

Aus der Universitäts-Nervenklinik Tübingen
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. E. KRETSCHMER)
und aus dem Anatomischen Institut der Universität Frankfurt a. M.
(Direktor: Prof. Dr. D. STARCK).

Gesetzmäßigkeiten im Wachstum der Schädelbasis und ihre Bedeutung für die Konstitutionsbiologie*.

Von
GISELA PANKOW.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 27. Juli 1950.)

Aus dem umfassenden Fragenkomplex der konstitutionellen psychophysischen Reifungshemmung oder Retardierung im Sinne KRETSCHMERS (1944; 1948) soll im folgenden nur der Schädel und dabei speziell die Schädelbasis als Schnittpunkt der Hirn- und Gesichtsschädelentwicklung herausgegriffen werden. Dieser Teilausschnitt von Fragen ist nicht willkürlich gewählt, denn die Schädelbasis nimmt in zweifacher Richtung eine Sonderstellung ein. Einmal wirken sich Hemmungen im Wachstum der Schädelbasis in der *Konstruktion des Gesichtsschädels* aus und geben eine Erklärung für die Hypoplasie des Mittelgesichts¹, die nicht nur für die theoretische Forschung, sondern auch für die rasche Beurteilung des Gesichtsbildes in der Praxis von Bedeutung ist.

Neben diesen konstruktiven Einwirkungen auf den Gesichtsschädel spielt die Schädelbasis aber vielleicht eine erhebliche Rolle für *korrelative Beziehungen zum Hypophysenzwischenhirnsystem*, das hier ja im engsten räumlichen Zusammenhang steht und das als Steuerungszentrum für Vegetativum und Endokrinium eine Schlüsselstellung für die Entwicklung der Gesamtkonstitution einnimmt. KRETSCHMER (1944; 1950) hat des öfteren auf das gleichzeitige Auftreten von Hypoplasien am Schädel und leichten endokrinen Störungen hingewiesen und betont, daß es sich dabei um Störungen im harmonischen Ablauf der Reifung handelt, die innerhalb des seelischen Gefüges u. a. zu Neurosen führen können².

* Vortrag, gehalten auf dem 1. Kongreß der Gesellschaft für Konstitutionsforschung in Tübingen vom 27.—29. April 1950.

¹ Es ist uns gelungen, die Entstehung der Hypoplasie des Mittelgesichts in erster Linie auf Wachstumshemmungen an der vorderen Schädelbasis zurückzuführen, worüber an anderer Stelle berichtet werden soll.

² In Weiterverfolgung dieses Gedankenganges wies W. KRETSCHMER (1950) die auffällig hohe Korrelation zwischen körperlichen Retardierungsstigmata insbesondere des Genitalapparates und Neurosen nach.

Wenn es also gelingt, die Wachstumshemmung an der Schädelbasis exakt zu messen, so dürfen wir hoffen, in diesem mathematisch auswertbaren morphologischen Test mindestens gewisse exakte Anhaltspunkte zu gewinnen für gleichzeitig bestehende vegetativ-endokrine Störungen und damit überhaupt für die konstitutionelle Entwicklungshemmung, die ein Mensch in einer bestimmten Zeit erleidet. Obwohl das Zusammenreffen von Formbildungshemmungen am Schädel und leichten endokrinen Störungen bis jetzt nur korrelativ und nicht kausal erklärt werden konnte, so ist damit doch ein Ansatzpunkt für die Erforschung ganzheitlicher psychophysischer Zusammenhänge gegeben.

Es soll jetzt ein Ausschnitt aus den seit 1946 durchgeführten Untersuchungen über die *Wuchstendenzen an der Schädelbasis* gegeben werden. Die metrische Erfassung dieser Wuchstendenzen kann in zweifacher Weise erfolgen, einmal durch die Messung der Schädelbasisknickung und zum anderen durch die direkte Bestimmung von Längenmaßen an der Schädelbasis. Ich gehe zunächst auf die Frage der Basisknickung ein.

