

### **3 Allgemeiner Teil**

#### **3.1 Anatomie**

##### **3.1.1 Anatomie**

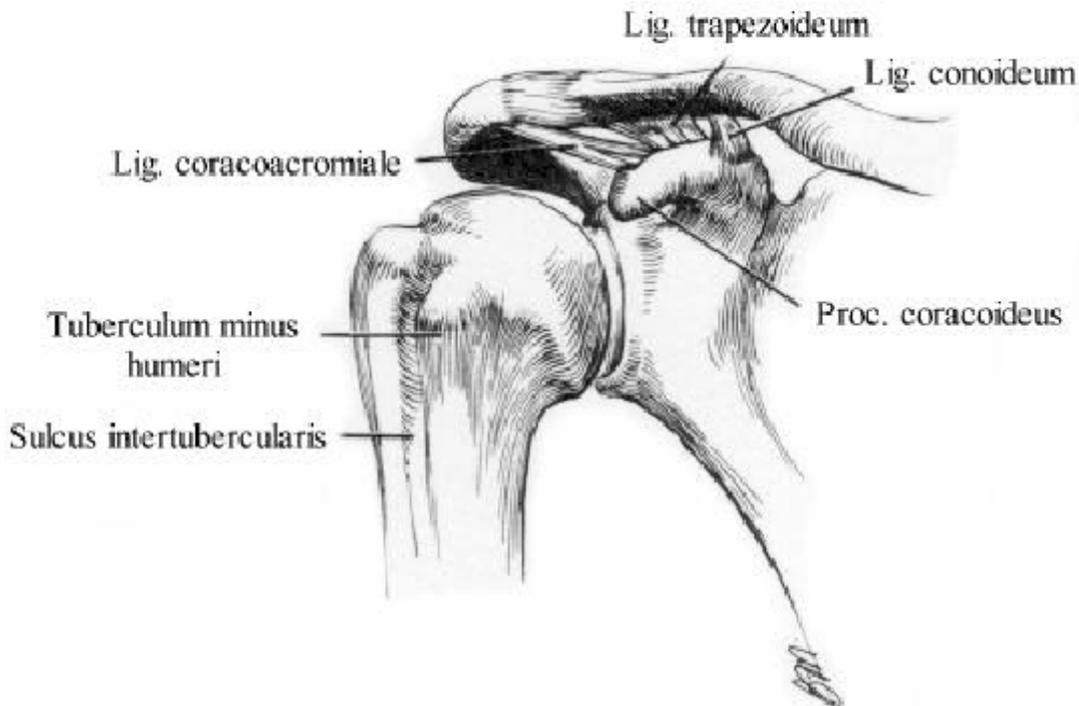
Das AC-Gelenk wird gebildet aus dem medialen Rand des Akromions und dem distalen Ende der Klavikula. Es artikuliert die konkave Facies articularis acromii und die konvexe, eiförmige Facies articularis clavicularis miteinander. Die Achse des Gelenkes ist nicht rein sagittal gerichtet, sondern von medial dorsal nach lateral ventral und zeigt eine leichte Neigung nach medial caudal. (THIEL 1937) Die durchschnittliche Gelenkfläche des acromioklavikulären Gelenkes beträgt 9 mm x 19 mm (POST 1978). Die Weite des Gelenkspaltes liegt bei Männern bis 7 mm und bei Frauen bis 6 mm. (JEROSCH 2000) Die Gelenkkapsel selber ist ein schwaches Gebilde, sie wird jedoch durch ein kräftiges Lig. acromioclaviculare superior und ein relativ schwaches Lig. acromioclaviculare inferior verstärkt. (JEROSCH 2000) Die Gelenkkapsel ist ventral dicker als dorsal. Der radiologisch messbare Gelenkspalt beträgt in der Regel 1 – 3 mm (ZANCA 1971).

Der hyaline Knorpel der akromialen Gelenkfläche bleibt bis zum zweiten Lebensjahrzehnt bestehen und wird erst dann zu Faserknorpel umgewandelt. Der Faserknorpel der lateralen Klavikula entwickelt sich schon in der 30.

Schwangerschaftswoche aus dem zuvor angelegten hyalinen Knorpel (HENSCHKE et al. 1997).

Die bestehende Gelenkkongruenz wird durch einen häufig inkompletten Discus articularis aus Faserknorpel ausgeglichen. Der Discus articularis lässt sich nach morphologischen Kriterien in drei Typen einteilen. (WEINSTABL et al. 1985) Er unterteilt einen kompletten Discus (Typ I), einen inkompletten Discus (Typ II) mit lappenförmigem oder zottigem Erscheinungsbild und einen meniscoiden Discus (Typ III). Aus entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen ist bekannt, dass die Anlage beim Menschen primär als kompletter Discus erfolgt, so dass die häufig beobachteten Typen II und III als degenerative Form zu werten sind. (GARDNER et GRAY 1953) Salter untersuchte 53 Leichenpräparate. Er fand in einem AC-Gelenk einen kompletten Discus, in 11 Gelenken war überhaupt kein Discus vorhanden, eine meniskoide Struktur

fand er in 25 Gelenken und in 16 Gelenken waren nur noch Teile eines Discus aufzufinden. (SALTER 1987)



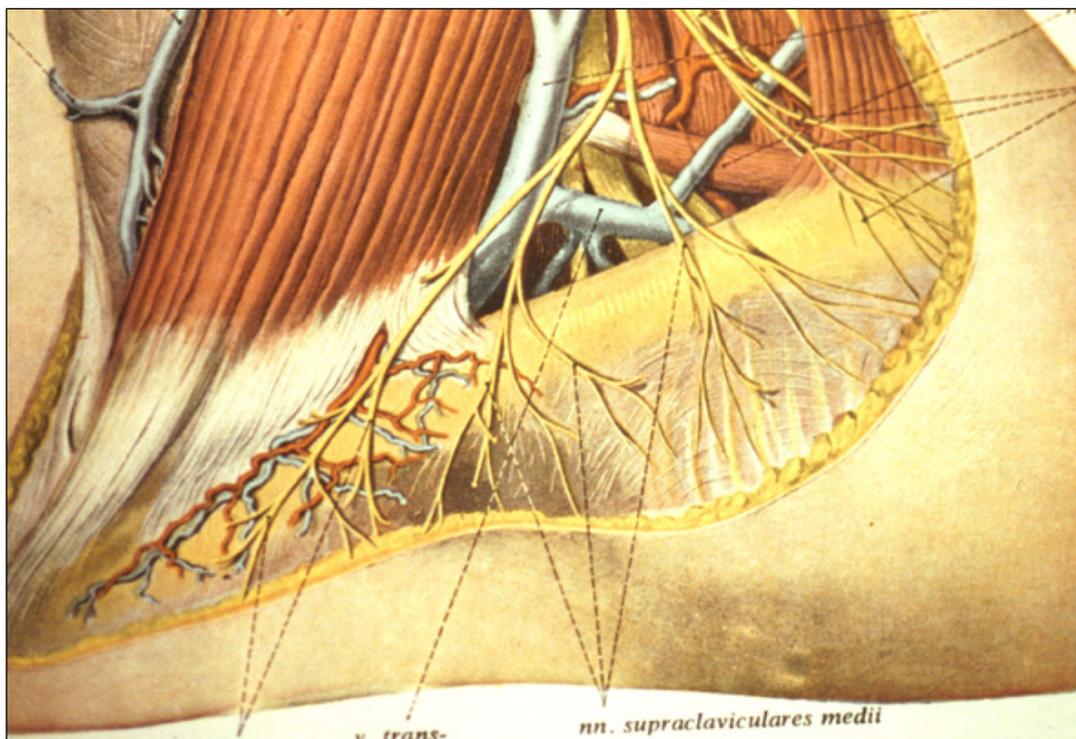
### **Abbildung 1: Die normale Anatomie des Akromioklavikulargelenkes**

(Aus: ROCKWOOD 1984)

Wichtig für die vertikale Stabilität des Gelenkes sind die vertikalen Bandstrukturen. Sie verlaufen vom Processus coracoideus zur Klavikula und bestehen aus zwei separaten Bändern, dem Lig. trapezoideum und dem Lig. conoideum. Sie gewährleisten die feste Bindung zwischen Skapula und Klavikula. Das Lig. conoideum ist am Tuberculum conoideum an der Unterseite des Schlüsselbeines nahe dem Hinterrand verankert. Es ist frontal gestellt und an der Umknickstelle des Processus coracoideus befestigt. Das Lig. trapezoideum verläuft schräg nach oben und außen. Es findet seinen Ansatz an der Unterseite der Klavikula an einer dreieckigen Rauigkeit, welche in der lateralen Verlängerung des Tuberculum conoideum liegt. Es inseriert an der Innenseite des horizontalen des Rabenschnabelfortsatzes. Die vordere innere Fläche der viereckigen Bandstruktur schaut nach medial, ventral und kranial, während die Rückseite nach hinten, außen und kaudal gerichtet ist. Der Hinterrand des Lig. trapezoideum geht

häufig in das Lig. conoideum über. Beide Bänder sind senkrecht zueinander angeordnet und bilden einen nach vorne und medial offenen Winkel (Darstellung in Abbildung 1) (JEROSCH 2000). Bosworth zeigte, dass die mittlere Distanz zwischen Klavikula und Processus coronoideus 1,3 cm beträgt. (BOSWORTH 1941 und 1949)

Für das AC-Gelenk sind weiter die an der Klavikula ansetzenden Muskeln interessant. Über das Gelenk spannt sich die Aponeurose des M. deltoideus und des M. trapezius aus. Die Pars clavicularis des M. trapezius setzt am lateralen Drittel des Schlüsselbeins und zieht zusammen mit der medial ansetzenden Pars clavicularis des M. sternocleidomastoideus nach cranial. Dieser Cranialzug kann von den an der Unterfläche des Schlüsselbeines entspringenden M. deltoideus und M. pectoralis major nur partiell antagonisiert werden. Der schwache M. subclavius entspringt an der Knorpel-Knochen-Grenze der ersten Rippe und zieht ebenfalls zur Unterfläche der Klavikula. Er presst die Klavikula gegen das Sternum.



