

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Schulter</b> .....				14
<b>1.1</b>	<b>Funktionelle Anatomie des Schultergelenks</b> .....	16	<b>1.16</b>	<b>Das Ligamentum coracohumerale während der Ante- und Retroversion</b> ..	46
<b>1.2</b>	<b>Anteversion, Retroversion und Adduktion</b> .....	18	<b>1.17</b>	<b>Die muskuläre Sicherung des Schultergelenks</b> .....	48
<b>1.3</b>	<b>Die Abduktion</b> .....	20	<b>1.18</b>	<b>„Subakromiales Nebengelenk“</b> .....	50
<b>1.4</b>	<b>Rotation des Armes um seine Längsachse</b> .....	22	<b>1.19</b>	<b>„Schulterblatt-Thorax-Gelenk“</b> .....	52
1.4.1	Rotation des Armes im Schultergelenk ...	22	<b>1.20</b>	<b>Bewegungen des Schultergürtels</b> .....	54
1.4.2	Bewegungen des Schultergürtels in der Horizontalebene .....	22	<b>1.21</b>	<b>Die natürlichen Bewegungen im „Gelenk“ zwischen Schulterblatt und Thorax</b> .....	56
<b>1.5</b>	<b>Armbewegungen in der Horizontalen</b> ..	24	<b>1.22</b>	<b>Sternokostoklavikulargelenk</b> .....	58
<b>1.6</b>	<b>Die Zirkumduktion</b> .....	26	1.22.1	Bewegungen .....	60
<b>1.7</b>	<b>Quantifizierung von Bewegungen im Schultergelenk</b> .....	28	<b>1.23</b>	<b>Akromioklavikulargelenk</b> .....	62
<b>1.8</b>	<b>Das „Paradoxon“ nach Codman</b> .....	30	<b>1.24</b>	<b>Funktion des Ligamentum coracoclaviculare</b> .....	66
<b>1.9</b>	<b>Bewegungsanalysen zur Schulterfunktion</b> .....	32	<b>1.25</b>	<b>Muskulatur des Schultergürtels</b> .....	68
<b>1.10</b>	<b>Die Gelenke der Schulter und des Schultergürtels</b> .....	34	<b>1.26</b>	<b>M. supraspinatus und Abduktion</b> .....	72
<b>1.11</b>	<b>Die Gelenkflächen des Schultergelenks</b> ..	36	<b>1.27</b>	<b>Physiologischer Ablauf der Abduktion</b> ..	74
1.11.1	Humeruskopf .....	36	1.27.1	Bedeutung des M. deltoideus .....	74
1.11.2	Cavitas glenoidalis des Schulterblatts ....	36	1.27.2	Die funktionelle Bedeutung der Rotatoren	76
1.11.3	Labrum glenoidale – Pfannenlippe .....	36	1.27.3	Funktionelle Bedeutung des M. supraspinatus .....	76
<b>1.12</b>	<b>Momentendrehachsen</b> .....	38	<b>1.28</b>	<b>Die drei Phasen der Abduktion</b> .....	78
<b>1.13</b>	<b>Kapsel und Bänder des Schultergelenks</b> ..	40	1.28.1	Erste Abduktionsphase: Von 0–60° .....	78
<b>1.14</b>	<b>Intraartikulärer Verlauf der langen Bizepssehne</b> .....	42	1.28.2	Zweite Abduktionsphase: Von 60–120° ...	78
1.14.1	Sagittalschnitte durch die kraniale Kapselpartie zeigen .....	42	1.28.3	Dritte Abduktionsphase: Von 120–180° ..	78
<b>1.15</b>	<b>Bedeutung des Ligamentum glenohumerale</b> .....	44	<b>1.29</b>	<b>Die drei Phasen der Anteversion</b> .....	80
1.15.1	Während der Abduktion .....	44	1.29.1	Erste Anteversionsphase: Von 0–50°–60° .	80
1.15.2	Während der Rotation um die Längsachse	44	1.29.2	Zweite Anteversionsphase: Von 60–120° .	80
			1.29.3	Dritte Anteversionsphase: Von 120–190° .	80
			<b>1.30</b>	<b>Rotatoren des Schultergelenks</b> .....	82

1.31	<b>Adduktion und Retroversion</b> .....	84	1.32	<b>Abduktion, Ante- und Retroversion sowie Elevation „hippokratisch“ vermessen</b> .....	86
<b>2</b>	<b>Das Ellenbogengelenk</b> .....				88
2.1	<b>Gelenk für Flexion–Extension</b> .....	88	2.9	<b>Beugermuskeln des Ellenbogengelenks</b>	104
2.2	<b>Heran- und Wegführen der Hand</b> .....	90	2.10	<b>Streckmuskeln des Ellenbogengelenks</b>	106
2.3	<b>Gelenkflächen</b> .....	92	2.11	<b>Sicherung des Gelenks</b> .....	108
2.4	<b>Distales Humerusende</b> .....	94	2.11.1	Widerstand gegen Längszug .....	108
2.5	<b>Bänder des Ellenbogengelenks</b> .....	96	2.11.2	Widerstand gegen in Längsrichtung wirkende Druckkräfte .....	108
2.5.1	Im Einzelnen: .....	96	2.11.3	Gelenksicherung bei Beugung .....	108
2.6	<b>Radiuskopf</b> .....	98	2.11.4	Verletzung nach Essex-Lopresti .....	108
2.6.1	Artikulation der Fovea articularis radii in Extremstellungen: .....	98	2.12	<b>Normmaße der Bewegungen im Ellenbogengelenk</b> .....	110
2.7	<b>Trochlea humeri</b> .....	100	2.13	<b>Klinische Bezugspunkte am Ellenbogengelenk</b> .....	112
2.7.1	Häufigster Typ (obere Reihe A) .....	100	2.14	<b>Wirkungsgrad der Beuger und Strecker</b> .....	114
2.7.2	Weniger häufiger Typ (mittlere Reihe B) ..	100	2.14.1	Funktionsstellung und Ruhigstellung .....	114
2.7.3	Seltener Typ (untere Reihe C) .....	100	2.14.2	Kräfterelation der Muskeln .....	114
2.8	<b>Hemmung von Beugung und Streckung</b> .....	102			
<b>3</b>	<b>Pronation–Supination</b> .....				116
3.1	<b>Messparameter für die Pro- und Supination</b> .....	118	3.7	<b>Kinematik des proximalen Radioulnargelenks und Ulnarvarianz</b> .....	134
3.2	<b>Funktionelle Bedeutung von Pro- und Supination</b> .....	120	3.8	<b>Kinematik des distalen Radioulnargelenks</b> .....	136
3.3	<b>Radio-ulnarer Rahmen</b> .....	122	3.9	<b>Die Achse für die Pro- und Supination</b> .	140
3.3.1	Genereller Bauplan .....	122	3.10	<b>Gleichphasige Kongruenz der beiden Radioulnargelenke</b> .....	144
3.4	<b>Membrana interossea antebrachii</b> .....	124	3.11	<b>Muskeln für die Pro- und Supination</b> ..	146
3.5	<b>Funktionelle Anatomie der Articulatio radioulnaris proximalis</b> .....	128	3.11.1	Supinationsmuskeln .....	146
3.6	<b>Funktionelle Anatomie der Articulatio radioulnaris distalis</b> .....	130	3.11.2	Pronationsmuskeln .....	146
3.6.1	Architektur und mechanische Merkmale des distalen Ulnaendes .....	130	3.12	<b>Warum besitzt der Unterarm zwei Knochen?</b> .....	148
3.6.2	Bau des distalen Radioulnargelenkes .....	132			

