten und dominanten Arm.

3.5.1. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Flexion und Extension

Diagramm 21: Maximalkraft in der Flexion und Extension im Vergleich des nicht-dominanten zum dominanten Arm
(angegeben ist der Unterschied in Prozent; dominanter Arm = 100%)



3.5.1.1. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Flexion

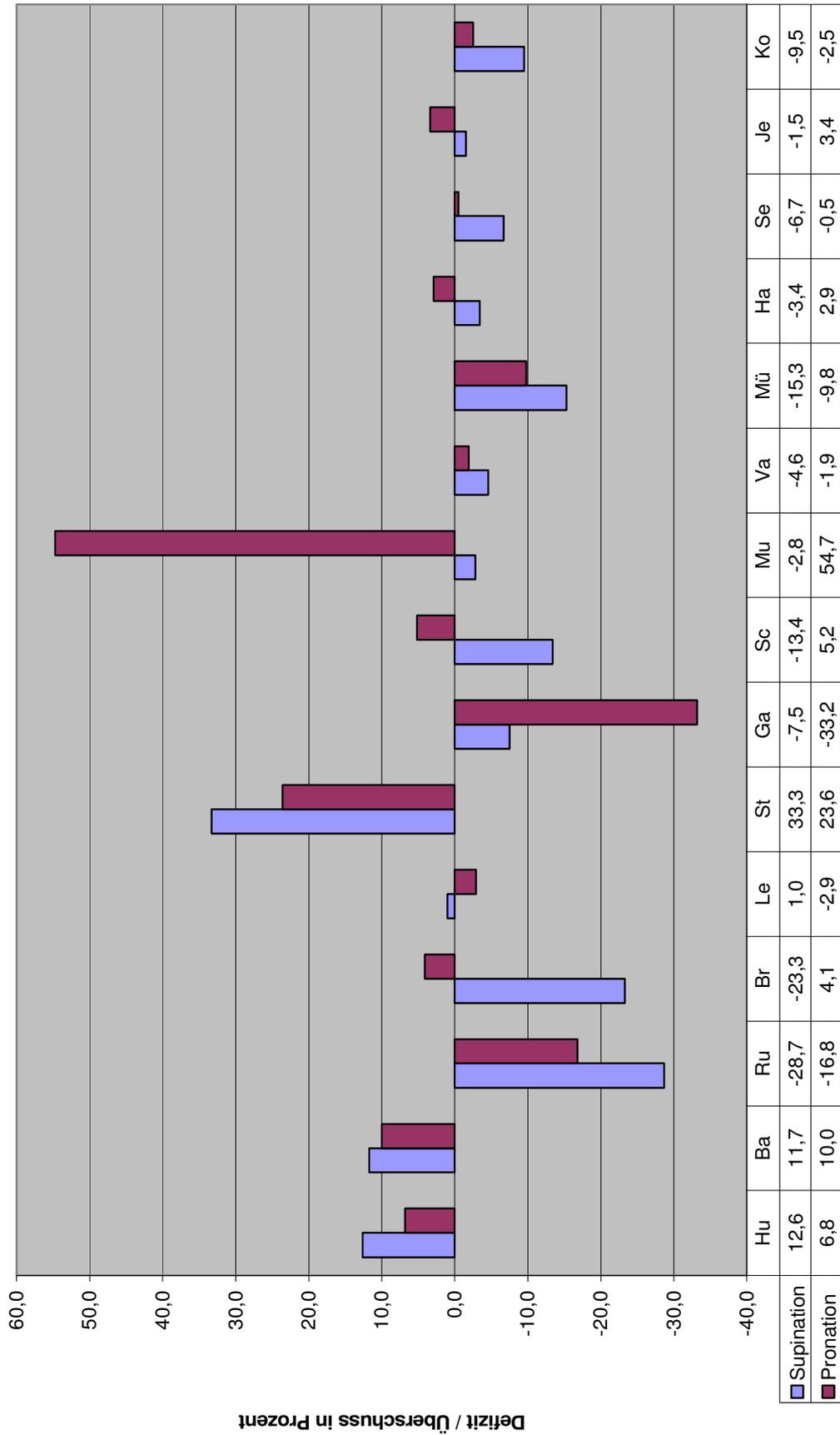
In dem vorangegangenen Diagramm sieht man, dass die Maximalkraft in der Flexion im Verhältnis zur Extension geringere Unterschiede aufweist. In einer Range zwischen einem Überschuss von 14% und einem Defizit von 15,4% bewegten sich die Unterschiede. Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 96,9 %.

3.5.1.2. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Extension

Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 85,3 % (Maximal: 108,4 %, Minimal: 57,7 %). Hier ist zu erkennen, dass bei 12 von den 15 Probanden ein Defizit von größer als 10% gegenüber dem dominanten Arm besteht.

3.5.2. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Supination und Pronation

Diagramm 22: Maximalkraft in der Supination und Pronation im Vergleich des nicht-dominanten zum dominanten Arm
(angegeben ist der Unterschied in Prozent; dominanter Arm = 100%)



3.5.2.1. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Supination

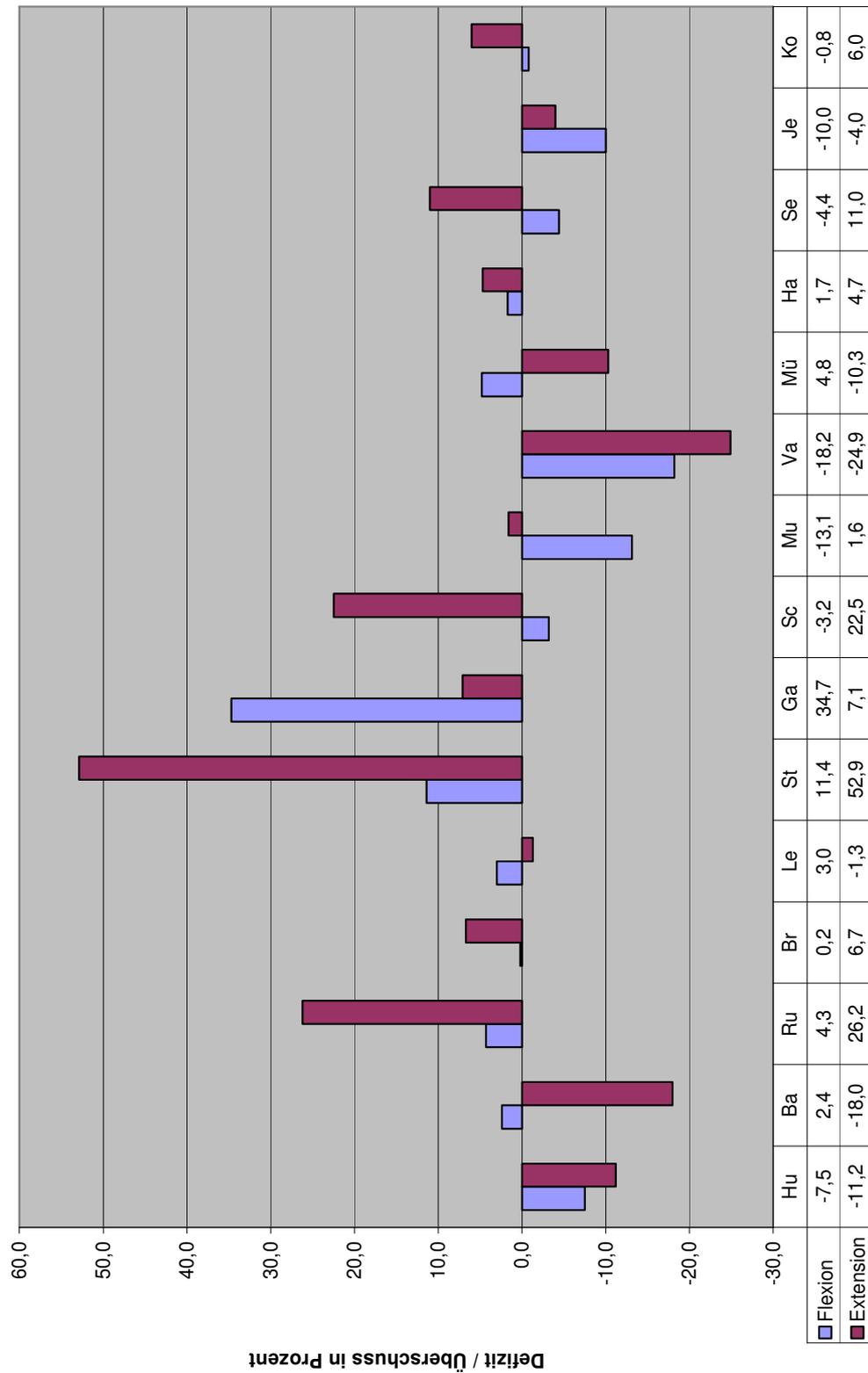
Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 96,1 % (Maximal: 133,3 %, Minimal: 71,3 %). Im Gegensatz zur Maximalkraft in der Pronationsbewegung betragen der Überschuss bzw. das Defizit in nahezu der Hälfte der Probanden mehr als 10 %.

3.5.2.2. Ergebnis der Messung der Maximalkraft in der Pronation

Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 102,3 % (Maximal: 154,7 %, Minimal: 66,8 %). Bei 9 von 15 Probanden zeigt sich, dass der Überschuss oder das Defizit des nicht-dominanten Armes zum dominanten Arm entweder 10% oder weniger beträgt.

3.5.3. Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Flexion und Extension

Diagramm 23: Ausdauerfähigkeit in der Flexion und Extension im Vergleich des nicht-dominanten zum dominanten Arm
(angegeben ist der Unterschied in Prozent; dominanter Arm = 100%)



3.5.3.1. Ergebnis der Messung der Ausdauer in der Flexion

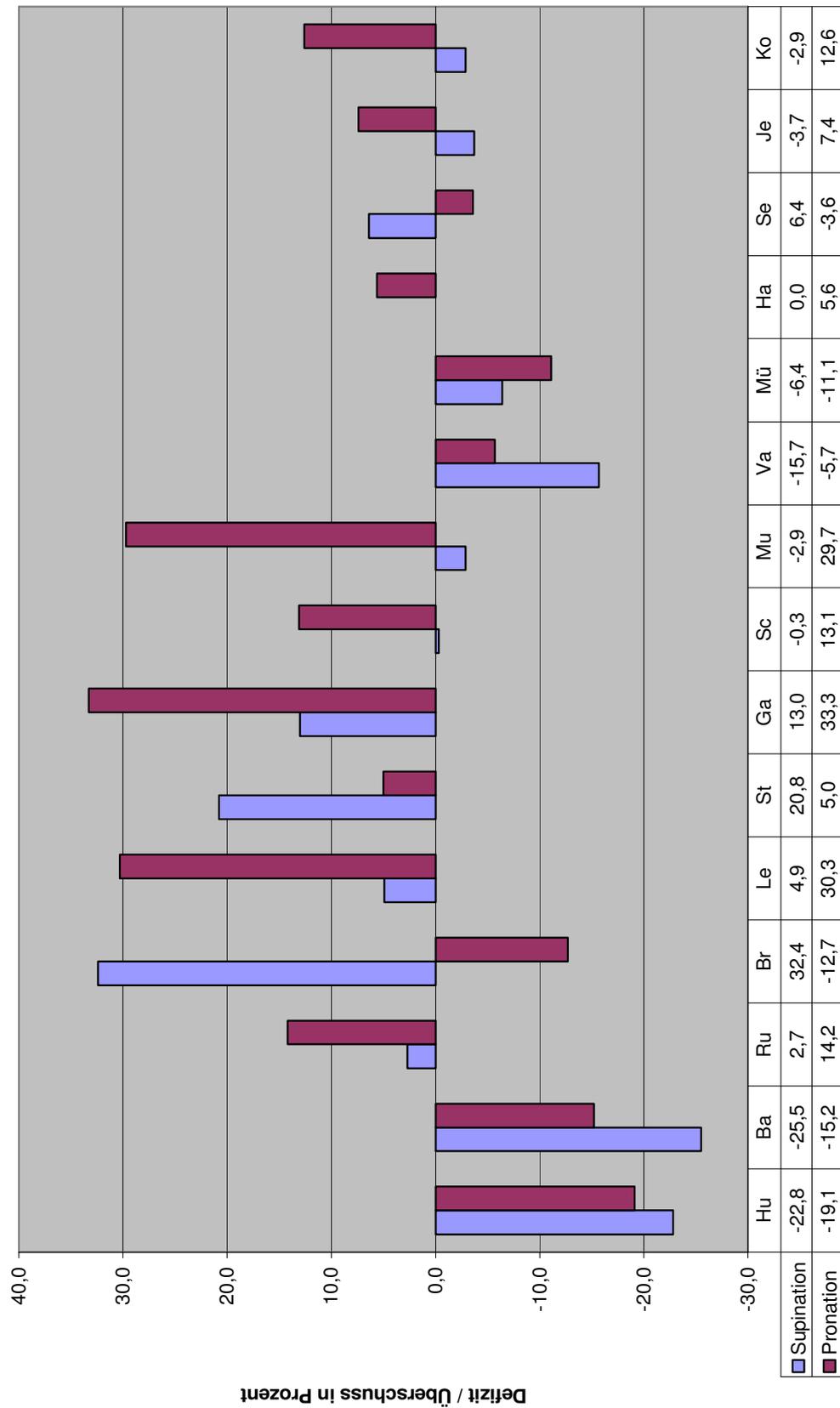
Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 99,69 % (Maximal: 134,7 %, Minimal: 81,8 %).