**Abbildung 2: Nn. Supraclaviculares** (Aus: NETTER 1997)

Die Gefäßversorgung der Gelenkkapsel des AC-Gelenkes erfolgt durch die Arteria und Vena transversa scapulae (aus dem Truncus thyreocervicalis). Die Nervenversorgung der Gelenkkapsel erfolgt durch die Rami articulares des Nervus suprascapularis und des Nervus thoracicus verntialis cranialis. Die Haut über dem AC-Gelenk und über der

Klavikula wird von den Ästen des Nervus supraclavicularis aus dem Truncus superior des Plexus brachialis versorgt. Der N. supraclavicularis überquert die Klavikula im mittleren Anteil und innerviert auch noch die Hautareale caudal der Klavikula (siehe Abbildung 2). (FRICK et al. 1987)

### 3.1.2 Funktionelle Anatomie

Funktionell ist das Schulterergelenk ein Kugelgelenk mit drei Freiheitsgraden, die jedoch durch die Gelenkkapsel, das Lig. acromioclaviculare und das Lig. coracoclaviculare stark eingeschränkt werden. Funktionell werden Richtung und Ausmaß der Bewegungen im AC-Gelenk im Wesentlichen durch den Bewegungsspielraum bestimmt, den die durch Muskelschlingen an der Thoraxwand befestigte Skapula besitzt. Die Eigenbewegungen im AC-Gelenk setzen sich aus Dreh- und Kippbewegungen der Skapula um verschiedene Achsen und einer Rotation der Klavikula um ihre Längsachse zusammen.

Die Verbindungen des Schultergürtels erlauben:

- Heben und Senken der Schulter (= Verschieben des Schulterblatts in der Vertikalen)
- Vor- und Zurücknehmen der Schulter (= Verschiebungen des Schulterblatts in einer Horizontalebene nach ventrolateral oder dorsomedial)
- Drehung des Schulterblatts um die Längsachse der Klavikula, wobei 2/3 der Bewegung im lateralen und 1/3 im medialen Schlüsselbeingelenk erfolgen (Gesamtumfang der Drehbewegung ca. 60°)

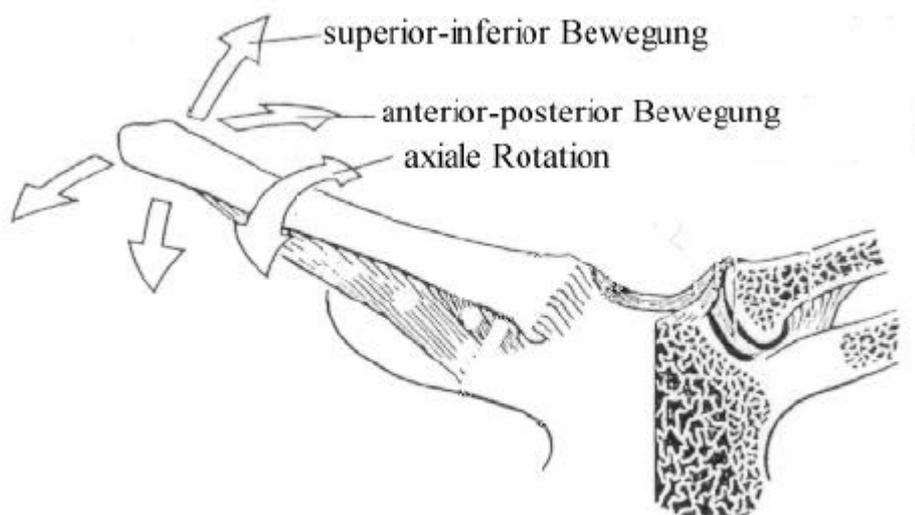
Im Sternoklavikulargelenk ist aus der Ruhigstellung die Senkung der Klavikula in geringem, die Hebung in ausgedehntem Maße möglich (am lateralen Ende bis 10 cm). Bei extremer Ausnützung des Bewegungsraumes im Sternoklavikulargelenk umschreibt die Extremitas acromialis eine quergestellte Ellipse. Hierbei wird die Klavikula zwangsläufig um ihre Längsachse gedreht. (FRICK et al. 1987) Die Bewegungen, bei denen hauptsächlich das Schulterergelenk beteiligt ist, bestehen in

- Schwenkungen des unteren Schulterblattwinkels um die horizontale Achsen durch das AC-Gelenk und
- Flügelbewegungen des Schulterblatts um eine vertikal durch das AC-Gelenk verlaufende Achse.

Schwenkbewegungen des unteren Skapulawinkels sind die Voraussetzung für das Erheben des Armes über die Horizontale. IMMAN et al. ermittelten das Bewegungsausmaß des AC-Gelenkes mit ca. 20°. Dabei zeigt sich, dass eine Bewegung im Gelenk lediglich bei den ersten 30° der Schulterabduktion und dann wieder ab 135° Abduktion bzw. Elevation des Armes auftreten. Zwischen 30° und 135° konnte er nahezu keine Bewegung der Gelenkpartner feststellen. (IMMAN et al. 1944)

Nach Rauber und Kopsch (1987) sind die beiden Gelenke der Klavikula – Sternoklavikular- und Acromioklavikulargelenk – gemeinsam bei allen Bewegungen beteiligt. In der Horizontalen rotiert die Klavikula im Acromioklavikulargelenk um 30°, betrachtet man jedoch beide Gelenke, dann rotiert die Klavikula um 60°. (RAUBER et KOPSCH 1987, ROCKWOOD et YOUNG 1990)

In der Horizontalebene kann die Skapula gedreht werden. Diese Flügelbewegung hat einen Bewegungsumfang von 50°. Rockwood und Young prägten dafür den Begriff „anterior-posterior-rotation“. (siehe Abbildung 3) In Ergänzung dazu handelt es sich um eine „superior-inferior-rotation“ bei seitlicher Elevation des Armes. (ROCKWOOD et YOUNG 1990)



**Abbildung 3: Bewegungen des lateralen Klavikulaendes in den verschiedenen Ebenen** (Aus: KAPANDJI 1984)

### 3.1.3 Pathologische Anatomie

Prinzipiell ist eine Luxation im AC-Gelenk in allen vier Richtungen möglich, weitaus am häufigsten ist jedoch die Luxatio supraacromialis claviculae. Begünstigt wird diese Luxationsform durch den anatomischen Bau des Gelenkes, da das acromiale Ende der Klavikula höher steht als das Akromion und die Gelenkflächen so geneigt sind, dass die Klavikula das Akromion übergreift. (KOPP 1982, HELBING 1992)

Urist hat 1946 eine grundlegende anatomische Studie über die Luxatio acromioclavicularis durchgeführt:

- Im ersten anatomischen Präparat durchtrennte er isoliert die korakoklavikulären Bänder. Es resultierte keine deutliche Instabilität des Gelenkes.
- Im zweiten Präparat durchtrennte er das Lig. acromioclaviculare superior und entfernte die Gelenkkapsel. Hierdurch konnte er das Gelenk jedoch nur subluxieren. Nach zusätzlicher Lösung des Ansatzes des M. trapezius von der Klavikula konnte er das laterale Klavikulaende vollständig nach hinten oben luxieren. Der reine Zug nach oben gestattete jedoch auch hier nur eine Subluxation.
- Wurden nun die korakoklavikulären Bänder durchtrennt, konnte auch der Zug nach oben eine vollständige Luxation des Gelenkes bewirken.
- Im dritten Präparat durchtrennte er das Lig. trapezoideum, das Lig. acromioclaviculare superior und die Ansätze des M. deltoideus und des M. trapezius von der Klavikula ab. Hier waren sowohl eine Luxation nach dorsal, als auch nach cranial möglich.
- An einem vierten Schulterpräparat durchtrennte er wie im dritten Präparat das Lig. acromioclaviculare superior, trennte die Ansätze des M. deltoideus und des M. trapezius von der Klavikula ab und anstelle des Lig. trapezoideum das Lig. conoideum. Hierdurch war eine deutlich größere Luxation im AC-gelenk nach cranial zu erreichen als beim dritten Präparat.
- In einem fünften Schulterpräparat konnte Urist nachweisen, dass die reine vertikale Dislokation bei unverletzten korakoklavikulären Bandstrukturen nicht möglich war. (URIST 1946)

Diese Ergebnisse wurden durch spätere Untersuchungen von Rockwood und Green 1984 bestätigt. (ROCKWOOD 1984). Damit wurde gezeigt, dass die Stabilität in der Horizontalen durch das Lig. acromioclaviculare und die Muskelansätze gewährleistet ist. Die vertikale Stabilität wird durch die korakoklavikulären Bänder gesichert.

