interessante Seen, der Prau pultè und Prau duleritig, letztere 2 durch einen Bach in Verbindung miteinander, und ein ganz kleiner See bei Staderas ohne oberirdischen Zu- und Abfluss gebettet sind, die fast ausschließlich von am Grunde eintretenden Quellen genährt werden.

Der Caumasee misst 570 m Länge, 240 m Breite und circa 30 m Tiefe (nach Coaz), erwärmt sich im Sommer bis auf 23° C.

Er hat eine an Individuen sehr reiche pelagische Fauna, doch habe ich bisher nur eine *Daphnia*-, eine *Bosmina*- und eine *Cyclops*-Species gefunden. Littoral ist er besonders reich an Wasser-Coleopteren, die einen Teil, nach Untersuchung des Darmtraktus, der Nahrung der Aale repräsentieren.

Die Homologie der Extremitäten.

Von Dr. **P. Eisler.**

Zur Abfassung des nachstehenden Selbstberichts über eine bereits vor Jahresfrist erschienene Abhandlung [1]) werde ich veranlasst durch das Referat K. v. Bardeleben's im letzten Bande der „Ergebnisse der Anatomie" [2]), welches auf die für meine Stellungnahme Ausschlag gebenden Punkte so wenig eingeht, dass ein mit der Originalarbeit unbekannter Leser von deren Inhalt eine rechte Vorstellung nicht erhalten kann.

Es bietet sich damit eine Gelegenheit Manches kürzer, vielleicht auch schärfer zu fassen und zugleich einige im Laufe des verflossenen Jahres erschienene Veröffentlichungen, die mit der Frage der Extremitätenvergleichung im engsten Zusammenhange stehen, zu berühren. —

Die Geschichte der Versuche zur Lösung des Problems lässt durchgängig eine genaue Präcisierung der ursprünglichen Funktion der kranialen und kaudalen Extremität vermissen [3]). Und doch ist die ursprüngliche Funktion von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der definitiven Gliedmaßenstellung und ebenso für die Ausbildung von Skelett und Muskulatur in den einzelnen Gliedmaßenabschnitten.

Sobald bei Wirbeltieren überhaupt kraniale und kaudale Extremitätenpaare auftraten, müssen sie stets ungleiche Funktion besessen haben. Sie waren nie einfache Stützen, sondern stets hauptsächlich Lokomotionsorgane und hatten als solche andre Funktionen, je nachdem sie vor, d. h. kranial, oder hinter, d. h. kaudal zu dem Schwerpunkte am Körper saßen. Die kraniale Extremität hatte stets den Körper vorwärts zu ziehen, die kaudale konnte ihn immer nur vorwärts schieben. Mögen im weitern Verlaufe der phyletischen Entwicklung noch so viele Nebenfunktionen hinzugekommen sein, die Grundfunktion wird stets erkennbar bleiben müssen.

1) Die Homologie der Extremitäten. Morpholog. Studien. 3 Hopp.-Taf. und 17 Figuren im Text. Abhandl. Naturforsch. Ges. zu Halle, 19. Bd., 3. u. 4. Heft, 1895, S. 1—258 (87—344).

2) Merkel-Bonnet, Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgesch., 4. Bd., 1894 Wiesbaden 1895.

3) Die einzige Ausnahme bildet Humphry, der 1876 auf die „traction function" der kranialen und die „propelling function" der kaudalen Gliedmaße hinwies (On the fore and hind limbs in vertebrates. Jour. Anat. and Physiol., Vol. X).

Falls man nicht kurzer Hand die Möglichkeit einer Anpassung leugnet, wird man zugeben, dass die prinzipielle Differenz in der Funktion selbst bei ursprünglich völlig gleicher Anlage schon in frühester Zeit zweckentsprechende Abänderungen anregen musste. Wir werden also bei den primitivsten Vierfüßlern, den urodelen Amphibien, bereits solche Anpassungen zu erwarten haben.

Erwägen wir aber weiter, dass trotz der Differenz in der Grundfunktion der ganzen Extremitäten doch wieder für die distalen bezw. terminalen Abschnitte insofern Funktionsgleichheit besteht, als sie mit Einrichtungen versehen sein müssen, die ein Haften und Festhalten an der Unterlage ermöglichen, wenn anders der Zug der kranialen, der Schub der kaudalen Extremität von Erfolg für die Vorwärtsbewegung sein soll, so leuchtet ein, dass für beide Extremitäten im distalen und terminalen Abschnitt analoge d. h. physiologisch gleichartige Anordnung und Ausbildung der Muskulatur und des Skeletts vorhanden sein kann, ohne dass von Homologie d. h. morphologischer Gleichartigkeit die Rede zu sein braucht.

Das Nichterkennen dieses verhältnismäßig einfachen Thatbestandes hat uns die große Anzahl unbefriedigender, mehr oder minder gewaltsamer Vergleichungsversuche gebracht, die alle auf die Homologisierung des Radius mit der Tibia, der Ulna mit der Fibula, des Daumens mit der Großzehe hinauslaufen und sich in neuerer Zeit hinter Gegenbaur's Autorität verschanzen. Aber auch Gegenbaur hat die Funktion der Extremitäten nicht richtig erkannt und einfach vorausgesetzt, dass die analog gelagerten Skelettstücke des Vorderarms und Unterschenkels bei Säugerembryonen und Amphibien auch homolog seien. Jeder Homologisierungsversuch, der nicht am Gürtel und proximalen Abschnitt der Extremitäten beginnt, sondern stillschweigend oder ausgesprochen zuerst Distal- und Terminalabschnitte berücksichtigt, kann von vornherein als verfehlt betrachtet werden.

Die neuerdings mehrfach ventilierte Frage nach der Ausgangsstellung ist für die Vergleichung der Extremitäten irrelevant. Besteht ein gemeinsamer Bauplan für kraniale und kaudale Extremität, so muss er sich in jeder Stellung erkennen lassen[1]).

Vollkommen einwandsfrei lässt sich die phylo- und ontogenetisch primitive Stellung der Extremitäten nur unter der Führung der Innervation rekonstruieren.

Die erste Anlage einer Extremität erscheint als Längsfalte an der seitlichen Rumpfwand. Mit der Ausbildung von Hautnerven werden die Zweige für den kranialen Rand der Falte in segmentaler Folge aus weiter kranial entspringenden Spinalnerven abgehen als die Zweige für den kaudalen Rand. — Weiterhin entsendet eine Anzahl aufeinander folgender Myotome Fortsätze, die an der Basis der Hautfalte zu einer ungesonderten Masse konfluieren. Zugleich mit den Myotomen wuchern die zugehörigen

1) Abgesehen davon aber ist als Indifferenzlage des Radius und der Hand nicht die volle, sondern nur halbe Pronation anzunehmen, sobald der Radius frei beweglich ist, denn nur bei dieser Haltung des Vorderarms erscheinen die bereits am Oberarm abgehenden Muskeläste des Medianus nicht gegen den Stamm des Nerven gedreht.

Neurotome gegen die Hautfalte und verschmelzen zu einer Leiste. Aus diesem Bildungsmaterial metameralen Ursprungs differenziert sich sekundär die Extremitätenmuskulatur mit ihren Nerven.

