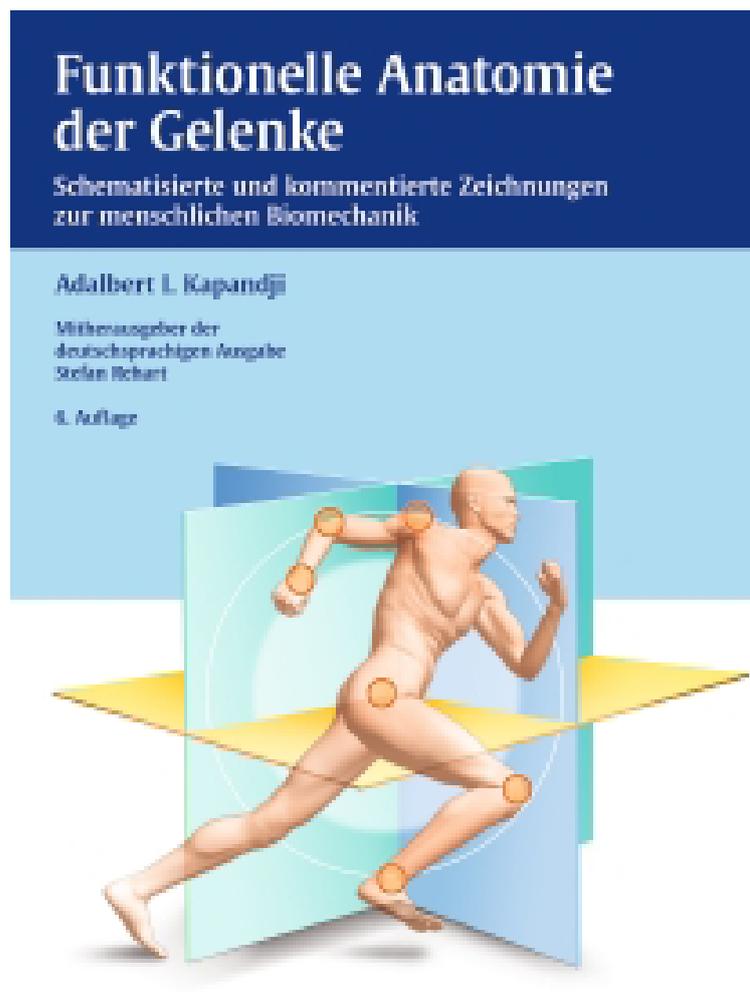




Kapandji, I.A./ Koebke, J. Funktionelle Anatomie der Gelenke



zum Bestellen [hier klicken](#)

by naturmed Fachbuchvertrieb

Aidenbachstr. 78, 81379 München

Tel.: + 49 89 7499-156, Fax: + 49 89 7499-157

Email: info@naturmed.de, Web: <http://www.naturmed.de>

Vorwort zur 6. Auflage

Seit der 1. Auflage vor mehr als 35 Jahren hat das Interesse an diesem Buch nicht nachgelassen, sei es seitens der Ärzte und Chirurgen, der lehrenden und lernenden Physiotherapeuten und der Osteopathen. Der Erfolg des Buches im Ausland spiegelt sich in zwölf Übersetzungen wider, wobei nicht nur in europäische Sprachen übersetzt wurde, sondern auch ins Japanische und sogar ins Koreanische.

Mit der Zeit jedoch erfährt das Wissen ständigen Zuwachs und die Drucktechnik entwickelt sich. Von daher empfanden sowohl Autor als auch Verleger es für notwendig, das Werk einer gründlichen Überarbeitung zu unterziehen.

Die jetzt vorliegende Auflage stellt quasi eine Neugeburt dar, da einerseits Text und Abbildungen erweitert wurden. Andererseits sind vor allem sämtliche Zeichnungen und Schemata farbig gestaltet, was sie noch lebendiger und attraktiver macht. Dies wurde mit großem Arbeitsaufwand und moderner Computertechnik möglich.

Wir hoffen nun, dass sich diesem seit Langem anerkannten und geschätzten Klassiker, eine neue Jugendzeit eröffnen möge.

Inhaltsverzeichnis

1	Schulter	12
1.1	Funktionelle Anatomie des Schultergelenks	14
1.2	Anteversion, Retroversion und Adduktion	16
1.3	Die Abduktion	18
1.4	Rotation des Armes um seine Längsachse	20
1.4.1	Rotation des Armes im Schultergelenk ...	20
1.4.2	Bewegungen des Schultergürtels in der Horizontalebene	20
1.5	Armbewegungen in der Horizontalen ..	22
1.6	Die Zirkumduktion	24
1.7	Quantifizierung von Bewegungen im Schultergelenk	26
1.8	Das „Paradoxon“ nach Codman	28
1.9	Bewegungsanalysen zur Schulterfunktion	30
1.10	Die Gelenke der Schulter und des Schultergürtels	32
1.11	Die Gelenkflächen des Schultergelenks ..	34
1.11.1	Humeruskopf	34
1.11.2	Cavitas glenoidalis des Schulterblatts ...	34
1.11.3	Labrum glenoidale – Pfannenlippe	34
1.12	Momentendreachsen	36
1.13	Kapsel und Bänder des Schultergelenks ..	38
1.14	Intraartikulärer Verlauf der langen Bizepssehne	40
1.14.1	Sagittalschnitte durch die kraniale Kapselpartie zeigen	40
1.15	Bedeutung des Ligamentum glenohumerale	42
1.15.1	Während der Abduktion	42
1.15.2	Während der Rotation um die Längsachse ..	42
1.16	Das Ligamentum coracohumerale während der Ante- und Retroversion ..	44
1.17	Die muskuläre Sicherung des Schultergelenks	46
1.18	„Subakromiales Nebengelenk“	48
1.19	„Schulterblatt-Thorax-Gelenk“	50
1.20	Bewegungen des Schultergürtels	52
1.21	Die natürlichen Bewegungen im „Gelenk“ zwischen Schulterblatt und Thorax	54
1.22	Sternokostoklavikulargelenk	56
1.22.1	Bewegungen	58
1.23	Akromioklavikulargelenk	60
1.24	Funktion des Ligamentum coracoclaviculare	64
1.25	Muskulatur des Schultergürtels	66
1.26	M. supraspinatus und Abduktion	70
1.27	Physiologischer Ablauf der Abduktion ..	72
1.27.1	Bedeutung des M. deltoideus	72
1.27.2	Die funktionelle Bedeutung der Rotatoren ..	74
1.27.3	Funktionelle Bedeutung des M. supraspinatus	74
1.28	Die drei Phasen der Abduktion	76
1.28.1	Erste Abduktionsphase: Von 0–60°	76
1.28.2	Zweite Abduktionsphase: Von 60–120° ...	76
1.28.3	Dritte Abduktionsphase: Von 120–180° ..	76
1.29	Die drei Phasen der Anteversion	78
1.29.1	Erste Anteversionsphase: Von 0–50°–60° ..	78
1.29.2	Zweite Anteversionsphase: Von 60–120° ..	78
1.29.3	Dritte Anteversionsphase: Von 120–190° ..	78
1.30	Rotatoren des Schultergelenks	80

