

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR

Ärztlicher Direktor: Priv. Doz. Dr. med. H.-R. Kortmann

**Klinisch-funktionelle Spätergebnisse konservativ therapierter
Scapulafrakturen**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf

vorgelegt von

Axel Carsten Sehrt

2006

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez. Prof. Dr. med. Nürnberg
Dekan

Referent: Priv. Doz. Dr. med. H.-R. Kortmann

Korreferent: Prof. Dr. med. J. Windolf

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | 7 |
| 1 Einleitung | 8 |
| 1.1 Einführung..... | 8 |
| 1.2 Zielsetzung..... | 10 |
| 2 Anatomie der Scapula..... | 11 |
| 2.1 Bedeutung der Scapula für die Funktionen der oberen Extremität..... | 11 |
| 2.2 Knöchernen Strukturen | 11 |
| 2.3 Kapsel- / Bandstrukturen..... | 14 |
| 2.4 Muskulatur des Schultergürtels..... | 15 |
| 2.4.1 Muskeln vom Thorax zum Schultergürtel..... | 15 |
| 2.4.2 Muskeln vom Thorax zum Humerus | 17 |
| 2.4.3 Muskeln von der Scapula zum Humerus | 18 |
| 2.5 Gefäße und Nerven | 21 |
| 2.6 Funktionelle Anatomie des Schultergürtels | 23 |
| 3 Scapulafrakturen | 27 |
| 3.1 Historie und Epidemiologie der Scapulafraktur | 27 |
| 3.2 Muskel- / Verschiebeschutz der Scapula | 27 |
| 3.3 Frakturmechanismus der Scapulafrakturen | 28 |
| 3.4 Bedeutung und Verteilung von Begleitverletzungen | 28 |
| 3.5 Diagnostische- / Therapeutische Lücke | 29 |
| 3.6 Frakturklassifikation | 30 |
| 3.7 Frakturtypen..... | 31 |
| Corpusfrakturen..... | 31 |
| Collumfrakturen | 32 |
| Glenoidfrakturen..... | 33 |
| Coracoidfrakturen..... | 34 |
| Acromionfrakturen | 34 |
| 3.8 Klinisches Erscheinungsbild..... | 36 |
| Bildgebende Diagnostik..... | 37 |
| 3.9 Therapieverfahren..... | 38 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.10 | Prognose..... | 41 |
| 4 | Material und Methode..... | 43 |
| 4.1 | Patientengut..... | 43 |
| 4.2 | Untersuchungsmethoden..... | 43 |
| 4.2.1 | Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant | 46 |
| 4.2.2 | Isokinetik..... | 52 |
| 5 | Ergebnisse | 56 |
| 5.1 | Patientengut..... | 56 |
| 5.2 | Unfallhergang..... | 58 |
| 5.3 | Frakturverteilung | 58 |
| 5.4 | Begleitverletzungen | 60 |
| 5.5 | Therapie..... | 61 |
| 5.5.1 | Art der Immobilisation..... | 61 |
| 5.5.2 | Zeitraum bis zum Beginn der Physiotherapie | 63 |
| 5.5.3 | Anzahl der physiotherapeutischen Therapiemaßnahmen | 63 |
| 5.5.4 | Dauer des stationären Aufenthaltes | 64 |
| 5.5.5 | Dauer der Arbeitsunfähigkeit | 64 |
| 5.6 | Ergebnisse der klinischen Untersuchung..... | 66 |
| 5.6.1 | Subjektive Beschwerden | 66 |
| 5.6.2 | Armumfänge..... | 68 |
| 5.6.3 | Bewegungsumfänge..... | 72 |
| 5.6.4 | Schulterfunktionsberurteilung nach Constant | 75 |
| 5.7 | Isokinetische Messungen..... | 86 |
| 5.7.1 | Durchschnittliche Messwerte der isokinetischen Tests..... | 86 |
| 5.7.2 | Analyse des durchschnittlichen prozentualen Seitendefizits | 90 |
| 5.7.3 | Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Drehmoments- und Leistungsdefizite aller Bewegungsrichtungen | 91 |
| 5.7.4 | Einfluss der Dominanz der Frakturseite auf die durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Drehmoments- und Leistungsdefizite aller Bewegungsrichtungen | 92 |
| 5.7.5 | Korrelation zwischen der Seitendifferenz des Ergebnisses des Constant-Scores und dem | |

| | | |
|----------|---|------------|
| | durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizits des maximalen Drehmoments und der erbrachten Leistung aller Bewegungsrichtungen | 92 |
| 5.7.6 | Korrelation zwischen den absoluten Seitendifferenzen des isokinetischen Maximaldrehmoments und den absoluten Seitendifferenzen der Bewegungsausmaße | 93 |
| 5.7.7 | Korrelation zwischen dem Ergebnis der Kraftmessung nach Constant und der Punktebewertung des Drehmoments nach Thomas | 93 |
| 6 | Diskussion | 95 |
| 6.1 | Ziel und Methode | 95 |
| 6.2 | Patientengut..... | 95 |
| 6.3 | Frakturverteilung | 96 |
| 6.3 | Begleitverletzungen | 97 |
| 6.4 | Therapie..... | 97 |
| 6.5 | Klinische Untersuchung | 98 |
| 6.6 | Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant..... | 100 |
| 6.7 | Isokinetische Messungen..... | 103 |
| 7 | Zusammenfassung..... | 106 |
| 8 | Literatur | 108 |
| 9 | Anhang | 121 |
| 9.1 | Armumfänge | 121 |
| 9.2 | Bewegungsumfänge | 122 |
| 9.2.1 | Bewegungsumfangsdifferenzen der häufigsten Frakturtypen | 126 |
| 9.3 | Einzelkomponenten des Constant-Scores | 128 |
| 9.3.1 | Aktivitätsniveau des täglichen Lebens..... | 128 |
| 9.3.2 | Bewertung der Beweglichkeit: | 129 |
| 9.4 | Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die Ergebnisse des Constant-Scores..... | 131 |
| 9.5 | Einfluss der Gelenknähe der Fraktur auf das Ergebnis des Constant-Scores | 132 |
| 9.6 | Einfluss der Frakturseite auf den Constant-Score..... | 133 |
| 9.7 | Isokinetik | 134 |
| 9.7.1 | Isokinetische Messwerte des Patienten mit beidseitiger Scapulafraktur | 134 |

| | |
|--|------------|
| 9.7.2 Analyse des durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizits des maximalen Drehmoments und der erbrachten Leistung aller Bewegungsrichtungen nach den häufigsten Frakturtypkombinationen | 135 |
| 9.7.3 Analyse des durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizits des maximalen Drehmoments und der erbrachten Leistung aller Bewegungsrichtungen nach der Dominanz der frakturierten Körperseite | 136 |
| 10 Danksagung | 137 |
| 11 Lebenslauf..... | 138 |
| 12 Abstract..... | 139 |

Vorwort

Die vorliegende Studie wurde an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg-Buchholz erstellt. Die Klinik wurde 1957 in Betrieb genommen und verfügt über 289 Betten, aufgeteilt in 250 unfallchirurgische Betten, einschließlich 51 Betten für Patienten mit Querschnittslähmungen und 39 Betten für Hand- und plastische Chirurgie, einschließlich der Behandlung schwer brandverletzter Patienten.

35 eigenständige gewerbliche Berufsgenossenschaften, die landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften und die Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand verfügen damit als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung über besondere, eigene Einrichtungen zur Heilbehandlung und Rehabilitation. Akut- und Rehabilitationsmedizin sind in diesen Traumazentren der Maximalversorgung unter einem Dach vereint und wirken gleichzeitig – nicht nebeneinander – auf bestmögliche Behandlungsergebnisse hin.

Nur so können sie ihren im Sozialgesetzbuch definierten Auftrag erfüllen, bei Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten mit allen geeigneten Mitteln für die Heilbehandlung, einschließlich der medizinischen Rehabilitation, sowie für die berufliche und soziale Rehabilitation zu sorgen.

Insgesamt unterhalten die gewerblichen und landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften sowie die Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand neun berufsgenossenschaftliche Kliniken, in denen die Akutversorgung Unfallverletzter sowie deren Rehabilitation unter einem Dach vereint wird.

Das Leistungsspektrum der berufsgenossenschaftlichen Unfallkliniken steht neben den gesetzlich unfallversicherten Patienten auch allen anderen Krankenversicherten zur Verfügung (70).

1 Einleitung

1.1 Einführung

Ein Blick zurück in die Medizingeschichte weist Mondino dei Liucci (um 1270 – 1326) als ersten Meister der Anatomie in Bologna aus. Er verfasste das erste große Lehrbuch der Anatomie mit dem Titel: „Anatome omnium humani corporis interiorum membrorum“.

Dieses Werk etablierte sich rasch als Standardwerk und verlieh über Jahrzehnte Anatomen, Barbieren und Heilkünstlern Einblicke und Erkenntnisse in die inneren Organstrukturen des Menschen (128).

Mit dem Ziel, ein Lehrbuch zur Oberflächenanatomie des menschlichen Körpers zu verfassen, fiel Leonardo da Vinci, italienischer Maler, Architekt, Naturforscher und Techniker (1552 – 1519) eine Vorreiterrolle mit seinen Beobachtungen und Erkenntnissen der Funktionsweisen des menschlichen Körpers zu. Bereits ab ca. 1487 führte er am Hospital Sta. Maria Nuova in Florenz anatomische Detailstudien an Leichen durch. Leonardo da Vinci war bestrebt, zu erkennen, wie er die verschiedenen Gelenke und Muskeln, ihr Biegen und Strecken in seiner Malerei, den Gesetzen der Natur entsprechend, darstellen konnte. Seine Aussage, dass „...derjenige, der nicht weiß, welche Muskeln welche Bewegungen verursachen, die Muskeln von Gestalten bei Bewegungen und Handlungen schlecht zeichnen wird,“ zieht sich wie ein Leitfaden durch sein Lebenswerk. Seine Studien der Muskulatur und der Bewegungen des Schultergürtels aus den Jahren 1509/1510 mögen dies exemplarisch veranschaulichen (siehe Abb. 1.1-I).

Die gezeigten anatomischen Studien demonstrieren die komplexen, muskulären und knöchernen Verhältnisse des Schultergürtels, die der Schulter eine große Beweglichkeit und Kraftentfaltung ermöglichen. Dieses komplexe System kann durch Funktionseinschränkungen und Verletzungen der einzelnen anatomischen Strukturen gravierend beeinträchtigt werden. Zur differenzierten Therapie einer Scapulafraktur ist die Beurteilung der Anatomie des Schultergürtels, Thorax und Armes maßgeblich. In dieser Studie sollen funktionelle Langzeitergebnisse nach Frakturen der Scapula untersucht werden.

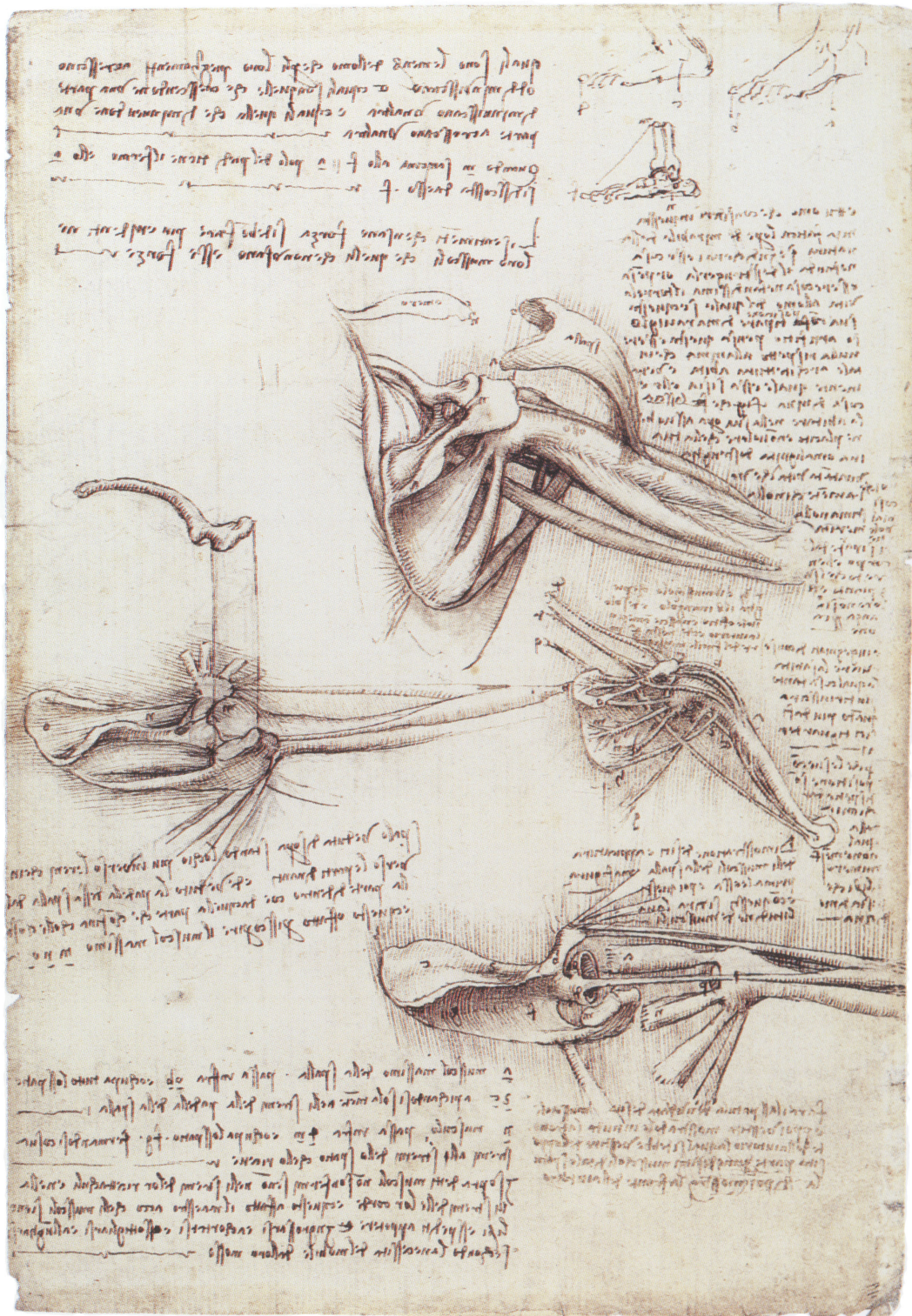


Abb. 1.1-I: Studien der Schultermuskulatur, sowie der Bewegung des Schultergelenkes von Leonardo da Vinci, um 1509/1510. Mit freundlicher Genehmigung des Verlags aus: Leonardo da Vinci, Sämtliche Gemälde und Zeichnungen, Taschen GmbH, Köln.

1.2 Zielsetzung

Im Patientengut der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR sind die in den Jahren 1990 bis 1999 konservativ behandelten Scapulafrakturen klinisch funktionell nachzuuntersuchen. Die Funktionseinheit „Schultergürtel“ wird anhand subjektiver Patienteneinschätzungen und objektiv messbarer, seitenvergleichender Bewegungsumfänge und Kraftmessungen analysiert wie auch in isokinetischen Tests hinsichtlich Bewegungsachsen und Winkelgeschwindigkeiten statistisch erfasst. Die Ergebnisse sollen erlauben, Langzeitprognosen aufgrund von Diagnosekriterien und Behandlungsmodalitäten abzugeben.

2 Anatomie der Scapula

2.1 Bedeutung der Scapula für die Funktionen der oberen Extremität

Die Scapula liegt dorsal auf dem Thorax und wird durch Muskelschlingen auf ihm beweglich fixiert. Sie dient dem Arm einerseits als stabilisierendes Lager, andererseits vergrößert sie durch ihre Mobilität auf dem Thorax das Bewegungsausmaß der oberen Extremität.

2.2 Knöcherne Strukturen

Die Scapula besteht aus einer dreieckigen, mit der Thoraxform kongruent gewölbten Knochenplatte, die dem Thorax dorsal bündig aufliegt und in ihrer Fläche einen Winkel von 30° zur Frontalebene bildet. Es lassen sich drei Angulus mit verbindenden Margi identifizieren: Angulus superior, Angulus inferior und Angulus lateralis. Die die Angulus verbindenden Margi bilden einen knöchern verdickten Rahmen um die Scapula und werden nach ihrer Position als Margo superior, medialis und lateralis bezeichnet. Margo superior und Margo lateralis vereinigen sich im Angulus lateralis als massives, gedrungenes Halsstück zum Collum scapulae. Nach lateral vergrößert sich die sagittale Dicke des Collum scapulae und bildet das Glenoid mit der dazugehörigen ovalär geformten Cavitas glenoidalis, der Gelenkpfanne des Glenohumeralgelenkes. Die Größe der Gelenkfläche des Glenoids entspricht etwa einem Viertel der des Humeruskopfes. Die Stabilität des Gelenkes wird nicht durch das Gelenk selbst, sondern durch zirkulär um den Humeruskopf ansetzende Muskeln erreicht.

Auf der dorsalen Fläche der Scapula, der Facies posterior, erhebt sich vom oberen Drittelpunkt der Margo medialis bis zum Collum scapulae die kräftige Schultergräte, die Spina scapulae. Nach lateral setzt sich diese als Acromion fort, einem abgeflachten, nach ventral abgeknickten Fortsatz, der das Schultergelenk überdeckt. Die Acromionspitze artikuliert medial mit dem lateralen Ende der Clavicula und bildet das Acromioclaviculargelenk.

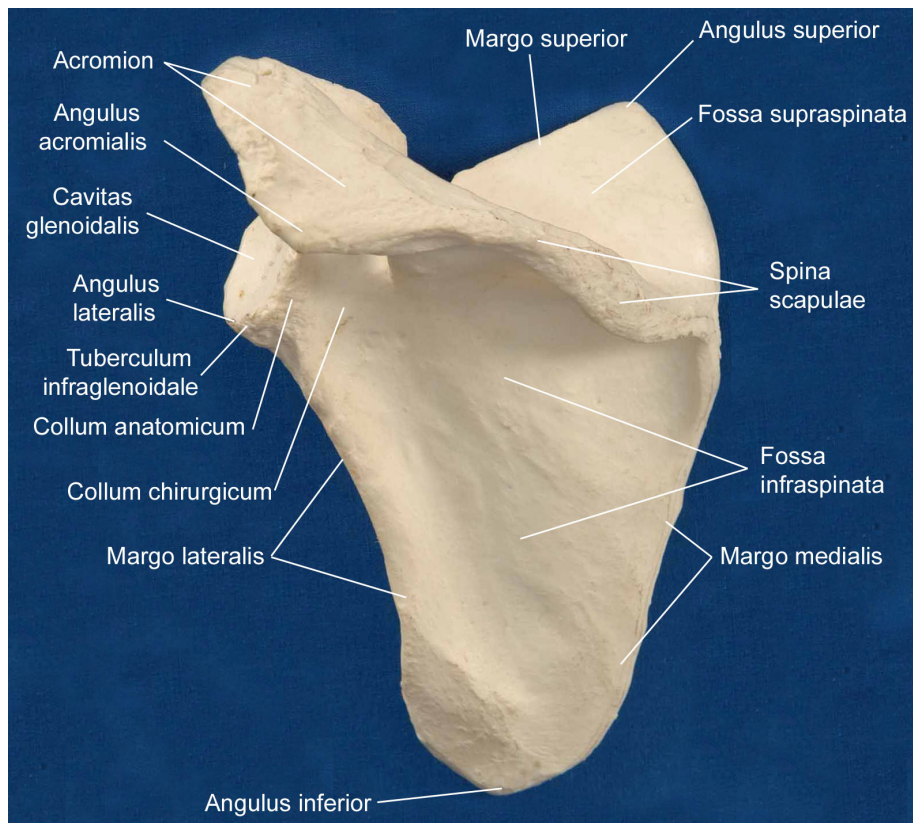


Abb. 2.2- I: dorsale Ansicht der linken Scapula

Die Facies posterior wird durch die Spina scapulae in die kleinere Fossa supraspinata und die größere Fossa infraspinata geteilt. Sie stellen Ursprungsfelder für die gleichnamigen dorsalen Muskeln der Scapula dar.

Medial des Collum scapulae setzt an der Margo superior ein rabenschnabelartig geformter Fortsatz an, der Processus coracoideus. Lateral des Coracoids liegt die Incisura scapulae, ein variabel ausgeprägter Einschnitt in die Margo superior, die von einem derben Band, dem Ligamentum transversum scapulae, überspannt wird. Durch die Incisura scapulae ziehen Nervus und Arteria suprascapularis auf die dorsale Fläche der Scapula.

Die ventrale Fläche der Scapula, die Facies costalis, ist der Wölbung des Thorax entsprechend konkav gestaltet und stellt das Ursprungsfeld für den Musculus subscapularis dar.

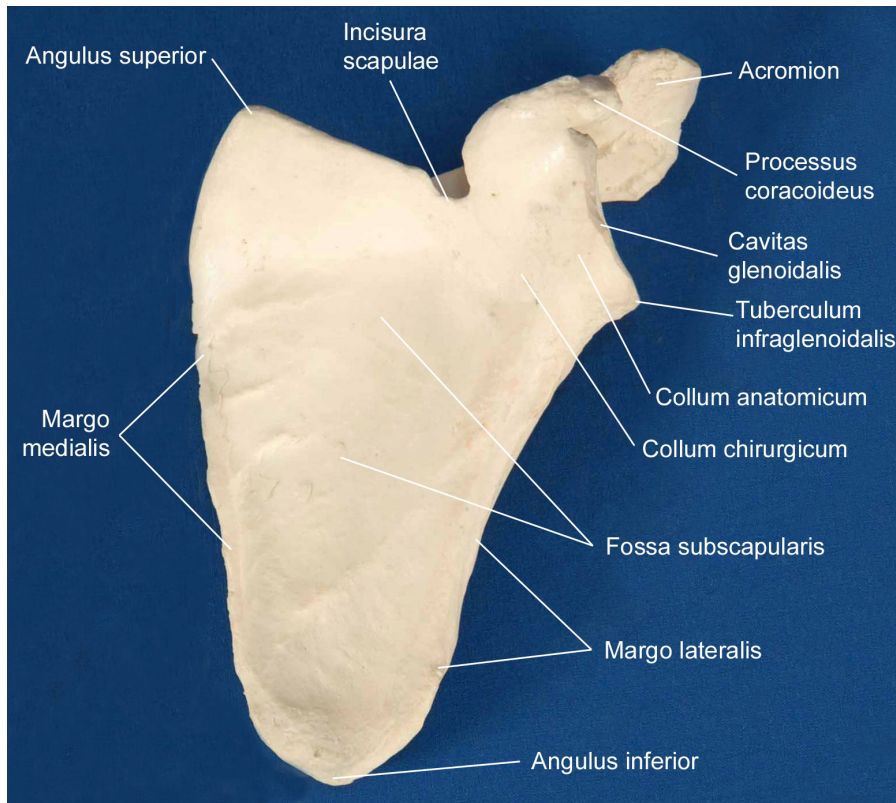


Abb. 2.2- II: ventrale (oben) und laterale (unten) Ansicht der linken Scapula

2.3 Kapsel- / Bandstrukturen

Das Acromioclaviculargelenk wird durch einen verstärkten Bandzug der Gelenkkapsel, dem Lig. acromioclaviculare, stabilisiert.

Eine weitere Verbindung zwischen Scapula und Clavicula besteht in zwei Bandzügen, die vom Knick des Coracoids zur lateralen Clavicula ziehen und zusammen das Lig. coracoclaviculare bilden.

Diese beiden Bänder stabilisieren das Acromioclaviculargelenk. Bei einem Riss der Ligamente zwischen Acromion, Coracoid und Clavicula kann es zu einer nach cranial gerichteten Luxation des lateralen Claviculaendes kommen.

Acromion und Coracoid sind untereinander durch einen breiten Bandzug, das Lig. coracoacromiale, verbunden, der eine Überdachung des Schultergelenkes darstellt.

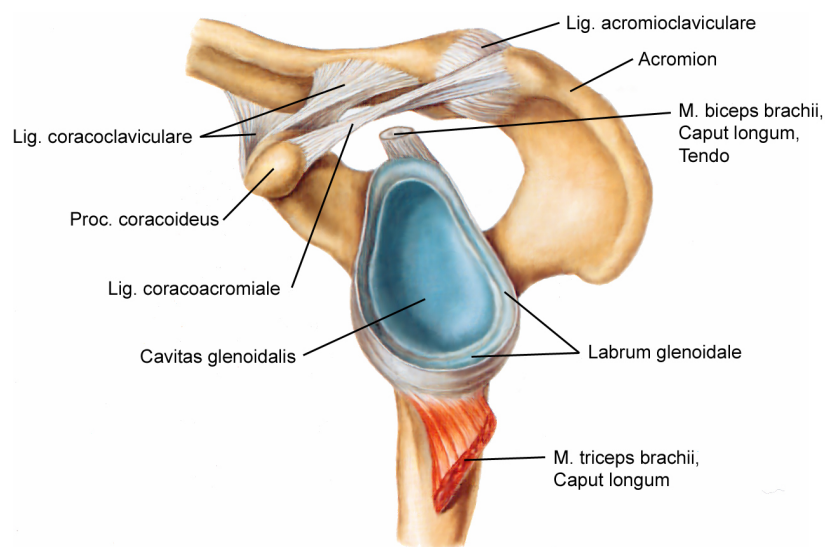


Abb. 2.3- I: laterale Ansicht des Bandapparates der linken Scapula

Um die Cavitas glenoidalis herum liegt eine aus Faserknorpel bestehende Gelenkklippe, das Labrum glenoidale, das zur Stabilisierung des Glenohumeralgelenkes dient und mit dem Knochen fest verwachsen ist.

Die Gelenkkapsel des Schultergelenkes inseriert proximal am Collum anatomicum scapulae und Labrum glenoidale, distal am Collum anatomicum humeri. Um den großen Bewegungsumfang des Gelenkes zu ermöglichen, ist die Gelenkkapsel weit gestaltet und bietet durch ihren Recessus axillaris ausreichende Entfaltungsmöglichkeiten. Eine zusätzliche Stabilisierung wird durch die zu Bändern verstärkten ventralen Anteile der Gelenkkapsel, die Ligg. glenohumeralia, und durch ein von der Basis des Coracoids in die Kapsel einstrahlendes Lig. coracoglenoidale erreicht.

2.4 Muskulatur des Schultergürtels

Die Muskulatur des Schultergürtels lässt sich topographisch in drei Gruppen unterteilen, wobei sich alle drei Gruppen in eine ventrale und eine dorsale Gruppe aufteilen:

1. Muskeln, die vom Thorax zum Schultergürtel verlaufen und dessen Befestigung und Bewegung auf dem Thorax gewährleisten
2. Muskeln, die vom Thorax zum Humerus ziehen und Schultergürtel und Schultergelenk steuern bewegen
3. Muskeln, die vom Schultergürtel zum Humerus ziehen und das Schultergelenk bewegen

2.4.1 Muskeln vom Thorax zum Schultergürtel

Der M. trapezius entspringt entlang einer Linie von der Protuberantia occipitalis externa bis zum Dornfortsatz des untersten Brustwirbels. Im Verlauf konvergieren die Fasern, um schließlich am lateralen Drittel der Clavicula, dem Acromion und der Spina scapulae anzusetzen. Je nach Verlaufsrichtung der Fasern wird der Muskel in drei Abschnitte unterteilt: Pars descendens, Pars transversa, Pars ascendens.

Die Funktion der drei Muskelabschnitte ist je nach Verlaufsrichtung unterschiedlich:

- Pars descendens hebt die Scapula an und rotiert sie, wobei der Angulus inferior nach lateral gedreht wird.

- Pars transversa zieht die Scapula auf dem Thorax nach medial und unterstützt die Medialisierung der Scapulae.
- Pars ascendens zieht die Scapula nach caudal und wirkt einem Absinken des Rumpfes beim Abstützen auf den Armen entgegen.

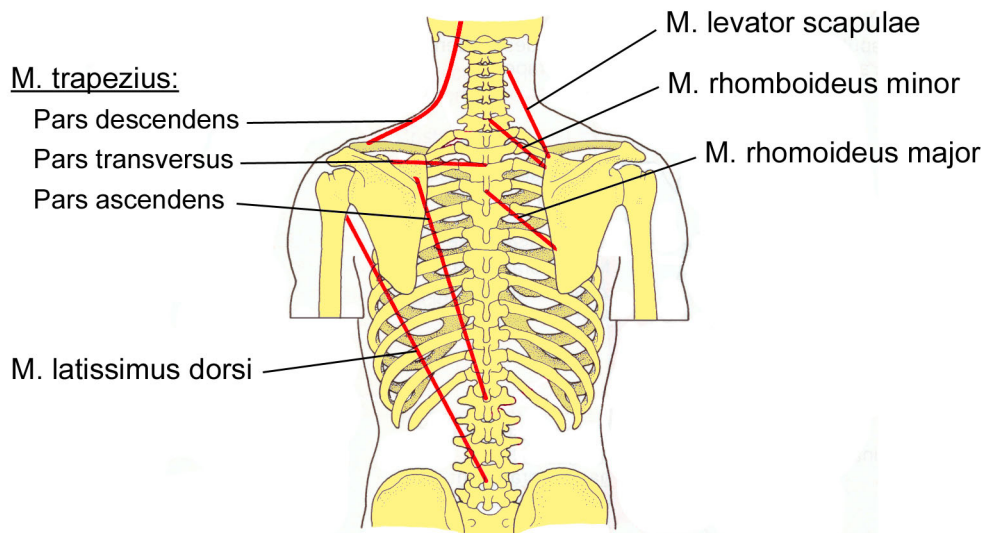


Abb. 2.4.1- I: Verlauf der dorsalen Rumpf-Scapula-Muskulatur

Der M. levator scapulae hat seinen Ursprung an den vier oberen Halswirbelquerfortsätzen und setzt am Angulus superius und Margo medialis der Scapula an. Er zieht das Schulterblatt nach medial cranial.

Der M. rhomboideus entspringt an den Processus spinosi zwischen sechstem Hals- und viertem Brustwirbel. Er verläuft caudal lateral zum Margo medialis, an dem er vom Ursprung der Spina bis zum Angulus inferior ansetzt. Der Muskel zieht das Schulterblatt nach medial cranial.

Der M. serratus anterior entspringt zackenförmig von der 1. bis 9. Rippe seitlich an der Thoraxwand und verläuft zwischen dieser und der Scapula nach medial, um entlang der gesamten Margo medialis scapulae zu inserieren.

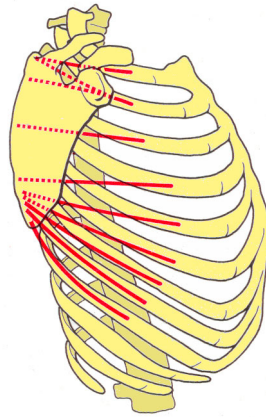


Abb. 2.4.1- II: Verlauf des M. serratus anterior

Der M. rhomboideus und der M. serratus anterior stehen sich als Antagonisten gegenüber. Bei simultaner Kontraktion wird die Scapula auf dem Thorax fixiert.

Der M. pectoralis minor setzt nahe der Knorpel-Knochen-Grenze an der dritten bis fünften Rippe an und inseriert an der Unterseite des Coracoids. Er zieht das Schulterblatt nach ventral caudal.

2.4.2 Muskeln vom Thorax zum Humerus

Der M. pectoralis major entspringt an der medialen Hälfte der Clavicula, vom Sternum, vom 2. bis 7. Rippenknorpel sowie vom vorderen Blatt der Rektusscheide. Sein Ansatz liegt an der Crista tuberculi majoris humeri. Der Muskel wirkt bei Anteversion des Armes als kräftiger Extensor, in Neutralstellung und Retroversion als Flexor und aus einer Abduktionsstellung als kräftiger Adduktor.

Der M. latissimus dorsi entspringt an den Dornfortsätzen der sechs unteren Brust- und aller Lendenwirbel, sowie am Kreuzbein und dem medialen Teil der Darmbeinschaukel. Dieser platte Muskel bedeckt einen Großteil des Rückens, verläuft um den Thorax herum, um schließlich an der Crista tuberculi minoris anzusetzen. Seine Kraft ist besonders bei nach vorn oder seitlich eleviertem Arm groß, da er in Grundstellung schon relativ stark verkürzt ist. Bei flektiertem Arm vollführt er eine kräftige Retroversion, bei abduziertem Arm eine starke Adduktion und aus einer Außenrotationsstellung eine starke Innenrotation.

2.4.3 Muskeln von der Scapula zum Humerus

Der M. subscapularis entspringt an der Fossa subscapularis, strahlt in die ventrale Gelenkkapsel des Schultergelenkes ein und inseriert mit breiter Sehne am Tuberculum minoris humeri. Seine vornehmliche Wirkung besteht in der Innenrotation des Humerus. Die vor dem Schultergelenk gelegene Endsehne stellt einen wichtigen aktiven Schutz vor einer vorderen Luxation des Humeruskopfes dar.

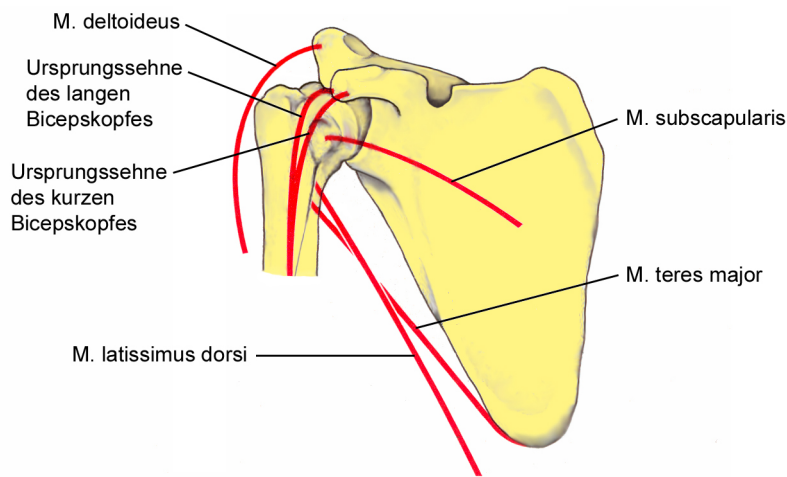


Abb. 2.4.3- I: Ventrale Verlaufsansicht der Scapula-Humerus-Muskulatur

Der M. supraspinatus nimmt seinen Ursprung an der Fossa supraspinata und an der die Fossa überspannenden Fascia supraspinata. Er zieht unter dem Acromion hindurch zum oberen Feld des Tuberculum majus. In ihrem Verlauf ist die Sehne des Muskels mit der Schultergelenkkapsel verwachsen, wodurch die Kapsel bei Kontraktion des Muskels gespannt wird. Der Muskel hebt den Arm nach vorn außen und vermag den adduzierten und retrovertierten Arm nach außen zu rotieren. Bei der Elevation des Armes verhindert er das Absinken des Humeruskopfes in der Pfanne.

Der M. infraspinatus entspringt an der Wand der durch Fossa und Fascia infraspinata gebildeten Muskelloge. Er strahlt in die Gelenkkapsel des Schultergelenkes ein und setzt an der mittleren Facette des Tuberculum majus an. Dadurch stellt er den wichtigsten Außenrotator dar. Bei adduziertem Arm wirken die oberen Teile des Muskels schwach adduzierend, bei abduziertem

Arm abduzierend, da sich die Wirklinie über die sagittale Gelenkachse verlagert.

Der M. teres minor entspringt entlang der Margo lateralis und inseriert an der unteren Facette des Tuberculum majus. Wie der M. infraspinatus wirkt er als Außenrotator und Adduktor.

Die Endsehnen der Mm. subscapularis, -supraspinatus, -infraspinatus und -teres minor bilden zusammen die sogenannte Rotatorenmanschette. Sie stellt einen mit der Gelenkkapsel verflochtenen Verstärkungsring um das Schultergelenk dar, der die wesentliche Führung des Gelenkes übernimmt.

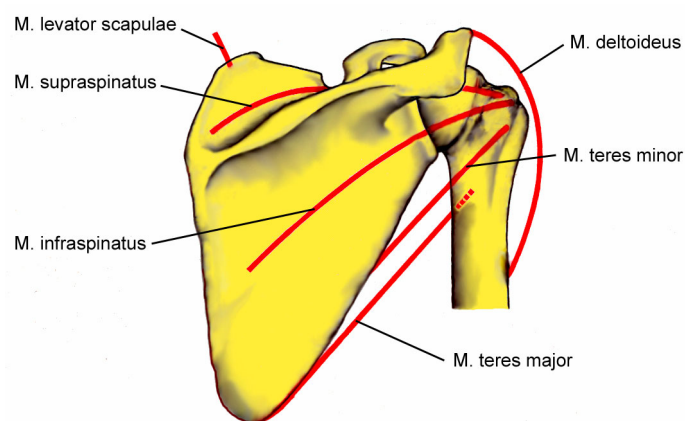


Abb. 2.4.3- II: Dorsale Verlaufsansicht der Scapula-Humerus-Muskulatur

Das Ursprungsfeld des M. teres major entspricht dem Angulus inferior der Scapula. Wie der M. latissimus dorsi setzt er an der Crista tuberculi minoris an. Zusammen mit ihm bewirkt er die Adduktion und Innenrotation des Humerus.

Der M. deltoideus entspringt gegenüber dem Ansatz des Trapezius am lateralen Clavikuladrittel, dem Acromion und der Spina scapulae und zieht um das Tuberculum majus herum zur Tuberositas deltoidea. Je nach Ursprungsfeld kann der Muskel den Humerus abduzieren, innenrotieren, oder außenrotieren. Der M. deltoideus trägt, durch eine Verschiebeschicht von der Rotatorenmanschette getrennt, ebenfalls zur Stabilisierung des Schultergelenkes bei.

