

Entwicklung des Daumens

Nico Pietzner

Zum Erfolgsrezept der Evolution des Menschen gehört neben dem Gehirn auch der Daumen. Erst die Beweglichkeit des Daumens, die wahrscheinlich vor etwa 2 Millionen Jahren entstand, brachte die Hominiden in die Lage, ihre Hände wie intelligente Werkzeuge zu nutzen und ihr Überleben zu sichern.

Einleitung

Vor etwa 7 Millionen Jahren begann in Afrika die menschliche Evolution. Im damaligen Stammbaum kam es zu einer Aufspaltung: Aus einer Linie gingen die Schimpansen hervor, aus der zweiten die Hominiden, aus der sich der heutige moderne Mensch entwickelte. Dieser musste sich immer wieder erneut den Umweltanforderungen anpassen. Einige der wichtigsten Anpassungen war der aufrechte Gang, die Vergrößerung des Gehirns und die Entwicklung der Sprache und Kultur. Waren die Hände in der Vergangenheit eher zur Fortbewegung sowie für grobmotorische Nahrungsaufnahme zuständig, wandelten sie sich im Laufe der Zeit zu grob- und feinmotorischen „Werkzeugen“. Der Daumen spielte dabei eine wichtige Rolle, da er in der Lage ist, sich den anderen Langfingern gegenüberzustellen, also eine Oppositionsbewegung durchzuführen. Dadurch ist der Mensch in der Lage, unterschiedliche Greiffunktionen auszuführen, wie zum Beispiel den Pinzettengriff [1].

Durch die Bewegungsmöglichkeiten des Daumens unterscheidet sich der Mensch vom nichtmenschlichen Primaten. Diese sind weder in der Lage, den Daumen in Abduktion zu halten noch die für die Funktion so wichtige Oppositionsbewegung durchzuführen. Der Daumen besitzt keine Phalanx media, er hat somit ein Gelenk weniger als die Langfinger, ist aber der stärkste Finger der Hand. Durch die Oppositionsstellung des Daumens ist der kräftige Faustschluss möglich, der Daumen agiert hier wie eine Greifzange [2].

Allgemein trägt der Daumen den wesentlichen Anteil an den grob- und feinmotorischen Greiffunktionen der gesamten Hand. Die Ausführung komplexer Bewegungen des Daumens ermöglicht vor allem dem Art. *carpometacarpale I*, dem Daumensattelgelenk sowie 9 dazugehörigen Muskeln diverse Funktionen (► **Tab. 1** und ► **Abb. 2**). Die für den Daumen zuständigen Hirnareale zeigen, dass die Bewegung und Empfindlichkeit stärker ausgeprägt ist als beispielsweise die des Handgelenks und der übrigen Finger [3].

Aufbau des Daumens

Der Daumen besteht aus 3 Gelenken (► **Abb. 1**):

- Das **Daumensattelgelenk** oder **Art. carpometacarpale pollicis**, das dem Handgelenk zugehörig ist, da der proximale Gelenkpartner ein Handgelenksknöchelchen ist
- Das **Daumengrunggelenk** oder **Art. metacarpophalangea pollicis**
- Das **Daumenendgelenk** oder **Art. Interphalangea pollicis**, das sehr den Endgelenken der Langfinger ähnelt.

