

zufuhr) kann mit Erniedrigung der Harnstoffausfuhr sehr wohl Hand in Hand gehen (vgl. Tab. 19 und 20).

7) Gesteigerte Muskelarbeit kann bewirken

a) mässige Zunahme der Harnstoffexcretion,

b) sofortige enorme Abnahme, spätere Zunahme, geringe absolute Vermehrung der Phosphorsäure (Tab. 18).

8) Mehrstündige Fesselung verursacht beim Hunde Harnstoffzunahme, ohne Phosphorsäuresteigerung (Tab. 27. 28).

9) Abkühlung der Körpertemperatur selbst mässigen Grades hat eine Vermehrung der Harnstoffexcretion zur Folge (Tab. 26. 27).

10) Bei mehrstündiger Curarisirung im Verein mit Apnoe und Abkühlung kann Hämoglobinurie und Hämaturie entstehen.

11) Eine länger dauernde Curarevergiftung erzeugt bekanntlich Glycosurie. Bei gleichmässiger Fleischfütterung und vollständiger Apnoe des Thieres kann diese Folge auch ausbleiben.

X.

Ueber die Ursachen, welche die Form der Knochen bedingen.

Von P. Lesshaft, Professor in Petersburg.

Zur Lösung der Frage über die Ursachen, welche auf die Form der Knochen Einfluss haben, wurde auf meine Veranlassung und unter meiner Mitwirkung von Dr. Popoff¹⁾ eine ganze Reihe von Experimenten an Thieren angestellt; zugleich sollten sie mir auch zur Erklärung einiger, von mir an jungen und an erwachsenen Individuen beobachteter, abnormer Erscheinungen dienen, welche theils durch veränderte Functionen der Bewegungsorgane, theils durch mechanische Einflüsse im frühen Lebensalter, besonders zur Zeit des stärksten Wachstums, hervorgerufen waren.

Um aber die Folgen der operativen Eingriffe nicht mit den Einflüssen der veränderten oder entfernten Organe zu verwechseln,

¹⁾ Veränderungen der Form der Knochen unter mechanischen Einwirkungen der Umgebung. Dissertation. St. Petersburg 1880.

wurden auch verschiedene mechanische Einflüsse unmittelbar auf gewisse Theile des Organismus der Thiere ausgeübt; auch habe ich an Menschen beobachtete Fälle gesammelt, die als Controle für die an Thieren ausgeführten Experimente dienen können, oder durch diese aufgeklärt werden.

Die Frage über die Ursachen, welche die Form der Knochen bedingen, die von grosser Wichtigkeit für die Aufklärung über die Bedeutung des festen Gerüsts des menschlichen Organismus ist, wurde schon experimentell von L. Fick¹⁾, Kehrler²⁾, B. Gudden³⁾, Ernst Brücke⁴⁾ und theils von Hüter⁵⁾ in Angriff genommen; sie bemühten sich diese Frage durch operative Eingriffe an jungen Thieren zu lösen. Gegen die Verfahrensart von L. Fick erklärte sich Virchow⁶⁾, behauptend, die Experimente wären nicht rein, da durch das sich bildende Narbengewebe Kräfte erzeugt würden, von welchen vielleicht gerade die Veränderungen des Skelets abhängen, welche L. Fick der Entfernung der Muskeln zuschreibt. Um ähnlichen Einwendungen vorzubeugen, wurden diesmal die an jungen Thieren ausgeführten Muskelexperimente an erwachsenen Thieren wiederholt, wo sie negative Resultate gaben; ausserdem wurden Experimente gemacht, wo die Muskeln selbst erhalten blieben und nur die sie bedeckenden Fascien getrennt wurden, und endlich wurden verschiedene äussere mechanische Einflüsse angewandt, ohne Continuitätstrennung der Gewebe; controlirt und bestätigt wurden sie durch am Menschen beobachtete verschiedene Leiden, zur Zeit des intensivsten Knochenwachsthums entstanden, welche weder durch Verletzung noch durch Narbenbildung complicirt waren.

Die Versuche wurden an jungen Thieren vorgenommen (nämlich an Ferkeln und Hühnern von 4—5 Wochen, an jungen Hunden und Katzen von 2—3 Wochen, an Kaninchen und Meerschweinchen von 4—5 Tagen) und dauerten von 6 Wochen bis zu 2 Monaten;

¹⁾ Ueber die Ursachen der Knochenformen. Göttingen 1857. Neue Untersuchungen der Knochenformen. Marburg 1839.

²⁾ Beiträge zur vergleichenden und experimentellen Geburtskunde. Giessen 1869. Heft 3. S. 34—49 und 1875. Heft 5. S. 3—68.

³⁾ Experimentelle Untersuchungen über das Schädelwachsthum. München 1874.

⁴⁾ Vorlesungen über Physiologie. II. Bd. Wien 1873. S. 87—88.