Alle neueren Untersuchungen über die Innervation der Extremitätenmuskeln zeigen als gemeinsames Resultat, dass trotz des Verlustes einer metameralen Abgrenzung in polymeren Muskeln das Material noch im Sinne der ursprünglichen Reihenfolge der Metameren in kranio-kaudaler Richtung angeordnet ist. Das gleiche Verhältnis wiederholt sich in der Anordnung der gesamten Muskulatur der Extremität. Die Extremitätenmuskeln sind in der Reihenfolge der Metameren, die sich an der Bildung der Extremität beteiligen, nebeneinander gelagert. In den wenigen Ausnahmefällen handelt es sich um Verschiebungen während der Phylogenese, die sich mehr oder minder leicht verfolgen lassen.

Die Hautfalte der ersten Anlage wie die bereits weiterentwickelte, aber noch plattenartige Extremität lässt äußerlich eine dorsale und eine ventrale Fläche unterscheiden. Auch im Innern wird die in die Falte einwachsende Muskelmasse durch die inzwischen aufgetretene Skelettanlage in eine dorsale und eine ventrale Schicht geteilt. Die aus dem primitiven Plexus an die Muskulatur und Haut tretenden Nervenstämme ordnen sich ebenfalls in dorsale und ventrale.

Da sich nun an der fertigen Extremität die gleiche Sonderung der Nerven mit einiger Geduld selbst bis in die Plexuswurzeln ausführen lässt, so gewährt uns also die Nervenverteilung einen untrüglichen Anhalt einmal für die Bestimmung der beiden Hauptflächen der Extremitäten und der dorthin gehörigen dorsalen und ventralen Muskulatur, zweitens für die Bestimmung des ursprünglich kaudalen bezw. kranialen Randes, woraus sich von selbst ergibt, welche Stellung der Extremitäten für die Vergleichung die bequemste ist.

Mit Hilfe dieser Betrachtungen erkennen wir ohne weiteres an der menschlichen Schultergliedmaße als ursprünglich kranialen Rand die Lateralfläche des Oberarms, den Radialrand des Vorderarms und der Hand (d. h. das Versorgungsgebiet des 4.—6. Cervikalnerven), als ursprünglich kaudalen Rand den Ulnarrand der Hand und des Vorderarms nebst der Medialfläche des Oberarms (Gebiet des 8. Cervikal-, 1. u. 2. Dorsalnerven). Eine Pronation des Vorderarms würde die Innervation der Hand um 180° gegen die der Kubitalgegend drehen. Für die Beckengliedmaße ist als ursprünglicher Kranialrand die Medialfläche des Oberschenkels, der Tibialrand des Unterschenkels und Fußes (Nn. lumb. II—IV) zu betrachten, als kaudaler Rand der fibulare des Fußes und Unterschenkels, die Lateralfläche des Oberschenkels (Nn. sacrales I u. II). Eine Pronation des Unterschenkels (Holl, Stieda) existiert nicht.

Für die Muskulatur der Extremitätengürtel und die Haut darüber gilt natürlich das Gleiche wie für die freie Extremität. Wesentlich erleichtert wird aber die Bestimmung der kranialen und kaudalen Ränder, wenn man mittels der von Bolk[1]) zuerst angegebenen Methode nach Feststellung der Anheftung und der Innervation der am Gürtelskelett inserierten Muskeln die Grenzlinien der einzelnen Segmente über das

1) L. Bolk, Beziehungen zwischen Skelett, Muskulatur und Nerven der Extremitäten etc. Morph. Jahrb., Bd. 21, 1894.

Skelett zeichnet und dann unter Reduktion der so gewonnenen „Sklerozonen" auf einen einheitlichen kranio-kaudalen Durchmesser das Abstraktum eines Schulter- oder Beckengürtels konstruiert. Mit diesen Abstrakten arbeitet man leicht und sicher, wie mit einer Formel, selbst wenn die Konstruktionen ihre höchste Vollkommenheit noch nicht erreicht haben. Wir ersehen daraus, dass das Hüftbein sich um eine durch die Articul. sacroiliaca gelegte transversale Axe gedreht hat: das ursprünglich ventral gelagerte Ischio-pubis ist dadurch kaudalwärts verschoben, der früher kraniale Margo inguinalis wird zum ventralen, der ursprünglich kaudale Margo ischiadicus zum dorsalen Rand. Am Schultergürtel war primitiver Kranialrand der Margo coracoides, Kaudalrand der M. axillaris; die dorsale Scapulaplatte entspricht dem Ileum, zeigt aber gegen dessen kranio-kaudale Breite einen erheblichen Defekt am Kaudal- (Axillar-) Rande. Dem ventralen stark entwickelten Ischio-pubis ist an der Schulter nur der Proc. coracoides als Ueberrest des Coracoidapparates niederer Vertebraten gegenüber zu stellen [1]).

Von diesen doch gewiss einfachen physiologischen und morphologischen Feststellungen ging meine Arbeit aus. Die Verfolgung des naheliegenden Gedankens, mit Hilfe der Nerven noch weiter zu kommen, hat mich nur

1) Bolk bemängelt in seiner Arbeit (Die Sklerozonie des Humerus. Morph. Jahrb., Bd. 23, 1895) meine Scapulakonstruktion besonders hinsichtlich der ventralen Partie, der ich eine zu geringe Ausdehnung gegeben haben soll. „E. lässt die ganze Ventralportion des Schultergürtels nur durch den kleinen, die Coracoidanlage darstellenden Fortsatz dargestellt sein". — Auf diesem kleinen Fortsatz steht in meiner Konstruktion „Proc. cor.", während die Ausdehnung des Coracoids punktiert angedeutet ist. Der Text (S. 54—59) spricht aus, dass und weshalb ich im Processus coracoides nur ein Rudiment des primitiven Coracoids sehe. Nicht die Sklerozonenkonstruktion, sondern vergleichend-anatomische Erwägungen veranlassen mich, den Fortsatz in dorsoventraler Richtung so kurz zu halten; für die kranio-kaudale Ausdehnung aber ist der Pectoralis minor nicht verwertbar, denn dessen Insertion am Processus corac. ist erst erworben, liegt ursprünglich auf dem Tubercul. maius humeri (vergl. meine Arbeit S. 94). Für die Breite der „Coracoidanlage" dagegen ist der Muskel benutzt. Mein Ziel bei der Konstruktion bestand weder darin, die von Bolk angenommene „strengste Korrelation" zwischen Muskeln und Skelett der Extremität zu bestätigen, noch „die Form der eben angelegten Scapula" darzustellen. Ich habe auch nicht ohne Absicht die Spina scapulae (und die Clavikel) aus der Konstruktion weggelassen, denn für meinen Zweck genügte die Berücksichtigung der Fossa supraspinata, obzwar diese ebensowenig primitiv ist als die Clavikel.

v. Bardeleben vermutet an dieser Stelle meiner Arbeit einen Schreib- oder Druckfehler. Der Fehler liegt jedoch bei ihm selbst. Denn bei genauerem Durchlesen der in Frage kommenden 11 Zeilen (S. 59 u. 60) wird er finden, dass der Margo coracoides der Scapula nicht gleich dem M. inguinalis des Hüftbeins gesetzt, sondern nur ebenso wie dieser als ursprünglicher Kranialrand bezeichnet ist, und dass kein Widerspruch gegen diese Angabe darin liegt, wenn ich ganz im Sinne meiner antitropen Vergleichung der Extremitäten an derselben Stelle den kranialen M. coracoides als homolog dem kaudalen M. ischiadicus auffasse.