Der zweiköpfige M. biceps brachii entspringt mit seinem Caput longum am Tuberculum supraglenoidale. Von dort zieht die Sehne um den Humeruskopf herum in den Sulcus intertubercularis, wo sie das Gelenk verlässt. Durch diesen Verlauf wirkt die lange Bizepssehne in der Neutralstellung des Gelenkes als

Stabilisator des Humeruskopfes in der Gelenkpfanne. Das Caput breve entspringt an der Spitze des Processus coracoideus und zieht zum gemeinsamen Muskelbauch der beiden Köpfe, der über die Endsehne an der Tuberositas radii ansetzt. Auf das Schultergelenk wirken die beiden Köpfe bei fixiertem Unterarm als Flexoren und Innenrotatoren. Das Caput breve kann darüber hinaus noch den Arm leicht adduzieren, da es medial der Sagittalachse liegt. Die Hauptfunktion des Muskels liegt allerdings in der Beugung und Supination des Ellenbogengelenkes.

Der M. coracobrachialis entspringt gemeinsam mit dem Caput breve des Bizeps an der Spitze des Processus coracoideus und zieht an die mediale Seite des Humerusschaftes, um dort distal der Crista tuberculi minoris zu inserieren. Der Muskel bewirkt eine schwache Anteversion und Adduktion. Seine hauptsächliche Funktion besteht in der Stabilisierung des Schultergelenks.

Das Caput longum des M. triceps brachii setzt an der Tuberositas infraglenoidale und dem lateralen Ende der benachbarten Margo lateralis an und zieht zusammen mit den beiden anderen Köpfen des Muskels zum Olecranon. Das Caput longum besitzt eine schwache Retroversionswirkung im Schultergelenk bei Anteversion. Genau wie beim M. biceps brachii besteht seine Hauptaufgabe in der Bewegung des Unterarmes. Der M. triceps brachii stellt den einzigen Extensor des Ellenbogengelenkes dar.

2.5 Gefäße und Nerven

Die arterielle Gefäßversorgung der Scapula wird über die Aorta und den Truncus brachiocephalicus aus der A. subclavia gespeist. Von ihr zweigen die A. suprascapularis, A. thoracoacromialis und A. transversa cervicis ab. Der Hauptstamm der A. subclavia geht am Unterrand der Clavicula in die A. axillaris über, von der wiederum die A. subscapularis abgeht.

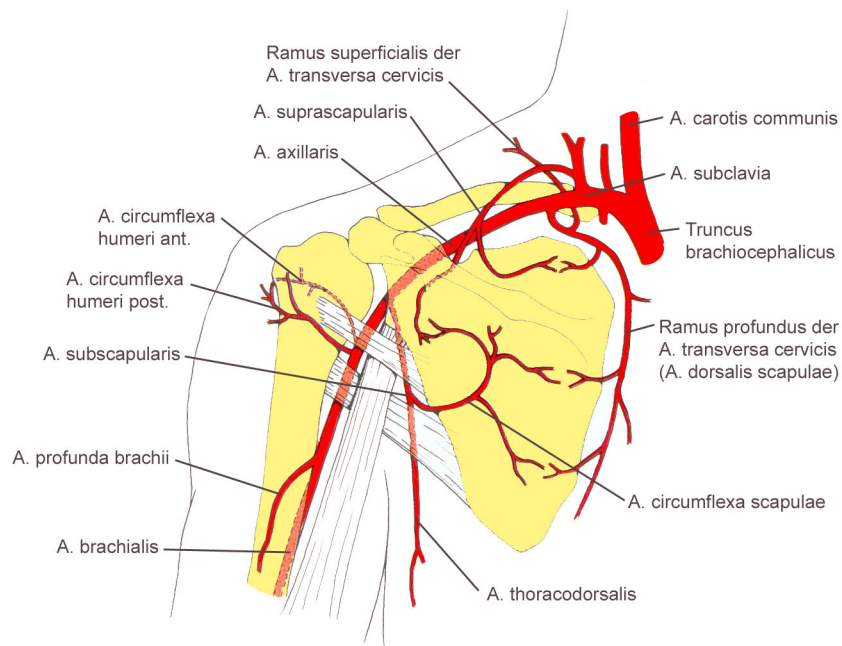


Abb. 2.5- I: Arterielle Gefäßverläufe im Bereich der Schulter

Der tiefe venöse Abfluss aus Arm und Schulter erfolgt über Venen, die die Arterien begleiten. Ihre Nomenklatur entspricht der der Arterien. Der oberflächliche, venöse Abfluss erfolgt über Hautvenen, die überwiegend in die V. cephalica münden, die im Sulcus deltoideopectoralis verläuft und in die V. axillaris mündet.

Die nervale Versorgung der Schulter und des Armes erfolgt aus dem Plexus brachialis. Topographisch lässt sich der Plexus brachialis in eine Pars supraclavicularis von Wirbelsäule bis Clavicula und eine Pars infraclavicularis von Clavicula bis Axilla unterteilen. Im Bereich der Clavicula werden die Trunci des Plexus, Truncus superior, medius und inferior zu drei Fasciculi umgelagert: Fasciculus lateralis, medialis und posterior. Die Nerven, die von der Pars supraclavicularis abzweigen (N. dorsalis scapulae, N. suprascapularis, Nn. subscapulares, N. subclavius, N. thoracicus longus, Nn. pectorales, N. thoracodorsalis) innervieren die Muskulatur des Schultergürtels. Die Faszikel der Pars infraclavicularis gehen in die den Arm versorgenden Nerven (N. medianus, N. ulnaris, N. radialis, N. musculocutaneus) über. Der N. radialis und der N. musculocutaneus sind noch an der Innervation schulterbezogener Muskeln und Hautareale beteiligt.

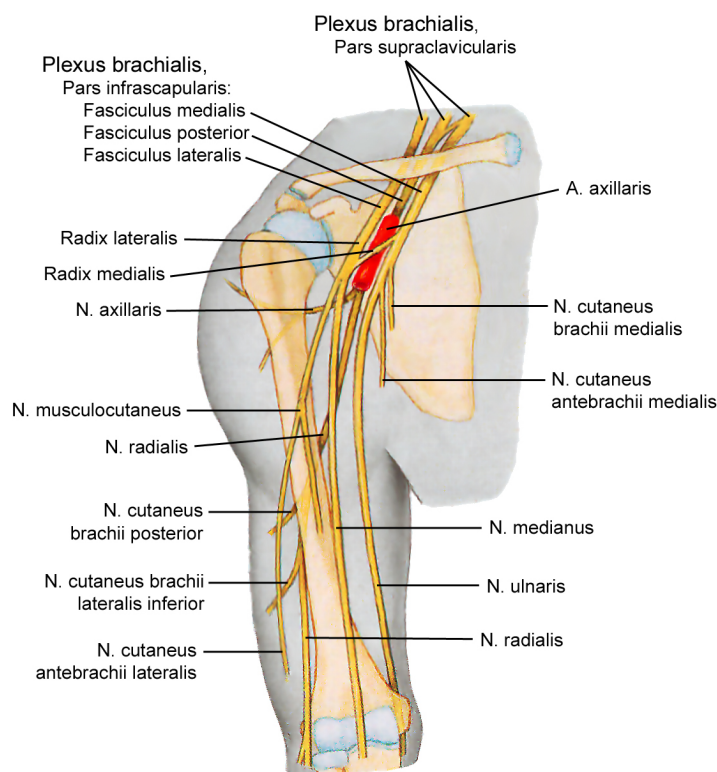


Abb. 2.5- II: Verlauf der Nerven im Bereich des Schultergürtels und des Oberarmes

2.6 Funktionelle Anatomie des Schultergürtels

Die Positionierung des Oberarmes im Raum wird durch zwei Komponenten erreicht, zum einen durch die Bewegung im Glenohumeralgelenk, zum anderen durch eine Mitbewegung des Schultergürtels, bestehend aus Schulterblatt und dem mit ihm und dem Brustkorb gelenkig verbundenen Schlüsselbein. Die Mitbewegung des Schultergürtels beginnt schon weit unterhalb der Bewegungsgrenzen des Schultergelenkes, so dass die Bewegung des Armes in der Regel eine Kombinationsbewegung aus beiden Komponenten darstellt. Der Gesamtumfang der Oberarmbewegung wird vergrößert, indem sich die Bewegungsumfänge von Schultergürtel und Schultergelenk addieren. Der Aktionsradius des Armes reicht in seinen maximalen Bewegungsamplituden an die Größe des Blickfeldes des menschlichen Auges heran (Abb. 2.6-I).

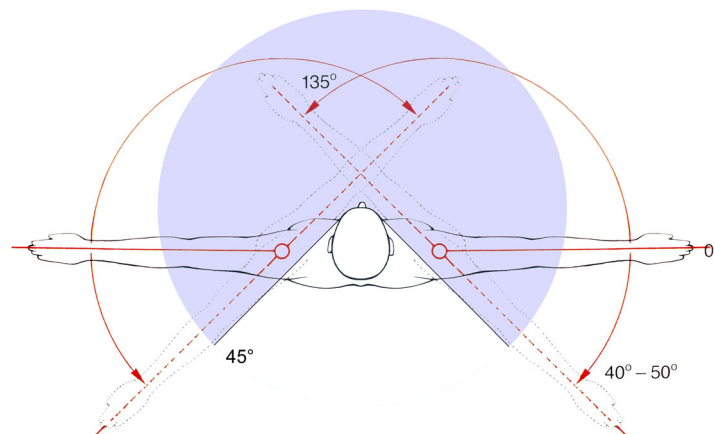


Abb. 2.6- I: Bewegungsumfang des Armes in der Horizontalen, verglichen mit dem Blickfeld der Augen unter Ausnutzung der Kopfbewegung (blau).

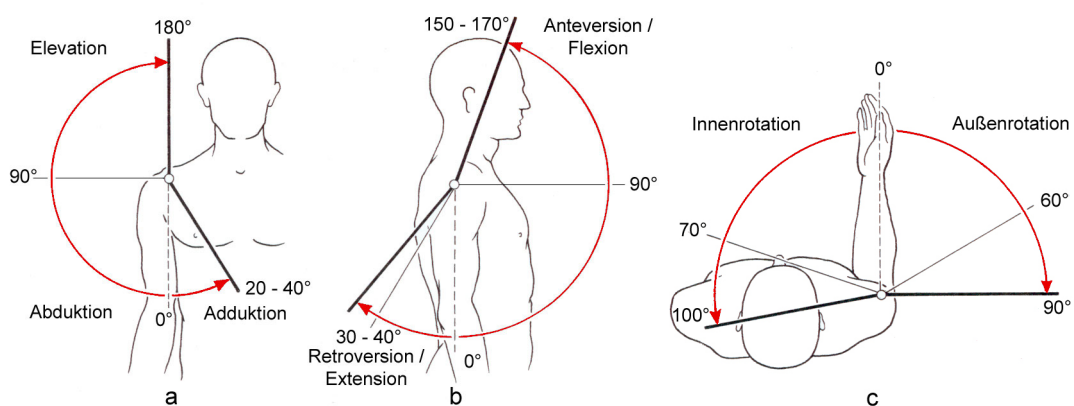


Abb. 2.6- II: Bewegungsumfänge des Armes im Schultergelenk (dünne Linien) und als Kombinationsbewegung aus Schultergelenk- und Schultergürtelbewegung (fette Linien). Die Neutral-Null-Stellung ist gestrichelt dargestellt. In "c" liegt der Oberarm dem Rumpf seitlich an, wobei das Ellenbogengelenk um 90° gebeugt ist.

Tab. 2.6- A: Maximale Bewegungsausmaße der Schulter als Einzelbewegung des Schultergelenkes und als Kombinationsbewegung, sowie daran beteiligte Muskeln

| Bewegungsrichtung | Bewegungsausmaß des Glenohumeralgelenkes | Bewegungsausmaß der Kombinationsbewegung aus Glenohumeralgelenks- und Schultergürtelbewegung | an der Bewegungsrichtung beteiligte Muskeln |
|--------------------------|---|---|--|
| Flexion | 90° | 170° | <ul style="list-style-type: none"> - M. pectoralis major: Pars clavicularis, craniale Pars sternalis - M. deltoideus: Pars clavicularis - M. biceps brachii - M. coracobrachialis - M. infraspinatus |
| Extension | 30 – 40° | 40° | <ul style="list-style-type: none"> - M. latissimus dorsi - M. triceps brachii: Caput longum - M. teres major - M. deltoideus: Pars spinalis - M. subscapularis: Pars inferior |
| Abduktion | 90° | 180° | <ul style="list-style-type: none"> - M. deltoideus: Pars acromialis, ab 60° auch Pars spinalis und clavicularis - M. supraspinatus: insbesondere ab 60° - M. infraspinatus |
| Adduktion | 30 – 40° | 40° | <ul style="list-style-type: none"> - M. pectoralis major - M. latissimus dorsi - M. teres major - M. coracobrachialis - M. biceps brachii: Caput breve - M. deltoideus: Pars spinalis, Pars clavicularis |
| Innenrotation | 70° | 100° | <ul style="list-style-type: none"> - M. subscapularis - M. pectoralis major - M. deltoideus : Pars clavicularis - M. latissimus dorsi - M. teres major |
| Außenrotation | 60° | 90° | <ul style="list-style-type: none"> - M. infraspinatus - M. teres minor - M. deltoideus: Pars spinalis - M. biceps brachii: Caput longum |

Die Mobilität des Schultergürtels wird zum einen durch die Beweglichkeit des Sternoclavicular- und Acromioclaviculargelenk und zum anderen durch die Verschieblichkeit der Scapula auf dem Thorax erreicht. Zwei

Verschiebeschichten aus lockerem Bindegewebe zwischen M. subscapularis und M. serratus anterior sowie zwischen M. serratus anterior und der Thoraxwand bilden das Gleitlager für die Scapula. Die Bewegungen der Scapula werden durch vier Muskelschlingen ausgeführt, die aus den vom Rumpf zur Scapula ziehenden Muskeln bestehen. Dabei wirken die jeweiligen zwei an einer Schlinge beteiligten Muskelanteile als Antagonisten, so dass die Scapula in der Verlaufsrichtung der jeweiligen Muskelschlinge bewegt werden kann. Die vier zu unterscheidenden Muskelschlingen sind:

1. **Kraniocaudale Schlinge:** M. levator scapulae vs. Pars descendens des Trapezius
2. **Transversale Schlinge:** M. serratus anterior (Pars divergens, Pars superior) vs. Pars transversa des Trapezius
3. **Obere schräge Schlinge:** M. pectoralis minor vs. Pars descendens des Trapezius
4. **Untere schräge Schlinge:** M. serratus anterior (Pars convergens) vs. Mm. rhomboidei

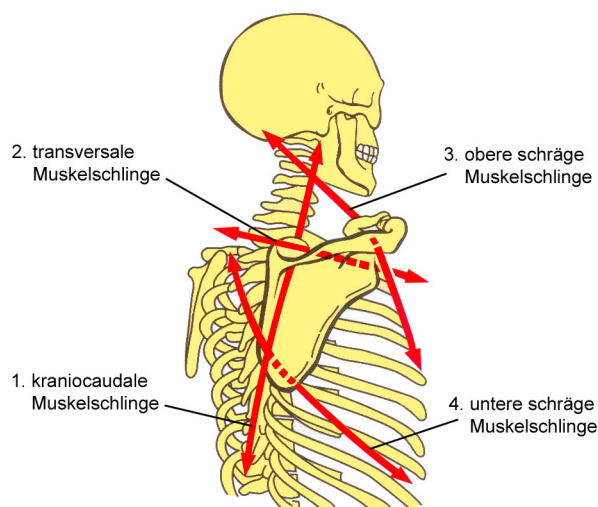


Abb. 2.6- III: Muskelschlingen des Schulterblattes

Bei Elevation des Armes über die Horizontale muss die Scapula so rotiert werden, dass die Gelenkpfanne nach lateral cranial weist. Diese Bewegung wird durch ein Zusammenspiel aller vier Muskelschlingen erzeugt, wobei der unteren schrägen Schlinge eine besondere Bedeutung zukommt. Sie zieht den Angulus inferior nach lateral vorn, während die obere schräge Schlinge den Angulus lateralis nach medial oben zieht. Gleichzeitig fixieren die transversale

und kraniocaudale Schlinge den Angulus superior an der Thoraxwand. Die Scapula wird dadurch um einen Punkt nahe dem Angulus superior einwärtsgedreht, so dass die Cavitas glenoidalis nach lateral cranial weist.

Ist die Funktion der unteren schrägen Muskelschlinge durch eine neurogene Läsion des den M. serratus anterior innervierenden N. thoracicus longus beeinflusst, kann der Arm nicht mehr über die Horizontale gehoben werden. Bei einer bestehenden Bewegungseinschränkung im Glenohumeralgelenk wird durch eine kompensatorische Mehrbewegung des Schultergürtels und des Rumpfes die Einschränkung funktionell teilweise ausgeglichen.

Ein gleichzeitiges Anspannen beider Anteile einer Schlinge bewirkt, dass die Scapula in der entsprechenden Achse fixiert wird.

3 Scapulafrakturen

3.1 Historie und Epidemiologie der Scapulafraktur

Die geschichtliche Beschreibung der Scapulafrakturen geht auf Desault (29) zurück, der sie 1805 erstmals ausführlich beschrieb. Seitdem lagen diese Frakturen für lange Zeit abseits des wissenschaftlichen Interesses, bis sie schließlich in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts zunehmend mehr Aufmerksamkeit gewannen. Dies ist allgemein auf eine durch erhöhtes Verkehrsaufkommen zunehmende Zahl an Verkehrsunfällen mit polytraumatisierten Patienten zurückzuführen, da diese einen typischen Frakturmechanismus der Scapula darstellen (121, 125, 148).

Scapulafrakturen sind grundsätzlich seltene Frakturen. Ihr Anteil an der Gesamtzahl aller knöcherner Verletzungen beträgt nur 0,4 bis 1% (8, 33, 75, 107, 148, 151, 152). Bezogen auf alle Schultergürtelverletzungen entfällt auf die Scapulafrakturen ein Anteil von 3 bis 5 % (60, 100, 101, 107, 119). Im Kollektiv aller polytraumatisierten Patienten steigt die Inzidenz der Scapulafrakturen auf 5 bis 10% (39, 148).

3.2 Muskel- / Verschiebeschutz der Scapula

Die geringe Anzahl an Scapulafrakturen ist auf die anatomische Konstellation zurückzuführen, die die Scapula sowohl vor direkter als auch vor indirekter Gewalteinwirkung schützt. So liegt die Scapula in einem aus Mm. supra-/infraspinatus sowie M. subscapularis bestehenden Muskelmantel, der direkte Stöße dämpft (42, 67, 91, 96, 100, 102, 119). Nur die Spina scapulae und das Acromion liegen unbedeckt von Muskeln, je nach Dicke des subkutanen Fettgewebes, direkt unter der Haut. Des Weiteren ermöglicht die Kombination aus Elastizität der Thoraxwand und Mobilität der Scapula auf dem Thorax ein Nachgeben der Scapula (42, 67, 96, 100, 102). Schließlich sind, bedingt durch die kurzen an der Scapula ansetzenden Hebelarme, die Verletzungstendenzen bei indirekter Gewalteinwirkung gering (89).

3.3 Frakturmechanismus der Scapulafrakturen

Bei Frakturen der Scapula sind im Regelfall erhebliche Kräfte im Spiel, die bei Unfallereignissen mit hohen kinetischen Energien freigesetzt werden. Dies sind überwiegend Verkehrsunfälle mit PKW (32 – 80 %) oder Motorrädern (5 – 25 %). Weitere in der Literatur beschriebene Unfallarten sind:

- Fußgänger-Pkw-Unfälle (18 – 24 %)
- Schlag mit einem schweren Gegenstand (6 – 18 %)
- Stürze aus größerer Höhe (4 – 13 %)
- Aufprall eines herabstürzenden Körpers auf die Schulter
- Fahrradstürze (bis zu 6 %)
- Schussverletzungen (bis 10 %)

Gemeinsam ist den Unfallhergängen, dass sie durch Hochenergietraumen verursacht sind. Sie machen insgesamt ca. 90% aller Ursachen der Scapulafrakturen aus (1, 5, 33, 42, 67, 79, 93, 94, 95, 96, 100, 122, 125, 138, 148).

Vereinzelt werden Scapulafrakturen als Folge generalisierter Krampfanfälle, Elektrokonvulsionen oder Elektrounfällen beobachtet (6, 79, 84, 90). Hierbei können unkoordinierte Kontraktionen antagonistischer Muskelanteile entstehen, die zu einer Zerreißung der Scapula führen können. Diese Frakturen können beidseitig auftreten.

Abrissfrakturen können an Coracoid, Acromion und Muskelansatzpunkten entweder durch akuten übermäßigen Muskel- bzw. Bandzug oder chronische Überlastung auftreten (17, 79).

Strukturschwchungen des Knochens durch Tumoren oder aseptische Nekrosen können zu pathologischen Frakturen führen, gehören aber insgesamt eher zu den selteneren Frakturursachen (42, 116).

3.4 Bedeutung und Verteilung von Begleitverletzungen

Da Scapulafrakturen in der Regel durch Hochenergietraumen induziert werden, sind sie sehr häufig mit weiteren Verletzungen assoziiert (35 – 98%). Schultergürtel und Thorax sind hierbei besonders häufig betroffen. Es bestehen

in bis zu 54% der Scapulafrakturen begleitende, gleichseitige (ipsilaterale) Rippenfrakturen, in bis zu 53% der Fälle Pneumothoraces oder Lungenkontusionen und in bis zu 39% der Fälle ipsilaterale Clavikulafrakturen. Die auffallend hohe Letalität von 10-15% bei Verletzten mit Scapulafrakturen wird ebenfalls auf die Schwere der typischen, assoziierten Verletzungen zurückgeführt.

Tab. 3.4- A: Häufigkeitsverteilung der mit Scapulafrakturen assoziierten Verletzungen (1, 4, 8, 15, 17, 33, 39, 42, 60, 67, 75, 89, 94, 95, 96, 100, 108, 111, 121, 122, 125, 138, 141, 148)

| Häufigkeit der Begleitverletzung [%] | Begleitverletzung |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 27 – 54 | Ipsilaterale Rippenfrakturen |
| 8 – 54 | Lungenkontusionen |
| 11 – 53 | Pneumothoraces |
| 11 – 42 | Schädel-Hirn-Traumata |
| 13 – 39 | Clavikulafrakturen |
| 8 – 38 | Humerusfrakturen |
| 8 – 27 | Schädelfrakturen |
| 11 – 27 | Unterschenkelfrakturen |
| 5 – 19 | stumpfe Bauchtraumen |
| 6 – 18 | Wirbelfraktur |
| 3 – 12 | HWS-Fraktur |
| 3 – 8 | BWS-Fraktur |
| 0,7 – 5 | LWS-Fraktur |
| 4 – 15 | Unterarmfraktur |
| 2 – 14 | Nierenruptur |
| 5 – 13 | Verletzung des Plexus brachialis |
| 3 – 13 | Beckenfraktur |
| 2 – 8 | Milzruptur |

3.5 Diagnostische- / Therapeutische Lücke

Bedingt durch die Anzahl und Schwere der Begleitverletzungen liegt der diagnostische und therapeutische Fokus allzu oft abseits des Scapula. Im besonderen Ausnahmefällen muss eine erstdiagnostizierte Fraktur der Scapula in der therapeutischen Priorität vernachlässigt werden oder kann bei der klinischen Erstuntersuchung des Patienten aufgrund einer bestehenden Bewusstseinsbeeinträchtigung oder Analgosedierung nicht festgestellt werden (4, 8, 17, 19, 39, 42, 60, 94, 96, 100, 138). Durch offensichtlich bestehende

Verletzungen des Schultergürtels (Humeruskopffraktur, Clavikulafraktur, Rippenfraktur etc.), die eine klinische Symptomatik vollständig erklären, werden Scapulafrakturen leicht übersehen (42).

3.6 Frakturklassifikation

Unter den zahlreichen Klassifikationen zur Einteilung von Scapulafrakturen (1, 4, 42, 43, 44, 60, 73, 74, 75, 80, 94, 95, 123, 133, 138, 140, 148, 152) ist die Differenzierung nach Euler und Habermeyer (39) besonders geeignet. Sie unterscheidet zum einen nach dem Schweregrad der Fraktur, zum anderen nach der Lokalisation und deren Ausprägung. Die Einstufung der Frakturen nach dieser Klassifikation kann sowohl bei der Wahl des Therapiekonzeptes, als auch bei der Einschätzung des zu erwartenden Heilungserfolges Hilfestellung leisten. Danach werden die Scapulafrakturen in fünf Gruppen unterteilt:

- A: Korpusfrakturen
 - A1: einfach
 - A2: mehrfragmentär
- B: Fortsatzfrakturen
 - B1: Spinafraktur
 - B2: Coracoidfraktur
 - B3: Acromionfraktur
- C: Collumfrakturen
 - C1: Collum anatomicum
 - C2: Collum chirurgicum
 - C3: Collum chirurgicum mit:
 - a) Clavicula- und Acromionfraktur
 - b) Ruptur der Ligg. coracoclaviculare und coracoacromiale
- D: Glenoidfrakturen
 - D1: Pfannenrandabbrüche
 - D2: Fossa-glenoidalis-Frakturen
 - a) mit unterem Pfannenfragment
 - b) mit horizontaler Scapulaspaltung
 - c) mit coracoglenoidaler Blockbildung
 - d) Trümmerfrakturen
 - D3: Kombinationsfrakturen mit Collum- bzw. Corpusfrakturen
- E: Kombinationsfrakturen mit Humeruskopffrakturen

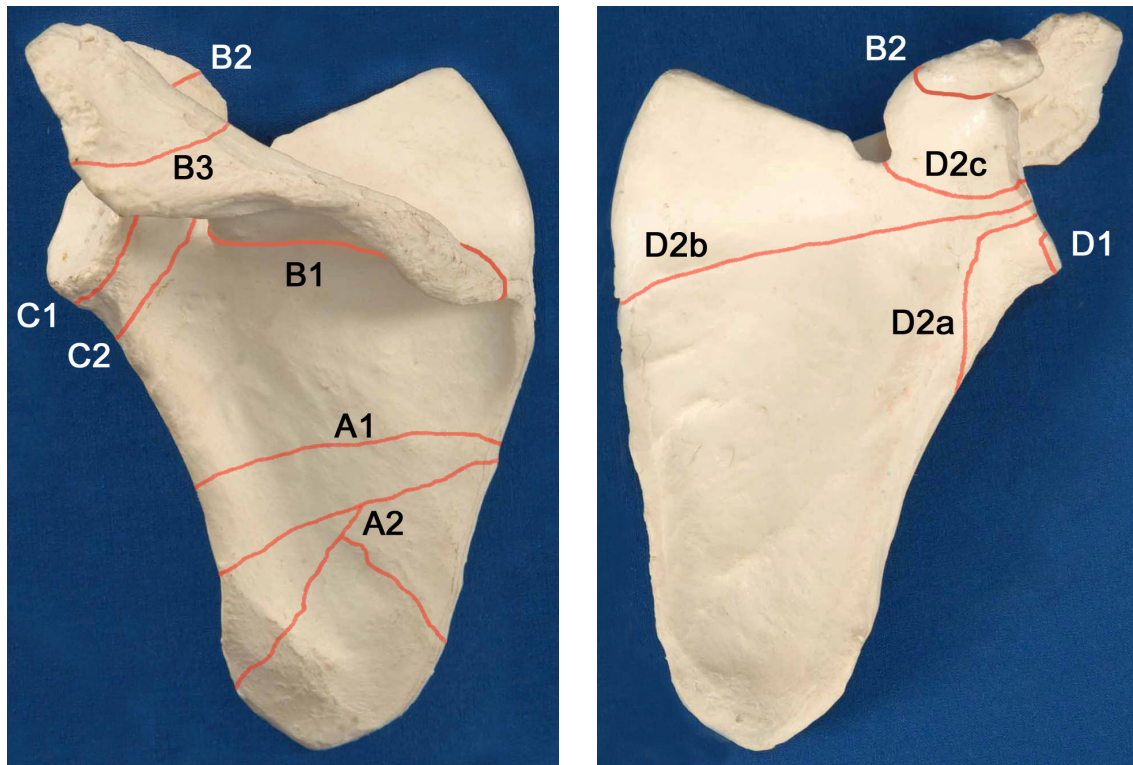


Abb. 3.6- I: Verlauf der Scapulafrakturtypen.

3.7 Frakturtypen

Corpusfrakturen

Corpusfrakturen entstehen typischerweise durch direkte Gewalteinwirkungen auf die Scapula (17, 32, 138). Seltener entstehen sie durch übermäßigen Muskelzug antagonistischer Muskelgruppen, beispielsweise durch einen Krampfanfall oder Stromschlag.

Durch die gute Weichteilschienung dislozieren Corpusfrakturen selten in einem Ausmaß, das eine operative Vorgehensweise erfordert (60, 67, 79, 122). Selbst bei Trümmerfrakturen verbleiben die Fragmente in der Regel in ihrem anatomischen Verbund. Dislokationen treten nur dann auf, wenn die Gewalteinwirkung extrem stark ist und die Muskelschienung zerrissen ist, wenn der Frakturspalt nahe an einem Muskelansatzpunkt liegt oder wenn durch das Eigengewicht des Armes die Fragmente auseinander gezogen werden (42, 60, 67, 79, 142). Bei einem Abbruch des Angulus inferior disloziert das Frakturfragment entsprechend der Zugrichtung des M. teres minor und major nach ventral lateral cranial (67). Bei einem Vertikalbruch der Scapula disloziert das mediale Fragment dem Zug der Rhomboidei und des M. levator scapulae

folgend nach medial cranial, während das laterale Fragment mit dem übrigen Schultergürtel und Arm nach lateral disloziert (67, 79).

Collumfrakturen

Die Frakturen des Scapulahalses sind nach der Corpusfraktur die zweithäufigsten Frakturen der Scapula. Sie entstehen meist durch direkte Gewalteinwirkung bei Stürzen auf die Schulter oder den ausgestreckten Arm (17).

Unterschieden werden Frakturen des Collum anatomicum sowie des Collum chirurgicum (60, 62, 67):

Frakturen des Collum anatomicum verlaufen von lateral der Coracoidbasis zum Margo lateralis scapulae, wobei die Gelenkfläche des Glenoids nicht mit betroffen ist. Die dabei häufigen Einstauchungsfrakturen des Collum anatomicum mit Medialisierung der Gelenkfläche sind meist stabil und werden deshalb in aller Regel konservativ-funktionell behandelt. Während ein caudal die Gelenkfläche überragender Knochensporn nach Konsolidierung die Funktion in aller Regel nicht beeinträchtigt, kann die durch die Medialisierung der Gelenkfläche entstandene breitere acromiale Überdachung des Humeruskopfes ein subacromiales Impingement hervorrufen (39, 121, 122).

Nicht eingestauchte Frakturen des Collum anatomicum sind aufgrund des Zuges des M. triceps am Tuberculum infraglenoidale mit konsekutiver distaler Dislokation des Glenoids als instabil zu bezeichnen und stellen damit eine Indikation zu offener Reposition und operativer Stabilisierung dar (5, 39, 60, 121, 122).

Frakturen des Collum chirurgicum verlaufen von mediallyseitig der Coracoidbasis bzw. von der Incisura scapulae zum Margo lateralis scapulae. Bei erhaltenen coracoclavikulären und coracoacromialen Ligamenten wird das laterale Fragment über das Coracoid in seiner Position gehalten. Die Fraktur ist stabil und damit konservativ-funktionell nachzubehandeln. Bei Läsionen der Ligamente, einer zusätzlichen Fraktur der lateralen Clavicula oder des Acromions ist die Stabilität aufgehoben, das Halsfragment kann durch das Gewicht des Armes und gleichzeitigen Muskelzug nach ventrocaudal

dislozieren (60, 62, 67). Eine derartige Instabilität wird auch als „Floating Shoulder“ bezeichnet (5, 50) und erfordert ein operatives Vorgehen. Eine typische Komplikation bei Frakturen des Collum chirurgicum ist die Läsion des N. suprascapularis in der Incisura scapulae mit motorischem Funktionsverlust der Mm. supra- und infraspinatus (39). Es resultiert eine Atrophie der Muskeln und gleichzeitige Schwäche der Rotatorenmanschettenfunktion bei der Abduktion und Außenrotation.

Glenoidfrakturen

Bei der Einteilung der Glenoidfrakturen nach Euler und Habermeyer (39) werden Pfannenrandabbrüche und Pfannenfrakturen unterschieden. Ähnlich teilt Ideberg die Glenoidfrakturen ein (74).

In Einzelfällen entstehen Pfannenrandabbrüche durch plötzliche und kräftige Kontraktion des Triceps, wodurch der caudale Pfannenrand abreißen und dislozieren kann (31, 67).

Pfannenrandabbrüche entstehen meist bei Schultergelenkluxationen. Je nach Luxationsrichtung kommt es zu ventrocaudalen oder dorsalen Randabbrüchen (17, 31, 39, 61, 67, 79). Die Größe des Bruchfragmentes korreliert nicht immer mit der Schwere der Gelenkschädigung. Maßgeblich ist das Schädigungsausmaß des Labrum glenoidale (79). Durch einen, den Pfannenrandabbruch begleitenden Labrumabriss mit oder ohne Kapselriss, kann ohne operative Intervention eine chronische Instabilität des Glenohumeralgelenkes resultieren (79).

Die selteneren Fossa-glenoidalis-Frakturen entstehen durch Stauchung des Glenoids bei starker seitlicher Gewalteinwirkung auf den Humeruskopf (17, 31, 67, 79). Euler und Habermeyer (39) sowie Ideberg (71) differenzieren bei den Glenoidfrakturen Frakturen mit unterem Pfannenfragment (D2a), Frakturen mit horizontaler Scapulaspaltung (D2b), Frakturen mit coracoglenoidaler Blockbildung (D2c) und Trümmerfrakturen (D2d). Sowohl bei Glenoidfrakturen mit unterem Pfannenfragment (D2a), als auch bei Glenoidtrümmerfrakturen (D2d), können durch den Bruch bedingte Erweiterungen der Gelenkpfanne nach ventromedial zu Subluxationsstellungen des Humeruskopfes führen (17, 79).

Coracoidfrakturen

Coracoidfrakturen treten durch direkte wie auch indirekte Gewalteinwirkungen auf (17, 41, 47, 52, 67, 79, 97). Bei der direkten Gewalteinwirkung zum Beispiel durch die Luxation des Humeruskopfes (41, 47, 52, 97) oder einen direkten Schlag (17) frakturiert das Coracoid meist basisnah (17, 67). Eine Dislokation tritt nur bei gleichzeitiger Ruptur des Lig. coracoacromiale und coracoclaviculare auf (67).

Indirekte Gewalteinwirkungen entstehen beispielsweise durch einen übermäßigen caudalwärts gerichteten Muskelzug des kurzen Bizepskopfes, des M. coracobrachialis und des M. pectoralis minor (25, 41, 52, 79). Dabei frakturiert das Coracoid an seiner Spitze distal des Ansatzes des Lig. coracoacromiale. Das Coracoidfragment disloziert in Richtung des Muskelzuges (17, 67, 118). Gelegentlich frakturiert das Coracoid im Rahmen einer AC-Gelenkssprengung oder einer lateralen Claviculafraktur, bei der die coracoclaviculären Bänder intakt bleiben (10, 67, 76, 153).

Die enge Nachbarschaft des Coracoids zum Plexus brachialis bedingt, insbesondere bei nach heftigen Gewalteinwirkungen aufgetretenen, ausgeprägten Dislokationen des Coracoidfragmentes, die Gefahr der Plexusschädigung (67).

Vereinzelt wird in der Literatur über Ermüdungsfrakturen der Coracoidspitze berichtet (14). Differentialdiagnostisch ist an einen accessorischen Ossifikationskern im Bereich der Coracoidspitze zu denken.

Acromionfrakturen

Acromionfrakturen dislozieren nur selten, da die Kapselbandstrukturen und das kräftige Periost die Fragmente in ihrer Position halten (17, 52, 67, 79). Daher sind sie eine Domäne der konservativ-funktionellen Unfallchirurgie.

Acromionfrakturen können durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkungen entstehen. Bei direkter Krafteinwirkungen resultieren häufig Acromioclavicular-Gelenkssprengungen (17, 25, 46, 67, 79). Kombinationsverletzungen aus Acromionfraktur und Acromioclavicular-Gelenkssprengung kommen selten vor. Bei totalen Acromioclavicular-Gelenkssprengungen (Typ Tossy III) mit

gleichzeitiger Acromionfraktur können freie, instabile Acromionfragmente entstehen, die bei nicht operativer Stabilisierung zur Pseudarthrosenbildung neigen (52). Eine weitere Komplikation dieses Verletzungsmechanismus ist der Ausriss des Plexus brachialis (67, 89).

Seltener entstehen Acromionfrakturen durch indirekte Gewalt, z. B. durch nach craniale gerichtete Dislokationen des Humeruskopfes meist mit begleitenden Rotatorenmanschettenrupturen (17) oder Impressionsfrakturen des Humeruskopfes (67).

Eine seltene Frakturursache ist der Acromionabriss durch Muskelzug des M. deltoideus (67, 79, 86, 145). Dislozierte Frakturfragmente stellen eine OP-Indikation dar (39).

Das Acromion bricht gelegentlich basisnah mit Gefahr einer N. suprascapularis-Schädigung (67, 79, 94). In der Regel verläuft der Frakturspalt lateral des Acromioclavicular-Gelenkes (17, 67).

3.8 Klinisches Erscheinungsbild

Patienten, die Corpusfrakturen der Scapula erlitten haben, klagen über starke Schmerzen in der Schulterregion, die sich durch Verschiebungen der Fragmente und Muskelzug bei tiefer Inspiration noch verstärken können (1, 17, 96). Sie halten den Arm adduziert und versuchen den Arm vor jeglichen Bewegungen, insbesondere in Abduktionsrichtung, zu schützen (1, 17, 67, 79, 96). Gelegentlich ist die aktive Abduktion / Elevation vollständig aufgehoben. Verantwortlich hierfür ist eine durch das Frakturhämatom hervorgerufene Kontraktionsinhibition der Mm. supraspinatus, infraspinatus bzw. subscapularis, auch als Pseudoruptur der Rotatorenmanschette bezeichnet (67, 106).