Die Reißfestigkeit der ligamentären Strukturen des AC-Gelenkes ist in der Literatur unterschiedlich angegeben. Messungen von Sommer (1928) und Marschner (1958) ergaben eine Reißfestigkeit des Lig. acromioclaviculare von 36-42 kp und für das Lig. coracoacromiale von mehr als 80 kp (USADEL 1940). Rahmanzadeh fand anhand von Leichenversuchen auf Reißfestigkeiten für das Lig. acromioclaviculare eine Belastbarkeit von 80 kp und für das Lig. coracoclaviculare auf 87 kp. (RAHMANZADEH 1990)

Bei Krafteinwirkung auf die Klavikula wird zunächst das Lig. coracoacromiale funktionell beansprucht. Bringt die einwirkende Kraft eine Zerreißung zustande, resultiert eine Subluxationsstellung. Diese Subluxationsstellung bleibt bestehen, da die cranial ziehenden Muskeln in ihrer Kraft die der caudal ziehenden Muskeln überwiegt. Nach Hohlbach et al. ist die Reihenfolge der Bandzerreiungen ausschließlich aus der funktionellen Anatomie und nicht aus der Reißfhigkeit der einzelnen Bänder abzuleiten: "Ist das Lig. acromioclaviculare zerrissen, so kann das Akromion unter die Klavikula treten und bei weiter einwirkender Kraft die Skapula nach innen rotieren. Dadurch wird nun die Pars trapezoidea gespannt und schließlich (bei ausreichender Kraft) zerrissen. Dann erst wird das Lig. conoideum beansprucht und ggf. zerrissen." (HOHLBACH et al. 1986)

Nach Haas und Blauth kommt es durch die vollständige Zerreißung des Kapselbandapparates nicht zu einem Hhertreten der Klavikula, sondern zu einem Herabhängen des Armes und des Schulterblattes der verletzten Schulter. (HAAS und BLAUTH 1989)

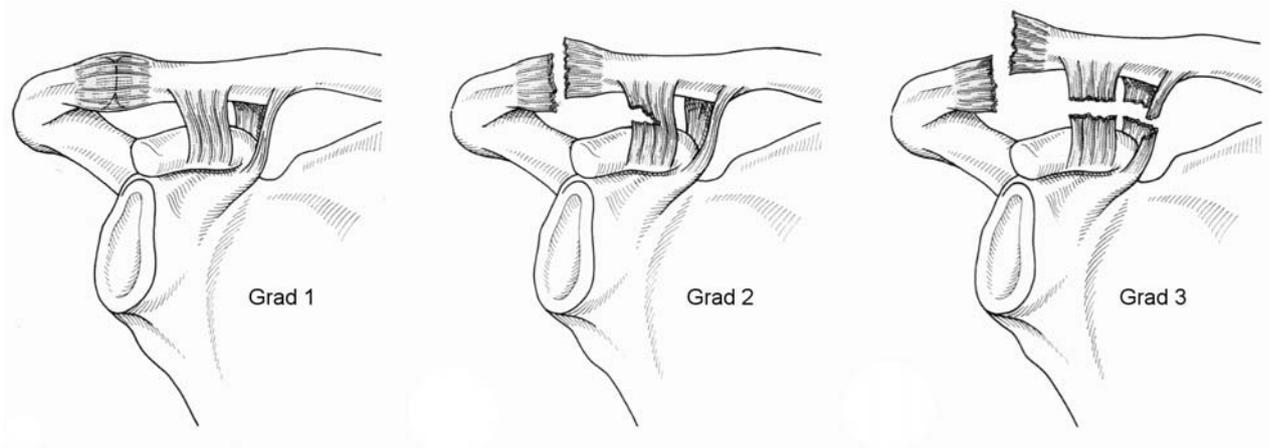
## 3.2 Klassifikationen

### 3.2.1 Klassifikation nach Tossy

Tossy et al. sowie Imatani et al. teilen die Verletzungen des AC-Gelenkes in drei Schweregrade ein (siehe Abbildung 4):

- **Grad 1:** Dehnung und Teilruptur der acromioklavikulären Bänder mit schmerzhafter Schwellung im Bereich der Schulterhöhe, jedoch keine grobe Verformung. Im Röntgenbild zeigt sich auch auf der Aufnahme unter Belastung nur eine geringe Verschiebung der Klavikula.

- **Grad 2:** Hier liegt eine Zerreißung der acromioklavikulären Bänder und Dehnung des korakoklavikulären Bandapparates vor. Das laterale Ende der Klavikula ist prominent und federnd fixiert. Im Röntgenbild ist das AC-Gelenk um die Hälfte des Klavikuladurchmessers disloziert bzw. subluxiert.
- **Grad 3:** Hier liegt eine Vollständige Zerreißung des korakoklavikulären und acromioklavikulären Bandapparates vor. Eine Stufenbildung ist deutlich sichtbar, es besteht das sog. Klaviertastenphänomen, bei dem die Klavikula wie eine Klaviertaste nach caudal gedrückt werden und die Stufe im AC-Gelenk unter Druck aufgehoben werden kann. Im Röntgenbild beträgt die Verschiebung der Klavikula im AC-Gelenk mehr als eine halbe Schaftbreite. (TOSSY et al. 1963, IMATANI RJ et al. 1975) Tossy beschränkt sich auf die radiologische Einteilung der vertikalen Verschiebung des lateralen Klavikulaendes in Relation zum Akromion. Dabei postuliert er die dazu nötigen pathologisch anatomischen Grundlagen (s.o.) (JEROSCH 2000)



**Abbildung 4: Klassifikation nach Tossy** (Aus: DURST 1997)

### 3.2.2 Klassifikation nach Rockwood

Rockwood trägt der Tatsache Rechnung, dass das AC-Gelenk nicht nur in vertikaler, sondern auch in horizontaler Richtung möglich ist. Daneben finden sich außer Bandverletzungen auch Verletzungen der Muskelansätze. Zur differenzierteren Betrachtungsweise wurde von Rockwood die folgende Klassifikation mit 6 Schweregraden vorgeschlagen (siehe Abbildung 5): (ROCKWOOD 1984)

- Grad 1: Es liegt eine Dehnung des Lig. acromioclaviculare superior vor, das Gelenk selbst ist intakt, die korakoklavikulären Bänder sind intakt und die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius sind intakt.
- Grad 2: Es liegt eine Ruptur des Lig. acromioclaviculare superior vor, der Gelenkspalt des AC-Gelenkes ist verbreitert, die Klavikula ist geringgradig nach cranial luxiert und der korakoklavikuläre Bandapparat ist gedehnt. Des Weiteren ist der Abstand zwischen Proc. coracoideus und Klavikula normal und die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius sind intakt.
- Grad 3: Es liegt eine Ruptur des Lig. acromioclaviculare superior vor, das AC-Gelenk ist disloziert, die Klavikula ist deutlich nach cranial luxiert und der korakoklavikuläre Bandapparat ist gerissen. Des Weiteren ist der Abstand zwischen Proc. coracoideus und Klavikula im Vergleich zur Gegenseite vergrößert (25-100%) und die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius sind vom distalen Ende der Klavikula gelöst.
- Grad 4: Es liegt eine Ruptur des Lig. acromioclaviculare superior vor, das AC-Gelenk ist vollständig disloziert, die Klavikula ist nach dorsal in den M. trapezius oder gar durch das Muskelgewebe hindurch verschoben. Der korakoklavikuläre Bandapparat ist teilweise oder ganz gerissen. Des Weiteren ist der Abstand zwischen Proc. coracoideus und Klavikula im Vergleich zur Gegenseite vergrößert (25-100%) und die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius sind vom distalen Ende der Klavikula gelöst.
- Grad 5: Es liegt eine Ruptur des Lig. acromioclaviculare superior vor, das AC-Gelenk ist vollständig disloziert, die Klavikula ist massiv nach cranial luxiert und der korakoklavikuläre Bandapparat ist vollständig gerissen. Des Weiteren ist der Abstand zwischen Proc. coracoideus und Klavikula im Vergleich zur Gegenseite vergrößert (25-100%) und die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius sind vom distalen Ende der Klavikula gelöst.
- Grad 6: Es liegt eine Ruptur des Lig. acromioclaviculare superior vor, das AC-Gelenk ist vollständig disloziert, die Klavikula ist nach ventral entweder unter das Akromion oder gar unter den Proc. coracoideus disloziert. Der korakoklavikuläre Bandapparat kann unbeschädigt oder gerissen sein. Des Weiteren ist der Abstand zwischen Proc. coracoideus und Klavikula im Vergleich zur Gegenseite reduziert und die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius könne unverletzt oder vom distalen Ende der Klavikula gelöst sein.

