

Die Clavicula: Ein ganz besonderer „Schlüssel“?

JÖRG RUOF

Die Clavicula: Ein ganz besonderer „Schlüssel“?

■ Zusammenfassung

Die s-förmige Clavicula (das Schlüsselchen) bildet das knöcherne Verbindungsglied zwischen Brustbein und Schulter und ist damit ein zentrales Organ für die Ergreifung und Durchdringung des Umraumes. Beim Kreisen der Schulter zeigt sich der mediale Teil der Clavicula in relativer Ruhe; nach lateral ergibt sich ein kontinuierlich zunehmender Bewegungsumfang. Entwicklungsbiologisch markiert die Clavicula sowohl den Beginn als auch den Abschluss der skelettalen Entwicklung. Der Claviculaschaft zeigt die für Deckknochen typische primäre Ossifikation, die Epiphysen zeigen eine sekundäre, chondrale Ossifikation. Im Tierreich ist die ventrale und dorsale funktionelle Einbindung der vorderen Gliedmaßen zu differenzieren. Analog dazu erfolgt entweder die skelettale Verfestigung (z. B. bei Vögeln) oder die Rückbildung der Clavicula (z. B. bei Huftieren oder Walen). Dabei ist die Mittelstellung der menschlichen Clavicula ein Schlüssel zur Befreiung der oberen Extremität aus der primären Verantwortlichkeit für die Fortbewegung. In der Toneurythmie bildet die Clavicula den Schlüssel, den Ausgangspunkt zur Bewegung, den Zugang zum Ergreifen des Raumes.

■ Schlüsselwörter

Schlüsselbein
Clavicula
Schulter
Spirituelle Anatomie

The clavicle: A very special “key”?

■ Abstract

The s-shaped clavicle (the little key) forms the connecting link between the sternum and shoulder and is therefore a central organ for grasping and penetrating the surrounding space. When the shoulder is rotated, the medial part of the clavicle is at relative rest; laterally, the range of movement increases continuously. In terms of developmental biology, the clavicle marks both the beginning and the end of the skeletal development. The clavicle shaft shows the primary ossification typical of cover bones, the epiphyses show a secondary, chondral ossification. In the animal kingdom, the ventral and dorsal functional integration of the forelimbs must be differentiated. Similarly, there is either skeletal consolidation (e. g. in birds) or regression of the clavicle (e. g. in ungulates or whales). The central position of the human clavicle is a key to freeing the upper limb from the primary responsibility for locomotion. In tone eurythmy, the clavicle forms the key, the starting point for movement, the access to grasping space.

■ Keywords

Collarbone
Clavicle
Shoulder
Spiritual anatomy

Einleitung

Die Clavicula (das „Schlüsselchen“ – als Verkleinerungsform von lat. *clavis*) ist das knöcherne Verbindungsglied zwischen Brustbein und Schulter. Es setzt mittig am obersten Teil des dreigegliederten Brustbeins, dem trapezförmigen Handgriff (Manubrium sterni) an und bildet dort das Sternoclaviculargelenk. Lateral bildet es gemeinsam mit dem Akromion (Schulterdach) des Schulterblatts das Akromioclaviculargelenk. In der Beschreibung auf der Homepage der Johns Hopkins School of Medicine heißt es entsprechend: „The collarbone acts as a strut to connect the sternum to the shoulder blade.“ (1) So nachvollziehbar diese Beschreibung einerseits ist, so macht sich doch bei der meditativen Reflexion dieser Aussage Unbehagen bemerkbar. „Strut“, im deutschen „Strebe“, ist eine längliche Baukomponente, die der Aussteifung und der Ableitung von Zug- und Druckkräften dient. Die s-förmig mäandernde Struktur des Schlüsselbeins wäre ein anatomisch-struktureller Fehlgriff, wenn es nur um die Starrheit, um die stabilisierende Aussteifung ginge. Die Beschreibung der Funktionalität des Schlüsselbeins von Ljunggren erscheint hier zutreffender: „Summing up, it should be stated that the clavicle is essential for stability and movements, for circulation, ventilation and tension, and even for the muscles of expression of the throat, shoulder and thorax. In itself, the clavicle also contributes greatly to the aesthetic impression of this area.“ (2)

Im lebendigen System, bei der menschlichen Anatomie und auch bei Primaten (3), verbindet das Schlüsselbein den ruhenden, stabilen, zentrierten Pol des Brustbeins mit der zur Umgebung hin orientierten, den Raum frei ergreifenden oberen Gliedmaße, die sich über Schulter, Ober- und Unterarm bis zu den Händen hin ausgestaltet.