1.31	Adduktion und Retroversion	82	1.32	Abduktion, Ante- und Retroversion sowie Elevation „hippokratisch“ vermessen	84
2	Das Ellenbogengelenk	86			
2.1	Gelenk für Flexion–Extension	86	2.9	Beugermuskeln des Ellenbogengelenks	102
2.2	Heran- und Wegführen der Hand	88	2.10	Streckmuskeln des Ellenbogengelenks	104
2.3	Gelenkflächen	90	2.11	Sicherung des Gelenks	106
2.4	Distales Humerusende	92	2.11.1	Widerstand gegen Längszug	106
2.5	Bänder des Ellenbogengelenks	94	2.11.2	Widerstand gegen in Längsrichtung wirkende Druckkräfte	106
2.5.1	Im Einzelnen:	94	2.11.3	Gelenksicherung bei Beugung	106
2.6	Radiuskopf	96	2.11.4	Verletzung nach Essex-Lopresti	106
2.6.1	Artikulation der Fovea articularis radii in Extremstellungen:	96	2.12	Normmaße der Bewegungen im Ellenbogengelenk	108
2.7	Trochlea humeri	98	2.13	Klinische Bezugspunkte am Ellenbogengelenk	110
2.7.1	Häufigster Typ (obere Reihe A)	98	2.14	Wirkungsgrad der Beuger und Strecker	112
2.7.2	Weniger häufiger Typ (mittlere Reihe B) ..	98	2.14.1	Funktionsstellung und Ruhigstellung	112
2.7.3	Seltener Typ (untere Reihe C)	98	2.14.2	Kräfterelation der Muskeln	112
2.8	Hemmung von Beugung und Streckung	100			
3	Pronation–Supination	114			
3.1	Messparameter für die Pro- und Supination	116	3.7	Kinematik des proximalen Radioulnargelenks und Ulnarvarianz	132
3.2	Funktionelle Bedeutung von Pro- und Supination	118	3.8	Kinematik des distalen Radioulnargelenks	134
3.3	Radio-ulnärer Rahmen	120	3.9	Die Achse für die Pro- und Supination .	138
3.3.1	Genereller Bauplan	120	3.10	Gleichphasige Kongruenz der beiden Radioulnargelenke	142
3.4	Membrana interossea antebrachii	122	3.11	Muskeln für die Pro- und Supination ..	144
3.5	Funktionelle Anatomie der Articulatio radioulnaris proximalis	126	3.11.1	Supinationsmuskeln	144
3.6	Funktionelle Anatomie der Articulatio radioulnaris distalis	128	3.11.2	Pronationsmuskeln	144
3.6.1	Distales Ulnaende	128	3.12	Warum besitzt der Unterarm zwei Knochen?	146
3.6.2	Bau des distalen Radioulnargelenkes	130			

3.13	Mechanische Störungen von Pro- und Supination	150	3.14	Funktionsstellung und Kompensationsbewegungen	154
3.13.1	Luxationen der Radioulnargelenke	150	3.14.1	Funktionsstellung	154
3.13.2	Folgen der relativen Verkürzung des Radius	150	3.14.2	Kellner-Test	154
4	Handgelenk	156			
4.1	Definition der Handgelenksbewegungen	158	4.7.2	Die Scaphoid-Säule	180
4.2	Bewegungsamplituden im Handgelenk	160	4.7.3	Dynamik des Scaphoids	182
4.2.1	Radiale und ulnare Abduktion	160	4.8	Kopplung von Scaphoid und Lunatum	184
4.2.2	Flexion und Extension	160	4.9	Gestaltveränderung des Karpus	186
4.2.3	Passive Flexion und Extension	160	4.9.1	Radiale und ulnare Abduktion	186
4.3	Zirkumduktionsbewegung	162	4.9.2	Dynamik der proximalen Reihe	188
4.4	Der Gelenkkomplex des Handgelenks	164	4.9.3	Das zwischengeschaltete Segment	190
4.4.1	Articulatio radiocarpalis	164	4.9.4	Kinematik der Radial- und Ulnarabduktion	192
4.4.2	Articulatio mediocarpalis	168	4.9.5	Kinematik der Flexion und Extension	194
4.5	Bänder des proximalen und distalen Handgelenks	170	4.9.6	Mechanismus nach Henke	194
4.6	Stabilisierende Funktion der Bänder	174	4.10	Übertragung von Pronation und Supination	196
4.6.1	Stabilisation in der Frontalebene	174	4.10.1	Der Karpus als Kardangelenk	196
4.6.2	Stabilisation in der Sagittalebene	176	4.11	Hinweise zu Verletzungen	200
4.7	Dynamik der Handwurzel	178	4.12	Muskeln des Handgelenks	202
4.7.1	Die Lunatum-Säule	178	4.13	Funktion der Handgelenkmuskeln	204
5	Die Hand	208			
5.1	Die Fähigkeit der Hand zum Greifen	210	5.8	Fingergelenke	232
5.2	Architektur der Hand	214	5.9	Retinacula und Sehnenscheiden der Beugersehnen	236
5.3	Handwurzel	218	5.10	Sehnen der langen Fingerbeuger	240
5.4	Wölbung des Handtellers	220	5.11	Sehnen der Fingerstrecker	244
5.5	Fingergrundgelenke	222	5.12	Musculi interossei und lumbricales	248
5.6	Kapsel-Band-Apparat der Fingergrundgelenke	226	5.13	Streckung der Finger	252
5.7	Bewegungsamplituden in den Fingergrundgelenken	230	5.13.1	M. extensor digitorum (EC)	252
			5.13.2	Mm. interossei	252
			5.13.3	Mm. lumbricales	252
			5.13.4	Pathologische Hand- und Fingerfehlstellungen	256

5.14	Hypothenarmuskeln	258	5.22.1	Funktion der ulnaren intrinsischen Muskeln, am ulnaren Sesambein inserierend. .	304
5.14.1	Funktionelle Aspekte	258	5.22.2	Funktion der radialen intrinsischen Muskeln	306
5.15	Der Daumen	260	5.23	Opposition des Daumens	308
5.16	Opposition des Daumens	262	5.23.1	Pronationsbewegung	312
5.17	Geometrische Analyse der Daumenopposition	266	5.24	Opposition und Reposition	314
5.18	Karpometakarpalgelenk des Daumens	268	5.25	Die verschiedenen Griffarten	318
5.18.1	Gelenkflächen	268	5.25.1	Das Greifen an sich	318
5.18.2	Gelenkschluss	270	5.25.2	Durch Schwerkraft beeinflusste Griffe	332
5.18.3	Funktion der Ligamente	272	5.25.3	Dynamische Griffe	334
5.18.4	Geometrie der Gelenkflächen	274	5.26	Klopfen – Kontakt – Gestik	336
5.18.5	Rotation um die Längsachse	276	5.27	Funktions- und Immobilisationsstellungen der Hand	338
5.18.6	Bewegungen des Os metacarpale I	278	5.28	Amputierte und fiktive Hände	342
5.18.7	Bewegungsamplituden des Os metacarpale I	282	5.29	Motorik und Sensibilität der oberen Extremität	344
5.18.8	Radiografie des Karpometakarpalgelenks und das Trapezium als Bezugspunkt	284	5.30	Muskelfunktionstests und Hautsensibilität der oberen Extremität	346
5.18.9	Morphologische und funktionelle Eigenschaften des Daumensattelgelenks	286	5.30.1	Fingerbeere	346
5.19	Grundgelenk des Daumens	288	5.31	Drei Funktionstests für die Hand	348
5.19.1	Bewegungen	292	5.31.1	Wie ist dieser Mechanismus zu erklären?	348
5.19.2	Laterale und axiale Drehbewegungen im Daumengrundgelenk	294	5.32	Die Hand des Menschen	350
5.20	Interphalangealgelenk des Daumens ..	296			
5.21	Muskeln des Daumens	298			
5.22	Funktion der extrinsischen Muskeln des Daumens	302			
	Sachverzeichnis				352

1.10 Die Gelenke der Schulter und des Schultergürtels

Die Schulter- und Schultergürtelregion beherbergt nicht nur eines, sondern fünf Gelenke, die insgesamt einen Gelenkkomplex bilden (► Abb. 39), und mit dessen Hilfe wir die Bewegungen der oberen Extremität definieren wollen. Die fünf Gelenke teilen sich in 2 Gruppen.

- Erste Gruppe, zwei Gelenke beinhaltend:
 - Das Schultergelenk (Articulatio humeri). Anatomisch gesehen ein echtes Gelenk (Kontakt zwischen zwei überknorpelten Gelenkflächen). Es ist das wichtigere der beiden Gelenke der ersten Gruppe.
 - Das akromiale Nebengelenk („articulation sous-deltoidienne“) oder „zweites Schultergelenk“. Hierbei handelt es sich anatomisch nicht um ein echtes Gelenk, jedoch hat es physiologisch die Bedeutung einer Artikulation, da zwei Flächen gegeneinander gleiten. Dieses Nebengelenk ist mechanisch eng an das Schultergelenk gekoppelt. Jedwede Schultergelenksbewegung zieht eine Bewegung im Nebengelenk nach sich.

