Zur Frage der Beweglichkeit der Handgelenke.

[IV. Beitrag zur Mechanik des Tierkörpers.¹⁾]

Von

Hans Petersen-Gießen.

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 18. Januar 1922.)

Der Fall, auf den sich die folgende Mitteilung bezieht, verdanke ich Herrn Prof. Elze, der ihn im Stadthallen-Lazarett in Heidelberg im Sommer 1918 behandelte. Ich untersuchte ihn zu derselben Zeit.

Das Radiogramm (Abb. 1) zeigt, daß die rechte Handwurzel proximal zertrümmert wurde und dann so heilte, daß tatsächlich der Fall verwirklicht ist, den Braune und Fischer als Feststellung des ersten Handgelenks mit Feststellung der ersten Handwurzelreihe in sich bezeichneten²⁾.

Die Untersuchung der Beweglichkeit der Hand gegen den Unterarm wurde behelfsmäßig vorgenommen. Pat. setzte sich bequem an einen Tisch und legte den Unterarm in bequemer Pronationsstellung auf zwei weiche feuchte Tonwülste. Die Hand war so gegen den Unterarm ohne äußere

Abb. 1.

¹⁾ 1. Beitrag, Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen. **39**, S. 51. 1914: als 2. und 3. Beitrag mögen die beiden im Literaturverzeichnis angeführten Schriften gelten.

²⁾ Zit. nach R. Fick, Handbuch der Gelenke. **3**.

res Hindernis beweglich. Jetzt wurde der ganze Unterarm eingegipst, so daß er in einem dicken Gipsblock fest auf dem Tisch aufruhte. Der Unterarm war praktisch unbeweglich, die dorsal-ventrale Bewegung ging senkrecht, die radial-ulnare Bewegung parallel zur Tischplatte vor sich. Mit feuchtem Ton wurde ein Celluloidtransporteur erst parallel, dann senkrecht zur Tischplatte befestigt. Mit Hilfe eines Lineals konnte man so den Winkel bestimmen, den die Achse des 3. Mittelhandknochens (Handachse) mit einer zur Tischplatte senkrechten und mit einer ihr parallelen Ebenenschar bildete. Es wurden für reine dorsal-ventrale Bewegung und reine radial-ulnare Bewegung folgende Maximalausschläge festgestellt, wobei sich für aktive und passive Bewegung kein nennenswerter Unterschied ergab.

Nach dorsal Maximum	40°	Nach ulnar Maximum	10°
„ ventral „	18°	„ radial „	13°

Natürlich gelten die Zahlen nur annäherungsweise, sie stimmen aber sehr gut mit den Zahlen überein, die Braune und Fischer fanden und wie sie auf der Tafel XIII bei R. Fick, Bd. III dargestellt sind (punktierte schwarze Kurve).

Abb. 2.

Auch in anderer Hinsicht fand sich Übereinstimmung. Die von einem Punkt der Handachse beschriebene Fläche kann in beliebigen Kurven durchlaufen werden, von jedem Punkt ist auf jeder Bahn zu jedem anderen zu gelangen. (Freier Flächenlauf.) „Kreiselung“ war nicht möglich; d. h. wenn man auf die Handachse sich ein Achsenkreuz aufgesetzt denkt, so war dessen Lage für jeden Ort der Verkehrsfläche konstant. Das 2. Handgelenk hat also 2 Freiheitsgrade.

Unterscheidet man den Erhebungswinkel α und den Seitenwendungswinkel β^1 , so ergibt sich das Koordinatennetz, wie es bei Fick (3, 361) abgebildet ist. Zwischen α , β und dem Raddrehungswinkel γ besteht dann eine Funk-

tion $\gamma = f(\alpha, \beta)$. Für das Listingsche Gesetz lautet diese bekanntlich: — $\tan \gamma = \frac{\sin \alpha \cdot \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta}$. Für unseren Fall konnte ich mit meinen Mitteln keinen Anhaltspunkt für die Art dieser Funktion erhalten.

Eine Abweichung gegen den Braune-Fischerschen Befund wurde für die Umgrenzung der Verkehrsfläche gefunden. Diese zeigte nämlich zwischen den Hauptrichtungen deutliche Einziehungen. Der Umriß der Verkehrsfläche würde ganz schematisch einer Kurve ähneln, wie sie Abb. 2 zeigt.

Im ganzen ist der Fall also eine schöne Bestätigung am Lebenden für einige am Leichenpräparat ermittelte Tatsachen.

Es mögen noch einige Bemerkungen über die Beweglichkeit des Handgelenks überhaupt gestattet sein. Wenn wir die drei aufeinanderfolgenden Bewegungsglieder, Unterarm, proximale, distale Reihe der Handwurzelknochen + Hand mit den Nummern 1, 2, 3 bezeichnen, so ist also nach den bisherigen Annahmen 2 gegen 1 und 3 gegen 2 flächenläufig beweglich, etwa nach der Formel

¹⁾ Analog den Augenbewegungen, vgl. Helmholtz, Physiol. Optik. 3.

0, 2, 2. Dann hat aber bei der Addition der Beweglichkeiten Nr. 3 gegen Nr. 1 auf jeden Fall raumläufige Punkte. Dies scheint mir bei den Erörterungen, ob die Hand (d. h. Nr. 3) gegen den Unterarm etwa eine dem Listingschen Gesetz entsprechende Beweglichkeit habe, nicht immer berücksichtigt zu sein. Dieses Gesetz gilt nämlich ohne weiteres nur für flächenläufige Paare. In dieser Beziehung besteht auch ein grundlegender Unterschied zwischen Fuß und Hand, deren konstruktiver Aufbau sonst soweit er die Kinematik anbetrifft, doch auch beträchtliche Übereinstimmungen zeigt. Die beiden Fußgelenke sind Scharniere (0, 0, 1 Gelenke). Ihre Summation ergibt für die Punkte des Fußes höchstens Flächenlauf.

Bei beiden Gliedern (Fuß und Hand) ist der zwischen den Nummern 1 und 3 gelegene Teil Nr. 2 ohne Muskelinsertion. Seiner Funktion nach entspricht er also einem *Discus interarticularis*. Für die Hand wird durch die Beweglichkeit der ersten Reihe der Handwurzelknochen in sich diese Übereinstimmung noch sinnfälliger.

Literaturverzeichnis.

Fick, R., Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, Tl. III. Jena 1911. — Helmholtz, Physiologische Optik, 3. Aufl., herausgegeben von Gullstrand, v. Kries und Nagel, 3. — Petersen, Bänderkinematik. Heidelberg 1918 (Abhandlg. d. Akademie). — Petersen, Anat. Anz. 52, S. 16. 1919.