Im Folgenden werden mehrere Ansatzpunkte gewählt, um sich zentralen Gestaltprinzipien des Schlüsselbeins anzunähern:

- in der Eigenwahrnehmung,
- in der Embryologie,
- in der funktionellen Anatomie,
- als Schlüssel zur Befreiung der vorderen Extremität und zur Erringung der Senkrechten,
- in der Pathologie.

Ein abschließender Kommentar greift die Anregungen Rudolf Steiners im toneurythmischen Kurs von 1924 auf (4, S. 84–86).

Eigenwahrnehmung von Schlüsselbein und Schulter in Ruhe und Bewegung

In Ruhestellung sind die beiden Schlüsselbeine als symmetrische knöcherne Struktur nahezu über den gesamten Längenverlauf hin direkt unter der Haut gut sichtbar und tastbar zugänglich. Sie liegen horizontal oberhalb des Thorax und steigen nach außen hin, d. h. lateral, in Richtung des Schulterdaches leicht an. Medial ist das flächige Brustbein und das Sternoclaviculargelenk unter der Haut bzw. dem subkutanen Fettgewebe gut tastbar. Beim Abtasten der Clavicula im

Längsverlauf ist eine Krümmung wahrnehmbar. Dem nach vorne vorgewölbten, konvexen Anteil schließt sich lateral eine konkave Gegenschwingung nach hinten an, die der Clavicula die typische s-förmige Gestalt verleiht. Seitlich ist das Akromioclaviculargelenk ebenfalls als knöcherne Struktur des Schulterdaches gut tastbar. Das daran anschließende dorsal gelegene Schulterblatt, die Scapula, bildet im Gegensatz zur ventral gelegenen Clavicula eine dreieckige, große, flächige knöcherne Struktur aus. Diese ist größtenteils in muskuläre Strukturen, insbesondere der Muskelgruppe der Rotatormanschette, eingebettet. Nur die Rahmenstruktur der Scapula ist partiell, u. a. bei der Begegnungsstelle mit der Clavicula, direkt als knöcherne Struktur zu tasten. Bei der selbstwahrnehmenden Palpation dominieren so im Bereich der Clavicula die knöchernen Strukturen, während im Bereich des dorsal gelegenen Schulterblatts überwiegend muskuläre Strukturen tastbar und von außen sichtbar sind.

Ein erster funktioneller Zugang zur Clavicula ergibt sich, wenn man die eigene Hand auf die gegenseitige Clavicula auflegt und dort die Schulter kreisen lässt. Unmittelbar ist dabei wahrnehmbar, wie das Schlüsselbein mittig, im Bereich des Sternoclaviculargelenks, in relativer Ruhe verbleibt und nach lateral hin einen kontinuierlich zunehmenden Bewegungsumfang zeigt. Zudem ist deutlich spürbar, welchen Anteil die s-förmige Struktur des Schlüsselbeins an der Bewegungsdynamik hat. Diese Wahrnehmung wird noch verstärkt, wenn man die Bewegungsdynamik des lateralen Schlüsselbeins beim Vorwärts- und Rückwärtskreisen vergleicht.

Bei Rotation mit ausgestrecktem Arm zeigt sich eine weitere Besonderheit des Schultergelenks und damit verbunden der Clavicula: Die Extension nach dorsal und die weiterführende Rotationsbewegung nach dorsal wird durch die Position der Handflächen beeinflusst. Die Öffnung der Handflächen in Bewegungsrichtung erleichtert die Rotationsbewegung und steigert den Bewegungsradius, wohingegen die Dorsalextension bei geschlossenen Handflächen stärker begrenzt ist. Dieselbe Wahrnehmung lässt sich bei der seitlichen Abduktion des Armes machen. Diese wird erleichtert, wenn sich die Handflächen nach oben hin öffnen.

Bei der Eigenwahrnehmung ist zudem auf den Seitenvergleich der symmetrisch angelegten Clavicula zu achten. Häufig ist das rechte Schlüsselbein kräftiger ausgeprägt und länger. Zudem zeigt sich ein deutlicher geschlechtsspezifischer Unterschied mit einer stärkeren Ausbildung der Clavicula bei Männern (5).