bestärkt in der Ansicht, dass die Beziehungen zwischen Muskel und Nerv konstanter und von größerer Bedeutung sind als die zwischen Muskel und Skelett. Natürlich leugne ich nicht das Vorhandensein einer gewissen Konstanz in den Beziehungen zwischen den letztern, aber ich halte zugleich nicht das Skelett, sondern die Muskulatur für das Primäre. Man kann sich wohl Muskulatur ohne Skelett als leistungsfähig vorstellen, nicht aber ein bewegliches Skelettstück oder gar einen gegliederten Skelettabschnitt ohne Muskulatur. Deshalb scheint mir auch Gegenbaur's[1]) Versuch, unter Herbeiziehung der Caenogenese seine Gliedmaßenhypothese, die Ableitung des Gliedmaßenskeletts von einem Kiemenbogen, neuerdings zu begründen, nicht gelungen. Bolk's außerordentlich einfache und deshalb sofort einleuchtende Sklerozonenkonstruktion betrachte ich als eine willkommene Unterstützung meiner Ansichten, denn die ganze Konstruktion basiert auf der Kenntnis der Muskelinnervation: ich schließe daraus auf eine „strengste Korrelation" zwischen Muskel und Skelett nur insoweit, als das Extremitätenskelett sich nicht beliebig innerhalb seines Muskelmantels verschieben oder verlagern kann[2]).

Nun ist seit Fürbringer das Verhalten der Innervation bei vergleichend anatomischen Untersuchungen bereits vielfach als Anhalt benutzt, sein Wert jedoch auch gelegentlich zu hoch veranschlagt worden.

So ist die Unterscheidung der Derivate des Extremitätenplexus in pro-, dia- und metazonale Nerven nur als rein topographische brauchbar, nicht aber morphologisch-diagnostisch, wie Fürbringer will: ein M. infraspinatus, der aus C_5C_6 innerviert wird, kann seine Nervenfasern das eine Mal ganz durch den prozonalen Suprascapularis, das andre Mal ganz durch den metazonalen Axillaris zugeführt erhalten, ohne dass wir daraus einen andern Schluss zu ziehen berechtigt sind, als dass in den beiden Fällen die Nervenfasern verschiedene Bahnen nach ihrem End-

1) Gegenbaur, Das Flossenskelett der Crossopterygier und das Archipterygium der Fische. Morph. Jahrb., 22. Bd., 1884.

2) Ich durfte also ruhig bejahen, als v. Bardeleben anfragte, ob ich die Muskeln als Führer bei der Homologisierung der Skelettteile anerkennte. Von einer Ueberschätzung der Führerrolle der Muskeln wird man sich aber hüten müssen, denn die vergleichende Anatomie zeigt uns sowohl Einzel- als Massenverschiebungen in der Muskulatur, Verdrängung der Insertion einerseits, Verbreiterung derselben anderseits etc.

Ich empfinde es auch durchaus nicht als Vorwurf, wenn Stieda (Ein Vergleich der Brust- und Beckengliedmaßen. Verhandl. Anat. Ges. in Basel, 1895) sagt, ich habe mich „verleiten lassen, einseitig von den Nerven aus einen Vergleich zu machen". Stieda hatte damals meine Arbeit noch nicht gelesen, sonst würde er doch vielleicht etliches Brauchbare darin gefunden und erfahren haben, dass der vergleichenden Anatomie der gebührende Platz eingeräumt ist. Stieda experimentiert zunächst mit dem bloßen Skelett und lässt zur Beseitigung des schroffen Gegensatzes zwischen Vorderarm- und Unterschenkelknochen Radius und Ulna die Plätze wechseln. Welche Faktoren in Aktion treten, um diese totale Revolution des Vorderarmskeletts hervorzubringen, davon erfahren wir ebensowenig wie von den ursächlichen Momenten. P. Albrecht's Bilder sind für eine Beweisführung unbrauchbar, da sie den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen.

gebiete eingeschlagen haben. — Pro- und metazonale Nervenstämme können sowohl der dorsalen als der ventralen Plexusschicht entstammende Fasern in sich vereinigen, diazonale enthalten (von den Amphibien aufwärts) stets nur ventrale Plexusderivate.

In gleicher Weise sind wir bei der Versorgung eines Muskels durch zwei verschieden verlaufende Nerven, z. B. des Adductor magnus durch Aeste des N. obturatorius und des Ischiadicus, noch keineswegs zu der Annahme genötigt und berechtigt, dass hier 2 verschiedene Muskeln in einen zusammengeschmolzen seien (Ruge). Vielmehr gewinnt die diplo-neure Versorgung eines Muskels erst dann morphologisch-diagnostischen Wert, wenn in einen scheinbar einheitlichen Muskel zwei Nerven aus den beiden Hauptschichten des Plexus, also ein dorsaler und ein ventraler Nerv eintreten.

Für die spezielle Vergleichung der Extremitäten habe ich mich auf die Seite der sog. Antitropisten gestellt, die neben einer bilateralen auch eine antero-posteriore Symmetrie in der Gliedmaßenbildung voraussetzen, und denen es nicht als unübersteigliches Hindernis erscheint, dass bei der Vergleichung der rechten kranialen mit der linken kaudalen Extremität der Daumen nicht mit der großen, sondern mit der kleinen Zehe zusammenfällt.

Bei antero-posteriorer Symmetrie sind auch die Plexusnerven in antitroper Reihenfolge gegenüber zu stellen:

$$C_4\ C_5\ C_6\ C_7\ C_8\ D_1\ D_2$$
$$S_2\ S_1\ L_5\ L_4\ L_3\ L_2\ L_1.$$

Da voraussichtlich, sobald überhaupt ein prinzipiell gleicher Bauplan für kraniale und kaudale Extremität besteht, durch die Anpassung an die verschiedene Funktion die geringsten Veränderungen in den proximalen Abschnitten der Extremitäten hervorgerufen sind, so hat die Vergleichung hier zu beginnen.

Bei der Behandlung der Frage, welche Teile des primitiven Schultergürtels, speziell des Coracoidapparates, der Urodelen den Säugern fehlen, ergab sich, dass das Procoracoid der Urodelen bereits bei den Anuren bis auf den kurzen Proc. acromialis reduziert, bei Reptilien gänzlich geschwunden ist. Ferner dürfen Procoracoid und Clavikel nicht als Synonyme verwandt werden, denn die Clavikel tritt erst mit bezw. nach dem Schwund des Procoracoids nicht an dessen Stelle, sondern über dem kranialen Rand des Coracoids auf. Die breite Platte des Urodelencoracoids entspricht beiden Spangen des Anurencoracoids und ebenso dem eventuell mehrfach gefensterten Reptiliencoracoid. Der Proc. coracoides der Säuger erscheint nur einem ganz beschränkten Bezirk des Urodelencoracoids vergleichbar, nämlich der das typische Nervenloch kranial-lateral begrenzenden, gewöhnlich der Wurzel des Procoracoids zugeteilten Partie [1]).

