

# **INNSBRUCKER SCHULTERKURS**

**„CHIRURGIE**

**DER**

**SCHULTER“**

*10.-11. September 1998*

*Wissenschaftliche Autoren:*

Sperner G., Golser K., Maurer H., Wambacher M., Kinigadner M.,  
Wischatta R., Hausberger K., Kralinger F.

*Gestaltung:*

M.L. Lechle, S. Lechle

# INHALTSVERZEICHNIS

- I. Topographische und funktionelle Anatomie der Schulter
- II. Klinische Untersuchung
- III. Bildgebende Verfahren
- IV. Subacromialraum, Rotatorenmanschette
- V. Vordere Schulterinstabilität
- VI. Literatur

# **I. TOPOGRAPHISCHE UND FUNKTIONELLE ANATOMIE DER SCHULTER**

## II. KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Schulterverletzungen bzw. Schulterschmerzen bedürfen einer exakten Abklärung. Mit einer standardisierten klinischen Prüfung soll eine möglichst genaue Verdachtsdiagnose erzielt werden, die durch anschließend durchgeführte bildgebende Verfahren bestätigt wird.

### ANAMNESE

Nach Erfassung von Alter, Geschlecht und Seitendominanz wird die Ursache des Schulterschmerzes ermittelt, Es wird erfragt, ob die Beschwerden spontan aufgetreten sind oder Folge eines Unfalles waren. Bei traumatischer Genese muß zwischen direktem, indirektem Schultertrauma oder einem Hebetrauma unterschieden werden. Es werden Krankheitsbeginn, Verlauf und die aktuellen Beschwerden erfragt.

Die exakte Schmerzanamnese umfaßt Beginn, Dauer, Intensität (Schmerzanalogskala), Ausstrahlung und tageszeitlicher Ablauf des Schmerzes (Nachtschmerz ist typisch für Impingementsyndrom und RM-Ruptur, Dauer- und Ruheschmerz sprechen für eine Entzündung). Weiters ist zwischen Ruhe- und Bewegungs- und Belastungsschmerz zu unterscheiden. Die Schmerzlokalisation kann meist nur ungenau angegeben werden. Häufig projizieren sich Schmerzen bei Impingementsyndrom oder bei einer RM-Ruptur in den Oberarm Kombinierte Nacken- und Schulterschmerzen müssen differentialdiagnostisch vom Cervikalsyndrom abgegrenzt werden. Bei zusätzlichen Sensibilitätsstörungen im Schulterarmbereich muß an eine Schädigung der Nervenwurzel oder des Rückenmarkes gedacht werden. Auch neuro-vaskuläre Krankheitsbilder, (z.B. das Thoracic-Outlet Syndrom) müssen beachtet werden. Schmerzbeginn und -verlauf geben oft Hinweise auf das Krankheitsbild. Die Frozen Shoulder beginnt häufig mit diffusen Schmerzen ohne erinnerliches Trauma mit nachfolgender Bewegungseinschränkung. Die Tendinosis calcarea zeigt einen chronischen Krankheitsverlauf, der durch akute Schmerzschübe unterbrochen ist, während ein Impingementsyndrom durch Nachtschmerz und schmerzhafter Bewegungseinschränkung gekennzeichnet ist. Eine RM-Ruptur fällt durch zusätzliche Muskelschwäche beim Seitwärtsheben des Armes auf.

Die Beurteilung der beruflichen Situation (körperliche/nicht körperliche Arbeit) und der sportlichen Aktivität dienen der Wertung der subjektiven Beschwerden und der Prognose des Therapieerfolges.

### INSPEKTION

Bei der Inspektion können äußerlich sichtbare Verletzungszeichen oder Veränderungen der Schulterkontur auf die Art der Läsion hinweisen. Eine Atrophie des M. deltoideus mit einhergehender Verschmähigung der Schulterkontur wird meist durch eine Läsion des N. axillaris bedingt. Ein Clavikulahochstand ist durch eine AC-Gelenksluxation bedingt, während eine kolbige Auftreibung für eine AC-Gelenksarthrose spricht. Von dorsal lassen sich Atrophien des M. trapezius (N. accessorius-Läsion) und des M. supra- und infraspinatus diagnostizieren. Diese können auch neurogen (Plexusläsion, Incisura-Scapulae-Syndroms) oder durch eine länger bestehende RM-Ruptur bedingt sein. Blickdiagnosen sind eine Scapula alata als Ausdruck einer gestörten Innervation des M. serratus anterior und eine Ruptur der langen Bicepssehne.

## PALPATION

Vor der Untersuchung des Glenohumeralgelenkes erfolgt die Palpation des AC- und des SC-Gelenkes, wobei gleichzeitig die Stabilität dieser Gelenke geprüft wird.

Zur Palpation des Schultergelenkes eignet sich am besten die Technik nach *Codeman*: Der Daumen des Untersuchers liegt dabei knapp unterhalb der Spina scapulae, sein Zeigefinger in Höhe des Tuberculum majus und der Mittelfinger zeigt zum Processus coracoideus. Die zweite Hand des Untersuchers bewegt passiv die Schulter des Patienten. Hierbei lassen sich Krepitationen im Subacromialraum (verdickte Bursa) und Schnappphänomene (lange Bicepssehne) palpieren. Zusätzlich wird nach Schmerzdruckpunkten am Tuberculum majus, am Sulcus intertubercularis, am Acromion und am Processus coracoideus gesucht. Ein Druckschmerz am Acromion oder Coracoid spricht eher für ein Impingementsyndrom, während Schmerzen am Tuberculum majus typischer für eine RM-Ruptur sind. Schmerzen im Sulcus intertubercularis sprechen für eine Mitbeteiligung der langen Bicepssehne, ein isolierter tiefer Druckschmerz über der Incisura scapulae kann auf eine Einengung des N. suprascapularis hinweisen.

## BEWEGLICHKEIT

Es wird einerseits der aktive und passive Bewegungsumfang bei Flexion, Abduktion und Rotation bestimmt, andererseits wird der Bereich festgehalten, bei dem es zum Auftreten von Schmerzen kommt. Ein schmerzhafter Bogen bei der Abduktion zwischen 60° und 120° ist verdächtig auf das Vorliegen einer Läsion der Rotatorenmanschette bzw. auf ein Impingementsyndrom, während Schmerzen über 120° für eine Verletzung oder eine Arthrose des AC-Gelenkes sprechen. Bei Prüfung der passiven Beweglichkeit muß das Ausmaß der Mitbewegung der Scapula beurteilt werden.

Die passive Beweglichkeit wird dem aktiven Ausmaß gegenübergestellt. Bei einer „Frozen Shoulder“ ist aufgrund einer Kapselschrumpfung die aktive und passive Beweglichkeit (besonders die Außen- und Innenrotation) eingeschränkt, während bei Impingementsyndrom das passive Bewegungsausmaß, wenn auch schmerzhaft, nicht eingeschränkt ist. Die aktive Beweglichkeit kann bei Rupturen der Rotatorenmanschette eingeschränkt, im frischen posttraumatischen Fall sogar aufgehoben (Pseudoparalyse) sein.

Das Erfassen der initialen Beweglichkeit der erkrankten/verletzten und der gesunden Schulter ist für die Kontrolle von Verlauf und Ergebnis konservativer und operativer Therapie unerlässlich. Das Ausmaß der Beweglichkeit wird in Grad nach der Neutral-Null-Methode angegeben. Die Innenrotation ist besser mit der durch die Hand erreichte Region am Gesäß oder Rücken beurteilbar. Die Außenrotation sollte in 0° und 90° Abduktion des Armes gemessen werden.

## FUNKTIONS-TESTS

- *Neer Test*: Impingement

Der Untersucher steht hinter dem Patienten, eine Hand fixiert die Scapula des Patienten, während der Arm des Patienten mit der anderen Hand ruckartig nach vorne oben (Scapularebene) gehoben wird. Bei einem Impingementsyndrom kommt es durch subacromiale Einklemmung zu einer Schmerz sensation. Der Test kann auch bei einer RM-Ruptur, einer LBS-Pathologie oder auch bei AC-Gelenks-Pathologie positiv sein.

- *Hawkins Test: Impingement*

Bei mittlerer Flexionsstellung des Armes wird vom Untersucher durch eine gleichzeitige forcierte Innenrotation ein subacromiales bzw subcoracoidales Impingement ausgelöst.

- *Jobe-Test: Supraspinatus*

Der Arm des Patienten wird 90° abduziert und innenrotiert und soll gegen den Widerstand des Untersuchers eleviert werden. Das Auftreten von Schmerzen spricht für ein Impingementsyndrom, eine zusätzliche deutliche Schwäche im Vergleich zur Gegenseite erbringt den Verdacht einer Sehnenruptur. Bei Unvermögen des Patienten den Arm zu abduzieren und gegen die Schwerkraft zu halten, spricht man vom „drop arm sign“ nach Codeman.

- *Null-Grad-Abduktionstest: Supraspinatus*

Der Patient versucht den adduzierten Arm gegen den Widerstand des Untersuchers zu abduzieren. Schmerzen und insbesondere Schwäche sprechen für eine Pathologie der Rotatorenmanschette.

- *Außenrotationstest bei 0° u. 90° Abduktion: Infraspinatus*

Bei rechtwinkelig gebeugtem Ellenbogen und adduziertem bzw. 90° abduziertem Arm wird versucht gegen Widerstand nach außen zu drehen. Der M. infraspinatus läßt sich isoliert am besten beurteilen wenn man die Aktivität des M. supraspinatus und des dorsalen Anteils des M. deltoideus minimiert, d.h. den Test aus einer Innenrotation von 45° ausführt. Der M. deltoideus läßt sich auch ausschalten, wenn der Test in 90° Abduktion durchgeführt wird. Bei komplettem Riß des M. infraspinatus kann der passiv nach außen gedrehte Arm nicht in Außenrotation gehalten werden, durch ein Überwiegen der Innenrotatoren (M. subscapularis) dreht sich der Arm zurück.