3.5.3.2. Ergebnis der Messung der Ausdauer in der Extension

Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 104,6 % (Maximal: 152,9 %, Minimal: 75,1 %).

3.5.4. Ergebnis der Messung der Ausdauerfähigkeit in der Supination und Pronation

Diagramm 24: Ausdauerfähigkeit in der Supination und Pronation im Vergleich des nicht-dominanten zum dominanten Arm
(angegeben ist der Unterschied in Prozent; dominanter Arm = 100%)



3.5.4.1. Ergebnis der Messung der Ausdauer in der Supination

Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 104,6 % (Maximal: 152,9 %, Minimal: 75,1 %).

3.5.4.2. Ergebnis der Messung der Ausdauer in der Pronation

Der Mittelwert der prozentualen Verhältnisse des nicht-dominanten zum dominanten Arm beträgt 104,92 % (Maximal: 133,3 %, Minimal: 80,9 %).

3.6. Vergleich der Messergebnisse der Patienten mit den der Probanden

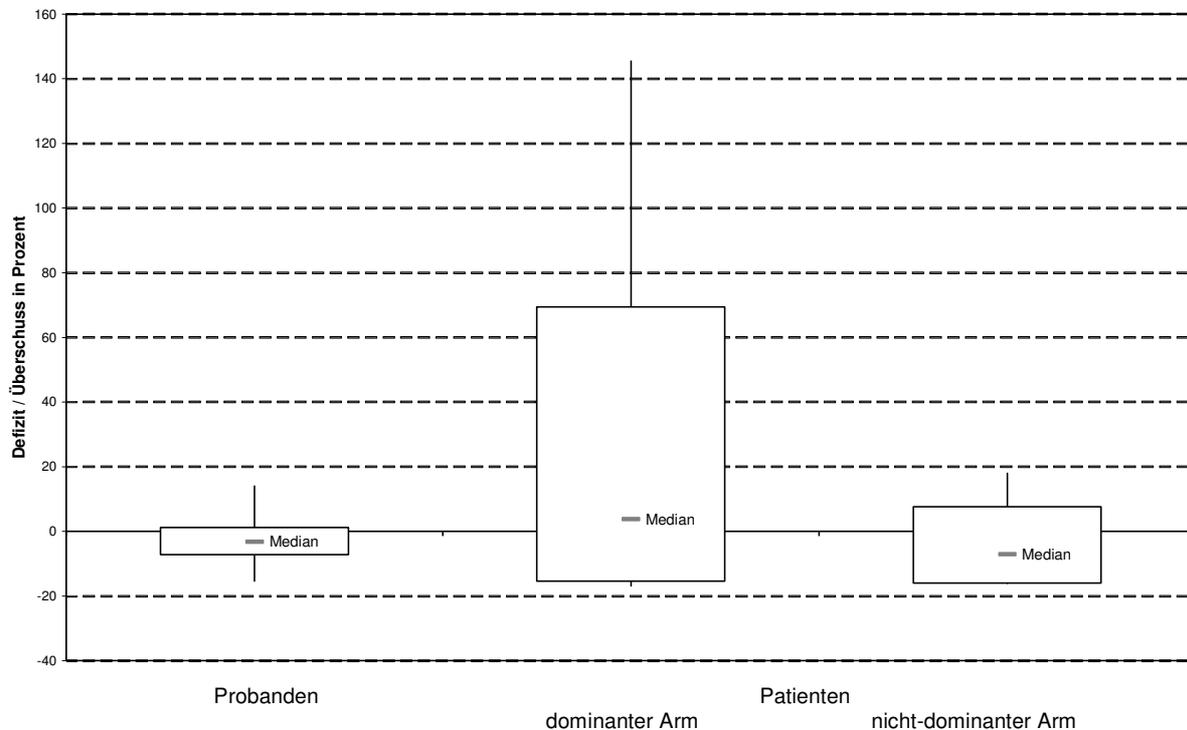
Für den Vergleich der jeweiligen Messergebnisse wurde das Konfidenzintervall (95%) berechnet.

Ein Konfidenzintervall ist ein Unsicherheitsbereich für die Schätzung eines interessierenden Parameters (zum Beispiel Mittelwert, Median, Differenz zweier Mittelwerte, Regressionskoeffizient, Differenz zweier Wahrscheinlichkeiten, Risk Ratio, Odds Ratio etc.) aus einer Stichprobe. Das Ergebnis einer solchen Schätzung ist abhängig von der gezogenen Stichprobe und weist damit eine Zufallsschwankung auf. Zur Berechnung eines Konfidenzintervalls muss man die gewünschte Überdeckungswahrscheinlichkeit spezifizieren. Ein 95%- Konfidenzintervall zum Beispiel ist ein Bereich, der den theoretischen(unbekannten) Wert des interessierenden Parameters mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% beinhaltet. (6)

Neben der explorativen Datenanalyse wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Tukey-HSD Test als post-hoc Test durchgeführt (SPSS 12.0). Es ergab sich lediglich in der Testung der Maximalkraft in der Extension eine signifikante Differenz zwischen der Patientengruppe in welcher der dominante Arm betroffen ist und den Probanden. Alle übrigen Vergleiche zeigten keinen signifikanten Unterschied.

3.6.1. Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Flexion

Diagramm 25: Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft bei der Flexion

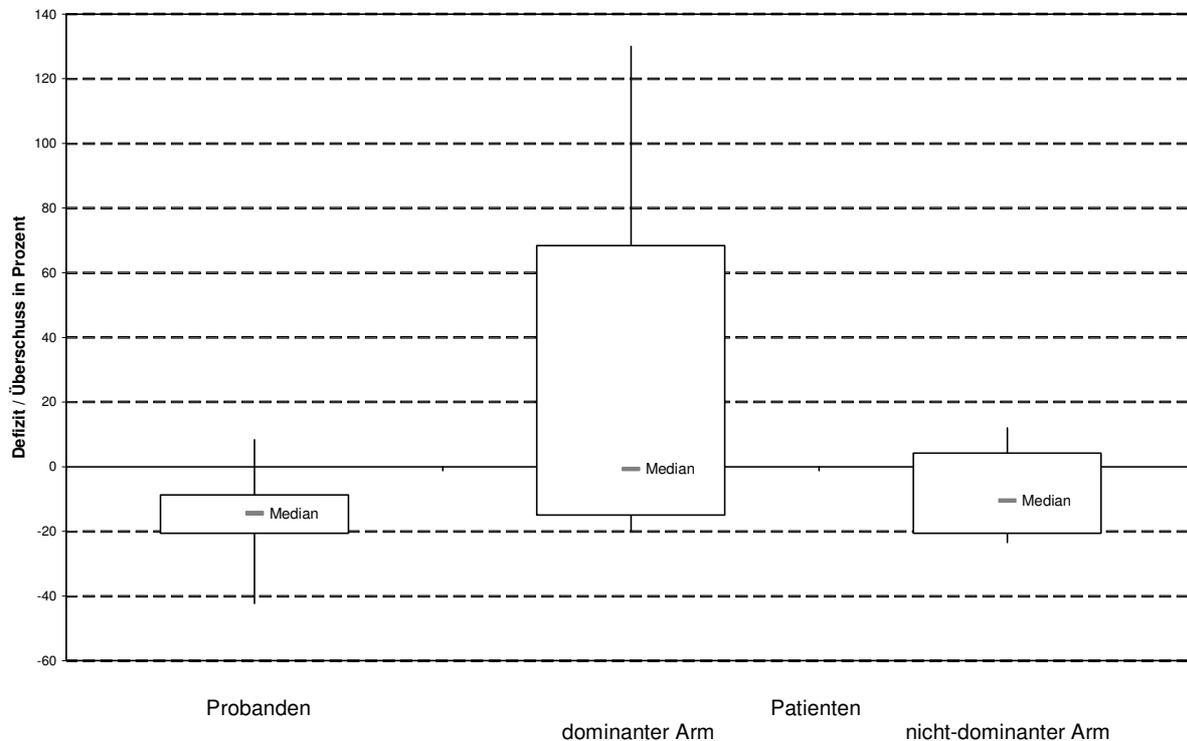


Betrachtet man lediglich die drei Mediane miteinander, so zeigt sich, dass der Median der Probanden bei -3,2% liegt und bei den Patienten bei denen der nicht-dominante Arm betroffen ist bei -7,1%. Folglich ist im Falle, dass der nicht-dominante Arm betroffen ist das Verhältnis zum dominanten Arm gering zu Gunsten des dominanten Armes verschoben. Im Vergleich dazu steht der Median der Gruppe der Patienten, bei denen der dominante Arm betroffen ist, er beträgt 3,8%. Das „normale“ Verhältnis ist somit genau umgekehrt. Einschränkend hierzu ist natürlich zu erwähnen, dass sich in dieser Gruppe die beiden Patienten mit den Komplikationen befinden, was auch zu einem wesentlichen größeren Konfidenzniveau führt. Das Ergebnis der Kraftmessung in der Flexion kann man folglich als gut bezeichnen, die Mediane der Patienten weichen nur geringfügig vom Median der Kontrollgruppe ab.

Statistisch gesehen zeigt sich im Vergleich der jeweiligen Patientengruppe mit den Probanden ein nicht signifikanter Unterschied. ($p=0,073$; dominanter Arm; $p=0,996$; nicht-dominanter Arm)

3.6.2. Vergleich der Messergebnisse in der Maximalkraft in der Extension

Diagramm 26: Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Extension

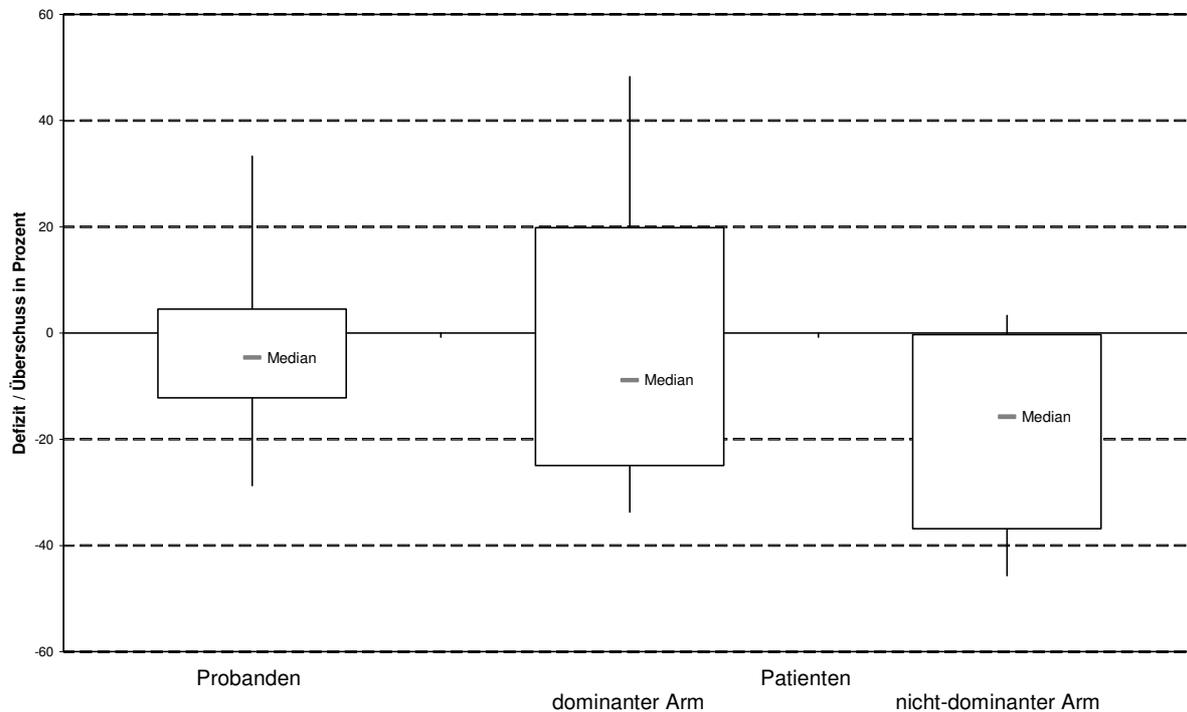


Bei der Extension stellt sich eine nahezu identische Verteilung wie bei der Flexion dar. Der Median der Kontrollgruppe liegt bei -14,4%, der der Patienten bei denen der nicht-dominante Arm betroffen ist liegt bei -10,5% Prozent. Es besteht also ein besseres Verhältnis zum dominanten Arm. In der Gruppe, in der der dominante Arm betroffen ist zeigt sich ein Median von -0,7%. Das normale negative Verhältnis vom nicht-dominanten zum dominanten Arm ist also nahezu aufgehoben.