---

1) Der Margo coracoides s. superior der Scapula des Menschen und der Säuger von den Beutlern aufwärts ist ebenso wie die Fossa supraspinata (Ursprungsstelle des M. supraspinatus) erst erworben. Bei *Ornithorhynchus* existiert jenes noch nicht, sondern da entspricht der kraniale Scapularand der Spina scapulae nebst dem Akromion höherer Säuger, eine Fossa supraspinata beginnt sich andeutungsweise zu bilden, indem ein kleiner Musc. supraspin.

Da hier nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden kann, mögen einige Beispiele die Methode, nach der die Vergleichung vorgenommen wurde, kurz charakterisieren.

Der oberflächlichste der vom dorsalen Plexusabschnitt innervierten äußern Schultermuskeln ist der Deltoides. Er ähnelt in seinen Lagebeziehungen am meisten dem ebenfalls dorsal innervierten Glutaeus maximus an der Hüfte. Die Nerven für den Deltoides ($C_5\,C_6$) stammen aus dem kranialen Abschnitt des Plex. brachialis, die für Glut. maximus ($S_1\,L_5\,S_2$) aus dem kaudalen Abschnitt des Plex. lumbosacralis, würden also nach der allgemeinen syntropistischen Vergleichung nicht zusammengebracht werden können, bei antitroper Gegenüberstellung der Plexus dagegen fallen die Hauptnerven beider Muskeln übereinander:

$$\begin{array}{l} C_4\ [\mathbf{C_5\,C_6}]\ C_7\,C_8\,D_1\,D_2 \\ |S_2\ \mathbf{S_1}\ L_5|\ L_4\,L_3\,L_2\,L_1. \end{array}$$

Zugleich erfahren wir aus der Innervation, dass die Homologie beider Muskeln insofern inkomplet ist als der Glutaeus max. aus 3, der Deltoides aber nur aus 2 Metameren Material bezogen hat.

Der Anconaeus longus ist ein zweigelenkiger Muskel der dorsal innervierten Oberarmgruppe und entspringt kaudal neben dem Schultergelenk; der Rectus femoris ist ebenfalls zweigelenkig, dorsal innerviert, entspringt kranial neben dem Hüftgelenk und zeigt zur Umgebung ganz die nämlichen Beziehungen wie jener am Oberarm, besonders wenn man die Einwärtsrotation des Oberschenkels im Hüftgelenk redressiert. Die Muskeln sind antitrop komplet homolog, denn der Anconaeus wird von $C_7\,C_8$, der Rectus von $L_3\,L_4$ innerviert:

$$\begin{array}{l} C_4\,C_5\,C_6\ [\mathbf{C_7\,C_8}]\ D_1\,D_2 \\ S_2\,S_1\,L_5\ [\mathbf{L_4\,L_3}]\ L_2\,L_1. \end{array}$$

Bei zwei andern Muskeln, dem Subscapularis und Iliacus, scheint die Homologie kaum eines besondern Nachweises zu bedürfen, denn beide entspringen von der Binnenfläche der Dorsalabschnitte ihrer Extremitätengürtel, sind dorsal innerviert und setzen sich dicht neben Schulter- bezw. Hüftgelenk an Humerus und Femur. Aber hier lässt uns die Innervation scheinbar im Stich, denn der Subscapularis wird aus $C_5\,C_6\,(C_7)$, der Iliacus aus $L_2\,L_3\,L_4$ versorgt, so dass bei antitroper Gegenüberstellung der Plexus nur C_7 mit L_4 zusammenfällt. Von C_7 wird aber normaler Weise nur der sog. Subscapularis minor, ein axillares Randbündel des Subscapularis versehen. Eine Konstruktion der Ursprungsflächen des Subscapularis und Iliacus auf den Abstrakten der Scapula und des Hüftbeins zeigt, dass der der Fossa iliaca entsprechende Abschnitt an der Scapula fast völlig fehlt, sodass nur der Subscapularis minor mit dem entlang der Linea ileopectinea entspringenden Iliacusabschnitt direkt homologisiert werden darf, falls aber jener nicht vorhanden, eine rein imitatorische Homologie vorliegt. Nun ersehen wir aber aus der vergleichenden Anatomie, dass der Subscapularis in der That vom kaudalen (axillaren) Rande aus auf die Binnenfläche der Scapula vorgerückt ist: dabei kann er recht wohl Material aus weiter kranial gelegenen Metameren erworben haben.

---

eben um den Ventralrand der Akromionwurzel herumzuwandern sich anschickt. Der kraniale Scapularand des *Ornithorhynchus* lässt sich nur mit dem Kranialrand der Scapula und dem Dorsalrand der Procoracoidwurzel des Urodelenschultergürtels vergleichen.

Muskeln. Von den dorsalen Muskeln an den Gürteln und proximalen Abschnitten der Extremitäten ist

1. der Deltoides homolog dem Glutaeus maximus,

2. der Basiodeltoides (Krause), der Costodeltoides (Calori) homolog dem Tensor fasciae; jene beiden (Varietäten) sind vom Deltoides, dieser ist vom Glut. maximus abgespalten.

3. Der Supraspinatus ist homolog dem Glutaeus medius.

4. Der Infraspinatus ist homolog dem Glutaeus minimus.

5. Der Teres minor ist homolog dem Scansorius, der ventralen Randportion des Glut. minimus. Supra- und Infraspinatus entstammen einer gemeinsamen Anlage ebenso wie die Glut. medius und minimus. Der Teres minor ist vom Infraspinatus, der Scansorius vom Glut. minimus abgespalten.

6. Der Cervico-costohumeralis (Var. Gruber, Humero-transversarius Testut) ist höchst wahrscheinlich dem Piriformis homolog. Der letztere ist nicht vom Glut. medius abgespalten, sondern ein alter kaudofemoraler Muskel.

7. Der Subscapularis ist das imitatorische Homologon des Iliacus (vergl. oben).

8. Der Teres maior ist aus dem Subscapularis hervorgegangen und besitzt am Becken kein Homologon.

9. Dem Iliacus minor, der lateral vom Rectus fem. an der Spina ant. inf. ilei entspringt und zum Trochanter min. geht, entspricht beim Menschen und den höhern Säugern kein Muskel des Schultergürtels, wohl aber beim *Ornithorhynchus* der Scapularis lateralis (mihi).

10. Der Psoas maior ist imitatorisch homolog der Dorsal- (Vertebral-) Portion des Latissimus dorsi.

11. Der Psoas minor ist (ebenfalls imitatorisch) homolog der Kostalportion des Latissimus. Dreht man das Becken um 90° in seine primitive Stellung zurück, so erhält der Psoas zum Iliacus eine kraniale Lage ganz ähnlich der kaudalen Lagerung des Latissimus zum Subscapularis[1]). — Der Latissimus dorsi des Menschen und der höhern Säuger setzt sich aus zwei, ursprünglich getrennten Muskeln zusammen, einem Dorsohumeralis und einem mehr ventral gelegenen Costoaxillaris post. (mihi). Der letztere besitzt ursprünglich skapulare Insertion und entspricht dem Thoraciscapularis (Fürbringer) der Amphibien, Reptilien und Vögel; durch die starke Entwicklung des Subscapularis wird die Insertion verdrängt und erlangt zuletzt durch Vermittlung der Fascie Beziehungen zum Humerus.