Bei der Inspektion können Zeichen einer Weichteilkontusion (Hämatom, Ödem, Prellmarke) im Bereich des Schulterblattes auffallen, die aufgrund ihres Ausmaßes andere Zeichen einer Fraktur (Fragmentverschieblichkeit, Crepitatio, tastbarer Frakturspalt) überdecken können (1, 42, 79). Comolli (19) beschrieb 1932 eine seiner Meinung nach für eine Scapulafraktur charakteristische Schwellung der betroffenen Schulterblattgegend, die in grober Weise die Form des Scapula nachahmt und durch das vor und hinter der Scapula entstehende Frakturhämatom entsteht.

Bei Collumfrakturen wird der Arm meist leicht abduziert gehalten. Sämtliche Bewegungen im Schultergelenk sowie seitlicher Druck auf den Humeruskopf provozieren starke Schmerzen im Frakturspalt (17, 67, 96). Ist das Halsfragment nach caudal abgesunken, so ergibt sich eine Abflachung der Deltoideuswölbung mit einer Stufenbildung unter dem Rand des Acromions (17, 67, 68, 79, 96). Der betroffene Arm kann verlängert erscheinen (79).

Coracoidfrakturen verursachen Spontan- und Druckschmerzen unterhalb des lateralen Calviculaendes, die sich bei aktiver Beugung im Ellenbogengelenk (Zug des kurzen Kopfes des M. biceps) und bei tiefer Inspiration (Zug des M. pectoralis minor) verstärken (17, 67, 79).

Acromionfrakturen führen zu stark schmerzhaften Bewegungseinschränkungen des Schultergelenkes mit lokalisierter Schwellung und Druckdolenz. Je nach

Lokalisation der Acromionfrakturen können Krepitationen und Abflachungen des Schulterreliefs auffallen (68, 96).

Allein aufgrund des klinisch variationsreichen Beschwerdebildes ist die Diagnose einer Scapulafraktur schwer zu stellen und birgt stets die Gefahr der Bagatellisierung und Fehldiagnose. Bildgebende Diagnostik ist deshalb zum Frakturnachweis unentbehrlich.

Bildgebende Diagnostik

Als Standardaufnahmen zur Diagnostik von Scapulafrakturen werden antero-posteriore Übersichtprojektionen in Neutralstellung des Armes sowie axilläre (=axiale) Aufnahmen angefertigt (4, 17, 33, 39, 49, 60, 67, 73, 74, 119, 121, 142, 148). Routinemäßig durchgeführte Thoraxübersichtaufnahmen können ebenfalls bereits auf Scapulafrakturen hinweisen (121), jedoch führen Überlagerungen des Thorax häufig zu einer Verschattung struktureller Details der Scapula, so dass weitere Projektionsebenen erforderlich sind (17).

Bei „Grashey“-Aufnahmen, bei der der Patient bezogen auf die Sagittalebene um 40° zur verletzten Seite gedreht wird und der Zentralstrahl orthogonal auf die Scapula trifft, wird die glenohumerale Gelenkfläche überlagerungsfrei dargestellt (67, 53). Transscapuläre oder Y-Aufnahmen, deren Zentralstrahl parallel zur Achse der Spina scapulae verläuft, zeigen Fragmentverschiebungen in der Sagittalebene sehr genau auf (53, 67, 96).

Bei Frakturen des Collum chirurgicum können zur Beurteilung der Incisura scapulae antero-posteriore und um 30° nach caudal gedrehte Projektionen gewählt werden, so dass die Incisura scapulae überlagerungsfrei zur Darstellung kommt (33).

Glenoidfrakturen und Collumfrakturen mit fraglicher Gelenkbeteiligung erfordern häufig die zusätzliche Anfertigung computertomographischer Schnittbilder, gegebenenfalls mit ergänzenden zwei- und dreidimensionalen Rekonstruktionen (17, 96, 111).

Nicht dislozierte Coracoidfrakturen sind auf anteroposterioren Projektionen nicht zu erkennen, da die Achse des Coracoids ungefähr der des Zentralstrahls entspricht. Hier sind axiale und axilläre Aufnahmen bzw. das CT zur

Diagnosesicherung erforderlich (17, 52, 67). Differentialdiagnostisch müssen eine persistierende Coracoidepiphyse / -apophyse oder eine Pseudarthrose abgegrenzt werden (67).

Bei Acromionfrakturen muss an ein Os acromiale gedacht werden. Da es bei ca. 15% der Bevölkerung vorkommt und hier in bis zu 66% sogar bilateral, empfehlen einige Autoren stets auch die Untersuchung der Gegenseite (17, 18, 96).

3.9 Therapieverfahren

Das therapeutische Vorgehen bei Scapulafrakturen hängt von der Art der Fraktur, vom klinischen und röntgenologischen Bild, dem Alter des Patienten, seinen Vorerkrankungen, der beruflichen Einsatzfähigkeit und den Begleitverletzungen ab. Schwerwiegende Begleitverletzungen können beispielsweise zu konservativer Therapie zwingen, obwohl die Kriterien für eine operative Therapie der Scapulafraktur erfüllt sind (94, 96).

Corpusfrakturen

Die klassische Corpusfraktur stellt eine Domäne der konservativen Therapie dar, da der schienende Muskelmantel in aller Regel Dislokationen verhindert (31, 39, 121, 122). Durch lokale Kälteanwendungen und Immobilisation der Schulter im Desault-, Gilchrist-, Velpeauverband oder ähnlichen Verbänden wird initial eine Schmerzlinderung erreicht (1, 4, 17, 33, 60, 94, 95, 100). Nach Abklingen der Akutsymptomatik, typischerweise innerhalb einer Woche, beginnt die frühfunktionelle Übungsbehandlung (17, 31, 79, 96, 100, 148). Durch graduell gesteigerte, passive sowie aktive Dehnungsübungen wird der initial eingeschränkte Bewegungsumfang des Schultergelenkes wieder vergrößert (1, 17, 18, 51, 94, 96, 99). Mit der Verbesserung der Beweglichkeit werden durch isometrische und progressive Widerstandsübungen auch die Rotatorenmanschette und der M. deltoideus gekräftigt (17, 96).

Corpusfrakturen sind nach durchschnittlich sechs Wochen radiologisch konsolidiert. Eine vollständige Rehabilitation wird im Einzelfall allerdings häufig erst nach mehreren Monaten erreicht (96).

Nur in den seltenen Fällen offener Scapulacorporfrakturen bei ausgeprägten Dislokationen oder bei Gefäß-/Nervenbeteiligung ist ein operatives Vorgehen indiziert (79, 89, 121).

Collumfrakturen

Frakturen des Collum anatomicum werden bei fehlender Dislokation bzw. eingestauchten Frakturen konservativ frühfunktionell therapiert (39, 60). Bei nicht eingestauchten Fragmenten, die durch Muskelzug des M. triceps brachii dislozieren, besteht die Indikation zur offenen Reposition und Fixation des Glenoidfragmentes (39, 60). Isolierte Frakturen des Collum chirurgicum werden in der Regel ebenfalls konservativ frühfunktionell behandelt (5, 15, 17, 31, 39, 41, 121, 148). Größere Dislokationen sind aufgrund der stabilisierenden Bandstrukturen zu Acromion und Clavicula selten. Sobald diese Bänder beteiligt sind oder zusätzlich Clavicula- oder Acromionfrakturen vorliegen, entsteht eine Instabilität des Collumfragmentes. Die operative Sanierung dieser Begleitverletzungen wandelt hier die instabilen Collumfrakturen in stabile Collumfrakturen um. Zusätzliche Osteosynthesen der Collumfrakturen erübrigen sich dann meist (5, 17, 31, 39, 60, 89, 102, 121, 122, 140). Stark medialisierte Collumfragmente können einerseits zu einer Subluxations- / Luxationstendenz im Schultergelenk führen, andererseits durch die vergrößerte Überdachung des Humeruskopfes ein knöchernes, subacromiales Impingement auslösen (17, 122). Zur Vermeidung dieser Folgeschäden wird in diesen Fällen ebenfalls eine operative Vorgehensweise empfohlen. In Analogie zu Coracoidbasisfrakturen ist auch bei Frakturen des Collum chirurgicum an eine Schädigung des N. suprascapularis zu denken, die frühzeitig neurologisch abgeklärt werden muss (39, 122).

Pfannenrandfrakturen

Pfannenrandfrakturen treten meist bei traumatischen Schulterluxationen auf. Um der Entwicklung habitueller Schulterluxationen entgegenzuwirken, sollten bei bestehenden Subluxationszeichen des Humeruskopfes und größeren Pfannenrandabrissen die Randfragmente refixiert werden (15, 31, 32, 39, 60, 83, 111, 121, 140).

Glenoidfrakturen

Abhängig von der Ausprägung und dem Verlauf der Fraktur des Glenoids wird über ein operatives oder konservatives Vorgehen entschieden (15, 17, 31, 32, 39, 60, 83, 89, 94, 121, 122, 140). Unter Dislokation verheilte Glenoidfrakturen können zu persistierenden Luxationstendenzen des Glenohumeralgelenkes und / oder zu rasch fortschreitender Inkongruenzarthrose führen, die andauernde Schmerzen und eine funktionelle Schulter- (teil-) steife hervorrufen können (17, 39, 60). Eine anatomische Rekonstruktion der Gelenkflächen sollte daher angestrebt werden.

Coracoidfrakturen

Bei Coracoidfrakturen ist die Wahl der Behandlungsmethode von der Lokalisation und Dislokation der Frakturen abhängig. Frakturen der Coracoidspitze bergen die Gefahr der Dislokation durch Muskelzug der Mm. biceps caput brevis und coracobrachialis, wodurch die Entstehung einer Pseudarthrose begünstigt wird. Bei Patienten, die auf eine optimale Funktion der oberen Extremität angewiesen sind (Leistungssportler, Patienten mit körperlich schweren Tätigkeiten) ist ein operatives Vorgehen zu bevorzugen (39, 52, 60). Proximal der coracoclavikulären und coracoacromialen Bänder lokalisierte Frakturen sind bei erhaltenen Bandstrukturen stabil, so dass hier eine symptomatische Therapie ausreicht (17, 41, 52, 60). Größere Dislokationen des Coracoidfragmentes oder begleitende AC-Gelenkssprengungen mit Dislokation stellen zur Vermeidung von Pseudarthrosenbildung eine Operationsindikation dar (17, 41, 88, 105, 140, 148, 149). Eine Beteiligung des N. suprascapularis oder des Plexus brachialis muss bei Dislokationen frühzeitig neurologisch ausgeschlossen werden und im Verletzungsfall immer operativ angegangen werden (17, 102, 105).

Acromionfrakturen

Nicht oder nur gering dislozierte Acromionfrakturen sollten konservativ behandelt werden (17, 52, 60). Größere Dislokationen des Acromionfragmentes können durch den Muskelzug des M. deltoideus entstehen (39, 123, 149). Da der M. deltoideus dabei einen Teil seines Ansatzes einbüßt, besteht die Gefahr einer mechanischen Insuffizienz des M. deltoideus (39, 52, 60). Ein nach caudal disloziertes Fragment kann zu einem knöchernen, subacromialen Impingement

führen. Ausgeprägte Dislokationen erfordern daher ein operatives Vorgehen (17, 39, 60, 99, 140, 149).

3.10 Prognose

Die Prognose konservativ therapierter Scapulafrakturen ist sehr gut (4, 62, 75, 91, 94, 95, 96, 97, 119, 148, 152). Unkomplizierte Corpusfrakturen verheilen in aller Regel folgenlos, so dass eine Beweglichkeit und Schmerzfreiheit erreicht werden (1, 8, 17, 79, 94, 123). Gelegentlich können verbliebene Knochenkanten am Scapulakörper, Exostosen nach Rippenfrakturen, Muskelschwielen oder -narben, Bursae oder Exostosen zu Schulterblattknarren auf dem Thorax führen (1, 79).

Bei Begleitverletzungen des N. suprascapularis oder N. axillaris können Instabilitäten der Rotatorenmanschette mit Subluxationsstellung des Gelenkes resultieren. Die geschädigten Nerven können zu sehr schmerzhaften und therapieresistenten Neuritiden führen (79).

Während unkomplizierte Collumfrakturen eine fast ebenso gute Prognose wie Corpusfrakturen aufweisen (15, 62, 96, 108, 123), ist die Prognose bei komplizierten Collumfrakturen schlechter (15, 62, 108). Neben häufig persistierenden Schmerzen treten wesentliche Beweglichkeitseinschränkungen auf (4, 79).

Kleine und unkomplizierte Glenoidfrakturen, die konservativ therapiert werden, zeigen meist gute Resultate (17). Bei verbliebenen Dislokationen der Glenoidfrakturen ist die Prognose deutlich schlechter und die Entwicklung einer posttraumatischen Omarthrose wahrscheinlich (4, 15, 17, 62, 79). Dagegen führen operativ therapierte und in anatomisch regelrechter Position reponierte Glenoidfrakturen zu sehr guten Ergebnissen (1, 8, 15, 32, 62, 71, 81, 117).

Einfache Acromion- und Coracoidfrakturen verheilen gut. Nur selten werden Pseudarthrosen oder Bewegungseinschränkungen beschrieben (17, 123, 148).

Tab. 3.10- A: Prognose der Scapulafrakturen

| Prognostisches Merkmal | Häufigkeit | Literaturangabe |
|--|-------------------|-------------------------------|
| absolute Schmerzfreiheit | 60 – 100 % | 4, 8, 60, 91, 95, 108, 123 |
| minimale Schmerzen | 2 – 35 % | 8, 95, 108 |
| starke Schmerzen | 3 % | 108 |
| freie Beweglichkeit | 60 – 100 % | 1, 4, 8, 17, 49, 91, 123, 148 |
| leicht eingeschränkte Beweglichkeit | 8 % | 95 |
| stark eingeschränkte Beweglichkeit | 3 – 11 % | 95, 108 |
| normales Aktivitätsniveau | 75 – 100 % | 8, 94, 112 |
| fast normales Aktivitätsniveau | 15 – 20 % | 8 |
| Exitus durch Begleitverletzungen | 8 % | 95 |
| Isokinetische Muskelkraft normal | 55 % | 8 |
| Isokinetische Muskelkraft leicht eingeschränkt | 30 % | 8 |
| Constant Score: sehr gut | 65 % | 8 |
| Constant Score: gut | 10 % | 8 |
| Constant Score: befriedigend | 20 % | 8 |
| Constant Score: mangelhaft (aufgrund von Rotatorenmanschettenrupturen) | 5 % | 8 |
| Posttraumatische Arthroserate | 10 % | 8 |

4 Material und Methode

4.1 Patientengut

Die Daten über die Behandlung aller Patienten in den acht Berufsgenossenschaftlichen Unfallkliniken werden zentral in der Hauptverwaltung der Bau-Berufsgenossenschaft in Wuppertal gespeichert und stehen sowohl für klinikinterne als auch für Generalauswertungen zur Verfügung. Anhand des einheitlichen Codierungsschlüssels für die Verletzungsart und -region, der Diagnose nach ICD-9 und der Therapieart können alle in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR in dem Zeitraum von Januar 1990 bis Dezember 1999 behandelten Patienten unter dem Diagnoseschlüssel einer Scapulafraktur ermittelt werden.

4.2 Untersuchungsmethoden

Anhand der Krankenakten, Röntgenbilder und anamnestischen Angaben des Patienten werden die für die Untersuchung maßgeblichen Daten in einem Erhebungsbogen (siehe Anhang) zusammengestellt. Auf eine aktuelle röntgenologische Untersuchung der Patienten wird verzichtet, da das Zeitfenster zwischen Unfalltag und Nachuntersuchungsdatum bereits zu groß ist, und das fehlende Beschwerdebild der meisten Patienten die Indikation zu einer erneuten radiologischen Untersuchung nicht rechtfertigt. Constant, Autor der im folgenden verwendeten Funktionsbeurteilung, kritisiert sogar die Verwendung von radiologischen Befunden zur Funktionsbeurteilung der Schulter; sie liefern zwar diagnostische Kriterien zur Entscheidung über das therapeutische Vorgehen, lassen aber in aller Regel eine Funktionsbeurteilung nicht zu (20).

Die aus den Krankenakten, den vorhandenen Röntgenbildern, sowie der Anamnese gewonnenen Daten der nachuntersuchten Patienten umfassen folgende Untersuchungsparameter:

- Geschlecht
- Alter bei Unfall
- Zeitintervall zwischen Unfall und Nachuntersuchung
- Beruf
- Rechts- / Linkshändigkeit
- Begleitverletzungen
- Unfallunabhängige Nebendiagnosen
- Unfallmechanismus
- Unfallhergang
- Frakturklassifikationen (nach Euler und Habermeyer)
- Frakturseite
- Dauer der Ruhigstellung
- Art der konservativen Therapiemaßnahmen
- Dauer des stationären Aufenthaltes
- Dauer der Arbeitsunfähigkeit
- Subjektives Ausmaß des Kraftverlustes

Die körperliche Belastbarkeit im Arbeitsleben nach dem Unfall wird nach den Definitionen des Verbandes deutscher Rentenversicherungsträger (24) in drei Gruppen eingeteilt:

„Leichte“ Arbeiten, wie das Handhaben leichter Werkstücke und Handwerkszeuge, Bedienen leichtgehender Steuerhebel und Controller oder ähnlicher mechanisch wirkender Einrichtungen. Auch langdauerndes Stehen oder ständiges Umhergehen (bei Dauerbelastung). Z. B. Tragen von weniger als 10 kg. Es können bis zu 5% der Arbeitszeit (oder 2 x pro Stunde) mittelschwere Arbeitsanteile enthalten sein.

„Mittelschwere“ Arbeiten, wie Handhaben etwa 1 – 3 kg schwerer Werkstücke, Bedienen schwerkender Steuereinrichtungen, unbelastetes Begehen von Treppen und Leitern (bei Dauerbelastung), Heben und Tragen von mittelschweren Lasten in der Ebene (bis 15 kg) oder Hantierungen, die den gleichen Kraftaufwand erfordern. Leichte Arbeiten mit zusätzlicher Ermüdung durch Haltearbeit mäßigen Grades, wie Arbeiten am Schleifstein, mit Bohrwinden und mit Handbohrmaschinen. Es können bis zu 5 % der Arbeitszeit (oder 2 x pro Stunde) schwere Arbeitsanteile enthalten sein. Belastende Körperhaltungen (Haltearbeit, Zwangshaltungen) erhöhen die Arbeitsschwere

um eine Stufe. Belastende Umgebungseinflüsse sind ebenfalls zu berücksichtigen.

„Schwere“ Arbeiten, wie Tragen von bis zu 40kg schweren Lasten in der Ebene oder Steigen unter mittleren Lasten und Handhaben von Werkzeugen über 3kg Gewicht und von Kraftwerkzeugen mit starker Rückstoßwirkung, Schaufeln, Graben, Hacken. Mittelschwere Arbeiten in angespannter Körperhaltung, z. B. in gebückter, kniender oder liegender Stellung.

Folgende Befunde der klinischen Untersuchung werden für beide Körperseiten erhoben und dokumentiert:

- Schulterform und -kontur
- Bemuskulung
- Funktionseinschränkungen des Ellenbogen- oder Handgelenkes
- Umfangsmaße an Oberarm, Ellenbogengelenk, Unterarm, Handgelenk und Mittelhand
- Druckdolenzen der Schulterregionen
- Bewegungsprüfungen des Schultergelenks nach Neutral-Null-Methode in den Ebenen:
 - Flexion / Extension
 - Abduktion / Adduktion und
 - Rotation bei anliegendem und bei um 90° abduziertem Oberarm
- Bewegungsprüfung mittels Schürzen- und Nackengriff

Zusätzlich zu den Befunden der klinischen Untersuchung werden die Parameter für die im Anschluss beschriebene Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant dokumentiert.

Zu den isokinetischen Tests des Schultergelenks, die beidseitig in drei Ebenen und zwei verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten durchgeführt werden, werden Messwerte zu folgenden Parametern aufgezeichnet:

- maximales Drehmoment
- seitenvergleichender Unterschied des maximalen Drehmoments
- Gesamtleistung
- Seitenvergleichender Unterschied der Gesamtleistung
- und das Verhältnis von Agonist zu Antagonist

4.2.1 Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant

C. R. Constant, Senior Orthopaedic Registrar am Department of Orthopaedic Surgery des Addenbrooke's Hospital in Cambridge, England, stellte erstmals 1987 ein Bewertungsverfahren der Schulterfunktion vor, in dem er eine Trennung zwischen der diagnostischen und der funktionellen Beurteilung der Schulter vornahm (22). Constant argumentierte, dass die Ergebnisse aus Anamneseerhebung und diagnostischen Untersuchungen wie körperlicher Untersuchung, radiologischen und ggf. hämatologischen Untersuchungen nur eine anatomische, physiologische und pathologische Bewertung der Beschwerden erlauben. Aussagen zum Funktionsgrad der betroffenen Schulter können jedoch nicht abgeleitet werden. Zur Schulterfunktionsbeurteilung zog Constant ausschließlich funktionelle Bewertungen heran (20, 22).

Der Beurteilung liegt ein 100 Punkte Score zugrunde, bestehend aus einer Reihe einzelner Parameter, denen ein bestimmter Punktwert zugeordnet wird. Die anamnestisch erhobenen subjektiven Parameter berücksichtigen das Ausmaß des Schmerzes und die Fähigkeit, Alltagsverrichtungen auszuführen. Die objektiven Parameter berücksichtigen das aktive, schmerzfreie Bewegungsausmaß und die schmerzfreie Abduktionskraft der Schulter.

Aufgrund der einfachen Durchführung und der guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse etablierte sich der Constant-Score rasch zu einer Standardbeurteilung der Schulterfunktion (8, 27, 59, 98, 130, 137, 139).

Methode der Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant:

Für die Funktionsbeurteilung werden maximal 100 Punkte aus einzelnen Parametern vergeben:

Tab. 4.2.1- A: Punkteschema der einzelnen Parameter des Constant-Scores (20)

| Parameter | Punkte |
|--------------------|---------------|
| Schmerzen | 15 |
| Alltagsaktivitäten | 20 |
| Bewegungsumfang | 40 |
| Kraft | 25 |
| Total | 100 |

Schmerz:

Schmerzfreiheit wird mit der höchsten Punktzahl (15) bewertet, minimale Schmerzen mit 10, mäßige Schmerzen mit 5; bei starken Schmerzen unter Alltagstätigkeiten wird kein Punkt vergeben.

Tab. 4.2.1- B: Punkteschema für die Bewertung der Schmerzempfindung (20)

| Schmerzintensität | Punkte |
|--------------------------|---------------|
| Keine | 15 |
| Leichte | 10 |
| Mäßige | 5 |
| Starke | 0 |

Aktivitäten des täglichen Lebens:

In dieser Kategorie werden maximal 20 Punkte vergeben. Die Hälfte (10) werden aufgrund der subjektiven Einschätzung des Patienten zum Aktivitätsniveau seiner Schulter vergeben, weitere 10 Punkte werden für die Fähigkeit, Arbeiten in bestimmten Positionen der Hand durchzuführen, vergeben.

Die Beurteilung des Aktivitätsniveaus wird unterteilt in Bewertungen der Arbeitsfähigkeit (max. 4 Punkte), der Freizeitaktivitäten (max. 4 Punkte) und des Schlafes (max. 2 Punkte). Bei uneingeschränkter Arbeitsfähigkeit der Schulter werden 4 Punkte, bei Arbeitsunfähigkeit wird kein Punkt vergeben. Gleiches gilt für die Bewertung der Freizeitaktivitäten. Nachtschlaf wird unterschieden nach ungestörtem Schlaf (2 Punkte), Schlafstörungen bis zum Erwachen aber mit Wiedereinschlafen (1 Punkt), sowie nach Schlafunfähigkeit (kein Punkt).

Für die Fähigkeit, in bestimmten Positionen der Hand Arbeiten zu verrichten, werden die Punkte folgendermaßen verteilt: Für Arbeiten unterhalb der Gürtellinie 2 Punkte, bei Arbeiten bis zum Xiphoid 4 Punkte, bis zum Hals 6 Punkte, bis zum Scheitel 8 Punkte und über den Kopf hinaus 10 Punkte.

Tab. 4.2.1- C: Punkteschema für die Bewertung der Alltagsaktivitäten (20)

| Aktivitätsniveau | Punkte |
|--|---------------|
| Uneingeschränkte Arbeitsfähigkeit | 4 |
| Uneingeschränkte Freizeitaktivitäten | 4 |
| Unbeeinflusster Schlaf | 2 |
| Positionierung der Hand zum Arbeiten: | |
| Bis zur Gürtellinie | 2 |
| Bis zum Xiphoid | 4 |
| Bis zum Hals | 6 |
| Bis zum Scheitel | 8 |
| Bis über den Kopf hinaus | 10 |
| Total | 20 |

Motilität

Für die Prüfung der Motilität wird die aktive, schmerzfreie Beweglichkeit der Schulter berücksichtigt, da Constant der Überzeugung ist, dass nur diese Beweglichkeit für den Patienten funktionelle Bedeutung besitzt. Die vier als funktionell bedeutend eingeschätzten Bewegungsrichtungen umfassen die Flexion, die Abduktion, die kombinierte Außenrotation und die kombinierte Innenrotation. Jeder dieser vier Bewegungsrichtungen wird je nach Bewegungsausmaß mit maximal 10 Punkten bewertet.

Tab. 4.2.1- D: Punkteschema für die Bewertung der Motilität (20)

| Bewegungsrichtung | Punkte |
|---------------------------|---------------|
| Flexion | 10 |
| Abduktion | 10 |
| Kombinierte Außenrotation | 10 |
| Kombinierte Innenrotation | 10 |
| Total | 40 |

Die Abduktions- und Flexionsmöglichkeit wird nach der Neutral-0-Methode mit dem Goniometer gemessen und entsprechend dem in Tabelle 4.2.1-E dargestellten Punkteschema bewertet.

Tab. 4.2.1- E: Punkteschema für die Bewertung der Flexion und Abduktion (20)

| Aktiv und schmerzfrei erreichter Winkel nach Neutral-0-Methode [°] | Punkte |
|---|---------------|
| 0 – 30 | 0 |
| 31 – 60 | 2 |
| 61 – 90 | 4 |
| 91 – 120 | 6 |
| 121 – 150 | 8 |
| 151 – 180 | 10 |

Die kombinierte Außenrotation nach Constant entspricht einer Kombinationsbewegung aus Außenrotation, Flexion und Abduktion. Der Patient wird dabei aufgefordert, die Hand zum Scheitel sowie zum Hinterkopf zu führen und in der jeweiligen Position das Ellenbogengelenk nach ventral bzw. dorsal zu richten. Darüber hinaus wird die vom Scheitel ausgehende volle Elevation des Armes bewertet. Die schmerzfreie Einnahme dieser 5 Positionen wird mit jeweils 2 Punkten bewertet:

Tab. 4.2.1- F: Punkteschema für die Bewertung der kombinierten Außenrotation (20)

| Stellung | Punkte |
|---|---------------|
| Hand auf dem Scheitel mit nach ventral gerichtetem Ellenbogengelenk | 2 |
| Hand auf dem Scheitel mit nach dorsal gerichtetem Ellenbogengelenk | 2 |
| Hand am Hinterkopf mit nach ventral gerichtetem Ellenbogengelenk | 2 |
| Hand am Hinterkopf mit nach dorsal gerichtetem Ellenbogengelenk | 2 |
| Volle Elevation der Hand vom Scheitel aus | 2 |
| Total | 10 |

Der kombinierten Innenrotation liegt eine Kombinationsbewegung aus Innenrotation, Extension und Adduktion zugrunde. Die Hand wird dabei von der Außenseite des Oberschenkels über das Gesäß, den lumbosakralen Übergang, die Gürtellinie (3. Lendenwirbel) und den thorakolumbalen Übergang bis

zwischen die Schulterblätter geführt. Auch die schmerzfreie Einnahme dieser 5 Positionen wird mit jeweils 2 Punkten bewertet:

Tab. 4.2.1- G: Punkteschema für die Bewertung der kombinierten Innenrotation (20)

| Stellung | Punkte |
|---|---------------|
| Handrücken an Lateralseite des Oberschenkels | 0 |
| Handrücken auf Gesäß | 2 |
| Handrücken auf lumbosakralem Übergang | 4 |
| Handrücken auf Gürtellinie (3. Lendenwirbel) | 6 |
| Handrücken auf 12. Brustwirbel | 8 |
| Handrücken zur Interscapularregion (7. Brustwirbel) | 10 |

Kraftmessung

Constant sieht für die Messung der Schulterkraft ein standardisiertes Verfahren vor, das ohne großen technischen Aufwand leicht reproduzierbare Ergebnisse liefert. Dabei wird die Fähigkeit des Patienten zur schmerzfreien Beibehaltung einer Abduktion von 90° unter isometrischer Belastung gemessen. Beim stehenden Patienten wird eine mit 12 kg belastete Federwaage am Arm auf Höhe des Deltoideusansatzes befestigt und die maximale schmerzfreie Abduktionskraft gemessen. Die mögliche Abduktion wird für fünf Sekunden gehalten, gefolgt von einer fünf Sekunden dauernden Erholungsphase. Dieser Zyklus wird fünfmal hintereinander wiederholt. Die fünf Messergebnisse werden arithmetisch gemittelt.

Nach Ansicht von Constant (20) und Moseley (101) widersteht ein gesunder 25-jähriger Mann der beschriebenen Belastung von 12 kg, so dass hierfür die maximale Punktzahl von 25 Punkten vergeben wird. Eine geringere Belastbarkeit wird mit proportional weniger Punkten bewertet, So erhält ein Patient, der im Durchschnitt nur eine Abduktionskraft von 6 kg (60N) aufbringen kann, 12 Punkte, ein Patient, der nur das Eigengewicht seines Armes heben kann, 0 Punkte.

Bewertung der Gesamtergebnisse:

Nach Addition der Punkte aller einzelnen Parameter können maximal 100 Punkte erreicht werden. Anhand der von Constant erstellten Bewertungstabelle und in Analogie zu Bauer (8) werden die erzielten Punkte einem funktionellen Gesamtergebnis zugeordnet. Eine Punktzahl zwischen 100 und 91 Punkten entspricht einem sehr guten Ergebnis, eine Punktzahl zwischen 90 und 75 einem guten Ergebnis, eine Punktzahl zwischen 74 und 51 einem befriedigenden Ergebnis und eine Punktzahl von unter 50 einem schlechten Ergebnis.

Durch einen Ergebnisvergleich zwischen betroffener (ipsilateraler) und nicht betroffener (kontralateraler) Körperseite kann das Ausmaß einer unfallbedingten Schädigung des Schultergelenkes beurteilt werden, vorausgesetzt, die Schulterfunktionen können vor dem Unfall beidseitig gleich gut eingestuft werden.

Tab. 4.2.1- H: Punkteschema für die Bewertung des Gesamtergebnisses nach Constant

| Erreichte Gesamtpunktzahl | Funktionsbeurteilung |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 100 – 91 | Sehr gut |
| 90 – 75 | Gut |
| 74 – 51 | Befriedigend |
| < 50 | Schlecht |

4.2.2 Isokinetik

Historie

Das erste isokinetische Testgerät wurde 1967 von James Perrine, einem New Yorker Biomechaniker, entwickelt. Er ging bei seinen Überlegungen davon aus, dass bei herkömmlichen auxotonischen Geräten die Komponente des Widerstands konstant oder nur unspezifisch variiert wird, der Krafteinsatz innerhalb des Bewegungsradius sich aber verändert. Eine Gelenkeinheit wird in ihren schwächsten Bereichen schnell überlastet, in ihren stärksten Bereichen aber unterbelastet. Bei dem von Perrine entwickelten Testgerät wurde die Bewegungsgeschwindigkeit der Gelenkeinheit erstmals unabhängig von der aufgebrauchten Kraft über den Bewegungsumfang konstant gehalten (64).

Mit der Einführung von Servomotoren und Mikroprozessoren in den frühen 80er Jahren erweiterten sich die Anwendungsmöglichkeiten isokinetischer Apparaturen. Die Geräte wurden zu schnellen und dynamischen Werkzeugen, die zeitgleiche Datenanalysen mit hoher Reproduzierbarkeit ermöglichten (64).

Die heutigen isokinetischen Systeme bieten Trainings- und Messmöglichkeiten für verschiedene Kontraktionsformen mit unterschiedlichen Filter- und Korrekturmöglichkeiten und haben weitgehende Akzeptanz gefunden (64).

Prinzip der Isokinetik

Das Prinzip der Isokinetik beruht darauf, dass die Winkelgeschwindigkeit einer Bewegungsachse eines Gelenkes über den gesamten Bewegungsumfang konstant gehalten wird, während das durch den Patienten aufgebrauchte Drehmoment aufgezeichnet wird. Der Patient bewegt das zu untersuchende Gelenk in entgegengesetzten Bewegungsrichtungen immer gegen einen Widerstand (konzentrisch – konzentrisch), der um so größer ist, je stärker die vom Patienten aufgebrauchte Kraft ist. Dieses als „vollkommen akkommodierter Widerstand“ bezeichnete Prinzip erlaubt es, die maximalen Belastungen ohne Belastungsspitzen über den gesamten Bewegungsumfang zu fordern und aufzuzeichnen (37). Gleichzeitig ist das Gelenk vor Überlastungen und Verletzungen geschützt, da bei einer plötzlichen oder in einem bestimmten

Bewegungsbereich auftretenden Schmerzhemmung der Widerstand sofort abnimmt (92).

Derartige isokinetische Messungen in vorgegebenen Bewegungsachsen und bei unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeiten im Seitenvergleich können an Schulter-, Ellenbogen-, Hüft-, Knie-, und oberem Sprunggelenk durchgeführt werden.

Wahl der Testgeschwindigkeiten:

Bei höheren Winkelgeschwindigkeiten reduziert sich das maximal mögliche Drehmoment, bedingt durch die reduzierte Verkürzungszeit der Muskelfasern und eine geringere Rekrutierung der motorischen Einheiten (36, 37). Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Gelenkes schlägt Egli daher die Messung in mehreren Geschwindigkeitsbereichen vor; zum einen Messungen bei langsameren Geschwindigkeiten, die einen harmonischen, reproduzierbaren Drehmomentsverlauf aufweisen und einer statischen Maximalkraftmessung (Kraft-Test) nahe kommen, zum anderen Messungen in höheren Geschwindigkeiten, die den funktionellen Belastungen des Gelenkes eher entsprechen (Leistungs-, Ausdauer-Tests) (26, 137). Als Optimum für die Durchführung der isokinetischen Messungen an der Schulter empfehlen Davies (26) und Egli (36) eine Winkelgeschwindigkeit von $60^{\circ}/s$ für die Kraft-Tests und $180^{\circ}/s$ für die Leistungstests.

Messungen:

Die isokinetischen Messungen des Schultergelenkes für diese Studie werden an einem Biodex-III-System der Firma Biodex Medical Systems, Inc. durchgeführt. Sie erfolgen in den drei Bewegungsebenen Flexion / Extension, Abduktion / Adduktion und in Neutralstellung durchgeführter Innen- / Außenrotation, wobei jeweils mit Winkelgeschwindigkeiten von 60 und 180 Grad pro Sekunde getestet wird.

Begonnen wird auf der nicht betroffenen (kontralateralen) Seite mit der Messung in der Flexions-/ Extensionsebene mit 5 Wiederholungen bei einer Winkelgeschwindigkeit von $60^{\circ}/s$, gefolgt von einer 30-sekündigen Erholungsphase, an die sich 15 Repetitionen bei einer Winkelgeschwindigkeit

von 180°/s anschließen. Danach wird die betroffene (ipsilaterale) Seite getestet. In gleicher Weise wird anschließend die Abduktions-/ Adduktionsebene getestet. Bei der Messung der Innenrotations-/Außenrotationsebene werden 5 Repetitionen mit 60°/s, gefolgt von einer ebenfalls 30-sekündigen Pause und abschließenden 10 Repetitionen bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180°/s durchgeführt.