Um die *Knickung der Schädelbasis* zu messen, wurde am median-sagittal aufgesägten Schädel die Neigung des Clivus gegen die Neigung des Planum sphenoidum festgelegt durch einen Winkel, dessen Scheitelpunkt durch den Schnittpunkt der beiden jeweils den Clivus bzw. das Planum sphenoidum enthaltenden Geraden bestimmt ist¹. In der anthropologischen Literatur wird dieser Winkel als Sphenoidal-Clivuswinkel von LANDZERT bezeichnet. Da dieser Winkel an unverkanteten seitlichen Röntgenaufnahmen² des Schädels gut ausgemessen werden kann, bestimmten wir in Fortführung unserer früheren Untersuchungen bei weiteren 50 unausgelesenen Studentinnen einen Mittelwert von $111^\circ \pm 0,80$, so daß sich bei 100 unausgelesenen Studentinnen unter Einbeziehung der früheren Ergebnisse für den die Schädelbasisknickung charakterisierenden Sphenoidal-Clivuswinkel ein Wert von $112^\circ \pm 0,55$ ergibt. Wesentlich ist nun, daß wir bei weiteren 50 Patientinnen mit nachgewiesenen Reifungshemmungen der Sexualkonstitution³ einen gegen die Norm größeren Sphenoidal-Clivuswinkel von $118^\circ \pm 0,82$

¹ Vgl. PANKOW 1948, Abb. I, S. 73.

² Um Verkantungen zu vermeiden, wurde das früher benutzte Verfahren (PANKOW 1948, S. 128) insofern verbessert, als wir statt der Bauchlage der Patienten jetzt die Rückenlage wählten und den Kopf so orientierten, daß ein Fadenlot mit der Ohraugenebene (Margo infraorbitalis — oberer Rand des Forus acusticus externus) zusammenfällt. Die Einstellung mit dem Fernröntgengerät nach KORKHAUS (1939), auf das wir bereits früher hinwiesen, konnte leider noch nicht durchgeführt werden.

³ Zur Problemstellung der konstitutionellen Reifungshemmung vgl. KRETSCHMER (1944; 1950) und W. KRETSCHMER (1950). — Eine Übersicht über 50 Fälle mit nachgewiesenen Reifungshemmungen der Sexualkonstitution gibt Tab. I, S. 104—123, PANKOW (1948).

fanden. Unter Einbeziehung der früheren Ergebnisse folgt für 100 retardierte Patientinnen ein Wert von $118^\circ \pm 0,57$, woraus eine statistisch gesicherte geringere Knickung der Schädelbasis im Vergleich mit den unausgelesenen Studentinnen berechnet werden kann.

Was berechtigt uns dazu, die geringere Basisknickung als Reifungshemmung zu deuten? DABELOW hat 1931 in Übereinstimmung mit VIRCHOW (1857) und RANKE (1892) die Vermutung ausgesprochen, daß sich die Stärke der Basisknickung während der menschlichen Ontogenese gesetzmäßig ändert, und zwar im Zusammenhang mit der Hirnentwicklung¹. Da DABELOW aber im einzelnen kein Beobachtungsgut

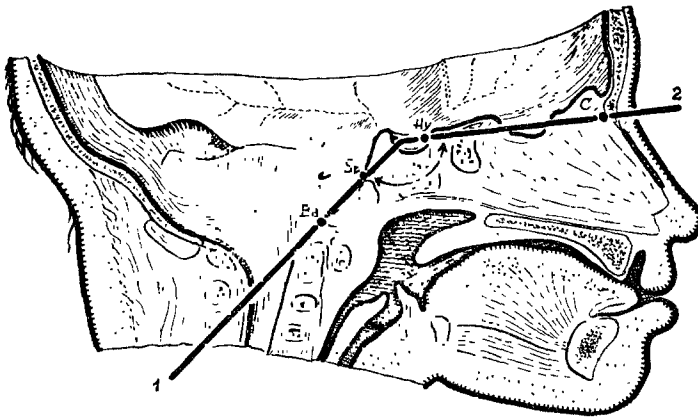


Abb. 1. Sphenoidal-Clivuswinkel am mediansagittal aufgesägten Schädel eines Embryo von 32 cm Scheitelsteißlänge und 50 cm Scheitellärsenlänge. — Gerade 1: Festgelegt durch das Basion (Ba) und den dorsalen Rand der Sphenoccipitalfuge (Sp). Gerade 2: Festgelegt durch den vorderen Fußpunkt der Crista galli (C) und den vorderen Rand der Hypophysengrube (Hy). [Nach PANKOW, Anat. Nachrichten 1 (1950).]

angegeben hat und da HOCHSTETTER 1943 in seinen umfangreichen „Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der kraniocerebralen Topographie des Menschen“ für die Embryonalzeit eine Gesetzmäßigkeit der Schädelbasisknickung zurückgewiesen hat, wurde die Frage neu geprüft. Durch das freundliche Entgegenkommen von STARCK (Frankfurt a. M.) konnten am dortigen Anatomischen Institut Messungen an einem Beobachtungsgut von 42 Embryonen verschiedenen Alters vorgenommen werden. Dabei wurden zur Aufdeckung des Wachstumsgesetzes der Schädelbasis neben dem Winkel der Basisknickung erstmals auch Schädel-längenmaße bestimmt.