12. Der Rectus femoris ist homolog dem Anconaeus longus.

---

1) Die Lageverschiebung des Psoas durch die Rotation des Beckens und die Ausbreitung des Ursprungs von den Kostarfortsätzen auf die Wirbelkörper sind die Ursachen, dass die von den dorsalen Abschnitten der Wurzeln des Plexus lumbaris abgehenden Nerven den jetzt ventral zum Plexus gelagerten Muskelabschnitt nur unter Durchbrechung bezw. Durchflechtung auch der ventralen Plexusabschnitte erreichen können. Dadurch wird die Hauptschwierigkeit geschaffen für die Versuche, das Geflecht der Lendennerven glatt in eine dorsale und eine ventrale Schicht aufzulösen.

13. Die Vasti lateralis und medialis (incl. Cruralis) sind homolog den Anconaei lateralis bezw. medialis.

14. Der Sartorius ist homolog dem Anconaeus quintus (Latissimocondyloideus, Dorsoepitrochlearis), der als Varietät beim Menschen, normal bei vielen Säugern von der Latissimussehne entspringt und bei voller Ausbildung über den Epicondylus medialis hum. hinweg in die dorsale Vorderarmfascie ausstrahlt. Dieser Muskel entspricht vollkommen dem Anconaeus coracoideus der Urodelen, der da von der Binnenfläche der Schulterpfanne (Coracoidabschnitt) kommt. Mit dem Schwund des Coracoids rückt der Ursprung des Muskels auf die Achselfascie bezw. die ihm am nächsten gelegene Latissimussehne. Auch der Sartorius besitzt nicht mehr seinen primitiven Ursprung: bei *Ornithorhynchus* kommt er noch von der starken Eminentia pectinea, der Ansatzstelle des Psoas minor. — Die Innervation durch Zweige des dorsalen N. cutan. brachii post. sup. bezw. des Cutan. fem. ant. ergibt eine komplete Homologie.

Für die Vergleichung der ventralen Muskeln war zu berücksichtigen, dass nach Reduktion des Coracoids der Schultergürtel sich in toto kaudalwärts verschoben und auf dem kranialen Abschnitt des Thorax einen neuen Halt gewonnen hat. Alle ursprünglich vom Coracoid kommenden Muskeln wurden dadurch genötigt, soweit sie nicht bereits vorher zur Clavikel in Beziehung getreten waren oder sich auf den Coracoidrest (Proc. coracoides) zurückziehen konnten, auf der Brustwand oder an der Achselfascie und weiterhin durch letztere an der Latissimussehne neue Anheftung zu suchen.

Ferner war festzustellen, ob für alle Coracoidmuskeln der Urodelen Homologa bei den Säugern und dem Menschen zu finden sind. Dies kann aber nur unter sorgfältiger Verwertung der zahlreichen Varietäten im Bereich der Achselhöhle und ihrer Umgebung gelingen. Ich glaube nun, es ist mir in vollem Umfange gelungen, so dass ich daraus das Folgende abzuleiten vermochte.

15. Der Gracilis ist homolog der Abdominalportion (und dem Kaudalabschnitt der Sternalportion) des Pectoralis maior.

16. Der Adductor magnus fem. ist homolog der sternoklavikularen (und dem Kranialabschnitt der sternalen) Portion des Pectoralis maior[1]).

17. Der Adductor profundus s. minimus ist homolog der Kostalportion des Pectoralis maior.

18. Der Adductor brevis ist homolog dem Pectoralis tertius (Var.).

[Der Durchlass der A. u. V. femoralis nach der Kniekehle ist ein Adduktorenschlitz, kein Canal. adductorio-flexorius (Ruge)].

---

1) Bolk lässt den Pectoralis maior nur aus C_5—C_7, den Pectoralis minor aber aus C_7—D_1 innerviert werden. Dabei sind die Zweige des N. thoracic. ant. internus aus C_8—D_1 an Pector. maior, die um oder durch den Kaudalrand des Pectoral. minor treten, ganz bei seite gelassen. Wenn die kraniale Extremität so stark kaudalwärts geschoben ist, dass D_1 noch in den Pectoral. min. gelangt, so habe ich stets wie Herringham D_1 kräftig an der Versorgung des Pectoral. maior beteiligt gefunden.

19. Obturator int., Gemelli, Quadratus fem. sind homolog der Pars superficialis des Pectoralis minor und dem Subclavius.

20. Der Obturator ext. ist homolog der P. profunda des Pectoralis minor (Var.). Die ursprüngliche Insertion des Pectoralis minor findet sich am Collum anatom. humeri zwischen höchster Facette des Tubercul. maius und Gelenkkopf, ganz entsprechend der Insertion der Obturatoren in der Fossa trochanterica.

21. Der Thoraco-axillaris (mihi Var.), der bei *Ornithorhynchus* als ein starker Sterno-costocoracoides besteht, wäre etwa dem Kaudalsegment des Rectus abdominis zu homologisieren.

22. Der Coracobrachialis brevis (Var.) entspricht der tiefen Portion des Epicoracobrachialis des *Ornithorhynchus* und ist der oberflächlichen Portion des Pectineus homolog.

23. Der muskulöse Achselbogen s. str. (Var.), der von der Sehne oder mittels Schaltsehne vom Bauche des Latissimus entspringt, ist homolog der tiefen Portion des Pectineus. — Der Achselbogen ist also nicht aus einer Reduktion des Panniculus carnosus hervorgegangen. Ich vermute vielmehr, dass der letztere durch Weiterwandern des Ursprungs des Pectoralis III über den Rumpf entstanden ist, analog der Ausbreitung der vom Facialis versorgten Muskulatur des 2. Kiemenbogens über Kopf und Hals.

24. Der Adductor longus fem. ist (imitatorisch) homolog dem Coracobrachialis und Biceps brachii.

25. Der lange Kopf des Biceps femoris findet ein Homologon nur in dem Pectoralis minimus (Var.).

Diese beiden jedenfalls auffallenden Vergleichungen haben mich selbst einige Ueberwindung gekostet. Dass der kurze Kopf des Biceps brachii sich vom Coracobrachialis abspaltet, lässt sich aus der vergleichenden Anatomie unschwer nachweisen. An Stelle des langen Bicepskopfes findet sich bei den Urodelen am Oberarm nur die Sehne des Coracoradialis propr., dessen Muskelbauch auf der Coracoidplatte liegt und eine sehnige Ankerung am Tubercul. maius humeri besitzt. Bei *Ornithorhynchus* ist der homologe Muskel ein Epicoracoradialis. Dieser würde noch vollständig dem langen Kopf des Biceps zu vergleichen sein. Mit dem Schwund des Coracoids muss der Ursprung des Coracoradialis auf die Thoraxwand übertreten, zumal auch tiefer als er gelegene Muskeln das thun. Es scheint mir nur bei Berücksichtigung der Verhältnisse bei niedern Säugern und einer Anzahl Varietäten im Bereich des langen Kopfes des menschlichen Biceps brachii, dass die ursprüngliche Nebeninsertion des Coracoradialis am Tubercul. maius zur Hauptinsertion wird, die lange Sehne am Oberarm zunächst als ein Lig. capsulo- (oder humero-) radiale persistiert, an dessen distalen Teil eine abgespaltene Portion des Coracobrachialis (long.) sich inseriert. Erst weiterhin sind dann von diesem, den kurzen Bicepskopf repräsentierenden, Coracobrachialisabschnitt Muskelfasern auf das Ligament übergewandert und haben so einen langen Bicepskopf gebildet. Der an der Brustwand liegen gebliebene Muskelbauch des Coracoradialis entspricht dann in seinen Lagebeziehungen durchaus dem, bei Beutlern sehr kräftigen, Pectoralis minimus.