- *Innenrotationstest bei 0° u. 90° Abduktion: Subscapularis*

Gegen den Widerstand des Untersucher wird die Innenrotation (Stärke des M. subscapularis) geprüft. Bei einer Läsion (Riß) der Subscapularissehne ist einerseits die Innenrotation gegen Widerstand herabgesetzt, d.h. der Innenrotationstest positiv, andererseits läßt sich der Arm passiv vermehrt (über 90°) außenrotieren.

- *Lift-Off-Test (Gerber): Subscapularis*

Beim stehenden Patienten wird der Schürzengriff durchgeführt, d.h. der im Ellenbogengelenk flektierte Arm innenrotiert und dabei Unterarm und Hand hinter den Körper gebracht, dabei wird der Handrücken am Rücken in Höhe der mittleren Lumbalregion plziert. Durch Steigerung der Extension und vor allem der Innenrotation im Schultergelenk soll die Hand vom Rücken abgehoben werden (eventuell zur Kraftmessung gegen den Widerstand des Untersuchers). Ist dies nicht möglich, spricht das für eine Ruptur des M. subscapularis. Alternativ (um die Extension auszuschließen) kann vom Untersucher die Hand vom Rücken abgehoben, und dadurch eine maximale Innenrotation im Schultergelenk ausgeführt werden. Der Patient wird nun aufgefordert die Hand in dieser Position zu halten, kann der Arm in dieser Position nicht gehalten werden, liegt eine Ruptur der Subscapularissehne vor.

Bei eingeschränkter und schmerzhafter Innenrotation wird der Test modifiziert durchgeführt. Am liegenden Patienten wird der Arm soweit innenrotiert, daß die Handfläche auf dem Bauch des Patienten zu liegen kommt, der Ellenbogen befindet sich dabei in der Frontalebene auf gleicher Höhe mit Ober- und Unterarm. Der Patient wird nun aufgefordert durch Druck der Handfläche gegen den Bauch den M. subscapularis zu aktivieren. Ist dieser gerissen oder insuffizient, fällt der Ellenbogen nach dorsal. (Napoleon Zeichen)

- *Horizontaladduktionstest*: Impingement, AC-Gelenk

Der im Schulter- und Ellenbogen etwa 90° flektierte Arm wird passiv zur Gegenschulter geführt. Auftretende Schmerzen sprechen für eine Pathologie im AC-Gelenk oder ein Impingementsyndrom. Verschwinden nach subacromiale Infiltration mit Lokalanästhetikum (subacromialer LA-Test) die zuvor aufgetretenen Schmerzen spricht das für ein Impingementsyndrom. Kommt es erst nach zusätzlicher Infiltration des AC-Gelenkes zur Schmerzfreiheit steht eine AC-Gelenkspathologie im Vordergrund.

- *Yergason Test*: LBS

Bei 90° abgewinkeltem, adduziertem Ellbogen muß der Patient gegen Widerstand supinieren. Durch die dabei entstehende Anspannung des M. biceps brachii werden Schmerzen ausgelöst, die durch Druck auf den Sulcus intertubercularis verstärkt werden können.

- *Apprehension-Test*: Schulterinstabilität (sekundäres Impingement), Impingement

Der Untersucher steht hinter dem Patienten und führt mit der einen Hand eine maximale Außenrotation der im Ellenbogengelenk gebeugter oberer Extremität durch. Mit der anderen Hand werden Druckbewegungen auf den Humeruskopf nach vorne ausgeübt. Der Arm ist dabei in 60°, 90° und 120° abduziert. Bei Schulterinstabilität kommt es zu einem Anspannen der Schultermuskulatur um eine drohende Luxation oder Subluxation zu vermeiden. Dieser klassische Instabilitätstest kann aber auch bei subacromialen Impingement positiv bzw. schmerzhaft sein, und dadurch bei der Abgrenzung zur Schulterinstabilität (sekundäres Impingement) Schwierigkeit bereiten. Bleibt der Test nach subacromialer Infiltration (LA-Test) positiv, spricht das für eine Schulterinstabilität.

- *Relocationtest (Jobe)*: Schulterinstabilität, Posterosuperiores (Glenoid) Impingement

Beim liegendem Patienten wird der abduzierte und im Ellenbogen gebeugte Arm außenrotiert. Bei vorderer Schulterinstabilität kommt es bei zunehmender Außenrotation durch eine drohende Subluxationsstellung des Oberarmkopfes zu einer schmerzbedingten Anspannung der Muskulatur. Durch einen von vorne auf den proximalen Oberarm ausgeübten Druck wird der Oberarmkopf wieder reponiert, Schmerz und Muskelanspannung lassen nach. Der Test ist auch beim posterosuperioren Impingement positiv. Der Untersucher provoziert durch einen posteroanterioren gerichteten Druck ein Impingement und dadurch einen posterior gelegenen Schulterschmerz, durch einen entgegengerichteten Druck von vorne auf den proximalen Oberarm (siehe oben) verschwindet der Schmerz wieder.

- *Walchtest*: Posterosuperiores Impingement

Der im Ellenbogen flektierte Arm wird maximal außenrotiert und 90° abduziert. Bei einem posterosuperiorem Impingement führt die Steigerung der Abduktion auf 150° zu einer schmerzhaften Einklemmung der Supra- und Infraspinatussehne am posterioren Rand des

Glenoids. Bei diesem Krankheitsbild, das vor allem bei Werfern auftritt, ist insbesondere der oben beschriebene Relocationtest positiv, aber auch die meisten anderen Impingementtests (Neer,Hawkins,Jobe) sind zumindest schmerzhaft.

## LA-TEST

Nach Hautdesinfektion wird der Subacromialraum punktiert und es werden 5ml eines Lokalanästetikums appliziert. Am leichtesten läßt sich der Subacromialraum von dorsal punktieren (Softspot unterhalb des Angulus acromialis der Scapula), wo auch der Standardzugang für das Arthroskop zum Glenohumeralgelenkes liegt. Bei der Punktion von ventral oder lateral kann durch einen vorhandenen Acromialsporn die Applikation erschwert werden.

Kommt es innerhalb kurzer Zeit bei den nachfolgend durchgeführten Impingementtests zu einer vollständigen oder zumindest markanten Schmerzreduktion, erhärtet dies die klinische Verdachtsdiagnose einer Subacromialpathologie. Dieser einfache und kostengünstige Test ist daher ideal um in Zweifelsfällen ein primäres, subacromiales von einem sekundären, instabilitätsbedingten Impingementsyndrom abzugrenzen.

Bei entsprechender Pathologie des AC-Gelenkes wird eine intraarticuläre Infiltration dieses Gelenkes durchgeführt. Vorher sollte jedoch der Subacromialraum infiltriert werden, da bei der Applikation in das AC-Gelenk sehr leicht Lokalanästhetikum in den Subacromialraum gelangen kann und so zu einer Verschleierung der Symptomatik führen würde.

Bei begründetem Verdacht eines Impingementsyndroms wird der LA-Test einerseits zur Bestätigung der Diagnose, andererseits durch gleichzeitige Applikation von Cortison als erster Schritt der Therapie durchgeführt. Problematisch ist die Infiltration mit Cortison vor geplanter Rekonstruktion der RM-Ruptur. (Schwächung des Sehngewebes durch Cortison). Daher sollte 3 Monate vor einer geplanten Rekonstruktion der Rotatorenmanschette auf eine Infiltration mit Cortison verzichtet werden. Die Applikation von Cortison sollte aber in jedem Fall auf 3 Injektionen (im Mindestabstand von 6 Wochen) beschränkt sein.

Bei negativem LA-Test, d.h. fehlender Schmerzreduktion nach der Infiltration, sollte man an die Möglichkeit einer Fehlpunktion denken, und den Test eventuell in einigen Wochen wiederholen.

# III. BILDGEBENDE VERFAHREN

## 1. KONVENTIONELLE RADIOGRAPHIE

Bei allen Patienten mit Schulterbeschwerden werden routine-mäßig Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen inclusive einer Outlet-View-Aufnahme (nach Morrison und Biliani) durchgeführt. Neben dem Ausschluß von Frakturen und Dislokationen am Schultergelenk lassen sich mit dem Röntgenbild radiologische Zeichen einer Subacromialpathologie (subacromiale Sklerosierung, Akromionosteophyten, Humeruskopfhochstand) oder einer Schulterinstabilität (knöchernes Bankartfragment, Hill-Sachs-Läsion) darstellen. Zur radiologischen Abklärung stehen neben den Standardaufnahmen eine große Anzahl von Spezialaufnahmen zur Verfügung.

### STANDARD-AUFNAHMEN

- *Anteroposteriore Aufnahme*

Die anteroposteriore (a.p.-) Aufnahme wird am besten am stehenden Patienten durchgeführt. Das Schulterblatt liegt der Röntgenkassette flach an, der Einstrahlwinkel des auf die Coracoidspitze gerichteten Zentralstrahles liegt dann zwischen 30° und 45° und wird 20° nach kaudal geneigt. Durch diese Einstelltechnik wird die Gelenkspfanne orthograd getroffen und der Gelenkspalt exakt einsehbar. Zeigt in der Standardtechnik die Handfläche des im Ellenbogen gestreckten Armes nach vorne, wodurch eine leichte Außenrotation entsteht, muß zur Ermittlung des acromiohumeralen Abstandes die a.p.-Aufnahme in Neutralstellung durchgeführt werden. Will man eine Hill-Sachs-Delle als Beweis für eine traumatische Instabilität nachweisen benötigt man eine 60-Grad-Innenrotationsaufnahme im anteroposterioren Strahlengang.

- *Axiale Aufnahme:*

Die Aufnahme wird im Sitzen angefertigt, der Arm des Patienten ist abduziert und im Ellenbogen gebeugt. Die Röntgenkassette befindet sich unter dem Arm, der Kopf des Patienten ist zur Seite geneigt, damit der Zentralstrahl im kраниokaudalen Strahlengang auf die Schultergelenkmitte eingestellt ist. Die Aufnahme im Sitzen kann im Gegensatz zur Aufnahmetechnik im Liegen (True-axillary-view) bei stark schmerzhafter Schulter auch durchgeführt werden, wobei der Arm unter ärztlicher Kontrolle vorsichtig abduziert wird.