Das Schlüsselbein in der Embryologie

Eine erste Annäherung zu den Strukturbesonderheiten, der morphologischen Schlüsselstellung, der Clavicula ergibt sich beim Blick in die Embryologie. So bildet die Clavicula einerseits die erste und andererseits auch die am längsten wachsende knöcherne Struktur im menschlichen Organismus. In ihrem Gestaltprinzip umfasst sie dabei sowohl den für Deckknochen typischen vorgezogenen Verfestigungsprozess (primäre oder des-

male Ossifikation) als auch die bei Röhrenknochen vorherrschende späte (bzw. sekundäre oder chondrale) Ossifikation:

- Das Schlüsselbein ist die am frühesten sich entwickelnde knöcherne Struktur des menschlichen Embryos. Bereits in der 6. bis 7. Embryonalwoche treten in jedem Schlüsselbein paarige Knochenkerne auf, die kurz später verschmelzen (6). In der 11. Embryonalwoche ist die knöcherne Kernstruktur des Schlüsselbeinschafes bereits weitestgehend ausgebildet (Abb. 1). Die lateral und medial gelegenen Epiphysen weisen dagegen erst sehr viele Jahre später einen Knochenkern auf. Die Fusion der Epiphysenfugen, und damit das Ende der Wachstumsphase des Schlüsselbeins, erfolgt mit ca. 18–21 Jahren. Die Epiphysenfugen schließen sich damit als die letzten des Körpers, wodurch sich ihre besondere Bedeutung in der forensischen Medizin ergibt (7). Die Morphodynamik des Schlüsselbeins markiert damit fast wie „Alpha“ und „Omega“ sowohl den Beginn als auch den Abschluss der individuellen skelettalen Entwicklung.
- Dabei zeigt der Schaft des Schlüsselbeins eine desmale (primäre) Ossifikation, d. h. er entsteht direkt, ohne vorangehende Knorpelbildung aus vaskularisiertem Bindegewebe (6). Nur an den beiden Enden erfolgt die Verknöcherung der Clavicula als sogenannte chondrale, späte Ossifikation. Diese Art der Ossifikation rückt den Schaft des Schlüsselbeins in eine verwandtschaftliche Nähe zu den – ebenfalls direkt unter der Haut gut palpablen – flächigen Knochenplatten des Schädels. Es ist die einzige knöcherne Struktur außerhalb des Schädels, bei der eine desmale Ossifikation stattfindet. Dagegen stellt die chondrale bzw. späte Ossifikation der beiden clavikulären Epiphysen die Verwandtschaft zum übrigen Skelettsystem und insbesondere zu den länglich ausgerichteten Röhrenknochen her.

Die funktionelle Einbindung des Schlüsselbeins

Ein Zugang zur Strukturbesonderheit der Clavicula erschließt sich bei der vergleichend anatomischen Betrachtung. In seinen detaillierten Ausführungen beschreibt Slowik (8, S. 9–11) neben den großen Schwankungen der Form- und Größenmerkmale der Clavicula beim Menschen auch die vielfältigen strukturellen Varianten der Clavicula im Tierreich. Dieser enorme Variantenreichtum ist ein zentrales Charakteristikum des Schlüsselbeins; es erscheint nahezu wie ein morphologisch-strukturelles Chamäleon.

Das Schlüsselbein stellt funktionell die Verbindung zwischen Sternum (ventral) und Scapula (dorsal) her. Bei der Betrachtung des Schulterbereichs im Tierreich drängen sich je nach Betonung der knöchernen Ausbildung der Sternum- bzw. Scapulastruktur zunächst zwei archetypische Gestaltmuster auf:

- Beim sogenannten primären Schultergürtel der Vögel ist das Brustbein und der Brustbeinkamm (Carina sterni; gelegentlich auch Kielbein genannt) zu einer

Abb. 1: Clavicula des menschlichen Fetus; 11. Woche. Transversaler Schnitt. Dunkel: die bereits weitgehend angelegte knöcherne Struktur des Clavicaschafes. l: lateral; m: medial. (Zeichnung: Veronica Linders nach Ogata 1990 [6])

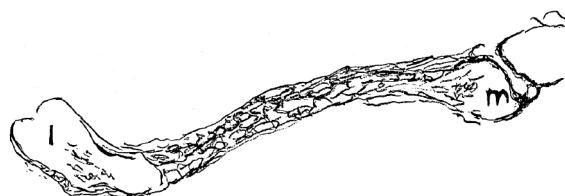


Abb. 2: Skelett eines Habichtskauzes im Naturhistorischen Museum Bern (Foto: Jörg Ruof). Das Kielbein ist über die beiden kräftig ausgebildeten Rabenbeine mit dem Thorax verbunden; der Vogel grenzt sich durch eine gewaltige Knochenplatte, an der die Flugmuskulatur befestigt ist, nach unten hin ab. Spangenartig sind davor die zum Gabelbein verschmolzenen Schlüsselbeine sichtbar.