<b>3.13</b>	<b>Mechanische Störungen von Pro- und Supination.</b> .....	152	<b>3.14</b>	<b>Funktionsstellung und Kompensationsbewegungen</b> .....	156
3.13.1	Luxationen der Radioulnargelenke. ....	152	3.14.1	Funktionsstellung .....	156
3.13.2	Folgen der relativen Verkürzung des Radius .....	152	3.14.2	Kellner-Test .....	156
<b>4</b>	<b>Handgelenk</b> .....				
<b>4.1</b>	<b>Definition der Handgelenkbewegungen</b> .....	160	4.7.1	Die Lunatum-Säule .....	180
<b>4.2</b>	<b>Bewegungsamplituden im Handgelenk</b>	162	4.7.2	Die Scaphoid-Säule .....	182
4.2.1	Radiale und ulnare Abduktion. ....	162	4.7.3	Dynamik des Scaphoids .....	184
4.2.2	Flexion und Extension .....	162	<b>4.8</b>	<b>Kopplung von Scaphoid und Lunatum</b>	186
4.2.3	Passive Flexion und Extension. ....	162	<b>4.9</b>	<b>Gestaltveränderung des Karpus</b> .....	188
<b>4.3</b>	<b>Zirkumduktionsbewegung</b> .....	164	4.9.1	Radiale und ulnare Abduktion. ....	188
<b>4.4</b>	<b>Der Gelenkkomplex des Handgelenks</b>	166	4.9.2	Dynamik der proximalen Reihe. ....	190
4.4.1	Articulatio radiocarpalis. ....	166	4.9.3	Das zwischengeschaltete Segment .....	192
4.4.2	Articulatio mediocarpalis. ....	170	4.9.4	Kinematik der Radial- und Ulnarabduktion .....	194
<b>4.5</b>	<b>Bänder des proximalen und distalen Handgelenks</b> .....	172	4.9.5	Kinematik der Flexion und Extension ...	196
4.5.1	Bänder der Palmarseite .....	172	4.9.6	Mechanismus nach Henke .....	196
4.5.2	Bänder der Dorsalseite .....	174	<b>4.10</b>	<b>Übertragung von Pronation und Supination.</b> .....	198
<b>4.6</b>	<b>Stabilisierende Funktion der Bänder</b> ..	176	4.10.1	Der Karpus als Kardangelenke. ....	198
4.6.1	Stabilisation in der Frontalebene .....	176	<b>4.11</b>	<b>Hinweise zu Verletzungen</b> .....	202
4.6.2	Stabilisation in der Sagittalebene .....	178	<b>4.12</b>	<b>Muskeln des Handgelenks</b> .....	204
<b>4.7</b>	<b>Dynamik der Handwurzel</b> .....	180	<b>4.13</b>	<b>Funktion der Handgelenkmuskeln.</b> ...	206
<b>5</b>	<b>Die Hand</b> .....				
<b>5.1</b>	<b>Die Fähigkeit der Hand zum Greifen</b> ..	212	<b>5.8</b>	<b>Fingergelenke</b> .....	234
<b>5.2</b>	<b>Architektur der Hand.</b> .....	216	<b>5.9</b>	<b>Retinacula und Sehnenscheiden der Beugersehnen</b> .....	238
<b>5.3</b>	<b>Handwurzel</b> .....	220	<b>5.10</b>	<b>Sehnen der langen Fingerbeuger</b> .....	242
<b>5.4</b>	<b>Wölbung des Handtellers.</b> .....	222	<b>5.11</b>	<b>Sehnen der Fingerstrecker</b> .....	246
<b>5.5</b>	<b>Fingergrundgelenke.</b> .....	224	<b>5.12</b>	<b>Musculi interossei und lumbricales</b> ...	250
<b>5.6</b>	<b>Kapsel-Band-Apparat der Fingergrundgelenke</b> .....	228	<b>5.13</b>	<b>Streckung der Finger</b> .....	254
<b>5.7</b>	<b>Bewegungsamplituden in den Fingergrundgelenken</b> .....	232	5.13.1	M. extensor digitorum (EC) .....	254
			5.13.2	Mm. interossei .....	254
			5.13.3	Mm. lumbricales .....	254
			5.13.4	Pathologische Hand- und Fingerfehlstellungen .....	258