⁵⁾ Die Formentwicklung am Skelet des menschlichen Thorax. Leipzig 1865.

⁶⁾ Deutsche Klinik. No. 13. 27. März 1858. S. 134.

die Dauer war eine kurze, damit das rasche Auftreten der Veränderungen um so auffallender wäre. Im Ganzen wurden an 60 Thieren Versuche gemacht; ausserdem wurden untersucht an menschlichen Leichen: in einem Fall die Knochen der unteren Extremitäten und des Beckens, und in einem anderen die Muskeln und Knochen der unteren Extremitäten und des Beckens — in beiden Fällen war die rechte Extremität in Folge von Paralysis infantilis verändert; — und schliesslich noch ein Fall, wo die rechte Hand in der Krankheit luxirt worden war.

Die Experimente an Thieren bestanden: in Exarticulation einer Hinterpfote bei Kaninchen; in Enucleation des Augapfels und Ausschneidung der Augenmuskeln bei jungen Katzen, Hunden und Ferkeln; in Extraction von Zähnen bei Kaninchen und Meerschweinchen; in theilweiser Exstirpation der Nasenmuskeln bei jungen Hunden und Ferkeln; in subcutaner Durchschneidung der Fascia lata bei Kaninchen; ferner wurde bei Kaninchen eine hintere Extremität in permanenten Verband gelegt; jungen Hühnern wurde eine Last am Kopfe befestigt, Kaninchen an's Ohr; und endlich wurde Kaninchen das halbe Gesicht mit Collodium bedeckt. Dadurch wurden folgende Resultate erzielt:

1) Am 5. Tage nach der Geburt wurde einem Kaninchen das linke Hinterbein im Hüftgelenk exarticulirt. Beim Gehen bemühte sich das Thier seine erhaltene hintere Extremität unter das Becken zu bringen und vermied so viel als möglich jede Bewegung. Sein linkes Vorderbein hielt es sowohl bei Bewegung als auch in der Ruhe in Abduction. Nach 2 Monaten ergab sich bei der Section: das Becken um ein Drittel kleiner, als das eines anderen Kaninchens, das mit diesem zu gleicher Zeit von derselben Mutter geworfen worden war; die Beckenknochen auf der linken Seite länger (3,2 Cm.), dünner und schmaler, als auf der anderen Seite (Länge 3,0 Cm.); die linke Gelenkpfanne auffallend flach im Vergleich mit der rechten; das Rückgrat gekrümmt, in seinem Lendentheil mit der Convexität nach rechts.

2) Einem Kaninchen wurde am 5. Tage nach der Geburt die rechte Hinterpfote bandagirt, und zwar so, dass der Fuss in Dorsalflexion an den Unterschenkel befestigt wurde; die Binden wurden mit Collodium bestrichen. Zwei Monate nach der Operation erwies sich das Becken grösser, als beim vorhergehenden Kaninchen, trotzdem sie vom selben Wurf waren, aber kleiner, als beim normalen; die rechte Hälfte des Beckens war sichtlich in der Entwicklung zurückgeblieben (rechts war die Länge 3,6 Cm., links 3,8 Cm.); die Knochen waren hier dünner und schmaler, fast um $\frac{1}{4}$ kleiner im Vergleich mit den Knochen eines normalen Beckens, und hatten eine steilere Richtung, als auf der linken Seite. Das untere Tibiaende war ganz atrophisch in Folge des Drucks. Der bandagirte Fuss war um die Hälfte kleiner, als auf der anderen Seite.

3) Einem dritten Kaninchen vom selben Wurf wurde an demselben Tage eine Last am Kopfe nach vorn vom rechten Ohre befestigt, untersucht wurde auch dieses nach zwei Monaten. Das Resultat dieser einseitigen Belastung des Kopfes war eine leichte Scoliose der Lendenwirbelsäule nach links, das Becken war besser ausgebildet, als in den beiden vorhergehenden Fällen, die Länge der Beckenknochen betrug 4,3 Cm. Der äussere Gehörgang der rechten Seite sah nach hinten oben aus. Der Schädel war auf der betreffenden Seite glatter und etwas asymmetrisch.

Vergleicht man die eben beschriebenen Präparate, so fällt ihr Unterschied scharf in die Augen; schon durch die Grösse unterschieden sich die Thiere von einander, und man kann der Meinung Fick's nicht beistimmen, wenn er behauptet¹⁾: „Die vorliegenden Thatsachen belehren uns in dieser Beziehung auf das Bestimmteste, dass sehr bedeutende Modificationen in der Form des neuen Skelettheiles allerdings auch Modificationen in entsprechenden anderen, von dem Angriffe der den Normalgang störenden Einflüsse nicht direct getroffenen Skelettheilen herausgerufen werden, dass aber dieser Einfluss keineswegs, wie sich Diderot allerdings sehr geistreich vorstellt, von dem Angriffspunkte aus, wie eine Kraftwelle sich über das ganze Skelet fortsetzt. — Wir sehen, dass der Einfluss der Störung nicht über die Skelettheile hinausgeht, welche dem Mechanismus oder der Organsgruppe angehören, in welchem die Störung der die Entwicklung der Normalform bedingenden Verhältnisse angebracht worden ist.“ Im Gegentheil wird sowohl durch die vorliegenden Experimente, als auch durch alle übrigen die Meinung Diderot's thatsächlich bestätigt, denn die beobachteten Veränderungen üben ihren Einfluss auf den ganzen Organismus des Thieres aus und stören seine Harmonie.