Es besteht in der Extension im Vergleich der Probanden mit der Patientengruppe, in welcher der dominante Arm betroffen ist, ein signifikanter Unterschied ($p=0,010$), im Vergleich der Probanden mit der Patientengruppe, in welcher der nicht-dominante Arm betroffen, ist ein nicht signifikanter Unterschied ($p=0,902$)

3.6.3. Vergleich der Messergebnisse in der Maximalkraft in der Supination

Diagramm 27: Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Supination

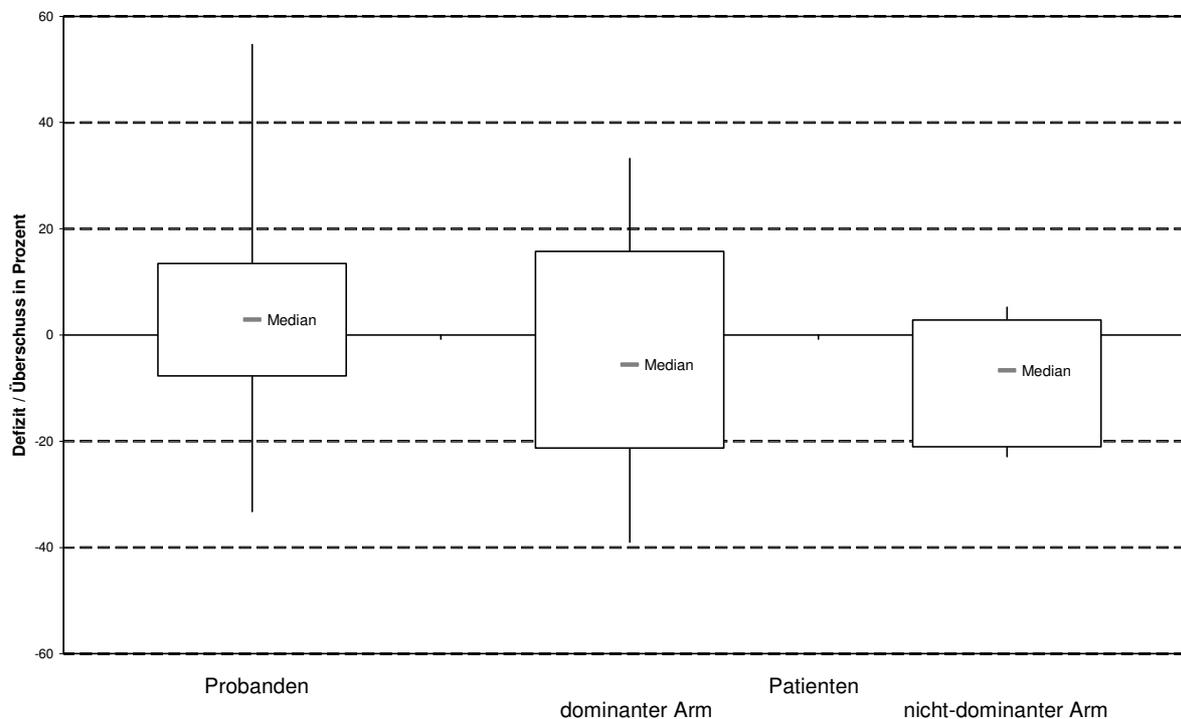


Die Ergebnisse der Maximalkraftmessung in der Supination zeigen ein gutes Resultat. Der Median der Gruppe, in der der nicht-dominante Arm betroffen ist zeigt im Verhältnis zur Kontrollgruppe einen Wert von -15,75% gegenüber -4,6%. Der nicht-dominante Arm ist also Verhältnis zum dominanten gesunden Arm schwächer als „normal“. Die Patienten, bei denen der dominante Arm betroffen ist, weisen einen Median von -8,9% auf. Das bedeutet, dass der dominante operierte Arm im Verhältnis stärker ist, als bei den Probanden. Die Kraft folglich vollständig wiederhergestellt werden konnte

Statistisch ergibt sich im Vergleich der beiden Patientengruppen mit den Probanden ein jeweils nicht signifikanter Unterschied ($p=0,988$, dominanter Arm; $p=0,319$, nicht-dominanter Arm).

3.6.4. Vergleich der Messergebnisse in der Maximalkraft in der Pronation

Diagramm 28: Vergleich der Messergebnisse der Maximalkraft in der Pronation

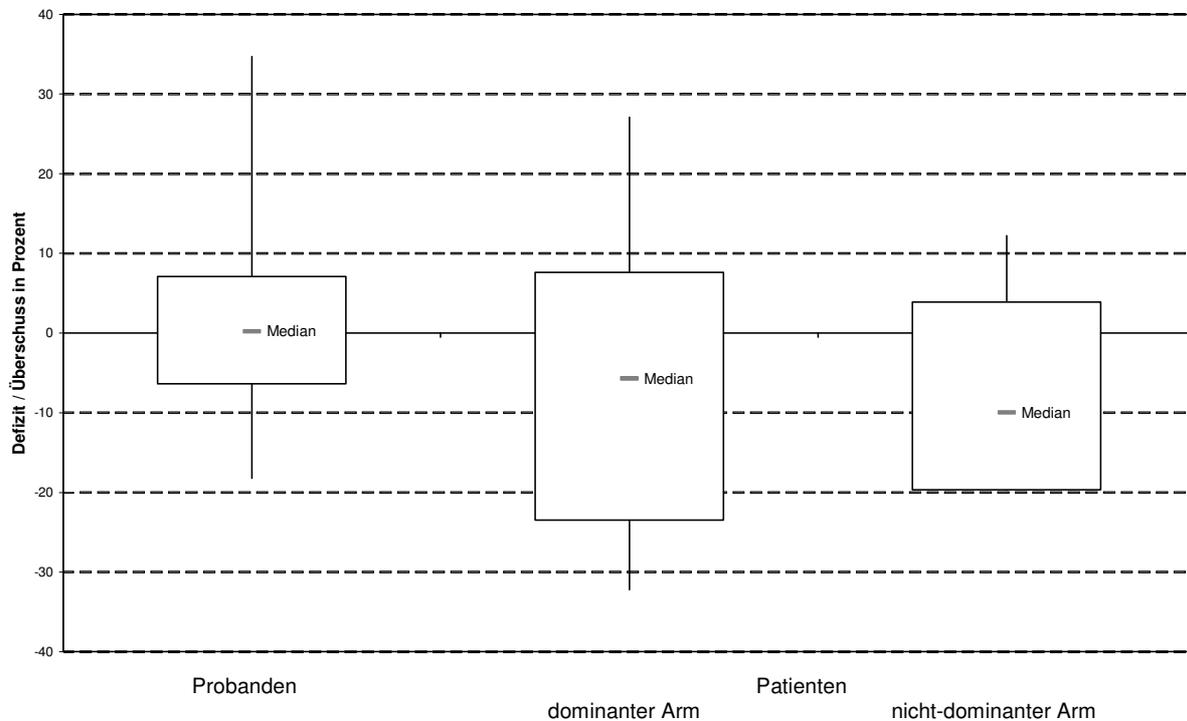


Die Kontrollgruppe weist in der Pronation einen positiven Median von 2,9% auf, das bedeutet der nicht-dominante Arm ist stärker als der dominante Arm. Die Mediane der beiden Patientengruppen weisen annähernd denselben Wert auf (dominant: -5,6%; nicht-dominant: -6,65%). Beide Mediane sind erwartungsgemäß negativ und im Vergleich mit der Literatur im üblichen Rahmen. Die Kraft in der Pronation konnte somit vollständig wiederhergestellt werden.

Im statistischen Vergleich der Patientengruppen mit den Probanden zeigt sich ein nicht signifikanter Unterschied ($p=0,774$, dominanter Arm, $p=0,428$).

3.6.5. Vergleich der Messergebnisse in der Ausdauerfähigkeit in der Flexion

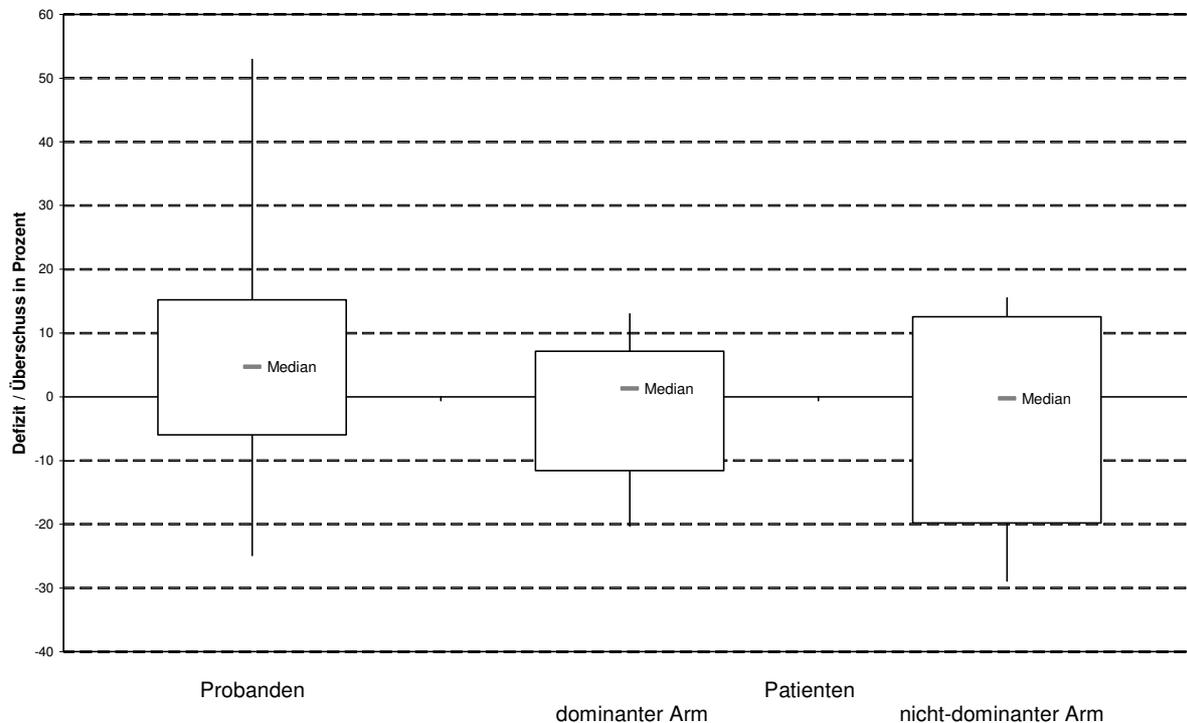
Diagramm 29: Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Flexion



Bei der Ausdauerfähigkeit zeigt sich im Gegensatz zur Maximalkraft ein anderes Ergebnis. Die Kontrollgruppe weist mit einem Median von 0,2% ein ausgeglichenes Verhältnis der Ausdauerfähigkeit zwischen dem nicht-dominanten Arm und dem dominanten Arm auf. Bei den beiden Patientengruppen besteht ein negativer Median zwischen -5,7% bei der Gruppe bei der dominante Arm betroffen ist und -9,95% bei der nicht-dominante Arm betroffen ist. Es fällt auf das die Konfidenzintervalle im Vergleich zu denen der Maximalkraft vergrößert sind. Der individuelle Unterschied ist in der Ausdauerfähigkeit also wesentlich größer. Ein Defizit unter 10% des nicht-dominanten Armes gegenüber dem dominanten Arm ist als normal anzusehen. Die Ausdauerfähigkeit konnte folglich vollständig wiederhergestellt werden. Das bestätigt auch die statistische Analyse, es zeigt sich im Vergleich der Patientengruppen mit den Probanden ein jeweils nicht signifikanter Unterschied ($p=0,395$, dominanter Arm, $p=0,493$, nicht-dominanter Arm).