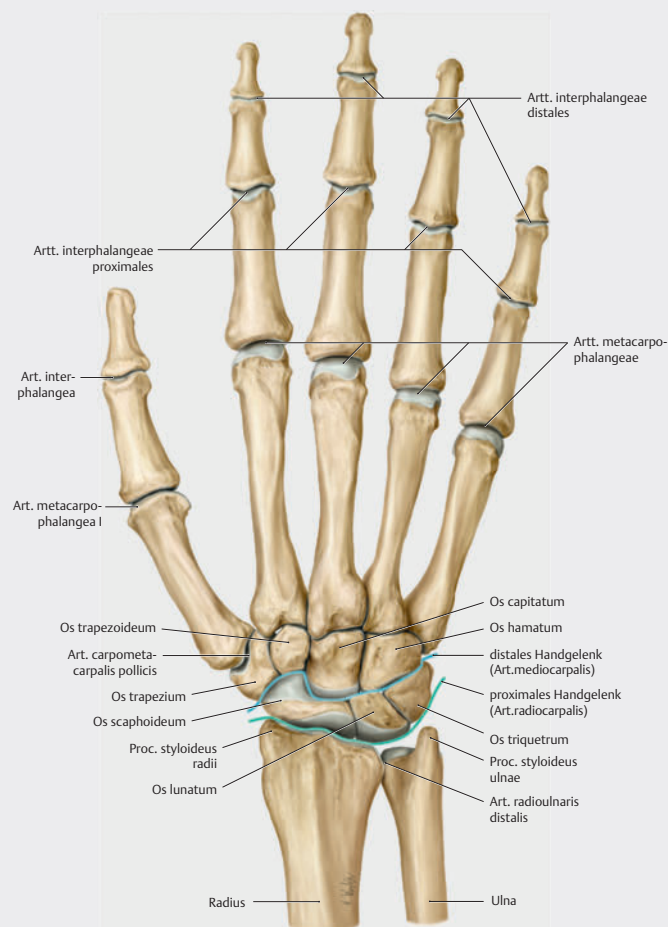
Anatomie und Funktion des Daumensattelgelenks

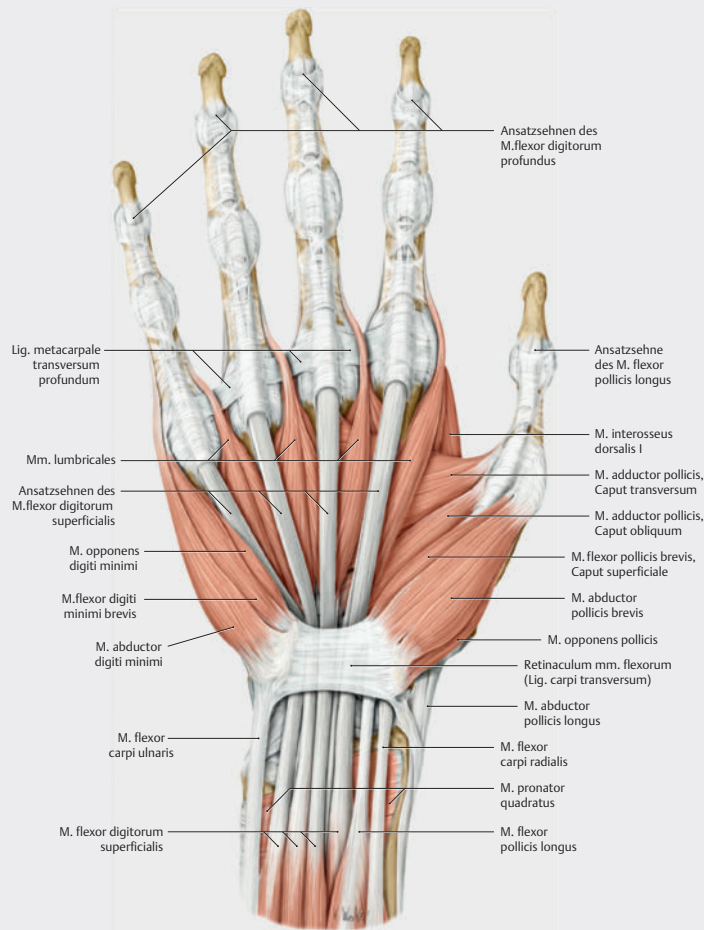
Das Daumensattelgelenk wird von dem Os trapezium und der Basis des Os metacarpale I gebildet. Beide Gelenkpartner sind sowohl konkav als auch konvex ausgebildet, wodurch die anatomische Form eines Sattelgelenks entsteht. Die Gelenkfläche des Os trapezium ist nach radial-distal gewandt, zudem ist die Gelenkfläche in radiolnarer Richtung konkav und in dorsopalmarer Richtung konvex gebogen [4]. Zusätzlich weist sie eine nach palmar gerichtete kugelförmige Facette auf [6] und kommt demnach einem funktionellen Kugelgelenk nahe [7]. In der Neutralposition des Daumensattelgelenks ist der Bezug zur anatomischen Ebene der Hand, das Os metacarpale I, um 35° nach palmar und 15° nach radial geneigt sowie 15° supiniert [6]. Bei Frauen sind die Gelenkflächen flacher ausgeprägt als bei Männern [8], angesichts dessen würde eine Arthrose bei Frauen wahrscheinlicher auftreten.