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse für die Basisknickung². Die Ausgüsse der Schädelbasis von 37 Embryonen wurden parallel zur

¹ Zur kritischen Darstellung der Literatur vgl. PANKOW (1948, S. 79 ff.).

² Ein Teil der hier vorgetragenen anatomischen Ergebnisse erschien als vorläufige Mitteilung (PANKOW 1950).

Deutschen Horizontalen orientiert¹ und zeigen eine Zunahme der Basisknickung vom 4. Monat bis zur Geburt. Um die genaue Ausmessung des Sphenoidal-Clivuswinkels an den in der Mediansagittalebene aufgesägten Schädeln der Embryonen durchführen zu können, mußte der Sphenoidal-Clivuswinkel in modifizierter Form ausgemessen werden. Einmal macht der in der Embryonalzeit stark ausgeprägte Limbus sphenoidalis eine Festlegung durch das Planum sphenodeum unmöglich, und zum andern ist in den jüngeren Stadien die Länge des Clivus so gering, daß zwei Punkte zur Festlegung der den Clivus enthaltenden Linie gewählt werden müssen. Deshalb wurde der eine Schenkel des Winkels (Abb. 1) durch den dorsalen Rand des Clivusknochenkerns in Basionhöhe und den dorsalen Rand der Sphenooccipitalfuge festgelegt; der andere Schenkel wurde durch eine Gerade gefunden, die den vorderen Fußpunkt der Crista galli mit dem vorderen Rand der Hypophysengrube verbindet. Die Messungen, die in Zusammenarbeit mit KUMMER (Frankfurt a. M.) erfolgten, ergaben eine Gesetzmäßigkeit für die Schädelbasisknickung in Abhängigkeit von der Körpergröße. Dabei wurde als Maß für die Körpergröße einerseits die Scheitelfersenlänge im Zirkelmaß und andererseits die Scheitelsteißlänge sowohl im Zirkelmaß wie im Bandmaß — unter Einbeziehung der Körperkrümmungen — gewählt. Leider konnte das letztgenannte Maß, das bei unseren Messungen die größte Genauigkeit besaß, bei der Gesamtauswertung noch nicht zugrunde gelegt werden, da dieses Maß nur bei einer Mädchen- und zwei Knabenserien mitbestimmt worden war.

Betrachten wir zunächst die Abhängigkeit der Schädelbasisknickung von der Scheitelsteißlänge. Abb. 2 zeigt, daß der Sphenoidal-Clivuswinkel von 10 cm Scheitelsteißlänge (etwa vom 4. Monat) bis zu 38 cm Scheitelsteißlänge (etwa bis zur Geburt) zunimmt, d. h. daß die Basisknickung abnimmt. Dabei konnte die Zunahme von $130^\circ \pm 0,93$ bei 13,1 cm Scheitelsteißlänge auf $142^\circ \pm 0,45$ bei 32,2 cm Scheitelsteißlänge realstatistisch gesichert werden. Zur mathematischen Auswertung wurde eine Klasse mit 15 Werten im Intervall von 9—17 cm Scheitelsteißlänge einer Klasse mit 17 Werten in dem Intervall von 27—41 cm Scheitelsteißlänge gegenübergestellt. Der genaue Verlauf der in Abb. 2 dargestellten Kurve ergab sich im Intervall von 9—41 cm durch die Berechnung der Gesamtregression und der Teilregressionen aus den beiden genannten Klassen. Obwohl die Werte für Stadien unter 10 cm aus meßtechnischen Gründen noch nicht einbezogen werden konnten, glauben wir die aus der Kurve bereits ersichtliche Umkehr der Entwicklung in jungen Stadien durch Ausmessung mikroskopischer

¹ Wir benutzten nach Freipräparation die Unterränder beider Orbitae und den vorderen Endpunkt des Anulus tympanicus — an Stelle des noch nicht ausgebildeten knöchernen Porus acusticus externus — als Bezugssystem.

Schnitte später sichern zu können. Bei der in Abb. 3 dargestellten Abhängigkeit des Sphenoidal-Clivuswinkels von der Scheitelfersenlänge konnte die Umkehr der Entwicklung für die jungen Stadien noch nicht mathematisch gesichert werden, da uns hier leider nur 20 Embryonen mit geringem Größenunterschied zur Verfügung standen. HOCHSTETTER (1943) kam nicht zu einer Gesetzmäßigkeit für die Schädelbasisknickung, da er nur Embryonen bis zu 22 cm Scheitelsteißlänge untersuchte und die Streuung für die Basisknickung unseres Erachtens in den jüngeren Stadien stärker sein dürfte.