<b>5.14</b>	<b>Hypothenarmuskeln</b> .....	260	<b>5.23</b>	<b>Opposition des Daumens</b> .....	310
5.14.1	Funktionelle Aspekte .....	260	5.23.1	Pronationsbewegung .....	314
<b>5.15</b>	<b>Der Daumen</b> .....	262	<b>5.24</b>	<b>Opposition und Reposition</b> .....	316
<b>5.16</b>	<b>Opposition des Daumens</b> .....	264	<b>5.25</b>	<b>Die verschiedenen Griffarten</b> .....	320
<b>5.17</b>	<b>Geometrische Analyse der Daumenopposition</b> .....	268	5.25.1	Das Greifen an sich .....	320
			5.25.2	Durch Schwerkraft beeinflusste Griffe .....	334
			5.25.3	Dynamische Griffe .....	336
<b>5.18</b>	<b>Karpometakarpalgelenk des Daumens</b> .....	270	<b>5.26</b>	<b>Klopfen – Kontakt – Gestik</b> .....	338
5.18.1	Gelenkflächen .....	270	<b>5.27</b>	<b>Funktions- und Immobilisationsstellungen der Hand</b> .....	340
5.18.2	Gelenkschluss .....	272	<b>5.28</b>	<b>Amputierte und fiktive Hände</b> .....	344
5.18.3	Funktion der Ligamente .....	274	<b>5.29</b>	<b>Motorik und Sensibilität der oberen Extremität</b> .....	346
5.18.4	Geometrie der Gelenkflächen .....	276	<b>5.30</b>	<b>Muskelfunktionstests und Hautsensibilität der oberen Extremität</b> .....	348
5.18.5	Rotation um die Längsachse .....	278	5.30.1	Fingerbeere .....	348
5.18.6	Bewegungen des Os metacarpale I .....	280	<b>5.31</b>	<b>Drei Funktionstests für die Hand</b> .....	350
5.18.7	Bewegungsamplituden des Os metacarpale I .....	284	5.31.1	Wie ist dieser Mechanismus zu erklären? .....	350
5.18.8	Radiografie des Karpometakarpalgelenks und das Trapezium als Bezugspunkt .....	286	<b>5.32</b>	<b>Die oberen Gliedmaßen nach dem Übergang zum Bipedalismus</b> .....	352
5.18.9	Morphologische und funktionelle Eigenschaften des Daumensattelgelenks .....	288	<b>5.33</b>	<b>Das automatische Schwingen der oberen Gliedmaßen</b> .....	354
<b>5.19</b>	<b>Grundgelenk des Daumens</b> .....	290	<b>5.34</b>	<b>Erweiterung des Körperbildes durch die Hand</b> .....	356
5.19.1	Bewegungen .....	294	<b>5.35</b>	<b>Das Greifen in der Evolution</b> .....	358
5.19.2	Laterale und axiale Drehbewegungen im Daumengrundgelenk .....	296	<b>5.36</b>	<b>Die Hand des Menschen</b> .....	360
<b>5.20</b>	<b>Interphalangealgelenk des Daumens</b> .....	298			
<b>5.21</b>	<b>Muskeln des Daumens</b> .....	300			
<b>5.22</b>	<b>Funktion der extrinsischen Muskeln des Daumens</b> .....	304			
5.22.1	Funktion der ulnaren intrinsischen Muskeln, am ulnaren Sesambein inserierend .....	306			
5.22.2	Funktion der radialen intrinsischen Muskeln .....	308			
	<b>Sachverzeichnis</b> .....				362

## 5.20 Interphalangealgelenk des Daumens

Auf den ersten Blick erscheint das Fingergelenk des Daumens sehr einfach gebaut. Als Scharniergelenk besitzt es nur eine starre, transversal ausgerichtete Achse, die durch den Krümmungsmittelpunkt der Kondylen am Kopf der Phalanx proximalis hindurchzieht. Um diese Achse erfolgen Beugung und Streckung des Gelenks.

Die Beugung (► Abb. 202) beträgt aktiv 75 bis 80°, und ist mit einem Winkelmesser bestimmbar (► Abb. 203), passiv erreicht sie 90°.

Eine Streckung (► Abb. 204) ist aktiv um 5–10° möglich; die Fähigkeit zur passiven Überstreckung (► Abb. 205) ist bei einigen Berufen bemerkenswert (bis 30°), so z. B. bei Töpfern, die den Ton gezielt mit dem Daumen bearbeiten.

Eine genauere Analyse zeigt jedoch, dass die Verhältnisse komplizierter sind. So führt nämlich die distale Phalanx bei der Beugung gleichzeitig und automatisch eine pronatorische Längsrotation aus.

Bringt man am anatomischen Präparat (► Abb. 206) zwei in Extension parallele Drähte ein, **A** durch den Kopf der proximalen Phalanx **a** und durch die Basis der distalen Phalanx **b**, so verändern diese bei der Flexion **B** die Ausrichtung. Sie bilden einen nach ulnar offenen Winkel von 5–10°, was auf die pronatorische Rotation rückschließen lässt.

Das gleiche Experiment lässt sich am Lebenden durchführen, indem man zwei Streichhölzer parallel zueinander auf die Dorsalfläche von P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> klebt. Die distale Phalanx des Daumens führt während der Beugung gleichzeitig eine Pronation von 5–10° aus.

Diese Beobachtung lässt sich durch besondere anatomische Gegebenheiten erklären. Eröffnet man das Gelenk von dorsal (► Abb. 207), so sieht man die unterschiedliche Gestalt der beiden Kondylen: Der ulnare Kondylus ist kräftiger und nach ulnar prominenter (► Abb. 208), er erstreckt sich weiter nach distal als der radiale. Der Krümmungsradius des radialen Kondylus ist kleiner, nach palmar zu erscheint er wie abgeschnitten. Hieraus ergibt sich, dass das ulnare Kollateralband bei der Beugung eher angespannt wird als das radiale. Das ulnare Band stoppt die Bewegung der Phalanx auf der Innenseite, während sie auf der Außenseite fortgeführt werden kann.

Mit anderen Worten (► Abb. 209), die zurückgelegte Strecke **AA'** auf dem ulnaren Kondylus ist etwas kürzer als die Strecke **BB'** auf dem radialen. Es ergibt sich eine Rotationsbewegung des Daumenendgliedes. Genau betrachtet existiert nicht nur eine Beuge-Streck-Achse, sondern eine Serie von schrägen Momentanachsen zwischen der Ausgangsposition **i** und der Endposition **f**, die zum außen liegenden Punkt **O** hin konvergieren und eine konische Rotation induzieren.

Will man aus Kartonstreifen ein Gelenkmodell herstellen (► Abb. 210), so genügt es, eine Beugefalte anzubringen, die nicht rechtwinklig, sondern um 5–10° zur Längsachse des Fingers geneigt ausgerichtet ist: Die Endphalanx beschreibt bei der Beugung eine konische Rotation, ihre Stellungsänderung nimmt proportional mit der Beugung zu.