Generell weist das Daumensattelgelenk eine große Beweglichkeit auf. Dafür ist es allerdings notwendig, dass die Gelenkkapsel weit und schlaff ist. Gleichzeitig benötigt das Gelenk jedoch eine sichere Führung [4]. Zur Stabilisierung stehen dem Daumensattelgelenk 16 Ligamente zur Verfügung [9] (► **Tab. 2** und ► **Abb. 3**). Diese Bänder sind je nach Gelenkposition unterschiedlich gespannt [13, 14]. Es sind stets ein oder mehrere Bänder gleichzeitig angespannt, um die Stabilisation zu gewährleisten [10]. Es wird unterschieden in 5 direkte Bänder und 11 indirekte Bänder.

► **Tab. 1** Muskulatur des Daumens und deren Funktion.

Intrinsische Muskulatur		Extrinsische Muskulatur
Thenar medial	Thenar lateral	
M. interosseus dorsalis 1	M. abductor pollicis brevis	M. flexor pollicis longus
<ul style="list-style-type: none"> an der Abduktion beteiligt (er hat mehr Einfluss auf den Zeigenstrahl) 	<ul style="list-style-type: none"> Abduktion des Daumens 	<ul style="list-style-type: none"> Flexor und geringgradige Adduktion des Daumens
M. adductor pollicis	M. opponens pollicis	M. abductor pollicis longus
<ul style="list-style-type: none"> Adduktion und Opposition des Daumens 	<ul style="list-style-type: none"> Opposition, Abduktion und Adduktion des Daumens 	<ul style="list-style-type: none"> Stabilisator und Abduktor des CMC 1
	M. flexor pollicis brevis	M. extensor pollicis longus
	<ul style="list-style-type: none"> Flexion im CMC1, Adduktion sowie Abduktion und an der Opposition beteiligt 	<ul style="list-style-type: none"> Primärer Extensor und geringgradige Adduktion des Daumens
		M. extensor pollicis brevis
		<ul style="list-style-type: none"> Extensor und Abduktor des Daumens

► **Abb. 1** Knöcherner Aufbau des Daumens. (Quelle: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. 1.8 Knochen der freien Gliedmaße: Hand. In: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K, Hrsg. Prometheus LernAtlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022. doi:10.1055/b000000613)



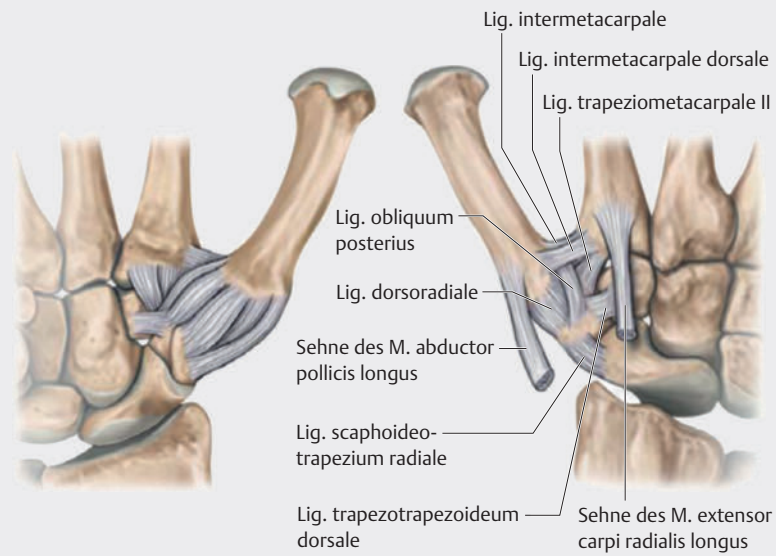
► **Abb. 2** Muskulatur des Daumens. (Quelle: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. 3.10 Kurze Handmuskeln: oberflächliche Schicht. Hand. In: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K, Hrsg. Prometheus LernAtlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022. doi:10.1055/b000000613)