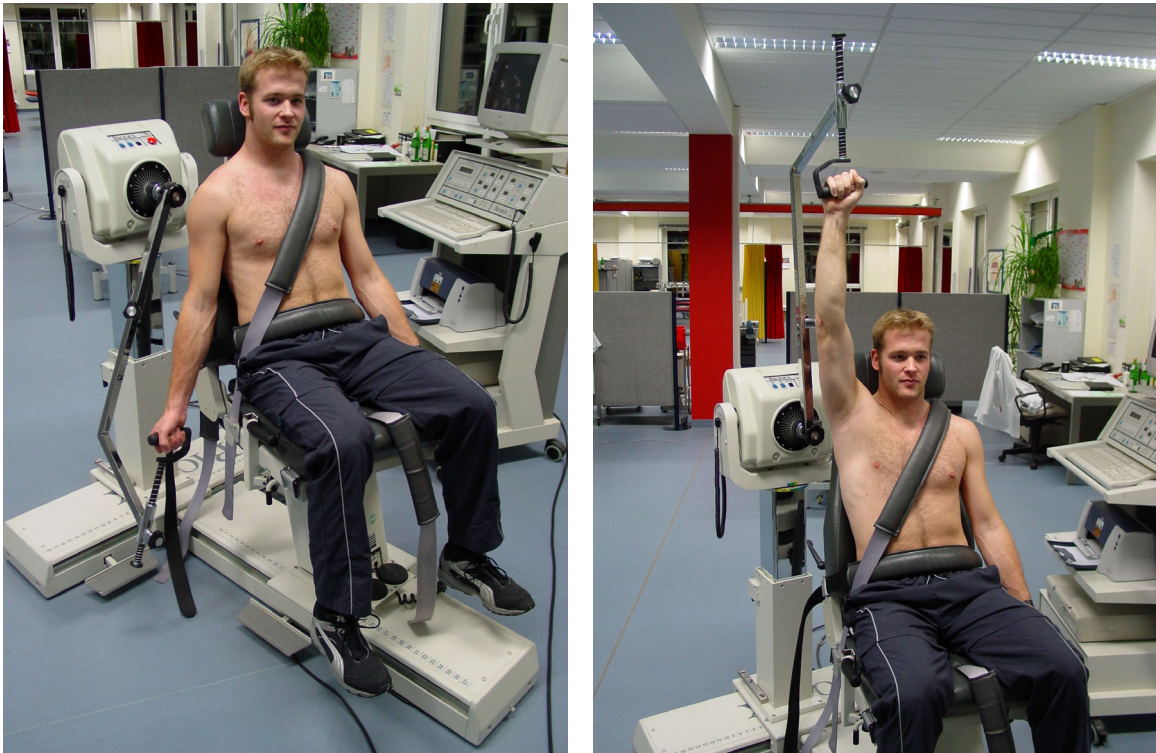


Abb. 4.2.2- I: Exemplarische Darstellung des Messaufbaus des Biodes-III-Systems anhand der Abduktions- / Adduktionsebene

Ausgewertete Daten:

Für die Untersuchung werden zu den einzelnen Bewegungsebenen und Bewegungsgeschwindigkeiten folgende Messwerte herangezogen:

- Maximaldrehmoment bilateral [Nm]
- Drehmomentsdefizit [%]
- Gesamtleistung bilateral [J]
- Leistungsdefizit [%]
- Verhältnis Agonist zu Antagonist bilateral [%]

Das Maximaldrehmoment ist das größte Drehmoment, das in einer bestimmten Bewegungsrichtung aufgebracht werden kann. Die Gesamtleistung entspricht der physikalischen Leistung, die während der Messreihe in einer bestimmten Bewegungsrichtung erbracht wird. Die Drehmoments-, und Leistungsdefizite

entsprechen dem prozentualen Unterschied der Messwerte der ipsilateralen Seite gegenüber der kontralateralen. Das Verhältnis von Agonist zu Antagonist wird aus den Maximaldrehmomenten der antagonisierenden Bewegungsrichtungen gebildet und beschreibt die Balance der antagonisierenden Muskelgruppen.

Die Erstellung von Normwerten für isokinetische Messwerte bereitet an der Schulter Schwierigkeiten, da die Leistungsparameter stark vom Körpergewicht, dem Alter, dem Geschlecht und der physischen Konstitution abhängen. Messungen der unverletzten Gegenseite geben daher wertvolle Hinweise über die normale Leistungsfähigkeit der Schulter eines Patienten (12). Die Messwerte der gesunden Gegenseite der Scapulafraktur werden daher zum Vergleich herangezogen.

5 Ergebnisse

5.1 Patientengut

Von Januar 1990 bis zum Dezember 1999 werden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR insgesamt 144 Patienten mit Scapulafrakturen behandelt, davon 137 konservativ. Von diesen konservativ behandelten Patienten versterben 5 Patienten an den Begleitverletzungen des Unfalles, 2 Patienten versterben zwischen Unfall und der Einladung zur Teilnahme an der Studie an unfallunabhängigen Ursachen, 2 Patienten erleiden bei dem Unfall eine hohe Querschnittslähmung und können aufgrund einer eingeschränkten Motorik der oberen Extremitäten nicht an der Untersuchung teilnehmen. 18 Patienten sind seit dem Unfall unbekannt verzogen, und 53 Patienten sind aus persönlichen, zeitlichen oder anderen Gründen nicht bereit an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

Insgesamt können 50 konservativ therapierte Patienten mit insgesamt 51 Scapulafrakturen nachuntersucht werden.

Von diesen Patienten sind 44 Männer (88%) und 6 Frauen (12%). Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Unfall beträgt 49,9 Jahre (jüngster Patient: 20 J / ältester Patient: 82 J). Das durchschnittliche Intervall zwischen Unfall und Nachuntersuchung beträgt 65 Monate (kürzestes Intervall: 13 Monate, längstes Intervall: 120 Monate).

Tab. 5.1- A: Allgemeine Patientendaten

| | |
|---|--------------|
| Anzahl der Patienten | 50 |
| Anzahl der Scapulafrakturen | 51 |
| Männliche Patienten | 44 (88%) |
| Weibliche Patienten | 6 (12%) |
| Durchschnittsalter bei Unfall | 44,46 Jahre |
| Jüngster Patient | 20 Jahre |
| Ältester Patient | 82 Jahre |
| Durchschnittsalter bei der Nachuntersuchung | 49,9 Jahre |
| Durchschnittlicher Nachuntersuchungsintervall | 65,08 Monate |
| Kürzester Nachuntersuchungszeitraum | 13 Monate |
| Längster Nachuntersuchungszeitraum | 120 Monate |

48 Patienten (96%) sind Rechtshänder, 2 Linkshänder (4%).

22 Scapulafrakturen treten an der dominanten oberen Extremität auf, 29 Scapulafrakturen an der nicht-dominanten oberen Extremität. Der dominanten Seite entspricht hierbei die rechte obere Extremität bei Rechtshändern, bzw. die linke obere Extremität bei Linkshändern.

Ein rechtshändiger Patient erleidet beidseitige Scapulafrakturen.

Tab. 5.1- B: Händigkeit und Frakturseite

| | Anzahl |
|--|--------|
| Rechtshänder | 48 |
| Linkshänder | 2 |
| Frakturen der dominanten oberen Extremität | 22 |
| Frakturen auf der nicht-dominanten oberen Extremität | 29 |
| Rechtsseitige Frakturen | 22 |
| Linksseitige Frakturen | 29 |

Die Auswertung der körperlichen Belastbarkeit im Arbeitsleben entsprechend der Definition des Verbandes deutscher Rentenversicherungsträger (siehe Kapitel 4.2) ergibt folgende Verteilung:

- 18 Patienten (36%) üben körperlich leichte Berufe aus
- 8 Patienten (16%) üben Berufe mittlerer körperlichen Belastung aus
- 24 Patienten (48%) üben körperlich schwere berufliche Tätigkeiten aus

Die Auswertung der Unfallarten ergibt, dass 38 Patienten (76%) einen Arbeits- oder Wegeunfall erleiden, während sich die Unfälle der übrigen 12 Patienten (24%) im privaten Bereich ereignen.

5.2 Unfallhergang

Die häufigste Unfallursache stellen Abstürze aus großer Höhe dar, bei denen 16 Patienten (32%) ihre Scapulafraktur erleiden. 15 Patienten (30%) erleiden ihre Scapulafraktur bei Verkehrsunfällen als Insassen von Personen- oder Lastkraftwagen. 12 Patienten (24%) verunglücken bei Zweiradunfällen mit Motorrad oder Fahrrad. 6 Patienten (12%) werden durch herabstürzende Gegenstände getroffen und ein Patient (2%) erleidet einen Stromschlag.

Tab. 5.2- A: Verteilung der Unfallhergänge

| Unfallhergang | Anzahl |
|--|--------|
| Sturz aus der Höhe | 16 |
| Verkehrsunfälle | 15 |
| Zweiradunfälle | 12 |
| Von herabstürzenden Gegenständen getroffen | 6 |
| Stromschlag | 1 |

5.3 Frakturverteilung

Die Zuordnung der einzelnen nach Euler und Habermeyer klassifizierten Frakturtypen ergibt für die 51 Scapulafrakturen durch Mehrfachzuordnung insgesamt 73 Einzelklassifikationen:

11 Patienten erleiden eine einfache (A1), 24 Patienten eine mehrfragmentäre (A2) Scapulacorporisfraktur. Von den 5 Fortsatzfrakturen erleidet ein Patient eine Coracoidfraktur (B2) und 4 Patienten Acromionfrakturen (B3). Spinafrakturen (B1) sind nicht vertreten.

Bei den 24 Patienten mit Collumfraktur zeigen 2 Patienten Frakturen des Collum anatomicum (C1), 21 Patienten am Collum chirurgicum (C2) und ein Patient eine Fraktur des Collum chirurgicum mit Ruptur der Ligg. coracoclaviculare und coracoacromiale (C3b). Eine Fraktur des Collum chirurgicum mit gleichzeitiger Clavicula und Acromionfraktur (C3a) war im Patientenkollektiv nicht vertreten. Bei den Patienten mit Glenoidfrakturen treten 3 Pfannenrandabbrüche (D1) und 1 Fossa glenoidalis Fraktur mit unterem Pfannenfragment (D2a) auf. Alle 4 Frakturen des Glenoids traten in Kombination mit Collum- bzw. Corpusfrakturen (D3) auf. Die Kombination aus einer Scapula- mit einer Humeruskopffraktur (E) wird bei 1 Patienten diagnostiziert.

Tab. 5.3- A: Verteilung der einzelnen Frakturtypen

| Fraktur-Typ | A | | B | | | C | | | D | | | | E | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|-----|----|---|---|-----|---|---|
| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 | B 3 | C 1 | C 2 | C3 | | D 1 | D2 | | | D 3 | | |
| | | | | | | | | a | b | | a | b | | c | d | |
| Anzahl | 11 | 24 | 0 | 1 | 4 | 2 | 21 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 |

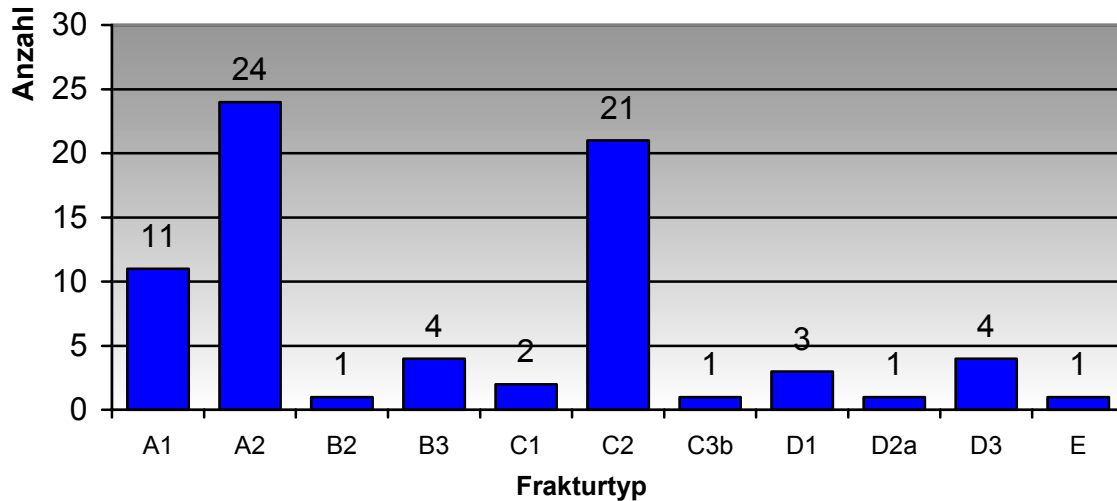


Abb.

5.3- I: Verteilung der einzelnen Frakturtypen

Die Auswertung der Frakturtypkombinationen ergibt, dass vier Arten von Scapulafrakturen bzw. deren Kombinationen besonders häufig auftreten:

Die einfachen Scapulacorporfrakturen (A1), die als isolierte Frakturformen bei 8 Patienten diagnostiziert werden, die mehrfragmentären Scapulacorporfrakturen (A2), die als isolierte Frakturformen bei 12 Patienten mit insgesamt 13 Scapulafrakturen (ein Patient mit beidseitig mehrfragmentären Scapulafrakturen) vorliegen, die Kombinationsfrakturen aus mehrfragmentären Scapulacorporfrakturen und Frakturen des Collum chirurgicum (A2, C2), die bei 10 Patienten vorliegen und die isolierten Frakturen des Collum chirurgicum (C2), die bei 8 Patienten vorliegen. 3 Patienten erleiden isolierte Acromionfrakturen (B3).

Weitere Frakturkombinationen treten hier nur vereinzelt auf und sind in Tabelle 5.3-A aufgeführt.

Tab. 5.3- B: Verteilung der Frakturkombinationen

| Klassifikation | Anzahl |
|-----------------------|---------------|
| A1 | 8 |
| A1, B3 | 1 |
| A1, C2 | 1 |
| A1, E | 1 |
| A2 | 13 |
| A2, B2, C1, D1, D3 | 1 |
| A2, C2 | 10 |
| A2, C2, D1, D3 | 1 |
| A2, D2a, D3 | 1 |
| B3 | 3 |
| C1 | 1 |
| C2 | 8 |
| C2, D1, D3 | 1 |
| C3b | 1 |

Die vier häufigsten Frakturtypkombinationen (8 x A1, 11 x A2, 10 x A2C2, 8 x C2) werden im folgenden zur Ergebnisdarstellung ausgewählt. Die übrigen Frakturkombinationen haben aufgrund ihrer geringen Fallzahl keine statistische Aussagerelevanz.

5.4 Begleitverletzungen

Von den 50 nachuntersuchten Patienten weisen 8 (16%), abgesehen von den Scapulafrakturen, keine weiteren Verletzungen auf. Die übrigen 42 Patienten (84%) erleiden weitere Verletzungen. 68% der Patienten erleiden begleitende Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax. Die am häufigsten aufgetretenen Begleitverletzungen sind bei 22 Patienten (44%) ipsilaterale Rippenfrakturen. 16 Patienten (32%) erleiden Schädel-Hirn-Traumata, von denen 9 Patienten gleichzeitig eine Schädelfraktur aufweisen. 14 Patienten (28%) erleiden ipsilaterale Claviculafrakturen und ebenfalls 14 Patienten (28%) Pneumo- / Hämatothoraces. Jeweils 8 Patienten (16%) erleiden ipsilaterale Unterarmverletzungen bzw. kontralaterale Rippenfrakturen. Alle seltener aufgetretenen Begleitverletzungen sind nach ihrer Topographie geordnet in Abbildung 5.4-I aufgeführt.

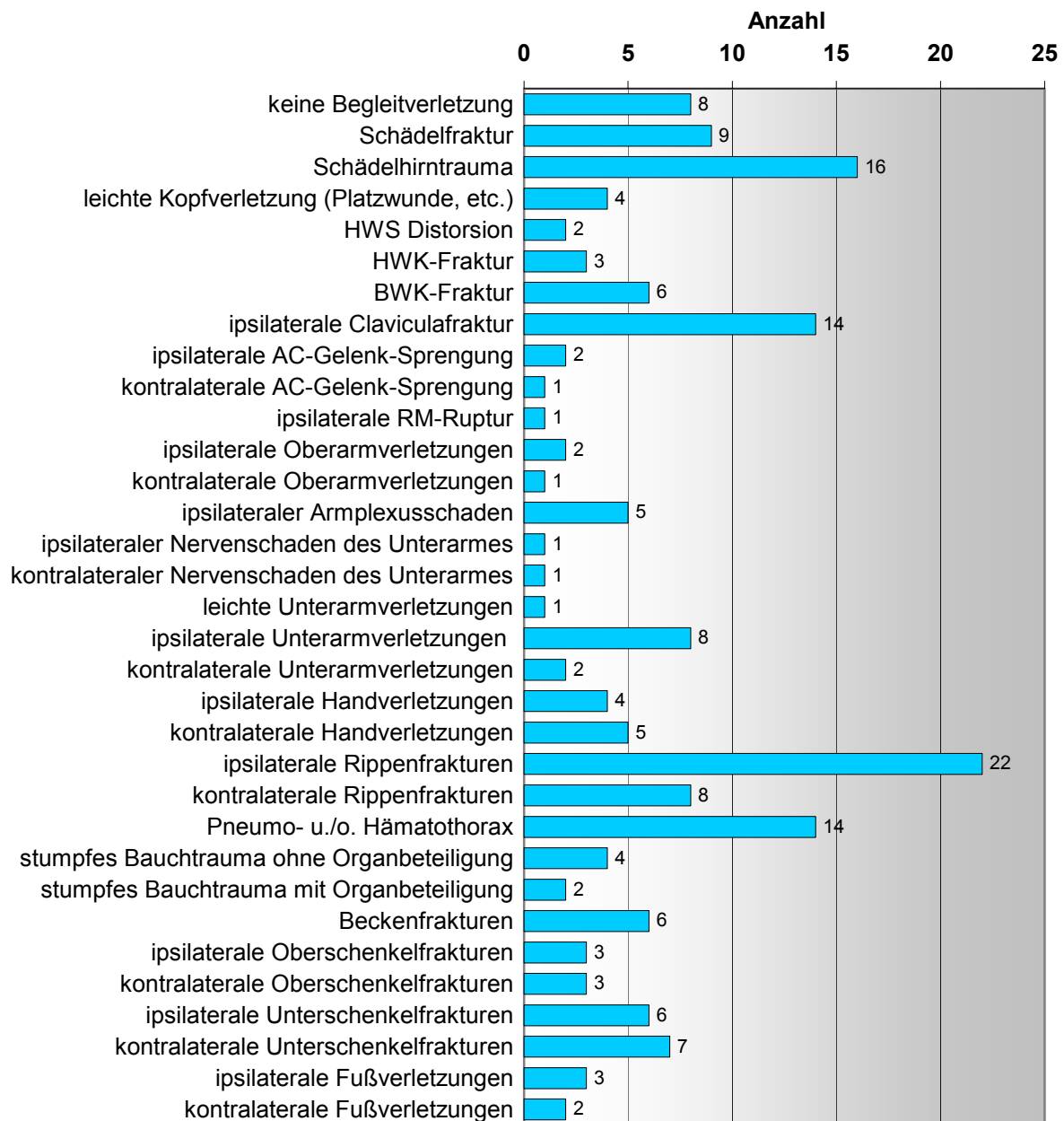


Abb. 5.4- I: Topographisch geordnete Verteilung der Begleitverletzungen

5.5 Therapie

Das Patientenkollektiv der 50 nachuntersuchten Patienten beschränkt sich auf Patienten, deren Scapulafrakturen konservativ funktionell d. h. ohne invasive operative Maßnahmen behandelt wurden.

5.5.1 Art der Immobilisation

Die Immobilisation des Schultergelenkes erfolgt bei 20 Patienten (40%) in einem Gilchrist- oder Desaultverband. Bei 25 Patienten (50%) wird keine spezifische Immobilisation des Schultergelenkes vorgenommen. Eine Analgosedierung, die im Rahmen der Therapie der Begleitverletzungen durchgeführt wird, stellt bei 3

Patienten (6%) dieser Gruppe eine ausreichende Ruhigstellung des Schultergelenkes sicher. Bei 3 weiteren Patienten (6%) erfolgt die Immobilisation in Abduktionsstellung (siehe Tab. 5.5.1- A). Einer dieser Patienten erleidet unfallbedingt einen Weichteilschaden der Axilla, ein weiterer einen Knorpelschaden der Fossa glenoidalis und bei einem Patienten wird bei einer ipsilateral vorliegenden Unterarmfraktur der Arm in leichter Abduktionsstellung zur Abschwellung hoch gehängt.

Tab. 5.5.1- A: Verteilung der verschiedenen Arten der Immobilisation des Schultergelenkes

| Art der Immobilisation | Anzahl der Patienten | Besonderheiten |
|---|-----------------------------|---|
| Gilchrist-, Desaultverband | 20 | |
| Keine spezifische Immobilisation | 25 | Davon 3 Patienten aufgrund der bestehenden Begleitverletzungen langfristig auf der Intensivstation intubiert und beatmet |
| Immobilisation des Schultergelenkes in Abduktionsstellung | 3 | 1 x bei gleichzeitigem Weichteilschaden der Axilla 1 x bei Knorpelschaden der Fossa glenoidalis 1 x bei gleichzeitiger ipsilateraler Unterarmfraktur wird der Arm für 5 Tage in leichter Abduktionsstellung hochgehängt |

5.5.2 Zeitraum bis zum Beginn der Physiotherapie

Über den Zeitraum bis zum Beginn der physiotherapeutischen Behandlung der Scapulafrakturen können bei 43 Patienten sichere Angaben erhoben werden. Bei 38 Patienten beginnt die Physiotherapie durchschnittlich 15,08 Tage ($\pm 4,79$ Tage) nach dem Unfall. Der kürzeste Zeitraum zwischen Unfall und Beginn der physiotherapeutischen Behandlung liegt bei 1 Tag, der längste bei 49 Tagen (nach sekundär diagnostizierter Scapulafraktur). Bei 5 Patienten werden aufgrund der im Vordergrund stehenden Begleitverletzungen keine physiotherapeutischen Maßnahmen zur Rehabilitation der Schulter unternommen.

Tab. 5.5.2- A: Verteilung des Zeitraumes bis zum Beginn der schulterbezogenen Physiotherapie

| Zeitraum bis zum Beginn der physiotherapeutischen Maßnahmen | Anzahl |
|--|---------------|
| keine spezifische Physiotherapie der Scapulafraktur | 5 |
| 0 – 3 Tage | 5 |
| 4 – 7 Tage | 6 |
| 8 – 11 Tage | 2 |
| 12 – 15 Tage | 11 |
| 16 – 19 Tage | 3 |
| 20 – 23 Tage | 5 |
| 24 – 27 Tage | 1 |
| 28 – 31 Tage | 2 |
| > 31 Tage | 3 |
| keine sicheren Angaben über den Beginn | 7 |

5.5.3 Anzahl der physiotherapeutischen Therapiemaßnahmen

Von den 50 nachuntersuchten Patienten erhalten 5 Patienten aufgrund der im Vordergrund stehenden Behandlung der Begleitverletzungen keine spezifische krankengymnastische Therapie der betroffenen Schulter. Die durchschnittliche Anzahl der zur Rekonvaleszenz der Schulterfunktion verordneter physiotherapeutischer Einheiten beträgt bei $38,78 \pm 8,32$.

5.5.4 Dauer des stationären Aufenthaltes

8 Patienten (16%) werden ambulant behandelt, 42 Patienten (84%) stationär. Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer der 42 Patienten beträgt 51,38 Tage (\pm 11,86 Tage), die längste Aufenthaltsdauer liegt bei 2 Patienten bei 180 Tagen. Einer dieser beiden Patienten ist polytraumatisiert, der andere Patient erlitt zusätzlich eine drittgradig offene Pilonfraktur mit weiteren Komplikationen. Bei der Auswertung der Behandlungsergebnisse zeigt sich, dass nicht die eigentliche Scapulafraktur, sondern die Begleitverletzungen die Länge der stationären Aufenthaltsdauer bestimmen.

Tab. 5.5.4- A: Stationäre Aufenthaltsdauer

| | Alle Patienten | Stationär behandelte Patienten |
|-------------------------------|----------------|--------------------------------|
| Anzahl | 50 | 42 |
| Mittelwert (Tage) | 43,16 | 51,38 |
| Standardabweichung (Tage) | 40,60 | 39,21 |
| Varianz (X^2) | 1648,22 | 1537,12 |
| 95%-Konfidenzintervall (Tage) | 11,25 | 11,86 |

5.5.5 Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Zur Auswertung der Arbeitsunfähigkeitsdauer liegen die Daten von 45 Patienten vor. Ein weiterer Patient verunfallt nach Erreichen des Rentenalters, 2 Patienten werden aufgrund der Folgen des Unfalls dauerhaft berentet, und zwei weitere Patienten sind zum Zeitpunkt der Untersuchung noch arbeitsunfähig:

Einer dieser Patienten erleidet eine komplexe Scapulafraktur als Kombination aus mehrfragmentärer Scapulacorporisfraktur (A2) und einer Fraktur des Collum chirurgicum scapulae (C2). Zusätzlich besteht eine instabile HWK-2-Fraktur. Aufgrund von persistierenden Beschwerden im Bereich des Nackens und der betroffenen Schulter ist er trotz vollständiger Konsolidierung der Frakturen in seiner Tätigkeit als Stahlflechter auch nach 56 Wochen noch weiterhin arbeitsunfähig.

Der zweite Patient, der bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits über 90 Wochen arbeitsunfähig ist, erlitt bei dem Unfall eine Fraktur des Collum chirurgicum scapulae (C2) und eine ipsilaterale Rippenserienfraktur mit Hämatothorax. Neben beklagten, persistierenden Schmerzen weist er eine stark eingeschränkte Beweglichkeit des Schultergelenkes auf, so dass er seine Tätigkeit als Lagerarbeiter noch nicht wieder aufnehmen kann.

Zwei Patienten bleiben trotz erlittener Scapulafraktur (ohne Begleitverletzung) arbeitsfähig. Sie verrichten beide leichte Bürotätigkeiten.

Vergleicht man die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Abhängigkeit der körperlichen Belastung der Berufstätigkeit nach leichter, mittelschwerer oder schwerer Arbeit, so bestätigt sich, dass Patienten mit körperlich schwerer beruflicher Tätigkeit länger arbeitsunfähig sind als Patienten mit körperlich leichter Tätigkeit. Die Unterschiede sind hier aber nicht signifikant.

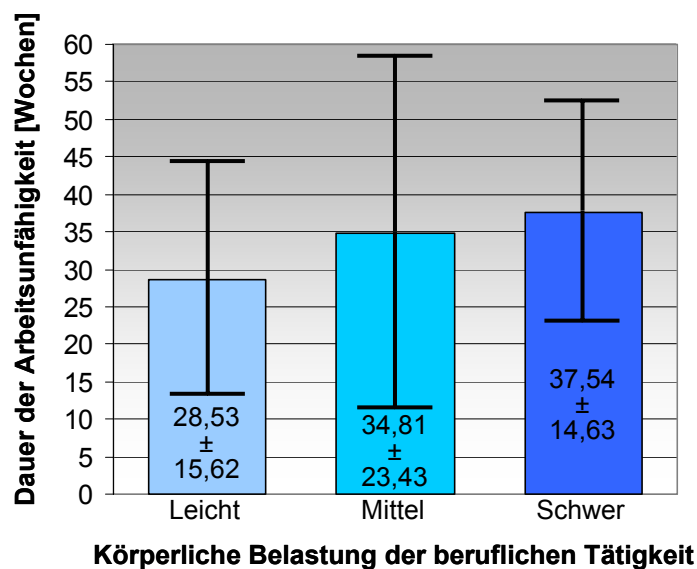


Abb. 5.5.5- I: Abhängigkeit der Dauer der Arbeitsunfähigkeit von der körperlichen Belastung der beruflichen Tätigkeit unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

5.6 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

5.6.1 Subjektive Beschwerden

Schmerzen

14 (28%) der 50 nachuntersuchten Patienten geben an, dass die betroffene Schulter wieder völlig schmerzfrei ist. Auch der Patient mit beidseitigen Scapulacorporfrakturen zählt zu dieser Patientengruppe. Über gelegentliche leichte Schmerzen oder ein leichtes „Ziehen“ in der betroffenen Schulter klagen 9 Patienten (18%). 16 Patienten (32%) berichten über Schmerzen nur bei schwerer physischer Belastung der Schulter. 9 Patienten (18%) klagen über Schmerzen bei alltäglichen Belastungen. Zwei Patienten klagen über ständig mäßige bis starke Schmerzen.

Bei den 9 Patienten, die über alltägliche Schmerzen klagen, finden sich 3 einfache Scapulacorporfrakturen (A1), von denen eine mit einer Humeruskopffraktur (E) kombiniert ist, 2 Patienten erleiden mehrfragmentäre Scapulacorporfrakturen (A2), 3 Patienten erleiden Kombinationsfrakturen aus mehrfragmentären Corporfrakturen und Frakturen des Collum chirurgicum (A2, C2) und ein Patient erleidet nur eine Fraktur des Collum chirurgicum (C2). Bei 6 der 9 Patienten finden sich begleitende Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax.

Im Vergleich zu den Patienten ohne Schmerzen der Schulter findet sich bei den Patienten mit vorhandener Schmerzsymptomatik kein signifikanter Unterschied in der Verteilung der aufgetretenen Scapulafrakturtypen oder der Verteilung der Begleitverletzungen des Schultergürtels und Thorax.

Tab. 5.6.1- A: Verteilung der Begleitverletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax bezogen auf das Vorliegen einer Schmerzsymptomatik der ipsilateralen Schulter

| | Anzahl der Patienten mit begleitenden Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax | Anzahl der Patienten ohne begleitende Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax |
|--|---|---|
| Patienten mit ausgeprägter Schmerzsymptomatik | 7 | 4 |
| Patienten ohne Schmerzen, oder mit nur geringfügiger Schmerzsymptomatik | 27 | 12 |

Sensibilitätsstörungen

30 Patienten (60%) geben keine Beeinträchtigungen der Sensibilität der von der Scapulafraktur betroffenen (ipsilateralen) oberen Extremität an. 10 Patienten (20%) klagen über vermehrtes „Einschlafen“ des betroffenen Armes. 14 Patienten (28%) leiden an andauernden Hyp-/ Dysästhesien des betroffenen Armes, und 4 Patienten (8%) empfinden die Feinmotorik der Hand auf der ipsilateralen Seite beeinträchtigt. Ein Patient klagt über andauernde nuchale Hypästhesien.

Die Dys-/ Hypästhesien sind bei 4 Patienten auf einen bei dem Unfall aufgetretenen Plexusschaden zurückzuführen. Ein Patient erleidet bei dem Unfall ein schweres Schädel-Hirn-Trauma, bei dem Störungen der Sensibilität der ipsilateralen Körperseite zurückbleiben. Ein Patient erfährt bei dem Unfall ausgeprägte Schnittwunden am ipsilateralen Unterarm, die zu einer Schädigung des N. ulnaris führen und seine Sensibilitätsstörungen bedingen. Ein Patient erleidet in der Zeit nach dem Unfall einen cerebralen Insult. Er beklagt seitdem Sensibilitätsstörungen im betroffenen Arm. Bei den übrigen 7 Patienten mit Dys-/ Hypästhesien können keine nervalen Schädigungen oder ein neurologisches Korrelat gefunden werden.

Bei 2 der Patienten, die über eine reduzierte Feinmotorik klagen, findet sich eine unfallbedingte Schädigung des Plexus brachialis, bei den 2 anderen Patienten jeweils Residuen ihres Schädel-Hirn-Traumas.

Subjektiver Kraftverlust

13 Patienten (26%) geben an, dass die betroffene Schulter wieder die gleiche Kraft wie vor dem Unfall erreicht hat. Weitere 13 Patienten (26%) berichten über eine geringfügig beeinträchtigte Kraft der Schulter bei großen Belastungen. 21 Patienten (42%) klagen über einen Kraftverlust der betroffenen Schulter, der sich bei alltäglichen Belastungen bemerkbar macht. 3 Patienten (6%) leiden unter einem Kraftverlust, der schon bei geringen Belastungen der Schulter auffällt. Einer dieser Patienten erleidet bei dem Unfall eine einfache Scapulacorporisfraktur (A1) mit einer Acromionfraktur (B3) und weist eine unfallunabhängige, beidseitige Acromioclaviculargelenksarthrose auf. Ein weiterer Patient dieser Gruppe erleidet eine einfache Scapulacorporisfraktur (A1) mit einer ipsilateralen Clavicula- und Rippenserienfraktur. Der dritte Patient dieser Gruppe erleidet eine Fraktur des Collum chirurgicum scapulae (C2) und einen Pfannenrandabbruch der Fossa glenoidalis (D1).

Tab. 5.6.1- B: Verteilung des subjektiven Kraftverlustes

| Ausmaß des subjektiven Kraftverlustes | Anzahl | Klassifikation und Begleitverletzungen |
|---|--------|---|
| kein Kraftverlust | 13 | |
| Kraftverlust bei hoher Belastung | 13 | |
| Kraftverlust bei alltäglicher Belastung | 21 | |
| Kraftverlust bei geringer Belastung | 3 | 1. 47 J, C2, D1 |
| | | 2. 53J, A1, B3, unfallunabhängige Arthrose beider AC-Gelenke, unfallunabhängige Thrombose der V. brachiocephalica |
| | | 3. 55J, A1, ipsilaterale Claviculafraktur, ipsilaterale Rippenserienfraktur |
| Arm durch Kraftverlust nicht einsetzbar | 0 | |

5.6.2 Armumfänge

Die Armumfänge werden beidseits an folgenden Stellen der Arme gemessen:

- am Oberarm, 15 cm proximal des Epicondylus radialis humeri
- über dem Ellenbogengelenk
- am Unterarm, 10 cm distal des Epicondylus radialis humeri
- über dem Handgelenk
- an der Mittelhand

Der Vergleich der Armumfänge der dominanten Körperseite mit denen der nicht dominanten Seite ergibt an allen Messpunkten eine leichte Tendenz zu größeren Armumfängen auf der dominanten Körperseite. Dies entspricht dem Mehrgebrauch des Armes der dominanten Körperseite. Die Unterschiede sind hier allerdings nicht signifikant (siehe Anhang).

Die ermittelten durchschnittlichen ipsilateralen und kontralateralen Armumfänge und deren seitenvergleichende Differenzen sind in Tab. 5.6.2-A dargestellt. Die statistische Auswertung der Umfänge ergibt, dass sich ipsilaterale und kontralaterale Armumfänge nicht signifikant voneinander unterscheiden.

Tab. 5.6.2- A: Armumfänge an verschiedenen Positionen der Arme unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls [cm]

| | | |
|-------------------------|----------------------|--------------|
| Oberarm | ipsilateral | 31,30 ± 0,88 |
| | kontralateral | 31,21 ± 0,86 |
| | Differenz | 0,14 ± 0,35 |
| Ellenbogengelenk | ipsilateral | 28,24 ± 0,64 |
| | kontralateral | 28,35 ± 0,58 |
| | Differenz | 0,14 ± 0,31 |
| Unterarm | ipsilateral | 28,40 ± 0,70 |
| | kontralateral | 28,46 ± 0,68 |
| | Differenz | 0,10 ± 0,30 |
| Handgelenk | ipsilateral | 18,29 ± 0,37 |
| | kontralateral | 18,24 ± 0,36 |
| | Differenz | -0,05 ± 0,15 |
| Mittelhand | ipsilateral | 22,47 ± 0,48 |
| | kontralateral | 22,49 ± 0,47 |
| | Differenz | 0,04 ± 0,20 |

Bei dem Patienten mit beidseitigen Scapulafrakturen zeigt sich seitenvergleichend linksseitig ein geringerer Umfang am Ellenbogengelenk (1 cm), dem Unterarm (1,5 cm), dem Handgelenk (0,5 cm) und der Mittelhand (1,5 cm), entsprechend dem Mehrgebrauch des rechten Armes eines Rechtshänders.

Die Mittelwerte der nach den am häufigsten aufgetretenen Frakturtypkombinationen aufgeschlüsselten seitenvergleichenden Umfangsdifferenzen der Arme zeigt Tab. 5.6.2-B. Die Auswertung ergibt, dass ein signifikanter Unterschied des Oberarmumfanges zwischen der Gruppe der Patienten, die eine einfache Scapulacorporusfraktur (A1) und der Gruppe der Patienten, die eine Fraktur des Collum chirurgicum (C2) erleiden, besteht. Während der ipsilaterale Oberarmumfang

bei den Patienten mit der einfachen Scapulacorporusfraktur (A1) durchschnittlich 0,63 cm unter dem der kontralateralen Seite liegt, liegt dieser Umfang bei den Patienten mit einer Fraktur des Collum chirurgicum (C2) ipsilateral durchschnittlich 0,38 cm über dem der kontralateralen Seite.

Alle anderen Gruppen von Frakturtypkombinationen zeigen keine signifikanten Unterschiede in den seitenvergleichenden Armumfangsdifferenzen.

Tab. 5.6.2-B: Nach Frakturtyp aufgeschlüsselte Mittelwerte der zwischen der kontralateralen und ipsilateralen Körperseite bestehenden Umfangsdifferenzen der Arme unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

| Frakturtyp | Anzahl | Oberarmumfangs- differenz [cm] | Ellenbogengelenk- umfangsdifferenz [cm] | Unterarmumfangs- differenz [cm] | Handgelenkumfangs- differenz [cm] | Mittelhandumfangs- differenz [cm] |
|------------|--------|-----------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| A1 | 8 | 0,63 ± 0,63 | 0,31 ± 0,67 | 0,63 ± 1,06 | 0,13 ± 0,16 | 0,13 ± 0,44 |
| A2 | 11 | -0,09 ± 0,43 | -0,05 ± 0,54 | -1,8 ± 0,53 | 0 ± 0,23 | 0,05 ± 0,43 |
| A2, C2 | 10 | 0,3 ± 0,19 | 0,3 ± 0,19 | 0,35 ± 0,22 | -0,15 ± 0,09 | 0,2 ± 0,12 |
| C2 | 8 | -0,38 ± 0,55 | 0,13 ± 0,48 | -0,13 ± 0,58 | 0,13 ± 0,40 | 0,38 ± 0,31 |

5.6.3 Bewegungsumfänge

Eine Aufstellung der durchschnittlichen, aktiven Bewegungsumfänge und der seitenvergleichenden Bewegungsumfangsdifferenzen zeigt Abb. 5.6.3-I. In allen erfassten Bewegungsrichtungen liegen die Bewegungsumfänge der betroffenen (ipsilateralen) Seite signifikant unter denen der nicht betroffenen (kontralateralen) Seite. Diese Unterschiede sind besonders in Abduktions-, Flexions-, und Außenrotationsrichtung ausgeprägt.