Die pronatorische Bewegungskomponente im Interphalangealgelenk des Daumens geht, wie noch gezeigt werden wird, in die allgemeine Pronation des Daumenstrahls während der Opposition mit ein.



Abb. 202



Abb. 205



Abb. 203



Abb. 204

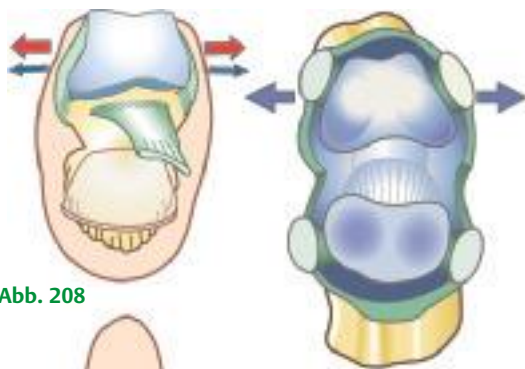


Abb. 208

Abb. 207

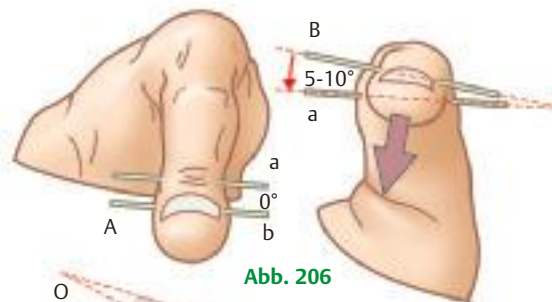


Abb. 206

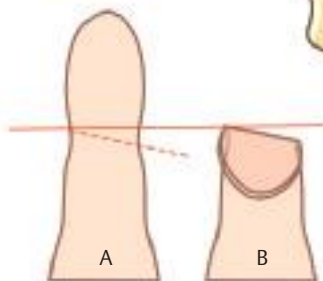


Abb. 210

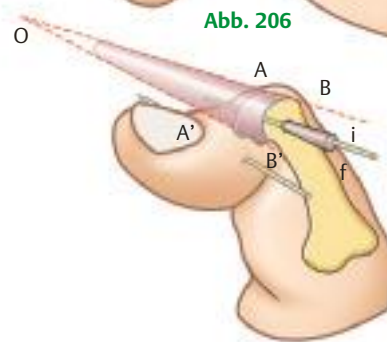


Abb. 209

## 5.21 Muskeln des Daumens

Der Daumen besitzt neun eigene Muskeln. Diese Muskelzahl übertrifft die der anderen Finger eindeutig, sie schafft die Voraussetzung für die dominante Beweglichkeit und herausragende Funktion des Daumens.

Es werden zwei Gruppen von Muskeln unterschieden:

- Die vier langen oder extrinsischen Muskeln des Daumens liegen am Unterarm. Drei der Muskeln sind Strecker und Abduktoren, sie öffnen den Griff. Der vierte Muskel ist Beuger, er wird bei Formen des Grobgriffes eingesetzt.
- Die fünf kurzen oder intrinsischen Muskeln liegen im Bereich des Thenars und im ersten Spatium interossum. Sie kommen bei einer Vielzahl von Griffen zum Einsatz, im Besonderen bei der Opposition. Es sind keine starken Kräfte entfaltenden Muskeln, sie dienen vielmehr der Präzisierung des Greifens und der Koordination von Bewegungen des Daumenstrahls.

Um die Wirkung der Muskeln auf den gesamten Daumen zu verstehen, muss ihr Verlauf zu den beiden theoretischen Achsen des Sattelgelenks (► Abb. 212) analysiert werden. Die Beuge-Streck-Achse **YY'**, die parallel zu den Beugeachsen **f1** und **f2** des Grund- und des Fingergelenks verläuft, und die Ante- und Retropositionsachse **XX'** grenzen vier Quadranten ab (dargestellt durch die beiden gekreuzten Nadeln):

- Der Quadrant **X'Y'** liegt hinter der Beuge-Streck-Achse **YY'** und vor der Ante- und Retropositionsachse **XX'** des Sattelgelenks. In ihm liegt allein die Sehne des M. abductor pollicis longus **1**. Sie schmiegt sich unmittelbar der Achse **XX'** an, was die nur geringe Antepositions- und die ausgeprägte Extensionsfähigkeit des Muskels erklärt (► Abb. 211; Ansicht des Handgelenkbereichs in Flucht von proximal und radial).

- Der Quadrant **X'Y** liegt ulnar der Achse **XX'** und auch hinter der Achse **YY'**, er beherbergt zwei Streckersehnen:
  - Die des M. extensor pollicis brevis **2**;
  - Die des M. extensor pollicis longus **3**.
- Der vor der Achse **YY'** und ulnar der Achse **XX'** gelegene Quadrant **XY** (► Abb. 213) wird von zwei Muskeln besetzt, die den ersten interosären Raum ausfüllen und eine Retroposition sowie eine leichte Beugung im Sattelgelenk ausführen:
  - M. adductor pollicis mit seinen beiden Köpfen **8**;
  - M. interosseus palmaris primus **9**, falls vorhanden.
  - Die beiden Muskeln sind Adduktoren des Metakarpale I, sie stellen den ersten interdigitalen Raum enger (► Abb. 211).
- Der Quadrant **XY'** (► Abb. 213), der radial der Achse **XX'** und vor der Achse **YY'** gelegen ist, enthält die für die Opposition wesentlichen Muskeln. Sie bewirken gleichermaßen eine Beugung und Anteposition des Metakarpale I:
  - M. opponens pollicis **6**;
  - M. abductor pollicis brevis **7**.

Die beiden letzten Muskeln liegen genau auf der Achse **XX'**:

- M. flexor pollicis longus **4**;
- M. flexor pollicis brevis **5**.

Sie sind von daher reine Beuger im Sattelgelenk.