► **Tab. 2** Ligamentäre Stabilisation des Daumens.

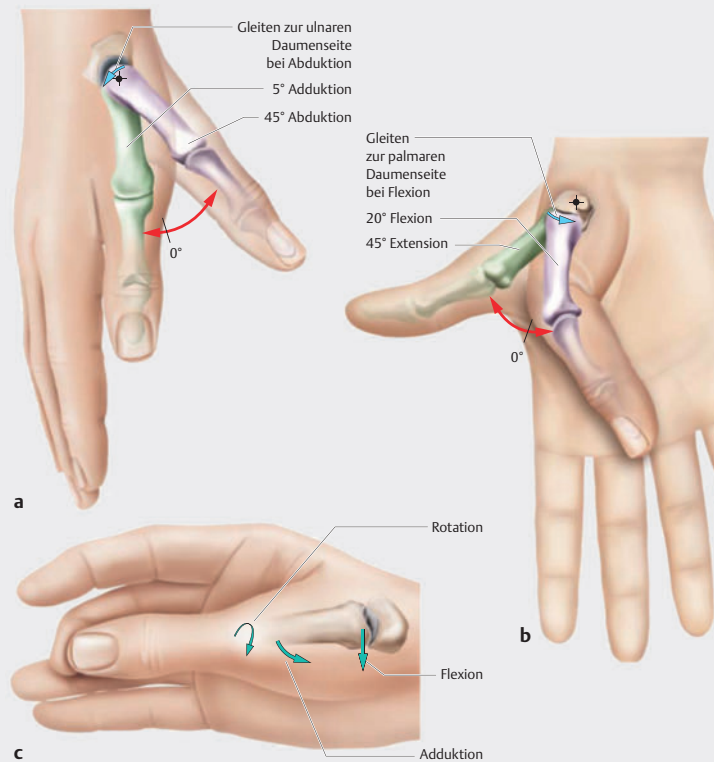
Indirekte ligamentäre Stabilisation. Folgende Bänder sind nach Matthijs et al. 2003 [9] von Bedeutung:	Direkte ligamentäre Stabilisation. Folgende Bänder sind nach Ladd et al. 2012 [11] von Bedeutung:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ligg. trapeziotrapezoidea dorsale et palmare ▪ Ligg. trapezometacarpalia II dorsale et palmare ▪ Lig. intermetacarpale & Lig. intermetacarpale dorsale ▪ Ligg. trapeziocapitulum & trapeziometacarpale III ▪ Lig. carpi transversum 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lig. carpometacarpale obliquum anterius ▪ Lig. carpometacarpale obliquum posterius ▪ Lig. carpometacarpale dorsoradiale ▪ Lig. trapeziometacarpale (andere Bezeichnungen sind „Volar Ligament“ bzw. „Beak Ligament“) ▪ Lig. metacarpale dorsale

Indirekte ligamentäre Stabilisation: Diese 11 Ligamente liegen im Bereich des Handgelenks und stabilisieren lediglich das Os trapezium. Sie sind jedoch von großer Wichtigkeit und zeigen, dass sich auch eine Instabilität der Handwurzel auf die Arthrokinematik des Daumensattelgelenks auswirkt.

Direkte ligamentäre Stabilisation: Diese 5 Ligamente bilden den wesentlichen Anteil der Daumensattelgelenksstabilisation. Es handelt sich hierbei um direkte Verbindungen zwischen den Gelenkpartnern des CMCI.