- Zweite Gruppe, drei Gelenke beinhaltend:
 - „Gelenk“ zwischen Schulterblatt und Thorax. Auch hier handelt es sich nur physiologisch und nicht anatomisch um ein Gelenk. Es ist das wichtigste „Gelenk“ dieser Gruppe, wenngleich es seine Funktion ohne die beiden übrigen, mit denen es mechanisch eng verknüpft ist, nicht ausüben kann.
 - Akromioklavikulargelenk: echtes Gelenk am äußeren Ende der Klavikula.
 - Sternoklavikulargelenk: echtes Gelenk am inneren Ende der Klavikula.

Zusammenfassend kann man den Gelenkkomplex folgendermaßen einteilen:

- Erste Gruppe: Ein echtes Gelenk als Hauptgelenk: Schultergelenk. Ein „falsches“ Gelenk als Nebengelenk: akromiales Nebengelenk.
- Zweite Gruppe: ein falsches Gelenk als das wichtigere: Skapulothorakalgelenk und zwei echte Gelenke als Nebengelenke: akromiales und sternales Klavikulargelenk.

In beiden Gruppen sind die Gelenke mechanisch verknüpft, d. h., sie sind immer gleichzeitig in Funktion. De facto erfolgt auch das Gelenkspiel beider Gruppen gleichzeitig, wobei die Gelenke der Gruppen in Abhängigkeit von den Bewegungen unterschiedlich beteiligt sind.

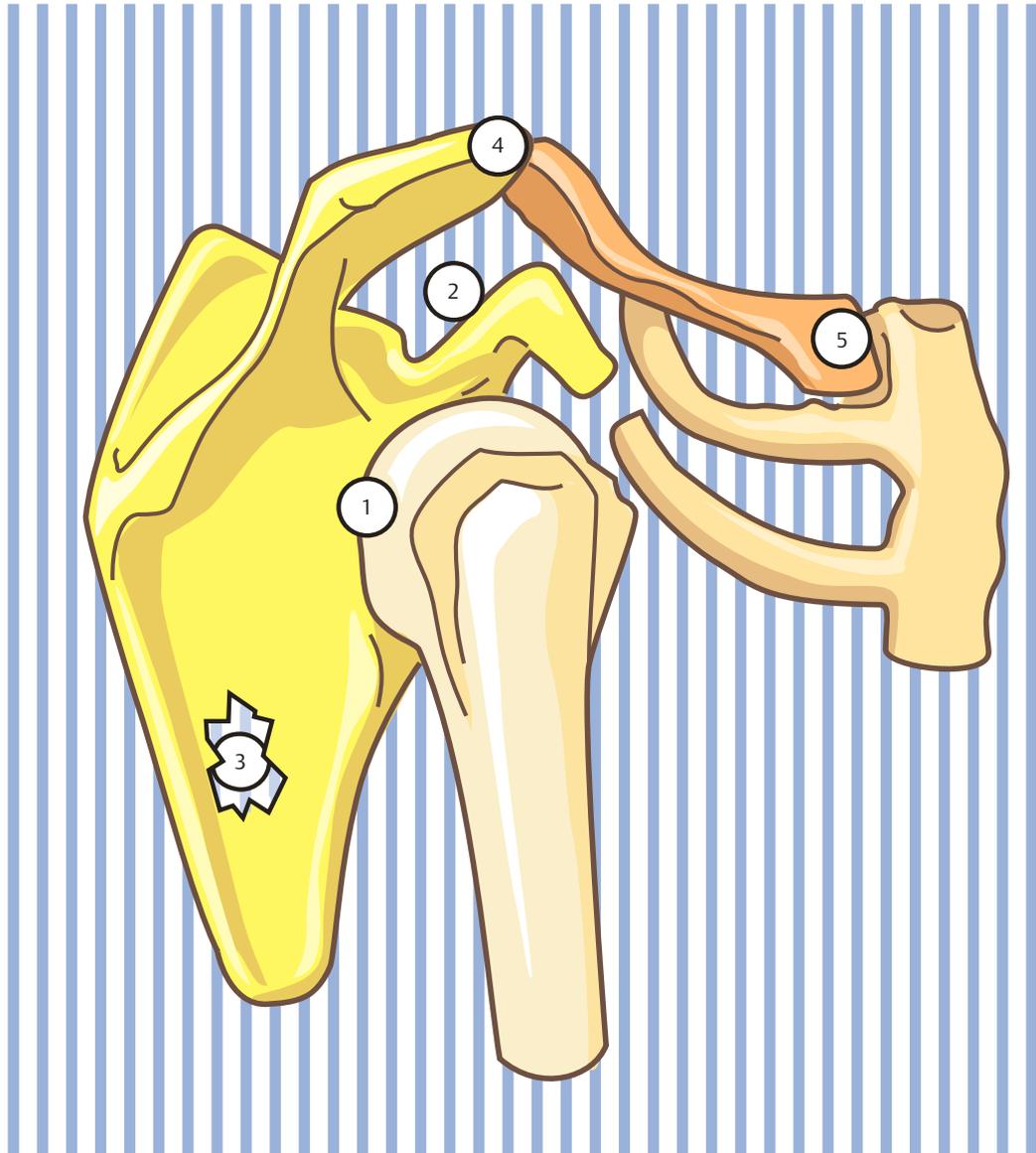


Abb. 39

1.11 Die Gelenkflächen des Schultergelenks

Es handelt sich um sphärische, für ein Kugelgelenk mit drei Achsen und drei Freiheitsgraden typische und charakteristische Oberflächen (► Abb. 40, ► Abb. 41).

1.11.1 Humeruskopf

Nach oben, innen und nach hinten ausgerichtet, entspricht die Gelenkfläche (► Abb. 40) einem Drittel einer Kugeloberfläche (Radius 3 cm). Bei genauer Betrachtung ist die Oberfläche bei weitem nicht gleichmäßig gestaltet, da der vertikale Durchmesser um 3 bis 4 mm größer ist als der sagittale. Desweiteren bemerkt man am frontalen Schnitt (► Abb. 42), dass der Krümmungsradius des Gelenkkopfes von oben nach unten zu beständig abnimmt, und dass nicht nur ein Krümmungsmittelpunkt, sondern eine Serie von Krümmungsradien existieren, deren Zentren auf einer Spirale liegen. Demnach ist der Flächenkontakt am größten und die Gelenkstabilität am ausgeprägtesten, wenn die obere Partie des Humeruskopfes mit der Pfannengelenkfläche artikuliert; dies umso mehr, als die mittleren und unteren Anteile des Ligamentum glenohumerale angespannt sind. Diese 90° Abduktionsstellung entspricht der geschlossenen oder „Closed-packed“-Stellung nach Mac Conaill.

Die Achse des Humeruskopfes bildet mit der Diaphysenachse einen Inklinationwinkel von 135° und mit der Frontalen einen Torsionswinkel von 30°.

Der Kopf wird von dem übrigen Teil der Epiphyse durch das Collum anatomicum abgegrenzt, dessen Ebene um 45° gegen die Horizontale geneigt ist. Flankiert wird der Kopf von zwei Erhebungen, an denen die periartikulären Muskeln inserieren, vom Tuberculum minus, das nach vorne gerichtet ist, und vom Tuberculum majus, das nach lateral schaut.

1.11.2 Cavitas glenoidalis des Schulterblatts

Die Gelenkpfanne befindet sich am oberen äußeren Winkel des Schulterblattkörpers (► Abb. 41). Sie ist nach lateral vorne und leicht nach oben gerichtet. Sie ist bikonkav (vertikal und transversal), die Konkavität ist jedoch unregelmäßig und weniger stark ausgeprägt als die korrespondierende Konvexität des Kopfes. Der Rand der Pfanne ist leicht erhaben, im vorderen oberen Bereich leicht eingekerbt. Die Pfanne ist wesentlich kleiner als die Artikulationsfläche des Kopfes.