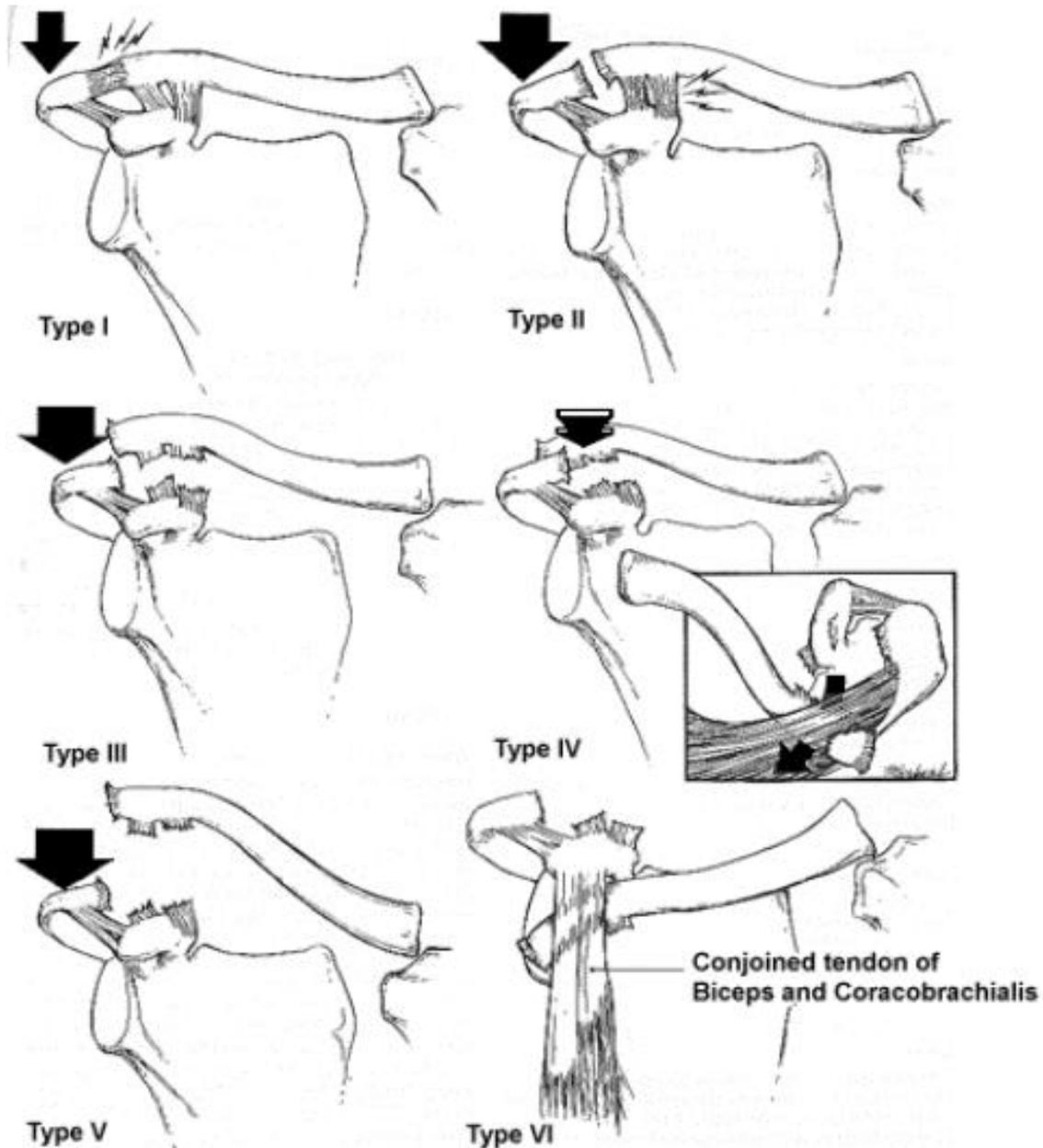


Abbildung 5: Klassifikation nach Rockwood (Aus: ROCKWOOD et GREEN 1984)

### 3.3 Diagnostik

#### 3.3.1 Anamnese

Bei jeder Untersuchung und Aufnahme eines Patienten erfolgt eine Anamnese. Aufgrund der aktuellen Anamnese lässt sich der Unfallhergang rekonstruieren. Je nach Art des Traumas kann auf die einwirkenden Kräfte bezüglich Größe und Krafrichtung geschlossen werden. Bei einem Motorradunfall wirken größere Kräfte als bei einem

Sturz beim Gehen. Hier soll die Anamnese dazu dienen, Möglichkeiten einer Begleitverletzung, z. B. eines Schädel-Hirn-Traumas oder weiterer Frakturen festzustellen.

Die Anamnese betrifft auch die Krankengeschichte. Eine mit hyperthrophen Kallusbildung verheilte laterale Klavikulafraktur könnte eine AC-Gelenkssprengung vortäuschen, ebenso wie eine konservativ behandelte AC-Gelenksluxation.

### 3.3.2 Unfallmechanismus

Es sind ein direkter und ein indirekter Verletzungsmechanismus zu unterteilen. Beim direkten Trauma liegt eine direkte Krafteinwirkung auf die Schulter bei angelegtem Arm vor, meist bei einem Sturz auf die Schulter mit adduziertem Arm. Bei diesem direkten Unfallmechanismus kommt es je nach Größe der einwirkenden Kraft zu einer Distorsion des AC-Gelenkes oder zur Ruptur der einzelnen Bandstrukturen.

Beim indirekten Verletzungsmechanismus wird die Kraft entlang des Oberarmschaftes auf das knöcherne Schulterdach geleitet, meist bei Sturz auf den ausgestreckten Arm. Das übliche Verletzungsmuster ist ein direktes Trauma. (LEMOS 1998, THELEN 1976, MOSELY 1959, BOSCH und FREMEREY 2002)

### 3.3.3 Inspektion

Nach der Anamnese steht die klinische Untersuchung an. Wenn der Allgemeinzustand des Patienten es zulässt, betrachtet man ihn stehend mit locker herabhängenden Armen und freiem Oberkörper. Zu achten ist hier auf einen Klavikulahochstand, eine Schonhaltung der verletzten Schulter, eine Verkürzung der Schulterbreite und allgemein Asymmetrien. Die Inspektion erfolgt von ventral und dorsal. Augenmerk liegt auf Prellmarken und Schürfungen als Zeichen einer direkten Gewalteinwirkung, sowie auf Schwellungen oder Stufenbildungen. Die scheinbar hoch stehende Klavikula mit Klaviertastenphänomen ist eine Blickdiagnose. (JEROSCH und CASTRO 1995, DAHMER 1988)

### 3.3.4 Palpation

Zur Palpation des AC-Gelenkes ist der Arm adduziert und der Ellenbogen gebeugt. Führt der Patient Bewegungen im Sinne der Elevation und Extension durch, so ist der Gelenkspalt leicht zu palpieren. Nicht selten findet sich gerade bei Überkopfsportlern, Gewichthebern oder Bodybuildern ein lokaler Druckschmerz als Ausdruck der Gelenkreizung oder von bereits vorliegenden degenerativen Veränderungen dieses Gelenkes (JEROSCH 2000). Bei der Palpation des verletzten AC-Gelenkes äußert der Patient Schmerzen. Tastet sich bei der Palpation des AC-Gelenkes eine Stufe, so kann meist das für die AC-Gelenksluxation typische „Klaviertastenphänomen“ ausgelöst werden. Drückt man auf das erhabene Klavikulaende, so kann dieses nach caudal und in dieselbe Ebene mit dem Akromion gedrückt werden. Lässt man das Klavikulaende wieder los, so luxiert die Klavikula wieder nach kranial und es besteht wieder die Stufe im AC-Gelenk. Nach HAAS und BLAUTH (1989) kommt die Stufe im AC-Gelenk in erster Linie durch ein Absinken des verletzten Armes zustande, da die einzige knöcherne Verbindung zum Körperstamm abgerissen ist. Das Klaviertastenphänomen ist das Kardinalsymptom einer AC-Gelenkssprengung, wie auch HELBING 1992 sowie RÜTER, TRENTZ und WAGNER (1995) und JEROSCH und CASTRO 1995 feststellen.

### 3.3.5 Funktionelle Tests

Bei dem sog. „Akromioklavikulärem schmerzhaften Bogen“ treten Beschwerden bei der Abduktionsbewegung erst über 120° auf und lassen sie auch in der Endstellung bei 180° persistieren. Dann sind die Ursachen der Schmerzen im akromioklavikulären Gelenk zu suchen. (JEROSCH und CASTRO 1995)

Bei dem Vorliegen eines acromioklavikulären schmerzhaften Bogens lässt sich die Beteiligung des AC-Gelenkes durch den Test des „horizontalen schmerzhaften Bogens“ sichern. Bei dem Test des „Horizontalen schmerzhaften Bogens“ wird eine passive horizontale Adduktion durchgeführt. Diese ist bei Affektion des AC-Gelenkes häufig noch schmerzhafter als die Abduktion zwischen 120° und 180°. Differentialdiagnostisch muss bei besonders starken Schmerzen bei horizontaler Abduktion auch an eine Affektion der Bursa subcoracoideus gedacht werden. Treten bei dieser Bewegung vorwiegend Schmerzen im dorsalen Anteil des Schultergürtels auf, so muss ebenfalls an ein N. suprascapularis - Syndrom mit differentialdiagnostisch bedacht werden.