► **Abb. 3** Ligamente des Daumens. (Quelle: Hirt B, Seyhan H, Wagner M, Zumhasch R. Daumen. In: Hirt B, Seyhan H, Wagner M, Zumhasch R, Hrsg. Anatomie und Biomechanik der Hand. 4. aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2021. doi:10.1055/b000000064)



► **Abb. 4** a–c Bewegungsmöglichkeiten des Daumens. (Quelle: Anatomie und Biomechanik der Hand. Hirt B, Seyhan H, Wagner M, Zumhasch R, Hrsg. 4. aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2021. doi:10.1055/b000000064)

Bewegungsmöglichkeiten des Daumensattelgelenks

Das Daumensattelgelenk hat 2 Freiheitsgrade:

1. Die Bewegungsachse des 1. Freiheitsgrades verläuft durch das Os metacarpale I. Diese verläuft von radio-

dorsal nach ulnopalmar und beinhaltet die Abduktion sowie die Adduktion. Die Achse verläuft in einem Winkel von 45° zur Ebene der gestreckten Hand. Nach der International Federation of Societies for Surgery of the

Hand (IFSSH) wird die Abduktion nochmals unterteilt in eine Palmarabduktion und eine Radialabduktion [4].
 2. Die Bewegungsachse des 2. Freiheitsgrades stellt die Flexion und Extension dar. Sie verläuft von radiopalmar nach ulnodorsal durch das Os trapezium. Wird diese auf die Achse des 1. Freiheitsgrades projiziert, stehen beide in einem Winkel von 90° zueinander.

Zusätzlich zu den eigentlichen Achsen kommen folgende Kombinationsbewegungen zustande (► **Abb. 4**):

- Eine geringgradige Rotation ist nur bei der Aufhebung des Kontakts der Gelenkflächen möglich (im Sinne einer Pronation und Supination) [4].
- Bei der Opposition wird der gesamte erste Strahl den restlichen Fingern gegenübergestellt. Die Rückführung aus der Opposition wird Reposition genannt. Diese Bewegungen werden durch eine Kombination aus der Rotation und den 2 Freiheitsgraden zusammengesetzt.
- Die letzte Bewegungsmöglichkeit beschreibt die Zirkumduktion. Es handelt sich um eine kombinierte Bewegung aus allen zuvor beschriebenen Bewegungen, bei dem der gesamte Daumenstrahl beteiligt ist, also eine kreisende Bewegung des Mittelhandknochens. Bei genauerer Betrachtung beschreibt die Bewegung einen Kegelmantel, wobei die Spitze des Kegels im Sattelgelenk liegt [4].

Anatomischer Aufbau und Funktion des Daumengrundgelenks

Das Daumengrundgelenk (Art. metacarpophalangea pollicis, MCP I) ist ein zusammengesetztes Eigelenk, da es aus mehreren Gelenkpartnern besteht. Den proximalen Teil des Gelenks bildet der Caput ossis metacarpi I, dessen Konvexität nach dorsopalmar erheblich ausgeprägter ist als nach radioulnar. Den distalen Teil des Gelenks bildet die Basis der Phalanx proximalis pollicis. Zusätzlich befinden sich angelegt an die palmaren Tuberkel des Caput ossis metacarpi I 2 Sesambeine, das Os sesamoideum ulnare und das Os sesamoideum radiale. Sie sind eingebettet in das Lig. glenoidale.