1.11.3 Labrum glenoidale – Pfannenlippe

Der Faserknorpelring **b** ist dem Pfannenrand aufgesetzt, er überbrückt die vorne oben gelegene seichte Einkerbung. Durch den Ring wird die Pfannenfläche etwas vergrößert, vor allem aber wird durch ihn die Konkavität verstärkt und somit eine Kongruenz zwischen den artikulierenden Flächen geschaffen. Das Labrum hat im Querschnitt 3 Flächen:

- Eine Innenfläche, befestigt am Pfannenrand;
- Eine Außenfläche, an der Kapselanteile inserieren;
- Eine zentrale Fläche, die in die Knorpelschicht der Pfanne übergeht und mit dem Humeruskopf Kontakt hat.

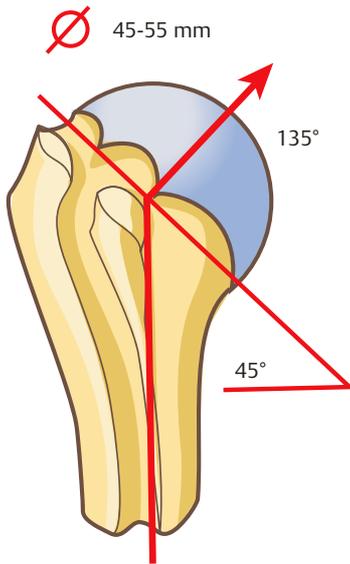


Abb. 40

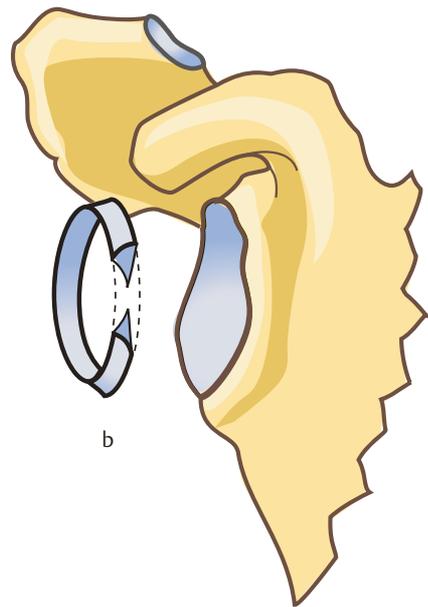


Abb. 41

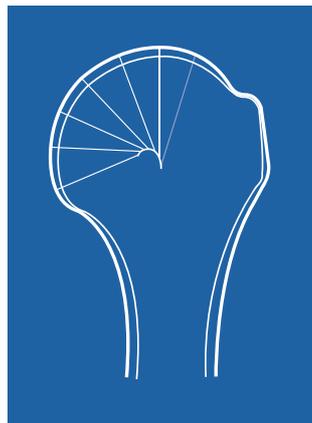


Abb. 42

1.12 Momentandrehachsen

Der Krümmungsmittelpunkt einer Gelenkfläche fällt nicht zwangsläufig mit der Drehachse zusammen, da andere Faktoren, so z. B. die Gestalt der Artikulationsfläche, die die Spannung von Bändern oder Muskelkontraktionen die Gelenkmechanik beeinflussen. In der Vergangenheit wurde der Humeruskopf als ein Kugelabschnitt beschrieben, was zu der Vorstellung führte, dass er ein starres und unbewegliches Bewegungszentrum hätte. Wie die jüngsten Untersuchungen von Fischer et al. zeigen, existiert eine Reihe von Momentandrehpunkten, die den jeweiligen Drehachsen von kleinsten Punkt- zu Punkt-Bewegungen entsprechen. Die Berechnung und Lagebestimmung dieser Drehzentren erfolgt mit Hilfe von Röntgenserienaufnahmen.

Für die reine Abduktion, d. h. eine ausschließliche Bewegung des Armes in der Frontalen, existieren zwei Gruppen von Momentandrehpunkten (► Abb. 43; Humeruskopf in Frontalansicht). Zwischen beiden Gruppen liegt, ursächlich noch nicht erklärbar, eine auffällige Diskontinuität 3–4. Die erste Gruppe liegt innerhalb eines Kreisfeldes **C1** im medial-distalen Kopfbereich. Das Zentrum des Feldes ergibt sich als Schwerpunkt der Momentandrehzentren, sein Radius als Mittelwert der Strecken von diesem Schwerpunkt zu jedem der Momentandrehzentren. Die zweite Gruppe befindet sich in einem weiteren Kreisfeld **C2** nahe der oberen Hälfte des Kopfes. Die beiden Kreise liegen getrennt voneinander. Bei einer Abduktionsbewegung kann das Schultergelenk quasi als Doppelgelenk aufgefasst werden (► Abb. 44; Humeruskopf in Frontalansicht).

- Beim Bewegungsbeginn bis hin zu 50° findet die Drehung des Humeruskopfes um eine Achse statt, die an einer Stelle innerhalb des Kreises **C1** liegt.
- In der zweiten Phase der Abduktion von 50 bis 90° ist das Drehzentrum im Kreisfeld **C2** gelegen.
- Bei etwa 50° Abduktion tritt eine Art Bewegungssprung auf, bei dem sich das Drehzentrum nach oben und innen außerhalb des Kopfes verlagert.

Bei der Anteversion (► Abb. 45; Ansicht von lateral) ist kein derartiger Bewegungssprung der Momentandrehzentren zu erkennen. Diese liegen innerhalb eines Kreisfeldes in der Mitte der unteren Kopfpattie.

Das Kreisfeld für die axiale Rotation schließlich (► Abb. 46; Ansicht von kranial) deckt sich mit dem Markraum der Diaphyse und ist von beiden Kopfrändern gleich weit entfernt gelegen.

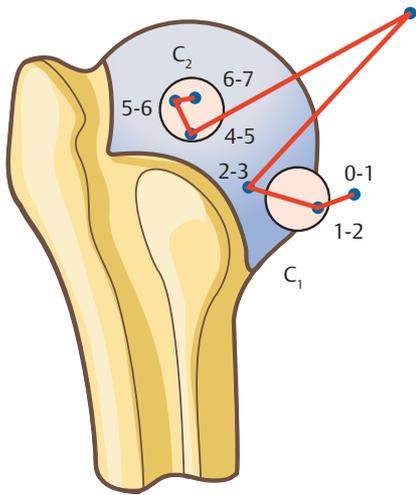


Abb. 43

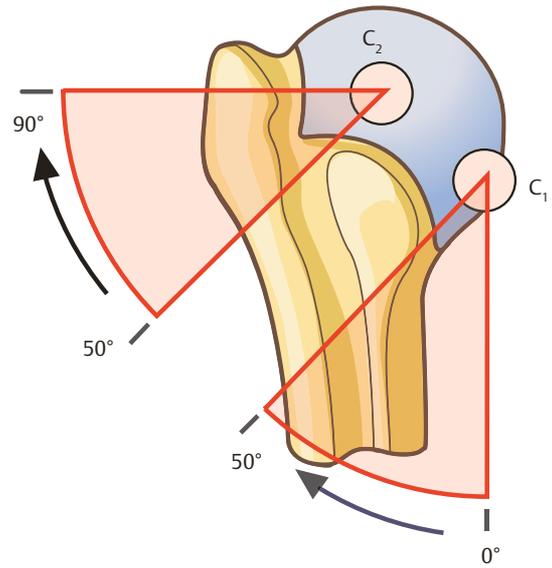


Abb. 44

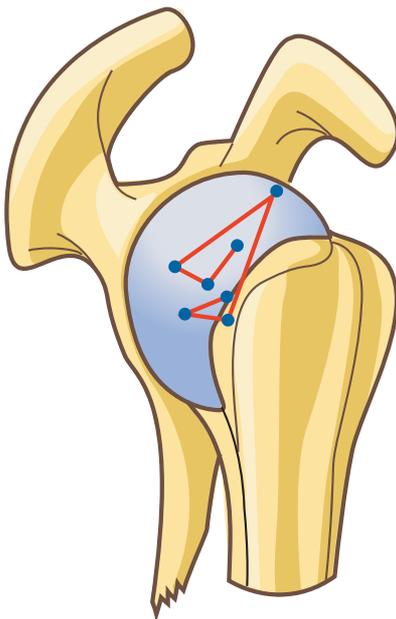


Abb. 45

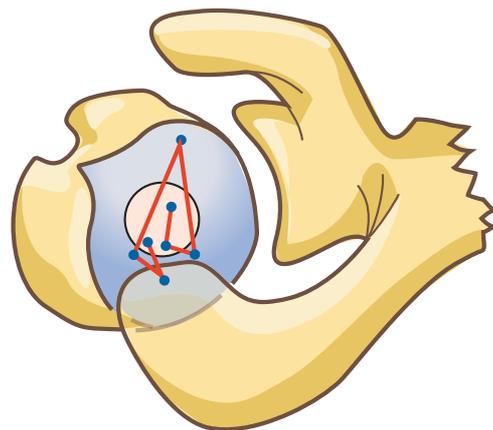


Abb. 46

1.13 Kapsel und Bänder des Schultergelenks

Der Kapsel-Band-Apparat des Schultergelenks ist ausreichend schlaff, um eine große Beweglichkeit zu erlauben. Er ist allein nicht in der Lage, das Gelenk zu stabilisieren.