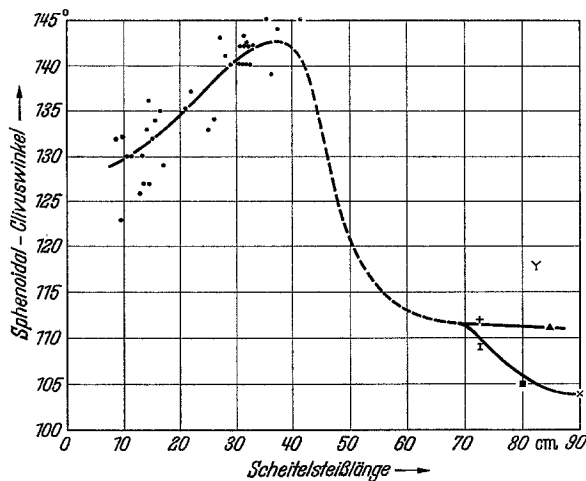


Abb. 2. Abhängigkeit des Sphenoidal-Clivuswinkels von der Scheitelsteißlänge. — · Einzelmessungen an 36 Embryonen; + Mittelwert für 25 10 jährige Schülerinnen; I Mittelwert für 27 10 jährige Schüler; ■ Mittelwert für 22 14 jährige Schüler; ▲ Mittelwert für 50 Studentinnen; x Mittelwert für 50 Studenten; Y Mittelwert für 100 retardierte Patientinnen.

Wesentlich ist nun, daß der Sphenoidal-Clivuswinkel nach der Geburt wieder abnimmt, d. h. daß die Basisknickung wieder zunimmt. Wenn für die ersten Lebensjahre auch noch keine Reihenröntgenuntersuchungen durchgeführt werden konnten, so bestätigen in Abb. 3 die im Intervall von 50—90 cm eingetragenen Werte¹ den bereits in Abb. 2 punktiert angegebenen Verlauf. Der in der Kurve angegebene Mittelwert von $112^\circ \pm 1,32$ für 25 10 jährige Schülerinnen stimmt mit dem Mittelwert des Sphenoidal-Clivuswinkels für 50 unausgelesene Studentinnen ($111^\circ \pm 0,80$) bzw. für 100 unausgelesene Studentinnen ($112^\circ \pm 0,55$) nicht bekannte Körpergröße überein. Daraus folgt, daß in der Median-sagittalebene der Vorgang der Basisknickung bei Frauen mit dem

¹ Die Werte wurden Röntgenaufnahmen des Schädels entnommen, die uns die Universitäts-Kinderklinik Tübingen (Direktor: Prof. Dr. NITSCHKE) freundlicherweise zur Verfügung stellte.

11. Lebensjahr als abgeschlossen gelten kann¹. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit Befunden von BOLK (1915, S. 649), der in seinen Untersuchungen über die Schädel der Primaten betont, daß der „Schädel im 12. Lebensjahr schon innerhalb des Kreises der individuellen Variationen des erwachsenen Schädels gerückt“ ist. Diese Aussage gilt unseres Erachtens nicht für Männer, denn wir fanden in Zusammenarbeit mit WAIBEL (Tübingen) für 27 10jährige Schüler einen Mittelwert des Sphenoidal-Clivuswinkels von $109^\circ \pm 1,10$ gegenüber $104^\circ \pm 0,97$ für 50 unausgelesene Studenten, woraus eine statistisch gesicherte stärkere