3.6.6. Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Extension

Diagramm 30: Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Extension

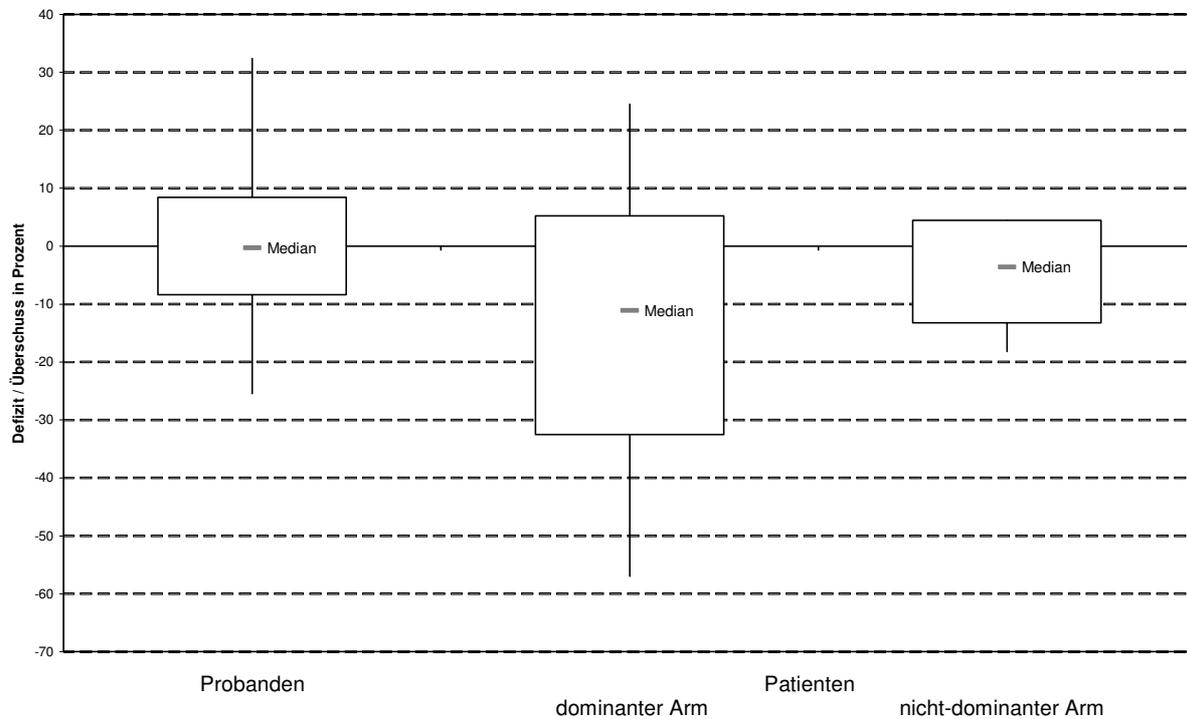


In der Extensionsbewegung weist die Kontrollgruppe einen Median von 4,7% auf, der nicht-dominante Arm ist also geringfügig ausdauernder als der dominante. Die beiden Patientengruppen weisen einen Median von 1,3% für die Gruppe in der der dominante Arm betroffen und von -0,25% für die Gruppe in der dominante Arm betroffen ist, auf.

Es zeigt sich ein nicht signifikanter Unterschied im Vergleich der beiden Patientengruppen mit den Probanden. ($p=0,601$, dominanter Arm, $p=0,992$, nicht-dominanter Arm)

3.6.7. Vergleich der Messergebnisse in der Ausdauerfähigkeit in der Supination

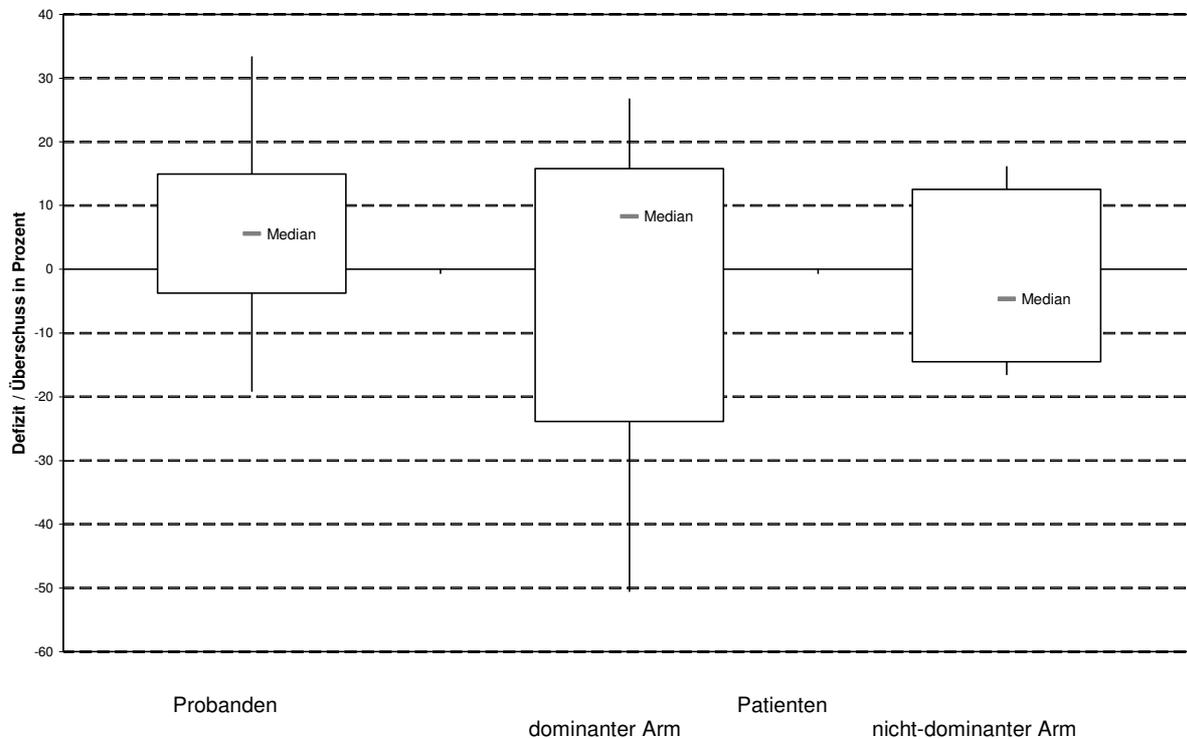
Diagramm 31: Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Supination



Die Ausdauerfähigkeit in der Supination ist in den beiden Patientengruppe mit einem Median von -3,6% in den Fällen, in denen der nicht-dominante Arm betroffen ist und von -11,1% in den Fällen in denen der dominante Arm betroffen ist ein sehr gutes Ergebnis. Statistisch gesehen besteht ein nicht signifikanter Unterschied im Vergleich der jeweiligen Patientengruppe mit den Probanden ein. ($p=0,176$, dominanter Arm, $p=0,863$, nicht-dominanter Arm)

3.6.8. Vergleich der Messergebnisse in der Ausdauerfähigkeit in der Pronation

Diagramm 32: Vergleich der Messergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Pronation



Die Auswertung der Ergebnisse der Ausdauerfähigkeit zeigt, dass bei der Kontrollgruppe der Median bei 5,6% liegt. Somit ist der nicht-dominante Arm im Falle der Pronation ausdauernder als der dominante. Bei den Patienten, bei denen der dominante Arm betroffen ist, zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Schwankung um den Mittelwert ist zwar größer als bei der Kontrollgruppe, aber der Median liegt bei 8,3%. Die Gruppe, in der der nicht-dominante Arm betroffen ist, zeigt hingegen ein Median von -4,65%, was ebenso, wie die oben genannten Ergebnisse der Ausdauerfähigkeit in der Pronation für die vollständige Wiederherstellung der Ausdauer spricht.

In der statistischen Analyse zeigt sich ein nicht signifikanter Unterschied im Vergleich der beiden Patientengruppen mit den Probanden ($p=0,477$, dominanter Arm, $p=0,765$, nicht dominanter Arm).

4. Diskussion

4.1. Allgemeiner Überblick

In der Literatur finden sich aufgrund der selten auftretenden distalen Bizepssehnenruptur nur wenige aussagefähige Artikel. Die Fallzahl ist, wie auch in dieser Arbeit, meist sehr gering, was die Ableitung von allgemein geltenden Leitlinien sehr schwierig gestaltet. Zudem kann man die Artikel nur sehr eingeschränkt miteinander vergleichen, da die Untersuchungsergebnisse nicht nach einem einheitlichen Standard ausgewertet wurden.

In der folgenden Diskussion soll nun anhand der Gegenüberstellung verschiedener Studien die Besonderheiten, sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen Therapieformen der distalen Bizepssehnenruptur näher erläutert und mit den eigenen Ergebnissen verglichen werden.

4.2. Wahl der Behandlungsmethode

Bei der Wahl der Behandlungsmethode kann man, wie soeben beschrieben, aus einer größeren Anzahl von Möglichkeiten auswählen.

Die konservative Behandlung wird in der neueren Literatur als nicht mehr empfehlenswert beschrieben. Durch die alleinige physiotherapeutische Behandlung lassen sich erhebliche Einbußen der Maximalkraft und der Kraftausdauer in der Beugebewegung im Ellenbogen und der Supinationsbewegung des Unterarms nicht verhindern (4).

Die operative Behandlung steht folglich als Mittel der Wahl bei der distalen Bizepssehnenruptur im Vordergrund.

Die Annahat des distalen Stumpfes der Bizepssehne auf den Musculus brachialis stellt eine Möglichkeit dar, die Sehne mit einem geringen Komplikationsrisiko zu refixieren. Die resultierenden Ergebnisse in der Kraftmessung sind aber kaum besser als bei der konservativen Methode. In der Beugebewegung sind die Einbußen zwar nicht ganz so ausgeprägt, aber in der Supinationsbewegung ist der Verlust der Kraft bei über 50 % (60).

Als Standardverfahren hat sich deshalb die Refixation am anatomisch-korrekten Ort, der Tuberositas radii, herausgestellt. Die konservative Behandlung sowie die Fixation am M. brachialis können aber unter bestimmten Voraussetzungen, wie zum Beispiel das Alter des Patienten oder auch die Komorbidität, dennoch ihre Berechtigung finden.

Betrachtet man sich nun die verschiedenen Varianten des Zugangsweges und der Fixierung an der Tuberositas radii, sieht man, dass jede Methode ihre Vor- und Nachteile aufweist.

Es gibt insgesamt 2 verschiedene Zugangswege, einmal den ventralen Zugang z.B. den Zugang nach Henry, hierbei handelt es sich um einen s-förmigen Schnitt in der Ellenbeuge. Die andere Möglichkeit besteht darin, zusätzlich zu einem ventralen Zugang auch einen dorsalen Zugang zu nutzen.

4.2.1. Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der 2 operativen Methoden

Die Methoden unterscheiden sich einerseits im Zugangsweg und andererseits in der Art der Fixation des Sehnenstumpfes an der Tuberositas radii.