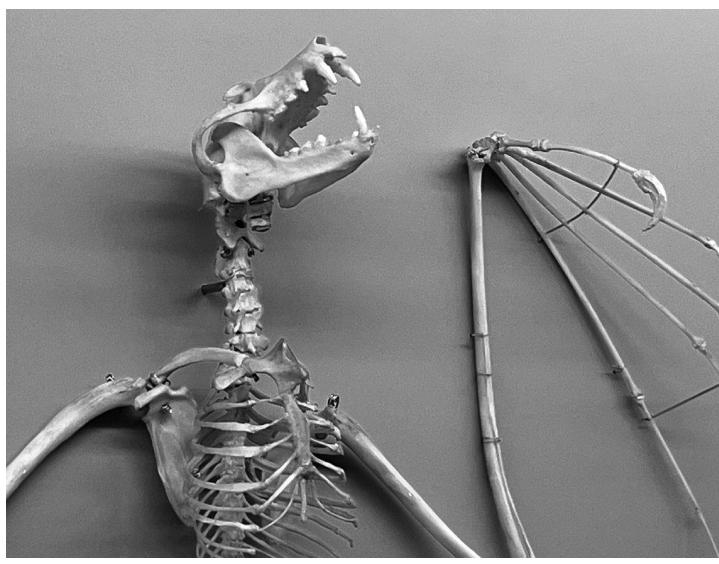


mächtigen ventral gelegenen knöchernen Struktur ausgebildet, an der die Flugmuskulatur befestigt ist. Im Gegensatz zu den typischen mittelalterlichen oder römischen Engelsdarstellungen, wo der Flügelansatz in der Regel dorsal im Bereich der Scapula abgebildet ist, besteht bei Vögeln so eine strukturelle Dominanz der ventral gelegenen Anteile. Die Scapula erscheint dagegen eher zart ausgebildet. Das Rabenbein (Coracoid), welches beim Menschen als knöcherner Fortsatz der Scapula in den Hintergrund tritt und den Kontakt zum Brustbein verliert, ist hier zentrales Bindeglied zwischen Brustbein und Oberarm (Humerus), weshalb auch vom primären Schultergürtel gesprochen wird (8, S. 12). Die beiden Schlüsselbeine versteifen sich dabei zu einer knöchernen Spange (Gabelbein oder Furcula), die vor dem eigentlichen Schulterbereich liegt. Hierbei ist die Annahme, dass die Furcula bereits sehr früh in der Evolution aufgetreten ist (9). Die eigentümliche Form der verschmolzenen Clavicula erscheint wie eine Wünschelrute im Miniaturformat, worauf sich der englische Ausdruck „wishbone“ bezieht (Abb. 2).

Abb. 3: Skelett eines Minkwals im Naturhistorischen Museum Basel (Foto: Jörg Ruof). Das Brustbein ist kaum ausgebildet. Es bildet sich kein knöcherner skelettaler Abschluss nach unten aus; der Wal ist nach unten offen. Die vordere Gliedmaße ist mit der kräftig ausgebildeten Scapula verbunden, die wiederum nur über eine muskuläre und keine knöcherne Verbindung mit dem Rumpf verfügt.



Abb. 4: Skelett des roten Flughundes im Naturhistorischen Museum Bern (Foto: Jörg Ruof). Sehr schön ausgebildetes Schlüsselbein, welches die Verbindung zwischen dem gleichmäßig ausgebildeten Brustbein und Oberarm bzw. Schulterblatt herstellt.



- Im Gegensatz dazu tritt bei vielen landlebenden Säugetieren oder auch bei Walen die ventrale knöcherne Struktur des Brustbeins vollkommen in den Hintergrund. Das Schulterblatt erscheint als dominante knöcherne Struktur des Schultergürtels. Die muskuläre Verbindung des Schulterblatts mit dem Thorax erfolgt u. a. mit den kräftig ausgebildeten dorsalen Dornfortsätzen der Wirbelsäule. Die vordere Gliedmaße setzt direkt am Schulterblatt an. Eine knöcherne Verbindung zu dem z. B. beim Minkwal nur ansatzweise vorhandenen Brustbein fehlt (Abb. 3).