Zur Darstellung der Innenflächen des Kapsel-Band-Apparates (► Abb. 47, ► Abb. 48, ► Abb. 49, ► Abb. 50, nach Rouvière) ist das Gelenk eröffnet und die beiden Gelenkpartner sind voneinander gelöst worden:

Die Medialansicht des proximalen Humerusendes (► Abb. 47) zeigt:

- Den Humeruskopf, umgeben von einem „halskrausenartigen“ Anteil der Kapsel **1** mit folgenden unterscheidbaren Strukturen:
 - die Frenula capsulae **2** am unteren Pol des Kopfes als synoviale Falten;
 - die Verdickung, gebildet durch die kraniale Partie des Ligamentum glenohumerale **3**;
 - die durchtrennte Sehne des Caput longum des M. biceps brachii **4**;
 - die Schnittfläche des M. subscapularis nahe der Insertionsstelle am Tuberculum minus **5**.

Die Skapula in Lateralansicht (► Abb. 48) zeigt:

- Die Cavitas glenoidalis **2**, vom Labrum glenoidale (Pfannenlippe) umgeben, überbrückt die vorne oben gelegene, seichte Pfannenrandeinkerbung;
- Die Sehne des langen Bizepskopfes **3**, hier durchtrennt, entspringt am Tuberculum supraglenoidale und mit zwei Schenkeln von der Pfannenlippe. Die Sehne läuft also intraartikulär;
- Die Kapsel **8** besitzt folgende Bandverstärkungen:
 - Ligamentum coracohumerale **7**;
 - Ligamentum glenohumerale (► Abb. 49) mit seinen drei Anteilen: oberer **9**, mittlerer **10** und unterer Anteil **11**;
- Der Processus coracoideus **9** (► Abb. 48) liegt vorn-oben, das Akromion **10** ist reseziert;
- Das Tuberculum infraglenoidale **11** (► Abb. 48), das extraartikulär liegt, dient der Sehne des Caput longum des M. triceps brachii als Ursprung.

In der Ansicht von vorn (► Abb. 49) erkennt man die ventralen Bänder sehr deutlich:

- Ligamentum coracohumerale **3**, erstreckt sich vom Processus coracoideus **2** bis zum Tuberculum majus, wo auch der M. supraspinatus **4** ansetzt.
- Ausläufer der beiden Züge des Ligamentum coracohumerale überbrücken den proximalen Abschnitt des Sulcus intertubercularis, über den die lange Bizepssehne **6** den Gelenkinnenraum verlässt. Im weiteren Verlauf wird der Sulcus intertubercularis durch quere, bandartige Fasern **8** zum Tunnel geschlossen.
- Ligamentum glenohumerale mit seinen drei Anteilen, den Ligg. glenohumeralia superius **1**, medium **10** und inferius **11**. Allesamt bilden ein Z auf der vorderen Kapselwand. Zwischen den drei Bandzügen liegen zwei schwache Kapselstellen:
 - das Foramen nach Weitbrecht **12**;
 - das Foramen nach Rouvière **13**;
 - Caput longum des M. triceps **14**.

Ein Blick auf das eröffnete Gelenk von hinten (► Abb. 50) gibt einen guten Überblick über die Bänder, nachdem der Humeruskopf entfernt wurde. Die Schlaffheit der Kapsel erlaubt es, an der Leiche die Gelenkflächen um bis zu 3 cm auseinanderzubringen.

- Ligg. glenohumeralia medium **2** und inferius **3**, intrakapsuläre Ansicht. Ganz oben liegt das Lig. glenohumerale superius und das Ligamentum coracohumerale **4**, von dem kurze Fasern in die Kapsel einstrahlen.
- Oben durchläuft die lange Bizepssehne **6** den Gelenkraum:
- Medial liegt die Cavitas glenoidalis **7**, umgeben von der Pfannenlippe **8**.
- Am Tuberculum majus inserieren die drei dorsal gelegenen Muskeln:
 - M. supraspinatus **11**;
 - M. infraspinatus **12**;
 - M. teres minor **13**.

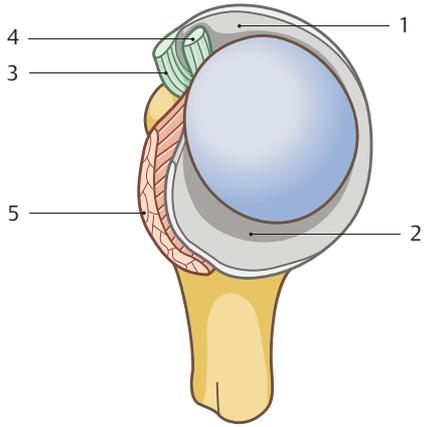


Abb. 47

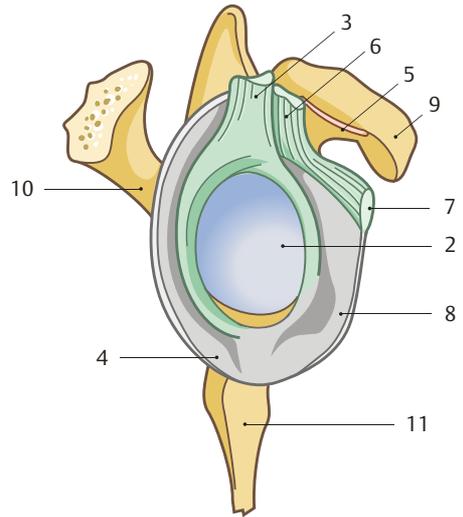


Abb. 48

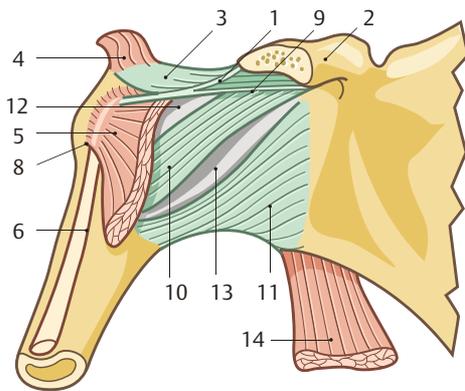


Abb. 49

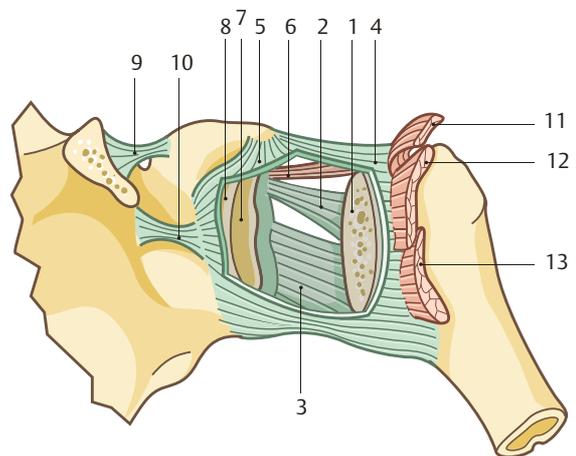


Abb. 50

1.14 Intraartikulärer Verlauf der langen Bizepssehne

Ein Frontalschnitt durch das Schultergelenk zeigt folgende Strukturen (► Abb. 51, nach Rouvière):

- Die Unebenheiten der knöchernen Schulterpfanne sind durch den Knorpelüberzug ausgeglichen **1**.
- Die Pfannenlippe **2** vertieft die Cavitas glenoidalis, dennoch ist die Gelenksicherung wenig ausgeprägt, was die Häufigkeit von Verrenkungen erklärt. Kranial ist das Labrum glenoidale **3** nur unvollständig verankert, der innere freie Rand ragt meniskusartig in den Gelenkspalt.
- In der Grundstellung (Neutral-Null-Stellung) des Gelenkes sind die kranialen Kapselanteile **4** gespannt, die kaudalen **5** bilden Reservefalten. Diese Falten mitsamt den Frenula capsulae **6** erlauben die Abduktionsbewegung.
- Die Sehne des langen Bizepskopfes **7** entspringt am Tuberculum supraglenoidale und oberhalb des kranialen Randes der Pfannenlippe. Die Sehne verläuft, um den Kapselraum im Sulcus intertubercularis **8** zu verlassen, unterhalb der Kapsel **4**.