### SPEZIALAUFNAHMEN

- ◆ SUBACROMIALRAUM

- *Outlet view (Supraspinatustunnel-Aufnahme nach Morrison und Bigliani) :*

Die Aufnahme wird im Stehen durchgeführt, der Oberkörper des Patienten wird zur Kassette 60° aufgedreht. Der Zentralstrahl ist bei dieser Aufnahme 15° nach kaudal gerichtet und in Richtung AC-Gelenk zentriert. Dadurch gelangt der subacromiale Gleitraum zur Darstellung.

Mit Hilfe dieser Projektion kann die Krümmung des Akromions und das Vorliegen von Osteophyten vor allem an der Akromionspitze sehr gut beurteilt werden. Außerdem ist das Resektionsergebnis nach arthroskopischer oder offener Akromioplastik gut zu kontrollieren.

- *Anteroposteriore Aufnahme nach Rockwood:*

Die Aufnahme wird im Stehen wie bei der konventionellen a.p.-Aufnahme durchgeführt, der Zentralstrahl ist aber 30° nach kaudal auf die Akromionspitze gerichtet.

In der Standard-a.p.-Aufnahme werden Osteophyten am Akromionvorderrand oft durch Überprojektion nicht dargestellt, auch Osteophyten an der Unterfläche der lateralen Clavikula sind in der Outlet-view nicht immer zu beurteilen. Mit der Rockwood Aufnahme lassen sich diese Osteophyten sehr gut darstellen.

#### ◆ INSTABILITÄT

- *Ventero-dorsale 60° Innenrotationsaufnahme*

Der Patient steht in einer Frontalebene im rechten Winkel zur Röntgenröhre, der Zentralstrahl ist auf den Humeruskopf zentriert und der im Ellbogen 90° gebeugte Arm ist 60° innenrotiert. Die 60°-Innenrotationsaufnahme hat sich als jene Rotationsstellung bewährt bei der die Hill-Sachs-Läsion am besten zur Darstellung kommt.

- *Pfannenprofilaufnahme nach Bernageau*

In Rückenlage und Hyperlordose (10cm hoher Polster) wird der Oberarm 70-80 ° abduziert der Ellbogen 90° gebeugt und in der Schulter 30° außenrotiert. Die erkrankte Schulter liegt auf einem 2cm hohen Brettchen. Die Röntgenkassette liegt der Schulter kranial an, der Kopf ist zur Gegenseite geneigt. Der Strahlengang ist kaudocranial, der Zentralstrahl zielt in die Axilla.

Es besteht die Möglichkeit für eine präoperative Abklärung bei Instabilität, gleichzeitig das transversale Kopf-Pfannen-Größenverhältnis (TGHI) zu bestimmen und die Pfannenkrümmung zu beurteilen.

#### ◆ AC-GELENK

- *Acromioclavikulargelenksaufnahme nach Zanca:*

Die Aufnahme kann stehend oder sitzend durchgeführt werden, der Rücken liegt flach an der Röntgenkassette, der Zentralstrahl wird 10-15° nach kaudal gerichtet und auf das Acromioclavikulargelenk zentriert.

Die Aufnahme wird bei klinischem Beschwerdebild des Acromioclavikulargelenkes bzw. zur Abgrenzung gegenüber einem Impingementsyndrom durchgeführt. Neben einer Sprengung des Acromioclavikulargelenkes lassen sich mit dieser Aufnahme arthrotische Veränderungen und Osteophyten an Acromion und/oder lateralen Clavikula als Auslöser von Schulterschmerzen darstellen.

## 2. ULTRASCHALL

Mit dem Ultraschall als nichtinvasive, kostengünstige Screeningmethode lassen sich fast alle kompletten Rotatorenmanschettenrupturen nachweisen und deren ungefähre Lokalisation und Größe bestimmen.

Die Sonographie ist eine nicht invasive, ökonomische und hoch sensitive Technik für die Diagnostik der pathologischen Veränderungen der subakromialen Bursa, der langen Bicepssehne und der Rotatorenmanschette. Die Sonographie sollte vom Chirurgen selbst durchgeführt werden, da er die anatomischen Verhältnisse und pathologischen Veränderungen am besten kennt und beurteilen kann.

### **Untersuchungstechnik:**

Die Untersuchung wird mit einem 7,5-MHz-Liniar-Schallkopf in Real-Time-Technik durchgeführt.

Für die statische Untersuchung wird der Patient am Rücken auf einem abgechrägten Keilpolster gelagert. Hierbei sind beide Arme adduziert, die Oberarme nach dorsal exteniert und die Unterarme in Neutral- oder leichter Innenrotationsstellung. Durch diese Lagerung wird die Rotatorenmanschette weit nach ventral und lateral des durch seinen Schallschatten störenden Acromions gebracht.

Im wesentlichen kommt man bei der Beurteilung des Subacromialraumes mit 3 Standardschallkopfpositionen aus.

Begonnen wird die Sonographie der Sehnen in Längsachse ihres Faserverlaufes. Zur Darstellung der Supraspinatussehne wird der Schallkopf ventral und lateral des Acromions aufgesetzt und liegt dabei etwa senkrecht zur coracoacromiale Ebene. Zur Beurteilung der Infraspinatussehne wird der Schallkopf kontinuierlich nach dorsal verschoben. Zur Untersuchung der Subscapularisehne im Längsschnitt muß der Arm etwas abduziert und außenrotiert werden. Im Anschluß wird der Arm wieder in die Ausgangsstellung gebracht, der Schallkopf um 90° gedreht und die Rotatorenmanschette in einem Schnitt senkrecht zur ersten Ebene sonographiert, wobei der Schallkopf parallel zur acromioclaviculären Linie liegt. Die Rotatorenmanschette und die lange Bicepssehne werden dabei im Querschnitt getroffen. Wird der Schallkopf nach dorsal verschoben, stellt sich vor allem Infraspinatus- und Supraspinatussehne dar, während eine Ventralverschiebung vor allem den Subscapularis, die lange Bicepssehne und den Übergang zum Suprapinatus zur Darstellung bringt.

Bei bestimmten Fragestellungen werden zusätzliche Schallkopfpositionen verwendet, etwa zur Darstellung der langen Bicepssehne im Sulcus intertubercularis (ventrale quere Einstellung in Höhe des Processus coracoideus) oder zur Darstellung der tiefen Anteile der Infraspinatussehne (dorsale Einstellung), parallel zur Spina scapulae.

Wie eingangs erwähnt wird die Untersuchung vorwiegend statisch durchgeführt, bei unklaren Befund wird zusätzlich dynamisch untersucht. So lassen sich durch passive Rotationsbewegungen Randbereiche der Sehnen besser einsehen, das Gleiten der Sehne bzw Verklebungen mit der Bursa subacromialis darstellen, und durch aktive Bewegungen (gegen Widerstand) eine Sehnendehiszenz erzeugen und dadurch eine Sehnenruptur verifizieren.

### Sonographisches Bild der normalen Schulter:

Die normale gesunde Rotatorenmanschette ist gegenüber dem darüberliegenden M.deltoideus durch einen (im Längsschnitt zum Tuberculum majus verlaufenden) konvexen Reflexbogen abgegrenzt. Diese verstärkte echogene Schicht wird von der Fascia subdeltoidea und dem äußeren Blatt der Bursa subacromialis gebildet.

Ein starker Reflex an der Knorpel-Knochen-Grenze zeichnet die Kontur des Oberarmkopfes. Da der Ultraschall den Knochen nicht durchdringen kann findet sich dahinter Schallschatten (kein Echo), Die Echostruktur der Rotatorenmanschette selbst ist homogen und echoreicher als die des darüberliegenden durch seine Septierung zartgestreiften M.deltoideus. Die Sehne des langen Bizepskopfes ist im Querschnitt gut zu beurteilen, meist rund oder queroval und um ein vielfaches echoreicher als die Rotatorenmanschette. Sie markiert in etwa den Übergangsbereich oder die Intervallzone der Supraspinatussehne in die Subscapularissehne. Dieser Bereich ist meist dünner als der übrige Teil der Rotatorenmanschette.. Im Längsschnitt ist der Reflexbogen über der Infrapinatussehne etwas weniger konvex als bei der Suptaspinatussehne, die Subscapularissehne setzt schnabelförmig am Tuberkulum minus an.

Sonographisches Bild der pathologisch veränderten Schulter:

- *Bursitis subacromialis:*

Ein Anschwellen der Bursa subacromialis kann einerseits ein Zeichen einer Entzündungsreaktion (im Rahmen eines Impingementsyndroms oder einer Rotatorenmaschettentraktur), andererseits aber Folge eines Schultertraumas sein.

Dabei ist der der Fascia subdeltoidea entsprechende Reflexbogen von der Oberfläche deutlich abgehoben und es kommt zur Ergußbildung und daher deutlicher Darstellung der flüssigkeitssgefüllten Bursa. Bei chronischen Verlauf einer Bursitis kann es zu unscharfer Begrenzung gegenüber der Rotatorenmanschette oder zu einer Verbreiterung der echogenen äußeren Bursablattes kommen.

- *Tendinitis:*

Generell ist eine Bursaschwellung von einer entzündlichen Reaktion der Rotatorenmanschette begleitet, was sich durch ein Anschwellen der Sehne sonographisch darstellt, die Rotatorenmanschette wird dann durch Ödem- und Exsudatbildung echoärmer. Häufig ist auch hier ein Impingement oder „Overuse“ Syndrom neben traumatischen und entzündlichen (z.B. Tendinitis calcarea) ursächlich.

- *Partialrupturen:*

Es gelingt meist nur akromialseitige Partialrupturen (ansatznahe Abflachung, Ausdünnung oder diskrete Eindellung der Sehne) mit einer Größe über 5mm sonographisch (dynamisch) darzustellen, während synovialseitige Partialrupturen mit der Sonographie nur ungenügend diagnostiziert werden können.

- *komplette Rupturen:*

Der sonographisch erfahrene Untersucher kann komplette Rupturen mit einer Genauigkeit von über 90% diagnostizieren. Weiters besteht die Möglichkeit die Größe und Lokalisation der Ruptur und den Retraktionsgrad des Sehnenstumpfes zu bestimmen.