Die Sesambeine dienen der passiven Stabilisation und bremsen gemeinsam mit der palmaren Platte die Extensi-

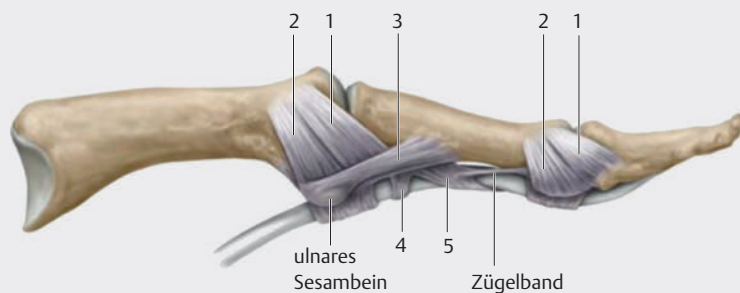
on [9], da sie die Kollateralbänder auf die Gleitfläche des Caput ossis metacarpi I pressen [4] (► **Abb. 5**). Die palmare Platte ist anders als an den Langfingern, sie ist kürzer, quer gestellt und von rechteckiger Gestalt [4]. Die Gelenkkapsel des Metacarpophalangealgelenks ist relativ dünn [9]. Im volaren Bereich bildet jedoch die palmare Platte eine hoch spezialisierte Verdickung [12]. Zusätzlich wird die Kapsel durch den M. flexor pollicis brevis (Ansatz über das radiale Sesambein an die Grundphalanx) und den M. adductor pollicis (Ansatz über das ulnare Sesambein an die Grundphalanx) sowie diverser Ligamente verstärkt [4] (► **Tab. 3** und **4**).

► **Tab. 3** Ligamente des Daumengrundgelenks.

Ligamente des Art. metacarpophalangea pollicis, MCP I [4]	Stabilisierende Muskulatur
Ligg. phalangeognoide radiale et ulnare	M. adductor pollicis (intrinsisch)
Ligg. collateralia propria	M. abductor pollicis brevis (intrinsisch)
Ligg. collateralia accessoria	M. flexor pollicis brevis (intrinsisch)
	M. flexor pollicis longus (extrinsisch)
	M. extensor pollicis longus (extrinsisch)
	M. extensor pollicis brevis (extrinsisch)

► **Tab. 4** Ligamente des Interphalangealgelenks.

Ligamente	Beschreibung
Ligg. collateralia	Flacher Verlauf vom jeweiligen Seitenrand Caput ossis phalangis proximalis zum jeweiligen Seitenrand der Basis ossis phalangis distalis
Ligg. collateralia accessoria	
Ligg. phalangoglenoidale radiale et ulnare	Kommen dann vor, wenn auch Sesambeine vorhanden sind



► **Abb. 5** Stabilisatoren des Daumengrundgelenks. (Quelle: Anatomie und Biomechanik der Hand. Hirt B, Seyhan H, Wagner M, Zumhasch R, Hrsg. 4. aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2021. doi:10.1055/b000000064)

Bewegungsmöglichkeiten des Daumengrundgelenks

Das Daumengrundgelenk ist ein Art. ellipsoidea [5], also ein Eigelenk mit 2 Freiheitsgraden. Das ermöglicht die Bewegungen der Flexion und Extension sowie die der Abduktion und Adduktion. Das Bewegungsausmaß der Flexion beträgt 40–80°, die Extension beträgt in der Regel 0°, wobei es manche Menschen gibt, die das Gelenk nicht vollständig durchstrecken können oder in eine sogenannte Hyperextensionsstellung gelangen. Die Hyperextension ist häufig eine Kompensation bei Ritzarthrose. Das Bewegungsausmaß der Adduktion beträgt 7–10° und die Abduktion 12–15°.

Anatomie und Funktion des Daumenendgelenks

Das Daumenendgelenk (Art. interphalangea) ist ein reines Scharniergelenk, ein Art. Cylindroidae. Es ist deckungsgleich aufgebaut wie das Art. interphalangea distalis der Langfinger. Allein die palmare Platte ist dicker ausgeprägt mit inkonstant ausgebildeten eingelassenen Sesambeinen (22–73%). Bedingt durch die Dicke der palmaren Platte wird die Sehne des M. flexor pollicis longus weiter vom Gelenkspalt abgedrängt, womit eine Hyperextension von bis zu 25° bewerkstelligt wird [4].