Der lange Kopf des Biceps femoris, der Semitendinosus und Semimembranosus entstammen einer einheitlichen Muskelmasse, von der sich

der Biceps am frühesten abtrennt. — Die Schaltsehne im Semitendinosus ist nicht durch Zusammenwachsen zweier verschiedener Muskeln entstanden, sondern persistiert als Marke der Insertion eines längst geschwundenen Caudofemoralis.

26. Der Popliteus ist homolog dem Brachialis internus[1]).

27. Der kurze Kopf des Biceps fem. ist homolog dem Brachioradialis und Supinator, die beide ursprünglich ein Muskel waren. —

Bei Betrachtung der distalen und terminalen Abschnitte der Extremitäten ist zunächst darauf hinzuweisen, was eingangs dieses Aufsatzes über die physiologische Gleichartigkeit dieser Abschnitte gesagt ist. Der funktionswichtigere kraniale Rand ist in der Ausbildung der Muskulatur bevorzugt. Damit hängt augenscheinlich die Tendenz der auf die Endabschnitte wirkenden Muskeln zusammen, ihre Ursprünge gegen den kaudalen (d. h. also ulnaren bezw. fibularen) Rand zu verschieben. Am deutlichsten tritt dies bei den Urodelen hervor, wo die Stellung der Extremitäten sich noch am primitivsten und die Grundfunktionen am reinsten erhalten haben. Mit dem Auftreten von Nebenfunktionen setzt wieder eine mehr oder weniger tief greifende Umordnung der Muskelursprünge ein.

Die kranialen Ränder der terminalen Gliedmaßenabschnitte zeigen aber zugleich eine deutliche Reduktion, die am Finger beginnend gegen den Carpus bezw. Tarsus allmählich fortschreitet und mit v. Bardeleben die stärkern Muskelmaßen an diesen Rändern zum Teil aus einer Anhäufung der Muskulatur geschwundener Finger bezw. Zehen entstanden erklären lässt. Es müssen also hier entwicklungshemmende Momente sich geltend gemacht haben.

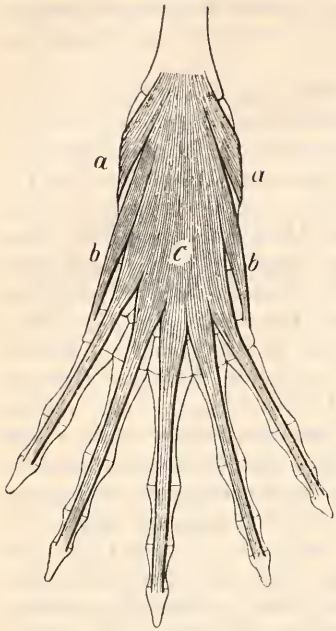
Die Nervenverteilung an Muskulatur und Haut gestattet ohne weiteres den Schluss, dass sich die distalen und besonders die terminalen Abschnitte beider Extremitäten aus den kaudal gelegenen Metameren der Extremitätenanlagen entwickeln. Bei antitroper Vergleichung der Innervation ergibt sich, dass nur die 3 radialen Finger Homologa in den 3 tibialen Zehen besitzen. Dann entspricht dem Daumen die 3., dem Zeigefinger die zweite, dem Mittelfinger die 1. Zehe. Die Homologa für 4. und 5. Finger sind in zwei am Tibialrand des Fußes verloren gegangenen Zehen, die Homologa für 4. und 5. Zehe in zwei am Radialrand der Hand geschwundenen Fingern zu suchen[2]).

---

1) Der Brachialis internus ist ursprünglich ein rein ventraler Muskel Woher die vom N. radialis versorgte Lateralportion abzuleiten ist und wo sie phylogenetisch zuerst auftritt, bleibt noch festzustellen.

2) Wenn ich aus dem Verhalten der Innervation nicht „in ungezwungener Weise die“ — wie v. Bardeleben meint — „auf der Hand liegende Homologie der Nerven wie der Finger und Zehen in kranial-kaudaler Reihenfolge“ schloss, mich vielmehr „nicht irre machen“ ließ, in der supponierten Antitropie weiter zu vergleichen, so muss ich wohl Gründe für meine Hartnäckigkeit gehabt haben. Ich begann eben meine Untersuchung nicht am Vorderarm und Unterschenkel und hielt es für eine bedenkliche Inkonsequenz nach den im Ganzen recht befriedigenden Resultaten der ersten Hälfte meiner Arbeit vor einer Schwierigkeit zurückzuschrecken, die bei genauerem Zusehen leichter zu beseitigen war, als es anfänglich scheinen mochte.

Fig. 1.



Die dorsale Muskulatur der distalen und terminalen Extremitätenabschnitte war primitiv zweischichtig: eine oberflächliche Schicht entsprang vom Distalende des Humerus bezw. Femur und heftete ihre distalwärts strahlenden Bündel zunächst beiderseits an die Vorderarm- bezw. Unterschenkelknochen (*a a* des Schemas), weiterhin beiderseits an Carpus bezw. Tarsus (*b b*), endlich an Finger bezw. Zehen (*c*); eine tiefe Schicht entsprang auf dem Carpus (Tarsus) und inserierte sich an die Finger (Zehen).

Beide Schichten haben mannigfache Abänderungen und Weiterbildungen erfahren, doch hat sich die oberflächliche (beim Menschen) noch am besten am Dorsum antebrachii konserviert: Anconaeus IV und Brachioradialis + Supinator = *a a*, Ulnaris und Radiales ext. = *b b*, Extensor digg. comm. = *c*. An der kaudalen Extremität ist bei den Säugern die gesamte oberflächliche Muskulatur außer dem kurzen Bicepskopf mit ihren Ursprüngen auf den Unterschenkel gerückt, während sie bei den Urodelen noch ganz vom distalen Femurende kommt. Es fehlt daher dem Menschen normal die tibiale Portion *a* des Schemas; die Portionen *b* werden repräsentiert durch die Peronei long., brev. und tertius einerseits, Tibialis anticus anderseits, *c* durch den Extensor digg. comm. longus. — Die tiefe Schicht der dorsalen Muskulatur zerlegt sich bereits bei den Urodelen in mehrere sekundäre Schichten kurzer Strecker (bis zu 4 am Fußrücken); davon zeigen die Extensores breves superficiales die Tendenz proximalwärts zu wandern, wie an der Schultergliedmasse der Abductor poll. long. + Extensor poll. brevis, Extensor poll. long., Extens. indicis propr. und Extensor dig. V propr., an der Beckengliedmaße der Extensor halluc. longus. Der Extensor hallucis et digg. brevis auf dem Fußrücken entspricht einer 2. sekundären Schicht, die auf dem Handrücken gelegentlich in Gestalt einzelner kurzer Strecker wieder erscheint.

Die dorsale Muskulatur, soweit sie zu Hand und Fingern, Fuß und Zehen Beziehungen eingeht, schließt in ihrer Innervation kaudal um ein volles Segment früher ab als die entsprechende ventrale Muskulatur, es ist also am Kaudalrande der Extremität ein Myomer in seinem dorsolateralen Abschnitt nicht zur Verwendung gekommen.