Wie können wir uns aber diesen Einfluss erklären? Die in Brücke's²⁾ Laboratorium angestellten und von Gudden³⁾ wiederholten Versuche geben uns darüber Aufschluss. Zwei Kaninchen, die schon mehr als die Hälfte ihrer normalen Grösse erreicht hatten, wurde der N. facialis der einen Seite ausgerissen. Bei ihrer Untersuchung ein paar Monate darauf war die Mundöffnung und die ganze Schnauze nach der gelähmten Seite hin verzogen. Im Ober- und Unterkiefer standen die Vorderzähne schief. Auf der kranken Seite hatten sich Hautfalten gebildet, welche die Linie, die vom

¹⁾ a. a. O. 1857. S. 19 und 20.

²⁾ a. a. O. S. 87—88.

³⁾ a. a. O. S. 43.

Auge zum Mundwinkel geht, unter rechtem Winkel durchschnitten. Nur bei Schliessung und Oeffnung des constanten Stromes waren die Muskeln der gelähmten Seite etwas überempfindlich, während für den Inductionsstrom sie im hohen Grade unterempfindlich waren. Bei einem Kaninchen, das zwei Monate später getödtet wurde, waren die Muskeln der gelähmten Seite dünn und atrophisch, und bei der mikroskopischen Untersuchung sah man in ihnen deutliche Zeichen der regressiven Metamorphose. Die Speicheldrüse der kranken Seite war kleiner und leichter. Der Schädel war in der Weise verbogen, dass die gesunde Seite convex, die kranke concav war; die Verkrümmung war sowohl am Ober- als auch am Unterkiefer vorhanden. Bei diesen Versuchen ist die unmittelbare Folge der Zerstörung des Nerven die Unthätigkeit der paralysirten Muskeln. Mit deren Unthätigkeit sinkt die Ernährung und diesem entsprechend die Entwicklung; sie bleiben daher in ihrer Entwicklung zurück und erscheinen als gespannte Stränge, die mechanisch auf die unterliegenden Knochen wirken. Ein Sinken der Muskeler-nährung wird aber begleitet von einem Sinken der Ernährung der anliegenden Knochen (Brücke), da die Quelle ihrer Ernährung mehr oder weniger dieselbe ist; daher kommt die Hemmung und Veränderung im Wachsthum der unterliegenden Knochen, d. h. die Bildung einer Concavität auf der gelähmten Seite und einer Convexität auf der gesunden, wo in Folge vermehrter Thätigkeit auch die Ernährung der Muskeln und die Entwicklung der Knochen verstärkt ist. Nach Zerstörung des Nerven in seinem Verlaufe reagiren die Muskeln nur noch auf den constanten Strom, wie nervenlose Muskeln.

Und so sehen wir durch eine einfache Zerstörung des Nerven nicht nur die betreffenden Muskeln leiden, sondern die ganze Harmonie in der Entwicklung der Knochen gestört, ihre Form auffallend verändert, und zwar nicht nur auf der kranken, sondern auch auf der gesunden Seite; selbst solche Organe, wie die Speicheldrüse, die direct mit der Bewegung nichts zu schaffen haben, werden verändert.

In den oben beschriebenen Experimenten an Kaninchen, die mehrfach mit gleichem Erfolge wiederholt wurden, wurde durch die Entfernung einer Extremität oder durch die Behinderung in der Bewegung einer der Extremitäten nicht nur die Thätigkeit der

Muskeln dieser Seite gestört und zugleich das Wachsthum der Knochen gehemmt, sondern der ganze Bewegungsapparat konnte nicht mehr wie früher gebraucht werden; die Thätigkeit der Muskeln fiel und diente zur Ursache der Hemmung in der Entwicklung und im Wachsthum sowohl der den verletzten Theilen zunächst liegenden Organe, als auch des ganzen Organismus. Die Beobachtungen, die ich in einem Fall an der Leiche eines Erwachsenen gemacht habe, der sich in der Jugend eine Luxation nach hinten¹⁾ des unteren Endes der Ulna zugezogen hatte, und in zwei Fällen, auch an Leichen Erwachsener, bei denen allem Anscheine nach die Folgen einer Kinderlähmung an den unteren rechten Extremitäten vorhanden waren, entsprechen vollkommen den ausgeführten Experimenten, und können, meiner Meinung nach, ebenso gut durch eine verminderte Thätigkeit der Muskeln der kranken Seite erklärt werden.

