XIII.

Ueber die Drehung des Unterarms.

Von

Prof. Dr. H. v. Meyer.

(Mit besonderer Rücksicht auf: I. Jakob Heiberg, Ueber die Drehung des Vorderarms. — II. Derselbe, Zur Geschichte der Lehre von der Drehung der Hand. Christiania, Jakob Dybwad. 1883.)

Bei dem grossen Interesse, welches die Mechanik der Gelenke einerseits für die wissenschaftliche Behandlung der Anatomie und andererseits für die Chirurgie haben muss, ist ein jeder Beitrag zu dieser Lehre willkommen, wenn er, auf Untersuchungen gestützt, entweder wirklich Neues bringt, oder bereits bestehende Ansichten ergänzt oder berichtigt. — Heiberg behandelt in vorliegenden beiden Schriften¹⁾ einen solchen Gegenstand, indem er die Ansicht vertritt, dass bei den Rotationsbewegungen der Hand (Supination und Pronation) nicht der Radius sich um die Ulna drehe, sondern Radius und Ulna sich gemeinsam um eine zwischen beiden liegende Axe rotirend bewegen. In dem ersten der beiden Schriftchen begründet er seine Auffassung durch Mittheilung einer Reihe sorgfältig ausgeführter Versuche, — und in dem zweiten beweist er das Interesse, welches er an dieser Frage nimmt, dadurch, dass er eine sehr ausführliche geschichtliche Zusammenstellung der Ansichten über den Mechanismus der beiden Unterarmknochen gibt, worin er sogar bis zu Galen zurückgeht. Wir erfahren durch diese Zusammenstellung, dass bereits früher schon von mehreren Seiten die Ansicht, für welche er eintritt, aufgestellt und vertheidigt worden ist.

Die Untersuchung an einem frischen Bänder- oder Muskelpräparat zeigt auf das Bestimmteste, dass die Axe für die Rotation des

¹⁾ Sonderabdrücke aus Christiania Videnskabselskabs Forhandlinger 1883. Nr. 8 und Nr. 11.

Unterarmes aus dem Mittelpunkte der *Eminentia capitata humeri* in die Mitte des *Capitulum ulnae* geht, genau genommen, in einen Punkt des *Capitulum ulnae*, welcher etwas näher dem *Processus styloides ulnae* gelegen ist. Diese Axe liegt zunächst dem Ellenbogengelenk in *Caput* und *Collum radii*, so dass dieser Theil des Radius ohne Ortsveränderung sich um sich selbst dreht, während der grössere untere Theil desselben sich um das *Capitulum ulnae* so dreht, dass er in der *Supination* nach aussen von der *Ulna*, dieser annähernd parallel liegt, während er in der *Pronation* sich mit derselben durchkreuzt. Die *Ulna* bleibt bei der Rotationsbewegung des Radius vollständig ruhig und erhält nur bei einiger Uebertreibung der *Pronation* durch die *Tuberositas radii* einen leichten Druck nach hinten. — Dieser jeden Augenblick zu constatirenden Thatsache gegenüber ist jene Behauptung, dass in der Rotation des Unterarmes die *Ulna* ebenfalls eine Drehung ausführe, natürlich eine derjenigen des Radius gegenläufige, etwas höchst Auffallendes. Da sie sich aber auf genaue Versuche stützt, verdient sie doch eine Berücksichtigung und Prüfung.