Zur weiteren Abgrenzung von AC-Gelenkspathologien kann ein Lokalanästhesie-Test erfolgen. Hierbei wird ein Lokalanästhetikum in einer Menge von nicht mehr als 1,0ml von kranial in das AC-Gelenk infiltriert. Ist der Patient danach beschwerdefrei spricht dies für eine Affektion des AC-Gelenkes. (JEROSCH 2000)

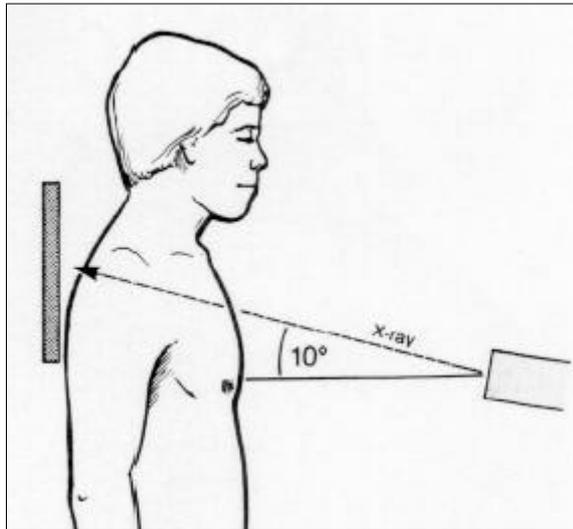
Alle diese Tests sind eher im Verlauf entscheidend, da die Klinik einer akuten AC-Gelenksverletzung eindrücklich ist (HELBING 1992)

### 3.3.6 Röntgen

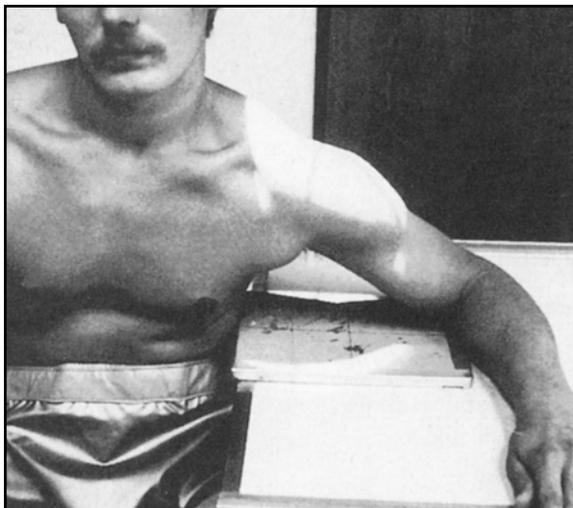
Röntgenaufnahmen des AC-Gelenkes dienen der Dokumentation und Differenzierung nach Schweregrad. (HELBING 1992) Usadel begründete die standardisierte radiologische Diagnostik, wenngleich er 1940 schreibt, dass die Entdeckung der Röntgenstrahlen zur Diagnosefindung von Luxationen eine nicht so große Bedeutung gefunden hat. „Man bedient sich heute freilich der Röntgenuntersuchung, aber mehr der Vollständigkeit halber, ohne besonderen Wert auf die Untersuchungsergebnisse zu legen. (USALEL 1940) Dies hat sich mit Einführung der Klassifikationen nach Tossy (1963) und Rockwood (1984) geändert. Zur Verifizierung einer AC-Gelenkssprengung dient die Aufnahme des AC-Gelenkes unter Belastung. Dies ist das Standardverfahren zum Nachweis der Schulterreckgelenksinstabilität. (KOCK et al. 1994, BOSCH et FREMEREY 2002) Der Patient sitzt oder steht mit freihängenden Armen den Rücken der Aufnahmekassette zugewandt. In der Regel wird diese Aufnahme als Panoramaaufnahme, d.h. mit Abbildung beider AC-Gelenke für den Seitenvergleich durchgeführt. Beide Arme werden mit einem Gewicht von 10kg belastet. Damit die Muskulatur maximal relaxiert ist wird z. T. empfohlen, die Gewichte nicht in den Händen zu halten, sondern an den Handgelenken aufzuhängen (JEROSCH 2000). Bei Vorliegen einer AC-Gelenks-Luxation zeigt sich dann im Röntgenbild ein relatives Höherentreten des Schlüsselbeines auf der betroffenen Seite in Relation zum Akromion und dem Proc. coronoideus. (IMATANI et al. 1975, ROCKWOOD 1984, HAAS und BLAUTH 1989, WOJITYS et al. 1991)

Im Rahmen der kontroversen Diskussion zwischen konservativer und operativer Therapie wird jedoch z. T. die Auffassung vertreten, dass die Belastungsaufnahmen für den erfahrenen Chirurgen eine untergeordnete Rolle spielen und bei der Entscheidung welche Therapie begonnen werden soll ebenso wenig Informationen liefern (YAP et al. 1999).

Um das AC-Gelenk in einer Röntgenuntersuchung in erster Linie zu beurteilen, ist eine Reduzierung der Röhrenspannung auf etwa 50% notwendig. Hierdurch ist eine weitaus bessere Abbildungsqualität zu erreichen, da die übliche Einstellung des Röntgengerätes zur Aufnahme der Schulter zu einer Überbelichtung des AC-Gelenkes führt (JEROSCH und CASTRO 1995).



**Abbildung 6: Röntgenaufnahme nach ZANCA (Aus: ROCKWOOD et YOUNG 1990)**



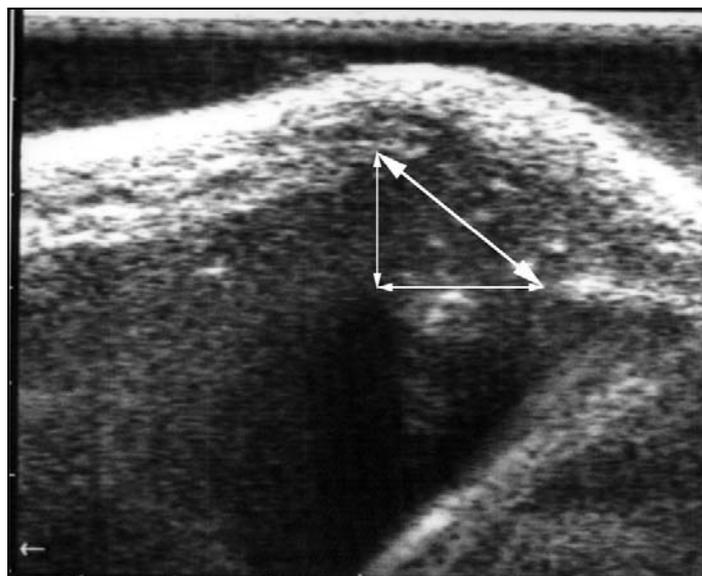
**Abbildung 7: Axiale Aufnahme des AC-Gelenkes (Aus: HABERMEYER 2003)**

Zusätzlich ist es zur Beurteilung der horizontalen Instabilität notwendig, eine Kontrollaufnahme im axialen Strahlengang durchzuführen, um eine Läsion im Bereich der Faszie des M. deltoideus und trapezoideus feststellen zu können.

In vielen Fällen ist auf der a.-p.-Aufnahme das AC-Gelenk durch die Spina scapulae überdeckt, so dass eine Beurteilung kaum möglich ist. Hier bietet sich die Aufnahmetechnik nach Zanca (ZANCA 1971) an. Dabei soll der auf das AC-Gelenk zentrierte Zentralstrahl  $10^\circ$  nach kranial gerichtet sein. Meist werden erst so Veränderungen im Bereich der lateralen Klavikula, des Akromions oder der korakoklavikulären Bänder sichtbar (ZANCA 1971).

### 3.3.7 Sonographie

Die Sonographie ist das einfachste und kostengünstigste Verfahren zur Darstellung von posttraumatischen und degenerativen Veränderungen an der Schulter, insbesondere der Rotatorenmanschette, der langen Bizepssehne und der Bursa subacromialis. (ZEILER et al. 2003) nach Ansicht von KOCK et al. 1994 ist die Röntgenaufnahme nur noch zum Frakturausschluss nötig, denn mit einem standardisierten sonographischen Prüfung der AC-Gelenksstabilität konnte er die gleiche Aussagekraft wie die radiologische Tossy-Klassifikation ermitteln.

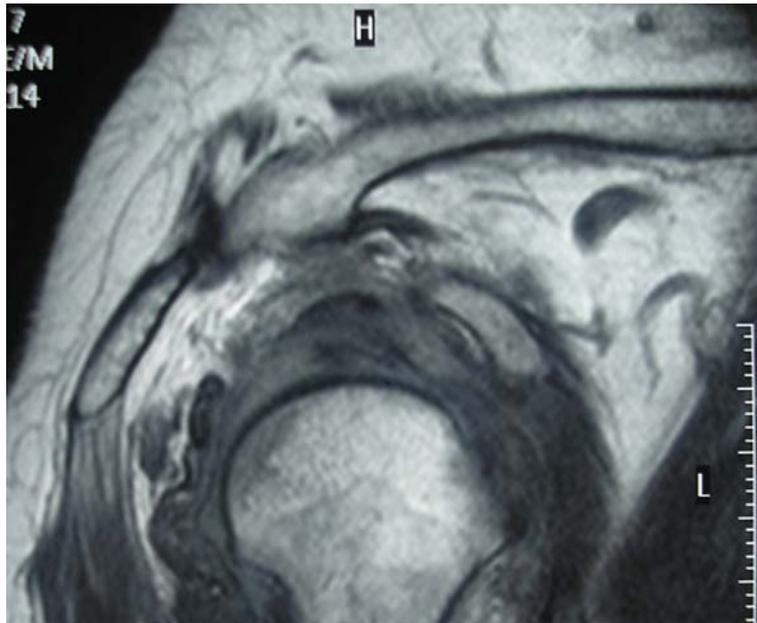


**Abbildung 8: Sonografie Schultergelenkssprengung** (eigene Untersuchung)

Vorteil der Sonographie ist dabei die gute Verfügbarkeit und fehlende Strahlenbelastung. Darüber hinaus können dadurch auch Kosten eingespart werden. Durch die sonographische Beurteilung des Gelenkes kann die herkömmliche Diagnostik erweitert werden. Es können noch die periartikulären Weichteile und insbesondere die korakoklavikulären Bänder gut darstellbar und damit die korakoklavikuläre Distanz gut messbar. (siehe Abbildung 8) Wenn möglich kann die Sonographie nach Frakturausschluss die Belastungsaufnahme unnötig machen. (LOEW et al. 1993, FENKL et GOTZEN 1992) Als Standardverfahren in der Diagnostik der akuten Verletzung hat sich die Sonographie jedoch nicht durchgesetzt und wird in vielen wissenschaftlichen Arbeiten nicht erwähnt (HELBING 1992, BOSCH und FREMEREY 2002, RÜTER et al. 1995)