Im ersten Fall war die Hand soweit flektirt, dass sie mit dem stark pronirten Vorderarm fast einen rechten Winkel bildete, der Handteller war nach hinten und aussen gewendet. Das untere Ende der Ulna prominirte stark. Bei Eröffnung des oberen Gelenkes zwischen Vorderarm und Hand sah man den Interarticularknorpel fast vollständig vom Rande der Gelenkfläche des Radius abgelöst, zwischen ihnen befand sich eine unregelmässige Oeffnung; der Knorpel stand mit dem Radius nur durch dünne Verbindungsbrücken an der Peripherie im Zusammenhang; er war sehr schwach entwickelt, und stand fast vertical zwischen dem Processus styloides der Ulna und dem Rande des Radius. Die Gelenkfläche des Radius fiel schief nach unten ab, so dass die Spitze seines Processus styloides um 1,8 Mm. tiefer als die Spitze des entsprechenden Processus der Ulna stand. Auf der Gelenkfläche erhob sich ein starker Kamm, entsprechend dem Zwischenraum zwischen dem Os naviculare und dem Os lunatum. Die ganze Ulna war an der Oberfläche spiralig verbogen, ausserdem noch bogenförmig an ihrem inneren Rande. Der Radius war in seinem unteren Drittel verkrümmt und ragte mit seiner Convexität zwischen Brachio-radialis und Extensor carpi radialis longus nach oben von den Mm. abductor pollicis und Extensor brevis hervor. Die vom inneren Condylus des Humerus entspringenden Muskeln waren kräftiger entwickelt, als ihre Antagonisten, welche blass und dünn waren. Die ganze Extremität war kürzer, dünner und schwächer entwickelt, als die linke; ihre Länge betrug 72,5 Cm., links 80 Cm. Das Maass wurde auf der Dorsalfläche genommen von der Spitze des Mittelfingers zur Mitte des Zwischenraumes zwischen den unteren Enden der Vorderarmknochen (die Länge der Hand betrug rechts 17,5 Cm., links 19,5 Cm.), dann weiter zur Mitte des Ellenbogengelenks zwischen den Condylen (dieser Theil betrug rechts 24,5 Cm., links

¹⁾ Goyrand, Journal f. Kinderkrankheiten. Bd. XLI. Juli — December 1863. Erlangen. S. 435—452.

26 Cm.) und darauf zum Akromion (rechts 30,5 Cm., links 34,5 Cm.). Der Durchmesser über dem Gelenk am unteren Ende der Vorderarmknochen betrug rechts 4 Cm., links 5,5 Cm., im Ellenbogengelenk rechts 8 Cm., links 9 Cm. Die Länge der rechten Clavicula von der Mitte ihres äusseren Endes zur Mitte ihres inneren Endes gerade gemessen betrug 14,5 Cm., die der linken 15,5. Sogar die Scapulae und die oberen Rippen mit ihren Muskeln zeigten einen Unterschied zwischen rechts und links, indem sie auf der linken Seite kräftiger entwickelt waren. Die Rippenbogen und besonders der obere Theil des Brustkorbes waren asymmetrisch. Die Muskeln der Schultern und das Schultergürtels waren blasser und dünner, als die entsprechenden der linken Seite; einen Unterschied in der Entwicklung der Antagonisten wurde man hier aber nicht gewahr. Das wäre also ein Beispiel eines geschwächten Wachstums und Entwicklung in Folge einer erniedrigten Thätigkeit der Muskeln einer Extremität, bei welcher die Luxation der Hand veränderte mechanische Verhältnisse hervorgerufen hatte.