Bei der sogenannten Humerusglatze fehlt die Sehnedarstellung, d.h. über dem knöchernen Humeruskopf finden sich aufgrund der retrahierten gerissenen Rotatorenmanschette keine regulären Sehnenstrukturen und der Reflex der Fascia subdeltoidea ist dem Humeruskopf deutlich genähert. Das typische Bild einer kleinen bis mittelgroßen Ruptur ist ein peripher eingesenkener Reflexbogen (Dellenbildung durch Konturumkehr), oder es kommt durch plötzliches Abbrechen des Reflexbogens zur Konturauslöschung. Es kann auch zu einer Inhomogenität des Sehnenechos kommen (initial umschriebenes echoärmeres Areal im Bereich der Läsion), welches nach Granulationsgewebsbildung deutlich echoreicher wird. Diese Veränderungen im Sonogramm können aber auch bei Kalkeinlagerungen in die Sehne auftreten, sind also nicht spezifisch für degenerative Veränderungen.

- *Tendinitis calcarea:*

Verkalkungen der Rotatorenmanschette finden sich einerseits als in die Sehne eingelagerte umschriebene dichte Echoreflexe mit Schallschatten, welche durch die Untersuchung in zwei Ebenen exakt lokalisiert werden können. Andererseits können Verkalkungen die Sehne diffus durchsetzen und rufen dann ein inhomogenes Echo häufig ohne Schallschatten hervor.

### 3. COMPUTERTOMOGRAPHIE

Mit Hilfe der Doppelkontrast CT erhält man zusätzliche Informationen über Weichteile und den Knorpel im Glenohumeralgelenk. Sie ist vor allem bei Vorliegen einer Schulterinstabilität indiziert:

- *Rezidivierende (traumatische) Schulterluxation:* Feststellung von Größe und Umfang der Sekundärläsionen (Hill-Sachs-Läsion, Bankartläsion) und der Labrum-Kapsel- und Pfannenverhältnisse
- *Habituelle (atraumatische) Schulterluxation:* Feststellung von angebohrten luxationsbegünstigenden Faktoren (Pfannenkrümmung, Pfannenneigung, usw)
- *Erstluxation:* Beurteilung des Pfannenrandes hinsichtlich der Prognose (hohe Rezidivrate bei Ablösung des Labrum glenoidale)
- *Postoperative Rezidive:* Aufgrund der mißlungenen OP muß die Suche nach der Luxationsursache intensiviert werden.

Auf einem Doppelkontrast CT können zahlreiche stabilitätsbestimmende Faktoren festgestellt werden. Unter anderem der das Kopf-Pfannen-Größenverhältnis (transversaler Glenohumeralindex = TGHI), die Pfannenneigung (Schulterblatt-Pfannenwinkel, horizontale Pfannenneigung). Ein weiterer Parameter ist die Pfannenkrümmung, wobei zwischen knorpeliger und knöcherner Pfannenkrümmung unterschieden werden muß.

Im knorpeligen Bereich kommt dem Labrum glenoidale eine wichtige stabilisierende Bedeutung zu. Die Dicke des unbeschädigten Labrums ebenso wie abgerissene und abgelöste Labren, welche gemeinsam mit der Gelenkkapsel und den Ligamenta eine morphologische Einheit bilden kommen im Doppelkontrast-CT ausgezeichnet zur Darstellung. Eine Läsion des Labrum-Kapselkomplexes kann mit einer mehr oder minder großen Pfannenrandfraktur verbunden sein.

Die dorsolateral gelegene Hill-Sachs-Läsion kann in ihrer Größe bestimmt werden.

### 4. MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE

Am Ende der diagnostischen Kette steht die Magnetresonanztomographie (MRT). Aufgrund der excellenten Kontrastdarstellung der intra- und extraartikulären Anatomie und Pathologie, und der Möglichkeit der Darstellung in allen Ebenen hat die MRT zunehmend Eingang in die Schulterdiagnostik gefunden. Vor einem unkritischen Einsatz und vor allem vor einem nicht auf die klinische Pathologie zugeschnittenem Protokoll muß gewarnt werden. Die Indikation zur MRT sehen wir beim klinisch begründetem Verdacht einer sonographisch nicht verifizierbaren Partialruptur, beim morphologischen Staging einer großer Rotatorenmanschettenruptur vor operativer Rekonstruktion und bei unklarem klinischem

Befund vor allem bei der Differentialdiagnose zur Instabilität, SLAP-Läsion und LBS-Pathologie.

### **Technik:**

Durch die unterschiedliche Bildgewichtung lassen sich die Gewebe und Strukturen des Schultergelenkes besser darstellen. So erscheinen Ergußbildung und Ödeme im Muskelsehnengewebe und im Knochenmark in T2-gewichteten Aufnahmen signalreich ( d.h. hell) und heben sich vom signalarmen normalem Gewebe besser ab. Pathologische Veränderungen werden demnach mit der T2-Gewichtung deutlicher bestimmbar, während die Anatomie durch die kürzerer Relaxationszeit in den T1 gewichteten Aufnahmen besser dargestellt wird. Mit fettunterdrückten T2-gewichteten Sequenzen erhöht sich die Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Fett und Flüssigkeit, was die Sensitivität des MRT bei kleinen bzw inkompletten Rotatorenmanschettenrupturen erhöht.

Zur Beurteilung des subacromialen Raumes und der Rotatorenmanschette hat sich ein Protokoll in den Schnittrichtungen axial, schräg-frontal (oblique coronar) und schräg sagittal (oblique-sagittal) bewährt. Die Beurteilung des Glenohumeralgelenks mit Kapsel, Ligamenta und Labrum gelingt vor allem in axial geschnittenen Bildern mit Gradientenechosequenzen.

### **Arthro MRT**

Die MR-Arthrographie ist hilfreich beim Nachweis von synovialseitigen Rotatorenmanschettenrupturen und erlaubt zusätzlich die Beurteilung des Labrum-Kapsel-Komplexes. Dies erleichtert die Differentialdiagnose zu einem Instabilitätsimpingement (sekundäres Impingement), einer LBS-pathologie oder einer SLAP-Läsion.

Im Gegensatz zum Nativ-MRT ist das Arthro-MRT eine invasive Untersuchungstechnik bei allerdings geringer Komplikationsrate, aber mit höherem untersuchungstechnischen und zeitlichen Aufwand. Daher sollte die Arthro-MRT auf spezielle Fragestellungen beschränkt bleiben und die Routinediagnostik mit der Nativ-MRT durchgeführt werden.

### MRT der normalen Schulter:

Die normale Rotatorenmanschette zeigt eine niedrige Signalintensität in T1 und T2, weder eine Diskontinuität noch eine Dickenschwankung der Sehne.

Trotzdem kann es, wie Untersuchungen an asymptomatischen Freiwilligen gezeigt haben zu ein Signalsteigerung in der gesunden Rotatorenmanschette kommen.

Als „Magic Angle Phänomen“ bezeichnet man die intermediäre Signalsteigerung vor allem im distalem Ende der Supraspinatussehne in T1 gewichteten und „Proton density weighted „ Aufnahmen. Diese Signalsteigerung entsteht durch eine Richtungsänderung der ansatznahen Fasern in der Supraspinatussehne, verschwindet allerdings in der T2 Gewichtung.

Nicht als pathologisch interpretiert darf die als „Pseudogap“ bezeichnete Signalsteigerung, die durch zwei unterschiedliche Anteile der Supraspinatussehne verursacht wird. Während der vordere Hauptteil der Sehne durch seinen langen fusiformen Verlauf signalarm ist, führt der posterior gelegenen „strap-like“ Teil durch seinen breiten Ansatz am Tuberkulum majus zu einer Signalsteigerung.

### MRT der pathologisch veränderten Schulter:

- *Impingementsyndrom:*

Das Impingementsyndrom ist eine klinische aber keine radiologische oder MR Diagnose. Nach Neer ist das Impingementsyndrom und in weiterer Folge die Sehnenläsion das Resultat einer chronisch-mechanischen Überbelastung und Reizung vor allem der Supraspinatussehne

(Outletimpingement). Die im Rahmen des Impingementsyndroms auftretende Sehnedegeneration und schließlich Sehnenruptur wird von Neer in drei Stadien (I -III) eingeteilt. Diese Stadieneinteilung läßt sich im MRT Bild nur teilweise anwenden. So zeigt sich im Stadium I (akute, reversible Sehnenentzündung - Tendinitis) eine Sehnenverdickung mit diffuser Signalveränderung in T1, während das Stadium II (Fibrose) dem MR-tomographischen Bild der Sehnedegeneration gleicht. Diese ist im T1-gewichteten MRT-Bild definiert als ein Areal einer Signalsteigerung, ohne daß diese Signalsteigerung in der T2-gewichtung zunimmt. Kommt es zu einer Steigerung der Signalintensität muß dies bereits als Partial- oder Komplettruptur (Stadium III) gewertet werden. Die Signalintensitätsveränderung der degenerierten Sehne ist Ergebnis makromolekulärer Veränderungen des Kollagens. Eine Schädigung der Kollagenfibrillen ist mit einer vermehrten Wassereinlagerung in die Sehne verbunden, was die Signalintensität in T1 steigert. Ist dann die Signalintensität der Sehne gleich der des Wassers liegt eine Ruptur der Sehne vor.

Mit der MRT lassen sich auch indirekte Zeichen eines Impingementsyndromes gut darstellen (Entzündung der Bursa subacromialis, Akromionsporn bzw subacromiale Sklerosierung, AC-Arthrose, sklerotische und zystische Veränderungen des Oberarmkopfes).

- *Rotatorenmanschettenruptur:*

Grundsätzlich unterscheidet man bei Rupturen der Rotatorenmanschette (Stadium III nach Neer) inkomplette und komplette Rupturen .