4.2.1.1. Ventraler Zugangsweg

Ein weit verbreiteter Zugangsweg, ist der direkte ventrale Zugang ohne zusätzliche Inzision. Brunner et. al (12) empfiehlt diesen Zugang und die Fixation der Sehnen mit Knochenankern, da diese Variante seiner Meinung nach mehrere Vorteile bietet. Die Methode ist einerseits weichteilschonend, da man nur einen kleinen Zugang benötigt. Zudem ist eine Schädigung des Nervus radialis ebenfalls aufgrund der geringen Weichteilmanipulation limitiert. Die Verwendung von Knochenankern macht eine zweite dorsale Inzision nicht erforderlich. Dadurch lässt sich die Entstehung einer radio-ulnaren Synostose verhindern. Brunner untersuchte 8 Patienten, die nach der oben genannten Methode operativ versorgt wurden. Es zeigten sich keine Komplikationen bezüglich Nervenschäden oder heterotope Ossifikationen. Der Bewegungsumfang und die Ergebnisse der Kraftmessung waren annähernd symmetrisch zur Gegenseite.

Eine weitere neuere Arbeit stammt von Attmanspacher et al.(3). Hierbei wurden 8 Patienten nach Refixation mittels Knochenanker nachuntersucht. Es zeigten sich bis auf eine Fehlpositionierung der Knochenanker mit einem daraus resultierenden eingeschränkten Bewegungsausmaß in der Supination gute bis sehr gute Ergebnisse sowohl im Bewegungsumfang, wie auch in der Kraftmessung. Als Konsequenz der Fehlpositionierung wird die Platzierung der Knochenanker in Zukunft unter Durchleuchtung kontrolliert.

Zur Vermeidung einer Schädigung nervaler Strukturen benutzte Woods (81) eine Art Schlauch, den er für die Zeit der Präparation und Fixation in Richtung der Tuberositas radii einbrachte. Komplikationen traten bei einem Patientengut von 3 Patienten nicht auf.

Greenberg et al. (32) führten bei 14 Patienten eine Fixierung mittels Endobutton durch. Die Ergebnisse der Kraftmessung ergab eine Wiederherstellung der Kraft in der Flexion zu 97% und in der Supination zu 82% im Vergleich zum nicht-operierten Arm.

Klonz et al. (45) veröffentlichte im Jahre 1998 eine Übersichtsarbeit aus einer ausgewählten Anzahl bisheriger Publikationen. Eine Kraftmessung in der Flexion wurde hier bei 53 Patienten, die über einen beugeseitigen Zugang operiert worden sind, vorgenommen. Das Ergebnis zeigte eine Kraftminderung des operierten gegenüber dem nicht operierten von 0-20%. Die Kraftmessung in der Supination erfolgte bei 23 Patienten. Das Ergebnis zeigte eine Kraftminderung zwischen 10 und 30 Prozent. Die Ergebnisse waren jeweils dominanzkorrigiert.

4.2.1.2. Ventraler und dorsaler Zugangsweg

Die „Two-incision“-Methode wurde in der Literatur erstmals 1961 von Boyd und Anderson erwähnt (11). Das Ziel dieser Methode ist es, den Nervus radialis zu schonen und die Komplikationsrate der operativen Refixation der distalen Bizepssehne zu minimieren (27).

In der Arbeit von Baker et al. (4) wurden 10 Patienten, die mit der „Two-incision-Methode“ behandelt worden sind, mit drei Patienten verglichen die nicht operativ behandelt wurden. Es zeigte sich in der Gruppe der operierten Patienten bei der Gegenüberstellung der Kraftmessergebnisse in der Supinationsbewegung des operierten mit dem gesunden Arm, dass die Maximalkraft und auch die Ausdauer 13%

bzw. 37% größer waren als beim gesunden Arm. In der Beugung zeigte sich ein Kraftdefizit gegenüber dem gesunden Arm von 9% in der Maximalkraft wie auch in der Kraftausdauer.

Davison et al. (20) untersuchte 8 Patienten nach durchschnittlich 6 Jahren. Drei der acht Patienten hatten in der Supination einen Kraftverlust von mehr als 30 %, zudem lag das Bewegungsausmaß in der Pronation und Supination bei 2 Patienten nur bei 30°.

Moosmayer et al. (58) führten bei 9 Patienten postoperativ isokinetische Messungen durch. Die Maximalkraft war in der Flexion um 13% und in der Supination um 19 % verringert. Bei der Ausdauerfähigkeit zeigte sich ein Defizit von 11% in der Flexion und 32% in der Supination. Zudem traten bei 2 Patienten Verletzungen des tiefen Astes des Nervus radialis auf. Bei weiteren 2 Patienten zeigte sich eine inkomplette radio-ulnare Synostose und bei 3 Patienten eine heterotope Ossifikation ohne klinische Symptome.

Leighton et al. (49) teilte seine Patienten, je nachdem welche Seite betroffen war, in zwei Gruppen. Es zeigte sich, dass in der Gruppe, in welcher der nicht-dominante Arm betroffen war, in der Flexion und Supination jeweils 14% Defizit gegenüber dem dominanten Arm bestanden.

In einer weiteren Arbeit von Lynch et al. (53) aus dem Jahre 1999 wurden sechs Patienten behandelt. Hierbei wurde statt der transossären Fixierung, eine Fixierung mit MITEK-Ankern vorgenommen. Die Ergebnisse der Kraftmessung waren bei den Patienten bei denen der dominante Arm betroffen war sehr gut. Dagegen zeigte sich in der Gruppe, bei denen der nicht –dominante Arm betroffen war, sowohl in der Flexion wie auch in der Supination ein Defizit. Komplikationen traten in dem Patientengut nicht auf.

In der Arbeit von Failla et al. (27) aus dem Jahre 1990 wird über vier Patienten berichtet, die eine radioulnare Synostose als Komplikation der „Two-incision-Methode“ entwickelt haben und sowohl die Pronation wie auch die Supination nur noch eingeschränkt möglich war. Ursache hierfür ist der posterolaterale Zugang wie er von Boyd und Anderson empfohlen wird. Es wird hierbei der Musculus anconeus subperiostal vom lateral gelegenen Olecranon und der proximalen Ulna abgetrennt, gleichzeitig erfolgt eine Exposition des Radiusköpfchens und der Tuberositas radii. Hierbei treten drei mögliche Gefahrenpotentiale auf. Zum einem durch die Ablösung des Musculus anconeus vom proximalen Abschnitt der Ulna (17). Diese Exposition

der Ulna kann eine Verletzung der proximalen Membrana interossea zur Folge haben. Zusätzlich kann es zur Bildung eines Hämatoms kommen, das sowohl zum Radius wie auch zur Ulna Kontakt hat. Eine weitere Gefahr besteht in der Stimulation des Periostes der Ulna, wodurch die Entstehung einer Synostose begünstigt wird (27). Eine Modifikation des Zugangs nach Bourne and Morrey (10) aus dem Jahre 1991 soll das Risiko der Entstehung einer Synostose verringern. Hierzu bringt man ein stumpfes Instrument (z.B. Overholt) über den vorderen Zugang in den ursprünglichen Kanal der Bizepssehne vorbei an der Tuberositas in Richtung der posterolateralen Seite des proximalen Unterarms ein. Man kann dann die stumpfe Spitze des Instruments von außen tasten und sich so den posterioren Zugang erleichtern. Eine weitere Arbeit von Kelly et al. (42) hat sich ebenfalls mit den Komplikationen bei der Verwendung der „2-Incision-technique“ beschäftigt. Kelly berichtet über 74 Patienten die nach der modifizierten Methode nach Morrey behandelt wurden. Es zeigte sich, dass sich die Komplikationsrate, je länger der Zeitraum zwischen Trauma und Operation ist, von 24% (bei weniger als 10 Tage) auf 41% (bei mehr als 21 Tage) erhöht. Die Komplikationen reichten von einer heterotopen Ossifikation bis zur sympathischen Reflexdystrophie. Eine radioulnare Synostose trat bei den Patienten, die nach der modifizierten „2-Incision-technique“ mit Muskelsplitting behandelt wurden, aber nicht auf. D’Arco et al. (17) verglich die konventionelle mit der modifizierten „two-incision“-Technik und fand keinen signifikanten Unterschied in den Ergebnissen.

4.3. Direkter Vergleich beider Methoden

Im Jahre 2003 veröffentlichte Özyürekoglu (62) eine Vergleichstudie zwischen 3 Gruppen. Eine Gruppe (I, n=17) wurde nach der „Two-Incision“-Methode mit transossärer Fixierung behandelt, die beiden anderen über einen ventralen Zugang einmal mit Ankern (II, n=19) und einmal nach der Methode nach Bunnell (III, n=10). Es zeigte sich, dass in der Gruppe II und III die Zeit der Blutleere und die gesamte Operationszeit signifikant geringer war als in Gruppe I.

In der Auswertung der ROM, der Kraft und der postoperativen Beschwerden zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Methoden. Postoperative Komplikationen traten in ihrer Häufigkeit ebenso nicht signifikant unterschiedlich auf.

Die Gruppe II konnte am schnellsten mit der Rehabilitation beginnen und hatte auch die geringste Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Die Patienten wurden keiner Kraftmessung zugeführt, sondern nach ihrer persönlichen Einschätzung der wiederhergestellten Kraftverhältnisse befragt.

In der Arbeit von El-Hawary et al. wurde die „1-Incision-“ mit der „2-Incision-Methode“ verglichen (25). Es zeigte sich, dass bei der Maximalkraft in der Flexion die „2-Incision-Gruppe“ signifikant bessere Werte hatte als die „1-Incision-Gruppe“. Die Komplikationsrate war mit 44% gegenüber 10% zugunsten der „1-Incision-Gruppe“ erhöht. In einer Übersichtsarbeit von Deirmengian et al. (22) wird anhand mehrerer Arbeiten die 2-Incision- mit der 1-Incision-Methode verglichen. Er kommt zu dem Schluss, dass es nach dem heutigen Stand der Wissenschaft, keine eindeutige Festlegung bezüglich der Methode der Wahl getroffen werden kann. Es kommt viel mehr auf den Operateur an, inwieweit dieser mit der jeweiligen Methode vertraut ist.

4.4. Wahl der Fixationsmethode

Neben den unterschiedlichen Zugangswegen gibt es auch Unterschiede bei der Fixationstechnik.

Bisher gibt es in der Literatur nur sehr wenige Artikel, die sich mit dem Vergleich der unterschiedlichen Fixationsmethoden beschäftigen.

Pereira et al. (63) untersuchte an Leichenarmen die Fixation mittels Mitek-Anker wie sie üblicherweise beim ventralen Zugang benutzt werden und die Fixation mittels einem Faden, der durch ein Bohrloch im Bereich der Tuberositas befestigt wird, wie bei der „2-Incision-Methode“ nach Boyd und Anderson üblich. Es wurden zwei Gruppen, eine mit älteren Leichenarmen und geringer Knochendichte und eine mit jüngeren Leichenarmen mit hoher Knochendichte verglichen. In der Gruppe mit der geringer Knochendichte zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Methoden. Bei den Leichenarmen mit der höheren Knochendichte zeigte sich allerdings, dass die Fixation mit dem durch den Knochentunnel geführten Faden signifikant stabiler ist, als die Methode mit den Ankern. Pereira schlussfolgerte, dass die Gruppe mit den jüngeren Leichenarmen der Gruppe entspricht, in der die Verletzung größtenteils vorkommt. Deshalb wird die „Two-incision“-Technik mit der Fixation durch einen Knochenkanal als Methode der Wahl favorisiert.

Eine weitere Arbeit von Lemos et al. (50) aus dem Jahre 2004 testete ebenso die Festigkeit einerseits der Fadenfixierung durch den Knochentunnel und andererseits der Fixierung mit Knochenankern. Es ergab sich hier kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Fixierungsmöglichkeiten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam man in einer Arbeit von Stuby (73) aus dem Jahre 2007. Hier wurden die klinischen Ergebnisse nach transossärer Refixation und nach Fadenanker-reinsertion verglichen. Es zeigten sich nur in der Pronation sowie in der Häufigkeit der heterotopen Ossifikationen signifikante Unterschiede zum Nachteil der transossären Refixation.