Von den zwei anderen Fällen mit den Folgen einer geschwächten Thätigkeit der Muskeln der rechten unteren Extremität wurde der eine mitsammt den Weichtheilen untersucht, beim anderen aber nur die Knochen. Im ersten Fall betrug die Länge der rechten unteren Extremität 82,5 Cm., die der linken 95 Cm. Die Messung wurde ausgeführt von der Spitze des äusseren Knöchels bis zur Spitze des Köpfchens der Fibula rechts 32 Cm., links 36 Cm., von dort nach oben längs dem Femur zur Spitze des grossen Trochanters rechts 39,5 Cm., links 47 Cm., und vom grossen Trochanter zur Spina cristae il. sup. rechts 11 Cm., links 12 Cm. Die Länge des Fusses, von der Spitze der grossen Zehe längs dem inneren Fussrande bis zur Mitte der Ferse gemessen, war auf der rechten Seite 21,5 Cm., auf der linken 24 Cm., die Länge der rechten grossen Zehe war 6,5 Cm., der linken 7 Cm. Die grosse Zehe war bei ihm besonders stark entwickelt, denn sie diente ihm als Hauptstütze bei dem im Uebrigen schwach entwickelten Fusse. Die Bewegungen im Tibio-tarsalgelenk waren beschränkt, die Dorsalflexion war geringer wegen des verringerten Unterschiedes zwischen der oberen Gelenkfläche des Fusses und der unteren Gelenkfläche der Unterschenkelknochen; die Gelenkfläche war in ihrem hinteren Theil fast auf ein Drittel verkleinert. Der Abstand zwischen der Spina ant. sup. oss. il. und dem Tuberculum pubicum der rechten Seite betrug 12 Cm., auf der linken Seite 13 Cm. Eine Asymmetrie war auch am Kreuzbein und den unteren Lendenwirbeln bemerkbar, die auf der rechten Seite etwas kleiner waren als links. Der Umfang des Oberschenkels in der Mitte gemessen betrug rechts 33,8 Cm., links 45,5 Cm. Auf dem Sägeschnitt, der durch die Mitte des Oberschenkels geführt wurde, betrug der frontale Durchmesser des Femur rechts 2,2 Cm., links 2,5 Cm.; der sagittale rechts 2,1 Cm., links 3 Cm., was von der schwächeren Entwicklung der Linea aspera der rechten Seite abhing. Die Dicke der Knochensubstanz des Femur betrug auf der rechten Seite 4 Mm., auf der linken 7,5 Mm. Auf der rechten Seite war der Durchmesser des Knochenkanals grösser. Die Muskeln der linken Extremität waren sehr entwickelt, während die auf der rechten sehr blass waren, mit Fettstreifen; ihre Harmonie mit den Antagonisten war gestört, besonders am Unterschenkel, wo die Muskeln an der vorderen und äusseren Seite verhältnissmässig blass und mit mehr Fettstreifen durchzogen waren.

Im zweiten Fall boten die Knochen der rechten und linken Seite ähnliche Verhältnisse dar. Das Kreuzbein war auf der rechten Seite schwächer entwickelt, etwas verbogen, wobei die Convexität nach rechts sah; rechts war der Knochen schmaler und länger. Das rechte Hüftbein war ebenfalls dünner und kleiner, besonders in seinen Querdurchmessern. Die Länge des Femur, an der äusseren Seite von der Spitze des grossen Trochanter bis zum Rande des äusseren Knöchels gemessen, betrug rechts 37,5 Cm., links 43,5 Cm.; die Länge des Schienbeins an der inneren Seite (gerade gemessen, nicht längs der Oberfläche) betrug rechts 31,5 Cm. (dieser Knochen war in der oberen Hälfte stark nach innen verbogen), links 36 Cm. Der Umfang des rechten Femur betrug in der Mitte rechts 5,5 Cm., links 7,5 Cm. Die Knochen des Ober- und Unterschenkels waren rechts stärker gekrümmt als links.

Ich habe hier Fälle angeführt, die ich an Leichen untersucht habe; gegenwärtig beobachte ich junge Leute mit auffallenden Veränderungen, die theils durch den Einfluss abnormer mechanischer Ursachen, theils durch Störung der Knochencontinuität im frühesten Lebensalter bedingt wurden. Ich werde zu seiner Zeit wieder darauf zurückkommen, wobei ich durch Thatsachen zu beweisen beabsichtige, wie sich die regelmässige Form verändert und wieder herstellen lässt durch Anreizung der Muskeln der veränderten Organe zur Thätigkeit, anfangs zur passiven, darauf zur activen, und nicht durch Electricität, deren Wirkung viel zu kurze Zeit anhält und in keinem Fall die Anreizung zur Thätigkeit durch das Individuum selbst zu ersetzen im Stande ist. Es wird überhaupt der möglichen Thätigkeit der peripherischen Organe selbst zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

Weitere Experimente wurden folgende gemacht:

4) Bei jungen Hunden und Ferkeln wurde ein Theil des Schläfenmuskels ausgeschnitten, eine Muskellage auf dem Knochen gelassen und die Wunde vernäht; diese heilte per primam. Zwei Monate nach der Operation fand man die halbmondförmige Linie, welche die Grenze der Anheftung des Schläfenmuskels bildet, auf der operirten Seite verstrichen, besonders bei Ferkeln; die Convexität des Schädeldgewölbes auf dieser Seite etwas grösser, die Knochenwand etwas dicker, als auf der anderen Seite; die Symmetrie der Schädelhöhle gestört.