Zunächst stützt sich diese Auffassung auf die Beobachtung, dass es möglich ist, mit einem Bohrer, welchen man zwischen dem dritten und vierten Finger hervortreten lässt, eine ruhige Drehbewegung um die Längsaxe dieses mit seiner Spitze festgestellten Bohrers auszuführen. Bei der gerade ausgestreckten Hand ist aber die Spalte zwischen den beiden genannten Fingern genau in der fortgesetzten Mittellinie des Unterarmes, also, schliesst man, muss die bezeichnete Bohrbewegung um eine Axe geschehen, welche mitten in dem Unterarme gelegen ist, demnach also noch in die *Extremitas inferior radii* fällt, und daraus folgt die Nothwendigkeit der gegenläufigen Drehung der *Ulna*. — Genaue Prüfung lässt diese Schlüsse nicht stichhaltig erscheinen, denn in zweierlei Weise lässt sich diese Bewegung erklären, ohne eine Drehbewegung der *Ulna* im Ellenbogengelenke annehmen zu müssen. Fürs Erste ist zu beachten, dass die mittlere Lage der Hand diejenige einer *Ulnarflexion* ist, und dass diese Lage derselben auch bei der Bohrbewegung angenommen zu werden pflegt. Dabei liegt aber der Spaltungswinkel zwischen den beiden genannten Fingern, welcher den Bohrer einklemmt hält, in der Continuität der Radio-Ulnaraxe oder kann wenigstens in dieselbe fallen, so dass also auch die Axe des Bohrerschaftes in die Fortsetzung dieser Axe fällt und der Bohrer mit der Hand und dem Radius um die Radio-Ulnaraxe, beziehungsweise deren Fortsetzung, gedreht wird. — Fällt aber die Axe des Bohrerschaftes nicht in die Fortsetzung

der Radio-Ulnaraxe, sondern noch in die *Extremitas inferior radii*, so ist Zweierlei möglich: entweder nämlich geht dann das obere Ende der fortgesetzten Bohreraxe in den Mittelpunkt der *Eminentia capitata humeri*, oder es geht mehr oder weniger durch die Mitte des Unterarmes in den Oberarm. In dem letzten Falle kann die Bohrbewegung ohne jede Bewegung in dem Ellenbogengelenk nur durch Rotation des Humerus in dem Schultergelenk zu Stande kommen; sie ist dann allerdings weniger kräftig, aber sie kann wenigstens in dieser Weise zu Stande kommen. In dem ersten Falle aber, wenn die Axe mit ihrem oberen Ende in die *Eminentia capitata humeri* fällt, muss zunächst der ulnar von der Axe gelegene Theil der *Extremitas inferior radii* eine gegenläufige Bewegung ausführen und das *Capitulum ulnae* muss dann allerdings dieser Bewegung folgen, also auch eine gegenläufige Bewegung erfahren. In diesem Falle macht also wirklich das *Capitulum ulnae* eine Drehbewegung; es fragt sich aber, ob diese nothwendigerweise durch eine Drehbewegung der Ulna in dem Ellenbogengelenk zu Stande kommen muss. Prüfung der Verhältnisse zeigt, dass dieses keineswegs der Fall ist. In dem Bogen, welchen das *Capitulum ulnae* beschreibt, ist eine Componente erst dorsalwärts und dann wieder volarwärts enthalten, dieser wird durch eine entsprechende Streck- und Beugebewegung der Ulna im Ellenbogengelenk, also gegen den Humerus, genügt; die zweite Componente ist die seitliche Verschiebung bei dem Uebergang aus Pronation in Supination nach einwärts gegen den Rumpf zu; dieser Componente wird entsprochen durch eine Adduction des Humerus, und zwar durch eine rotirende, indem er sich etwas auf dem *Capitulum radii* dreht, so dass eigentlich mehr seine hintere Seite nur dem Rumpfe näher gebracht wird. Selbst ein Rückwärtsziehen des Schulterblattes kann sich hierbei betheiligen. — Bei Bohren mit gebogenem Ellenbogen, wobei der Unterarm quer vor der Brust liegt, verbindet sich mit dieser Drehbewegung eine Hebung und Senkung des Oberarms im Schultergelenk und selbst eine Hebung und Senkung der ganzen Schulter.

Eine Nothwendigkeit für Annahme einer selbständigen Drehung der Ulna im Ellenbogengelenk für Erklärung der Bohrbewegung liegt also nicht vor. Nichtsdestoweniger ist indessen doch die Frage, ob möglicherweise eine solche Bewegung der Ulna sich dabei betheiligen könne, eine gerechtfertigte und der Beantwortung dieser Frage können die Versuche von Heiberg dienen.