Berlet et al. (7) testete die Belastbarkeit des Mitek-Ankers, des Statak-Ankers und des transossäre Fadenkanals unter dynamischen Bedingungen. Es kam zu keinem Versagen einer der Fixationsmethoden. Es zeigte sich aber bei einigen Anker eine geringgradige Lockerung. Berlet testete aber auch alle drei Verfahren unter statischen Bedingungen. Hierbei zeigt sich, dass die transossäre Fixierung signifikant belastbarer ist, als die Fixierung mit dem Mitek- oder auch dem Statak-Anker. Die bereits bei den Operationsmethoden erwähnte Fixierung mit dem Endobutton, wurde durch Greenberg et al.(32) einer Vergleichsstudie mit der transossären Fixierung und dem Mitek-Anker unterzogen.

Es zeigte sich, dass die Fixierung mit dem Endobutton dreimal stabiler als die transossäre Fixierung und zweimal stärker als die Fixierung mit den Mitek-Ankern ist.

4.5. Vergleich der eigenen Ergebnisse mit der Literatur

Betrachtet man die eigenen Ergebnisse in Gegenüberstellung zu den Studien in der Literatur, so sieht man, dass dies nur sehr schwierig und eingeschränkt möglich ist. Es gibt keine einheitlichen Standards in der Nachuntersuchung der Patienten. Die Kraftmessung postoperativ ist zudem abhängig von der Motivation des Patienten, so dass eine, sich nur auf objektive Daten stützende Auswertung der jeweiligen Methoden nicht möglich ist.

Unter Zuhilfenahme des DASH-Score wurde versucht die Analyse der Zufriedenheit sowie der persönlichen Einschränkungen des Patienten im alltäglichen wie auch im beruflichen Leben so objektiv wie möglich zu gestalten.

Mit Hilfe der Knochenanker ist es nun nicht mehr nötig eine ausgedehnte Präparation im Bereich der Tuberositas radii durchzuführen. Zudem ist die Operationszeit im Gegensatz zu aufwendigeren Fixationsmethoden kürzer.

Die Zufriedenheit der Patienten konnte anhand des DASH-Fragebogens gut eingeschätzt werden. 8 von 15 waren mit dem Ergebnis der Operation zufrieden. 4 Patienten hatten sich ein geringgradig besseres Ergebnis gewünscht. Bei 3 Patienten wurden die Erwartungen an die Operation nur bedingt erfüllt. Ein Patient entwickelte postoperativ einen Morbus Sudeck, was natürlich die Zufriedenheit des Patienten über das Ergebnis minderte und sich auch durch erhebliche Defizite in den Kraftmessungen widerspiegelte. Eingeschränkt muss hier aber erwähnt werden, dass der Patient in der frühen postoperativen Phase auf den operierten Arm gestürzt ist und zudem ein Rentenbegehren besteht. Bei einem anderen Patienten kam es zu einer Läsion des N. musculocutaneus. Die daraus resultierende Symptomatik zeigte Parästhesien im Bereich des Unterarmes, sowie Schmerzen im Bereich des Ellenbogens und des Unterarms in Ruhe sowie unter Belastung. Auch bei diesem Patienten zeigten sich erhebliche Defizite in der Kraftmessung und auch die Beweglichkeit in der Pro- und Supination waren eingeschränkt.

Zusammengenommen haben die Patienten aber ein durchaus gutes postoperatives Ergebnis erzielt. Betrachtet man die Ergebnisse der Messung der Maximalkraft in den durch den M. biceps brachii bedingten Bewegungen, sieht man, dass der Median des Unterschiedes zwischen nicht-dominanten und dominanten Arm in der Flexion, je nachdem welcher Arm betroffen ist, zwischen -7,1 und 3,8% (nicht-dominant betroffen – dominant betroffen) liegt. In der Supination reichen die Werte von -8,9 bis -15,75% und entsprechen, ebenso wie die Werte in der Flexion, den bisherigen in der Literatur veröffentlichten Daten und weisen nur geringe Abweichungen gegenüber der Kontrollgruppe auf (Flexion: -3,2%, Supination: -4,6%). Die Ausdauerleistungen in den beiden Bewegungen weisen ein ähnlich gutes Ergebnis auf. In der Flexion beträgt das Defizit des nicht-dominanten Armes -5,7 und -9,95%. Das Defizit in der Supination lag bei -11,1 und 3,6%. Verglichen mit der Kontrollgruppe (Flexion: 0,2%; Supination: -0,3%) und der in der Literatur angegebenen Werten zeigte sich ein absolut zufrieden stellendes Ergebnis. Statistisch gesehen zeigte sich nur bei der Testung der Maximalkraft in der Extension ein signifikanter Unterschied im Vergleich der Patientengruppe, in welcher der

dominante Arm betroffen ist, mit den Probanden. In den restlichen Gegenüberstellungen ist jeweils kein signifikanter Unterschied nachweisbar.

4.6. Fazit

Die angewandte Operationsmethode ist nach heutigem Stand der Wissenschaft nach wie vor indiziert. Es hat sich bisher keine Methode als Mittel der Wahl durchgesetzt. In der Zukunft könnte es aber sein das sich die minimal invasive Technik mit dem Endoskopie-Instrumentarium durchsetzt. Die Fixation wird aus unserer Sicht durch die Fadenanker dominiert werden. Die hier angewandte Methode ist aus unserer Sicht trotz der beiden Komplikationen (Nervenläsion, M. Sudeck) eine gute Variante die distale Bizepssehnenruptur operativ zu behandeln. Es ist im Falle des M. Sudeck nicht zweifelsfrei zu klären inwieweit der M. Sudeck durch die Operation bzw. postoperative Nachbehandlung verursacht wurde oder inwieweit der Sturz des Patienten als zusätzliches Trauma auf den Arm diesen mit begünstigt hat. Bezüglich der Nachbehandlung fehlt bisher noch ein einheitlicher Standard. Aus unserer Sicht sollte das Ellenbogengelenk für 2 Wochen in 90 Grad Beugung und in Supinationsstellung des Unterarmes mit Hilfe einer Schiene bzw. Orthese ruhiggestellt werden. Passive Bewegungsübungen sind anschließend für die folgenden 4 Wochen erlaubt. Für weitere 12 Wochen sollte eine forcierte Flexion und Supination vermieden werden. Die Patienten mit den Komplikationen sollte einer intensivierten Krankengymnastischen Beübung zugeführt werden, da die vorhandenen Defizite durch intensives Training womöglich verringert werden können.

5. Zusammenfassung

In der Zeit von 1997 bis 2000 wurden 15 Patienten mit einer distalen Bizepssehnenruptur im Städtischen Krankenhaus München-Harlaching standardmäßig operiert. Bei allen Patienten erfolgte die Refixation der Sehne über einen ventralen Zugang nach Henry und die Fixation erfolgte mit zwei Fadenankern. Das postoperative Bewegungsausmaß im Ellenbogengelenk war in den meisten Fällen sehr zufriedenstellend.

In den Kraftmessungen zeigten sich ebenso gute Ergebnisse, lediglich 3 Patienten hatten größere Einbußen. Die Auswertung stößt allerdings wegen der Subjektivität der Messung sowie den interindividuellen angeborenen bzw. erworbenen Unterschieden des nicht-dominanten zum dominanten Arm an ihre Grenzen. Umso wichtiger war es, die Zufriedenheit der Patienten mittels eines aussagekräftigen Score, nämlich dem DASH-Score, zu veranschaulichen.

Die Indikation zur operativen Behandlung der distalen Bizepssehnenruptur wird mittlerweile in der Literatur als absolut eingestuft. Über die Refixierung am anatomisch korrekten Ort besteht ebenso Übereinstimmung. Bei der Wahl des Zugangsweges bestehen allerdings zwei Lager, wenn man die neuere Entwicklung des endoskopischen Zugangsweges, der erst noch seine Berechtigung unter Beweis stellen muss, außen vor lässt. Solange aber keine größer angelegten Vergleichsstudien durchgeführt worden sind, haben sowohl die Methode mit nur einem ventralen Zugang bzw. die „2-Inzision-Technik“ ihre Berechtigung. Die Komplikationen beider Methoden sind in der Häufigkeit eher als selten einzustufen. Folglich ist jedem Patient, der sich eine distale Bizepssehnenruptur zugezogen hat, eine Operation zu empfehlen. Über die Risiken ist eine ausführliche Aufklärung notwendig. Im Hinblick auf den schon beschriebenen erheblichen Kraftverlust im Falle eines konservativen Vorgehens ist eine operative Therapie durchaus in nahezu jedem Fall vertretbar. Es müssen jedoch die Bedürfnisse des Patienten in die Entscheidung, welche Behandlung erfolgen sollte, mit einfließen. In Anbetracht der möglichen Komplikationen, unabhängig, welche Methode man wählt, ist ein konservatives Vorgehen z.B. bei einem älteren Patienten, der nicht übermäßig körperlich aktiv ist und bei dem der nicht-dominante Arm betroffen ist, eine durchaus sinnvolle Vorgehensweise.

Aufgrund der Seltenheit der Verletzung ist es in Zukunft aber unabdingbar, dass die Behandlung einer distalen Bizepssehnenruptur nur noch an Kliniken durchgeführt wird, die auch die nötige Erfahrung bzw. eine höhere Fallzahl vorweisen können.

6. Literaturverzeichnis

1. Aldinger G. Operative Behandlung der Bicepssehnenrupturen. Aktuelle Traumatologie 9: 159-64, 1979.
2. Askey LJ, An K-N, Morrey BF, Chao EYS. Isometric elbow strength in normal individuals. Clinical orthopaedics and related research 222: 261-6, 1987.
3. Attmanspacher W, Dittrich V, Stedtfeld H-W. Mittelfristige Ergebnisse nach operativer Behandlung der distalen Bizepssehnenruptur. Aktuelle Traumatologie 31: 72-6, 2001.
4. Baker BE, Bierwagen D, Syracuse RPT. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. Operative versus non-operative treatment. The Journal of bone and joint surgery American volume 67: 414-7, 1985.
5. Bell RH, Wiley WB, Noble JS, Kuczynski DJ. Repair of distal biceps brachii tendon ruptures. Journal of shoulder and elbow surgery 9: 223-6, 2000.
6. Bender R, Lange St. Was ist ein Konfidenzintervall? Deutsche medizinische Wochenschrift 126: T41, 2001.
7. Berlet GC, Johnson JA, Milne AD, Patterson SD, King GJ. Distal biceps brachii tendon repair. An in vitro biomechanical study of tendon reattachment. The American Journal of Sports Medicine 26: 428-32, 1998.
8. Bindl G, Koch S. Die Degeneration der distalen Bizepssehne. Aktuelle Traumatologie 25: 177-81, 1995.
9. Böhm H-J. Begutachtung nach Verletzungen des Ellenbogengelenks. Trauma und Berufskrankheit 1: 21-3, 2003.
10. Bourne MH, Morrey BF. Partial rupture of the distal biceps tendon. Clinical orthopaedics and related research 271: 143-8, 1991.
11. Boyd H, Anderson L, Memphis M. A method for reinsertion of the distal biceps brachii tendon. The Journal of bone and joint surgery American volume 43A: 1041-3, 1961.
12. Brunner F, Gelpke H, Hotz T, Kach K. Distale Bizepssehnenrupturen - Erfahrungen mit der weichteilschonenden Reinsertion mittels Knochenankern. Swiss Surgery 5: 186-90, 1999.
13. Catonne Y, Delattre O, Pascal MH, d'Istria FC, Busson J, Rouvillain JL. [Rupture of the distal tendon of the biceps brachialis: apropos of 43 cases] Les ruptures de l'extremite inferieure du biceps brachial. A propos de 43 cas. Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur 81: 163-72, 1995.
14. Cavlak Y. Distale Bizepssehnenruptur. Chirurgische Praxis 23: 113-6, 1977.
15. Chew ML, Guiffre BM. Disorders of the distal biceps brachii tendon. Radiographics 25: 1227-37, 2005.