28. Die Mm. radiales ext. longus et brevis sind homolog den Peronei long. et brevis.

29. Der Extensor digg. manus comm. long. ist homolog dem Extensor digg. pedis comm. longus.

30. Der Ulnaris ext. ist homolog dem Tibialis anticus.

31. Der Anconaeus IV ist normal ohne Homologon an dem Unterschenkel, entspricht aber dem als Varietät bekannten Tibialis ant.

accessorius (Blandin). Der Anconaeus IV gehört nicht zu dem Triceps brachii (Gegenbaur), sondern zu den Vorderarmmuskeln, wie die vergleichende Anatomie lehrt.

Der Peroneus III ist eine progressive, dem Aufrechtstehen dienende und daher voll ausgebildet nur dem menschlichen Fuße zukommende Bildung.

32. Der Extensor hallucis long. ist homolog dem als Varietät auftretenden Extens. dig. III manus proprius.

33. Der Extensor hallucis brevis ist homolog dem Extensor brevis dig. III manus (Var.).

34. Ein Homologon des Extensor dig. V manus propr. fehlt am Fuße.

35. Ebenso fehlen dem Menschen Homologa für die Extens. indicis proprius, pollicis longus et brevis, Abductor pollicis longus. Doch entspricht der Extensor indicis propr. dem an der Fibula entspringenden Extens. brev. dig. II pedis bei Monotremen und Marsupialien, der Extens. poll. longus dem Extens. brev. dig. III, der Abductor long. (+ Extens. brev.) pollicis den Extens. brev. digg. pedis IV et V. Ich sehe in dem Abduct. pollicis long. die Reste der kurzen oberflächlichen Strecker zweier radial vor dem Daumen verloren gegangner Finger. —

Die ventrale Muskulatur der distalen und terminalen Gliedmaßenabschnitte ist vielleicht ursprünglich in gleicher Weise wie die dorsale zweischichtig gewesen, aber jedenfalls schon sehr früh in kompliziertere Verhältnisse übergeführt worden. Denn wir sehen bereits bei den Urodelen zwar noch die Muskulatur der distalen Abschnitte von der kürzeren der terminalen gut geschieden, aber an beiden Abschnitten in mehrere Lagen differenziert, die sich nicht leicht auf das einfache Schema beziehen lassen. Am Vorderarm finden wir allerdings selbst noch beim Menschen in der oberflächlichen ventralen Muskulatur die gleiche Anordnung wie in der dorsalen: Pronator teres und Epitrochleo-anconaeus = *aa*, Radialis und Ulnaris int. = *bb*, Palmaris longus = *c*. Wie die darunter gelegenen Flexores digg., die sich bei den Urodelen noch einfach an die Dorsalfläche der Palmaraponeurose heften, ihre Fingersehnen und dabei Beziehungen zu den kurzen Muskeln in der Vola erlangt haben, ist in meinem Vortrage auf der Anatomenversammlung in Basel auseinandergesetzt[1]) und soll hier nicht wiederholt werden. — An der kaudalen Ex-

1) Die Flexores digitorum. Verhandl. d. Anat. Ges., Basel 1895. — In der Diskussion zu diesem Vortrage bemerkte Hr. v. Bardeleben, er hielte einen großen Teil der von mir bei *Menopoma* beschriebenen Muskeln nicht für primitiv, sondern für reduziert; dafür spräche das verhältnismäßige Ueberwiegen von Fascien und Sehnen Von letzterem kann aber nicht die Rede sein, denn die Beziehungen der ganzen Vorderarm- und Unterschenkelmuskulatur zu Fingern und Zehen werden durch die eine Palmar- (Plantar-) Aponeurose vermittelt. Ich halte auch meinen Ausdruck „Ansatz an die Palmaraponeurose“ aufrecht, da mir das gemeinsame Sehnenblatt als das Primitive, die Einzelsehnen als höhere Differenzierungen erscheinen und, nicht nur nach meiner Auffassung, die Sehne erst das Produkt des Muskels ist. — Die Muskulatur von *Menopoma* ist sicher nicht mehr primitiv, aber nicht reduziert, sondern in progressiver Weiterbildung begriffen.

tremität ist die Gruppe des Triceps surae und Plantaris das Ergebnis einer von den Urodelen über die niedern Säuger verfolgbaren Umordnung und Verschmelzung von Muskeln.

Der mediale Kopf des Gastrocnemius ist, wie wir aus der Innervation ersehen können, über den lateralen Kopf hinweg tibialwärts gewandert und hat dabei den Plantaris in die Tiefe gedrängt.

36. Der Pronator teres ist (imitatorisch) homolog dem Caput mediale des Gastrocnemius.

37. Der Radialis internus ist homolog dem Cap. laterale des Gastrocnemius nebst dem Soleus.

38. Der Palmaris longus ist homolog dem Plantaris.

39. Dem Ulnaris internus fehlt ein Homologon an der kaudalen Extremität, desgl. dem Epitrochleo-anconaeus (Var.).

40. Der Flexor digg. comm. sublimis (ohne Schaltsehnen) ist (imitatorisch) homolog dem Tibialis secundus (Var.), manchem sog. Soleus accessorius (Var.).

41. Der Flexor pollicis long. + Flex. digg. profundus ist (imitatorisch) homolog dem Flexor digg. tibialis.

42. Der Radiocubitocarpeus (Var.) ist homolog dem Flexor digg. fibularis + Quadratus plantae.

43. Der Accessorius ad flexorem profundum ist (imitatorisch) homolog dem Tibialis posticus.

44. Rudimentäre Flexores breves superficiales an der Palmaraponeurose und distale Bäuche eines Flexor digg. sublimis mit Schaltsehnen sind (imitatorisch) homolog dem Flexor digg. pedis brevis (perforatus).

45. Der Pronator quadratus ist vielleicht homolog dem Peroneotibialis (Var.).

Von dem **Skelett** der Extremitäten entsprechen einander der dorsale Teil der Scapula und die dorsale (ehemals kaudale) Hälfte des Ileum, Ram. sup. ischii nahe der Hüftpfanne dem Proc. coracoides scapulae. Ein Homologon für die Clavikel existiert an der kaudalen Gliedmaße nicht. — Tubercul. maius hum. ist homolog dem Trochanter maior fem., Tubercul. minus dem Trochanter minor. Die Insertionsstelle des Crus sup. des Lig. coracohumerale (Sehne des Pectoralis minor) ist homolog der Insertionsstelle der Obturatores in der Fossa trochanterica [1]). Die Trochlea hum. = beiden Kondylen des Femur. Die Patella entspricht nicht dem Olekranon, sondern etwa der Patella brachialis der Anuren etc. — Die Ulna ist im Ganzen homolog der Tibia, der Radius der Fibula. —

War schon aus der Innervation der Haut und der Muskeln und aus der Insertion der letzteren zu entnehmen, dass die Hand am Radialrand, der Fuß am Tibialrand um 2 Finger bezw. Zehen reduziert seien, während

1) Bolk (Morph. Jahrb., 23) schreibt dem Gelenkkopf des Humerus ebenso wie der Schulterpfanne rein dorsalen Charakter zu. Meiner Ansicht nach ist der von dem auch beim Menschen zu beobachtenden sog. accessorischen Knochenkern gebildete Pfannenabschnitt der Scapula, desgleichen die an die ehemalige Insertion des Pectoralis minor grenzende Partie des Caput hum. noch ventralen Charakters.