1.14.1 Sagittalschnitte durch die kraniale Kapselpartie (► Abb. 52) zeigen:

- Innerhalb der Gelenkhöhle hat die Sehne auf dreierlei Weise Beziehung mit der Synovialmembran:
 1. Sie ist durch die Membrana synovialis **s** an die Innenseite der Kapsel **c** angeheftet.
 2. Die Membran bildet zwei kleine Einbuchtungen zwischen Kapsel und Sehne, sodass diese durch einen schmalen Steg, dem Mesotenon, mit der Kapsel verbunden ist.
 3. Die Sehne verläuft wieder frei durch die Kapsel, ist aber nun vollständig von der Membrana synovialis umschlossen.

Alle drei Verhältnisse werden normalerweise auf dem Weg der Sehne, beginnend am Ursprung, angetroffen. In jedem Falle verläuft die Sehne intrakapsulär, jedoch extrasynovial.

Es ist inzwischen gesichert, dass die lange Bizepssehne eine Bedeutung für die normale Funktion und auch für die Pathologie des Schultergelenkes hat. Kontrahiert sich der Bizeps, um z. B. eine schwere Last anzuheben, so sind beide Köpfe des Muskels zur Aufrechterhaltung des Flächenkontaktes im Schultergelenk wichtig. Der kurze Kopf mit Ursprung am Korakoid hebt sozusagen den Humerus an und verhindert, gemeinsam mit weiteren Muskeln (langer Kopf des M. triceps, M. coracobrachialis, M. deltoideus), eine Luxation des Kopfes nach unten. Gleichzeitig drückt der lange Kopf das Caput humeri in die Pfanne, besonders dann, wenn im Schultergelenk abduziert wird (► Abb. 53), da der lange Bizepskopf selbst mit an der Abduktion beteiligt ist. Reißt die Sehne, so ist die absolute Abduktionskraft um 20% vermindert. Der Spannungszustand der langen Bizepssehne hängt von der Weglänge der Sehne ab, die sie intraartikulär in horizontaler Richtung durchläuft. Diese Weglänge ist in Mittelstellung (► Abb. 56; kraniale Ansicht) und bei Außenrotation (► Abb. 54) am größten. Die Wirkung des langen Bizepskopfes ist dementsprechend am besten. Bei Innenrotation (► Abb. 55) hingegen ist der gestreckte intraartikuläre Verlauf sehr kurz und die Wirkung des Muskels somit gering. Es wird verständlich, denkt man an die Umbiegung der langen Bizepssehne im Sulcus intertubercularis, dass sie an dieser Stelle, ohne ein eingelagertes Sesambein, einer hohen mechanischen Beanspruchung unterliegt. Dieser Beanspruchung ist die Sehne nur dann gewachsen, wenn ihre Versorgung ausreichend ist. Bei einer altersbedingten Degeneration der Kollagenfibrillen kann die Sehne intrakapsulär schon anlässlich einer nur geringfügigen Anstrengung reißen. Es ergibt sich ein Krankheitsbild, das für die Periarthritis humeroscapularis typisch ist.

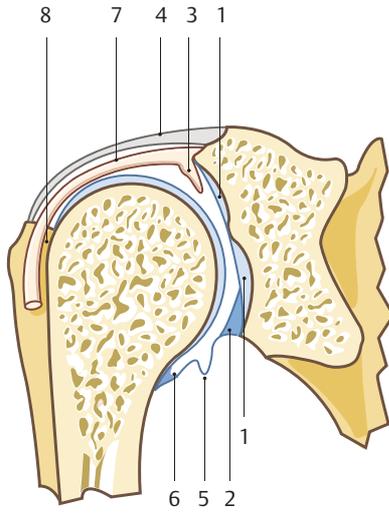


Abb. 51

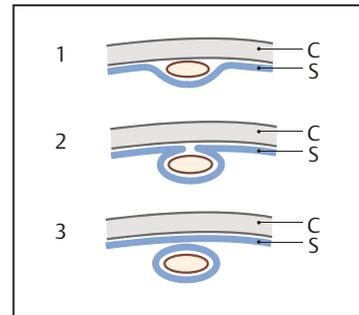


Abb. 52



Abb. 56



Abb. 54

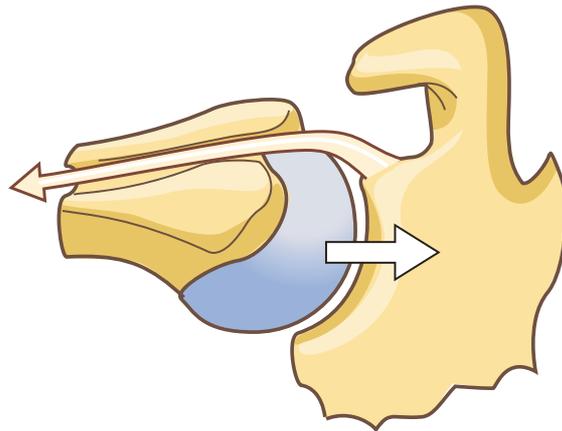


Abb. 53



Abb. 55

Sachverzeichnis

A

- Abduktion 18, 26, 42, 70, 72, 154
 - Bewegungssprung 36
 - Momentandrehpunkte 36
 - Musculus-deltoides-Funktion 72, 76
 - Musculus-serratus-anterior-Funktion 76
 - Musculus-supraspinatus-Funktion 74, 76
 - Musculus-trapezius-Funktion 76
 - Phasen 76
 - Rotatorenfunktion 74
- Adduktion 16, 18, 82
- Akromioklavikulargelenk 32, 60, 64
- Akromion 60, 70
- Akromioplastik 70
- Amphiarthrose 220
- Antagonisten-Synergie 242
- Antepulsionswinkel 26
- Anteversion 44
 - Phasen 78
- Arm
 - Adduktion 82
 - Anteversion 78
 - beidseitige 78
 - Außenrotation 20
 - Bewegungsebenen 24
 - Innenrotation 20, 28
 - Innervation 344
 - Rotation 20, 26, 42
 - Rückwärtsbewegung 22
 - schwingender 46
 - Umführbewegung 24
 - Vorwärtsführung 22
 - Zirkumduktion 24
- Arteria radialis 146
- Arthritis, rheumatoide 256
- Articulatio
 - mediocarpalis s. Mediokarpalgelenk 156
 - radiocarpalis s. Radiokarpalgelenk 156
 - radioulnaris s. Radioulnargelenk 86
- Außen-Innenrotations-Nullstellung 20

B

- Beugersehne 236, 240
 - Recessus 238
 - Retinakula 236
 - Sehnenscheide 236
- Bewegungsschnelltest 30
- Bizepssehne, lange 40, 48, 70
- Bursa subdeltoidea 48

C

- Capitulum humeri 90, 96, 126
- Cavitas glenoidalis 34, 38, 40
 - Komplexbewegung 54
- Chorda obliqua 122
- Codman-Paradoxon 28
- Computertomografie 198
- Cubitus valgus 120, 132, 138