16. D'Alessandro DF, Shields-CL J, Tibone JE, Chandler RW. Repair of distal biceps tendon ruptures in athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 21: 114-9, 1993.
17. D'Arco P, Sitler M, Kelly J, Moyer R, Marchetto P, Kimura I, Ryan J. Clinical, functional, and radiographic assessments of the conventional and modified Boyd-Anderson surgical procedures for repair of distal biceps tendon ruptures. *The American Journal of Sports Medicine* 26: 254-61, 1998.
18. Daftary M. Avulsion or rupture of distal tendon of biceps brachii muscle. Case report. *Missouri Medicine* 70: 821-2, 1973.
19. Davis WM, Yassine Z. An etiological factor in tear of distal tendon of biceps brachii. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 38: 1365-8, 1956.
20. Davison BL, Engber WD, Tigert LJ. Long term evaluation of repaired distal biceps brachii tendon ruptures. *Clinical orthopaedics and related research* 333: 186-91, 1996.
21. Dederich R. Die Risse der Bizepssehnen unter Berücksichtigung der Schlüsselloch-Operation. *Unfallheilkunde* 87: 13-9, 1984.
22. Deirmengian GK, Beredjiklian PK, Getz Ch, Ramsey M, Bozentka DJ. Distal biceps tendon repair: 1-incision versus 2-incision techniques. *Techniques in Shoulder and Elbow Surgery* 7: 61-71, 2006.
23. Dobbie R. Avulsion of the lower biceps brachii tendon: Analysis of fifty-one previously unreported cases. *American journal of surgery* 51: 662-83, 1941.
24. Drenckhahn D. Unterarmmuskeln zur Supination und Pronation. In: Benninghoff - Anatomie. Urban & Schwarzenberg, p. 440-441, 1994.
25. El-Hawary R, MacDermid J.C., Faber KJ, et al. Distal Biceps Tendon Repair: Comparison of Surgical Techniques. *The Journal of Hand Surgery* 28A: 496-502, 2003.
26. Ensslin S, Bauer GJ. Die operative Behandlung der frischen distalen Bizepssehnenruptur durch anatomische Reinsertion mittels Fadenanker über einen weichteilschonenden anterioren Zugang - eine prospektive Untersuchung. *Sportverletzung Sportschaden* 18: 28-33, 2004.
27. Failla JM, Amadio PC, Morrey BF, Beckenbaugh RD. Proximal radioulnar synostosis after repair of distal biceps brachii rupture by the two-incision technique. Report of four cases. *Clinical orthopaedics and related research* 253: 133-6, 1990.
28. Falchhook FS, Zlatkin MB, Erbacher GE, Moulton JS, Bisset GS, Murphy BJ. Rupture of the distal biceps tendon: evaluation with MR imaging. *RADIOLOGY* 190: 659-63, 1994.

29. Fitzgerald SW, Curry DR, Erickson SJ, Quinn SF, Friedman H. Distal biceps tendon injury: MR imaging diagnosis. *RADIOLOGY* 191: 203-6, 1994.
30. Gay B. Muskel- und Sehnenrupturen an der oberen Extremität. *Der Chirurg* 55: 1-6, 1984.
31. Gennari JM, Merrot T, Ripoll B, Bergoin M. [Surgical treatment of the rupture of the inferior tendon of the biceps. Apropos of 6 cases]
Traitement chirurgical des ruptures du tendon distal du biceps brachial. A propos de six observations. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* 81: 173-7, 1995.
32. Greenberg JA, Fernandez JJ, et al. EndoButton-assisted repair of distal biceps tendon ruptures. *Journal of shoulder and elbow surgery* 12: 484-90, 2003.
33. Großstück R, Wohlgemuth G, Otto W. Bizepssehnenruptur: Pathomechanismus - Diagnostik - Behandlungskonzept - Erfahrungen. *Trauma und Berufskrankheit* 2: 298-303, 2000.
34. Hamilton W, Ramsey ML. Rupture of the Distal Tendon of the Biceps Brachii. *The University of Pennsylvania Orthopaedic Journal* 12: 21-6, 1999.
35. Harryman DT, Duckworth DG, Moskal MJ, et al. Chronic Distal Biceps Tendon Ruptures Reconstruction with Autoenous Semitendinosus. 8-12. 1999. Orthopaedic Research Report 1999, Department of Orthopaedics at the University of Washington.
36. Hegelmaier C, Schramm W. Die Umschlingungsoperation zur Wiederherstellung der distal rupturierten Bizepssehne. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 4: 185-93, 1992.
37. Hegelmaier C, Schramm W, Lange P. Die distale Bizepssehnenruptur - Therapie und versicherungsrechtliche Beurteilung. *Der Unfallchirurg* 95: 9-16, 1992.
38. Henning N, Hundshagen W, Wolff G. Die distale Bizepssehnenruptur--ein seltenes Ereignis. *Beiträge zur Orthopädie und Traumatologie* 33: 44-7, 1986.
39. Jung W, Kortmann H-R. Distale Bizepssehnenruptur. *Trauma und Berufskrankheit* 7: 153-6, 2005.
40. Karunakar MA, Cha P, Stern PJ. Distal biceps ruptures. A followup of Boyd and Anderson repair. *Clinical orthopaedics and related research* 363: 100-7, 1999.
41. Kayser R, Mahlfeld K, Scheller W, Müller J, Schmidt W, Heyde CE. Sonographic imaging of the distal biceps tendon - An experimental an clinical study. *Ultraschall in der Medizin* 26: 17-23, 2005.
42. Kelly EW, Morrey BF, O'Driscoll SW. Complications of repair of the distal biceps tendon with the modified two-incision technique. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 82-A: 1575-81, 2000.

43. Kerschner F. Abriß der Bizepssehne von der Tuberositas radii. Zentralblatt für Chirurgie 55: 1989, 1928.
44. Khan W, Argarwal M, Funk L. Repair of distal biceps tendon rupture with the Biotenodesis screw. Archives of orthopaedic and trauma surgery 124: 206-8, 2004.
45. Klonz A, Eggers C, Reilmann H. Die proximale und distale Bizepssehnenruptur - Operationsindikation? Der Unfallchirurg 101: 735-9, 1998.
46. Klonz A, Reilmann H. Bizepssehne - Diagnostik, Therapie und Ergebnisse nach proximalen und distalen Rupturen. Der Orthopäde 29: 209-15, 2000.
47. Lang E, Meeder P, Hontzsch D. Die distale Bizepssehnenruptur. Klinik - Therapie - Ergebnisse. Aktuelle Traumatologie 18: 209-14, 1988.
48. Le Huec JC, Moinard M, Liquois F, Zipoli B, Chauveaux D, Le Rebeller A. Distal rupture of the tendon of biceps brachii. Evaluation by MRI and the results of repair. The Journal of bone and joint surgery British volume 78: 767-70, 1996.
49. Leighton MM, C.A., Bach J. Distal biceps brachii repair: Results in dominant and nondominant extremities. Clinical orthopaedics and related research 317: 114-21, 1995.
50. Lemos SE, Ebramzadelh E, Kvitne RS. In vitro suture anchor fixation has superior yield strength to bone tunnel fixation for distal biceps tendon repair. The American Journal of Sports Medicine 32: 406-10, 2004.
51. Loitz D, Klonz A, Reilmann H. Technik der gedeckten Refixierung der distalen Bizepssehne. Der Unfallchirurg 9: 837-42, 2002.
52. Louis DS, Hankin FM, Eckenrode JF, Smith PA, Wojtys EM. Distal biceps brachii tendon avulsion. A simplified method of operative repair. The American Journal of Sports Medicine 14: 234-6, 1986.
53. Lynch SA, Beard DM, Renstrom PA. Repair of distal biceps tendon rupture with suture anchors. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 7: 125-31, 1999.
54. Matschke S. Gutachterliche Aspekte bei der Begutachtung der distalen Bizepssehnenruptur. Trauma und Berufskrankheit 1: 264-9, 1999.
55. Maurer F. Kausalitätsbeurteilung von Sehnenschäden. In: Begutachtung-Spezialseminar „Strukturen der Zusammenhangsbegutachtung mit den Beispielen Sehnen- und Wirbelsäulenschäden“. LVBG, Landesverband Südwestdeutschland der gewerblichen Berufsgenossenschaften Heidelberg, p. 56-85, 2007.
56. Mayer DP, Schmidt RG, Ruiz S. MRI diagnosis of biceps tendon rupture. Computerized medical imaging and graphics : the official journal of the Computerized Medical Imaging Society Links 16: 345-7, 1992.

57. McReynolds IS. Avulsion of the Insertion of the Biceps Brachii Tendon and Its Surgical Treatment. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 45: 1780-1, 1963.
58. Moosmayer S, Odinson A, Holm I. Distal biceps tendon rupture operated on with the Boyd-Anderson technique: follow-up of 9 patients with isokinetic examination after 1 year. *Acta orthopaedica Scandinavica* 71: 399-402, 2000.
59. Morrey BF. Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 61A: 63-8, 1979.
60. Morrey BF, Askew LJ, An KN, Dobyns JH. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. A biomechanical study. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 67: 418-21, 1985.
61. Müller KH. Begutachtung nach Sehnenrupturen. *Der Chirurg* 55: 11-8, 1984.
62. Özyürekoglu T, Tsai T-M. Ruptures of the distal biceps brachii tendon: Results of three surgical techniques. *Hand Surgery* 8: 65-73, 2003.
63. Pereira DS, Kvitne RS, Liang M, Giacobetti FB, Ebramzadeh E. Surgical repair of distal biceps tendon ruptures - A biomechanical comparison of two techniques. *The American Journal of Sports Medicine* 30: 432-6, 2002.
64. Peter FJ, Castenholz E, Jacobi CA. Ruptur der distalen Bizepssehne. Fallbericht - modifizierte Nachbehandlung. *Der Unfallchirurg* 102: 74-6, 1999.
65. Putz R, Müller-Gerbl M. Anatomie und Pathologie der Sehnen. *Der Orthopäde* 24: 180-6, 1995.
66. Ramsey ML. Distal biceps tendon injuries: diagnosis and management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 7: 199-207, 1999.
67. Resch H, Breitfuss H. Spontane Sehnenrupturen - Ätiologie, Pathogenese und Therapie. *Der Orthopäde* 24: 209-19, 1995.
68. Ruland RT, Dunbar RP, Bowen JD. The biceps squeeze test for diagnosis of distal biceps tendon ruptures. *Clinical orthopaedics and related research* 437: 128-31, 2005.
69. Schmidt A, Johann K, Kunz M. Operative Behandlung der distalen Bizepssehnenruptur in minimal-invasiver Technik mit einem Fadenanker - Klinische Ergebnisse. *Zeitschrift für Orthopädie* 144: 614-8, 2006.
70. Schröter F. Ursächlicher Zusammenhang im Sinne der Entstehung oder Verschlimmerung - Abgrenzung dispositioneller Faktoren von relevanten Vorschäden - aus medizinischer Sicht. *Der medizinische Sachverständige* 97: 2001.

71. Seiler JG3, Parker LM, Chamberland PD, Sherbourne GM, Carpenter WA. The distal biceps tendon. Two potential mechanisms involved in its rupture: arterial supply and mechanical impingement. *Journal of shoulder and elbow surgery* 4: 149-56, 1995.
72. Sotereanos DG, Pierce TD, Varitimidis SE. A simplified method for repair of distal biceps tendon ruptures. *Journal of shoulder and elbow surgery* 9: 227-33, 2000.
73. Stuby FM, Langenbeck JE, Eingartner C, Weise K, Rolauffs B. Transossäre Refixation versus Fadenankerinsertion, mittel- bis langfristige Ergebnisse nach distaler Bizepssehnenruptur. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* 145: 181-5, 2007.
74. Stucke K. Zur Ruptur der distalen Bizepssehne. *Monatsschrift für Unfallheilkunde, Versicherungs-, Versorgungs- und Verkehrsmedizin* 59: 358-65, 1969.
75. Stucke K, Böttger G. Zur Therapie und versicherungsrechtlichen Bedeutung der Bizepssehnenrupturen. *Monatsschrift für Unfallheilkunde, Versicherungs-, Versorgungs- und Verkehrsmedizin* 66: 484-90, 1963.
76. Vastamaki M, Brummer H, Solonen KA. Avulsion of the distal biceps brachii tendon. *Acta orthopaedica Scandinavica* 52: 45-8, 1981.
77. Ware HE, Nairn DS. Repair of the ruptured distal tendon of the biceps brachii. *The Journal of Hand Surgery* 17 B: 99-101, 1992.
78. Winkler KH. Bizepssehnenruptur. Bericht über die Unfallmedizinische Tagung in Mainz am 11./12.November 2000 104, 97-100. 2001.
79. Wirth CJ, Bohnsack M. Distale Bizepssehnenruptur und Refixation der Sehne über zwei Zugänge. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 15: 415-27, 2003.
80. Wolf JD, Muller KH. Der distale Bizepssehnenabriss. Genese--Versorgung -- Ergebnisse. *Unfallheilkunde* 86: 388-91, 1983.
81. Woods DA, Hoy G, Shimmin A. A safe technique for distal biceps repair using a suture anchor and a limited anterior approach. *Injury* 30: 233-7, 1999.
82. Zanetti M, Hodler J. Sonographie und Magnetresonanztomographie (MRT) der Tendopathien. *Der Orthopäde* 24: 200-8, 1995.