Zusätzliche Ligamente des Daumengrund- und -endgelenks

Der Daumen besitzt im Gegensatz zu den Langfingern nur 2 Ringbänder und keine Kreuzbänder. Das Ringband A1 liegt in Höhe der palmaren Platte am MCPI, das Ringband A2 befindet sich auf Höhe des distalen Daumengrundgelenks. Dazwischen befinden sich noch 2 weitere Bänder: Proximal das variable Ringband und distal Richtung A2 das Querbänder. Diese Bänder dienen der Fixierung der Sehne des M. flexor pollicis longus.

Bewegungsmöglichkeiten des Daumenendgelenks

Das Daumenendgelenk ist ein Art. ginglymus, also ein Scharniergelenk. Es hat eine Achse, auf der die Flexion und Extension ausgeführt wird. Die Extension bzw. die Hyperextension ist bis zu 30° möglich, die Flexion ist bis zu 90° durchführbar bei einer parallellaufenden Rotation (bzw. Pronation) von ca. 5–10° [4]. Die Supination ist nicht möglich.

Autorinnen/Autoren



Nico Pietzner

ist Ergotherapeut und arbeitet seit 2021 in der Praxis für Hand- und Ergotherapie Ergo-Aktiv in Haiger sowie als Dozent an der Fachhochschule Akademie für Handtherapie (AfH) in Bad Pyrmont. Er ist außerdem in eigener Praxis als Tierphysiotherapeut und Tierosteopath selbstständig tätig.

Korrespondenzadresse

Nico Pietzner
Am Mühlberg 15
57234 Wilsdorf
N.Pietzner@Fortbildung-AFH.de

Literatur

- [1] Wehr M, Weinmann M. Die Hand Werkzeug des Geistes. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 2009: 228–231
- [2] Tittel K. Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen. 12. Aufl. Jena, Stuttgart: Gustav Fischer; 1994: 52: 139–149
- [3] Peck VE, Wedel AH. Funktionsfelder des Großhirns. In: Zolpour C, Hrsg. Anatomie – Physiologie. München: Urban & Fischer; 2010: 173–174
- [4] Schmidt HM, Lanz U. Chirurgische Anatomie der Hand. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003: 1, 21, 29–30, 35–77, 107–119, 133, 144–160, 186, 201–212, 223–229
- [5] Reimann R, Ebener I. Das menschliche Daumengrundgelenk – ein Eigelenk. Acta Anat (Basel) 1980; 108: 1–9
- [6] Zancolli E, Zadenberg C, Zancolli E. Biomechanics of the trapeziometacarpal joint. Clin Orthop Relat Res 1987; 220: 14–26
- [7] Toshihiko I, Kai-Nan A, Cooney WP. Funktional anatomy and biomechanics of the thumb. Hand Clin 1992; 8: 9–15
- [8] Ateshian GA, Rosenwasser MP, Mow VC. Curvature characteristics and congruence of the thumb carpometacarpal joint: Differences between female and male joints. J Biomech 1992; 25: 591–607
- [9] Matthijs O, van Paridon-Edauw D, Winkel D. Manuelle Therapie der peripheren Gelenke. Band 2: Ellenbogen Hand. München: Urban & Fischer; 2003: 3–12, 41–51, 129–171
- [10] Imaeda T, An KN, Cooney WP et al. Anatomy of trapeziometacarpal ligaments. J Hand Surg Am 1993; 18: 226–231
- [11] Ladd AL, Lee J, Hagert E. Macroscopic and microscopic analysis of the thumb carpometacarpal ligaments: a cadaveric study of ligament anatomy and histology. J Bone Joint Surg. Am Vol 2012; 94: 1468
- [12] Bausenhardt D. Über das Carpometacarpalgelenk des Daumens. Z. Anat Entwickl Gesch 1949/1950 114: 159–250
- [13] Aebriot JH. The metacarpophalangeal joint of the thumb. In: Tubiana R, Ed. The hand. Philadelphia: Saunders; 1981
- [14] Kapandji IA. The physiology of the joints. Vol. 1. 5th Ed. New York: Churchill Livingstone; 1982