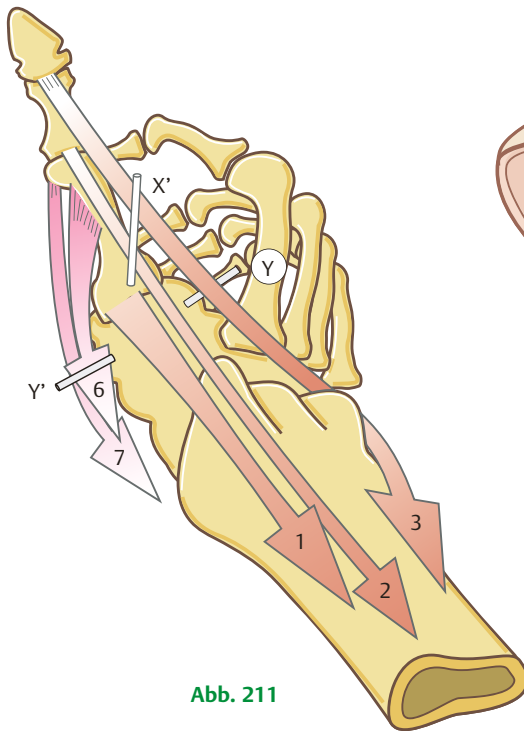


Abb. 211

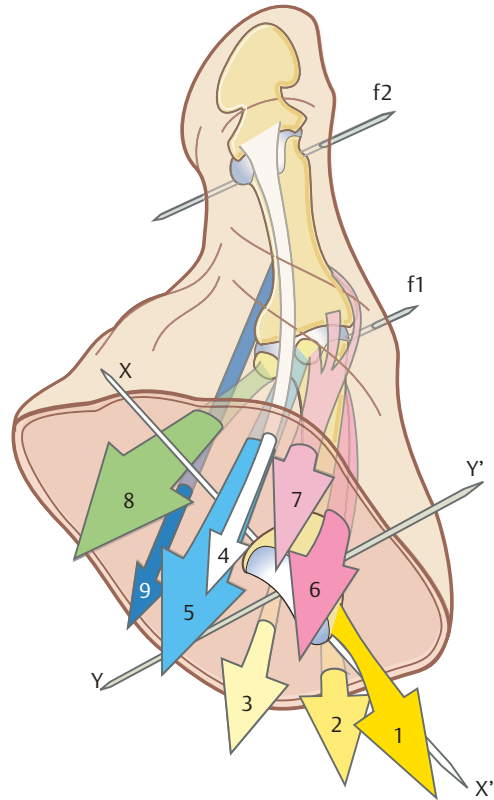


Abb. 212

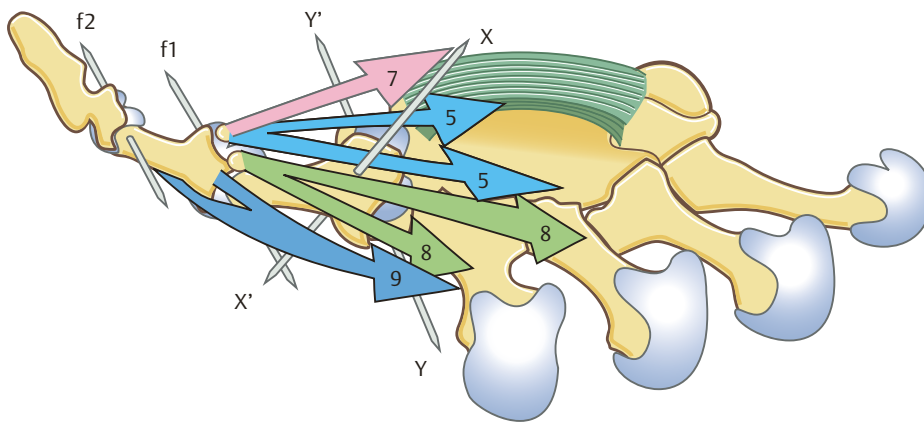


Abb. 213



Eine kurze anatomische Betrachtung der Daumenmuskeln wird deren Funktion, in zwei Gruppen gegliedert, leichter verständlich machen:

### ► 1. Extrinsische Muskeln:

- Der M. abductor pollicis longus **1** (► Abb. 214; Ansicht von radial-palmar; ► Abb. 215; Ansicht von radial) inseriert radial-palmar an der Basis des Metakarpale I;
- Der M. extensor pollicis brevis **2**, dessen Sehne parallel zu der des M. abductor pollicis longus verläuft, inseriert dorsal an der Basis der proximalen Phalanx;
- Der M. extensor pollicis longus **3** hat seinen Ansatz dorsal an der Basis der Endphalanx.

Bezüglich dieser drei Muskeln müssen zwei Dinge erwähnt werden.

- Topografisch-anatomisch begrenzen die drei dorsoradial verlaufenden Sehnen einen dreieckigen Raum, dessen Spitze nach distal zeigt, die Tabatière. In der Tiefe der Tabatière liegen die parallel angeordneten Sehnen der Mm. extensores carpi radiales longus **10** et brevis **11**;
- Jeder der drei Muskeln hat funktionell einen streckenden Einfluss auf eines der Knochenelemente des Daumens und damit auf den Daumen insgesamt;
- Der M. flexor pollicis longus **4** hingegen liegt palmar (► Abb. 214): Er zieht durch den Karpalkanal, seine Sehne wird von den beiden Köpfen des M. flexor pollicis brevis flankiert.  
Er verläuft zwischen den beiden Sesambeinen um schließlich palmar an der Basis der Endphalanx zu inserieren.

### ► 2. Intrinsische Muskeln (► Abb. 214, ► Abb. 215). Sie gliedern sich in zwei Gruppen:

- Die radiale Gruppe besteht aus drei Muskeln, die, vom N. medianus und N. ulnaris innerviert, tief bis oberflächlich liegen:
  - Der tief gelegene M. flexor pollicis brevis **5** besitzt zwei Köpfe. Der tiefe Kopf entspringt den distalen radialen Handwurzelknochen, der oberflächliche am Retinakulum flexorum und am Tuberculum ossis trapezii. Sie inserieren mit einer gemeinsamen Sehne am radialen Sesambein und am radialen Höcker der Basis der ersten Phalanx. Der Muskel hat einen schrägen proximodistalen Verlauf;

- Der M. opponens pollicis **6** inseriert an der radialen Seitenfläche des Metakarpale I; er entspringt radial an der Innenseite des Retinakulum flexorum. Der Muskel hat einen schrägen Verlauf.
- Der M. abductor pollicis brevis **7** ist der oberflächlichste der drei Muskeln. Er hat seinen Ursprung, unterhalb des Vorgenannten, am Retinakulum flexorum und an der Tuberositas ossis scaphoidei. Er inseriert am seitlichen Rand der Basis der Grundphalanx. Eine Sehnenabspaltung strahlt in die Dorsalaponeurose des Daumens ein. Wenn ein dem Daumen zugeordneter M. interosseus palmaris primus **9** ausgebildet ist, dann liegt dieser nicht radial, sondern ulnar des Metakarpale I und hat einen dem M. opponens pollicis ähnlichen Verlauf. Entgegen seiner Bezeichnung abduziert er den Daumen nicht nach radial, sondern adduziert nach palmar und ulnar.