D

- Daumen 210, 260
 - funktioneller Wert 212
 - Grundgelenk 260, 264, 288
 - Bewegungen 290, 292
 - Drehbewegung 294
 - Kollateralbänder 290
 - Phalanx-proximalis-Deviation 290, 294
 - Stabilität 294
 - Interphalangealgelenk 296
 - Karpometakarpalgelenk 268
 - Ligamente 272
 - Muskeln 298, 302
 - Opposition 214, 262, 266, 308, 314
 - Einzelkomponenten 310, 312
 - Stadien 316
 - Pronation 312
 - Reposition 314
 - Rotation um die Längsachse 276
 - Sattelgelenk 162, 260, 264, 268, 270
 - Achsen 298
 - Arthrose 286
 - Eigenschaften 286
 - Gelenkflächen 274
 - Radiografie 284
- Daumenmuskeln 202
- Daumenstrahl 260
- Discus
 - articularis 58, 130, 136, 166
 - ulnocarpalis 122
- DISI (Dorsal Intercalated Segment Instability) 178
- Dorsal Intercalated Segment instability 178
- Dorsalaponeurose, Ruptur 256
- Dupuytren-Kontraktur 254, 256

E

- Eigelenk 164
- Ellenbogengelenk 86
 - Bänder 94
 - Beugermuskeln 102, 112
 - Bewegung, Normmaße 108
 - Bezugspunkte 110
 - Extension 88, 90, 96, 108
 - extreme 100
 - Hemmung 100
 - Flexion 88, 90, 96, 102, 108, 154
 - Hemmung 100
 - Gelenkflächen 90

- Kräfte-Relation der Muskeln 112
 - Neutral-Null-Stellung 112
 - Sicherung 106
 - Streckmuskeln 104
- Epicondylus
 - radialis 92, 110
 - ulnaris 92, 110
- Essex-Lopresti-Verletzung 106, 152
- Extensorsehnenruptur 256

F

- Fallhand 256
- Finger 210
 - Abduktion 216
 - Adduktion 216
 - Beugefurchen 238
 - Deviation, ulnare 256
 - Fehlstellung 256
 - funktioneller Wert 212
 - Hakenstellung 256
 - Streckung 252
- Finger-Handflächen-Griff 326
- Fingerbeere 346
- Fingerbeeren-Fingerseiten-Griff 318
- Fingerbeerengriff 318
- Fingerbeuger
 - Gefäßsystem 240
 - Wirkung 242
- Fingergelenk 232
 - Kollateralbänder 232
 - Streckbremse 232
- Fingergriff 318, 320
- Fingergrundgelenk 222
 - Beugung 226
 - Bewegungsamplituden 230
 - Kapsel-Band-Apparat 226
 - Kollateralbänder 222, 226
- Fingerspitzengriff 318
- Fingerstrahl 222
- Fingerstrecker 244
 - Sehnenscheide 244
 - Wirkung 246
- Fingerzahl 342
- Flaschenverschluss 320
- Flexionswinkel 26
- Fossa olecrani 92
- Fovea articularis radii 90, 96, 132
- Frenula capsulae 38
- Froment-Zeichen 348
- Funktionstest 348

G

- Galeazzi-Fraktur 150
- Gérard-Marchant-Fraktur 150
- Greifen 318
- Greiffähigkeit 208, 210, 212
- Greiffunktion 294
- Griff
 - dynamischer 334
 - schwerkraftabhängiger 332
 - zentrierter 330

- Griffarten 318
- Griffelfortsatz, radialer, Abbruch 200
- Guyon-Loge 236

H

- Hand 208
 - amputierte 342
 - Architektur 214
 - dreifingrige 342
 - Fehlstellung 256
 - fiktive 342
 - Funktionsstellung 338
 - Funktionstest 348
 - Gestik 336
 - Hautfurchen 210
 - Hautsensibilität 346
 - Heranführen 88
 - Immobilisationsstellung 338
 - Klopfinstrument 336
 - menschliche 350
 - prониerte 116
 - supinierte 116
 - symmetrische 342
 - Wegführen 88
- Handachse 138
- Handflächengriff 326
- Handgelenk 114, 156, 164
 - Achsen 158
 - Bänder 170
 - stabilisierende Funktion 174
 - Bewegungen 158
 - Bewegungsamplitude 160
 - Extension 158, 160, 184, 204
 - Kinematik 194
 - passive 160
 - traumatische 200
 - Flexion 158, 160, 178, 184, 204
 - Kinematik 194
 - passive 160
 - Funktionsstellung 206
 - Immobilisation 340
 - Muskeln 202
 - dorsopalmarer Quadrant 204
 - Funktion 204
 - radiopalmarer Quadrant 204
 - synergistische Wirkung 206
 - ulnodorsaler Quadrant 204
 - ulnopalmarer Quadrant 204
 - Neutral-Null-Stellung 178
 - Zirkumduktionsbewegung 162
- Handstrahl, radialer 260
- Handtellerwölbung 220
- Handwurzel 218
 - Achsen 194, 196
 - Bänder 196
 - interessäre 196
 - Computertomografie 198
 - Dynamik 178
 - Gestaltveränderung 186
 - Henke-Mechanismus 194
 - Kardalgelenk 196
 - Säulen 218
 - Stabilisation 174

- Verletzung 200
- zwischengeschaltetes Segment 190
- Handwurzelknochen 156
 - distale 168, 218
 - proximale 164, 218
 - Dynamik 188
- Hautsensibilität 346
- Henke-Mechanismus 194
- Humeroradialgelenk 86
- Humeroulnargelenk 86
- Humerusende, distales 92
- Humeruskopf 34, 38
- Humeruslängsachse 14
- Hypothenar 218, 258

I

- Incisura
 - trochlearis 90, 92, 94
 - ulnaris radii 128, 130
- Intermetakarpalband 272
- Interphalangealgelenk 232
 - Beugung 232
 - Kollateralbänder 232
 - Streckbremse 232
 - Streckung 232
- Intrinsic-minus-Situation 256
- Intrinsic-plus-Situation 256

J

- Juncturae tendinum 244, 246

K

- Kardangeln 196, 276
- Karpalbogen 214
- Karpalkanal 218, 236
- Karpalrinne 200, 214, 218
- Karpus 156
 - Gestaltveränderung 186
- Karpusblock 186
- Kegelmantelsegment 138
- Kellnertest 154
- Klavikula 50
 - Bewegung 56
 - Frontalebene 58
 - Horizontalebene 58
 - Rotation 58
- Knopfloch-Fehlstellung 254, 340
- Knoten 334
- Kondylenachse 96
- Köpfe, metacarpale 224
- Krallendeformität 256
- Kurswinkel 26

L

- Labrum glenoidale 34, 40
- Ligamenta
 - dorsalia 164
 - intercarpalia 166
 - palmaria 164
- Ligamentum
 - acromioclaviculare superius 60
 - anulare radii 122, 126

- capitotriquetrum 190
- carpi transversum 200
- collaterale
 - carpi radiale 164, 170
 - carpi ulnare 164, 170, 172
- radiale 94, 122
- ulnare 94, 122
- Ruptur 150
- conoideum 60, 64
- coracoacromiale 62, 70
- coracoclaviculare 64
 - internum 62
- coracohumerale 38, 44
- costoclaviculare 58
- glenohumerale 38, 42
- hamatotriquetrum 190
- interclaviculare 58
- metacarpale
 - interosseum 270
 - transversum profundum 226
- palmare 222
- pisohamatum 170
- pisometacarpum 170
- quadratum 126
- scapholunatum interosseum 184
- sternoclaviculare anterius 58
- transversum scapulae 62
- trapezoideum 60, 64
- triquetrocipitatum 190
- Lunatum-Säule 178
- Luxatio inferior 46
- Luxation
 - metakarpophalangeale 226
 - radioulnare 150