Begrifflich wäre entsprechend zu differenzieren zwischen einer funktionellen Einbindung der vorderen Gliedmaße, die sich eher ventral am Brustbein oder dorsal am Schulterblatt orientiert. Bei der ventralen Orientierung erfolgt tendenziell eine knöcherne Verfestigung, Verschmelzung der Claviculastruktur. Diese findet sich in jeweils unterschiedlicher zunehmend verfestigter Ausprägung auch bei Pinguinen und dem Strauß und sogar bei dem im Naturhistorischen Museum Basel ausgestellten Flugsaurier *Aurorazhdarcho primordius*. Umgekehrt erfolgt bei der dorsal, scapulär dominierten Einbettung der oberen Gliedmaße eine Rückbildung der Clavicula. Bei Hunden und vielen Huftieren ist sie teils komplett zurückgebildet oder erscheint nur noch als sehniger oder knorpeliger Streifen im Muskel. Dabei fehlt der vorderen Extremität gänzlich eine knöcherne Verbindung zum Rumpf; diese erfolgt rein muskulär.

In diesem Zusammenhang ist die Betrachtung der knöchernen Struktur des Schulterbereiches von Fledertieren interessant. Dabei fällt neben der kunstvollen Ausbildung des Schlüsselbeins die gleichmäßige Ausbildung von Schulterblatt, Brustbein und Oberarm auf. Die fast karikaturhaft wirkende Skelettstruktur von Fledertieren ergibt sich erst durch den verlängerten Unterarm und durch die weit in die Peripherie gezogene Mittelhand und Phalangen. Die harmonische Verankerung der vorderen Gliedmaße einerseits über die knöcherne Verbindung von Brustbein und Schlüsselbein am Rumpf und andererseits muskulär über das dorsal liegende fein ausgeformte Schulterblatt steht in offensichtlichem Gegensatz zu der bei Vögeln beobachteten Dominanz der ventralen Skelettstruktur aus Kielbein, Rabenbein und Schlüsselbein. Dabei hat die kräftig ausgebildete Clavicula der Fledertiere eher eine bogenförmig, nach ventral konvexe Struktur; die für die menschliche Clavicula typische s-förmige Gestaltbildung mit Schwingung und Gegenschwingung tritt in den Hintergrund (Abb. 4).

Ein Schlüssel zur „Befreiung der vorderen Extremität“

In der bereits genannten vergleichend morphologischen Untersuchung zur Clavicula führt Slowik mit Blick auf die Struktur des Schlüsselbeins bei Säugetieren weiterhin aus: „Sobald eine Änderung in der Funktion der Vordergliedmaßen auftritt, insbesondere wenn diese eine einseitige wird, indem sie bloß in der Stütze oder Fortbewegung besteht, kommt die Clavicula nicht mehr zur vollen Ausbildung.“ (8, S. 15).

Auf denselben Zusammenhang weist Rudolf Steiner in seinen Äußerungen im 7. Vortrag des toneurythmischen Kurses hin: „Der Mensch hat ein eigentümliches Organ, das gewissermaßen den Ansatz anatomisch-physiologisch bildet zwischen der Brust und dem Arm: das Schlüsselbein. Es ist s-förmig. Das Schlüsselbein ist wirklich ein ganz wunderbarer Knochen. Es ist derjenige Knochen, der an seinem einen Ende in Verbindung steht auch mit der menschlichen Mitte und der ausläuft mit seinem anderen Ende, nachdem er sein S gebildet hat, nach der Peripherie, nach dem Dirigieren der Arme und Hände. Ich bitte Sie, betrachten Sie nur das Folgende. Tiere, welche ihre Vorderarme, ihre Vorderfüße gebrauchen zum kunstvollen Klettern, wie die Fledermäuse oder die Affen, die haben ein ganz kunstvoll ausgebilde-

Abb. 5: Fledermaus, die hinter dem hochgeklappten Flugbrett eines verlassenen Bienenstandes schläft. Oben sind die Zehennägel erkennbar; unten die Ohren. Die Fledermaus „verschläft die Senkrechte“, mit den Füßen oben festgekrallt und mit dem Kopf nach unten gerichtet. Die geschlossenen Augen „blicken“ so immer zur Erde hin, zu dem Lebensraum, dem das Fledertier entflohen ist. (Foto: Jörg Ruof)



tes Schlüsselbein. Raubtiere, Katzen, Löwen, die nicht gerade klettern, die aber ihre Beute mit den Vorderfüßen zerkleinern und bearbeiten müssen, die haben ein schlechter ausgebildetes Schlüsselbein, aber sie haben eben noch ein Schlüsselbein. Das Pferd, das mit den Vorderfüßen nichts tut als laufen, das hat keine Geschicklichkeit mit den Vorderfüßen ausgebildet, keine in sich selbst gegliederte Beweglichkeit mit den Vorderfüßen, ausgebildet; das Pferd hat kein Schlüsselbein.“ (4, S. 87).