5) Bei jungen Hunden, Katzen und Ferkeln wurde der Augapfel enucleirt, so dass die umgebenden Theile und die Lider in ihrer Lage verblieben. Am auffallendsten waren die Veränderungen an jungen Hunden und Katzen. Einem Hunde wurde das linke Auge drei Wochen nach der Geburt ausgeschält, einem zwei Wochen alten Kätzchen das rechte; getödtet wurden sie zwei Monate nach der Operation. Die Augenhöhle war auf der operirten Seite bedeutend kleiner, als auf der gesunden. Der Längsdurchmesser in der Mitte der vorderen Augenöffnung betrug beim

Hunde rechts 20 Mm., links 15,5 Mm.; der Querdurchmesser in der Mitte dieser Oeffnung war rechts 21 Mm., links 17,5 Mm. Beim Kätzchen betrug der Längsdurchmesser in der Mitte der Oeffnung rechts 16,5 Mm., links 20,5 Mm.; der Querdurchmesser rechts 17 Mm., links 21 Mm. Der Abstand des inneren Randes der Augenhöhle von der Mittellinie des Gesichts war auf der operirten Seite auch verkleinert; auch der Jochbogen dieser Seite war verkleinert und sogar etwas verkürzt. Die Wände der Augenhöhle waren verdickt, die Symmetrie der Schädelhöhle gestört; die Wölbung ihrer Höhle war auf der operirten Seite etwas stärker ausgeprägt. Die Wände des ganzen Oberkiefers der gleichen Seite waren etwas verdickt.

6) Kaninchen wurde am 6. Tage ihres Lebens die Fascia lata der ganzen Länge nach am linken Schenkel subcutan gespalten. Nach zwei Monaten erwies sich das Femur auf der operirten Seite etwas kürzer, als auf der gesunden, aber dafür bedeutend dicker; dieser Unterschied war auffallend. Die Femurköpfchen waren gleich entwickelt. Der grosse Trochanter prominirte auf der linken Seite etwas mehr nach aussen, als rechts.

7) Meerschweinchen wurde zu verschiedenen Zeiten (zum ersten Mal am 5. Tage nach der Geburt) aus dem Oberkiefer rechterseits ein Theil der Krone des Schneidezahnes abgebrochen; am Unterkiefer wurde zuerst die Krone des rechten Schneidezahnes abgebrochen, darauf der ganze Zahn vollständig herausgezogen. Nach zwei Monaten wurde das Thier getödtet. Der Schädel war deutlich verkrümmt: mit der Convexität sah er nach rechts auf die operirte Seite, mit der Concavität nach links, wobei die rechte Hälfte des Nasentheils sich höher erhob, als die linke; letzteres kann man sich dadurch erklären, dass die linken Schneidezähne schief standen, besonders der linke untere Schneidezahn. Das Thier konnte sich blos des linken Schneidezahnes beim Beissen bedienen. Die Zähne trafen unter einem nach links offenen Winkel zusammen. Der Unterkiefer war auch verkrümmt und verdickt auf der rechten Seite. Fast der ganze Schädel war asymmetrisch, selbst das Foramen occipitale magnum.

Aus den vorhergehenden Experimenten schliessen wir, dass der Knochen nach der Seite des geringsten Widerstandes wächst; sei es, dass ein Theil der Muskeln entfernt ist, sei es, dass der Augapfel oder Zähne ausgerissen, oder Fascien durchschnitten werden, die unter dem Einfluss von Muskeln sich befinden, wie z. B. die Fascia lata, allemal wird der Druck auf den Knochen verringert; die Gefässe des Periostes finden geringeren Widerstand von aussen, in Folge dessen kann eine grössere Quantität von Ernährungsflüssigkeit in die umgebenden Gewebe sich verbreiten und zum stärkeren Knochenwachsthum nach der Seite des geringsten Widerstandes beitragen. Fick¹⁾ beobachtete bei Experimenten, wie die eben beschriebenen,

¹⁾ a. a. O. 1857. S. 16, 18 u. 19. Fig. II, III, X, XI u. XII.

keine Veränderung der Schädelhöhle, keine Asymmetrie, — das ist, wie oben gezeigt, nicht richtig, darauf machte auch Gudden¹⁾ bei Beschreibung seiner Resultate aufmerksam.

Endlich wurden noch Versuche angestellt, die den Einfluss äusseren Druckes auf die Form einzelner Theile und des ganzen Organismus der Thiere zeigen sollten.

8) Die rechte Gesichtshälfte wurde Kaninchen bald nach der Geburt mit Collodium bestrichen, ebenso die geschlossenen Augenlider. Wenn die Collodiumdecke platzte und Stücke davon mit den Haaren abfielen, wurde die entblösste Haut mit einer neuen Schicht Collodium bedeckt. Wurden nach einiger Zeit die Lider geöffnet, so sah man die Hornhaut schon getrübt. Bei Untersuchung des Schädels zwei Monate nach Beginn des Experiments fand man ihn so gekrümmt, dass die rechte Seite concav, die linke convex war; diese Verkrümmung war deutlich sowohl am Ober- als auch am Unterkiefer zu sehen. Die Oeffnung der Nasenhöhle sah nach unten vorn rechts, wenn man den Schädel auf eine horizontale Unterlage legte. Die Naht in der Mitte des Schädeldaches richtete sich im vorderen Theil etwas nach rechts.