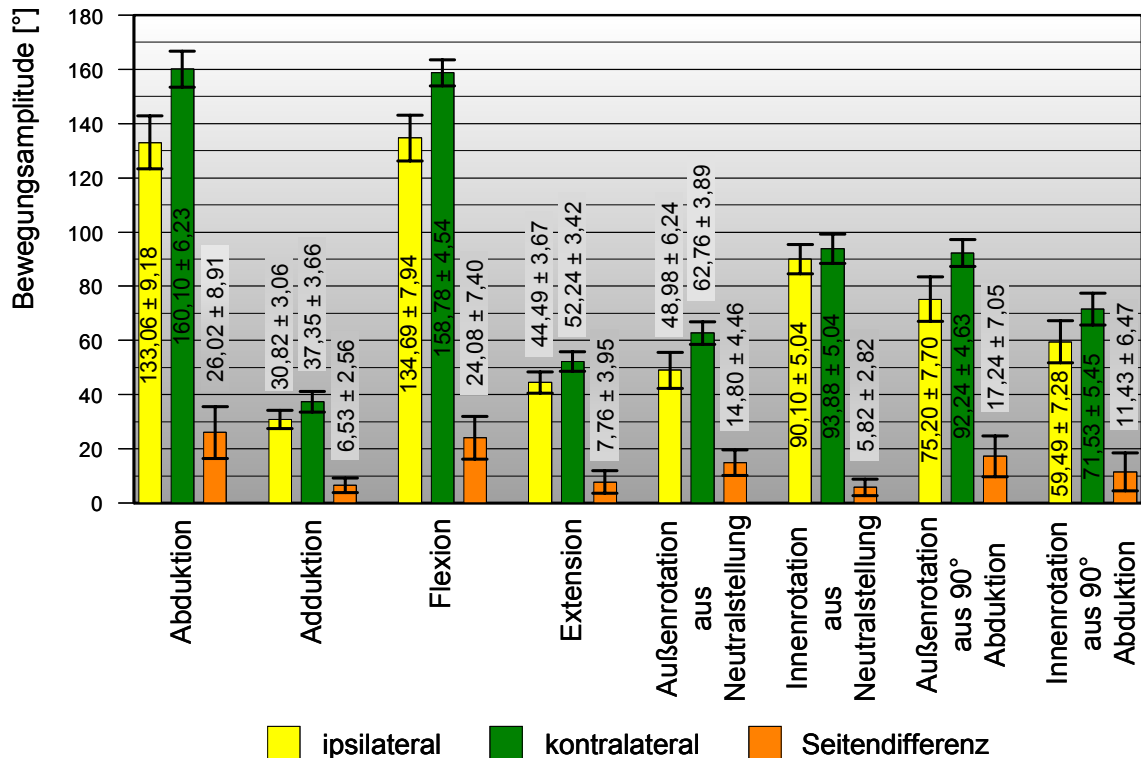


Abb. 5.6.3- I: Durchschnittliche Bewegungsamplituden und seitenvergleichende Bewegungsumfangsdifferenzen in allen erfassten Bewegungsrichtungen unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

Um zu prüfen, wie häufig freie Bewegungsausmaße erzielt werden, werden die erreichten Bewegungsamplituden mit den Normwerten verglichen: bei der Abduktion gilt eine Bewegungsamplitude von über 160° als frei, bei der Adduktion über 20°, bei der Flexion über 150°, bei der Extension über 30°, bei der Außenrotation aus Neutralstellung des Oberarmes über 40°, bei der Innenrotation aus Neutralstellung des Oberarmes über 80° und bei der Außen-, sowie Innenrotation aus einer 90°-Abduktionsstellung des Oberarmes über 80°.

Tab. 5.6.3- A: Anzahl der Patienten mit freier Beweglichkeit

| Bewegungsrichtung | Anzahl der Patienten mit freier Beweglichkeit | |
|--|--|---------------|
| | ipsilateral | kontralateral |
| Abduktion (> 160°) | 15 | 32 |
| Adduktion (> 20°) | 47 | 49 |
| Flexion (> 150°) | 18 | 38 |
| Extension (> 30°) | 45 | 49 |
| Außenrotation aus Neutralstellung des Oberarmes (> 40°) | 37 | 49 |
| Innenrotation aus Neutralstellung des Oberarmes (> 80°) | 39 | 43 |
| Außenrotation aus 90°-Abduktionsstellung des Oberarmes (> 80°) | 31 | 42 |
| Innenrotation aus 90°-Abduktionsstellung des Oberarmes (> 80°) | 16 | 20 |

Die Auswertung freier Beweglichkeiten ergibt, dass die ipsilaterale Abduktions- und Flexionsfähigkeit häufig eingeschränkt sind, und die Unterschiede zur nicht betroffenen Seite am deutlichsten ausgeprägt sind. Eine ipsilateral freie Abduktionsfähigkeit wird bei 15 Patienten (30,6%) beobachtet, eine ipsilateral freie Flexionsfähigkeit bei 18 Patienten (36,7%). Kontralateral findet sich dagegen eine freie Abduktionsfähigkeit bei 32 Patienten (65,3%) und eine freie Flexionsfähigkeit bei 38 Patienten (77,6%). Bei der Bewertung der Innenrotationsfähigkeit mit um 90° abduziertem Oberarm fällt auf, dass nur 16 Patienten (32,7%) ipsilateral und 20 Patienten (40,8%) kontralateral eine freie Beweglichkeit aufweisen.

Der Patient mit beidseitigen Scapulafrakturen erreicht lediglich in der Außenrotation bei 90° abduziertem Oberarm beidseitig keine freie Beweglichkeit. Er erreicht hier beidseits 70° (freie Beweglichkeit >80°). In allen anderen Bewegungsrichtungen erreicht er beidseits eine freie Beweglichkeit.

12 Patienten (24,4%) weisen eine ipsilateral freie Beweglichkeit in den sechs Hauptbewegungsrichtungen (Abduktion, Adduktion, Flexion, Extension, Außen- und Innenrotation aus der Neutralstellung des Oberarmes) auf, während kontralateral 27 Patienten (55%) in den sechs Hauptbewegungsrichtungen freie Beweglichkeit

besitzen. Eine freie Beweglichkeit in fünf Bewegungsrichtungen zeigen ipsilateral 5 (10,2%) und kontralateral 12 (24,4%) Patienten. Eine freie Beweglichkeit in vier Bewegungsrichtungen ergibt sich ipsilateral bei 16 (32,7%) und kontralateral bei 8 (16,3%) Patienten. Drei freie Bewegungsrichtungen finden sich ipsilateral bei 10 (20,4%) und kontralateral bei 2 (4,1%) Patienten. Bei 4 Patienten (8,1%) zeigt sich ipsilateral eine Bewegungsfreiheit in zwei Bewegungsrichtungen und bei einem Patienten nur eine ipsilaterale Bewegungsfreiheit in einer Bewegungsrichtung.

Tab. 5.6.3- B: Verteilung der Anzahl freier Bewegungsrichtungen der 6 Hauptbewegungsrichtungen: Abduktion, Adduktion, Flexion, Extension, Innen- und Außenrotation aus der Neutralstellung des Oberarmes

| Anzahl der freien Bewegungsrichtungen | ipsilateral | kontralateral |
|--|--------------------|----------------------|
| 6 | 12 | 27 |
| 5 | 5 | 12 |
| 4 | 16 | 8 |
| 3 | 10 | 2 |
| 2 | 4 | 0 |
| 1 | 2 | 0 |

Im Anhang ist eine detaillierte Aufstellung der Verteilung der erreichten Bewegungsfreiheiten in allen Bewegungsrichtungen enthalten.

Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die Seitendifferenzen der Bewegungsamplituden und auf die Anzahl freier Beweglichkeiten

In jeder Gruppe von Patienten mit den vier häufigsten Frakturtypkombinationen (8 x A1, 11 x A2, 10 x A2C2, 8 x C2) werden die durchschnittlichen, absoluten Seitendifferenzen der Bewegungsamplituden der jeweiligen Bewegungsrichtung ermittelt und die Ergebnisse der einzelnen Gruppen untereinander verglichen. Es kann kein statistischer Zusammenhang zwischen dem aufgetretenen Frakturtyp und der Richtung oder dem Ausmaß der ipsilateralen Einschränkung der Beweglichkeit gefunden werden.

In gleicher Weise werden in jeder Gruppe von Patienten mit den vier häufigsten Frakturtypkombinationen die durchschnittliche Anzahl der freien Bewegungsrichtungen ermittelt und die Ergebnisse der Gruppen untereinander verglichen. Auch hier kann kein statistischer Zusammenhang zwischen dem aufgetretenen Frakturtyp und der Anzahl der freien Bewegungsrichtungen gefunden werden.

Auswertung der Bewegungsmuster „Schürzengriff“ und „Nackengriff“

Die Prüfung der Bewegungsmuster „Schürzengriff“ und „Nackengriff“ ergibt eine geringere Beweglichkeit auf der ipsilateralen Seite. Beim „Schürzengriff“ erreichen ipsilateral nur 15 (30,6%) Patienten mit den Fingerspitzen das Niveau der Spina scapulae, kontralateral 24 Patienten (49%). Ähnliches gilt für den „Nackengriff“. Hier erreichen ipsilateral 24 Patienten (49%) mit den Fingerspitzen das Niveau der Spina scapulae, kontralateral 41 (83,7%).

Tab. 5.6.3- C: Verteilung der Ergebnisse des Schürzengriffes

| Schürzengriff | Anzahl | |
|----------------------------------|-------------|---------------|
| | ipsilateral | kontralateral |
| keine Bewegung möglich | 0 | 0 |
| bis zur Gürtellinie | 5 | 1 |
| bis zum thorakolumbalen Übergang | 13 | 6 |
| bis zum Angulus inferior | 16 | 17 |
| bis zur Spina scapulae | 15 | 24 |
| bis über die Spina scapulae | 0 | 1 |

Tab. 5.6.3- D: Verteilung der Ergebnisse des Nackengriffes

| Nackengriff | Anzahl | |
|------------------------------------|-------------|---------------|
| | Ipsilateral | kontralateral |
| keine Bewegung möglich | 0 | 0 |
| bis vor die Brust | 1 | 0 |
| bis zum Ohr | 6 | 1 |
| bis zum cervicothorakalen Übergang | 18 | 6 |
| bis zur Spina scapulae | 24 | 41 |
| tiefer als die Spina scapulae | 0 | 1 |

Bei der Analyse der Bewegungsunterschiede innerhalb der im Patientengut am häufigsten vorkommenden Frakturtypkombinationen (A1, A2, A2C2, C2) lassen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen (siehe Anhang).

5.6.4 Schulterfunktionsberurteilung nach Constant

Auswertung der Gesamtergebnisse:

Von den maximal erreichbaren 100 Punkten des Constant-Scores liegt das durchschnittliche Gesamtergebnis ipsilateral bei $78,80 \pm 4,45$ Punkten, kontralateral bei $94,88 \pm 1,77$ Punkten. Das durchschnittliche Punktedefizit der ipsilateralen Seite gegenüber der kontralateralen Seite beträgt $16,08 \pm 4,42$ Punkte. Damit ist der

Unterschied zwischen ipsilateraler und kontralateraler Körperseite hochsignifikant ($p = 1,08 \times 10^{-08}$).

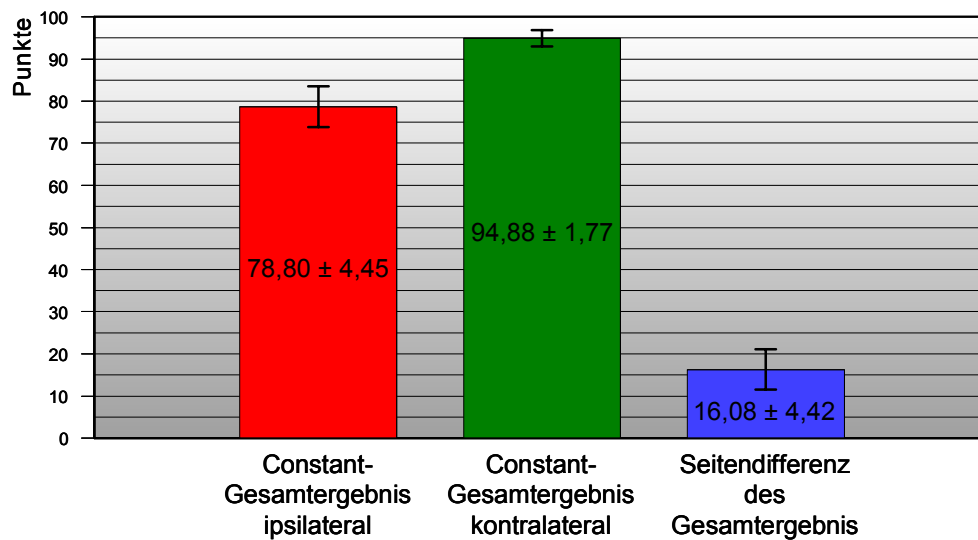


Abb. 5.6.4-I: Gegenüberstellung der Constant-Score-Gesamtergebnissen und Seitendifferenz

Die Beurteilung des Scores ergibt, dass 11 Patienten (22,4%) ipsilateral eine sehr gute und 25 Patienten (51,0%) eine gute Schulterfunktion aufweisen. Demzufolge findet sich bei 36 Patienten (73,5%) ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. 10 Patienten (20,4%) zeigen eine befriedigende und 3 Patienten (6,1%) eine schlechte ipsilaterale Schulterfunktion.

Kontralateral weisen 37 Patienten (75,5%) eine sehr gute, 11 Patienten (22,4%) eine gute und 1 Patient (2%) eine befriedigende Schulterfunktion auf. Demnach weisen 48 Patienten (98%) kontralateral eine gute bis sehr gute Schulterfunktion auf.

Tab. 5.6.4-A: Verteilung der Gesamtergebnisse des Constant-Scores

| Bewertung | Punktespanne | ipsilateral | kontralateral |
|--------------|--------------|-------------|---------------|
| Sehr gut | 100 – 91 | 11 | 37 |
| Gut | 90 – 75 | 25 | 11 |
| Befriedigend | 74 – 51 | 10 | 1 |
| Schlecht | < 50 | 3 | 0 |

Der Patient mit beidseitigen mehrfragmentären Scapulacorporusfrakturen erreicht beidseits die volle Punktzahl von 100 Punkten. Er wird in der folgenden Ergebnisbeschreibung der Einzelkomponenten nicht wieder einzeln erwähnt.

Auswertung der Einzelkomponenten:

Schmerz:

Bei maximal erreichbaren 15 Punkten bei Schmerzfreiheit liegt die durchschnittliche Punktzahl bei der Bewertung des Schmerzes der ipsilateralen Schulter bei $10,88 \pm 0,90$ Punkten, kontralateral bei $14,84 \pm 0,23$ Punkten.

Tab. 5.6.4- B: Punkteverteilung der Schmerzbeurteilung nach Constant

| Punkte | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| 2 | 1 | 0 |
| 5 | 1 | 0 |
| 7 | 9 | 0 |
| 10 | 16 | 1 |
| 12 | 9 | 1 |
| 15 | 13 | 47 |

Aktivitäten des täglichen Lebens:

Bei maximal 20 erreichbaren Punkten nach Constant für ein uneingeschränktes Aktivitätsniveau im Alltag ergibt die Auswertung eine durchschnittliche ipsilaterale Punktzahl von $15,78 \pm 1,00$ Punkten, kontralateral von $19,71 \pm 0,36$ Punkten. Die Verteilung der Punkte zeigt Tab. 5.6.4- C.

(Eine detaillierte Aufschlüsselung der erreichten Punkteverteilungen für das Aktivitätsniveau und die Fähigkeit, die Hand in bestimmten Positionen einzusetzen, ist dem Anhang zu entnehmen.)

Tab. 5.6.4- C: Punkteverteilung der Bewertung der Aktivitäten des täglichen Lebens nach Constant

| Punkte | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| 6 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 |
| 10 | 2 | 0 |
| 12 | 8 | 1 |
| 13 | 1 | 0 |
| 14 | 7 | 0 |
| 16 | 4 | 1 |
| 17 | 3 | 0 |
| 18 | 11 | 1 |
| 19 | 1 | 0 |
| 20 | 10 | 46 |

Motilität:

Bei einer freien Beweglichkeit in allen vier zur Erhebung herangezogenen Bewegungsrichtungen können nach Constant maximal 40 Punkte erreicht werden. Die Auswertung ergibt eine durchschnittliche ipsilaterale Punktzahl von $31,67 \pm 1,92$ Punkten, kontralateral liegt sie bei $37,14 \pm 0,98$ Punkten.

(Die detaillierte Verteilung der Beweglichkeiten aller 4 Bewegungsrichtungen ist dem Anhang beigelegt.)

Tab. 5.6.4- D: Punkteverteilung der Beurteilung der Beweglichkeit nach Constant

| Punkte | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| 14 | 1 | 0 |
| 18 | 2 | 0 |
| 19 | 1 | 0 |
| 20 | 2 | 0 |
| 22 | 1 | 0 |
| 26 | 3 | 1 |
| 28 | 3 | 0 |
| 30 | 9 | 2 |
| 32 | 4 | 5 |
| 34 | 5 | 4 |
| 36 | 4 | 6 |
| 38 | 6 | 9 |
| 39 | 1 | 0 |
| 40 | 7 | 22 |

Kraftmessung

Von maximal 25 möglichen Punkten, die bei der Kraftmessung vergeben werden können, werden ipsilateral durchschnittlich $20,47 \pm 1,71$ Punkte erreicht, kontralateral durchschnittlich $23,18 \pm 1,00$ Punkte.

Tab 5.6.4- E: Punkteverteilung der Bewertung der Schulterkraft nach Constant

| Punkte | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 0 |
| 10 | 2 | 1 |
| 11 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 0 |
| 13 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 0 |
| 15 | 2 | 1 |
| 16 | 1 | 2 |
| 17 | 2 | 0 |
| 18 | 1 | 0 |
| 19 | 1 | 2 |
| 20 | 3 | 1 |
| 21 | 1 | 2 |
| 22 | 2 | 0 |
| 23 | 2 | 4 |
| 24 | 0 | 1 |
| 25 | 25 | 34 |

Einfluss kontralateraler Beeinträchtigungen der Schulterfunktionen im Hinblick auf die Verwertbarkeit der Ergebnisse des Constant Scores bei Seitenvergleichen

Ein Funktionsvergleich der ipsilateralen Körperseite mit der kontralateralen Körperseite birgt die Gefahr, dass der Seitenvergleich durch eine bestehende Vorschädigung oder Begleitverletzung der kontralateralen Seite in seiner Aussagefähigkeit reduziert wird.

Um den Einfluss von Begleitverletzungen oder bestehenden Vorschädigungen des kontralateralen Schultergürtels oder Armes auf die Funktion der kontralateralen Schulter zu ermitteln, werden die kontralateralen Gesamtergebnisse des Constant-Scores der Patienten mit Einschränkungen den Gesamtergebnissen der Patienten ohne Einschränkungen gegenübergestellt.

Die Auswertung ergibt, dass die 10 Patienten mit einer Begleitverletzung oder Vorschädigung des kontralateralen Schultergürtels oder Armes durchschnittlich einen

kontralateralen Constant-Score von $92,30 \pm 5,47$ Punkten erreichen, während die 40 Patienten ohne Begleitverletzungen oder Vorschädigungen des kontralateralen Schultergürtels oder Armes durchschnittlich einen Constant-Score von $95,65 \pm 1,69$ Punkten erreichen. Dieser Unterschied ist nicht signifikant.

Kontralaterale Begleitverletzungen oder Vorschädigungen des Schultergürtel oder Armes haben statistisch keine Auswirkungen auf die kontralaterale Schulterfunktion oder die Aussagefähigkeit von Seitenvergleichen der Schulterfunktionen.

Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die Ergebnisse des Constant-Scores

Weder bei den Gesamtergebnissen der beiden Körperseiten, noch bei den seitenvergleichenden Differenzen der Gesamtergebnisse können zwischen den vier am häufigsten vorkommenden Frakturtypkombinationen (8 x A1, 11 x A2, 10 x A2C2, 8 x C2) signifikante Unterschiede festgestellt werden (siehe Anhang).

Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die Ergebnisse der Einzelkomponenten des Constant-Scores

Auch der Vergleich der Ergebnisse der Einzelkomponenten des Constant-Scores ergibt, dass die vier am häufigsten vorkommenden Frakturtypkombinationen sich nicht signifikant voneinander unterscheiden (siehe Anhang).

Einfluss der Gelenknähe der Fraktur auf die Ergebnisse des Constant-Scores

Es werden gelenknahe (Collumfrakturen, Glenoidfrakturen), gelenkferne (Corpusfrakturen, Fortsatzfrakturen), kombinierte Frakturen aus gelenknahen und gelenkfernen Anteilen und eine zusammengestellte Gruppe mit gelenknahen und kombinierten Frakturen mit gelenknahen und gelenkfernen Anteilen einander gegenübergestellt. Im eigenen konservativ behandelten Patientengut können keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Frakturgruppen nachgewiesen werden. Ein Zusammenhang zwischen der Nähe der Fraktur zum Gelenkspalt des Glenohumeralgelenks und dem Ergebnis des Constant-Scores kann nicht gezeigt werden. Allerdings gibt es in dieser Studie nur 4 Patienten, bei denen das Glenohumeralgelenk durch die Scapulafraktur direkt betroffen ist (siehe Kapitel 5.3). Eine detaillierte Gegenüberstellung der Constant-Scores der verschiedenen Frakturgruppen ist im Anhang einzusehen.

Einfluss der Dominanz der Frakturseite auf die Ergebnisse des Constant-Scores

Es werden den Constant-Gesamtergebnissen der Patienten mit Frakturen auf der dominanten Körperseite diejenigen Constant-Gesamtergebnisse der Patienten mit Frakturen auf der nicht dominanten Körperseite gegenübergestellt.

Der Mittelwert des ipsilateralen Constant-Scores der Patientengruppe mit dominantseitigen Frakturen liegt bei $78,62 \pm 8,42$ Punkten gegenüber $78,93 \pm 4,71$ Punkten in der Patientengruppe mit nicht-dominantseitigen Frakturen. Der Unterschied ist nicht signifikant ($p = 0,95$).

Auf der kontralateralen Seite liegt der Mittelwert des Gesamtergebnisses des Constant-Scores in der Patientengruppe mit dominantseitigen Frakturen bei $97,48 \pm 1,35$ Punkten, während das Ergebnis in der Gruppe der Patienten mit nicht-dominantseitigen Frakturen nur $92,93 \pm 2,74$ Punkte beträgt. Der Unterschied der beiden Gruppen ist hier statistisch signifikant ($p = 0,0058$).

Der Mittelwert der Seitendifferenzen des Constant-Scores beträgt in der Patientengruppe mit dominantseitigen Frakturen $18,86 \pm 8,41$ Punkte gegenüber $14,00 \pm 4,48$ Punkte in der Patientengruppe mit nicht-dominantseitigen Frakturen. Das ipsilaterale Ergebnis des Constant-Scores unterscheidet sich in der Patientengruppe mit dominantseitigen Frakturen stärker vom kontralateralen Ergebnis als in der Gruppe mit nicht-dominantseitigen Frakturen. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist nicht signifikant ($p = 0,32$).

Eine tabellarische Zusammenstellung findet sich im Anhang.

Einfluss der Physiotherapie auf die nach dem Constant-Score bewertete Schulterfunktion

Verglichen werden die Gesamtergebnisse des Constant-Scores der Patienten, bei denen keine oder weniger als 30 Physiotherapien zur Wiederherstellung der Schulterfunktion durchgeführt werden mit denen, bei denen mehr als 30 Therapien stattfinden.

Es zeigt sich, dass die Patienten, bei denen keine oder weniger als 30 Anwendungen stattfinden, signifikant ($p = 0,017$) bessere Ergebnisse des Constant-Scores erzielen als die Patienten, bei denen über 30 Anwendungen stattfinden. Während die Patienten der ersten Gruppe einen durchschnittlichen Constant-Score von $84,87 \pm 4,91$ Punkten erreichen, liegt der durchschnittliche Constant-Score der Patienten der zweiten Gruppe nur bei $74,41 \pm 6,63$ Punkten.

Tab. 5.6.4- F: Einfluss der Anzahl der Physiotherapien auf die Schulterfunktion bewertet nach dem Constant-Score

| | Anzahl der Patienten | ipsilateraler Constant-Score unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls |
|--|-----------------------------|--|
| Patienten, bei denen keine, oder weniger als 30 krankengymnastische Anwendungen durchgeführt wurden | 23 | 84,87 ± 4,91 |
| Signifikanzniveau des Student-t-Test | | p = 0,017 |
| Patienten, bei denen mehr als 30 krankengymnastische Anwendungen durchgeführt wurden | 27 | 74,41 ± 6,63 |

Korrelation der Arbeitsschwere mit der nach dem Constant-Score bewerteten Schulterfunktion

Wie im Methodikteil beschrieben, wird die berufliche Tätigkeit in 3 Gruppen eingeteilt: Leichte Arbeiten verrichten 13 Patienten, mittelschwere 8 Patienten und schwere Arbeiten 28 Patienten.

Die durchschnittlichen Gesamtergebnisse sowie die Seitendifferenzen des Constant-Scores dieser drei Gruppen werden miteinander verglichen:

In der Gruppe der Patienten, die körperlich leicht arbeiten, liegt der ipsilaterale Constant-Score höher als in den anderen beiden Gruppen. Die Ergebnisse unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Kontralateral unterscheiden sich die durchschnittlichen Ergebnisse des Constant-Scores der drei Gruppen kaum voneinander.

Die durchschnittliche Seitendifferenz des Constant-Scores zwischen der kontralateralen und der ipsilateralen Seite ist in der Gruppe der körperlich leicht arbeitenden Patienten geringer als in den anderen beiden Gruppen. Auch diese Unterschiede sind statistisch nicht signifikant.

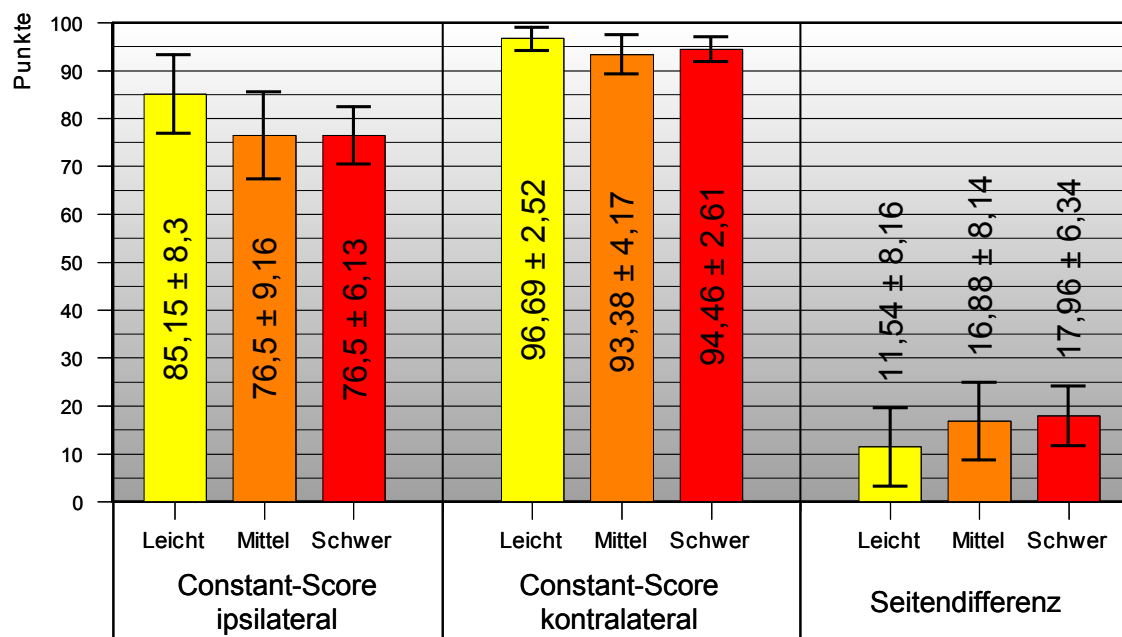


Abb. 5.6.4- II: Einfluss der Arbeitsschwere auf die Ergebnisse des Constant-Scores

Einfluss des Zeitintervalls zwischen Unfall und Nachuntersuchung auf die Ergebnisse des Constant-Scores

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson $\rho_{(x, y)}$ zwischen der Zeitspanne vom Unfall bis zur Nachuntersuchung und dem Gesamtergebnis sowie der Seitendifferenz des Constant-Scores wird ermittelt und ein Test auf lineare Korrelation durchgeführt.

Der Korrelationskoeffizient zwischen der Zeitspanne und dem ipsilateralen Gesamtergebnis des Constant-Scores liegt bei 0,1808, der Korrelationskoeffizient zwischen der Zeitspanne und der Seitendifferenz des Constant-Scores liegt bei -0,1949. Der Korrelationskoeffizient zwischen der Zeitspanne und dem kontralateralen Gesamtergebnis des Constant-Scores unterscheidet sich nur leicht von 0; er liegt bei 0,0288.

Der Test auf lineare Korrelation zeigt, dass sich alle errechneten Korrelationen nicht signifikant von 0 unterscheiden. Eine Korrelation zwischen dem Intervall von Unfall bis zur Nachuntersuchung und den Nachuntersuchungsergebnissen des Constant-Scores kann deshalb nicht nachgewiesen werden.

Tab. 5.6.4- G: Korrelation zwischen dem Intervall von Unfall bis zur Nachuntersuchung und den Gesamtergebnissen der Constant-Messungen

| | Constant Gesamtergebnis ipsilateral | Constant Gesamtergebnis kontralateral | Differenz des Constant-ergebnisses |
|---|--|--|---|
| empirischer Pearson'scher Korrelationskoeffizient $\rho_{(x, y)}$ | 0,199 | -0,020 | -0,209 |
| Test auf lineare Korrelation | n. s. | n. s. | n. s. |

Einfluss des Alters des Patienten auf das Gesamtergebnis des Constant-Scores

Bei der Überprüfung der Korrelation zwischen dem Alter der Patienten bei der Nachuntersuchung und dem Gesamtergebnis des Constant-Scores zeigt sich, dass nur für die nicht betroffene (kontralaterale) Körperseite ein signifikanter Zusammenhang gefunden werden kann ($p = 0,002$). Der Korrelationskoeffizient liegt bei -0,43. Es besteht also ein umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen dem Alter des Patienten und dem kontralateralen Constant-Gesamtergebnis. Der Ergebniswert sinkt mit dem Alter.

Auf der ipsilateralen Körperseite kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter des Patienten und dem Gesamtergebnis des Constant-Scores gefunden werden.

Tab. 5.6.4- H: Einfluss des Alters des Patienten bei Nachuntersuchung auf das Gesamtergebnis des Constant-Scores

| Pearson´scher Korrelationskoeffizient $\rho_{(X/Y)}$ | Gesamtergebnis des Constant-Scores | |
|--|---|---------------|
| | ipsilateral | kontralateral |
| Alter des Patienten bei Nachuntersuchung | -0,11 | -0,43 |
| Test auf lineare Korrelation | n. s. | p = 0,002 |

Einfluss ipsilateraler Begleitverletzungen des Schultergürtels oder Thorax auf das Gesamtergebnis des Constant-Scores

Um einen möglichen Einfluss von Begleitverletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder des ipsilateralen Thorax auf das Gesamtergebnis des Constant-Scores zu ermitteln, werden die Constant-Scores der Patienten mit derartigen Verletzungen den Constant-Scores der Patienten ohne derartige Verletzungen gegenübergestellt. Von den 50 nachuntersuchten Patienten zeigen 31 Patienten (62%) ipsilaterale Begleitverletzungen des Schultergürtels oder des Thorax, 19 Patienten (38%) zeigen keine. Die erreichten Constant-Scores der beiden Gruppen liegen bei $78,19 \pm 4,75$ Punkten in der Gruppe der Patienten mit Begleitverletzungen und bei $80,89 \pm 8,89$ Punkten in der Gruppe der Patienten ohne Begleitverletzungen. Die Ergebnisse unterscheiden sich nicht signifikant.

5.7 Isokinetische Messungen

Die isokinetischen Messungen werden bei 49 Patienten durchgeführt. Bei einem Patienten muss die Messung abgebrochen werden, da die ausgeprägte Schmerzsymptomatik der Schulter eine ordnungsgemäße Durchführung der Messungen unmöglich macht.

Der Patient mit beidseitigen mehrfragmentären Scapulacorporfrakturen wird bei den seitenvergleichenden Untersuchungen nicht eingeschlossen, da eine Differenzierung zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite nicht möglich ist.

5.7.1 Durchschnittliche Messwerte der isokinetischen Tests

Maximales Drehmoment und erbrachte Leistung

Die durchschnittlichen Messwerte für das maximal erreichte Drehmoment und die während der Messung erbrachte Leistung liegen bei beiden erfassten Winkelgeschwindigkeiten und in allen erfassten Bewegungsrichtungen ipsilateral niedriger als kontralateral. Diese Unterschiede sind nicht in allen Bewegungsrichtungen signifikant. Die seitenvergleichende Aufstellung der Messwerte unter Angabe des Signifikanzniveaus ist für alle Bewegungsebenen und – geschwindigkeiten in Abb. 5.7.1- I – IV dargestellt.

Signifikante Seitenunterschiede finden sich in der Außenrotation bei beiden Winkelgeschwindigkeiten sowohl bei dem maximal erreichten Drehmoment als auch bei der erbrachten Leistung. Ein weiterer signifikanter Unterschied ist bei der Messung des maximal erreichten Drehmoments in Extensionsrichtung mit einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s zu finden.

Das ipsilaterale Leistungsniveau unterscheidet sich bei der Winkelgeschwindigkeit von 180°/s in Flexionsrichtung nicht signifikant von der Gegenseite. In allen anderen Bewegungsrichtungen unterscheidet sich das ipsilaterale Leistungsniveau signifikant von der Gegenseite.

Der Patient mit beidseitigen Scapulafrakturen erreicht in fast allen Bewegungsrichtungen seitengleiche Ergebnisse (siehe Anhang). Das maximal erreichte Drehmoment in Extensionsrichtung bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180°/s liegt links höher als rechts (links: 89,1 Nm; rechts: 55,5 Nm). Geringere Unterschiede lassen sich bei der Leistungsmessung bei der Winkelgeschwindigkeit von 180°/s finden. Die rechtsseitige Adduktionsleistung liegt hier bei 65,8 Watt

gegenüber 53,1 Watt linksseitig, die Flexionsleistung liegt rechtsseitig bei 61,2 Watt gegenüber 53,3 Watt linksseitig und die Extensionsleistung linksseitig bei 58,1 Watt gegenüber 47,9 Watt rechtsseitig.