Diese Versuche bestehen darin, dass durch absolute Fixirung des Humerus (Festnageln auf ein Brett) jede Mitbewegung dieses

Knochens ausgeschlossen wird und dass sodann der Rotation der Unterarmknochen eine beliebige Drehaxe aufgenöthigt wird.

Der einfachste und belehrendste von diesen Versuchen ist derjenige mit dem Lecomte'schen Ringe.¹⁾ Dieser Versuch besteht nämlich darin, dass das untere Ende beider Unterarmknochen durch einen eng anschliessenden Ring umgriffen und dann die Drehung innerhalb dieses Ringes ausgeführt wird, nachdem derselbe absolut festgestellt ist, z. B. durch Einklemmen in einen Schraubstock. Die aufgenöthigte Axe findet bei diesem Versuche ihr unteres Ende in dem Radius, ungefähr in der Mitte zwischen dem Processus styloides ulnae und dem Processus styloides radii, wenn diese, wie in der Mittellage, sich gerade einander gegenüberstehen; ihr oberes Ende ist in der Eminentia capitata humeri. Lecomte will diesen Versuch nur an dem Lebenden ausgeführt wissen; in diesem Falle ist der Versuch aber nicht ganz sicher, indem dabei eine Mitwirkung der Beugung und Streckung im Ellenbogengelenk und der Drehbewegung im Schultergelenk nicht ausgeschlossen ist. Reines Ergebniss kann nur der Versuch an dem Präparat gewähren, und an einem solchen hat auch Heiberg den Versuch wiederholt. Auf Grund mehrfacher Wiederholung dieses Versuches kann ich selbst es bestätigen, dass bei absolut festgestelltem Humerus innerhalb eines solchen Ringes in den verschiedensten Beugestellungen des Unterarmes gegen den Oberarm vollständiger Uebergang aus der Pronationsstellung in die Supinationsstellung und umgekehrt möglich ist, wobei natürlicherweise die Ulna unter Führung durch den Ring eine der Bewegung des Radius gegenüber gegenläufige kreisförmige Bewegung ausführen muss. — Wie ist diese zu erklären? — Wie oben bereits gezeigt, enthält der Bogen der Ulna zwei Elemente oder Componenten, eine rückwärts- und vorwärtsgehende, durch den Pfeil der Bewegungscurve bezeichnete, und eine quergehende, durch die Sehne der Bewegungscurve bezeichnete; dass der ersten dieser beiden Componenten Beuge- und Streckbewegung der Ulna in dem Ellenbogengelenk entsprechen müssen, ist leicht verständlich; der quergehenden Componente kann aber nur eine Seitenbewegung der Ulna entsprechen, und in Wirklichkeit findet man, dass man, wenn man das Capitulum ulnae umfasst, im Stande ist, dasselbe in einer mehrere Centimeter betragenden Excursion nach aussen und nach innen zu bewegen. Selbstverständlich muss sich diese Wackelbewegung auch in dem Gelenke der Ulna gegen den Humerus aussprechen. Die

1) H. S. 9—11.