- *Partialrupturen:*

Bei den Partialrupturen kennt man die bursaseitige, die gelenkseitige und die intratendinöse Teilruptur. Letztere hat keine Verbindung zur Sehnenoberfläche. Im Unterschied zur Sehnedegeneration bzw Sehnenentzündung zeigt die Partialruptur eine starke wasseräquivalente Signalsteigerung in T2 gewichteten Aufnahmen. Durch fettunterdrückte T2-Sequenzen läßt sich diese Flüssigkeitsansammlung in der Sehnenläsion noch besser darstellen. Durch eine Arthro-MRT Untersuchung (T1-Gewichtung) läßt sich die artikulärseitige Partialruptur besser von der Sehnedegeneration abgrenzen. Nur bei der Partialruptur kommt es auf den Postinjektionsaufnahmen zu einer Signalsteigerung, während diese bei der Sehnedegeneration ausbleibt.

Zusätzlich läßt sich mit der Arthro-MRT bei unklarer Klinik eine SLAP-Läsion oder eine Läsion des vorderen-unteren Kapsel-Band-Labrum-Komplexes (axiale Schichten) darstellen. Eine linienförmige (wasseräquivalente) Signalsteigerung in T2 (fast spin-echo) Modus ohne Kontakt zur Bursa- bzw Gelenksseite der Sehne wird als intratendinöse Partialruptur gewertet. Diese und die bursaseitige Ruptur lassen sich nicht mit der Arthro-MRT nachweisen, weshalb vor der Kontrastmittelinjektion immer ein Nativ-MRT durchzuführen ist. Die exakte Bestimmung der Längs- und Querausdehnung der Ruptur gelingt, wenn nicht nur schräg-coronare sondern auch schräg-sagittale Schichten angefertigt werden.

- *Komplette Rupturen:*

Komplette Rupturen ob mit oder ohne Retraktion, lassen sich mit Hilfe des MRT eindeutig diagnostizieren. Es zeigt sich bereits im T1 gewichteten Bild ein Sehnendefekt als Kontinuitätsunterbrechung der Sehne mit ansteigender Signalintensität im Bereich der Läsion. Eine markante (wasseräquivalente) Signalsteigerung zeigt sich wie schon bei den Partialrupturen, jetzt aber den gesamten Sehnenquerschnitt betreffend, in der T2 Gewichtung.

Für eine präoperative Therapieplanung ist eine morphologische Beurteilung der gerissenen Rotatorenmanschette wichtig. In den T1 gewichteten Aufnahmen läßt sich besonders das Ausmaß einer fettigen Degeneration der Muskulatur der Rotatorenmanschette, weitere Alterationen des AC-Gelenkes oder ein Akromionsporn nachweisen. Starke fettige

Degeneration und Atrophie der Muskulatur sind Zeichen einer chronischen Ruptur. Das Ausmaß der Retraktion und die Qualität der Sehne (bzw Sehnenstüpfen) selbst wird mit T2 gewichteten Aufnahmen in schräg-coronaren (medialio-laterale Ausdehnung) und schräg-sagittalen (antero-posteriore Ausdehnung) Schichten bestimmt. Ein völliges Fehlen des Sehnsignales des Supraspinatus, eine Mitbeteiligung des Infraspinatus und/oder des Subscapularis an der Ruptur, eine atrophie, fettig degenerierte Muskulatur, und eine schlechte Sehnenqualität, sprechen gegen die Rekonstruierbarkeit der Rotatorenmanschette. Rotatorenmanschettenintervall-Läsionen, die vor allem nach Schulterluxationen auftreten, erkennt man am besten in schräg-sagittalen T2 gewichteten Aufnahmen.

- *Postoperative Rotatorenmanschette:*

Die Interpretation des MRT der rekonstruierten Rotatorenmanschette insbesondere hinsichtlich Reruptur ist aufgrund des irregulären Verlaufes und der Kontur der Sehne und durch häufig vorhandene Artefakte schwierig.

Die Integrität der postoperativ narbig alterierten Sehne läßt sich durch eine Arthro-MRT-untersuchung besser beurteilen. Nur ein Defekt in Kombination mit einer wasseräquivalenten Signalsteigerung in T2 (fettunterdrückten) Aufnahmen, oder ein Übertritt von Kontrastmittel in die Bursa darf MR-tomographisch als Reruptur gewertet werden. Bei einer isolierten Flüssigkeitsansammlung in der Bursa subacromialis ist die nicht zulässig.

# IV. ROTATORENMANSCHETTE

## OPERATIONSTECHNIKEN

Als Narkose wird wahlweise die interskalenäre Blockade nach Winnie (mit der Möglichkeit eines Verweilkatheters zur postoperativen Schmerztherapie) oder die Allgemeinnarkose durchgeführt. Der Patient wird in Rückenlage mit ca. 40 Grad aufgerichtetem Oberkörper gelagert (Beach Chair Position), die Schulter ist vorne und hinten frei zugänglich, der Arm steril und frei abgedeckt.

### ACROMIOPLASTIK

Nach einem superioren Zugang wird das laterale Acromionende palpiert und der Muskel in diesem Bereich stumpf auseinandergedrängt (wahlweise im meistens vorhandenen Sehnen Spiegel). Ca 5-6 cm vom Acromion entfernt wird mit einem Faden der Stärke 2 die Sicherungsnäht für den N.axillaris gesetzt. Am ventralen Ende des Acromions wird der M. deltoideus auf einer Länge von 0,5-1 cm vom Knochen abgelöst. Mit dem Raspatorium wird der M. deltoideus leicht nach ventral abgeschoben und so das darunterliegende Lig. coracoacromiale dargestellt. Mit einem Meißel wird nun vom Vorderrand des Acromions ein dreieckiges, ca. 1,5 cm langes Knochenstück abgemeißelt (Abb.), anschließend wird das Lig.coracoacromiale mit einer Kocherklemme gefaßt, durchtrennt und das abgetrennte Bandstück gemeinsam mit dem resezierten Knochenstück entfernt. Die Unterfläche des Acromions wird mit einer oszillierenden Feile geglättet (Abb.).

Nach der Inspektion und eventueller Rekonstruktion der Rotatorenmanschette wird der abgelöste M. deltoideus mit transossären Nähten am Acromion refixiert und im Bereich des Deltoideussplittings adaptiert.

### REKONSTRUKTION DER ROTATORENMANSCHETTE TRANSOSSÄRE REINSERTION

Nach gleichem Zugang, Axillaris-Sicherungsnäht und Durchführung einer Acromioplastik, wird am Tuberculum majus an geplanter Insertionsstelle der Knochen angefrischt bis eine leichte Blutung auftritt. Dann wird der Sehnenstumpf mit dem Musée gefaßt oder mit Fäden angeschlungen. Unter leichtem Zug werden mit dem Raspatorium alle Adhäsionen im Subacromialraum gelöst. Bei Retraktion der Rotatorenmanschette wird mit dem geraden Raspatorium die Kapsel an der Unterseite vom Pfannenrand abgelöst (Abb.) oder unter Sicht scharf durchtrennt.

Nahttechnik: Mit dem sog. „Zahnarztbohrer“ werden zuerst die transossären Bohrlöcher für die tragende und die adaptierenden Nähte vorgebohrt. Dann wird die tragende Naht mit einem nicht resorbierbarem kräftigen Faden (Stärke 2-3) vorgelegt. Der Sehnenstumpf wird dabei im gesunden Bereich (ca. 1 cm vom Rand des Sehnenendes entfernt) mit einer modifizierten Kesselnäht gefaßt (Abb.). Mit resorbierbaren Fäden der Stärke 1 werden mehrere ebenfalls transossär geführte adaptierende Nähte vorgelegt. Nach Knüpfen der tragenden Naht, wird das Sehnenende durch Knüpfen der Adaptierungsnähte fest an den Knochen gepreßt (Abb.). Nach erfolgter sehnenäht sollte die Sehne bei adduziertem Arm spannungsfrei dem Oberarmkopf aufliegen.

## DEFEKTDECKUNG BEI AUSGEDEHNTER RM-RUPTUR

- ***Infraspinatustransposition (Naviaser):***

Schwenklappenplastiken eignen sich bei längsovalen Rissen (Abb.) zum Defektverschluß. Bei der Technik nach Naviaser wird die Sehne des M. infraspinatus bogenförmig ansatznahe inzidiert und von der Kapsel abpräpariert. Der so entstandene Sehnenlappen wird nach kranial in den Defekt eingeschwenkt und mit tragenden und adaptierenden Nähten transossär (siehe oben) reinsertiert. Mit einstülpenden Nähten erfolgt eine Längsvernähung mit dem noch bestehenden Anteil der Supraspinatussehne.

- ***Subscapularistransposition (Cofield):***

Die Subscapularissehne, die selten isoliert sondern meist bei massiven Rissen gemeinsam mit der Infraspinatussehne transponiert wird, wird bogenförmig etwa bis zur Mitte der Sehrendicke nach ventral und medial eingeschnitten und so abpräpariert, daß eine tiefe Sehnenkapselschicht bestehen bleibt. Der entstandene Sehnenlappen wird nach kranial in den Defekt eingeschwenkt und transossär vernäht. Eine seitliche Vernähung erfolgt mit dem noch bestehenden Teil der Supraspinatussehne bzw. bei massiven Rissen mit der transponierten Infraspinatussehne.

- ***Mobilisation nach Debeyre (modifiziert nach Resch)***

Läßt sich bei querovalen Rissen der Rotatorenmanschette (Abb.) der Defekt nicht primär verschließen, ist die Muskelmobilisation des Supraspinatus mit Verlagerung des gesamten Muskels nach lateral angezeigt.

Dazu wird nach dem superioren Zugang, dorsal über dem mittleren Drittel der Spina scapulae eine Hautinzision durchgeführt. Durch den M. trapezius wird am Oberrand der Spina scapulae scharf eingegangen. Der Muskel wird hauptsächlich stumpf mit dem Finger mobilisiert, im medialen Drittel auch mit dem Raspatorium teilweise aus seinem Bett gelöst. Im lateralem Drittel erfolgt ausschließlich eine stumpfe Mobilisation, da die Gefahr einer Schädigung des N. suprascapularis besteht. Während der Mobilisation wird mit einem Musée oder mit Haltenähten am Sehnenstumpf gezogen um den Gewinn an Länge zu kontrollieren (ca 1 - 1,5 cm). Nach ausreichendem Längengewinn wird die Sehne mit transossären tragenden und adaptierenden Nähten am Tuberculum majus refixiert.