am Ulnar- und Fibularrand derartige Hinweise fehlen, so lässt sich nun auch das Verhalten der karpalen und tarsalen Skelettelemente damit in Uebereinstimmung bringen[1]). Entfernt man an Hand und Fuß 4. und 5. Finger bezw. Zehe, deren Homologa eben in den geschwundenen Fingern und Zehen zu suchen sind, mit den zugehörigen Karpalien und Tarsalien, so bleiben 1. bis 3. Finger und die ihnen antitrop homologen 3 tibialen Zehen übrig. Nimmt man die Hand eines Primaten mit stark ausgebildetem Centrale, so reihte sich proximal vor das 3. Metakarpale Capitatum, Centrale, Lunatum, wie vor dem 1. Metatarsale Entocuneiforme, Naviculare, Talus liegen. Ich homologisiere nun:

Naviculare carpi	=	Calcaneus.
Lunatum	=	Talus.
Centrale	=	Naviculare tarsi.
Capitatum	=	Entocuneiforme.
Trapezoides	=	Mesocuneiforme.
Trapezium	=	Ektocuneiforme.
Radiales Sesambein (Präpollexrest)	=	Cuboides (Tibialabschnitt).

Bei der Vergleichung der **Nerven** sprechen wiederum die Thatsachen zu Gunsten der antitropen Homologisierung der Extremitäten. Die Haut der Achselhöhle erhält als Hauptnerven D_2, also den letzten Nerven des Plexus brachialis; die homologe Schenkelbeuge wird von L_1, dem ersten Nerven des Plex. lumbosacralis innerviert. Die Gesäßhaut wird aus S_1S_2, die Haut über der Schulter aus C_4C_5 versorgt. Die Anastomose zwischen dem ventralen Musculocutaneus und dem dorsalen Radialis über dem distalen Ende des Radius entspricht ganz der Schlinge des Suralis über dem distalen Ende der Fibula. Das Stammgebiet des N. radialis auf dem Handrücken, auch im Ram. profundus in Fällen, wo dieser bis an die Finger gelangt, entspricht dem Stammgebiet des N. peroneus am Fußrücken und umfasst Daumen bis Mittelfinger, wie dieses die 3 ersten tibialen Zehen; im speziellen geht der Radialis profundus in das Spatium zwischen Index und Medius, wie der homologe Peroneus prof. zwischen zweite und erste Zehe.

Die Nerven homologer Muskeln laufen nicht überall in homologen Bahnen. Ueber die Ursachen wissen wir vorläufig nichts. Ebenso fehlt noch eine Erklärung dafür, dass an beiden Extremitäten die größte Masse der Nerven metazonal verläuft und dass bei niedern und höhern Vertebraten eine abweichende Anordnung der Nerven besteht.

Die Nn. thoracici ant. sind homolog den Nn. lumbosacrales ant. (mihi). Der N. tibialis entspricht in der Hauptsache dem kranialen (lateralen) Teile des Medianus; im Plantaris medialis können aber noch Fasern enthalten sein, die einem Teile des Ulnaris homolog sind. Ferner sind zu vergleichen Nn. suprascapularis + axillaris den Nn. glutaei, Quadricepsanteil des N. femoralis dem Tricepsanteil des N. radialis,

1) Nach Thilenius (Untersuchungen über die morphologische Bedeutung accessorischer Elemente am menschlichen Carpus (und Tarsus). Morph. Arbeiten, herausgeg. von Schwalbe, V, 1896) deuten allerdings am Ulnarrand der Hand außer dem Pisiforme gefundene accessorische Elemente auf den Verlust eines ulnaren Strahles hin, doch würde das unsre Homologisierung der Karpal- und Tarsalelemente nicht weiter beeinflussen.

N. peroneus im großen Ganzen dem Vorderarm- und Handabschnitt des Radialis. Der tiefe Ast des N. radialis geht nach dem Dorsum antebrachii um den Radius, wie der homologe Peroneus prof. um die homologe Fibula.

An den freien Teil der Extremitäten verlaufen die homologen **Blutgefässe** auch in homologen Bahnen. Es entsprechen einander A. brachialis und A. femoralis, A. circumflexa hum. post. der A. circumflexa fem. lateralis, A. collateralis radialis der A. collateralis fibularis (Ram. musculo-articularis Krause), A. collateral. ulnaris sup. der A. articularis genu suprema, A. profunda fem. dem Collateralstamm Ruges, die A. interossea ant. antebrachii der A. peronea, A. mediana antebrachii der A. tibialis postica (bei geringer Entwicklung der A. radialis wird der tiefe Hohlhandbogen hauptsächlich von der A. mediana oder der A. interossea beschickt gerade wie der Arc. plantaris prof. von der A. tibialis post. oder vikariierend von der A. peronea). Die A. recurrens radialis ist homolog der A. recurrens tibialis post., die A. interossea antebrachii post. der A. tibialis antica. Die A. radialis prof. ist ohne Homologon am Unterschenkel, dagegen entspricht die A. radialis superficialis (Var.) der A. suralis (saphena parva Var.) die A. saphena magna (Var.) der hoch von der A. brachialis abgehenden, den Cutaneus medius und die V. basilica begleitenden, hinter dem Epicondylus medial. auf den Vorderarm tretenden A. ulnaris, denn diese bildet das Hauptgefäß für den Arcus volaris superficialis wie jene den Arc. plantaris superficialis.

Die Vena cephalica antebrachii ist homolog der V. saphena parva, die V. basilica der V. saphena magna, wenigstens am Unterschenkel.

Ich hatte mir die Aufgabe gestellt, die antero-posteriore Symmetrie der kranialen und kaudalen Extremität, also eine Homotypie im Sinne Gegenbaur's, die antitrope Homologie Wilder's, zu beweisen, d. h. — da uns nur empirische Urteile als Argumente zur Verfügung stehen — ihr den höchstmöglichen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben. Es lag in der Natur der Sache begründet, dass die Beweisführung im wesentlichen regressiven Charakter trug, wobei das zu Beweisende vorläufig als wahr vorausgesetzt und daraus auf die unvermeidlichen Bedingungen zurückgeschlossen wurde. Ich bin der Ueberzeugung, dass der Beweis in allen Hauptsachen lückenlos gelungen ist. Es fiele nicht schwer, auch noch einen indirekten Beweis zu konstruieren, wollte man die „Schwächen und Lücken" nicht nur, sondern die offenbaren Ungenauigkeiten, Willkürlichkeiten und Fehler bei der Ausführung der syntropistischen Vergleichungsversuche zusammenstellen. Ich bin selbst nicht so leicht und rasch zu meinen Ergebnissen gelangt, und diese Ergebnisse entsprechen zu wenig den herrschenden Anschauungen, als dass ich erwartet hätte, bald Zustimmung zu finden. Mit der Publikation unterstellt man eine Arbeit der allgemeinen Kritik. Von dieser aber darf man wohl billigerweise verlangen, dass sie sich nicht auf die Hervorhebung beliebiger, außer Zusammenhang besonders befremdlicher Resultate beschränke, sondern auch auf die vom Autor versuchte Begründung eingehe.

Halle a. S., 1. März 1896.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Eisler Paul

Artikel/Article: Die Homologie der Extremitäten. 433-448