9) Einem 5 Tage alten Kaninchen wurde die Haut auf der inneren Oberfläche beider Unterschenkel gespalten; die Ränder der Wunde des einen Unterschenkels wurden mit den entsprechenden des anderen zusammengenäht, und damit die Nähte nicht auseinander gehen sollten und die Ränder mit einander verwachsen, wurden die Extremitäten mit einander verbunden. Nach 6 Wochen lockerte sich der Verband; eine Vereinigung der Wundränder war nicht eingetreten. Das Thier zog beim Gehen seine verbundenen hinteren Extremitäten unter die linke Hälfte des Körpers, beim Liegen legte es sie unter den linken Theil des Körpers. Bei der Untersuchung nach dem Tode (6 Wochen nach der Operation) war der rechte Unterschenkelknochen länger und schmaler, der linke kürzer und dicker. Die Länge des rechten Unterschenkelknochens betrug 4,1 Cm., die des linken 3,7 Cm. Der linke Unterschenkelknochen war besonders in seinem unteren Theil verdickt. Der rechte Fuss war auch länger, als der linke: rechts 4,2 Cm., links 4,0 Cm.

10) Einem jungen Huhn und einem Kaninchen wurden am Kopf Lasten befestigt. Dem einen Monat alten Huhne wurde am Kamm eine Last angebracht, so dass sie auf der rechten Seite des Kopfes herunterhing; einem Kaninchen wurden 4 Kopeken, in ein Stückchen Baumwollstoff eingenäht, nach vorn vom Ohr befestigt. Das Hühnchen gewöhnte sich bald, suchte aber während des Schlafs seinen Kopf einem anderen Hühnchen auf den Rücken zu legen. Das Kaninchen war die ganze Zeit über munter und entwickelte sich besser als die anderen Kaninchen desselben Alters. Das rechte Auge wurde gewöhnlich von oben durch eine Hautfalte verdeckt; das rechte Ohr hielt es gewöhnlich in horizontaler Richtung. Nach 6 Wochen wurden diese Thiere getödtet, und es ergab sich beim Hühnchen Folgendes: das rechte Stirnbein war etwas über das linke, und die hinteren Ränder dieser Knochen waren etwas unter die vorderen Ränder der Scheitelbeine geschoben. Die

¹⁾ a. a. O. S. 41. Taf. IX. Fig. 8.

Spitze des Schnabels sah etwas nach links; die rechten Kiefer waren etwas länger und dünner als die linken. Die Ossa coracoidea waren verkrümmt, besonders links, wo über dem Brustbeinende sich sogar eine tiefe Einknickung gebildet hatte. Der rechte Knochen war kürzer und dicker, der linke länger und schmaler. Diese Knochen waren im Gelenk mit dem Brustbein fast unbeweglich verbunden; rechts bemerkte man beim Bewegen eine Rauigkeit. Der untere Theil der Wirbelsäule und des Beckens war leicht verbogen und mit der Convexität nach links gewendet. Am Schädel des Kaninchens war eine Veränderung in der Lage des äusseren Gehörgangs bemerkbar.

Aus allen diesen Versuchen erhellt, dass unter dem Einflusse von örtlichem Druck das Wachsthum der Knochen sinkt, die Form sich ändert, und die Harmonie gestört wird, und auch hier wieder nicht nur in den unmittelbar betroffenen Organen, sondern fast im ganzen Organismus. Die Behinderung der Bewegung in den Gelenken (beim Hühnchen) unter Druckwirkung könnte sogar zu Verwachsung der Gelenkfläche führen, denn im rechten Gelenk war schon eine Rauigkeit vorhanden, die durch Schwund des Gelenkknorpels in der Mitte bedingt wurde. Dasselbe fand sich auch im Tibiotarsalgelenk des oben beschriebenen Präparates eines Menschen.

Diese Präparate erhielt man schon nach kurzer Frist. Zur Controle von Fick's Experimenten über die Bildung von Schädelsinus nach Exstirpation der Nasenmuscheln stellte ich ähnliche Versuche an, doch waren die hier in so kurzer Zeit erhaltenen Veränderungen nicht genügend überzeugend, und da ich diese Untersuchungen noch weiter fortsetzte, werde ich seiner Zeit wieder darauf zurückkommen.

Auf Grund der beschriebenen Versuche und Beobachtungen kommt man zu folgenden Schlüssen:

1. Die Knochen entwickeln sich um so kräftiger nach jeder Richtung, je grösser die Thätigkeit der sie umgebenden Muskeln ist; bei verringerter Thätigkeit dieser werden auch die Knochen dünner, schmaler und schwächer.

2. Die Form der Knochen ändert sich, sobald der Druck seitens der sie umgebenden Organe (Muskeln, Haut, Auge, Zähne etc.) geringer wird; sie werden dicker und richten sich nach der Seite des geringsten Widerstandes.

3. Die Form der Knochen wird auch durch den Druck äusserer Theile verändert; der Knochen wächst langsamer auf der Seite des stärkeren äusseren Druckes und krümmt sich bei einseitigem Druck.