Führungslinien dieser beiden Knochen, welche den Ginglymuscharakter des Gelenkes bestimmen, passen aber so genau aufeinander, dass sie diese Bewegung nicht gestatten können. Dieselbe muss also auf andere Weise als durch die Vorbildung der Gelenkflächen zu Stande kommen, und bei einem eröffneten Gelenke kann man sich auch davon überzeugen, wie dieses geschieht. Drängt man nämlich das Capitulum ulnae nach innen, so drückt sich die innere Fläche des Processus coronoides an die innere Hälfte der Trochlea an; diese Berührung wird zum Hypomochlion und dann drückt sich die äussere Fläche des Olekranon an die äussere Hälfte der Trochlea an. Die freien Endpunkte dieser beiden Fortsätze liegen dann so, dass ihre Verbindungslinie die vertiefte Führungslinie der Trochlea schräg durchkreuzt und dieses kann nur geschehen, indem sich die Führungslinie der Ulna aus der Führungslinie der Trochlea abhebt, — mit anderen Worten, die bezeichnete Wackelbewegung der Ulna kann nur unter Bildung einer Diastase ihres Gelenkes an dem Humerus zu Stande kommen, also mit einer Andeutung an Subluxation. Das Gleiche ist der Fall, wenn man das Capitulum ulnae nach aussen drängt, nur drückt hier der Processus coronoides auf den äusseren und das Olekranon auf den inneren Theil der Trochlea. — Durch diese Bewegung des Olekranon um das durch den Processus coronoides gesetzte Hypomochlion erhielt Heiberg seine Curve des durch einen Stab „verlängerten Olekranon“, welche dieselbe war, wie die Curve des Capitulum ulnae, nur dieser gegenläufig. — Wenn Heiberg irgend einen Punkt in der Incisura semilunaris major der Ulna als den Mittelpunkt der Bewegung sowohl des Capitulum ulnae, als des „verlängerten Olekranon“ annimmt, so hat er insofern Recht, als die Axe, um welche die seitliche Wackelbewegung der Ulna in dem Ellenbogengelenke zu Stande kommt, ebenso gut zwischen die nach verschiedenen Seiten ausweichenden Fortsätze (Processus coronoides und Olekranon) gelegt werden kann, wie sie oben im Interesse einfacherer Darstellung in die Spitze des Processus coronoides gelegt wurde.

Die zweite Art, wie der Rotation der Unterarmknochen eine Axe aufgenöthigt werden kann, ist die, dass man eine solche Axe nicht indirect, wie in dem vorher besprochenen Versuche, gibt, sondern direct, indem man entweder einen Finger durch Anziehen fixirt, oder nach Exarticulation der Hand in die Gelenkfläche des Radius Stifte einschlägt, welche sich in einer feststehenden Oeffnung oder Hülse bewegen, oder um welche sich, nachdem sie festgestellt sind, der Radius drehen muss. Heiberg hat beiderlei Versuche angestellt;

für die zweite Modification hat er für das Einfügen der Stifte in den Radius nach einander diejenigen Punkte von dessen Gelenkfläche gewählt, welche von der verlängerten Mittellinie der einzelnen Finger getroffen werden. Weniger exact ist Gerdy's Versuch ¹⁾, die Spitze eines gestreckten Fingers an eine Mauer zu stützen und damit eine bohrende Bewegung auszuführen. Dieser Versuch ist, wie der Originalversuch von Lecomte, darum weniger exact, weil man an dem Lebenden niemals mit Sicherheit die Mitwirkung des Humerus als ausgeschlossen ansehen kann; und dieser Vorwurf trifft auch Heiberg's Versuch ²⁾ an dem lebenden Arme trotz aller von ihm angewendeten Vorsichtsmaassregeln. — Heiberg's Ergebnisse ³⁾ sind von grossem Interesse, indem sie zeigen, dass die Bewegung der Ulna um so grösser ist, je weiter das untere Ende der aufgenöthigten Axe von dem Capitulum ulnae entfernt ist; das obere Ende derselben muss immer in der Eminentia capitata des Humerus liegen. — Die „Excursion“, d. h. die Sehne der Bewegungscurve war nämlich

bei Fixirung	für die Ulna	für den Radius
des zweiten Fingers	2,0 Cm.	7,0 Cm.
= dritten =	1,5 =	7,0 =
= vierten =	1,0 =	7,5 =
= fünften =	0,8 =	8,3 =
der Ulna	0,0 =	9,4 =

Diese Stufenfolge erklärt sich leicht aus der Art, wie die Bewegung der Ulna zu Stande kommt. Es ist oben bereits bei Gelegenheit der Besprechung der Beobachtungen am Lebenden gezeigt worden, dass dieses dadurch geschieht, dass der ulnar von der aufgenöthigten Axe gelegene Theil der Extremitas inferior radii eine gegenläufige Bewegung ausführen und das Capitulum ulnae mitnehmen muss; je grösser also dieser ulnargelegene Theil des Radius ist, um so grösser muss auch die Bewegung des Capitulum ulnae sein.