Diese drei Muskeln bilden die radiale Gruppe, da sie an der Außenseite des Metakarpale I und der Grundphalanx inserieren. Kurzer Beuger und kurzer Abduktor machen am radialen Sesambein fest.

- Die ulnare Gruppe besteht aus zwei Muskeln, die, vom N. ulnaris innerviert, ulnarseitig des Grundgelenks liegen:
  - M. interosseus palmaris primus **9**, dessen Sehne am ulnaren Höcker der Basis der Grundphalanx inseriert und in die Streckaponeurose ausstrahlt;
  - M. adductor pollicis **8** inseriert mit seinem Caput obliquum und seinem Caput transversum am ulnaren Sesambein und an der Innenseite der Basis der Grundphalanx. Die beiden Muskeln bilden symmetrisch die am ulnaren Sesambein und der Innenbasis der Grundphalanx ansetzenden Muskeln. Sie sind sowohl Antagonisten der radialen Muskelgruppe als auch, abhängig von der jeweiligen Aktion, deren Synergisten.

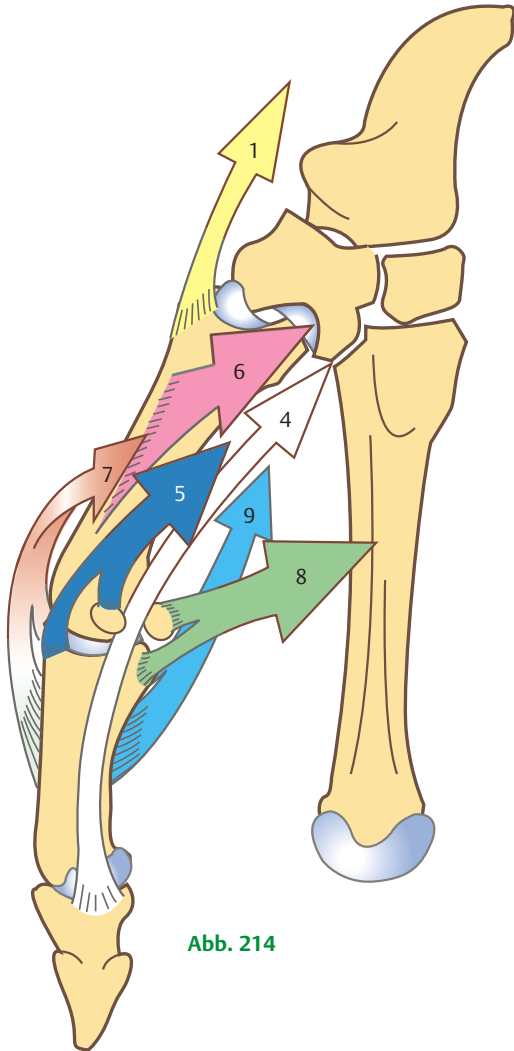


Abb. 214

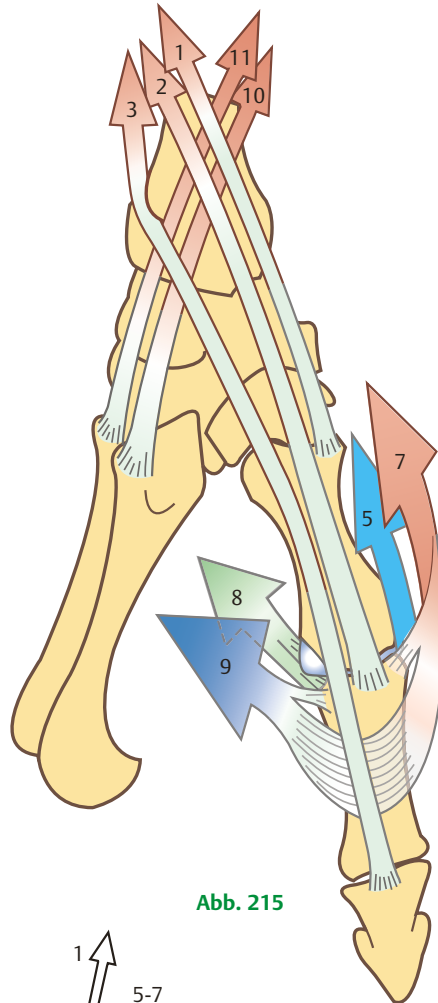


Abb. 215

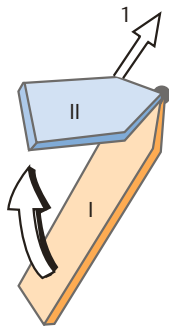


Abb. 216

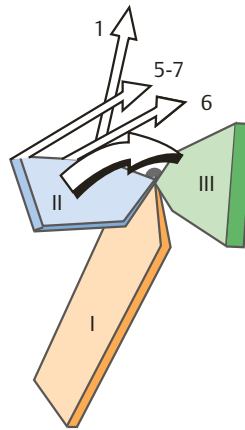


Abb. 217

## 5.22 Funktion der extrinsischen Muskeln des Daumens

Der M. abductor pollicis longus (► Abb. 218) bewegt das Metakarpale I nach radial und palmar. Er ist folglich nicht nur ein Muskel, der abduziert, sondern auch eine Antepositionswirkung hat, besonders dann, wenn das Handgelenk etwas gebeugt ist. Diese den Daumen nach palmar bewegende Komponente leitet sich von der palmaren Lage der Muskelsehne im Bereich der Tabatière ab (► Abb. 215). Wird das Handgelenk nicht durch die Mm. extensores carpi radiales festgestellt, dann ist der M. abductor pollicis longus auch Beuger des Handgelenks. Er hat eine Retropositionswirkung auf das Metakarpale I, wenn das Handgelenk gestreckt ist.