M

- Madelung-Deformität 150
- Mediokarpalgelenk 156, 164, 168
 - Achse 194
- Membrana
 - interossea antebrachii 122
 - Ruptur 150
 - synovialis 40
- Metakarpophalangealgelenk s. Fingergrundgelenk 222
- Mittelfingerbogen 214
- Mittelhandknochen 220
 - Köpfe 224
- Monteggia-Fraktur 150
- Musculi
 - interossei 248, 252
 - lumbricales 250, 252, 254
- Musculus
 - abductor digiti minimi 258
 - abductor pollicis
 - brevis 298, 300, 306
 - longus 202, 206, 300, 302
 - adductor pollicis 298, 300, 304
 - anconeus 102
 - biceps brachii 38, 102, 144
 - Caput breve 40, 102
 - Caput longum 38, 46, 70, 102
 - brachialis 102
 - brachioradialis 102, 144
 - coracobrachialis 78
 - deltoideus 46, 70
- Anteile 72
- Pars clavicularis 78
- Pars spinalis 82
- extensor carpi
 - radialis brevis 202, 244
 - radialis longus 102, 202, 206, 242, 244
 - ulnaris 130, 202, 244
- extensor digiti minimi 244
- extensor digitorum 226, 228, 242, 244, 252
- extensor pollicis
 - brevis 202, 244, 298, 300, 302
 - longus 202, 206, 244, 298, 300, 302
- flexor carpi
 - radialis 182, 202
 - ulnaris 202
- flexor digiti minimi brevis 258
- flexor digitorum
 - profundus 238, 240, 242
 - superficialis 242
- flexor pollicis
 - brevis 300, 306
 - longus 298, 300, 302
- Sehnscheide 238
- infraspinatus 22, 38, 46, 48, 80
- interosseus palmaris primus 300, 304
- latissimus dorsi 20, 22, 80, 82
- levator scapulae 66, 68
- opponens digiti minimi 258
- opponens pollicis 298, 300, 306
- palmaris longus 202
- pectoralis
 - major 22, 46, 78, 80
 - minor 22, 66
- pronator
 - quadratus 144
 - teres 102, 144
- rhomboideus 20, 22, 66, 68, 82
- serratus anterior 22, 66, 68, 70
- subclavius 66
- subscapularis 22, 38, 46, 80
- supinator 144
- supraspinatus 22, 38, 46, 48, 70, 74
- teres
 - major 22, 80, 82
 - minor 22, 38, 46, 48, 80, 82
- trapezius 22
- Pars ascendens 66
- Pars descendens 66
- Pars transversa 20, 66, 68
- triceps brachii 38, 46, 82, 104
- Caput longum 104

N

- Nebengelenk
 - akromiales 32
 - subakromiales 48
- Nervus
 - axillaris 80, 344
 - medianus 144, 236, 314, 344
 - musculocutaneus 144
 - radialis 144, 314, 344

- suprascapularis 80
- ulnaris 314, 344
- Neutral-Null-Stellung
 - Ellenbogengelenk 112
 - Schultergelenk 14, 20
- Niemandsland, handchirurgisches 240

O

- Olekranon 90, 110
- Oppositionskegel 308
- Os
 - capitatum 164, 168, 178
 - lunatum 164, 166, 168, 178
 - dorsale Bremse 172, 178
 - Form 178
 - palmare Bremse 170, 178
 - Rotationspunkt 168
 - Stabilität 178
 - metacarpale I 278
 - Bewegungsamplituden 282
 - Komplexbewegungen 280
 - pisiforme 202
 - scaphoideum 166, 168, 180
 - Dynamik 182
 - Kippung 182
 - Rotation 190
 - Stabilisierung 182
 - trapezium 284
 - Neigungswinkel 286
 - triquetrum 166, 168
 - Rotation 190
 - Zügelsystem 170, 172, 174, 190

P

- Palmaraponeurosen Schrumpfung 256
- Palmarfurche 210
- Paradoxon nach Codman 28
- Periarthritis humeroscapularis 40
- Polarkoordinaten 26
- Processus
 - coracoideus 38, 60
 - coronoideus 92
- Projektionswinkel 26
- Pronation 114, 118, 132, 134, 154
 - Achse 138
 - Funktionsstellung 154
 - Koppelung mit der Supination 118
 - mechanische Störung 150
 - Messparameter 116
 - Muskeln 144

R

- Radialabduktion 158, 162, 186, 188
 - Kinematik 192
 - Muskeln 204
- Radialislähmung 256
- Radialismuskeln 202
- Radiokarpalgelenk 156, 164, 196
 - Achse 194
 - Bänder 164
- Radioulnargelenk

- Achse 138
- distales 106, 114, 128, 130
- Kinematik 134
- Luxationstendenz 198
- Gelenkflächen 152
- gleichphasige Kongruenz 142
- Luxation 150
- proximales 86, 90, 106, 114, 126
- Kinematik 132
- Radius 114, 148
- Verkürzung, relative 150
- Radius-Trapezium-Distanz 180
- Radiusachse 132
- Kippung 132
- Radiusfraktur 150
- Radiuskopf 96, 126, 132
- Radiuskurbel 144
- Rahmen, radio-ulnarer 120
- Rechtwinkelkoordinaten 26
- Retinakulum
- extensorum 130, 198
- flexorum 198, 218, 236
- laterales 254
- Retroversion 44, 82
- Rheumatische Erkrankung 228, 256
- Rhizarthrose 286
- Rotation, konische 220, 312
- Rotatorenmanschette 74
- Ruptur 70
- Rouvière-Foramen 38
- Rückenmuskulatur, Armabduktion 76

S

- Scaphoid-Lunatum-Kopplung 184
- Scaphoid-Säule 180
- Verriegelung 184
- Scherenbenutzung 334
- Schulter
- Antepulsion 52
- Bewegungsanalyse 30
- Gelenke 32
- Retropulsion 52
- Rückführung 20
- springende 70
- Vorwärtsführung 20
- Schultergelenk 14, 32
- Anteversion 14, 16, 18, 60, 78, 104
- Außenrotation 80
- Außenrotatoren 80
- Bewegung 14
- Quantifizierung 26
- Gelenkflächen 34
- Hauptachsen 14
- hippokratische Vermessung 84
- Innenrotation 80
- Innenrotatoren 80
- Kapsel, kraniale 40
- Kapsel-Band-Apparat 38
- Kapselverstärkung 38
- Momentandrehachse 36
- muskuläre Sicherung 46
- Neutral-0-Stellung 14, 40
- Retroversion 14, 16, 60, 82
- Rotation 14, 80
- Rotatoren 80
- Schultergürtel 50
- Bewegung 20, 52
- Gelenke 32
- Muskulatur 66
- Schwanenhalsdeformität 256

- Sehnenscheide 236, 244
- karpale 238
- Sehnenüberkreuzung, metakarpale 240
- Sesambein, ulnares 304
- Skapula 38, 50
- Adduktion 82
- Pendelbewegungen 52
- Skapulohorakalgelenk 20, 32, 50
- Bewegung 54
- Gleitspalten 50
- Retroversion 82
- Spina scapulae 60, 70
- Spirale, logarithmische 222
- Sternoklavikulargelenk 32
- Bewegung 58
- Sternokostoklavikulargelenk 56, 66
- Streicheln 336
- Streichholzexperiment 308
- Sulcus
- capitulotrochlearis 90, 96, 132
- intertubercularis 38, 40
- Supination 114, 118, 132, 134, 136, 154
- Achse 138
- echte 154
- Funktionsstellung 154
- Koppelung mit der Pronation 118
- mechanische Störung 150
- Messparameter 116
- Muskeln 144

T

- Thenarmuskeln 218
- radiale 306
- ulnare 306
- Trochlea humeri 90, 98

- Tuberculum
- infraglenoidale 38
- majus 38
- supraglenoidale 40

U

- Ulna 114, 148
- Ulnaende, distales 128
- Ulnakopf 130
- Ulnarabduktion 158, 160, 162, 186, 188, 190
- Kinematik 192
- Muskeln 204
- Unterarmknochen 146

V

- Vierfingerhand 342
- Vincula tendinorum 236, 240
- VISI (Volar Intercalated Segment Instability) 178, 184
- Volar Intercalated Segment Instability 178, 184
- Volkman-Kontraktur 256

W

- Wartenberg-Zeichen 348

Z

- Zeichen des schwachen ulnaren Hakens 348
- Zeigefingerbogen 214
- Zirkumduktionskegel 24, 162
- Zirkumduktionswinkel 282
- Zugmuskel 144
- Zwangsrotation 14, 28, 56, 60, 162