Es ist also durch diese Versuche als unzweifelhaft hingestellt, dass unter gewissen Verhältnissen die Ulna einen verschieden grossen directen Antheil an der Rotation des Unterarmes nehmen kann, indem sie selbst eine derjenigen des Radius gegenläufige Bewegung ausführen kann. Es fragt sich nur, ob wir diese Bewegung als eine typische, d. h. in dem Plane des Organismus liegende, anzusehen haben. Einerseits wurde nun oben gezeigt, dass sich alle Beobachtungen am Lebenden beim Bohren u. s. w. mit dem Schema der Radio-

1) II. S. 10.

2) I. S. 17.

3) I. S. 9 und 22.

Ulnaraxe genügend erklären lassen; andererseits bewiesen aber auch die angeführten Versuche, dass bei Aufnöthigung einer anderen Axe sich auch die Ulna rotirend bewegen kann. Wir werden also auch kein Bedenken tragen zuzugestehen, dass, falls der lebenden Bewegung eine andere Axe aufgenöthigt wird, auch in dieser lebenden Bewegung die Ulna sich durch eigene (genau genommen, mitgetheilte) Bewegung an der Drehung betheiligen kann. Berücksichtigen wir aber, dass dieses, wie oben gezeigt, nur mit einer Diastase des Humerus-Ulnagelenkes geschehen kann, so werden wir diese Drehung nur als eine erzwungene erkennen müssen, welche durch eine gewisse Dehnbarkeit der Bänder- und Compressionsfähigkeit des Gelenkknorpels ermöglicht ist, und werden diese Ansicht um so mehr gewinnen müssen, als diese Bewegung, wie oben gezeigt, nur eine von dem in ungewöhnliche Bahnen gedrängten Radius mitgetheilte ist.

Zürich, im März 1884.

NACHTRAG.

Nachdem Obenstehendes bereits der Redaction dieser Zeitschrift übergeben war, erschienen die bezeichneten Aufsätze von Heiberg in neuer Bearbeitung als selbständige Schrift: „Ueber die Drehungen der Hand, von Dr. Jakob Heiberg“ (Wien und Leipzig, Urban und Schwarzenberg 1884). — Der historische Theil hat dabei einige Ergänzungen und einige Abkürzungen erfahren; der sachliche Theil ist, redactionelle Aenderungen abgerechnet, nach Anordnung und Inhalt derselbe geblieben. Beide bedürfen deshalb keiner erneuten Besprechung. — Dagegen sind dieser Ausgabe noch einige Zusätze beigegeben, welche noch einige Bemerkungen nothwendig machen.

Ein Zusatz gibt die Abbildung seines Modelles, durch welches die Drehung der Ulna als Theil der Rotationsbewegung des Unterarms erläutert werden soll. Sind die Abbildungen naturgetreu — und sie stimmen in Wirklichkeit sehr gut mit den Bildern überein, welche ich bei meinen Versuchen gewonnen habe — so sind sie keineswegs beweisend dafür, dass die erreichbare Drehung der Ulna ein typischer Theil der Unterarmrotation ist; denn sie geben vielmehr das Bild einer Subluxation, somit also der Folge einer erzwungenen atypischen Bewegung, wie es die Rotation des Unterarms

um eine aufgenöthigte Axe sein muss, sei diese durch Vorschreiben der Peripherie (Lecomte), oder durch Vorschreiben eines bestimmten unteren Drehpunktes (Heiberg) gegeben.