7. Anhang

7.1 Befragungsbogen

Befragungsbogen im Rahmen der Doktorarbeit:

Name:		Geburtsdatum:		Alter:	Jahre
Adresse:		Geschlecht: m w	Telefonnr.:		
			Telefaxnr.:		
Diagnose:		betroffene Seite:	links	rechts	
		dominante Seite:	links	rechts	
Unfalldatum:		Arbeitsunfall	Sportunfall	sonstiger Unfall	
<u>Unfallhergang:</u>					
<u>Unfallmechanismus:</u>					
<u>Verhalten nach dem Unfall:</u>					
<u>Subjektive Beschwerden:</u>					
<u>Erstbehandelnder Arzt:</u>			Erstbehandlungsdatum		

MRT-Befund:

Röntgen:

OP-Termin:

Zeit zw. Unfall und OP-Termin:

OP-Bericht:

Histologie:

<u>Beschwerden nach der OP:</u> <u>evt. Komplikationen?</u>			
Dauer des Krankenhausaufenthaltes: Entlassung am			
Nachbehandlung:			
Dauer der Nachbehandlung:			
Datum der Nachuntersuchung:		=> Nachuntersuchungszeitraum	
Dauer der Arbeitsunfähigkeit:			
<u>Bewegungsausmaß in Grad:</u>	<u>verletzt</u>	<u>unverletzt</u>	<u>Verhältnis (in %)</u>
- Pronation:			
- Supination:			
- Flexion:			
- Extension:			
Muskelrelief:			
Datum der Kraftmessung:			
<u>Kraft:</u>	<u>verletzt</u>	<u>unverletzt</u>	<u>Verhältnis (in %)</u>
- Pronation: s. gesondertes Blatt			
- Supination:			
- Flexion:			
- Extension:			
<u>Ausdauer:</u>	<u>verletzt</u>	<u>unverletzt</u>	<u>Verhältnis (in %)</u>
- Pronation:			
- Supination:			
- Flexion:			
- Extension:			
<u>Aktivitäten vor der Verletzung:</u>			
<u>Sport:</u>			
<u>Beruf:</u>			
<u>Sonstiges:</u>			
<u>Aktivitäten nach der operativen Versorgung:</u>			
<u>Sport:</u>			
<u>Beruf:</u>			
<u>Sonstiges:</u>			

<u>Einschränkungen nach der operativen Versorgung:</u>
<u>Momentane Beschwerden, die auf die Verletzung zurückzuführen sind:</u>
<u>Einschränkung der Arbeitsfähigkeit:</u>

<u>Vorerkrankungen:</u>	Herz: Lunge: Gastrointestinaltrakt: Skelett: Sonstige Erkrankungen:
-------------------------	--

7.2 KIN-COM-Protokoll (Maximalkraft in der Flexion und Extension)

KIN-COM TESTERGEBN.

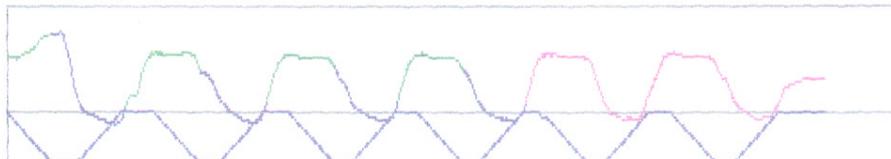
Version: 5.20G

Gesundheitszentrum Germering
 Streiflacherstr.5
 82110 Germering
 089/8944020

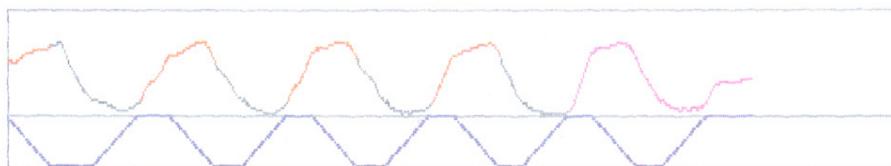
Testdatum : 26.04.01
 Name :
 Diagnose : DISTALE BIZEPSSEHNENRUPTUR
 Arzt :
 Therapeut : PETER MUELLER
 Betroff. Seite : Links Körpergewicht: 110 KG
 Test #1: Getestetes Glied: Handg Seite: Rechts Dat.: 375.CHT
 Muskelgruppe : SUP/PRO
 Hebelarmlänge : 2 cm Startwinkel: 30 Grd Stopwinkel: -30 Grd
 Spezifiz. Sätze : 1 Anzahl Wdh : 4
 Test #2: Getestetes Glied: Handg Seite: Links Dat.: 377.CHT
 Muskelgruppe : SUP/PRO
 Hebelarmlänge : 2 cm Startwinkel: 30 Grd Stopwinkel: -30 Grd
 Spezifiz. Sätze : 1 Anzahl Wdh : 4

LSTNG / ARBEITSBER.

Name: Dat.: 26.04.01
 Gelenk: Handg Seite: Rechts (N.BETROFF.) Geschw(%/s) F: 120 B: 120
 Nm



Name: Dat.: 26.04.01
 Gelenk: Handg Seite: Links (BETROFF.) Geschw(%/s) F: 120 B: 120
 Nm



Spitze Drehm.:	CON	2.26 Nm	CON	2.10 Nm	CON	2.78 Nm	CON	2.12 Nm
Ermüdungsind.:		53.35 %		110.27 %		87.92 %		90.44 %
Mitl Sp-Kraft:		85.00 N		102.00 N		131.75 N		98.25 N
CU Sp.-Kraft		25.56 %		5.25 %		4.44 %		5.35 %
Gesamtarb.		4.44 J		6.84 J		9.38 J		6.81 J
Leistung		1.57 W		2.38 W		3.14 W		1.99 W
Anz. Wdh.		4		4		4		4

7.3 KIN-COM-Protokoll (Ausdauerfähigkeit in der Flexion und Extension)

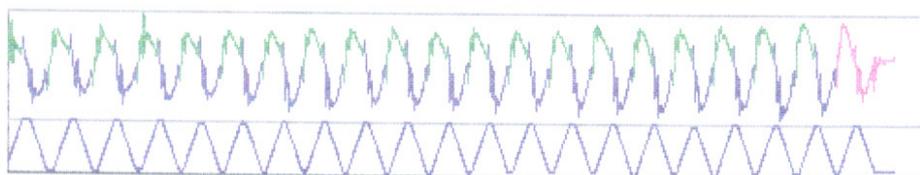
KIN-COM TESTERGEBN. Version: 5.20G

Gesundheitszentrum Germering
Streiflacherstr.5
82110 Germering
089/8944020

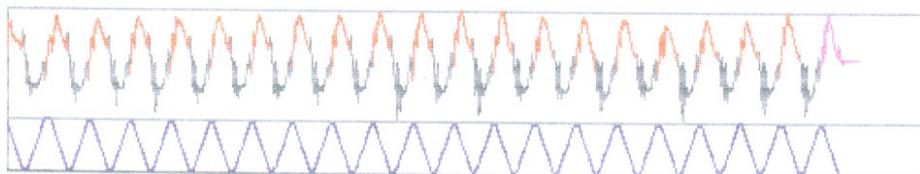
Testdatum : 26.04.01
Name :
Diagnose : DISTALE BIZEPSSEHNENRUPTUR
Arzt :
Therapeut : PETER MUELLER
Betroff. Seite : Links Körpergewicht: 110 KG
Test #1: Getestetes Glied: Ellbo Seite: Rechts Dat.: 380.CHT
Muskelgruppe : FLEX/EXT
Hebelarmlänge : 22 cm Startwinkel: -110 Grd Stopwinkel: 0 Grd
Spezifiz. Sätze : 1 Anzahl Wdh : 20
Test #2: Getestetes Glied: Ellbo Seite: Links Dat.: 382.CHT
Muskelgruppe : FLEX/EXT
Hebelarmlänge : 22 cm Startwinkel: 110 Grd Stopwinkel: 0 Grd
Spezifiz. Sätze : 1 Anzahl Wdh : 20

LSTNG / ARBEITSBER.

Name: Dat.: 26.04.01
Gelenk: Ellbo Seite: Rechts (N.BETROFF.) Geschw(%/s) F: 240 B: 240
Nm



Name: Dat.: 26.04.01
Gelenk: Ellbo Seite: Links (BETROFF.) Geschw(%/s) F: 240 B: 240
Nm



Spitze Drehm.:	ECC 33.66 Nm	ECC 35.42 Nm	ECC 39.82 Nm	ECC 42.68 Nm
Ermüdungsind.:	110.42 %	112.08 %	133.52 %	109.75 %
Mitl Sp-Kraft:	111.75 N	138.00 N	150.50 N	145.45 N
CV Sp.-Kraft:	13.51 %	9.71 %	11.12 %	15.82 %
Gesamtarb.:	523.04 J	644.01 J	710.77 J	535.05 J
Leistung:	47.25 W	60.13 W	62.46 W	47.27 W
Anz. Wdh.:	20	20	20	20

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Peter Michael Müller
Geburtsdatum: 18. August 1976
Geburtsort: München
Familienstand: verheiratet, zwei Kinder

Schulbildung: 1982-1986 Grundschule in Gilching
1986-1996 Christoph-Probst-Gymnasium Gilching

Schulabschluss: Allgemeine Hochschulreife (Juni 1996)

Zivildienst: Klinikum Großhadern
(September 1996 – September 1997)

Hochschulstudium: Humanmedizin an der LMU München (11/97 – 11/03)

Examina: Physikum (Herbst 1999)
1. Staatsexamen (Herbst 2000)
2. Staatsexamen (Herbst 2002)
3. Staatsexamen (Herbst 2003)

Famulatur: Unfallchirurgie im Städt. Krankenhaus Harlaching
(April 1999)
Orthopädie in der Orthopädische Gemeinschaftspraxis /
Wolfratshausen
(Oktober 2000)
Kinderchirurgie in der Lachner-Kinderklinik / München
(März 2001)
Anästhesie im Städt. Krankenhaus Kiel
(August 2001)

Praktische Jahr: 1. Terial: (21.02.02 – 09.02.03)
- Klinikum Traunstein: Chirurgie
2. Terial: (10.02.03 – 01.06.03)
- Zentralklinikum Augsburg: Anästhesie
3. Terial: (02.06.03 – 21.09.03)
- Städt. Krankenhaus Harlaching: Innere Medizin

Beruflicher Werdegang: Arzt im Praktikum 01.01.04 – 30.09.04
Klinikum Augsburg
Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie
Komm. Chefarzt Dr. F. Lindemann
Assistenzarzt 01.10.04 – 30.09.08
Klinikum Augsburg
Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie
Chefarzt: Prof. Dr. M. Anthuber
Assistenzarzt 01.10.08 –
Klinikum Augsburg
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Chefarzt: Prof. Dr. E. Mayr

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Hertlein, der mir durch die Überlassung des Themas die Möglichkeit gab, diese Dissertation zu schreiben.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei meinem Betreuer Herrn Dr. Alois Huber für seine wertvollen Anregungen und ständige Diskussionsbereitschaft sowie für das Korrekturlesen dieser Arbeit.

Herrn Prof. Dr. M. Lichtwarck-Aschoff danke ich sehr für seine Unterstützung bei den Ergebnisanalysen.

Mein Dank gilt auch den Mitarbeitern des Gesundheitszentrums in Germering für die Unterstützung bei den Kraftmessungen.

Mein ausdrücklicher Dank gilt auch den Patienten und Probanden, die sich für die Arbeit zur Verfügung stellten.

Schließlich danke ich meiner Frau und meinen Kindern für Ihre Geduld und Unterstützung.