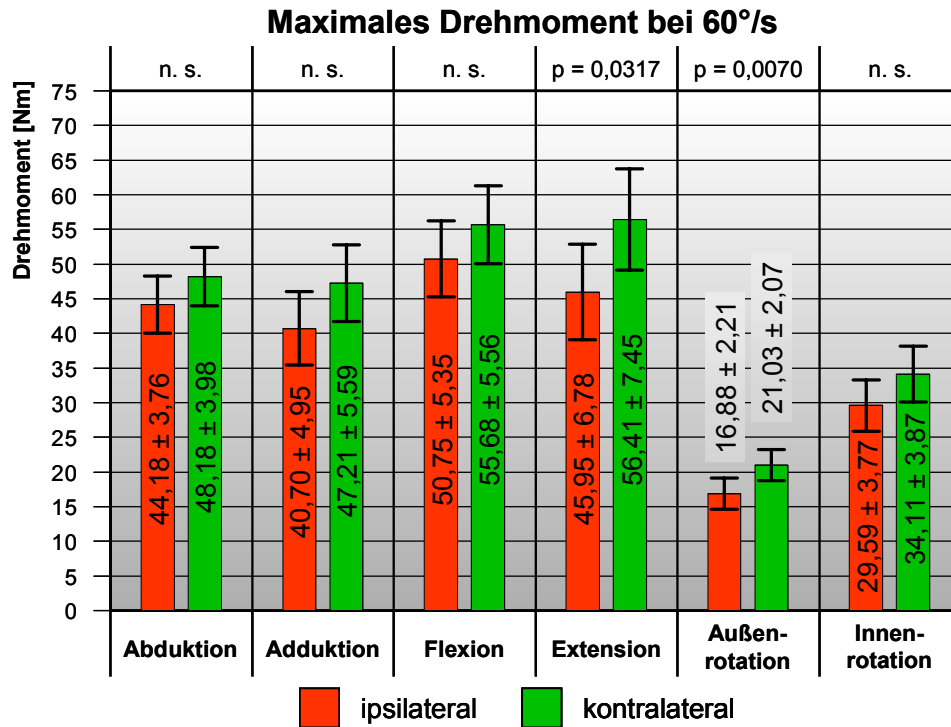


Abb. 5.7.1- I: Mittelwerte der maximal erreichten Drehmomente bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls und des seitenvergleichenden Signifikanzniveaus

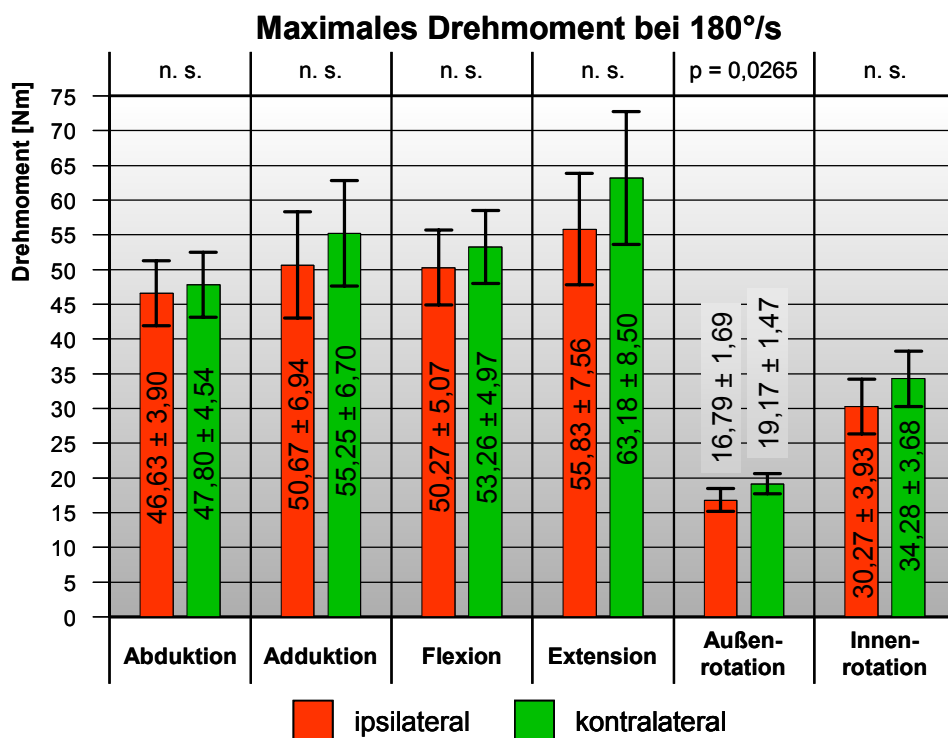


Abb. 5.7.1- II: Mittelwerte der maximal erreichten Drehmomente bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180°/s unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls und des seitenvergleichenden Signifikanzniveaus

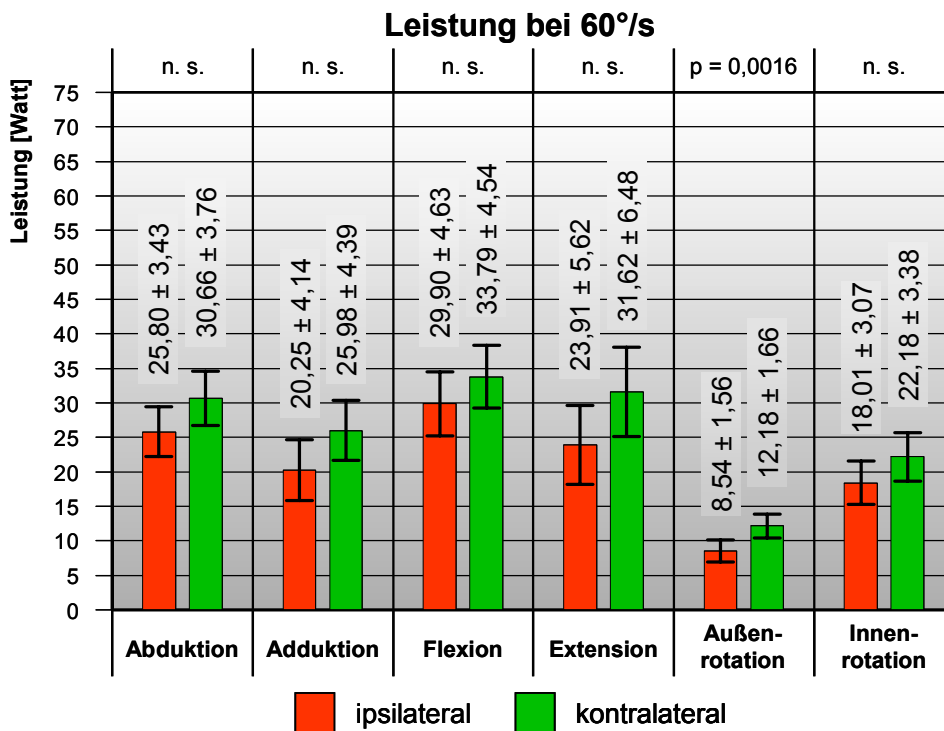


Abb. 5.7.1- III: Mittelwerte der erbrachten Leistung bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls und des seitenvergleichenden Signifikanzniveaus

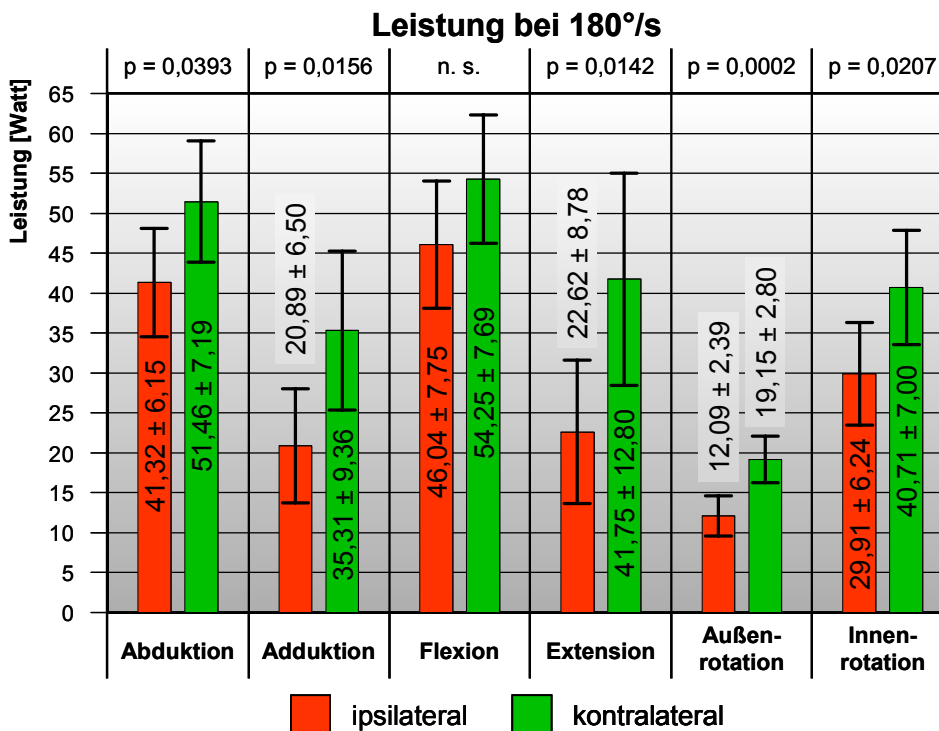


Abb. 5.7.1- IV: Mittelwerte der erbrachten Leistung bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180°/s unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls und des seitenvergleichenden Signifikanzniveaus

Verhältnis Agonist zu Antagonist

Die Auswertung des Verhältnisses von Agonist zu Antagonist (Adduktion / Abduktion, Extension / Flexion, Innenrotation / Außenrotation) zeigt, dass im Vergleich zur kontralateralen Körperseite das ipsilaterale Verhältnis von Agonist zu Antagonist in beiden Winkelgeschwindigkeiten leicht zu Gunsten der Abduktion, der Flexion und der Innenrotation verschoben ist (siehe Tab. 5.7.1-A). Die Unterschiede sind hierbei nicht signifikant.

Tab. 5.7.1- A: Verhältnis von Agonist zu Antagonist in beiden Winkelgeschwindigkeiten unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls und des seitenvergleichenden Signifikanzniveaus

| Verhältnis Agonist / Antagonist [%] | | Winkelgeschwindigkeit | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| | | 60°/s | 180°/s |
| Adduktion / Abduktion | ipsilateral | 91,04 ± 7,81 | 109,19 ± 12,57 |
| | Signifikanz | n. s. | n. s. |
| | Kontralateral | 97,67 ± 7,72 | 113,54 ± 10,09 |
| Extension / Flexion | Ipsilateral | 91,92 ± 10,73 | 114,99 ± 13,81 |
| | Signifikanz | n. s. | n. s. |
| | Kontralateral | 102,40 ± 9,46 | 116,15 ± 10,73 |
| Innenrotation / Außenrotation | Ipsilateral | 184,36 ± 16,95 | 184,71 ± 21,34 |
| | Signifikanz | n. s. | n. s. |
| | Kontralateral | 166,56 ± 11,71 | 178,40 ± 13,10 |

5.7.2 Analyse des durchschnittlichen prozentualen Seitendefizits

Die Seitendifferenzen der Messwerte für das maximale Drehmoment und die erbrachte Leistung der einzelnen Bewegungsrichtungen werden auf die Messwerte der kontralateralen Körperseite bezogen und arithmetisch gemittelt. Es ergibt sich das prozentuale ipsilaterale Seitendefizit der jeweiligen Bewegungsrichtung. Das arithmetische Mittel aller prozentualen ipsilateralen Seitendefizite der einzelnen Bewegungsrichtungen ergibt das durchschnittliche prozentuale ipsilaterale Defizit aller Bewegungsrichtungen. In Tab. 5.7.2- A ist das durchschnittliche prozentuale ipsilaterale Defizit aller Bewegungsrichtungen für das maximal erreichte Drehmoment und die erbrachte Leistung in beiden Winkelgeschwindigkeiten aufgeführt.

In Analogie zur Auswertung der durchschnittlichen Messwerte der einzelnen Bewegungsrichtungen (siehe 5.7.1) zeigt sich auch bei der Auswertung der

durchschnittlichen Drehmoment- und Leistungsdefizite aller Bewegungsrichtungen eine ipsilateral geringere Leistungsfähigkeit. Besonders stark ist dies beim durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Leistungsdefizit bei 180°/s ausgeprägt, das bei $26,37 \pm 8,93\%$ liegt.

Tab. 5.7.2- A: Durchschnittliches prozentuales ipsilaterales Drehmoments- und Leistungsdefizit der isokinetischen Messwerte aller Bewegungsrichtungen unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

| Drehmomentsdefizit bei 60°/s [%] | Drehmomentsdefizit bei 180°/s [%] | Leistungsdefizit bei 60°/s [%] | Leistungsdefizit bei 180°/s [%] |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 12,30 ± 5,36 | 5,80 ± 4,66 | 17,48 ± 9,33 | 26,37 ± 8,93 |

5.7.3 Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Drehmoments- und Leistungsdefizite aller Bewegungsrichtungen

Die Werte der durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Drehmoments- und Leistungsdefizite der Patienten mit den vier häufigsten Frakturtypkombinationen (8 x A1, 11 x A2, 10 x A2C2, 8 x C2) unterscheiden sich stark voneinander. Allerdings ist die Standardabweichung der Werte zu groß, um signifikante Unterschiede zwischen den Frakturtypkombinationen feststellen zu können.

Tendenziell scheinen in der Gruppe der einfachen Scapulacorporusfrakturen (A1) die geringsten prozentualen ipsilateralen Defizite aufzutreten.

In der Gruppe der Patienten mit mehrfragmentären Scapulacorporusfrakturen (A2) und in der Gruppe der Patienten mit mehrfragmentären Scapulacorporusfrakturen, die mit Frakturen des Collum chirurgicum scapulae kombiniert sind (A2, C2), treten die größten prozentualen ipsilateralen Defizite auf. Die Ergebnisse dieser beiden Gruppen unterscheiden sich untereinander kaum.

Die prozentualen ipsilateralen Defizite der Gruppe der Patienten mit isolierten Frakturen des Collum chirurgicum scapulae (C2) liegen über denen der Gruppe der Patienten mit einfachen Scapulacorporusfrakturen (A1) und unter den Ergebnissen der Gruppe der Patienten mit mehrfragmentären Scapulacorporusfrakturen (A2) und der Gruppe der Patienten mit kombinierten Frakturen aus mehrfragmentären Scapulacorporusfrakturen und Frakturen des Collum chirurgicum scapulae (A2, C2).

Die nach den häufigsten Frakturtypkombinationen aufgeschlüsselte tabellarische Aufstellung der durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizite der maximalen Drehmomente und erbrachten Leistungen findet sich im Anhang.

5.7.4 Einfluss der Dominanz der Frakturseite auf die durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Drehmoments- und Leistungsdefizite aller Bewegungsrichtungen

Der Vergleich der Gruppe der Patienten mit den Scapulafrakturen auf der dominanten Körperseite mit der Gruppe der Patienten mit den Scapulafrakturen auf der nicht-dominanten Körperseite ergibt in beiden Winkelgeschwindigkeiten sowohl für das maximale Drehmoment, als auch für die erbrachte Leistung keine signifikanten Unterschiede.

Die nach der Dominanz der Frakturseite aufgeschlüsselte tabellarische Aufstellung der durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizite der maximalen Drehmomente und erbrachten Leistungen findet sich im Anhang.

5.7.5 Korrelation zwischen der Seitendifferenz des Ergebnisses des Constant-Scores und dem durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizit des maximalen Drehmoments und der erbrachten Leistung aller Bewegungsrichtungen

Die in Tab. 5.7.5- A aufgeführten Pearson'schen Korrelationskoeffizienten und deren statistische Signifikanztests zeigen, dass zwischen der Seitendifferenz des Constant-Scores und der absoluten und prozentualen Seitendifferenz des maximalen Drehmoments bei 180°/s keine Korrelation nachgewiesen werden kann.

Eine besonders hohe Korrelation besteht zwischen der Seitendifferenz des Constant-Scores und dem prozentualen ipsilateralen Defizit des maximalen Drehmoments bei 60°/s (0,758) sowie dem prozentualen Defizit der erbrachten Leistung bei 60°/s (0,814) und 180°/s (0,789).

Tab. 5.7.5- A: Korrelationskoeffizienten zwischen der Seitendifferenz des Constant-Scores und den prozentualen ipsilateralen Defiziten der maximalen Drehmomente und erbrachten Leistungen

| Pearson'scher Korrelationskoeffizient $P_{(X/Y)}$ | Prozentuales ipsilaterales Defizit | | | |
|---|---|---------------|-----------------|---------------|
| | maximales Drehmoment | | Leistung | |
| | 60°/s | 180°/s | 60°/s | 180°/s |
| Seitendifferenz des Constant-Scores | 0,758 | 0,251 | 0,814 | 0,789 |
| Test auf lineare Korrelation | p < 0,002 | n. s. | p < 0,002 | p < 0,002 |

5.7.6 Korrelation zwischen den absoluten Seitendifferenzen des isokinetischen Maximaldrehmoments und den absoluten Seitendifferenzen der Bewegungsausmaße

Die Auswertung der Korrelationskoeffizienten zwischen den absoluten Seitendifferenzen der isokinetischen Maximaldrehmomente und den absoluten Seitendifferenzen der Bewegungsausmaße der jeweiligen Bewegungsrichtungen zeigt, dass nur bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s signifikante Korrelationen bestehen. In Außenrotationsrichtung bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s kann keine signifikante Korrelation nachgewiesen werden.

Für die Abduktion, Adduktion Extension, Flexion und Innenrotation kann gezeigt werden, dass ein linearer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der absoluten Seitendifferenzen der Bewegungsausmaße und den isokinetischen Maximaldrehmomenten bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s besteht.

Tab. 5.7.6- A: Korrelation zwischen den absoluten Seitendifferenzen des isokinetischen Maximaldrehmoments und den absoluten Seitendifferenzen der Bewegungsausmaße

| | | Abduktion | Adduktion | Extension | Flexion | Außenrotation | Innenrotation | |
|-----------------------|--------|--|-----------|-----------|----------|---------------|---------------|----------|
| Winkelgeschwindigkeit | 60°/s | Pearson'scher Korrelationskoeffizient $\rho_{(X,Y)}$ | 0,35 | 0,37 | 0,37 | 0,43 | 0,16 | 0,39 |
| | | Test auf lineare Korrelation | p < 0,02 | p < 0,01 | p < 0,01 | p = 0,002 | n. s. | p < 0,01 |
| | 180°/s | Pearson'scher Korrelationskoeffizient $\rho_{(X,Y)}$ | -0,03 | 0,26 | 0,11 | 0,09 | 0,23 | 0,11 |
| | | Test auf lineare Korrelation | n. s. | n. s. | n. s. | n. s. | n. s. | n. s. |

5.7.7 Korrelation zwischen dem Ergebnis der Kraftmessung nach Constant und der Punktbewertung des Drehmoments nach Thomas

Thomas (137) empfiehlt für die Kraftmessung des Constant-Scores die Ergebnisse zusätzlich als Drehmoment anzugeben, um die Vergleichbarkeit zu anderen Messmethoden zu erreichen. Er zeigt, dass ein Abduktionsdrehmoment von 50 Nm der Maximalpunktzahl der Constant-Kraftmessung von 25 Punkten entspricht. Zur Korrelationsermittlung zwischen der für den Constant-Score ermittelten Kraft und der isokinetischen Abduktionskraft wird das Maximaldrehmoment in Abduktionsrichtung bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s mittels der von Thomas vorgeschlagenen Umrechnungsweise in eine Punktzahl umgerechnet. Der Pearson'sche

Korrelationskoeffizient zwischen der Punktzahl der Kraftmessung nach Constant und der Punktzahl der isokinetischen Abduktionsdrehmomentsmessung liegt bei 0,8853 und ist hochsignifikant ($p < 0,002$). Dies zeigt, dass die Punktebewertung des Abduktionsdrehmoments nach Thomas und die Punktebewertung der Abduktionskraft nach Constant in enger Weise miteinander korrelieren.

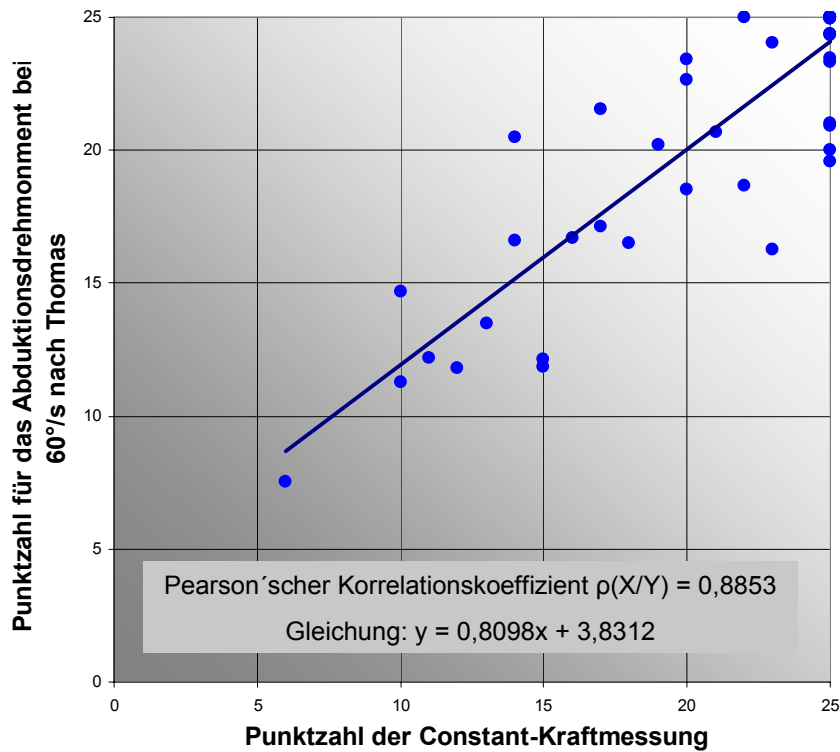


Abb. 5.7.7- I.: Korrelation zwischen der Punktzahl der Kraftmessung nach Constant und dem nach Thomas als Punktzahl dargestellten isokinetischen maximalen Abduktionsdrehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s (teilweise liegen identische Korrelationspunkte mehrerer Patienten vor)

6 Diskussion

6.1 Ziel und Methode

Ziel dieser Studie ist es, anhand des an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR behandelten Patientenkollektivs mit konservativ therapierten Scapulafrakturen, mögliche prognostisch relevante Einflussfaktoren für die funktionelle Prognose einer Scapulafraktur zu ermitteln. Mittels Einteilung nach einer standardisierten Frakturklassifikation und eingehender klinischer Funktionsprüfung der Bewegungseinheit Schultergürtel sollen die Einflussfaktoren herausgearbeitet werden.

Zur Beurteilung der Schulterfunktion wird der in der unfallchirurgischen und orthopädischen Nachbehandlung allgemein anerkannte Constant-Score zugrunde gelegt (20, 22): Er berücksichtigt subjektive Angaben der Patienten zu Schmerzen und Einsatzfähigkeit bei Alltagsaktivitäten wie auch objektive Parameter zur Beweglichkeit des Schultergelenkes und zur Abduktionskraft. Die subjektiv und objektiv erhobenen Einzelergebnisse werden zu einem Gesamtscore von maximal 100 Punkten addiert. Die Höhe der erreichten Punktzahl und der Seitenvergleich zwischen verletzter und nicht verletzter Scapula lassen Rückschlüsse über das Ausmaß der unfallbedingten Schädigung sowie den Umfang der wiederhergestellten Schultergelenkfunktion während und nach der Therapie zu.

Zur objektiven Beurteilung von Kraft und Funktion der Schulter werden seitenvergleichend isokinetische Untersuchungen in drei festgelegten Bewegungsebenen (Abduktions-/Adduktion, Flexions-/Extension, Innen-/Außenrotation) durchgeführt (siehe Kapitel 4.2.2). Die Messungen werden jeweils in zwei unterschiedlichen funktionellen Bewegungsgeschwindigkeiten durchgeführt: bei einer Winkelgeschwindigkeit von $60^\circ/\text{s}$, um einer statischen Maximalkraftmessung nahe zu kommen und bei einer Winkelgeschwindigkeit von $180^\circ/\text{s}$, die den funktionellen Bewegungsgeschwindigkeiten des Schultergelenkes entspricht.

6.2 Patientengut

Entsprechend dem Behandlungsauftrag berufsgenossenschaftlicher Kliniken setzt sich das nachuntersuchte Patientengut aus 38 Patienten (76%) mit Scapulafrakturen nach Arbeits- oder Wegeunfällen und nur 12 Patienten (24%) mit Scapulafrakturen nach Freizeitunfällen zusammen.

Die 44 (88%) männlichen Patienten dominieren gegenüber den 6 (12%) weiblichen Patienten, erklärbar durch die Unfallhergänge. Abstürze z. B. von Gerüsten oder Dächern, LKW- oder Zweiradunfälle ereignen sich häufiger in Berufen, die bevorzugt von Männern ausgeführt werden.

Das durchschnittliche Alter aller Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls beträgt 44,46 Jahre. Der Großteil der Patienten befindet sich in der 3. – 5. Lebensdekade.

Die Zusammensetzung des Patientengutes hinsichtlich Alter und Geschlechtsverteilung ist in dieser Form mit anderen Publikationen vergleichbar (1, 4, 8, 15, 33, 39, 40, 42, 43, 44, 49, 60, 67, 73, 74, 75, 91, 94, 95, 98, 100, 108, 123, 125, 127, 138, 148).

Die im eigenen Patientengut analysierten Unfallhergänge entsprechen in weiten Teilen den in der Literatur beschriebenen. Absturztraumen sind mit 32% im eigenen Patientengut wesentlich häufiger vertreten als in der Literatur beschrieben (4 – 13%). Dies ist erklärbar durch den berufsgenossenschaftlichen Behandlungsauftrag der Duisburger BG-Klinik und der damit verbundenen hohen Anzahl von Arbeitsunfällen. Verkehrsunfälle mit Insassen von Personen-/ Lastkraftwagen liegen im eigenen Patientengut mit 30% am unteren Rand der in der Literatur beschriebenen Häufigkeit von Scapulafrakturen (32 – 80 %).

Wie vereinzelt in der Literatur beschrieben (6, 79, 84, 90), findet sich auch im eigenen Patientengut ein Patient, dessen Scapulafraktur durch einen Stromschlag bedingt ist.

6.3 Frakturverteilung

Im nachuntersuchten Patientengut finden sich nur wenige Frakturtypen, bei denen eine Grenz-Indikation zur operativen Therapie zu erwägen war. Vier Patienten erleiden Scapulafrakturen mit Gelenkbeteiligung, die bei alleiniger Betrachtung die Indikation zu operativem Vorgehen gefordert hätten. Aufgrund der im Vordergrund stehenden Behandlung der Begleitverletzungen erfolgte hier jedoch keine operative Therapie der Scapulafrakturen.

Im eigenen Patientengut werden bei 11 (22%) Patienten einfache Scapulacorporfrakturen, bei 24 (48%) mehrfragmentäre Scapulacorporfrakturen, bei 21 (42%) Frakturen des Collum chirurgicum scapulae, bei einem (2%) eine Coracoidfraktur, bei 4 (8%) Acromionfrakturen und bei 5 (10%) Frakturen mit

Beteiligung des Glenoids gefunden. Diese Häufigkeiten entsprechen den Literaturquellen (1, 4, 8, 40, 42, 49, 74, 75, 94, 95, 98, 100, 108, 123, 125, 138, 148).

6.3 Begleitverletzungen

Die Verteilung der im eigenen Patientengut aufgetretenen Begleitverletzungen (siehe Abb. 5.4-I) entspricht weitestgehend der in der Literatur (Tab. 3.4- A). Die Begleitverletzungen bei Scapulafrakturen erklären sich durch die topographische Nähe der benachbarten Strukturen. Im eigenen Patientengut treten bei 22 (44%) Patienten ipsilaterale (auf der Seite der Scapulafraktur gelegene) Rippenfrakturen, bei 14 (28%) Hämato- / Pneumothoraces, bei 16 (32%) Schädel-Hirn-Traumata, bei 14 (28%) ipsilaterale Clavikulafrakturen und bei 5 (10%) ipsilateraler Armplexusschäden auf. Ipsilaterale Oberarmfrakturen sind mit einer Häufigkeit von 4% im eigenen Patientengut gegenüber einer in der Literatur beschriebenen Häufigkeit von 8 – 38% unterrepräsentiert (1, 4, 8, 15, 17, 33, 39, 42, 60, 67, 75, 89, 94, 95, 96, 100, 108, 111, 121, 122, 125, 138, 141, 148).

6.4 Therapie

Bei 27 Patienten (54%) wird aufgrund der im Vordergrund stehenden Therapie der Begleitverletzungen entweder keine spezifische Ruhigstellung des Schultergelenkes durchgeführt, oder die Ruhigstellung erfolgt aufgrund der erforderlichen Analgo-Sedierung bei bestehenden vital bedrohlichen Begleitverletzungen. Nur bei 23 Patienten (46%) erfolgt eine verordnete Immobilisation des Schulterblattes mit verschiedenen Arten von Verbänden.

In der Literatur wird allgemein ein unfallnaher Beginn von Physiotherapie, bereits etwa nach einer Woche empfohlen (17, 31, 79, 96, 100, 148). Im eigenen Patientengut wird dieser Zeitraum mit $15 \pm 4,7$ Tagen deutlich überschritten (siehe 5.5.2). Dieser lange Zeitraum ist mit der Anzahl und Schwere der Begleitverletzungen zu begründen, da erst mit dem Erreichen eines klinisch stabilen Zustands die Durchführung einer aktiven schulterbezogenen Physiotherapie möglich ist.

Die lange stationäre Aufenthaltsdauer (43 ± 11 Tage) und Dauer der Arbeitsunfähigkeit (34 ± 10 Wochen) sind in erster Linie auf die erforderlichen Therapiemaßnahmen der Begleitverletzungen zurückzuführen und nicht erstrangig auf die Therapiedauer der Scapulafrakturen.

Eine längere Arbeitsunfähigkeitsdauer der Patienten mit körperlich schwerer Arbeit erscheint verständlich, da der körperliche Einsatz bei schwerer körperlicher Arbeit eine bessere Funktionswiederherstellung und Einsatzfähigkeit des Schultergürtels verlangt als bei körperlich leichter beruflicher Tätigkeit.

6.5 Klinische Untersuchung

Schmerzen

Von den 50 nachuntersuchten Patienten beklagen 39 (78%) über keine Schmerzen oder nur so leichte Schmerzen, dass der Alltag nicht beeinträchtigt wird. 9 Patienten (18%) beklagen Schmerzen im Alltag und 2 Patienten (4%) sind durch die stets präsenten Schmerzen der Schulter stark beeinträchtigt. Die Häufigkeit beklagter Schmerzen ist mit denen anderer Studien vergleichbar (1, 4, 94, 123, 152). Wie auch in der Studie von McGahan et al. (94) kann im untersuchten Patientengut kein Zusammenhang zwischen den beklagten Schmerzen und dem Frakturtyp gefunden werden. Ebenso kann kein Zusammenhang zwischen den begleitenden Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax und der vorhandenen Schmerzsymptomatik nachgewiesen werden.

Bewegungsumfänge

In allen erfassten Bewegungsrichtungen liegt die durchschnittlich erreichte Bewegungsamplitude auf der betroffenen Körperseite signifikant unter der der nicht betroffenen Seite. Die Abduktions-, Flexions- und Außenrotationsfähigkeiten sind stärker betroffen als die der übrigen Bewegungsrichtungen. Allerdings befinden sich die durchschnittlichen Einschränkungen der Beweglichkeiten der betroffenen Seite in allen Bewegungsrichtungen auf einem Niveau, dass bei Alltagsverrichtungen noch keine funktionellen Auswirkungen erwarten lässt.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den hier zugrunde gelegten Frakturtypen der Scapula und der Bewegungseinschränkung kann nicht festgestellt werden. Dieses Ergebnis entspricht dem der Studie von Mc Gahan et al. (94), in der ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Bewegungseinschränkung und dem Frakturtyp gefunden werden konnte.

Andere Autoren hingegen weisen in ihren Studien einen Zusammenhang zwischen dem aufgetretenen Frakturtyp und der Bewegungseinschränkung auf.

Ada und Miller (1) berichteten in ihrer Studie an 113 Patienten, dass selbst nach stark dislozierten Scapulacorporfrakturen keine Bewegungseinschränkungen zurückblieben, während bei Spinafrakturen und dislozierten Collumfrakturen durch Dysfunktionen der Rotatorenmanschette häufig Einschränkungen der Abduktionsfähigkeit gefunden wurden.

In der Studie von Armstrong und van der Spuy (4) an 62 Patienten mit 64 konservativ behandelten Scapulafrakturen, von denen 52 nachuntersucht wurden, erreichten alle Patienten mit Frakturen des Corpus, der Spina, des Acromions und des Coracoids wieder eine freie Beweglichkeit. Sechs von 11 Patienten mit Collumfrakturen beklagten 6 Monate nach dem Unfall verbliebene endgradige Bewegungseinschränkungen, die jedoch bei keinem Patienten einen wesentlichen Funktionsverlust darstellten. Drei der 6 nachuntersuchten Patienten mit Glenoidfrakturen klagten selbst nach intensiven physiotherapeutischen Behandlungen über deutlich schmerzhaft eingeschränkte Beweglichkeit der Schulter.

Dagegen berichteten Lindholm und Levén (91) in einer Studie an 54 konservativ behandelten Patienten mit überwiegend Scapulacorpor- und Halsfrakturen darüber, dass alle Patienten die freie Beweglichkeit wiedererlangten.

Russe (123) zeigte in einer Studie an 100 fast ausschließlich konservativ behandelten Scapulafrakturen, dass sowohl die undislozierten als auch die dislozierten Scapulacorporfrakturen und die Corporfrakturen mit Gelenkbeteiligung zu knöcherner Heilung mit Schmerzfreiheit und freier Beweglichkeit führen.

Wilber und Evans (148) untersuchten 40 Patienten mit 41 Scapulafrakturen. Sie teilten die Frakturtypen in 2 Gruppen auf und kamen zu folgenden Ergebnissen: 30 Patienten mit Frakturen unter Beteiligung des Corpus, des Collums und der Spina scapulae erlangten ungeachtet der Therapie wieder eine freie Beweglichkeit.

Von 10 Patienten mit Frakturen unter Beteiligung des Acromions, des Coracoids oder des Glenoids erlangte nur einer wieder eine freie Beweglichkeit.

Zdravkovic und Damholt (152) untersuchten 28 konservativ behandelte Patienten mit stark dislozierten Scapulacorporfrakturen und Frakturen mit Beteiligung des Glenoids und des Collum chirurgicum scapulae. Bei 19 der Patienten waren weder subjektive Beschwerden noch objektive Funktionseinschränkungen verblieben, bei 6 Patienten war die Abduktion eingeschränkt, bei 2 Patienten die Flexion.

6.6 Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant

Bei 36 Patienten (ca. 74%) findet sich auf der ipsilateralen Seite ein gutes oder sehr gutes Gesamtergebnis des Constant-Scores mit mehr als 75 Punkten. Ein befriedigendes Ergebnis (51 – 75 Punkte) findet sich bei 10 Patienten (ca. 20%), und nur bei 3 Patienten (ca. 6%) muss die Schulterfunktion als schlecht eingestuft werden. Demgegenüber findet sich auf der kontralateralen Seite in 48 von 49 Fällen (98%) eine gute oder sehr gute Schulterfunktion.

Das durchschnittliche Gesamtergebnis des Constant-Scores der ipsilateralen Seite liegt bei 78,80 Punkten von maximal möglichen 100 Punkten, während auf der kontralateralen Seite durchschnittlich 94,88 Punkte erreicht werden. Die auf der kontralateralen Seite erreichten Gesamtergebnisse des Constant-Scores liegen nur unwesentlich unter den von Thomas (137) anhand eines deutschen Referenzkollektivs erhobenen Normalwerten bei Gesunden. Die kontralateralen Gesamtergebnisse des Constant-Scores werden daher in der eigenen Studie als Referenz für Seitenvergleiche herangezogen.

Das Ergebnis der ipsilateralen Seite liegt durchschnittlich 16 Punkte unter dem der kontralateralen Seite. In der Punktebewertung des Constant-Scores (siehe 4.2.1) entspricht dieser Unterschied einer Verschlechterung von „sehr gut“ auf „gut“.

In der Literatur findet sich nur eine Studie, in der die Schulterfunktion konservativ behandelter Scapulafrakturen mit dem Constant-Score bewertet wurde. Bei 9 konservativ behandelten Scapulafrakturen unterschiedlichster Frakturtypen fand Medele (98) einen durchschnittlichen Constant-Score von 90 Punkten.

Die Bewertungsmaßstäbe der meisten Autoren, die über konservativ behandelte Scapulafrakturen berichteten, beruhen auf individuell gestalteten Kriterien oder beschränken sich auf eine deskriptive Bewertung des klinischen Zustandes der untersuchten Patienten. Die Möglichkeit eines direkten Vergleichs der Ergebnisse verschiedener Studien ist daher eingeschränkt.

Mommsen und Jungbluth (100) analysierten in ihrer Studie über 40 konservativ behandelte Patienten mit Scapulafrakturen. Die Frakturtypen werden unterteilt in 12 Scapulacorporfrakturen, 14 Collumfrakturen, 8 Glenoidfrakturen ohne Stufenbildung, 4 Acromionfrakturen und 2 undislozierten Coracoidfrakturen. In 34 Fällen (85%) fanden sie gute bis sehr gute Behandlungsergebnisse, in 5 Fällen (12,5%) befriedigende Ergebnisse und nur in 1 Fall (2,5%) ein schlechtes Ergebnis. Eine

Aufschlüsselung des Bewertungsmaßstabs wurde nicht angegeben. Das schlechte Ergebnis eines Patienten und ein befriedigendes Ergebnis eines anderen Patienten waren nicht auf die Scapulafraktur selbst, sondern auf begleitende Nervenschädigungen zurückzuführen.

Nordquist und Petersson (108) untersuchten 68 Patienten mit meist konservativ behandelten Scapulafrakturen. Ihr Bewertungssystem legte fest, dass ein gutes Ergebnis erreicht ist, wenn der Patient subjektiv schmerzfrei ist und eine normale Funktion und aktive Beweglichkeit aufweist. Das Heilungsergebnis wurde als ausreichend eingestuft, wenn ein Patient über leichte bis mäßige Schmerzen und / oder Funktionseinschränkungen klagt, oder die aktive Beweglichkeit um 25% – 50% eingeschränkt ist. Ein schlechtes Ergebnis bestand, wenn der Patient mit dem Heilungsergebnis unzufrieden ist, er starke Schmerzen oder schwere Funktionseinschränkungen beklagt oder die aktive Beweglichkeit um über 50% eingeschränkt ist. Von den 68 nachuntersuchten Patienten erreichten 51 (75%) ein gutes Behandlungsergebnis, 15 Patienten (22%) ein ausreichendes und 2 Patienten (3%) ein schlechtes. Bei einem dieser Patienten war das schlechte Ergebnis auf eine begleitende Lähmung des N. suprascapularis zurückzuführen, der andere Patient erlitt eine dislozierte Collumfraktur der Scapula. Nordquist und Petersson zeigten, dass in ihrem Patientengut Collumfrakturen schlechtere Ergebnisse erzielten als Corpusfrakturen. Während die Collumfrakturen in 32% der Fälle ein ausreichend bis schlechtes Ergebnis aufwiesen, waren es bei den Corpusfrakturen der Scapula nur 22%. Begleitverletzungen beeinflussten das Ergebnis nicht.

Im eigenen Patientengut ergibt der Vergleich der Einzel- und Gesamtergebnisse des Constant-Scores der unterschiedlichen Frakturtypen keine signifikanten Unterschiede.

Auch nah an der Fossa glenoidalis verlaufende Frakturen, wie Collum- und Glenoidfrakturen haben entgegen den Ergebnissen der Studien von Nordquist et al. (108) und Mommsen et al. (100) keinen Einfluss auf das Ergebnis des Constant-Scores. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass im eigenen Patientengut nur 4 Patienten eine leichtere Beteiligung des Glenoids aufweisen. Da Frakturen mit komplexen Beteiligungen des Glenoids im eigenen Patientengut nicht vorhanden sind, können hier anhand der vorliegenden Daten keine Aussagen über Funktionseinschränkungen nach komplexen Glenoidfrakturen getroffen werden.

Um einen möglichen Einfluss der physiotherapeutischen Behandlung auf die Gesamtergebnisse des Constant-Scores zu ermitteln, werden die Gesamtergebnisse des Constant-Scores der Patienten, bei denen weniger als 30 physiotherapeutische Therapiesitzungen durchgeführt werden, mit denen, bei denen mehr als 30 Therapiesitzungen durchgeführt werden, verglichen.

Es kann gezeigt werden, dass das Gesamtergebnis des Constant-Scores bei den Patienten, bei denen weniger als 30 physiotherapeutische Therapiesitzungen durchgeführt werden, signifikant über den Ergebnissen der Patienten liegen, bei denen mehr als 30 Therapiesitzungen durchgeführt werden.

Dies lässt vermuten, dass ein funktionell gutes Heilungsergebnis schon innerhalb der ersten 30 Therapiesitzungen erreicht wird, und die Therapie abgeschlossen wird. Funktionelle Einschränkungen der betroffenen Schulter, die nach 30 Behandlungseinheiten noch bestehen, werden auch durch eine länger fortgeführte Physiotherapie in aller Regel nicht kompensiert.

Der Vergleich der ipsilateralen Gesamtergebnisse des Constant-Scores der Patienten mit dominantseitigen Scapulafrakturen mit den Ergebnissen der Patienten mit nicht-dominantseitigen Scapulafrakturen ergibt keinen signifikanten Unterschied. Ein Einfluss der Händigkeit der Frakturseite auf das funktionelle Ergebnis nach Scapulafrakturen kann daher nicht nachgewiesen werden.