Die Erschließung der Senkrechten als Errungenschaft

Eine zentrale Errungenschaft der Evolution ist die Erschließung der Senkrechten und die damit untrennbar verbundene Befreiung der vorderen Extremität (10, S. 7–24). Diese ist beim Menschen zur vollständigen Ausprägung gelangt, jedoch auch im Tierreich bereits verschiedentlich angelegt. Dabei ist interessant, dass nahezu regelhaft mit der Gewichtsverlagerung auf die hinteren Gliedmaßen und der jeweils partiellen Befreiung der vorderen Gliedmaße aus der reinen Einbindung in die Fortbewegung eine Steigerung der Gestaltkraft und Bedeutung der Clavícula einhergeht. Bekannte Beispiele aus der Evolution sind z. B. der vielzitierte Raubsaurier Tyrannosaurus rex, der ebenso wie der im Naturhistorischen Museum Basel ausgestellte halbaufrechte Raubsaurier Deinonychus antirrhopus bereits über einen spangenartigen Clavículaansatz verfügt. Im reichen Fundes des Naturhistorischen Museums in Bern finden sich u. a. Skelettexponate von Murmeltier, Känguru, Braunbär, Riesenhörnchen und vielen Primaten.

Bei all diesen Tieren, die vom Bewegungsmuster her z. B. in sitzender Position differenzierte Bewegungen mit den vorderen Extremitäten durchführen können, findet sich ein unterschiedlich fein ausgeprägtes Schlüsselbein.

Der Blick auf die Fledertiere ist auch in diesem Kontext interessant. Zwar ist die vordere Gliedmaße primär in die Flugbewegung eingebunden, die erdflüchtigen Fledertiere können damit jedoch auch klettern oder krabbeln. Zudem verbringen die Fledertiere als dämmerungsaktive, flugfähige Säugetiere den gesamten Tag schlafend in der umgekehrten Senkrechten, d. h. sie hängen kopfüber in Höhlen, Baumlöchern oder sonstigen Schutzräumen. Der in der Evolution wesentliche Gestalt-impuls hin zur Senkrechten kommt hier funktionell in der umgekehrten Schlafposition und der Umkehr des Tag-Nachtrhythmus zum Ausdruck. Bei der meditativen Vertiefung dieser Schlafposition der Fledertiere ergibt sich so der Eindruck eines „Schattens der menschlichen Aufrechte“; Fledertiere verschlafen die Aufrechte mit dem Kopf der Erde zugewandt, der Mensch wacht in der Aufrechten mit erhobenem Haupt. Auf diese evolutive Verwandtschaft der Gestalt von Mensch und Fledertieren nimmt Ovid in seinen Metamorphosen Bezug. Aufgrund der Missachtung des Gottes Bacchus und der Entweihung seines Festtages werden die Minyastöchter zu Fledermäusen verwandelt. „Es spannt sich zwischen ihren feinen Gelenken eine Flughaut, und ihren Arm umschließt ein dünner Flügel. Und das Dunkel erlaubt nicht zu wissen, auf welche Weise sie ihre frühere Gestalt ver-

loren.“ (11, S. 119) Die schön ausgebildete Clavicula der Fledertiere erscheint fast wie ein Schlüssel zu diesem Geheimnis ihrer ursprünglichen Gestalt. Dabei hilft die Entschlüsselung dieser „Gestaltsprache der Natur“ – wie Wolfgang Schad es benannt hat – „„die alte Gespensterfurcht vor den Flattertieren“ (12, S. 1072) zu überwinden.

Reflexionen zur Pathologie

Typische Krankheitsbilder im Bereich der Clavicula umfassen u. a. Frakturen, Missbildungen, Knochentumore und entzündliche Veränderungen. Der Blick auf Frakturen und Missbildungen vertieft dabei einige der bereits identifizierten spezifischen Charakteristika des Schlüsselbeins:

Aus epidemiologischer Sicht kommen Frakturereignissen eine dominante Rolle zu. Traumatische Knochenbrüche der Clavicula stellen mit 2–4 % aller Frakturen eine der häufigsten Frakturlokalisationen überhaupt dar. Dabei sind ca. 2/3 der betroffenen Patienten männlichen Geschlechts und die dominierende Subgruppe bilden insbesondere junge, aktive Männer im Alter von 15–24 Jahren. Sturzereignisse im Kontext sportlicher Aktivitäten sowie Fahrradunfälle gehören dabei zu den häufigsten Fraktursachen (13). Im Gegensatz zu den überwiegend im höheren Lebensalter und häufiger bei Frauen auftretenden Schenkelhalsfrakturen oder auch den Sinterungsfrakturen im Bereich der Wirbelsäule erfolgt also die Fraktur der Clavicula vorwiegend zu einem Zeitpunkt, in dem die überwiegend jungen Männer sich stark der Umgebung zuwenden. Die Fraktursache (Fahrrad- bzw. Sportunfälle) präzisiert diese umraum-orientierte Signatur zusätzlich. Die Entfaltung der eigenen Persönlichkeit im Raum spielt in dieser Lebensphase eine zentrale Rolle; eine Fraktur der Clavicula kann hierbei zu einem wichtigen Schlüssel- oder Grenzerlebnis werden.