### 3.3.8 Magnetresonanztomografie

Die Kernspintomographie (MRT) stellt derzeit den Goldstandard der Weichteildiagnostik dar (HOLDER 1996). Die weder röntgenologisch noch sonographisch diagnostizierbaren Diskusverletzungen des AC-Gelenkes werden auch bei gezielter Fragestellung im MRT regelhaft nicht erkannt. Eine verwertbare Literaturangabe über die Zuverlässigkeit der Diskusdarstellung und die Erfassung pathologischer Diskusprozesse im MRT liegt nicht vor. Eine Impression der Supraspinatusmuskels durch AC-Gelenk-Osteophyten ist hingegen im MRT sehr gut sichtbar. (HEDTMANN et al. 2001) Bei der lateralen Klavikulaosteolyse ist das MRT auch schon im praeradiologischen Stadium positiv und steht als wichtiges Frühdiagnostikum bereit. Sichtbar sind dann Zeichen des Knochenmarködems, kortikale Irregularitäten und feinzystische Veränderungen (PATTEN 1995). Einen signifikanten Beitrag der Kernspintomografie bei der Diagnostik der frischen Schulterreckgelenksverletzung liegt nicht vor. (Hedtmann et al. 2001) Das MRT hat seine Bedeutung in der Darstellung der Pathologie angrenzender Strukturen, insbesondere der Rotatorenmanschette. Zum MRT des AC-Gelenkes siehe Abbildung 9.



**Abbildung 9: MRT der Schulter und des AC-Gelenkes**

(Mit freundlicher Genehmigung der Abteilung für Radiologie der DRK Kliniken Berlin I Westend)

### **3.4 Häufigkeiten**

Die Schulterergelenkssprengung kommt mit 2,5 bis 6,5 % aller Luxationen vor. Die Verletzung durch direkte Traumen der Schulter ist nach Helbing häufig (HELBING 1992). Die Verletzung ist wie im Abschnitt „Unfallmechanismus“ beschrieben eine typische Sportverletzung. In der Häufigkeit folgen Verkehrsunfälle, darunter besonders Zweiradunfälle und Arbeitsunfälle. (THIELKE ET AL. 2004). Etwa 12% aller Schultergürtelverletzungen betreffen das AC-Gelenk. Damit ist die AC-Gelenk-Luxation die dritthäufigste Verletzung des Schultergürtels nach Frakturen der Klavikula und Frakturen des proximalen Humerus. (MÖNIG et al. 1999) Männer sind 10-mal häufiger Betroffen als Frauen. (BOSCH und FREMEREY 2002). Insgesamt liegt die Inzidenz bei 3-4 Fällen pro 100.000 Einwohnern und Jahr. (THIELKE et al. 2004)

### **3.5 Therapie**

Bei der Therapie der AC-Gelenksverletzung gibt es über 70 beschriebene operative Verfahren und ebenso viele konservativen Behandlungsschemata. Viele sind historisch

zu sehen. Die Diskussion ob konservativ oder operativ behandelt werden soll ist nicht abgeschlossen. Gerade die Vielzahl der verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten ist ein Zeichen dafür, dass sich keine Methode bei deutlicher Überlegenheit durchgesetzt hat.

Für die Behandlung der Verletzungen Rockwood I und II, entsprechend Tossy I+II herrscht weitgehend Einigkeit der Konservativen Therapie. Darüber hinaus gibt es bei höhergradigen Verletzungen keine einheitliche Empfehlung.

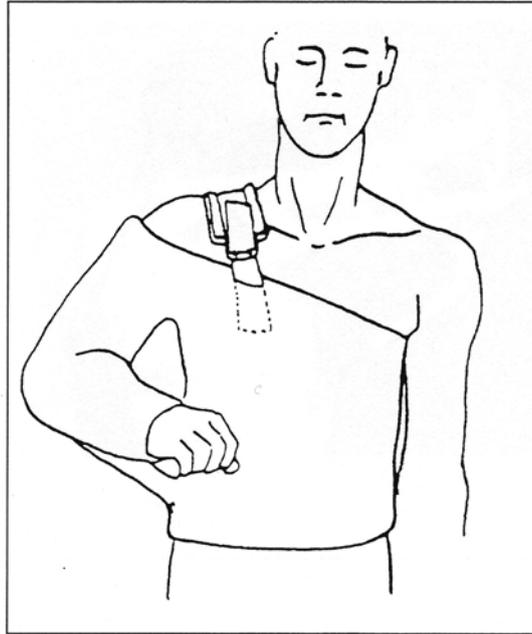
Als unterschiedliche Therapieprinzipien kann man die Behandlung nach Verfahren, die eine gute Funktion des Schultergürtels und Verfahren, die neben der Funktionalität die anatomische Wiederherstellung beabsichtigen.

### 3.5.1 Konservative Therapie

Die Konservative Behandlung mit redressierenden Verbänden, wie sie Hippokrates berichtete, möchte eine anatomische Wiederherstellung. Die in der Behandlung publizierten Verbände dieses Prinzips sind weitgehend verlassen.

Zu erwähnen ist der Verband nach Deubner. Deubner benutzte 1932 eine sehr aufwendige Drahtleiterschiene zur Versorgung der AC-Gelenksverletzung. Durch die Konstruktion der Schiene ist der Oberarm um 90 Grad abduziert. Zur Redression des distalen Klavikulaendes verwendet Deubner ein Leinenband, dass mit zwei bis drei Kilogramm Gewicht bestückt ist. Seine Empfehlung ist das Tragen dieses Verbandes für 6 Wochen (aus USADEL 1940).

Die Verwendung eines Thoraxabduktionsgipses (siehe Abbildung 10) wurde von Tossy et al. 1963 empfohlen. Es soll die anatomische Stellung des Schultergelenkes durch eine Hebung der Skapula von der Achselhöhle aus erfolgen. Zusätzlich wird die Klavikula mit einem Band kaudal verlagert. Hier soll durch die Abduktion des Oberarmes seltener zu schwer beeinflussbaren Kontrakturen im Schultergelenk kommen.



**Abbildung 10: Der Thoraxabduktionsgips** (Aus: SCHUMPELICK et al. 1991)

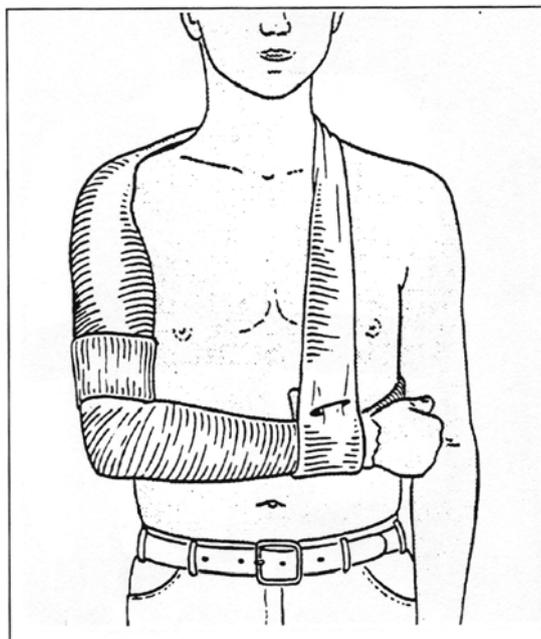
Ebenso aufwendig war der Stockgipsverband nach Koch. Hier wird durch eine maximale Außenrotation des angelegten Oberarmes das Schulterblatt verschoben und so eine anatomische Normalstellung erreicht. Dieser Verband sollte auch für vier bis sechs Wochen getragen werden. Danach kam es häufig zu rigiden Adduktionskontrakturen. In einer Nachuntersuchung äußerten einige Patienten noch nach acht Jahren erhebliche Beschwerden im Schultergelenk an (aus USADEL 1940).

Die Kenny-Howard-Schlinge ist ein käuflich verfügbarer akromioklavikulärer Schlingenapparat. Der Schulterriemen wird über eine abpolsternde Filzunterlage geführt und hält das Schlüsselbein in zuvor reponierter Stellung. Die Schlinge stützt den Unterarm ab und hält das Akromion in der erhöhten Position. Der waagerechte Riemen zieht sowohl den Schulterriemen, als auch die Schlinge nach vorne. (aus DE PALMA 1983)

Eine Kombination aus frühfunktioneller Behandlung und redressierendem Verband ist die Schlüsselbeinschiene nach Böhler. Hier handelt es sich um ein System von vier Gurten und einer im rechten Winkel angelegten hölzernen Schiene. Die Holzschiene wird in der Achselhöhle so angelegt, dass sie die Schulter nach cranial anhebt. Einer

der vier Gurte hält das Schlüsselbein in zuvor reponierter Stellung. Mit dieser Schiene ist eine Bewegung im Schultergelenk möglich. (aus USADEL 1940)

Einfacher und lediglich zur symptomatischen Therapie bestimmt ist der Gillchrist-Verband (siehe Abbildung 11). Hier wird auf eine Reposition verzichtet. Ziel ist eine analgetisch-symptomatische Therapie. Dieser Verband ist entweder konfektioniert als Fertigverband, als Trauma-Weste oder selbst herzustellen aus Schlauchmull in vierfacher Armlänge und zwei Sicherheitsnadeln. Der Schlauchmull wird an einem Drittel der Länge eingeschnitten und der Arm der betroffenen Seite hindurchgeführt. Der kürzere Teil des Schlauchverbandes wird über die betroffene Schulter um den Hals zum Handgelenk geführt und mittels einer Sicherheitsnadel fixiert. Das andere Ende wird hinter dem Rücken um den Thorax oberhalb des Ellenbogens um den Oberarm der betroffenen Seite gelegt und fixiert.