Die gezeigte leichte Tendenz zu einem schlechteren Ergebnis des Constant-Scores in den Gruppen der Patienten mit mittelschwerer oder schwerer Arbeit könnte auf eine durch die physische Belastung beschleunigte posttraumatische Arthrose der betroffenen Schulter hinweisen. Allerdings sind die gefundenen Unterschiede zu klein, um eindeutige Aussagen treffen zu können.

Die Auswertung des Einflusses des Zeitintervalls zwischen Unfall und Nachuntersuchung auf das Gesamtergebnis des Constant-Scores ergibt keinen Nachweis dafür, dass sich die Schulterfunktion mit größerem Zeitintervall verändert.

Im eigenen Patientengut findet sich für die kontralaterale Seite ein mit zunehmendem Alter der Patienten geringeres Gesamtergebnis des Constant-Scores. Auf der ipsilateralen Seite lässt sich kein Zusammenhang zwischen dem Alter des Patienten und dem Gesamtergebnis des Constant-Scores finden.

Um einen möglichen Einfluss begleitender Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax auf die Schulterfunktion zu ermitteln, werden die

Gesamtergebnisse des Constant-Scores der Patienten mit diesen Begleitverletzungen den Gesamtergebnissen des Constant-Scores der Patienten ohne diese Begleitverletzungen gegenübergestellt. Es kann kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen gefunden werden.

6.7 Isokinetische Messungen

Die isokinetischen Messungen erfolgen in den drei Bewegungsebenen Flexion/Extension, Abduktion/Adduktion, Innen-/Außenrotation. Dabei werden die Messungen jeder Bewegungsebene in jeweils zwei Winkelgeschwindigkeiten durchgeführt. Zum einen bei einer Winkelgeschwindigkeit von $60^\circ/\text{s}$, die einer wiederholten statischen Maximalkraftmessung in verschiedenen Gelenkstellungen nahe kommt, zum anderen bei einer Winkelgeschwindigkeit von $180^\circ/\text{s}$, die den funktionellen Belastungen des Schultergelenkes entspricht und die maximal mögliche Leistung dokumentiert (26, 36, 137).

Die Auswertung der isokinetischen Messungen ergibt, dass das maximale Drehmoment und die erbrachte Leistung in beiden Winkelgeschwindigkeiten und in allen Bewegungsrichtungen auf der ipsilateralen Seite geringer sind als auf der kontralateralen Seite. Die Unterschiede sind nicht durchweg signifikant, lassen jedoch auf eine Einschränkung der ipsilateralen Schulterfunktion schließen.

Während sich die Seitenunterschiede der maximalen Drehmomente in den beiden Winkelgeschwindigkeiten nicht unterscheiden, liegen die Seitendifferenzen der erbrachten Leistungen bei einer Winkelgeschwindigkeit von $180^\circ/\text{s}$ deutlich über denen bei $60^\circ/\text{s}$ (siehe Abb. 5.7.1- I-IV).

Die funktionellen Folgen der Scapulafraktur machen sich besonders bei der Leistungsfähigkeit in funktionellen Bewegungsgeschwindigkeiten ($180^\circ/\text{s}$) bemerkbar. Die durchschnittliche erbrachte Leistung der ipsilateralen Schulter liegt um $26,37 \pm 8,93$ % unter der der kontralateralen Seite. Einschränkungen der maximalen Kraft bzw. des maximalen Drehmoments sind in beiden Winkelgeschwindigkeiten weniger ausgeprägt (siehe Kapitel 5.7.1, 5.7.2).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Frakturtyp, der Scapulafrakturen und dem prozentualen ipsilateralen Defizit (= prozentuale Einschränkung der ipsilateralen Seite gegenüber der kontralateralen Seite) der isokinetischen Messungen kann im eigenen Patientengut nicht nachgewiesen werden. Erwartungsgemäß ist eine Tendenz zu besseren Ergebnissen in den Gruppen mit leichteren und

unkomplizierten Frakturformen zu verzeichnen (siehe 5.7.3). Innerhalb der vier häufigsten Frakturtypkombinationen weisen die einfachen Scapulacorporfrakturen (A1) und die Collum-chirurgicum-Frakturen (C2) durchschnittlich die geringsten prozentualen Drehmoment- und Leistungsdefizite auf.

Ein Einfluss der Dominanz der Frakturseite auf das durchschnittliche prozentuale ipsilaterale Drehmoment- und Leistungsdefizit kann hier statistisch nicht nachgewiesen werden.

Die Korrelationstests zwischen der Seitendifferenz des Ergebnisses des Constant-Scores und dem durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizit ergeben einen hochsignifikanten linearen Zusammenhang bezüglich des maximalen Drehmoments bei 60°/s und der erbrachten Leistung in beiden Bewegungsrichtungen. Hier gilt, je größer die ipsilaterale Einschränkung des Constant-Scores ist, desto größer ist auch das prozentuale ipsilaterale Defizit der isokinetischen Messwerte.

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen bestehenden Bewegungseinschränkungen und Einschränkungen der Kraft in der entsprechenden Bewegungsrichtung aufzuzeigen, werden die Seitendifferenzen der isokinetischen Maximaldrehmomente mit den jeweiligen Seitendifferenzen der Bewegungsausmaße korreliert. Dies zeigt, dass bei der langsamen, an die statische Maximalkraft angelehnten Winkelgeschwindigkeit von 60°/s, ein signifikanter linearer Zusammenhang für die Abduktions-, Adduktions-, Extensions-, Flexions-, und Innenrotationsrichtung besteht. In diesen Bewegungsrichtungen steigt mit dem Ausmaß der Bewegungseinschränkung auch die Einschränkung der Muskelkraft.

Der Korrelationstest zwischen dem Ergebnis der Kraftmessung nach Constant und der Punktebewertung des Abduktionsdrehmoments nach Thomas (137) ergibt eine hochsignifikante Korrelation ($p < 0,002$). Dies zeigt, dass sowohl die isokinetische Abduktionskraftmessung, als auch die Abduktionskraftmessung nach Constant übereinstimmende Ergebnisse liefern. Die Punktebewertung des maximalen Abduktionsdrehmoments nach Thomas kann bei einer isokinetischen Messung mit einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s zur Kraftmessung im Rahmen des Constant-Scores herangezogen werden.

Isokinetische Messungen stellen eine genaue und objektive Methode zur Auswertung von Einschränkungen der motorischen Funktion eines Gelenkes dar. Im Gegensatz zu isometrischen Kraftmessungen, wie beispielsweise beim Constant-Score, bieten isokinetische Messverfahren den Vorteil, dass die Kraft über nahezu den gesamten

Bewegungsumfang dynamisch bestimmt werden kann. Der hohe apparative, finanzielle und personelle Aufwand der isokinetischen Messungen verhinderte allerdings eine allgemeine Verbreitung bei der Funktionsbeurteilung von Gelenken in der alltäglichen Praxis.

Dies ist als erklärende Begründung zu verstehen, warum in der Literatur keine vergleichbaren Ergebnisse isokinetischer Messungen nach konservativ therapierten Scapulafrakturen vorliegen.

7 Zusammenfassung

In dieser Studie werden die funktionellen Langzeitergebnisse an 50 Patienten nach konservativ behandelten Scapulafrakturen innerhalb eines 10-Jahresintervalles von 1990 – 1999 dargestellt und ausgewertet. Hierzu werden die auf subjektiven und objektiven Parametern beruhende Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant und seitenvergleichende isokinetische Messungen herangezogen.

Scapulafrakturen entstehen meist durch starke, direkte Gewalteinwirkungen auf die Schulterregion. Verkehrsunfälle und Abstürze stellen dabei typische Unfallhergänge dar.

Im eigenen konservativ behandelten Patientengut teilt sich die Frakturverteilung der Scapulafrakturen in 22% einfache, 48% mehrfragmentäre Scapulacorporusfrakturen, 42% Frakturen des Collum chirurgicum, 10% Fortsatzfrakturen und 10% Frakturen mit Beteiligung des Glenoids auf. Häufig sind die Frakturverläufe mehreren Frakturtypen zuzuordnen.

84% der Patienten haben Begleitverletzungen, bei 68% liegen Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax vor.

Signifikante Einschränkungen der Beweglichkeit nach konservativ therapierter Scapulafraktur finden sich in allen Bewegungsrichtungen. Sie sind in Abduktions-, Flexions- und Außenrotationsrichtung besonders ausgeprägt, befinden sich aber dennoch in einem Ausmaß, das keine wesentlichen funktionellen Einschränkungen im Alltag zur Folge hat.

Das funktionelle Gesamtergebnis des Constant-Scores ist im eigenen Patientengut bei 73% der Patienten als gut bis sehr gut zu bewerten, 20% der Patienten zeigen ein befriedigendes Ergebnis und 6% zeigen ein schlechtes Ergebnis.

Die Auswertung der physiotherapeutischen Therapiemaßnahmen deutet darauf hin, dass ein funktionell gutes Heilungsergebnis innerhalb der ersten 30 physiotherapeutischen Behandlungen erreicht wird. Funktionelle Einschränkungen der betroffenen Schulter, die nach 30 Behandlungseinheiten noch bestehen, werden auch durch eine länger fortgeführte Physiotherapie in aller Regel nicht kompensiert.

Es besteht kein Zusammenhang zwischen den klassifizierten Frakturtypen oder der Gelenknähe der Frakturen und den ermittelten Schulterfunktionen nach Constant.

Die isokinetischen Messungen ergeben ipsilateral kleinere Drehmomente und Leistungen in allen Bewegungsrichtungen bei niedriger wie auch hoher Winkelgeschwindigkeit. Die Einschränkungen wirken sich besonders auf die Leistungsfähigkeit bei funktionellen, hohen Winkelgeschwindigkeiten aus, während die maximalen Drehmomente weniger stark eingeschränkt sind.

Ein Zusammenhang zwischen den zugeordneten Frakturtypen und den Einschränkungen der isokinetischen Messwerte ist nicht nachzuweisen.

Ein hochsignifikanter Zusammenhang besteht zwischen der Einschränkung der isokinetischen Messwerte der verletzten Extremität und der Einschränkung des Constant-Scores.

Für die langsame, an die statische Maximalkraft angelehnte Winkelgeschwindigkeit von 60°/s zeigt sich, dass in Abduktion, Adduktion, Flexion, Extension und Innenrotation das Ausmaß der Bewegungseinschränkung mit der Einschränkung der Muskelkraft korreliert.

Die Ergebnisse der Abduktionskraftmessung nach Constant korrelieren eng mit der Punktebewertung des Abduktionsdrehmoments nach Thomas (137). Dieses Verfahren kann alternativ zur Kraftmessung im Rahmen des Constant-Scores herangezogen werden.

8 Literatur

- 1 **Ada JR / Miller ME (1991)**
Scapular Fractures. Analysis of 113 Cases.
Clin. Orthop. 269: 174-180
- 2 **Adam FF.**
Surgical treatment of displaced fractures of the glenoid cavity.
Int Orthop. 2002;26(3):150-3. Epub 2002 Apr 26.
PMID: 12073106
- 3 **Aiello L, Dean C (1991)**
An Introduction to Human Evolutionary Anatomy
Harcourt Publishers Ltd.
ISBN: 0120455919
- 4 **Armstrong CP / Van der Spuy J (1984)**
The Fractured Scapula: Importance and Management Based on a Series of
62 Patients
Injury 15:324-329, 1984
- 5 **Arts, V / Louette, L (1999)**
Scapular Neck Fractures; an Update of the Concept of Floating Shoulder.
Injury 1999 Mar;(2):146-8 (ISSN: 0020-1383)
Unique NLM Identifier: 99405202
- 6 **Auer KH (1954)**
Querfraktur beider Schulterblätter als Starkstromverletzung.
Chirurg 12: 558-560
- 7 **Bailey MM / Michalski J (1992)**
Close-up on Scapula Fracture
Nursing 22(12):64, 1992 Dec.
- 8 **Bauer, G / Fleischmann, W / Dussler, E (1995)**
Displaced Scapular Fractures: Indication and Long-Term Results of Open
Reduction and Internal Fixation.
Arch Orthop Trauma Surg 1995;114(4):215-9 (ISSN: 0936-8051)
Unique NLM Identifier:95391454
- 9 **Benchetrit E / Friedman B (1979)**
Fracture of the Coracoid Process Associated with Subglenoid Dislocation of
the Shoulder
J Bone Joint Surg 61 A :295
- 10 **Bernard TN, BrunetME, Haddad RJ Jr (1983)**
Fractured Coracoid Process in Acromioclavicular Dislocations
Clin Orthop 175:227-231, 1983
- 11 **Blue JM / Anglen JO / Helikson MA (1997)**
Fracture of the Scapula with Intrathoracic Penetration. A Case Report
J of Bone & Joint Surgery – American Volume 79(7):1076-8, 1997 Jul
Unique NLM Identifier: 97378205

- 12 **Boenisch U, Huyer C, Wasmer G**
Standardisierte Schulteruntersuchung unter Berücksichtigung der computerisierten isokinetischen Kraftmessung (Cybex II)
Sportverl Sportschad 1991; 5: 5-11
- 13 **Böhm, P (1998)**
Pseudarthrosis of the Spine of the Scapula—Case Report of a Minimally Invasive Osteosynthesis Technique
Acta Orthop Scand 1998 Dec;69(6):645-7 (ISSN: 0001-6470)
Unique NLM Identifier: 99128977
- 14 **Boyer DW (1975)**
Trap Shooter`s Shoulder: Stress Fracture of the Coracoid process
J Bone and Joint Surg 57A:862, 1975
- 15 **Breyer HG / Meissner A / Rahmanzahdeh R (1987)**
Die Behandlung der Frakturen des Collum scapulae mit Gelenkbeteiligung
Unfallheilkunde 186: 415-420
- 16 **Brunner, UH (1996)**
Klinische Untersuchung der Schulter.
In: Habermeyer P / Schweiberer L (Hrsg) Schulterchirurgie
Urban & Schwarzberg München Wien Baltimore 2.Aufl.:41-58
- 17 **Butters KP (1990)**
The Scapula.
In: Rockwood CA Matsen FA (Hrsg.): The Shoulder
Saunders, Philadelphia: 335-365
- 18 **Butters KP (1996)**
Fractures and Dislocations of the Scapula
In Rockwood CA, Green DP, Buchloz RW (eds):Fractures in Adults, ed 4.
Philadelphia, JB Lippincott, 1996, pp 1163-1192
- 19 **Comolli A (1932)**
Über ein deutliches Zeichen bei gewissen Schulterblattbrüchen
Zentralblatt für Chirurgie Nr.15:937-940
- 20 **Constant CR (1991)**
Schulterfunktionsbeurteilung
Orthopäde 20:289-294, 1991
- 21 **Constant CR (1997)**
An evaluation of the Constant –Murley shoulder assessment
J Bone Joint Surg Br. 1997 Jul; 79(4):695-6
PMID:9250770
- 22 **Constant, C. R., and Murley, A.H.G. (1987)**
A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder.
Clin. Orthop., 214: 160-164, 1987
- 23 **Damschen DD / Cogbill TH / Siegel MJ (1997)**
Scapulothoracic Dissociation Caused by Blunt Trauma.
J of Trauma-Injury Infection & Clinical Care 42(3):537-40, 1997 Mar.
Unique NLM Identifier: 97249219

- 24 Das ärztliche Gutachten für die gesetzliche Rentenversicherung – Hinweise zur Begutachtung
Hg. vom Verband deutscher Rentenversicherungsträger, VDR/DRV-Schriften Band 21, 6/2001
- 25 **Daubenspeck K (1957)**
Die Frakturen der Scapula
In: Hdb. der Orthopädie, Bd II: 983
- 26 **Davies et al (1985)**
A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage!
S. u. S. Publishers 1985
- 27 **Dawson J, Hill G, Fitzpatrick R, Carr, A**
The benefits of using patient-based methods of assessment. Medium-term results of an observational study of shoulder surgery.
J Bone Joint Surg Br. 2001 Aug;83(6):877-82.
PMID: 11521933
- 28 **Dehne E / Torp RP (1971)**
Treatment of Joint Injuries by Immediate Mobilization. Based upon the Spinal Adaptation Concept.
Clinical Orthop. 77:218-32, 1971
Unique NLM Identifier: 72128118
- 29 **Desault PJ (1805)**
Treatise on Fractures, Luxations and Other Affections of the Bones
Philadelphus; Fry and Kammerer 1805, pp 57 – 67
- 30 **Drenckhahn D (1994)**
Obere Extremität
Benninghoff Anatomie Band 1, ISBN 3-541-00245-X
- 31 **Ecke H / Hofmann D / Walther H (1987)**
Fractures of the Glenoid Surface of the Scapula.
Unfallchirurgie 13:14, 1987
- 32 **Ecke H / Hofmann D / Walther H (1987)**
Verletzungen der glenoidalen Gelenkfläche des Schultergelenkes
Unfallheilkunde 186: 411-414
- 33 **Edeland HG / Zachrisson BE (1975)**
Fracture of the Scapular Notch Associated with Lesion of the Suprascapular Nerve
Acta Orthop. Scand. 46:758-763
- 34 **Edwards; SG / Whittle, AP / Wood, GW 2nd (2000)**
Nonoperative Treatment of Ipsilateral Fractures of the Scapula and Clavicle.
J Bone Joint Surg Am 2000 Jun;82(6):774-80 (ISSN: 0021-9355)
Unique NLM Identifier: 20315628
- 35 **Eggli D**
Befundung und Training mit «isokinetischen Systemen» bei Arthrosepatienten
Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
ISBN: 3-88429-250-1

- 36 **Eggl D (1987)**
Maßstab für Kräfte
In: Ow Von D, Hüni G. (Hrsg): Muskuläre Rehabilitation
Perimed. Erlangen: 86-98
- 37 **Eggl D (1987)**
Maßvolles Training: Einsatz isokinetischer Systeme
Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
ISBN: 3-88429-250-1
- 38 **Egol KA, Connor PM, Karunakar MA, Sims SH, Bosse MJ, Kellam JF.**
The floating shoulder: clinical and functional results.
J Bone Joint Surg Am. 2001 Aug;83-A(8):1188-94.
PMID: 11507127
- 39 **Euler E / Habermeyer P / Kohler W / Schweiberer L (1992)**
Skapula Fractures-Classification and Differential Treatment
Orthopäde 21:158-162, 1992
- 40 **Euler E / Habermeyer P / Medele R / Schweiberer L (1992)**
Scapula Fractures-Classification, Therapy and results.
Hefte zur Unfallheilkunde, Springer Verlag, 1992
- 41 **Eyres, KS / Brooks, A / Stanley, D (1995)**
Fractures of the Coracoid Process.
J Bone Joint Surg Br 1995 May;77(3):425-8 (ISSN: 0301-620X)
Unique NLM Identifier: 95263635
- 42 **Fazakas J / Gherman E / Voina J / Andreescu P (1959)**
Die Brüche des Schulterblattes
Zbl. Chirurgie 4:134-142
- 43 **Findlay RT (1931)**
Fractures of the Scapula
Ann. Surg 93: 1001-1008
- 44 **Findlay RT (1937)**
Fractures of the Scapula and Ribs
Am. J Surg. 38: 489-494
- 45 **Fleischmann, W / Kinzi, L (1993)**
Philosophy of Osteosynthesis in Shoulder Fractures
Orthopedics Jan 1993 Vol 16 NO 1
- 46 **Frisiello S / Gazaille A / O'Halloran J / Palmer ML / Waugh D (1994)**
Reliabilität der Reproduzierbarkeit von exzentrischen Maximalkraftwerten
der Schulter bei Innen- und Außenrotation, gemessen mit dem
isokinetischen Biodex-Dynamometer
J. of Orthop. & Sports phys Ther. Baltimore 19,6:341-344
- 47 **Garcia-Elias M, Salo JM (1985)**
Nonunion of a Fractured Coracoid Process after Dislocation of the Shoulder
J Bone Joint Surg 67B:722-723, 1985
- 48 **Gerber C.**
The floating shoulder: a multicentre study.
J Bone Joint Surg Br. 2002 Jul;84(5):776; author reply 776. No abstract
available.
PMID: 12188506

- 49 **Gleich JJ (1980)**
The Fractured Scapula, a Significance in Prognosis
Missouri Med. 77:24-26, 1980
- 50 **Goss TP (1993)**
Double Disruptions of the Superior Shoulder Suspensory Complex
J Orthop Trauma 7:99-106, 1993
- 51 **Goss TP (1995)**
Scapular fractures and Dislocations: Diagnosis and Treatment
J Am Acad Orthop Surg 3:22 – 33, 1995
- 52 **Goss, TP (1996)**
The Scapula: Coracoid, Acromial, and Avulsion Fractures.
AM J Orthop 1996 Feb;25(2):106-15 (ISSN: 1078-4519)
Unique NLM Identifier: 96235429
- 53 **Greenspan A (1993)**
Skelettradiologie
Chapman & Hall GmbH, 1993, ISBN 3-527-15518-X
- 54 **Guiral, J / Real, JL / Curto, JM (1996)**
Isolated Fracture of the Coracoid Process of the Scapula.
Acta Orthop Belg 1996 Mar;62(1):60-1 (ISSN: 0001-6462)
Unique NLM Identifier: 96234910
- 55 **Gupta, R / Sher, J / Williams, GR Jr / Ianotti, JP (1998)**
Non-Union of the Scapular Body. A Case Report.
J Bone Joint Surg Am 1998 Mar;80(3):428-30 (ISSN: 0021-9355)
Unique NLM Identifier: 98189698
- 56 **Habermeyer P / Brunner U / Wiedemann E / Wilhelm K (1987)**
Kompressionssyndrome an der Schulter und deren Differentialdiagnose
Orthopäde 16: 448-457
- 57 **Habermeyer P / Rapaport D / Wiedemann E / Wilhelm K (1990)**
Incisura Scapulae Syndrome
Handchir Mikrochir Plast Chir 22:120, 1990
- 58 **Habermeyer P, Eggert C, Knappe M, Wiedemann E (1987)**
EMG-Analyse und Cybex II: Biomechanische Analysen der gesunden
Schulter
Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
ISBN: 3-88429-250-1
- 59 **Hadler D (1998)**
Klinische und radiologische Spätergebnisse nach operativ versorgter
Scapulafraktur
- 60 **Hardegger F (1984)**
Treatment of Fractures of the Scapula
Unfallheilkunde 87:58, 1984
- 61 **Hardegger F, Kappeler U (1980)**
Die Teilläsion der traumatischen Erstluxation des Schultergelenkes
Z Orthop 118:553

- 62 **Hardegger FH, Simpson LA, Weber BG (1984)**
The Operative Treatment of Scapular Fractures
Journal of Bone and Joint Surgery B 1984; 66(5): 725-31
- 63 **Harris RD / Harris DJ Jr (1988)**
The Prevalence and Significance of Missed Scapular Fractures in Blunt Chest Trauma.
Am J Roentgenol 151:747, 1988
- 64 **Heiko Martin**
History of Isokinetics
<http://www.e-i-s.org/history/165.htm> 24.04.2004
- 65 **Herscovici D Jr, Sanders R, DiPasquale T, Gregory P. (1995)**
Injuries of the shoulder girdle.
Clin Orthop. 1995 Sep;(318):54-60.
PMID: 7671532
- 66 **Herscovici, D., Jr / Fiennes, A. G. T. W. / Allgöwer, M. / and Rüedi, T. P. (1992)**
The Floating Shoulder: Ipsilateral Clavicle and Scapular Neck Fractures.
J Bone and Joint Surg., 74-B(3):362-364, 1992.
- 67 **Hierholzer G / Hax PM**
Scapulafrakturen – Entstehung, Einteilung, Diagnose
Hefte zur Unfallheilkunde 87:87-99
- 68 **Hitzrot T, Bolling RW (1916)**
Fracture of the Neck of the Scapula
Ann Surg 63:215 – 234, 1916
- 69 **Hoppeler H (1987)**
Training und Feinstruktur der menschlichen Skelettmuskulatur
Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
ISBN: 3-88429-250-1
- 70 **Hrsg: Spier, Leuftink, Japtok (2001)**
Arzt & BG
Verlag: Kepnerdruck, 2. Auflage 2001
- 71 **Ideberg R (1984)**
Fractures of the Scapula Involving the Glenoid Fossa.
BatemanJE, Welsh RP (eds) Surgery of the Shoulder. Decker, New York
Basel, pp 63 – 66
- 72 **Ideberg R (1984)**
Unusual Glenoid Fractures: A Report on 92 Cases
Acta Orthop Scand 58: 191 – 192
- 73 **Ideberg R, Myrhage R (1991)**
Fractures of the Scapula
- 74 **Ideberg, R / Grevsten, S / Larsson, S (1995)**
Epidemiology of Scapular Fractures. Incidence and Classification of 338 Fractures.
Acta Orthop Scand 1995 Oct;66(5):395-7 (ISSN: 0001-6470)
Unique NLM Identifier: 96069428

- 75 **Imatani RJ (1975)**
Fractures of the Scapula: a Review of 53 Fractures.
J Trauma 15(6):473-8, 1975 Jun.
Unique NLM Identifier: 75153704
- 76 **Ishizuki M, Yamaura I, Isobe Y, et al (1981)**
Avulsion Fracture of the Superior Border of the Scapula. A Report of Five Cases
J Bone Joint Surg 63A: 820-822, 1981
- 77 Jahresbericht der BG-Kliniken und Behandlungsstellen
Hrsg.: Vereinigung Berufsgenossenschaftlicher Kliniken
- 78 **Kälicke T, Andereya S, Gekle J, Müller EJ, Muhr G.**
Coracoid pseudarthrosis caused by anterior shoulder dislocation with concomitant coracoid fracture]
Unfallchirurg. 2002 Sep;105(9):843-4. German.
PMID: 12232744
- 79 **Karitzky B (1965)**
Schulterblattbrüche.
In: Bürkle de la Camp H / Schwaiger M: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde
Enke Verlag Stuttgart 3.Bd.:28-33
- 80 **Karitzky B (1965)**
Schulterblattbrüche. In: Bürkle de la Camp H, Schwaiger M: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde
Enke Verlag Stuttgart 3.Bd.: 28-33
- 81 **Kavanagh BF, Bradway JK, Cofield RH (1993)**
Open Reduction and Internal Fixation of Displaced Intraarticular Fractures of the Glenoid Fossa
J Bone Joint Surg Am 75:479-484, 1993
- 82 **Kinzi L (1982)**
Surgical Therapy of Scapula Fractures – Indications, Technic, Results.
Hefte zur Unfallheilkunde 160:105-14, 1982
- 83 **Kligman, M / Roffman, M (1998)**
Glenoid Fracture: Conservative Treatment Versus Surgical Treatment.
J South Orthop Assoc 1998 Spring;7(1):1-5 (ISSN: 1059-1052)
Unique NLM Identifier: 98230653
- 84 **Kotak, BP / Haddo, O / Iqbal, M / Chissel, H (2000)**
Bilateral Scapular Fractures after Electrocutation.
J R Soc Med 2000 Mar;93(3):143-4 (ISSN: 0141-0768)
Unique NLM Identifier: 20205489
- 85 **Kumar VP, Satku K.**
Fractures of clavicle and scapular neck.
J Bone Joint Surg Br. 1993 May;75(3):509
PMID: 8496240
- 86 **Laing R, Dee R (1984)**
Fracture Symposium
Orthop Rev 13: 717-720, 1984

- 87 **Landi A / Schoenhuber R / Funicell R / Rasio G / Esposito M (1992)**
Compartment Syndrome of the Scapula. Definition on Clinical,
Neurophysiological and Magnetic Resonance Data.
Ann Chir Main Memb Super 11:383, 1992
- 88 **Lasda MA, Murray DG (1978)**
Fracture Separation of the Coracoid Process Associated with
Acromioclavicular Dislokation
Clin Orthop 134:222 – 224, 1978
- 89 **Leutenegger A / Rüedi T (1993)**
Fractures of the Skapula and Injuries of the Acromioclavicular Joint. The
Traumarized Shoulder and its Sequelae.
Z Unfallchir Versicherungsmed 86:22, 1993
- 90 **Liaw,YH / Pollack, A (1996)**
Bilateral Scapular Fractures from Electrical Injury.
Aust N Z J Surg 1996 Mar;66(3):189-90 (ISSN: 0004-8682)
Unique NLM Identifier: 96207795
- 91 **Lindblom A / Leven H (1974)**
Prognosis in Fractures of the Body and Neck of the Scapula
Acta Chir Scand. 140 :33-47, 1974
- 92 **Maier P, Scharf HP, Noack W**
Möglichkeiten und Grenzen bei der Interpretation unterschiedlicher
Krankheitsbilder und Trainingszustände mit isokinetischen Systemen
Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
ISBN: 3-88429-250-1
- 93 **McAtee, SJ (1999)**
Low-Energy Scapular Body Fracture: A Case Report.
Am J Orthop 1999 Aug;28(8):468-72 (ISSN: 1078-4519)
Unique NLM Identifier: 99397274
- 94 **McGahan JP / Rab GT / Dublin A (1980)**
Fractures of the Scapula
The Journal of Trauma Vol.20 No.10:880-883
- 95 **McGinnis M / Denton JR (1989)**
Fractures of the Skapula: A Retrospective Study of 40 Fractured Skapulae.
J Trauma 29:1488 - 1493, 1989
- 96 **McKoy, BE / Benson, CV / Hartsock, LA (2000)**
Fractures about the Shoulder: Conservative Management.
Orthop Clin North Am 2000 Apr;31(2):205-16 (ISSN: 0030-5898)
Unique NLM Identifier: 20202476
- 97 **McLaughlin HL (1959)**
Trauma
Philadelphia: WB Saunders, 1959
- 98 **Medele RJ (1997)**
Ergebnisse konservativ und operativ behandelter Scapulafrakturen
Deutsche Zentralbibliothek für Medizin, 97 D 2080

- 99 **Miller ME, Ada JR (1998)**
Fractures of the Scapula, Clavicle, and Glenoid
In Bowner BD, Levine AM, Jupiter JB, et al (eds): Skeletal Trauma
Philadelphia, WB Saunders, pp 1657 – 1670, 1998
- 100 **Mommsen U / Jungbluth KH (1980)**
Konservative Therapie und Behandlungsergebnisse der Scapulafrakturen
Unfallheilkunde 160:100-104
- 101 **Moseley HF (1972)**
Shoulder Lesions
Ed. 2, p.28, Churchill Livingstone, Edingburg London, 1972
- 102 **Muhr G / Tscherne H (1980)**
Grenzen des konservativen Verfahrens beim Schulterblattbruch
Z.Orthop. 118:550
- 103 **Müller – Färber J (1976)**
Die Scapulafrakturen, konservative und operative Behandlung
Unfallheilkunde 79: 295 – 303
- 104 **Neer CS (1970)**
Displaced Proximal Humeral Fractures. Part 1. Classification and
Evaluation.
Clin Orthop 223:3, 1970
- 105 **Neer CS II (1984)**
Fractures About the Shoulder
Rockwood CA, and Green DP (eds): Fractures. Philadelphia: JB Lippincott,
pp 713 – 721, 1984
- 106 **Neviasser J (1956)**
Traumatic lesions: Injuries in and about the Shoulder Joint
Instr Course Lect 13:187 – 216, 1956
- 107 **Newell ED (1927)**
Review of over 2000 fractures in seven years.
South Med J 20:644-648, 1927
- 108 **Nordqvist A / Petersson C (1992)**
Fracture of the Body, Neck, or Spine of the Skapula. A Long Term Follow-
up Study.
Clin Orthop 283:139, 1992
- 109 **Ogawa, K / Yoshida, A (1997)**
Fracture of the Superior Border of the Scapula.
Int Orthop 1997;21(6):371-3 (ISSN: 0341-2695)
Unique NLM Identifier: 98159580
- 110 **Oh W, Jeon H, Kyung S, Park C, Kim T, Ihn C.**
The treatment of double disruption of the superior shoulder suspensory
complex.
Int Orthop. 2002;26(3):145-9. Epub 2002 Feb 14.
PMID: 12073105

- 111 **Papaggeopoulos; PJ / Koundis, GL / Kateros, KT / Babis, GC / Nikolopoulos, KE / Fragiadakis, EG (1999)**
Fractures of the Glenoid Cavity: Assessment and Management.
Orthopedics 1999 Oct;22(10):956-61; quiz 961-3 (ISSN: 0147-7447)
Unique NLM Identifier: 20004217
- 112 **Pavlov H / Freiburger RH (1978)**
Fractures and Dislocations about the Shoulder
Seminars in Roentgenology 13(2):85-96, 1978 Apr
Unique NLM Identifier: 78250436
- 113 **Potamianos P / Amis AA / Forester AJ / McGurk M / Bircher M**
Rapid Prototyping for Orthopaedic Surgery.
Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H – Journal of Engineering in Medicine 212(5):383-93, 1998
Unique NLM Identifier: 99019998
- 114 **Ramos, L / Menicia, R / Alonso, A / Fernandez, L. (1997)**
Conservative Treatment of Ipsilateral Fractures of the Scapula and Clavicle.
J Trauma 1997 Feb;42(2):239-42 (ISSN: 0022-5282)
Unique NLM Identifier: 97195501
- 115 **Rasyid HN / Nakajima T / Fukuda H (2000)**
Winging of the Scapula Caused by Disruption of “Sternoclaviculoscapular Linkage”: Report of 2 Cases.
J of Shoulder & Elbow Surgery 9(2):144-7, 2000 Mar-Apr.
Unique NLM Identifier: 20270992
- 116 **Riggs JH / Schultz GD / Hanes SA (1990)**
Radiation Induced Fracture of the Scapula.
J Manipulative Physiol Ther 13:477, 1990
- 117 **Rikli D, Regazoni P, Renner N (1995)**
The Unstable Shoulder Girdle, Early Functional Treatment Utilizing Open Reduction and Internal Fixation
Journal of Orthopaedic Trauma 1995;9(2):93-7
- 118 **Rounds RC (1949)**
Isolated Fracture of the Coracoid Process
J Bone Joint Surg 31A:662-663, 1949
- 119 **Rowe CR (1963)**
Fractures of the Scapula.
Surg Clin North Am 43:1565-1571, 1963
- 120 **Rowe, CR (1988)**
Evaluation of the Shoulder.
The Shoulder, pp. 631-637. Edited by C. R. Rowe. New York, Churchill Livingstone, 1988.
- 121 **Rüedi T (1988)**
Die Behandlung von Skapulafrakturen
Unfallheilkunde 195: 235-238
- 122 **Rüedi T / Euler E / Habermeyer P (1990)**
Skapulafrakturen.
In Habermeyer P, Krüger P, Schweiberer L (Hrsg) Schulterchirurgie. 1990. Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore. S. 213 ff

- 123 **Russe F (1976)**
Behandlungsergebnisse bei Schulterblattbrüchen
Unfallheilkunde 126:63-66
- 124 **Sabick MB / Hay JG / Goel VK / Banks SA.**
Active Responses Decrease Impact Forces at the Hip and Shoulder in Falls to the Side.
Journal of Biomechanics. 32(9):993-8, 1999 Sep. (ISSN: 0021-9290)
Unique NLM Identifier: 99387894
- 125 **Scavenius, M / Sloth, C (1996)**
Fractures of the Scapula
Acta Orthop Belg 1996 Sep;62(3):129-32 (ISSN: 0001-6462)
Unique NLM Identifier: 97045486
- 126 **Schäfer, E (2001)**
Die Hand in ihrer Schlüsselfunktion für die menschliche Entwicklung
Neuromedizin Verlag
ISBN: 3-930926-00-8
- 127 **Schmidt M / Armbrecht A / Havemann D (1992)**
Results of Surgical Management of Scapula Fractures.
Zeitschrift für Unfallchirurgie und Versicherungsmedizin. 85(4):186-8, 1992
- 128 **Schott H (1993)**
Die Chronik der Medizin
Chronik Verlag in der Harenberg Kommunikation Verlags- und
Mediengesellschaft mbH & Co KG Dortmund, 1993 S.105, 131
- 129 **Seidenspinner D.**
Einordnung isokinetischer Test- und Trainingsgeräte in das Isokinetische
Leistungsspektrum
Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
ISBN: 3-88429-250-1
- 130 **Skutek M, Zeichen J, Fremerey RW, Bosch U.**
Outcome analysis after open reconstruction of rotator cuff ruptures. A
comparative assessment of recent evaluation procedures]
Unfallchirurg. 2001 Jun;104(6):480-7. German.
PMID: 11460452
- 131 **Sloth C / Just SL (1989)**
The Apical Oblique Radiograph in Examination of Acute Shoulder Trauma.
European Journal of Radiology 9(3):147-51, 1989 Aug.
- 132 **Starke W (1988)**
Isolated Fractures of the Shoulder Blade in Childhood and Adolescence.
Aktuel Traumatol 18:73, 1988
- 133 **Stephens NG, Morgan AS, Corvo P, Bernstein BA (1995)**
Significance of scapula fracture in the blunt trauma patient
Ann Emerg Med 26: 439-442