Ein weiterer Zusatz ergeht sich etwas weiter als in der früheren Redaction über die Incongruenz der Gelenkflächen an der Trochlea und an der Incisura semilunaris major der Ulna. — Dass solche Incongruenzen vorhanden sind, ist nicht zu leugnen, und ich habe auch bereits in meinem Aufsätze: „Das Ellenbogengelenk“ (Reichert's und Dubois-Reymond's Archiv. 1866. S. 446—480) diesen Gegenstand genauer erörtert. Ich habe dort gezeigt, dass eine gewisse mittlere Bahn an beiden Gelenkflächen in allen Stellungen durchaus congruent ist, somit also als der eigentliche typische Theil des Gelenks anzusehen ist, — dass aber gewisse Seitentheile beider Gelenkflächen dadurch ausgezeichnet sind, dass sie nur in gewissen Stellungen aneinanderliegen, in anderen Stellungen aber frei liegen; — wie hierbei nach bestimmten Gesetzen in verschiedenen Stellungen eine verschiedene, stets aber ganz congruente Deckung des grössten Theiles beider Gelenkflächen gefunden wird, habe ich dort ebenfalls gezeigt und muss für das Genauere auf den Aufsatz selbst verweisen. — Eine zweite Art von Incongruenz habe ich an dem gleichen Orte (S. 473) auch erwähnt, welche etwa als Unterstützung der Ansicht einer typischen Rotation der Ulna benutzt werden könnte; ich meine den Hinweis auf eine kleine Schlussrotation in der extremsten Streckung und in der extremsten Beugung. Es ist dieses aber nur eine sehr allgemein verbreitete Erscheinung, welche an sehr vielen Gelenken gefunden wird und Folge der nicht ganz senkrecht zur Axe gestellten Wirkungsrichtung der bewegenden Gewalten ist, seien diese nun Muskeln oder Schwere oder Bänderspannung; so lange eine freie Bewegung auf der gegenüberliegenden Gelenkfläche möglich ist, macht sich die unbedeutende quere Componente einer solchen Richtung nicht geltend; sie äussert sich aber sogleich, wenn die Hauptbewegung durch Hemmung ein Ende gefunden hat. Aus diesem Grunde sind auch die beiden Endtheile einer Gelenkfläche niemals in vollständiger Uebereinstimmung mit dem Flächencharakter des Haupttheiles derselben. — Da diese Schlussrotation und die damit zusammenhängende kleine Incongruenz der Gelenkflächen eine so allgemeine Erscheinung ist, und da sie sich auch nur in den extremsten Stellungen der Gelenke geltend macht, so kann sie auch nicht als Stütze für die Ansicht von einer typischen Betheiligung der Ulna an der Unterarmrotation in jedem Grade der Beugstellung des Ellenbogengelenks benutzt werden. — Ebenso-

wenig kann die von mir zuerst in dem gleichen Aufsätze nachgewiesene excentrische Gestalt der Fovea glenoides auf dem Capitulum radii diesem Zwecke dienen.

In einem dritten Zusatze bespricht Heiberg die beiden Muskeln, *M. anconaeus quartus* und *M. pronator quadratus*, als Ulnarotatoren. — In Bezug auf den ersteren habe ich bereits bei Erwähnung der Schlussrotation darauf hingewiesen, dass diese in extremster Streckung eine Wirkung des *M. anconaeus quartus* sei, weil dieser eine quere Componente in seiner Zugrichtung besitze; indessen ist dieser Muskel seiner ganzen Anordnung nach doch nur Strecker und Fixirer des Ellenbogengelenks. — Dass der *M. pronator quadratus*, wenn der Radius festgestellt ist, die Ulna in der Incisura semilunaris radii um ihre eigene Axe drehen könne, ist sicher, — daraus folgt aber noch nicht, dass er sie auch in dem Ellenbogengelenke müssig drehen können. In einem solchen Falle bewegt sie sich vielmehr vereint mit dem Humerus um die radio-ulnare Rotationsaxe des Unterarms.

Heiberg's ergänzende Ausführungen können deswegen die in dem Vorstehenden ausgesprochene Auffassung nicht widerlegen, dass die in seinen Versuchen erzielte Drehung der Ulna eine atypische, subluxatorische Bewegung in dem Ellenbogengelenk ist.

Zürich, im April 1884.