Der M. abductor pollicis longus ist gemeinsam mit den radialen Thenarmuskeln für die Oppositionsbewegung funktionell sehr wichtig. Bei der Opposition wird das Metakarpale I aus der Handflächenebene nach palmar abgewinkelt, der Daumenballen erhebt sich kegelförmig von der radialen Handpartie. Diese Bewegung wird durch die genannten Muskeln ausgeführt (Abb. vorherige Seite):

- In der ersten Phase (► Abb. 216; Das Metakarpale I ist schematisch dargestellt) extendiert der M. abductor pollicis longus **1** das Metakarpale I, es wandert von der Stellung **1** nach radial und palmar in die Stellung **II**;
- In der zweiten Phase (► Abb. 217): Aus der Position **II** bringen die Muskeln der radialen Gruppe, der kurze Beuger **5** und der kurze Abduktor **7** sowie der Opponens **6** das Metakarpale I nach palmar und ulnar in die Stellung **III**. Es kommt hierbei zur Längsrotation.

Allein aus didaktischen Gründen ist der Bewegungsablauf in zwei Phasen beschrieben. Real laufen die Bewegungsmomente simultan ab, die Endstellung **III** ist das Ergebnis der Aktion sämtlicher genannter Muskeln.

Der M. extensor pollicis brevis (► Abb. 219) hat zweierlei Wirkung:

- Er streckt die proximale Phalanx im Grundgelenk.
- Er bewegt das Metakarpale I und somit den Daumen nach radial. Er abduziert den Daumen durch eine Streckung und eine Retropositionsbewegung im Sattelgelenk.

Voraussetzung ist, dass das Handgelenk durch den M. flexor carpi ulnaris und vor allem durch den M. extensor carpi ulnaris festgestellt ist. Anderenfalls bewirkt der M. extensor pollicis brevis eine Radialabduktion der Hand.

Der M. extensor pollicis longus (► Abb. 220) hat drei Wirkungen.

- Er streckt die distale Phalanx.
- Er streckt die proximale Phalanx.
- Er verlagert das Metakarpale I nach ulnar und dorsal:
  - Die ulnare Bewegungskomponente verengt den ersten interossären Raum, der Muskel adduziert den Daumen.
  - Die Bewegung nach dorsal resultiert aus der Umlenkung der Sehne des Muskels um das Tuberculum Listeri (= Tuberculum dorsale des Radius; ► Abb. 211).

Der Muskel ist folglich ein Antagonist der Opposition: Er wirkt mit bei der Abflachung der Hand, die Fingerbeere des Daumens schaut nach palmar.

Der M. extensor pollicis longus bildet mit den radialen Thenarmuskeln ein antagonistisch-synergistisches System. Will man die Endphalanx strecken, ohne dabei den ganzen Daumen nach dorsal zu bewegen, so muss die Gruppe der radialen Thenarmuskeln das Metakarpale und die proximale Phalanx feststellen. Die radialen Thenarmuskeln wirken auf den langen Daumenstrecker dämpfend: sind sie gelähmt, so gerät der Daumen zwangsläufig in eine ulnar-dorsale Fehlstellung. Zusätzlich ist der lange Daumenstrecker ein Extensor im Handgelenk, falls er nicht durch Kontraktion des M. flexor carpi radialis daran gehindert wird.

Der M. flexor pollicis longus (► Abb. 221) ist Beuger der Endphalanx; außerdem beugt er die proximale Phalanx. Für eine isolierte Flektion der Endphalanx muss der kurze Daumenstrecker durch Kontraktion eine Beugung der Grundphalanx unterbinden (Antagonisten-Synergisten-Prinzip). Auf die unverzichtbare Bedeutung des M. flexor pollicis longus für den Spitzgriff wird noch eingegangen werden.



Abb. 219

Abb. 220

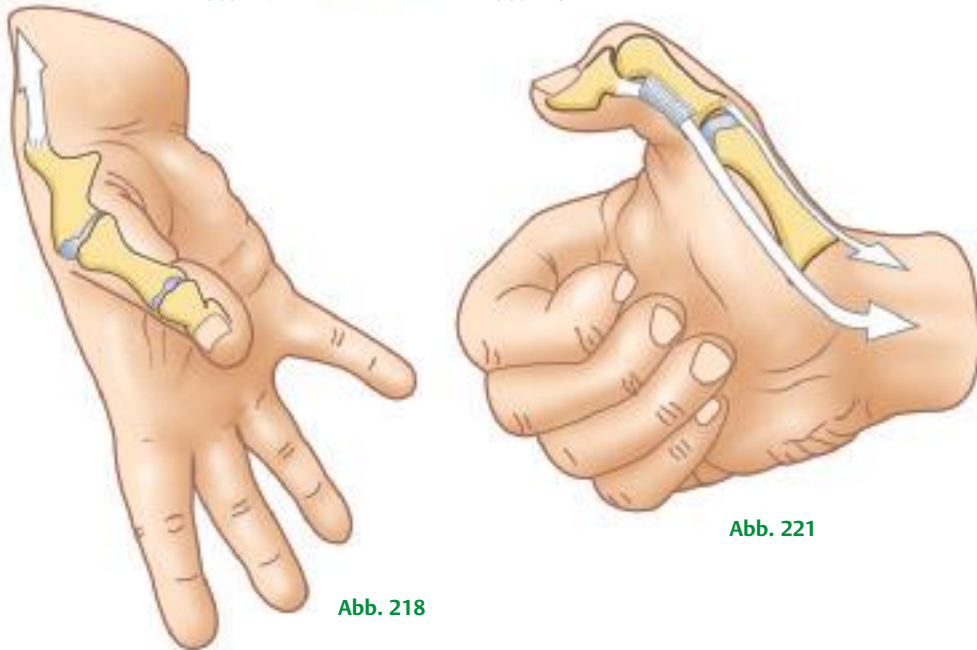


Abb. 221

Abb. 218

## 5.22.1 Funktion der ulnaren intrinsischen Muskeln, am ulnaren Sesambein inserierend

Der M. adductor pollicis **8** (► Abb. 222) wirkt mit seinen beiden Köpfen, dem Caput obliquum (**kürzerer weißer Pfeil**) und dem Caput transversum (**längerer weißer Pfeil**) auf alle drei Knochenelemente des Daumens:

- **1.** Auf das Metakarpale I (► Abb. 223; **Schnittschema**): Die Kontraktion des M. adductor pollicis führt das Metakarpale in eine Gleichgewichtsstellung **A** radial und palmar des Metakarpale II. Nach Duchenne de Boulogne wird die Bewegung durch die Ausgangsstellung des Metakarpale bestimmt;
  - Der Muskel wirkt adduktorisch, wenn die Ausgangsposition eine maximale Abduktion **1** ist;
  - Er hat eine theoretische Abduktionswirkung im Falle einer maximalen Adduktion als Ausgangsstellung **2**;
  - Ist das Metakarpale I durch Kontraktion des M. extensor pollicis longus maximal retroponiert **3**, so bringt es der Adduktor in Anteposition;
  - Befindet sich das Metakarpale I hingegen durch Kontraktion des M. abductor pollicis brevis in Anteposition **4**, dann hat der Adduktor eine retroponierende Wirkung;
  - Die Ruhestellung des Metakarpale I liegt ungefähr bei **R**, zwischen **1** und **3**.

Nach elektromyografischen Befunden ist der M. adductor pollicis nicht nur bei der Adduktion aktiv. Er zeigt auch Aktivität bei der Retroposition des Daumens, die z.B. beim Greifen eines großen Gegenstandes notwendig wird. Er ist ebenfalls aktiv, wenn der Daumen entweder mit seiner Fingerbeere oder seiner ulnaren Kante an die radiale Zeigefingerseite herangeführt wird. Bei der Opposition des Daumens wird sein Einsatz umso größer, je mehr die Bewegung mit den ulnaren Fingern durchgeführt wird; sein Aktivitätsmaximum erreicht er, wenn der Daumen gegen den Kleinfinger opponiert wird.

Der Adduktor bleibt unbeteiligt bei der Abduktion, bei der Anteposition und beim Spitzgriff. Frühere elektromyografische Untersuchungen (Hamonet, De la Caffinière und Opsomer) haben bereits gezeigt, dass der Muskel seine wesentliche Aktivität hat, wenn das Metakarpale I an das Metakarpale II herangeführt wird. Darüber hinaus ist er in allen Bereichen der Opposition aktiv. Bei einer weiträumigen Exkursion ist er weniger aktiv als bei einem engen Bewegungskurs (► Abb. 224; Schematisches Aktivitätsmuster des Adduktors nach Hamonet, De la Caffinière und Opsomer).

- **2.** Auf die proximale Phalanx (► Abb. 222) ist seine Wirkung eine dreifache: leichte Beugung, ulnare Kippung, longitudinale Drehung nach radial oder Supination (**gebogener weißer Pfeil**).
- **3.** Auf die Endphalanx wirkt er streckend, wenn Sehnenläufer über die Dorsalaponeurose mit dem M. interosseus palmaris des Daumens bis an das Endglied heranziehen.

Der M. interosseus palmaris primus hat fast die gleichen Funktionen:

- Adduktion (adduziert das Metakarpale I in Richtung Handachse).
- Flexion der Grundphalanx durch seine Sehne; Streckung der Endphalanx über die Dorsalaponeurose.

Die Kontraktion der gesamten ulnaren Thenarmuskulatur bringt die Fingerbeere des Daumens in Kontakt mit der Radialseite der Zeigefingergrundphalanx. Gleichzeitig bewirkt sie eine Supination des Daumens (► Abb. 222). Mit Hilfe der vom N. ulnaris innervierten Muskeln können Gegenstände sicher zwischen Daumen und Zeigefinger gehalten werden.

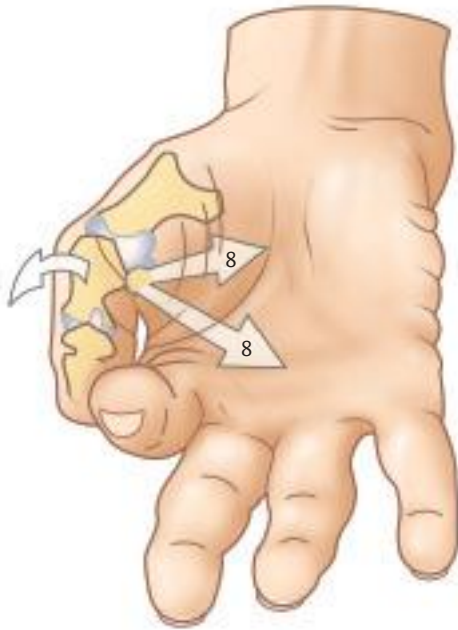


Abb. 222

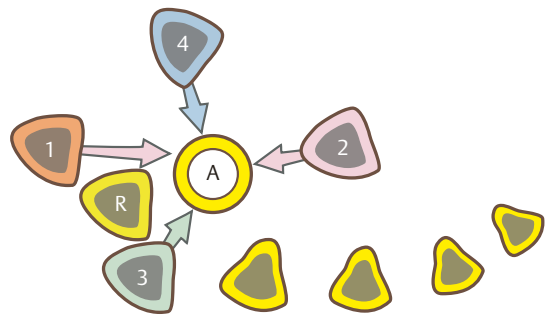


Abb. 223

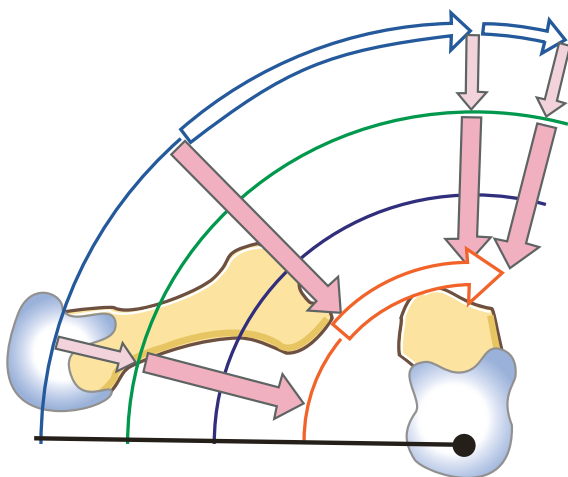


Abb. 224