4. Fascien, die sich unter unmittelbarem Einflusse der Muskeln befinden, üben auch einen Seitendruck aus, der sich beim Durchschneiden der Fascien verringert, was für die Form der Knochen von gleicher Bedeutung ist, wie die Entfernung eines Theiles der Muskeln.

5. Der Knochen ist als ein actives Organ zu betrachten in Beziehung auf die Form seines Baues, in Beziehung auf seine Architectur, als Stütze für die ihn umgebenden Organe; aber als ein passives in Beziehung auf den Einfluss, den diese auf ihn ausüben, indem sie die äussere Form bedingen. Dieses Letztere hängt hauptsächlich davon ab, dass sie gemeinschaftliche Ernährungsquellen haben; die Ernährung wird gesteigert durch Druckverminderung seitens der sie umgebenden Theile und durch erhöhte Thätigkeit der anliegenden Muskeln, und umgekehrt. Die oben beschriebenen Präparate wurden der anatomischen Section des Internationalen Congresses in London demonstrirt.

Diese Abhängigkeit der verschiedenen Organe von einander hat unbedingt eine grosse Bedeutung bei der Betrachtung des Menschen in seiner äusseren Erscheinung. Es gelingt uns oft leicht, nicht nur das Geschlecht, sondern auch die Nationalität und die Volksrasse zu erkennen, zu denen ein gewisses Individuum gehört, während wir, das Knochengerüst des Menschen betrachtend, besonders seinen Schädel, jetzt noch nicht im Stande sind zu sagen, nicht nur welcher Nation oder Rasse er angehört, sondern oft auch nicht einmal sein Geschlecht bestimmen können. Es ist klar, dass wir unsere Bestimmungen hauptsächlich auf die den Schädel bedeckenden Weichtheile begründen. Unter diesen sind es hauptsächlich die Muskeln, die am meisten auf den Gesichtsausdruck Einfluss haben ¹⁾. Die ungleiche Entwicklung der Muskeln hängt von der Verschiedenheit der Töne derjenigen Sprache ab, in der wir gewohnt sind, unsere Gedanken und Empfindungen auszudrücken, und von der Thätigkeit der höheren Sinnesorgane, die von

¹⁾ S. meinen Aufsatz: über den genetischen Zusammenhang zwischen dem Gesichtsausdruck und der Thätigkeit der Muskeln, welche die höheren Sinnesorgane umgeben. Auszug aus der Gesellschaft f. Naturwissenschaft, Anthropologie u. Ethnographie an der Moskauer Universität; Protocoll der Anthropologischen Ausstellung 1879. Moskau 1881.

ihnen umgeben werden. Diese Organe entwickeln sich aber verschieden, je nach der Nahrung, der Gegend, der Wohnung, in welchen wir geboren sind und wenigstens einen Theil unserer Jugend, wo doch alle Organe am raschesten sich entwickeln, zugebracht haben, — je nach den Sitten und Gebräuchen und Gewohnheiten, die wir uns in der Jugend durch Nachahmung angeeignet haben. Alles das zusammengekommen bildet die Eigenthümlichkeiten aus, welche wir an Menschen verschiedener Nationalität und Rasse beobachten; sie müssen unbedingt sich ändern, sobald die Ursachen, die sie hervorgerufen haben, andere werden, und sich erhalten, so lange diese unverändert fortexistiren und weiter wirken. Betrachten wir die Meierhöfe und Zuchtstätten verschiedener Rinderrassen, so erfahren wir hier allemal, dass wenn man eine auch noch so reine Rasse zur Hebung der Zucht kommen lässt, ihre Nachkommenschaft nach einigen Generationen sich sicher verändert, indem sie den Verhältnissen der gegebenen Gegend sich anpasst. Die gleiche Bedeutung haben diese Verhältnisse auch zweifelsohne auf den Menschen. Will man die äusseren nationalen Eigenthümlichkeiten des Menschen erhalten, so ist es unumgänglich nothwendig, dass man ihn von seiner Geburt an, während seines intensivsten Wachstums, nur die nationale Sprache reden und ihn unter den Verhältnissen des gegebenen Landes, unter dem unmittelbaren Einfluss aller nationalen Sitten und Gebräuche aufwachsen lasse. Zur Zeit sind wir noch nicht im Stande, an einem Skelet oder an einem gegebenen Schädel die Nationalität des Individuums zu bestimmen, dem sie gehörten; das beweist aber noch nicht, dass solche Unterschiede gar nicht existiren. Unterschiede in der Form der Knochen müssen sich unter dem Einfluss verschieden entwickelter Sinnesorgane und Gesichtsmuskeln gebildet haben, aber unsere bis jetzt angewandten Methoden zur Bestimmung der nationalen Unterschiede sind viel zu grob, wir können mit ihnen diese feinen Unterschiede noch nicht erfassen und bestimmen.