Kongenitale Missbildungen der Clavicula wie Pseudarthrosen (14) oder die cleidocraniale Dysplasie (15) treten im Vergleich zu den genannten traumatischen Frakturereignissen eher selten auf. Häufig ergeben sich dabei neben den pathologischen Veränderungen des Schlüsselbeins auch Veränderungen anderer skelettaler Teile (16, 17). Bei der cleidocranialen Dysplasie erfolgt eine Fehlbildung der verwandtschaftlichen Strukturen von Deckknochen des Schädels und der Clavicula. Es zeigt sich ein verzögterer Schluss der kranialen Suturen. Die Fontanellen sind vergrößert und können geöffnet bleiben, die Schlüsselbeine sind unterentwickelt oder nicht vorhanden, die Schulter ist entsprechend deformiert und der transversale Durchmesser von Thorax und Schulter ist reduziert. Beeindruckende Abbildungen von Patient:innen mit cleidocranialer Dysplasie finden sich u. a. bei Dincsoy Bir (15).

Schlüsselfunktion der Clavicula in der Toneurythmie

Die Senkrechte und die damit verbundene freie Beweglichkeit von Schulter, Armen und Händen beim Menschen ist eine zentrale Errungenschaft der Evolution (10). Die vordere Gliedmaße ist nicht mehr wie beim primären Schultergürtel der Vögel fest in die Flugbewegung

eingebunden. Sie dient auch nicht mehr primär, wie bei der sekundären, dorsal betonten Schulterstruktur der meisten landlebenden Säugetieren, der Fortbewegung am Land, sondern steht dem aufrechten Menschen zur freien Verfügung. Eine Erfüllung des in der Genesis ergangenen Auftrags „füllt die Erde und macht sie euch untertan und herrscht über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über alles Getier, das auf Erden kriecht“ (18, S. 13) wäre undenkbar ohne die Befreiung der oberen Gliedmaße aus der Einbindung in die unmittelbare Bewegung, aus der Einseitigkeit eines spezifischen Bewegungsmusters. Mit Hufen, Flossen oder Flügeln wäre es unmöglich, die für diesen Auftrag erforderlichen Handlungen zu vollbringen – hierzu braucht es die Befreiung der oberen Gliedmaße aus der Einbindung in die Bewegung und aus der damit verbundenen Gestaltdominanz des jeweiligen Elementes (Erde/Wasser/Luft).

Die befreieende Balance des menschlichen Schlüsselbeins zwischen dorsalem und ventralem Bewegungsmuster, die Zwischenstellung zwischen Deckknochenbildung (primäre Ossifikation) und Röhrenknochen (sekundäre Ossifikation) oder auch die Formenvielfalt sowie die retardierte, langanhaltende Entwicklungsphase (19, S. 50–57) in Kombination mit der frühen Fertigkeit und Stabilität begründen dabei eine Schlüsselstellung der Clavicula im menschlichen Organismus.

Auf die Bedeutung des Schlüsselbeins beim Erringen der freien Handlungsfähigkeit und beim Ergreifen der räumlichen Umgebung des Menschen weist Rudolf Steiner im bereits zitierten toneurythmischen Kurs hin: „Dasjenige, was Sie an feinen Bewegungsmöglichkeiten in Arme und Hände hineingießen, das geht von Ihrem Schlüsselbein aus.“ (4, S. 86) Das Schlüsselbein wird so zum Grundton und zum Ansatzpunkt, welches ein gestaltendes Ergreifen der räumlichen Umgebung ermöglicht. Der dabei erfolgte Hinweis Steiners auf die besonders harmonische Ausgestaltung der Clavicula bei den Fledertieren als Ausgangspunkt für die Toneurythmie ist zweifellos von besonderer Bedeutung. Als dämmerungsaktives Säugetier des Luftraumes erkunden die Fledertiere den Raum über das Aussenden von Ultraschallwellen und die Wahrnehmung der Schallreflexion. Das Ergreifen des Umraumes, das Abtasten der Umgebung, die Identifikation von Beutetieren erfolgt also nicht wie z. B. bei Raubvögeln über das so kunstvoll ausgebildete „Adlerauge“, d. h. den Sehsinn, sondern in der Dämmerung oder Dunkelheit über hochfrequente akustische Kommunikation und Wahrnehmung. D. h. der Raum wird bei den Fledertieren primär akustisch und weniger visuell erfasst, was die hohe Relevanz dieses Hinweises als Ansatzpunkt für die Toneurythmie unterstreicht.