## OPERATION NACH APOIL

Bei sehr großen Rissen, die sonographisch als sog. „Humerusglatze“ imponieren (Bateman IV), findet sich intraoperativ häufig nur noch narbig verändertes Bursagewebe, die Rotatorenmanschette ist nur noch fragmentarisch vorhanden oder so weit retrahiert, daß ein Defektverschluß auch mit Mobilisation und/oder Transposition nicht mehr möglich ist.

Nach Durchführung der Akromioplastik werden Bursateile und Sehnenreste entfernt und der Humeruskopf im Bereich der Tubercula geglättet. Die freiliegende lange Bizepssehne kann in

den Sulcus intertubercularis eingenäht und der zentrale Teil entfernt werden. Anschließend erfolgt eine sorgfältige Reinsertion des M. deltoideus.

## NACHBEHANDLUNG

Nach Operationen im Subacromialraum insbesondere nach Rekonstruktionen der Rotatorenmanschette (RM) hat die Therapie frühzeitig zu beginnen und muß kontinuierlich und konsequent fortgeführt werden, da sonst trotz gelungener Rekonstruktion ein gutes funktionelles Ergebnis nicht zu erwarten ist.

Daher ist vor Beginn bei Operationen an der Rotatorenmanschette für eine adäquate und effiziente Physiotherapie zu sorgen.

### Stationär:

- *präoperativ:* Scalenusblockade (Winnie-Block) mit einer interskalenäre Plexusblockade wird der Plexus brachialis beim Durchtritt durch die Skalenuslücke mit 15-30 ml Lokalanästetikum blockiert. Es bleibt für die postoperative Phase je nach Vertäglichkeit und Wirksamkeit ein Verweilkatheter. Über diesen können in den ersten Tagen Lokalanästetika, nachgespritzt, und dadurch die oft starken postoperativen Schmerzen gering gehalten werden. (Alternative: Schmerzpumpe)
- Schultergurt für 3 Wochen
- *3. postop. Tag:* Verbandwechsel, Beginn mit einer passiven Übungsbehandlung  
Vom Physiotherapeuten werden 2-3 mal täglich passiv geführte Flexions- und Abduktionsbewegungen bis zu Schmerzgrenze durchgeführt.  
Günstig in Scalenusblockade (Verweilkather), vor und nach der Therapie lokal Kryotherapie
- *6.-7. postop. Tag:*  
bei ausreichender Beweglichkeit und Schmerzfreiheit Entlassung des Patienten

### Ambulant:

- *2.-3. postop. Woche:* passive Bewegungsübungen (3-5 mal pro Woche) und selbstständiges Üben zu Hause; Weichteiltechnik, Lymphdrainagen, Elektrotherapie; nach Nahtentfernung am 10 postop. Tag und Beginn mit Unterwassertherapie; Koordination (Perfetti)
- *3.-4. postop. Woche:* Abnahme des Schultergurtes und Beginn mit aktiven Bewegungsübungen (Funktionsbewegungen mit koordinativer Komponente); Unterwasser-BÜ
- *6.-12. postop. Woche:* Krafttrainig (Beginn abhängig von der Rißgröße und der durchgeführten Nahttechnik); Üben in Funktionsgruppen-kein reines Hanteltraining

Nachbehandlung bei **Operationen nach Acoil**, offene **Kalkausräumung**, offene **Akromioplastik**:

Ruhigstellung mit Mitella bis zur Nahtentfernung

- stationär wird die Schulter passiv mobilisiert.
- ambulant sofort mit aktiven Bewegungenübungen, Unterwassertherapie, Koordinatives Kraftaufbautrainig

# V. VORDERE INSTABILITÄT DER SCHULTER

## OPERATIONSTECHNIKEN

Als Narkose wurde wahlweise die interskalenäre Blockade nach Winnie (mit der Möglichkeit eines Verweilkatheters zur postoperativen Schmerztherapie) oder die Allgemeinnarkose durchgeführt. Der Patient wurde in Rückenlage mit ca. 40 Grad aufgerichtetem Oberkörper gelagert (Beach Chair Position), die Schulter ist vorne und hinten frei zugänglich, der Arm in steril und frei abgedeckt.

## OPERATION NACH BANKART

### **Indikationen:**

- traumatisch rezidivierende vordere Schulterluxationen und Subluxationen
- im Gegensatz zur arthroskopischen Bankartoperation auch bei kleinem knöchernem Bankartfragment und hyperlaxer Gelenkkapsel indiziert
- keine Einschränkung hinsichtlich Alter und Relaxationszahl.

### **Kontraindikationen:**

- großer Pfannendefekt, pathologische Pfanne
- multidirektionale Instabilität

### **Technik:**

Die Operation wird in Intubationsnarkose und Rückenlagerung (Beach-Chair-Position) durchgeführt. Der Arm ist frei beweglich abgedeckt und wird auf einem kleinen Tischchen gelagert.

Es wird ein vorderer Zugang gewählt, die Hautincision beginnt knapp unter der Coracoidspitze und zieht gerade nach caudal bis zur vorderen Achselfalte.

Der Sulcus deltoideopectoralis wird identifiziert und stumpf aufgeweitet. Die Vena cephalica, die in der Regel nach medial keine Äste abgibt, wird nach lateral gehalten. Nach dem Einsetzen von Muskelhaken werden der Processus coracoideus und die an ihm ansetzende gemeinsame Sehne des Coracobrachialis und des kurzen Bicepskopfes dargestellt. Wurde früher das Coracoid osteotomiert, kerben wir jetzt die gemeinsame Sehne ca. 1 cm unterhalb des Ansatzes ein. Bei der Präparation ist darauf zu achten, daß medial der gemeinsamen Sehne der N. musculocutaneus im M. coracobrachialis verläuft.

Nach Längsspalten der Fascia clavipectoralis kommt in der Tiefe der M. subscapularis zum Vorschein, nach Außenrotation des Armes wird am Übergang vom muskulären zum sehnigen Anteil der Muskel mit zwei Haltefäden angeschlungen und dann scharf im sehnigen Teil durchtrennt. Es muß dabei besonders sorgfältig gearbeitet werden, um die darunterliegende Kapsel nicht zu verletzen. Das Ablösen des Subscapularis von der Kapsel erfolgt mit drückenden-abschiebenden (nicht ziehenden) Schnitten. Häufig findet sich jedoch eine kleine Eröffnung im Bereich der Bursa subscapularis. Nach Darstellung der Kapsel wird der Arm

maximal außenrotiert und die Kapsel inspiziert. Ist die oben beschriebene Kapsellücke deutlich erweitert liegt eine sog. Rotatorenintervall-Läsion vor. Diese Läsion, welche für Instabilität immer mitverantwortlich ist, muß vor der Kapsulotomie mit Vicrylnähten verschlossen werden. So wird bereits vor dem eigentlichen Shift eine Kapselraffung erzielt.

Erfolgte früher die Kapsulotomie mediallyseitig, so verwenden wir jetzt fast ausschließlich die von Neer beschriebene T-förmigen Kapseleröffnung (Abb.). Dabei liegt der kurze vertikale Schenkel lateralseitig (5mm medial des Subscapularisstumpfes), der lange horizontale Schenkel zieht Richtung Inzisur des Glenoids (Abb.). Zur besseren Orientierung empfiehlt es sich an den Zipfeln der 2 entstandenen Kapsellappen Haltefäden anzubringen.

Zur Einstellung des vorderen Pfannenrandes wird der Oberarmkopf mit einem Luxationshebel nach lateral weggehalten, und falls noch nicht abgelöst, der Labrumkapsel-Komplex bzw das angrenzende Periost vom vorderen Pfannenrand mit dem Raspatorium abgeschoben. Jetzt wird in den Scapulahals ein mittelbreiter spitzer und an den unteren Pfannenpol ein schmaler spitzer Hohmannhebel eingesetzt. Am unteren Pfannenpol muß der Hohmannhebel unter Knochenkontakt streng subperiostal plaziert werden um eine Verletzung des N. axillaris zu vermeiden. Eine gute Einstellung des Pfannenrandes ist für die Reinsertion der Kapsel von entscheidender Bedeutung.

Nach Entfernen von Restweichteil wird der vordere Glenoidrand angefrischt. Mit einer olivenförmigen Fräse oder einem Zahnarztbohrer wird am vorderen Pfannenrand ein Sulcus gefräst. Wurden früher bei der Bohrlochmethode (Resch) 3-4 Löcher für die Refixierung gebohrt, verwenden wir jetzt (resorbierbare) Fadenanker (Abb.). Es werden mit dem entsprechenden Instrumentarium 3 Bohrlöcher am vorderen Pfannenrand bei 5, halb 4 und 2 Uhr vorgebohrt. Diese Bohrlöcher werden mit den Ankern, in denen nicht resorbierbare Fäden der Stärke 0 eingezogen sind, besetzt. Für die Refixierung ist es wichtig, daß sie an anatomischer Stelle, d.h. im Bereich des (ehemaligen) Labrums durchgeführt wird. Ein häufiger Fehler ist, daß die Kapsel zu weit lateral gefaßt wird. Dadurch entsteht schon vor dem Kapselveschuß eine unkontrollierte Kapselraffung, die nach dem Kapselveschluß zu einer zu starken Einschränkung der Außenrotation und postoperativ zu einer schlechten Funktion führt.

Bei der Reinsertion des (Labrum)-Kapselkomplexes wird mit dem untersten Faden begonnen. Die Fadenenden werden in eine kleine Nadel eingespannt, die Kapsel des unteren Lappen von der Gelenksfläche möglichst an anatomischer Stelle durchstoßen und der Faden nach extraartikulär gezogen. Beim mittleren Faden wird ein Ende durch den unteren und ein Ende durch den oberen Kapsellappen gezogen. So vermeidet man bei der Reinsertion ein Klaffen der Kapsel am vorderen Pfannenrand. Der oberste Faden wird nur durch den oberen Lappen vorgelegt. Die vorgelegten U-Nähte werden jetzt geknüpft und so die Kapsel in den Sulcus und dadurch an den vorderen Pfannenrand gepresst, wodurch ein stufenloser Übergang vom Knorpel zur Kapsel entsteht.