- 134 **Stoboy H**
 Das Muskeltraining und seine Bedeutung für den atrophierten und normalen Muskel
 Muskeltraining: Bedeutung für den Muskel
 Muskuläre Rehabilitation, perimed Fachbuchverlagsgesellschaft, 1987
 ISBN: 3-88429-250-1
- 135 **Stoll M, Lill H, Wuttke M, Josten C.**
 Fracture of the acromion. Diagnosis--treatment strategy--outcome]
 Unfallchirurg. 2001 Sep;104(9):877-81. German.
 PMID: 11572130
- 136 **Teubner E / Gerstenberger F / Burgert R (1991)**
 Kinematic Consideration of the Shoulder Girdle and its Consequences on
 Common Surgical Methods.
 Unfallchirurg 94(9):471-7, 1991 Sep.
 Unique NLM Identifier: 92054637
- 137 **Thomas M, Dieball O, Busse M.**
 Normal Values of the Shoulder Strength in Dependency on Age and Gender
 - Comparison with the Constant, UCLA, ASES Scores and SF36 Health
 Survey
 Z Orthop Ihre Grenzgeb. 2003 Mar-Apr;141(2):160-70. German.
 PMID: 12695952
- 138 **Thompson DA / Flynn TC / Miller PW / Fischer RP (1985)**
 The Significance of Scapular Fractures.
 J Trauma 25:974-7, 1985
 Unique NLM Identifier : 86011676
- 139 **Tingart M, Bathis H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T.**
 Constant Score and Neer Score. A comparison of score results and
 subjective patient satisfaction
 Unfallchirurg. 2001 Nov;104(11):1048-54. German.
 PMID: 11760336
- 140 **Tscherne H / Christ M (1976)**
 Konservative und operative Therapie der Schulterblattbrüche
 Unfallheilkunde 126: 52-59
- 141 **van Noort A, te Slaa RL, Marti RK, van der Werken C.**
 The floating shoulder. A multicentre study.
 J Bone Joint Surg Br. 2001 Aug;83(6):795-8.
 PMID: 11521916
- 142 **Viehweger G (1968)**
 Schulterblatt In: Hb. Med. Radiolog.
 Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 2. Auflage Bd.IV: 398 – 438
- 143 **Visser CP / Tavy DL / Coene LN / Brand R.**
 Electromyographic Findings in Shoulder Dislocations and Fractures of the
 Proximal Humerus: Comparison with Clinical Neurological Examination.
 Clinical Neurology & Neurosurgery. 101(2):86-91, 1999 Jun.
 Unique Identifier: 99395978
 ISSN: 0303-8467

- 144 **Wallace WA, Barton JB, Wiley AM (1984)**
The Power Available during Movement of the Shoulder
In: Bateman, JE, Welsh RP (eds.): Surgery of the Shoulder, ed. 1. Toronto,
Mosby CV, 1984
- 145 **Warner J, Port J (1994)**
Stress Fracture of the Acromion
J. Shoulder Ellbow Surg. 1994; 3(4): 262-265
- 146 **Wiater, JM / Flatow, EL (2000)**
Posttraumatic Arthritis.
Orthop Clin North Am 2000 Jan;31(1):63-76 ISSN: 0030-5898)
Unique NLM Identifier: 20096760
- 147 **Wiest S / Maillot C / Koritke JG (1985)**
Dimensions of the Human Scapula.
Arch Anat Histol Embryol 68:127, 1985
- 148 **Wilber MC / Evans EB (1977)**
Fractures of the Scapula
J Bone Joint Surg 59A: 358-362, 1977
- 149 **Wilde CD, Schmit-Neuerburg KP (1980)**
Indikation, Technik und Ergebnisse der operativen Therapie von
Schulterblattbrüchen
Z. Orthop. 118, 551, 1980
- 150 **Williams GR Jr, Naranja J, Klimkiewicz J, Karduna A, Iannotti JP,
Ramsey M.**
The floating shoulder: a biomechanical basis for classification and
management.
J Bone Joint Surg Am. 2001 Aug;83-A(8):1182-7.
PMID: 11507126
- 151 **Wilson PD (1938)**
Experience of the Management of fractures and dislocations (based on an
analysis of 4390 cases) by staff of the fracture service MGH, Boston.
Philadelphia
JB Lippincott, 1938
- 152 **Zdravcovic D / Damholt VV (1974)**
Comminuted and Severely Displaced Fractures of the Scapula.
Acta Orthop. Scand. 45(1):60-5, 1974
Unique NLM Identifier: 75105911
- 153 **Zettas JP, Munchnic PD (1976)**
Fracture of the Coracoid Process Base and Acute Acromioclavicular
Separation
Orthop Rev 5:70-79, 1976
- 154 **Zuckermann JD / Koval KJ / Cuomo F (1993)**
Fractures of the Scapula
Instructional Course Lectures. 42 :271-81, 1993
Unique Identifier: 9321721

9 Anhang

9.1 Armumfänge

Tab. 9.1- A: Vergleich der Armumfänge der nicht von einer Scapulafraktur betroffenen (kontralateralen) dominanten Körperseite mit den Armumfängen der kontralateralen nicht dominanten Körperseite

| Messpunkt | Körperseite | Armumfang unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls [cm] |
|--------------------------|--------------------------------------|--|
| Oberarm | dominante kontralaterale Seite | 31,68 ± 1,06 |
| | nicht dominante kontralaterale Seite | 30,60 ± 1,41 |
| Ellenbogen-gelenk | dominante kontralaterale Seite | 28,79 ± 0,70 |
| | nicht dominante kontralaterale Seite | 27,76 ± 0,95 |
| Unterarm | dominante kontralaterale Seite | 29,11 ± 0,81 |
| | nicht dominante kontralaterale Seite | 27,60 ± 1,09 |
| Handgelenk | dominante kontralaterale Seite | 18,41 ± 0,51 |
| | nicht dominante kontralaterale Seite | 18,00 ± 0,51 |
| Mittelhand | dominante kontralaterale Seite | 22,84 ± 0,62 |
| | nicht dominante kontralaterale Seite | 22,02 ± 0,69 |

9.2 Bewegungsumfänge

Tab. 9.2- A: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Abduktionsrichtung

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 65 | 1 | 0 |
| 70 | 2 | 0 |
| 80 | 1 | 1 |
| 90 | 3 | 0 |
| 100 | 4 | 0 |
| 110 | 5 | 1 |
| 115 | 1 | 0 |
| 120 | 3 | 2 |
| 130 | 1 | 0 |
| 135 | 2 | 2 |
| 140 | 5 | 4 |
| 145 | 0 | 1 |
| 150 | 6 | 6 |
| 160 | 6 | 6 |
| 170 | 4 | 12 |
| 180 | 5 | 13 |
| 200 | 0 | 1 |

| Abduktionsdifferenz [°] | Anzahl |
|-------------------------|--------|
| -30 | 1 |
| -20 | 2 |
| -10 | 2 |
| 0 | 11 |
| 5 | 1 |
| 10 | 2 |
| 15 | 1 |
| 20 | 7 |
| 25 | 1 |
| 30 | 5 |
| 35 | 1 |
| 40 | 3 |
| 45 | 0 |
| 50 | 3 |
| 55 | 2 |
| 60 | 1 |
| 80 | 3 |
| 90 | 1 |
| 100 | 1 |
| 105 | 1 |

Tab. 9.2- B: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Adduktionsrichtung

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 10 | 1 | 0 |
| 15 | 1 | 0 |
| 20 | 10 | 5 |
| 25 | 6 | 4 |
| 30 | 18 | 17 |
| 35 | 1 | 2 |
| 40 | 5 | 6 |
| 45 | 2 | 0 |
| 50 | 3 | 11 |
| 60 | 2 | 3 |
| 70 | 0 | 0 |
| 80 | 0 | 1 |

| Adduktionsdifferenz [°] | Anzahl |
|-------------------------|--------|
| -15 | 2 |
| -10 | 1 |
| -5 | 1 |
| 0 | 17 |
| 5 | 3 |
| 10 | 14 |
| 15 | 2 |
| 20 | 9 |

Tab. 9.2- C: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Extensionsrichtung

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 20 | 3 | 0 |
| 25 | 1 | 0 |
| 30 | 7 | 3 |
| 35 | 0 | 1 |
| 40 | 14 | 6 |
| 45 | 3 | 6 |
| 50 | 10 | 13 |
| 55 | 2 | 5 |
| 60 | 5 | 7 |
| 70 | 4 | 7 |
| 90 | 0 | 1 |

| Extensionsdifferenz [°] | Anzahl |
|-------------------------|--------|
| -30 | 1 |
| -15 | 1 |
| -10 | 2 |
| -5 | 2 |
| 0 | 18 |
| 5 | 2 |
| 10 | 9 |
| 15 | 3 |
| 20 | 4 |
| 25 | 2 |
| 30 | 2 |
| 35 | 1 |
| 40 | 1 |
| 45 | 1 |

Tab. 9.2- D: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Flexionsrichtung

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 65 | 1 | 0 |
| 70 | 2 | 0 |
| 75 | 1 | 0 |
| 90 | 2 | 0 |
| 110 | 4 | 1 |
| 120 | 4 | 0 |
| 125 | 1 | 0 |
| 130 | 3 | 2 |
| 135 | 3 | 1 |
| 140 | 10 | 5 |
| 145 | 0 | 2 |
| 150 | 5 | 8 |
| 155 | 2 | 1 |
| 160 | 4 | 8 |
| 170 | 6 | 13 |
| 180 | 1 | 8 |

| Flexionsdifferenz [°] | Anzahl |
|-----------------------|--------|
| -15 | 1 |
| 0 | 10 |
| 5 | 3 |
| 10 | 8 |
| 15 | 2 |
| 20 | 5 |
| 25 | 1 |
| 30 | 8 |
| 35 | 0 |
| 40 | 3 |
| 50 | 1 |
| 55 | 1 |
| 60 | 2 |
| 70 | 1 |
| 90 | 1 |
| 95 | 1 |
| 105 | 1 |

Tab. 9.2- E: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Außenrotation aus Neutralstellung

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| -30 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 |
| 20 | 2 | 0 |
| 30 | 8 | 0 |
| 40 | 10 | 6 |
| 45 | 1 | 5 |
| 50 | 3 | 4 |
| 55 | 3 | 0 |
| 60 | 8 | 6 |
| 70 | 9 | 20 |
| 80 | 2 | 7 |
| 90 | 0 | 1 |
| 110 | 1 | 0 |

| Außenrotationsdifferenz [°] | Anzahl |
|-----------------------------|--------|
| -10 | 1 |
| 0 | 13 |
| 5 | 5 |
| 10 | 9 |
| 15 | 2 |
| 20 | 7 |
| 25 | 1 |
| 30 | 5 |
| 35 | 1 |
| 40 | 3 |
| 50 | 1 |
| 70 | 1 |

Tab. 9.2- F: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Innenrotationsrichtung aus Neutralstellung

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 40 | 1 | 1 |
| 60 | 3 | 3 |
| 65 | 1 | 1 |
| 70 | 4 | 4 |
| 75 | 1 | 1 |
| 80 | 8 | 8 |
| 90 | 12 | 12 |
| 100 | 6 | 6 |
| 105 | 1 | 1 |
| 110 | 9 | 9 |
| 120 | 3 | 3 |

| Innenrotationsdifferenz [°] | Anzahl |
|-----------------------------|--------|
| -25 | 1 |
| -10 | 1 |
| 0 | 24 |
| 5 | 3 |
| 10 | 12 |
| 15 | 1 |
| 20 | 4 |
| 30 | 3 |

Tab. 9.2- G: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Außenrotationsrichtung bei um 90° abduziertem Oberarm

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 0 | 3 | 0 |
| 20 | 1 | 0 |
| 35 | 0 | 1 |
| 40 | 3 | 0 |
| 50 | 1 | 0 |
| 60 | 2 | 0 |
| 70 | 8 | 6 |
| 80 | 8 | 2 |
| 85 | 1 | 0 |
| 90 | 17 | 25 |
| 100 | 1 | 4 |
| 110 | 3 | 9 |
| 125 | 0 | 1 |
| 130 | 1 | 0 |
| 140 | 0 | 1 |

| Außenrotationsdifferenz [°] | Anzahl |
|-----------------------------|--------|
| -35 | 1 |
| -20 | 1 |
| -10 | 1 |
| 0 | 16 |
| 10 | 10 |
| 15 | 1 |
| 20 | 5 |
| 30 | 5 |
| 35 | 1 |
| 40 | 2 |
| 50 | 2 |
| 70 | 2 |
| 90 | 2 |

Tab. 9.2- H: Verteilung der erreichten Bewegungsamplituden in Innenrotation bei um 90° abduziertem Oberarm

| erreichter Winkel [°] | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 0 | 3 | 0 |
| 20 | 1 | 0 |
| 30 | 6 | 4 |
| 40 | 3 | 0 |
| 45 | 1 | 1 |
| 50 | 5 | 3 |
| 55 | 2 | 0 |
| 60 | 4 | 7 |
| 65 | 0 | 1 |
| 70 | 8 | 12 |
| 75 | 0 | 1 |
| 80 | 5 | 6 |
| 85 | 0 | 1 |
| 90 | 11 | 10 |
| 100 | 0 | 1 |
| 110 | 0 | 1 |
| 115 | 0 | 1 |

| Innenrotationsdifferenz [°] | Anzahl |
|-----------------------------|--------|
| -25 | 1 |
| -20 | 1 |
| -10 | 1 |
| 0 | 27 |
| 5 | 1 |
| 10 | 2 |
| 20 | 6 |
| 25 | 2 |
| 30 | 4 |
| 50 | 1 |
| 80 | 2 |
| 90 | 1 |

9.2.1 Bewegungsumfangsdifferenzen der häufigsten Frakturtypen

Tab. 9.2.1-A: Bewegungsumfangsdifferenzen der Patienten mit einfachen Scapulacorporfrakturen

| A1 | Mittelwert [°] incl. 95%-Konfidenzintervall |
|--|---|
| Abduktionsdifferenz | 25,63 ± 31,07 |
| Adduktionsdifferenz | 3,13 ± 7,16 |
| Extensionsdifferenz | 10,00 ± 13,23 |
| Flexionsdifferenz | 20,63 ± 21,07 |
| Außenrotationsdifferenz neutral | 10,63 ± 9,34 |
| Innenrotationsdifferenz neutral | 2,50 ± 11,11 |
| Außenrotationsdifferenz 90° abduziert | 10,63 ± 21,15 |
| Innenrotationsdifferenz 90° abduziert | 16,88 ± 23,57 |

Tab. 9.2.1-B: Bewegungsumfangsdifferenzen der Patienten mit mehrfragmentärer Scapulacorporfrakturen

| A2 | Mittelwert [°] incl. 95%-Konfidenzintervall |
|--|---|
| Abduktionsdifferenz | 21,36 ± 11,90 |
| Adduktionsdifferenz | 5,45 ± 3,84 |
| Extensionsdifferenz | 1,82 ± 5,16 |
| Flexionsdifferenz | 18,64 ± 10,98 |
| Außenrotationsdifferenz neutral | 10,45 ± 7,29 |
| Innenrotationsdifferenz neutral | 5,45 ± 5,68 |
| Außenrotationsdifferenz 90° abduziert | 14,55 ± 10,02 |
| Innenrotationsdifferenz 90° abduziert | 4,55 ± 8,09 |

Tab. 9.2.1-C: Bewegungsumfangsdifferenzen der Patienten mit kombinierten Scapulafrakturen aus mehrfragmentären Scapulacorporusfrakturen und Fraktur des Collum chirurgicum

| A2, C2 | Mittelwert [°] incl. 95%-Konfidenzintervall |
|--|---|
| Abduktionsdifferenz | 24,50 ± 17,06 |
| Adduktionsdifferenz | 6,50 ± 3,59 |
| Extensionsdifferenz | 10,50 ± 8,32 |
| Flexionsdifferenz | 21,00 ± 8,11 |
| Außenrotationsdifferenz neutral | 20,00 ± 10,83 |
| Innenrotationsdifferenz neutral | 9,00 ± 6,16 |
| Außenrotationsdifferenz 90° abduziert | 11,50 ± 9,01 |
| Innenrotationsdifferenz 90° abduziert | 9,00 ± 10,31 |

Tab. 9.2.1-D: Bewegungsumfangsdifferenzen der Patienten mit Collum-chirurgicum-Frakturen

| C2 | Mittelwert [°] incl. 95%-Konfidenzintervall |
|--|---|
| Abduktionsdifferenz | 20,63 ± 15,54 |
| Adduktionsdifferenz | 9,38 ± 9,16 |
| Extensionsdifferenz | 7,50 ± 5,86 |
| Flexionsdifferenz | 17,50 ± 11,57 |
| Außenrotationsdifferenz neutral | 10,63 ± 9,88 |
| Innenrotationsdifferenz neutral | 1,25 ± 2,45 |
| Außenrotationsdifferenz 90° abduziert | 11,25 ± 10,76 |
| Innenrotationsdifferenz 90° abduziert | 3,75 ± 7,35 |

9.3 Einzelkomponenten des Constant-Scores

9.3.1 Aktivitätsniveau des täglichen Lebens

Tab. 9.3.1- A: Aktivitätsniveau

| Punkte | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 2 | 1 | 0 |
| 4 | 4 | 0 |
| 6 | 12 | 1 |
| 7 | 2 | 0 |
| 8 | 13 | 1 |
| 9 | 3 | 0 |
| 10 | 14 | 47 |
| Anzahl gesamt | 49 | 49 |
| Mittelwert [Punkte] | 7,65 | 9,88 |
| Standardabweichung | 2,06 | 0,63 |
| Varianz (x^2) | 4,23 | 0,40 |
| 95%-Konfidenzintervall | 0,58 | 0,18 |

Tab. 9.3.1- B: Positionierung der Hand zum Arbeiten

| Position | Punkte | Anzahl ipsilateral | Anzahl kontralateral |
|--------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| Bis zum Xiphoid | 4 | 2 | 0 |
| Bis zum Hals | 6 | 13 | 1 |
| Bis zum Scheitel | 8 | 14 | 2 |
| Bis über den Kopf hinaus | 10 | 20 | 46 |
| Anzahl gesamt | | 49 | 49 |
| Mittelwert [Punkte] | | 8,12 | 9,84 |
| Standardabweichung | | 1,84 | 0,69 |
| Varianz (x^2) | | 3,40 | 0,47 |
| 95%-Konfidenzintervall | | 0,52 | 0,19 |

9.3.2 Bewertung der Beweglichkeit:

Tab. 9.3.2-A: Verteilung der Abduktionsfähigkeit

| Erreichter Winkel | Punkte | ipsilateral | kontralateral |
|--------------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| 61 – 90 | 4 | 7 | 1 |
| 91 – 120 | 6 | 12 | 3 |
| 121 – 150 | 8 | 14 | 13 |
| 151 – 180 | 10 | 16 | 32 |
| Anzahl | | 49 | 49 |
| Mittelwert | | 7,59 | 9,10 |
| Standardabweichung | | 2,12 | 1,42 |
| Varianz (X^2) | | 4,50 | 2,01 |
| 95%-Konfidenzintervall | | 0,59 | 0,40 |

9.3.2-B: Verteilung der Flexionsfähigkeit

| Erreichter Winkel | Punkte | ipsilateral | kontralateral |
|--------------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| 61 – 90 | 4 | 6 | 0 |
| 91 – 120 | 6 | 8 | 1 |
| 121 – 150 | 8 | 22 | 18 |
| 151 – 180 | 10 | 13 | 30 |
| Anzahl | | 49 | 49 |
| Mittelwert | | 7,71 | 9,18 |
| Standardabweichung | | 1,91 | 1,07 |
| Varianz (X^2) | | 3,67 | 1,15 |
| 95%-Konfidenzintervall | | 0,54 | 0,30 |

9.3.2-C: Verteilung der Innenrotationsfähigkeit

| Punkte | ipsilateral | kontralateral |
|------------------------|--------------------|----------------------|
| 2 | 2 | 0 |
| 4 | 2 | 0 |
| 6 | 3 | 1 |
| 7 | 1 | 0 |
| 8 | 22 | 13 |
| 9 | 1 | 0 |
| 10 | 18 | 35 |
| Anzahl | 49 | 49 |
| Mittelwert | 8,20 | 9,39 |
| Standardabweichung | 1,98 | 1,02 |
| Varianz (X^2) | 3,92 | 1,03 |
| 95%-Konfidenzintervall | 0,55 | 0,28 |

9.3.2-D: Verteilung der Außenrotationsfähigkeit

| Punkte | ipsilateral | kontralateral |
|------------------------|--------------------|----------------------|
| 4 | 3 | 0 |
| 6 | 6 | 0 |
| 8 | 24 | 13 |
| 10 | 16 | 36 |
| Anzahl | 49 | 49 |
| Mittelwert | 8,16 | 9,47 |
| Standardabweichung | 1,68 | 0,89 |
| Varianz (X^2) | 2,81 | 0,80 |
| 95%-Konfidenzintervall | 0,47 | 0,25 |

9.4 Einfluss der häufigsten Frakturtypkombinationen auf die Ergebnisse des Constant-Scores

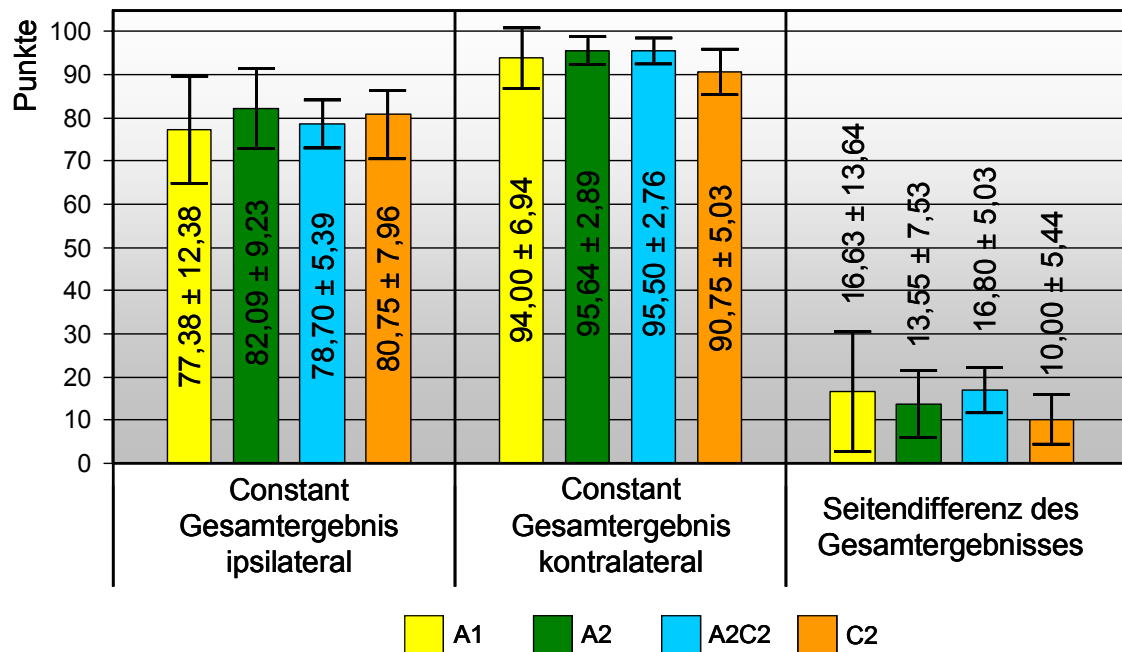


Abb. 5.6.4- II: Gegenüberstellung der 4 häufigsten Frakturtypkombinationen in ihren durchschnittlichen Constant-Score-Gesamtergebnissen und deren Seitendifferenzen zwischen der kontralateralen und ipsilateralen Seite unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

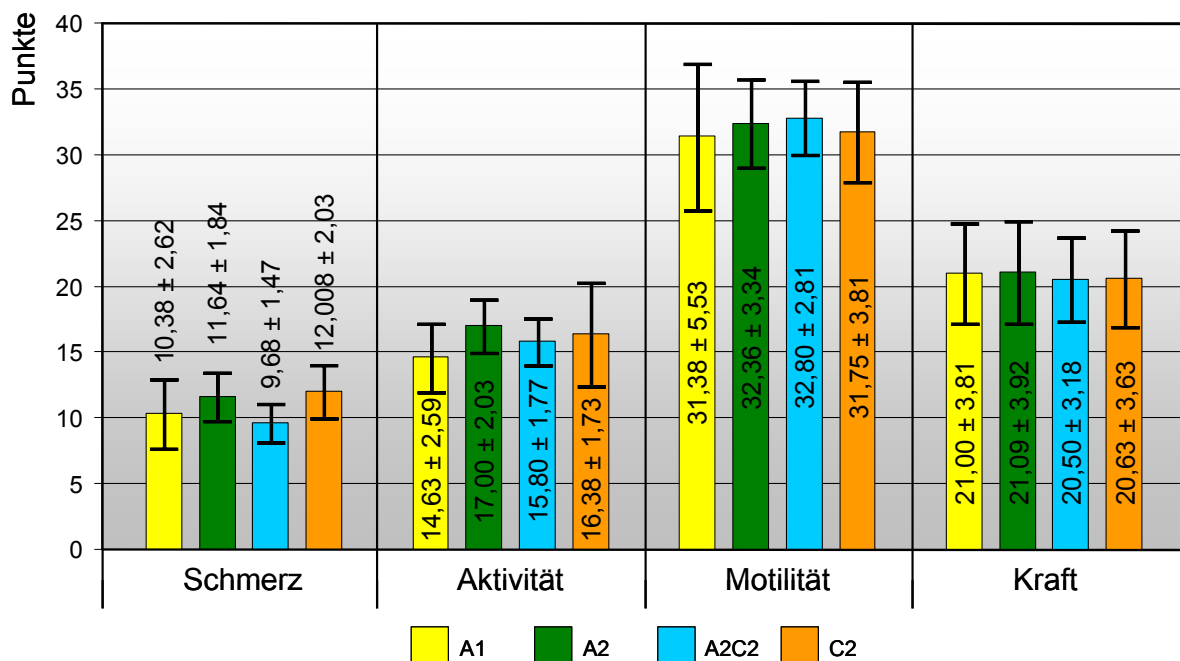


Abb. 5.6.4- III: Gegenüberstellung der 4 häufigsten Frakturtypkombinationen in ihren durchschnittlichen Ergebnissen der Constant-Score-Einzelkomponenten unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

9.5 Einfluss der Gelenknähe der Fraktur auf das Ergebnis des Constant-Scores

Tab. 9.5- A: Einfluß der Nähe der Fraktur zum Gelenk auf das Gesamtergebnis des Constant-Scores

| Gelenknähe der Fraktur | | Constant Gesamtergebnis ipsilateral | Constant Gesamtergebnis kontralateral | Seitenvergleichende Differenz des Constant Gesamtergebnisses |
|---|------------------------|---|---|--|
| gelenknah (C und D) | Mittelwert | 75,18 | 92,00 | 16,82 |
| | Anzahl | 11,00 | 11,00 | 11,00 |
| | Standardabweichung | 20,15 | 7,39 | 21,43 |
| | Varianz | 406,16 | 54,60 | 459,36 |
| | 95%-Konfidenzintervall | 11,91 | 4,37 | 12,67 |
| gelenkfern (A und B) | Mittelwert | 81,80 | 95,22 | 15,00 |
| | Anzahl | 25,00 | 23,00 | 23,00 |
| | Standardabweichung | 16,28 | 6,84 | 15,65 |
| | Varianz | 265,00 | 46,72 | 244,82 |
| | 95%-Konfidenzintervall | 6,38 | 2,79 | 6,39 |
| komplexe Fraktur aus gelenknahen und gelenkfernen Anteilen | Mittelwert | 80,36 | 96,36 | 16,00 |
| | Anzahl | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| | Standardabweichung | 12,36 | 4,07 | 11,18 |
| | Varianz | 152,71 | 16,55 | 125,08 |
| | 95%-Konfidenzintervall | 6,47 | 2,13 | 5,86 |
| Zusammenfassung der gelenknahen Frakturen mit den komplexen Frakturen aus gelenknahen und gelenkfernen Anteilen | Mittelwert | 78,08 | 94,44 | 16,36 |
| | Anzahl | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| | Standardabweichung | 16,09 | 6,05 | 16,10 |
| | Varianz | 258,83 | 36,59 | 259,32 |
| | 95%-Konfidenzintervall | 6,31 | 2,37 | 6,31 |

Der Patient mit der beidseitigen Scapulafraktur wird in diese Analyse eingeschlossen, da er beidseits gelenkferne mehrfragmentäre Scapulacorpusfrakturen aufweist. Beide Frakturseiten werden der Gruppe der ipsilateralen Frakturen zugeordnet.

9.6 Einfluss der Frakturseite auf den Constant-Score

Tab. 9.6-A: Einfluss der Frakturseite auf die Ergebnisse des Constant-Scores

| | Constant Gesamtergebnis ipsilateral | Constant Gesamtergebnis kontralateral | Seitendifferenz des Constant-Scores |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Fraktur auf dominanter Seite (n = 21) | | | |
| (Rechtsseitige Fraktur bei Rechtshändern, linksseitige Fraktur bei Linkshändern) | | | |
| Mittelwert | 78,62 | 97,48 | 18,86 |
| Standardabweichung | 19,69 | 3,16 | 19,65 |
| Varianz | 387,85 | 9,96 | 386,23 |
| 95%-Konfidenzintervall | 8,42 | 1,35 | 8,41 |
| Fraktur auf nicht dominanter Seite (n = 28) | | | |
| (Linksseitige Fraktur bei Rechtshändern, rechtsseitige Fraktur bei Linkshändern) | | | |
| Mittelwert | 78,93 | 92,93 | 14,00 |
| Standardabweichung | 12,72 | 7,39 | 12,10 |
| Varianz | 161,92 | 54,66 | 146,37 |
| 95%-Konfidenzintervall | 4,71 | 2,74 | 4,48 |

Der Patient, der beidseitige Frakturen der Scapula erlitt, kann für diese Untersuchung nicht herangezogen werden. Er erreicht einen seitengleichen Constant-Score von 100 Punkten.

9.7 Isokinetik

9.7.1 Isokinetische Messwerte des Patienten mit beidseitiger Scapulafraktur

Tab. 9.7.1-1-A: Beim Patienten mit beidseitiger mehrfragmentärer Scapulafraktur erhobenen isokinetische Messwerte des maximal erreichten Drehmoments und der erbrachten Leistung bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s und 180°/s

| | Maximales Drehmoment [Nm] | | | | Leistung [Watt] | | | |
|---------------|---------------------------|-------|--------|-------|-----------------|-------|--------|-------|
| | 60°/s | | 180°/s | | 60°/s | | 180°/s | |
| | rechts | links | rechts | links | rechts | links | rechts | links |
| Abduktion | 52,1 | 54,6 | 70,4 | 69 | 32,9 | 32,8 | 54 | 52,3 |
| Adduktion | 57,9 | 54,8 | 86 | 88,5 | 33,4 | 31,6 | 65,8 | 53,1 |
| Flexion | 55,2 | 58,6 | 52,5 | 48,3 | 35,3 | 31,3 | 61,2 | 53,3 |
| Extension | 54,9 | 55,7 | 55,5 | 89,1 | 33,1 | 36,4 | 47,9 | 58,1 |
| Außenrotation | 19,3 | 21,7 | 16,1 | 16,4 | 8,9 | 10,6 | 14,8 | 15,3 |
| Innenrotation | 37,2 | 37,6 | 34 | 34,7 | 27,4 | 27,6 | 59,5 | 59,2 |

9.7.2 Analyse des durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizits des maximalen Drehmoments und der erbrachten Leistung aller Bewegungsrichtungen nach den häufigsten Frakturtypkombinationen

Tab. 9.7.2-A: Durchschnittliches prozentuales ipsilaterales Leistungsdefizit der isokinetischen Messwerte aller Bewegungsrichtungen aufgeschlüsselt nach den häufigsten Frakturtypkombinationen unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

| Frakturtyp | Anzahl | Drehmomentsdefizit bei 60°/s [%] | Drehmomentsdefizit bei 180°/s [%] | Leistungsdefizit bei 60°/s [%] | Leistungsdefizit bei 180°/s [%] |
|---------------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| A1 | 8 | 2,69 ± 14,76 | 2,96 ± 13,67 | 6,54 ± 35,20 | 11,73 ± 32,82 |
| A2 | 11 | 17,33 ± 10,55 | 7,86 ± 12,73 | 23,22 ± 17,11 | 32,86 ± 17,50 |
| A2, C2 | 10 | 16,70 ± 8,60 | 11,94 ± 7,40 | 25,42 ± 16,35 | 37,73 ± 11,36 |
| C2 | 8 | 8,13 ± 13,59 | 5,36 ± 8,97 | 11,13 ± 17,24 | 19,58 ± 21,17 |

9.7.3 Analyse des durchschnittlichen prozentualen ipsilateralen Defizits des maximalen Drehmoments und der erbrachten Leistung aller Bewegungsrichtungen nach der Dominanz der frakturierten Körperseite

Tab 9.7.3-A: Durchschnittliches prozentuales ipsilaterales Defizit der isokinetischen Messwerte aller Bewegungsrichtungen aufgeschlüsselt nach der Dominanz der frakturierten Körperseite unter Angabe des 95%-Konfidenzintervalls

| Frakturseite | Anzahl | Drehmomentsdefizit bei 60°/s [%] | Drehmomentsdefizit bei 180°/s [%] | Leistungsdefizit bei 60°/s [%] | Leistungsdefizit bei 180°/s [%] |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| dominante Körperseite | 20 | 16,57 ± 7,88 | 9,24 ± 7,89 | 25,00 ± 13,08 | 33,52 ± 13,47 |
| nicht-dominante Körperseite | 28 | 9,24 ± 7,17 | 3,34 ± 5,60 | 12,11 ± 12,79 | 21,25 ± 11,75 |

10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt dem Ärztlichen Direktor der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR Herrn Priv. Doz. Dr. med. H. R. Kortmann für die Themenstellung und wertvollen Anregungen, die mir diese wissenschaftliche Bearbeitung ermöglichten.

Weiterhin bedanke ich mich bei Frau Dr. med. Herbst und Herrn Dr. med. Schofer, die mich als Tutoren bei der Erstellung der Arbeit unterstützten.

11 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Sehrt, Axel Carsten
Geburtsdatum/-ort: 04.08.76, Essen
Eltern: - Ursula Sehrt-Ricken, Prof. Dr. med., Ärztin für Allgemeinmedizin
- Friedhelm Sehrt, Universitätsprofessor Dipl.-Ing.

Schulbildung:

1983 – 1987 Grundsule am Sunderplatz, Mülheim a. d. Ruhr
1987 – 1993 Gymnasium Heißen, Mülheim a. d. Ruhr
1993 – 1994 Charleston High School, Charleston, Illinois, USA
Abschluß: High School Graduation
1994 – 1996 Gymnasium Heißen, Mülheim a. d. Ruhr
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Hochschulbildung:

Seit 10/1996 Rheinisch Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen: Studiengang Medizin
08/1998 Ärztliche Vorprüfung
08/1999 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
07/2001 USMLE Step 1 (Erstes amerikanisches Staatsexamen)
03/2002 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
04/2002 – 03/2003 Praktisches Jahr in Aachen, den USA und der Schweiz, Wahlfach Orthopädie
05/2003 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
06/2003 Erhalt der Berufserlaubnis zur Tätigkeit als Arzt im Praktikum
seit 06/2003 Promotionsstudium an der RWTH-Aachen

Beruflicher Werdegang:

05/2004 – 09/2004 Arzt im Praktikum an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR
seit 10/2004 Assistenzarzt an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Duisburg GbR

12 Abstract

Titel

Klinisch-funktionelle Spätergebnisse konservativ behandelter Scapulafrakturen

Fragestellung

Welche Langzeitprognosen bestehen bei konservativ behandelten Scapulafrakturen

Methoden

Die funktionellen Langzeitergebnisse an 50 Patienten nach konservativ behandelten Scapulafrakturen werden dargestellt und ausgewertet. Hierzu werden die auf subjektiven und objektiven Parametern beruhende Schulterfunktionsbeurteilung nach Constant und seitenvergleichende isokinetische Messungen herangezogen.

Ergebnisse

Die Frakturen unterteilen sich in: 22% einfache, 48% mehrfragmentäre Scapulacorporfrakturen, 42% Frakturen des Collum chirurgicum, 10% Fortsatzfrakturen und 10% Frakturen mit Beteiligung des Glenoids auf. In 34% der Fälle sind die Frakturverläufe mehreren Frakturtypen zuzuordnen. 84% der Patienten haben Begleitverletzungen, bei 68% liegen Verletzungen des ipsilateralen Schultergürtels oder Thorax vor. Signifikante Einschränkungen der Beweglichkeit finden sich in allen Bewegungsrichtungen. Sie sind in Abduktions-, Flexions- und Außenrotationsrichtung besonders ausgeprägt, befinden sich aber dennoch in einem Ausmaß, das keine wesentlichen funktionellen Einschränkungen zur Folge hat. Das Gesamtergebnis des Constant-Scores ist im eigenen Patientengut bei 73% der Patienten gut bis sehr gut, bei 20% der Patienten befriedigend und bei 6% schlecht. Es besteht kein Zusammenhang zwischen den Frakturtypen und den ermittelten Schulterfunktion nach Constant ($p > 0,54$). Die isokinetischen Messungen ergeben ipsilateral kleinere Drehmomente und Leistungen in allen Bewegungsrichtungen bei niedriger ($60^\circ/\text{s}$: Drehmomentsdefizit = $12,30 \pm 5,63\%$, Leistungsdefizit = $17,48 \pm 9,33\%$) wie auch hoher Winkelgeschwindigkeit ($180^\circ/\text{s}$: Drehmomentdefizit = $5,80 \pm 4,66\%$, Leistungsdefizit = $26,37 \pm 8,93\%$). Die Einschränkungen wirken sich besonders auf die Leistungsfähigkeit bei funktionellen, hohen Winkelgeschwindigkeiten aus. Ein Zusammenhang zwischen den zugeordneten Frakturtypen und den Einschränkungen der isokinetischen Messwerte besteht nicht ($p > 0,067$). Ein hochsignifikanter Zusammenhang besteht zwischen der Einschränkung der isokinetischen Messwerte der verletzten Extremität und der Einschränkung des Constant-Scores ($p < 0,002$). Das Ausmaß der Bewegungseinschränkung korreliert mit der Einschränkung der isokinetischen Muskelkraft ($p < 0,02$). Ein funktionell gutes Heilungsergebnis wird innerhalb der ersten 30 physiotherapeutischen Behandlungen erreicht ($p = 0,017$).

Schlussfolgerung

Konservativ therapierte Scapulafrakturen heilen in der Regel mit einem guten funktionellen Ergebnis aus, es verbleiben allerdings meist messbare Einschränkungen. Auch durch eine langfristig durchgeführte Physiotherapie kann eine eingeschränkte Schulterfunktion nicht kompensiert werden.