**Abbildung 11: Der Gilchristverband** (Aus SCHUMPELICK et al. 1991)

Insgesamt hat sich kein redressierender Verband als zuverlässig und praktikabel erwiesen. Nach Standard-Lehrmeinung ist die Verwendung des Gillchrist-Verbandes egal in welcher Modifikation zu empfehlen (RÜTER et al. 1995). Ein die Schulter für vier bis sechs Wochen ruhigstellender Verband führt zu häufig therapierefraktären

Kontrakturen im Schultergelenk. Die Befürworter einer konservativen Therapie verwenden in Publikationen der letzten 10 Jahre meist den Gillchrist Verband.

### 3.5.2 Operative Therapie

Wie schon im Kapitel „Historie“ erwähnt sind seit Einführung der Asepsis verschiedenste operative Verfahren praktiziert worden, um die anatomische Stellung des AC-Gelenkes zu erreichen. Bei der Luxation des AC-Gelenkes hat sich bis heute kein OP-Verfahren eindeutig durchgesetzt, beschrieben sind über 70 verschiedene Methoden (THELEN/REHN 1976). Es lassen sich fünf Gruppen von Operationsverfahren unterteilen.

#### *3.5.2.1 intraartikuläre Techniken*

Hier sind zunächst korakoklavikuläre Naht oder Drahtverbindungen zu nennen: Die acromiale Drahtnaht nach Kement (1922), die Seidennaht nach Mitchel (1926), die Operation nach Dobosio (1932) und die Operation nach Fürst (1933) (aus USADEL 1940, aus SERFLING/BRÜCKNER 1975)

1950 empfahl Böhler die paraartikuläre Fixation mittels perkutan eingebrachten Kirschner-Drähten. Neviasser benutzte 1951 ebenfalls Kirschnerdrähte mit einer Bandplastik.

1976 beschrieb Balser die erste Plattenversorgung des AC-Gelenkes. Die nach ihm benannte Hakenplatte wird nach Reposition der Klavikula mit dem Haken unter dem Akromion platziert und der Plattenkörper mit Schrauben auf der Klavikula fixiert (siehe Abbildung 12). Hier kann postoperativ der Arm bewegt werden, jedoch nur bis 90° abduziert werden. Eine Materialentfernung sollte nach sechs bis acht Wochen durchgeführt werden.

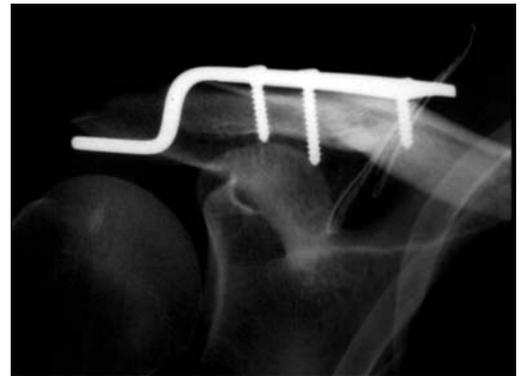
1981 stellte Wolter seine Platte als Weiterentwicklung der Balser-Platte vor. Hier unterfährt der Haken das Akromion und endet in einem senkrechten akromialen Verankerungsloch (siehe Abbildung 12). Zur exakten Positionierung des Bohrloches benutzt man eine Bohrlehre, und um der Klavikula begrenzte Rotationsbewegungen zu ermöglichen wählt man für das Bohrloch einen Durchmesser von 4,5mm. Nach der Operation wird die Schulter für drei Tage im Desault-Verband ruhiggestellt, danach kann mit stufenweise steigerbarer Krankengymnastik begonnen werden. Wolter

empfiehlt eine Implantatentfernung nach 12 bis 14 Wochen. (aus WOLTER / EGGERS 1984)

Als weitere Platte hat Rahmanzadeh 1983 eine Rekonstruktionsplatte vorgestellt, die zentral mit einem Kugelgelenk ausgerüstet ist. Eine mit zwei Haken bestückte Drei-Loch-Platte wird im Akromion fixiert und das gegenseitige Ende der Platte auf der Klavikula fixiert. Bereits am ersten Tag nach der Operation kann der Patient krankengymnastisch beübt werden, dabei ermöglicht das Kugelgelenk eine freie Beweglichkeit der Schulter. (RAHMANZADEH et al. 1990, TIEDTKE et al. 1983)

1991 wurde auch die Möglichkeit der Reposition und Fixation der AC-Gelenks-Luxation mittel PDS Bänder und Kordel publiziert. (WENKBACH 1991)

Die in dieser Arbeit behandelte Platte „Acro-Plate“ ist auch eine Weiterentwicklung der Hakenplatte nach Balsler. Siehe Unterpunkt 3.5.2.6.



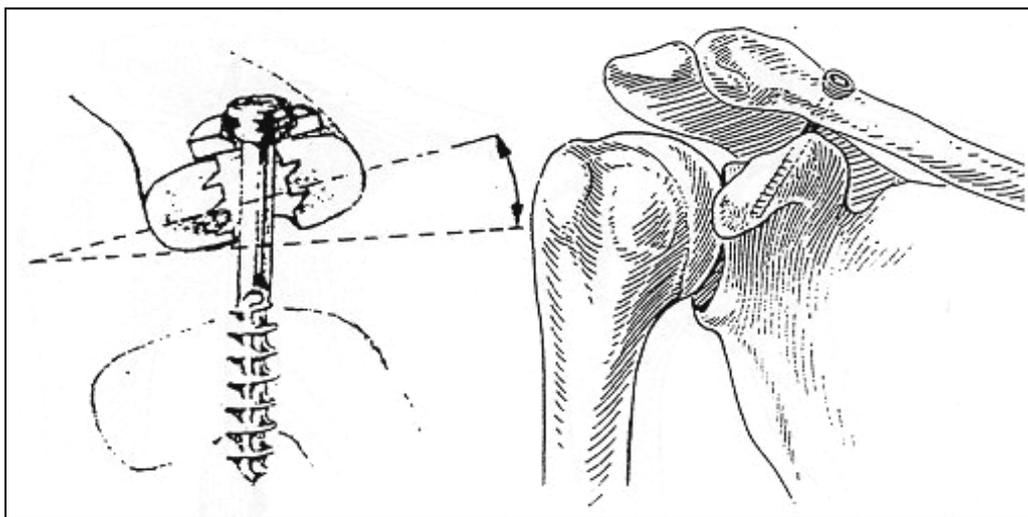
**Abbildung 12: Die Wolter-Platte und Balsler-Platte implantiert im Röntgenbild**

(Mit freundlicher Genehmigung der Abteilung für Radiologie der DRK Kliniken Berlin I Westend)

### 3.5.2.2 *extraartikuläre Techniken (Versorgung der korakoklavikulären Bandverbindungen)*

Es sind verschiedene Verfahren beschrieben, die die korakoklavikulären und teilweise auch die korakoakromialen Bänder rekonstruiert, verstärkt oder biomechanisch ersetzt. 1919 verwendeten Delbet und Moquot einen Seidenfaden, 1928 Carell Catgut durch transossäre Bohrkanäle, analog dazu verwendeten Prini und Brea 1929 einen Faszienstreifen. Cadenat rekonstruierte die korakoklavikulären Bänder mittels Sehmentransfer des Lig. coracoacromiale.

1941 stellte Bosworth eine nach ihm benannte Schraube vor, die eine Stabile Fixation der Klavikula erlaubte. Zwei Dinge sind für Bosworth wichtig: Um das Gewinde ins Korakoid zu schneiden setzt man den Gewindebohrer an der Klavikula an und schneidet sowohl in Klavikula als auch ins Korakoid ein Gewinde von 6,5mm Durchmesser. Da der Schaft der Bosworth-Schraube aber nur 4,5 mm misst, entsteht im Bereich der Klavikula ein Pendelloch. Hierdurch sind geringe Kipp und Rotationsbewegungen der Klavikula möglich. Außerdem ist es wichtig, die Schraube in der caudalen Kortikalis des Proc. Coracoideus zu verankern, siehe hierzu Abbildung 13. (BOSWORTH 1941, POIGENFÜRST et al. 1987, POIGENFÜRST 1990)



**Abbildung 13: OP-Verfahren nach Bosworth**

(Aus: SERFLING und BRÜCKNER 1975 und POIGENFÜRST 1990)

### 3.5.2.3 Kombinationen aus 3.5.2.1 und 3.5.2.2

Hier gibt es diverse Verfahren eine Faszienstreifen (meist empfohlen Fascia lata) zur Fixation und Retention über das AC-gelenk, zum Teil mit Verbindung zum Korakoid herzustellen. 1928 stellte Bunnell eine Technik vor, es folgte 1929 Henry und 1931 Broglio, sowie 1933 Schneider und 1935 Eikenbary und Le Cocq. (aus USADEL 1940).