Den Kapselverschluß führen wir in der von Warner beschriebenen selektiven T-Shift-Technik durch (Abb.). Dabei wird der 10° flektierte Arm 30-40° außenrotiert und 60° abduziert. Der untere Kapsellappen wird jetzt soweit geschiftet bis er die Kapsel des kurzen T-Schenkels erreicht, dort wird der Kapsellappen an den lateralen Kapselstumpf mit einer U-Naht refixiert. Dann wird der meist kleinere obere Lappen (wenn notwendig über den unteren) rückvernäht und am horizontalen und vertikalen T-Schenkel Adaptionnähte gesetzt.

Nach Kapselverschluß erfolgt über die vorgelegten Haltefäden das End-zu-End-Vernähen des M. subscapularis (ohne Verkürzung). Vor Verschluß der Subcutis und der Haut wird die eingekerbte gemeinsame Sehne des Coracobrachialis und des kurzen Bicepskopfes mit Vicryl reinsertiert.

## J-SPAN PLASTIK

### **Indikationen :**

- traumatische Schulterinstabilität mit großem Pfannenranddefekt
- hypoplastische, zu flache oder antevertierte Pfanne
- atraumatische unidirektionale Schulterinstabilität
- Revisionschirurgie

### **Technik:**

Lagerung und Abdeckung wie bei der Bankartoperation, zusätzlich wird der Beckenkamm mit einem U-Tuch abgedeckt.

Zugang, Ablösen des M.subscapularis, Gelenkkapseleröffnung (Kapsel T Shift), Einstellung und Darstellung des vorderen Pfannenrandes erfolgt in gleicher Weise wie bei der Operation nach Bankart.

Der vordere Pfannenrand muß von Weichteilgewebe und Periost gereinigt werden. Anschließend wird der vordere Pfannenhals mit einer olivenförmigen Fräse präpariert um eine leicht blutende und vor allem plane Auflagefläche für den Span zu erhalten. Nur ein fugenloser Übergang vom Span auf das Glenoid garantiert ein Einheilen des Spanes, daher sollte dieser Operationsschritt sehr sorgfältig durchgeführt werden.

Nach der Präparation des Pfannenhalses erfolgt die Osteotomie. Es wird mit einem 1 cm breiten Meißel etwa 5 mm von der Knochen-Knorpelgrenze entfernt ein ca 2cm langer Schlitz in den Pfannenhals gemeißelt. Osteotomiert wird nicht parallel zur Pfannenebene (Gefahr einer iatrogenen Pfannenrandfraktur), sondern die Stellung des Meißels ist leicht nach dorsomedial gerichtet. Die Tiefe des Schlitzes beträgt etwa 1-1,5 cm. Der Pfannenrand wird zum Schluß vorsichtig noch leicht nach lateral abgespreizt um die Spanaufnahme zu erleichtern. Auch hier muß sehr sorgfältig gearbeitet werden, um die oben beschriebene Pfannenfraktur zu vermeiden, andererseits muß die Osteotomie ausreichend tief und lang sein um den Span aufnehmen zu können. Ein wiederholtes Einsetzen und Entfernen des Spanes (Nachosteotomie) birgt die Gefahr des Spanbruches.

### **SPANENTNAHME**

Der Zugang erfolgt am Übergang vorderes bis mittleres Drittel der Crista iliaca. Erfahrungsgemäß befindet sich in diesem Bereich die günstigste Stelle für die Entnahme, da hier der Übergang zur Außenkortikalis meist sehr kantig geformt ist. Es wird die Außenkortikalis verwendet, da diese dicker als die Innenkortikalis ist. Die Größe des Spanes richtet sich nach der Größe des Defektes, üblicher Weise wird ein 1 cm tiefer, 1,5 cm breiter und 1,5 cm langer kortikospongiöser Span entnommen.

Der Span wird jetzt mit einem Musèe gefaßt und zu einem J geformt, wobei mit einer oszillierenden Säge durch ziehende Bewegungen die Spongiosa an der Innenfläche abgefräßt wird, und der Span die Form des Buchstaben J erhält.

Vor der Implantation des Spanes wird der Schlitz noch einmal mit dem Meißel leicht aufgedehnt. Der Span wird mit dem kleinen Musèe gefaßt und mit dem scharf zugeschliffenen Schenkel soweit wie möglich in den Schlitz eingebracht. Durch die äußere Rundung des Spanes gestaltet sich das Einschlagen mit einem herkömmlichen Stößel wegen der

Abrutschgefahr eher schwierig. Daher verwenden wir ein spezielles Einschlag-Instrumentarium mit einem kleinen seitlich angebrachten Dorn. Der sogenannte Dornstößel wird in Verlängerung des Einfalzschenkels aufgesetzt und der Span vorsichtig eingeschlagen bis der pfannen-erweiternde Schenkel satt am Pfannenrand aufliegt.

Mit einer olivenförmigen Fräse wird der pfannenerweiternde Schenkel des J-Spanes exakt an die übrige Gelenksfläche des Glenoids anmodelliert, so daß ein stufenloser Übergang resultiert.

Abschließend wird die T-förmig eröffnete Kapsel bei einer Armposition von 60° Abduktion und 30° Außenrotation ohne wesentlichen Shift verschlossen, sodaß der Span intraartikulär gelegen ist. Die Sehne des M. subscapularis wird auch ohne Verkürzung vernäht.

## NACHBEHANDLUNG

Für das Umsetzen einer gelungenen Operation in ein gutes funktionelles Ergebnis ist er richtige Zeitpunkt und die Qualität der Physiotherapie.

Auf Grund der oben angeführten unterschiedlichen Indikationen und OP-Methoden einerseits Schmerzoperation andererseits Stabilisierung benötigen wir unterschiedliche Behandlungskonzepte:

Sind nach Operationen im Subacromialraum der frühzeitige, d.h. bereits stationäre Therapiebeginn mit dem Ziel der Mobilisation des Schultergelenkes essentiell, ist nach Stabilisierungsoperationen anfangs Zurückhaltung geboten.

Hauptziel der Therapie ist hier Koordination des Gelenks und nicht die Mobilisation.

- Nach einer stabilisierenden Operation wird der Patient am 3.-5. *postop. Tag* mit einem für 3 Wochen befristeten Schultergurt entlassen.

### Ambulant:

- 1.-3. *postop. Woche*: keine Gelenksmobilisation, auch keine passiven Bewegungsübungen, die physikalische Therapie soll daher auf eine Lympfdrainage beschränkt bleiben.
- 3.- 6. *postop. Woche* : Abnahme des Schultergurtes, der Patient darf jetzt bis 90° flektieren und bis max.60° abduzieren, keine Außenrotation über 0° !! Weiterhin auf eine Gelenksmobilisation, Schwerpunkt der Therapie : Koordinations- und Unterwasserübungen
- *Ab der 6. Postop.Woche*: Bewegung in allen Ebenen (auch Aussenrotation) frei. Forcierte Abduktions-Außenrotationsbewegungen und alle schulterbelastenden Übungen und Arbeiten sollen noch vermieden werden. Nur bei gravierender Bewegungseinschränkung, darf die Schulter vom Therapeuten mobilisiert werden.
- *Ab der 12. postop. Woche*: Belastungsbeginn der Schulter und Aufbautraining in der präoperativen Sportart  
Physiotherapeutisch: gezieltes Koordinations- u. Aufbautraining, bei welchem vor allem über Reflextraining und Stabilisierung der Körperachse ein additiver Stabilisierungseffekt von seiten der Muskulatur für das Schultergelenk erzielt werden kann.

Die volle Sportfähigkeit ist nicht vor dem 6. *postoperativen Monat* erreicht, bei Overhead-Sportarten nicht vor dem 8-10 Monat.



## VI. LITERATUR

### Topographische und funktionelle Anatomie der Schulter

1. *Benninghoff* (1985) Makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen. 14. Aufl, Bd I, *Staubesand J* (Hrsg) Urban & Schwarzenberg, München
2. *Bigliani LU, Morrison DS, April EW* (1986) The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 10: 228
3. *Braus H, Elze C* (1954) Anatomie des Menschen. Bd 1, Bewegungsapparat. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg
4. *DePalma AF* (1983) Surgical anatomy of acromioclavicular and sternoclavicular joints. *Surg Clin North Am* 43: 1541
5. *Edelson JG, Taitz C* (1992) Anatomy of the coraco-acromial arch. *J Bone Joint Surg [Br]* 74: 589-594
6. *Fick R* (1911) Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Bd.1 G Fischer, Jena
7. *Frick H, Leonhardt H, Starck D* (1987) Allgemeine Anatomie, Spezielle Anatomie I; 3. Aufl. Thieme Stuttgart-New York
8. *Habermeyer P, Kaiser E, Knappe M, Kreuzer T, Wiedemann E* (1987) Zur funktionellen Anatomie und Biomechanik der langen Bizepssehne. *Unfallchirurg* 90: 319-329
9. *Hyrtl J* (1862) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Braumüller Wien
10. *Kapandji IA* (1984) Funktionelle Anatomie der Gelenke. Bd.1, Obere Extremität. Enke Stuttgart
11. *Lanz T von, Wachsmuth W* (1959) Praktische Anatomie, 2. Aufl., Bd I/3: Arm. Springer Berlin-Göttingen-Heidelberg
12. *Maurer H, Lener M* (1991) Anatomie des Schultergelenkes aus arthroskopischer Sicht. In Resch H, Beck E Arthroskopie der Schulter. Springer Verlag Wien New York
13. *Moseley HF, Goldie I* (1963) The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg [Br]* 45: 780-789
14. *Pfuhl W* (1934) Das subacromiale Nebengelenk des Schultergelenks. *Morph Jb* 73: 100
15. *Platzer W* (1991) Bewegungsapparat, Bd. 1, Taschenatlas der Anatomie. *Kahle W, Leonhardt H, Platzer W* (Hrsg.) 6. Aufl. Thieme Stuttgart - New York
16. *Rauber-Kopsch* (1987) Anatomie des Menschen, Bd 1, Bewegungsapparat, *Tillmann B, Töndery G* (Hrsg.). Thieme, Stuttgart-New York
17. *Ravelli A* (1974) Die sogenannte Rotatorenmanschette. *Österr Ärztezeitung* 13: 14
18. *Rothman RH; Parke WW* (1965) The vascular anatomy of the rotator cuff. *Clin Orthop* 41: 176
19. *Salter EG; Nasca RJ, Shelly BS* (1987) Anatomical observations on the acromioclavicular joint and supporting ligaments. *Am J Sports Med* 15: 199-206
20. *Sieglbauer F* (1963) Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen. 9. Aufl. Urban & Schwarzenberg Wien-Innsbruck
21. *Sperner G* (1994) Die Bedeutung des Subacromialraumes für die Entstehung des Impingementsyndroms. *Unfallchirurg* (in press)
22. *Strasser H* (1917) Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik. Bd IV Spezieller Teil. Die obere Extremität. Springer Berlin
23. *Tandler J* (1926) Lehrbuch der systematischen Anatomie. Bd 1, 2. Aufl. Knochen-, Gelenk- und Muskellehre. Vogel Leipzig
24. *Tichy P, Tillmann B, Schleicher A* (1985) Funktionelle Beanspruchung des Fornix humeri. In: *Refior HJ, Plitz W, Jäger M, Hackenbroch MH* (Hrsg) Biomechanik der gesunden und der kranken Schulter. Thieme, Stuttgart-New York, pp 88