Prof. Dr. med. Jörg Ruof

Hauensteinstr. 132

4059 Basel, Schweiz

joerg.ruof@r-connect.org

Literatur

1 Johns Hopkins Medicine. Health. Conditions and Diseases. Clavicle Fractures. Verfügbar unter [https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/clavicle-fractures#:~:text=The%20clavicle%20\(collarbone\)%20is%20one,physical%20examination%20and%20X%20Drays \(08.02.2025\).](https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/clavicle-fractures#:~:text=The%20clavicle%20(collarbone)%20is%20one,physical%20examination%20and%20X%20Drays)

2 Ljunggren AE. Clavicular function. *Acta Orthop Scand* 1979;50(3):261–268. DOI: <https://doi.org/10.3109/174536779089766>.

3 Voisin JL. Clavicle, a neglected bone: morphology and relation to arm movements and shoulder architecture in primates. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 2006;288(9):944–953. DOI: <https://doi.org/10.1002/ar.a.20354>.

4 Steiner R. Eurythmie als sichtbarer Gesang (Ton-Eurythmie-Kurs). GA 278. Vorträge vom 19.–27.02.1924. 4. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Online Archiv; 2010.

5 Shrestha S, Acharya S, Bhandari KR. Clavicle morphometry for sexual dimorphism and bilateral asymmetry: radiographic assessment. *J Nepal Health Res Counc* 2020;18(3):448–452. DOI: <https://doi.org/10.33314/jnhr.v18i3.2534>.

6 Ogata S, Uhthoff HK. The early development and ossification of the human clavicle – an embryologic study. *Acta Orthop Scand* 1990;61(4):330–334. DOI: <https://doi.org/10.3109/17453679008993529>.

7 Buckley MB, Clark KR. Forensic age estimation using the medial clavicular epiphysis: a study review. *Radiol Technol* 2017;88(5):482–498.

8 Slowik F. Vergleichend-morphologische Untersuchung an der Clavicula des Menschen und anderer Primaten. Promotionsarbeit. Buchdruckerei Stampfenbach AG. Zürich; 1945.

9 Nesbitt SJ, Turner AH, Spaulding M, et al. The theropod furcula. *J Morphol* 2009;270(7):856–879. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmor.10724>.

10 Ruof J. Die Senkrechte in der Evolution: Wieso liegt die Fluke beim Wal quer? *Jahrbuch für Goetheanismus. Niefern-Öschelbronn: Tycho de Brahe-Verlag*; 2011.

11 Ovid. *Metamorphosen. Vierter Buch. Die Minyastöchter (II)*. Stuttgart: Reclam; 2018.

12 Schad W. *Säugetiere und Mensch. Ihre Gestaltbiologie in Raum und Zeit. Band 2. 2. Aufl.* Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben; 2012.

13 Kihlström C, Möller M, Lönn K, et al. Clavicle fractures: epidemiology, classification and treatment of 2422 fractures in the swedish fracture register; an observational study. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18(1):82. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1444>.

14 De Figueiredo MJPSS, Braga SdR, Akkari M, et al. Congenital pseudarthrosis of the clavicle. *Rev Bras Ortop* 2012;47:21–26. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2255-4971\(15\)30341-4](https://doi.org/10.1016/S2255-4971(15)30341-4).

15 Dincsoy Bir F, Dinckan N, Güven Y, et al. Cleidocranial dysplasia: clinical, endocrinologic and molecular findings in 15 patients from 11 families. *Eur J Med Genetics* 2017;60(3):163–168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejmg.2016.12.007>.

16 Durrani MYK, Sohail AH, Khan I, et al. Sprengel's Deformity. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2018;30(1):135–137.

17 Harvey EL, Bernstein M, Desy N, et al. Sprengel deformity: pathogenesis and management. *J Am Acad Ortho Surg* 2012;20:177–186. DOI: <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-03-177>.

18 Das erste Buch Moses. Die Bibel. Stuttgart: Württembergische Bibelanstalt; 1978.

19 Verhulst J. *Developmental Dynamics in Humans and Other Primates*. New York: Adonis Press; 2003.