### 3.5.2.4 Resektion des akromialen Klavikula-Endes

Diese Verfahren sind in zur Therapie der veralteten AC-Gelenks-Luxation gebräuchlich, jedoch je nach Autor auch bei akuter Verletzung eingesetzt. mit persistierenden

Beschwerden gedacht. 1941 beschrieben Gurd (GURD 1941) und Mumford (MUMFORD 1941) die Resektion der distalen Klavikula und 1972 publizierten Weaver und Dunn weitergehend nach Resektion des Klavikulaendes die Fixation der korakoakromialen Bänder am lateralen Klavikulaende. (WEAVER/DUNN 1972) Als Therapieverfahren der akuten AC-Gelenks-Verletzung hat dieses Verfahren heute keine Bedeutung mehr. (BÄTHIS et al. 2001)

### 3.5.2.5 Arthrodesese des Schulterreckgelenkes

Die Arthrodesese des AC-Gelenkes ist umstritten. Zur Behandlung der therapierefraktären posttraumatischen AC-Gelenksarthrose kann eine Arthrodesese mittels Spongiosaspan durchgeführt werden. Jedoch bedeutet dieses Verfahren starke Bewegungseinschränkungen und es ist ein Thoraxabduktionsgips für sechs bis acht Wochen notwendig (SERFING / BRÜCKNER 1975)

### 3.5.2.6 Acro-Plate

Die Acro-Plate ist eine Weiterentwicklung der Hakenplatte nach Balsler.



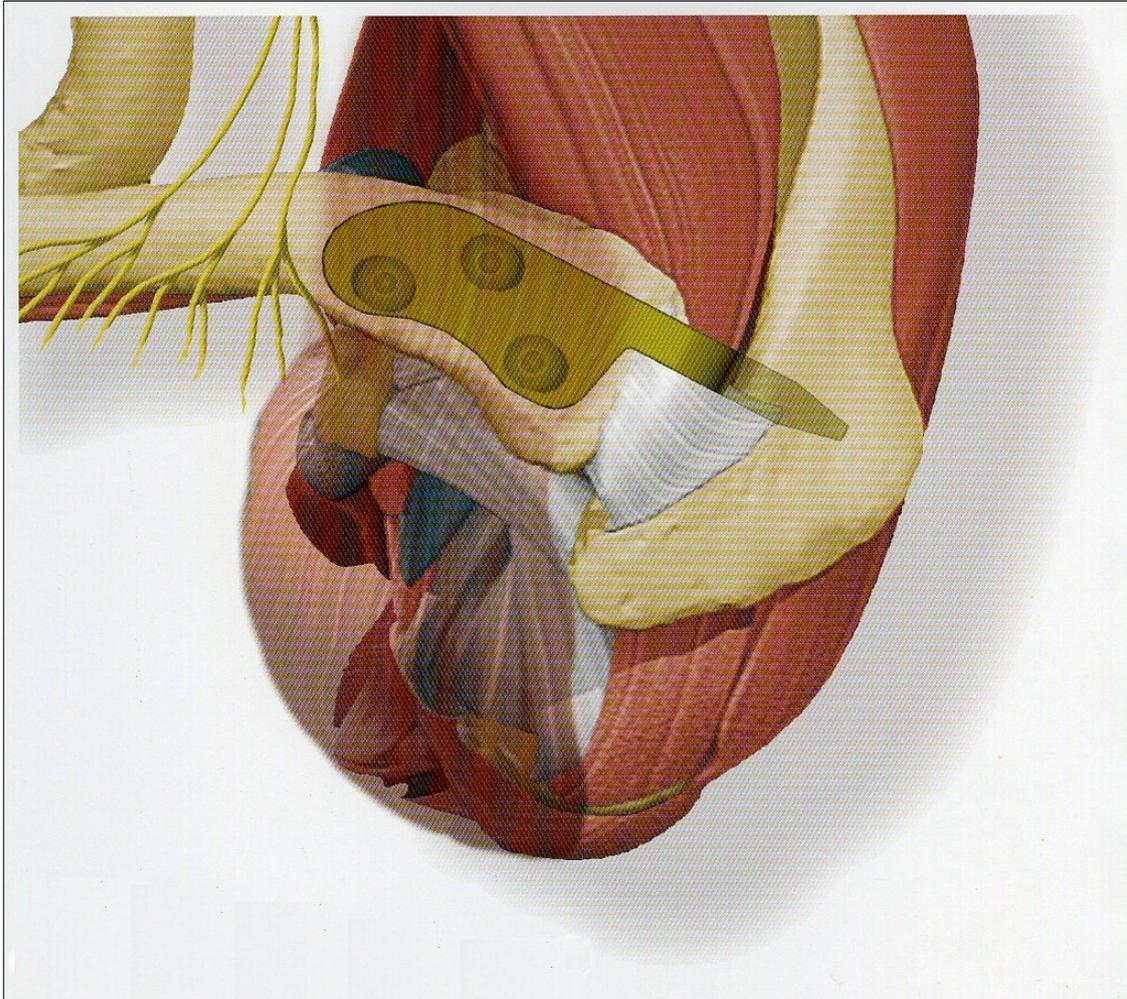
**Abbildung 14: Die Acro-Plate am anatomischen Modell**



**Abbildung 15: Die Balsler-Platte am anatomischen Modell**

Bei der Entwicklung ist insbesondere dem nach distal verbreiterten Klavikulaende Rechnung getragen worden. Der Plattenkörper wird als kurze, verbreiterte Drei-Loch-Platte mit abgerundeten Ecken und leicht konkaver Unterseite gefertigt. Zusätzlich ist die Form des die Reposition unter dem Akromion sichernden Hakens den

anatomischen Gegebenheiten mit dem akromioklavikulären Winkel von 15-25° angepasst (siehe Abbildung 14) (Tuite et al. 1995). Er ist dünner und breiter als bei der Balsler-Platte (siehe Abbildung 15) und liegt so der Unterseite des Akromions an und vermeidet bei sicherer Retention die Gefahr des Impingement. Die Position des Hakens am Unterrand des Akromions liegt dorsal des AC-Gelenkes und damit extraartikulär. Damit wird auch eine Verletzung des Lig. claviculoacromiale nach Ausheilung bei der Metallentfernung verhindert. Der Haken vermittelt eine horizontale Stabilität nach dorsal, da der Haken bei Verschiebung in der Horizontalen nach caudal wandern müsste. Durch die geringere Plattenlänge kann ein kleinerer Zugang gewählt werden. Die kurze Schnitfführung (ca. 4 cm) verringert das Risiko einer Wundheilungsstörung und vermindert die Gefahr der Verletzung eines sensiblen Astes des N. supraclavicularis. Die Plattenlage unter der Faszie des M. deltoideus und M. trapezius gewährleisten eine gute Weichteildeckung (siehe Abbildung 16). Die Operation erfolgt in Rückenlage mit Anheben des Schulterbereiches um 30-40°. Der Hautschnitt beginnt über dem AC-Gelenk und verläuft 3-4 cm nach medial. Bei dargestelltem AC-Gelenk wird nach Deperiostierung der betroffenen Akromionunterseite der Haken hinter dem Gelenk oder im dorsalen Gelenkbereich eingeführt. Unter Herunterdrücken der Platte auf die laterale Klavikula erfolgt die Reposition. Die Platte wird mit einer Haltezange oder digital retiniert und mit drei 3,5mm Kleinfragmentschrauben fixiert. Die Nachbehandlung erfolgt im Gilchrist-Verband für 2-3 Tage. Bis zur Materialentfernung nach ca. zwölf Wochen darf der betroffene Arm bis 90° bewegt und nicht voll belastet werden. (DREITHALER 2002)



**Abbildung 16: Schema der Implantierten Acro-Plate (Aus: OP-Anleitung aap 2005)**

### 3.5.3 Komplikationen

#### *Verfahrensunabhängige Komplikationen.*

Nach Verletzungen eines Gelenkes können vorzeitige degenerative Veränderungen im Sinne einer Arthrosis deformans eintreten. Infektionen und Serombildung sind ebenso wie die Verletzung von Nachbarstrukturen (Blutgefäße, Nerven) eine Gefahr. Nach der Reposition einer Luxation kann eine Reluxation auftreten.

#### *Verfahrensabhängige Komplikationen.*

Die Komplikationsrate (Implantatbrüche bzw. -lockerung, Drahtmigration, Infekte, Wundheilungsstörungen, postoperative Schultersteifen) bei der operativen Versorgung

der AC-Gelenkssprengung ist in der Literatur sehr kontrovers, jedoch teilweise mit bis zu 60% eingestuft (BLATTER et al. 1990, BROOS et al. 1987, FREUDENSCHLUß 1991)

Bei der Kirschner-Draht-Versorgung sind Materialbrüche und das Wandern der Drähte beschrieben. HABERNETH (1989) berichtete über einen 43-jährigen Patienten, bei dem es nach perkutaner Bohrdrahtfixation zur sekundären Drahtwanderung kam. Nach Gipsabnahme entfernte er einen durch die Haut perforierten Draht, der zweite wanderte im Laufe der Zeit bis in die Nähe des 7. HWK-Fortsatzes. KEFERSTEIN (1980) berichtete nach Materialbruch und nur partieller Materialentfernung bei einem 28jährigen Patienten über eine Materialwanderung des verbliebenen Drahtendes innerhalb von drei Jahren nach intrathorakal.

Bei Plattenversorgung kann es zur Metallose und zur Materiallockerung kommen. Weiter sind Materialbrüche und eine Fraktur der Klavikula beschrieben.

Bei der Versorgung nach Bosworth besteht die Gefahr der Verletzung des N. musculocutaneus und der Fraktur der Klavikula im Bereich des Bohrloches. Bei jeder Implantatnutzung besteht die Gefahr des Implantatbruches. (POIGENFÜRST 1990)

Bei der Versorgung der AC-Luxation mit einer resorbierbaren PDS-Kordel kann es zu einer Fremdkörperreaktion kommen, die dann ursächlich für einen zur Revisions-Operation drängenden Infekt sein kann (Mayr et al. 1999).