25. *Tillmann B, Tichy P* (1986) Funktionelle Anatomie der Schulter. Unfallchirurg 89: 389-397
26. *Waldeyer A, Mayet A* (1993) Anatomie des Menschen Bd 2, 16. Aufl.; *Keyserlingk D, Graf v.*; (Bearb.) de Gruyter Berlin New York
27. *Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH* (1989) Gray's Anatomy. 37. Aufl. Churchill Livingstone, Edinburgh London Melbourne New York

## Klinische Untersuchung und bildgebende Verfahren

1. *Golser K, Resch H.* Röntgenabklärung der Schulter einschließlich Computertomographie, In Habermeyer P, Schweiber L, ed. Schulterchirurgie. 2nd ed. Urban&Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1995: 83-110.
2. *Greis PE, Kuhn JE, Schultheis J, Hintermeister R, Hakins R.* Validation of the Lift-off test and analysis of subscapularis activity during maximal internal rotation. Am J Sports Med. 1996, 24:589-602.
3. *Habermeyer P, Schweiberer L* Schulterchirurgie. Urban und Schwarzenberg 1996
4. *Hawkins RJ, Bokor DJ.* Clinical evaluation of shoulder problems. In Rockwood CR, Matsen FA III, ed. The Shoulder, vol.1, Saunders, Philadelphia, 1990: 149-177.
5. *Hedtmann,A, Fett H.* Atlas und Lehrbuch der Schulterultrasonographie, 2nd ed., Enke, Stuttgart, 1991.
6. *Iannotti JP, et al.* Magnet resonance imaging of the shoulder: sensitivity, specificity and predictive value. J.Bone Joint Surg. 1991, 73A:17-23.
7. *Jobe CM.* Superior glenoid impingement. Current concepts. Clin Orthop 1996, 330:98-107.
8. *Mirowitz SA.* Imaging techniques, normal variations and diagnostic pitfalls in shoulder MRI. In Raffi M, ed. MRI clinics of North America. Vol 1. Philadelphia: WB Saunders, 1993:19-36
9. *Neer CS II.* Impingement lesions. Clin.Orthop 1983,173:70-77.
10. *Oxner KG.* Magnetic resonance Imaging of the Musculoskeletal System: Part 6.The shoulder. Clin.Orthop. 1997, 334: 354-373.
11. *Resch H, Beck E* (1988) Praktische Chirurgie des Schultergelenkes Frohnweiler Druck
12. *Rowe CR.* The Shoulder. Churchill Livingstone, New York-Edinburgh-London 1988.
13. *Sperner G, Resch H.* Diagnostik des Schultergelenkes. In Resch H, Beck E, eds. Praktische Chirurgie des Schultergelenkes. Frohnweiler, Innsbruck, 1988: 27-39.
14. *Sperner G, Resch H, Golser K.* Klinisches Management bei Rupturen der Rotatorenmanschette. Unfallchirurg 1990,93:309-314.
15. *Sperner G, Resch H, Golser K, Lener M, Seykora P* (1993) Die Wertigkeit der Sonographie bei Rupturen der Rotatorenmanschette. Unfallchirurg 96: 119-123
16. *Sperner G, Resch H, Wanitschek P, Seykora P.* Die Wertigkeit der einzelnen bildgebenden Verfahren bei verschiedenen Schulterverletzungen. Hefte Unfallheilkunde 1989, 206:54-60.
17. *Stoller DW, Wolf EM.* The Shoulder. In Stoller DW, ed. Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine, Lippincott-Raven, Philadelphia-New York, 1997:597-742.
18. *Tyson LL.* Imaging of the painful shoulder. Current Problems in Diagnostic Radiology 1995, 24:124-140
19. *Tyson LL, Crues JV.* Pathogenesis of rotator cuff disease. In Raffi M, ed. MRI clinics of North America. Vol 1. Philadelphia: WB Saunders, 1993:37-46
20. *Wambacher M, Golser K.* Shoulder impingement and rotator cuff disease- Clinical assessment and investigations. In Chan KM, Fu F eds. Controversies in orthopaedic sports medicine. William & Wilkins 1998: 299-319

## Subacromialraum, Rotatorenmanschette

1. *Apoil A, Augereau B* Anterosuperior arthrolysis of the shoulder for rotator cuff lesions. In: Post M, Morrey BF, Hawkins RJ, eds. Surgery of the shoulder. St.Louis: Mosby Year book, 1990: 257-260
2. *Bigliani LU, Coldasco FA et al.* Operative Repair of massive rotator cuff tears. J Shoulder Elbow Surg. 1992,1:120-130.
3. *Burkhart SS* Fluoroscopic comparison of kinematic patterns in massive rotator cuff tears: a suspension bridge model. Clin. Orthop. 1992 284: 144-154
4. *Codeman EA.* The Shoulder: Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. Thomas Todd, Boston, 1934.
5. *Cofield RH* Subscapularis muscle transposition for repair of chronic rotator cuff tears. Surg Gynecol Obstet 1982 154:667-672
6. *Debeyre J, Patte D, Emelik E* Repair of ruptures of the rotator cuff with a note on advancement of the supraspinatus muscle. J Bone Joint Surg 1965 47B: 36-42
7. *DePalma AF* Surgery of the Shoulder 2<sup>nd</sup> edition ed. Philadelphia: JB Lippincott (1973)
8. *Gerber C* Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff. Clin.Orthop.1992 275:152-160
9. *Loehr JF, Uthoff HK* The mikrovaskular pattern of the supraspinatus tendon. Clin.Orthop.1990 254:35-41
10. *Matsen FA III.* Rotator cuff Tendon Failure. In Rockwood CR, Matsen FA III, eds. The Shoulder, 2<sup>nd</sup> ed. vol.2, Saunders, Philadelphia, 1990: 647-665.
11. *Maurer H, Resch H,* Schultergelenk (1995) In: Kremser K, Lierse W, Platzer W, Schweiberer HW, Weller S. Chirurgische Operationslehre: Schultergürtel, Obere Extremität. 1995 Georg Thieme Verlag Stuttgart New York
12. *Naviaser RJ, Naviaser TJ* Major ruptures of the rotator cuff. In: Watson M, ed. Practical shoulder surgery 1985 Grune and Stratton, London 170-224
13. *Neer CS II* Impingement lesions. Clin.Orthop.1983 173:70-77
14. *Sperner G, Resch H, Golser K, Lener M, Seykora P.* Die Rolle des Ultraschall bei Rupturen der Rotatorenmanschette. Unfallchirurg 1993, 96: 119-123

## Schulterinstabilität

1. *Altcheck DW, Warren RF, Skyhar MJ, Ortiz G* T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types. J Bone Joint Surg 73 A 1991: 105-12
2. *Bankart ABS* Recurrent or habitual dislocation of the shoulder joint. Br.Med J 1923: 1123-1133
3. *Bankart ABS* The pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder joint Br.Med.J 1938: 23-29
4. *Beck E* Die habituelle Schulterverrenkung. 1969 Stuttgart Enke
5. *Eden R* Zur Operation der habituellen Schulterluxation unter Mitteilung eines neuen Verfahrens bei Abriß am inneren Pfannenrande. Dtsch.Z.Chir. 1918 144: 269-280
6. *Lange M* Orthopädisch-chirurgische Operationslehre 2.Aufl. 1962 Bergmann, München 284-288
7. *Maurer H, Resch H,* Schultergelenk (1995) In Kremser K, Lierse W, Platzer W, Schweiberer HW, Weller S. Chirurgische Operationslehre: Schultergürtel, Obere Extremität. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York

- 8.
9. *Neer CS, Foster CR* Inferior capsular shift for involuntary inferior and multidirectional instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg* 1980 62A: 897-908
10. *Resch H, Wanitschek P, Sperner G* Die Technik der Bankart'schen Operation. *Unfallchirurg* 1988 : 407-413
11. *Resch H, Golser K, Thöni H* Schulterluxation und –subluxation. *Orthopäde* 1989 18: 247-256
12. *Resch H* Die Operation nach Bankart –Bohrlochtechnik *Operative Orthopädie und Traumatologie* 1989 :153-162
13. *Rowe CR, Patel D., Southmay WW* The Bankart procedure. *J Bone Joint Surg* 1978 60A: 1-16
14. *Ticker JB, Warner JJP* The selektive capsular shift for anterior glenohumeral instability. In *Fu, Ticker, Imhof, eds An atlas of shoulder surgery* , Dunitz Ltd, London 1998:1-14