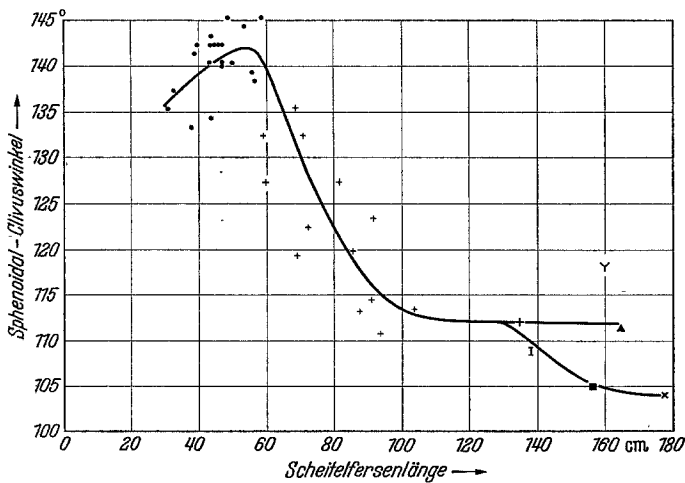


Abb. 3. Abhängigkeit des Sphenoidal-Clivuswinkels von der Scheitelfersenlänge. • Einzelmessungen an 20 Embryonen; + Einzelmessungen an 13 Kindern der Univ.-Kinderklinik Tübingen; + Mittelwert für 25 10jährige Schülerinnen; I Mittelwert für 27 10jährige Schüler; ■ Mittelwert für 22 14jährige Schüler; ▲ Mittelwert für 50 Studentinnen; × Mittelwert für 50 Studenten; Y Mittelwert für 100 retardierte Patienten.

Basisknickung bei Studenten im Vergleich zu 10jährigen Schülern berechnet werden kann. Der Vorgang der Basisknickung ist bei Männern erst im 15. Lebensjahre abgeschlossen, denn für 22 14jährige Schüler ergab sich ein Mittelwert von $105^\circ \pm 1,13$, der statistisch mit dem für Studenten gewonnenen Mittelwert übereinstimmt.

Zur Frage der *Geschlechtsabhängigkeit der Basisknickung*, die in diesem Zusammenhang Bedeutung gewinnt, ist zu bemerken, daß bei den genannten 50 Studenten eine statistisch gesicherte stärkere Basisknickung besteht als bei 50 bzw. 100 unausgelesenen Studentinnen. Während der Mittelwert für 25 10jährige Schülerinnen mit dem Mittelwert für 25 10jährige Schüler statistisch übereinstimmt, ergibt sich

¹ Ob die Basisknickung bei Frauen u. U. schon zu einem früheren Zeitpunkt abgeschlossen ist, soll noch festgestellt werden.

bereits eine realstatistische Abweichung bei den 10jährigen Mädchen gegenüber den 14jährigen Knaben im Sinne einer stärkeren Knickung der Schädelbasis bei den Knaben. Wir glauben, die bei Knaben stärkere Basisknickung im Sinne von BOLK (1926) und CONRAD (1941) als propulsive Entwicklungstendenz des Mannes gegenüber der Frau deuten zu können. Aus diesem Grunde haben wir für Männer in den Abb. 2 und 3 den Verlauf der Kurve für den Sphenoidal-Clivuswinkel zwischen den Mittelwerten für das 11. und 15. Lebensjahr aus dem ursprünglichen Verlauf der Kurve hervorgehen lassen.

Betrachten wir jetzt den Gesamtverlauf der Kurve für den Sphenoidal-Clivuswinkel in Abhängigkeit von der Körpergröße sowohl wie von der Scheitelsteißlänge, dann sehen wir, daß der Mittelwert von $118^\circ \pm 0,57$ für 100 Patientinnen mit nachgewiesenen Reifungshemmungen der Sexualkonstitution statistisch geringer ist als der für 50 Studentinnen ($111^\circ \pm 0,80$) fast gleicher Körpergröße bzw. fast gleicher Sitzhöhe. Auf Grund der dargestellten Gesetzmäßigkeit darf die bei retardierten Patientinnen geringere Basisknickung als *Reifungshemmung* gedeutet werden.

Die Zunahme der Basisknickung von 10jährigen Knaben bis zu erwachsenen Männern läßt sich auch aus der Größenveränderung des Sphenoidal-Clivuswinkels γ_2 bestimmen¹. Die Erfassung der Basisknickung durch den Winkel γ_2 ermöglicht uns eine Stellungnahme zur Frage der transversalen Knickungen, die DABELOW (1931) und STADTMUELLER (1943; 1949) als Beweis für die Gesetzmäßigkeit der Basisknickung während der menschlichen Ontogenese anführten. Es ergibt sich auch für den Winkel γ_2 eine realstatistische Abweichung zwischen den Mittelwerten der Studentinnen ($126^\circ \pm 0,71$) und der Studenten ($120^\circ \pm 0,76$) im Sinne einer stärkeren seitlichen Niederlegung der Alae parvae bei den Männern. Für 10jährige Schüler ($128^\circ \pm 1,02$), 14jährige Schüler ($127^\circ \pm 0,97$), 10jährige Schülerinnen ($129^\circ \pm 1,07$) und für Studentinnen ($126^\circ \pm 0,71$) stimmen die Mittelwerte der Basisknickung für den Winkel γ_2 statistisch überein. Interessant ist aber, daß in der Mediansagittalebene diese Übereinstimmung zwischen den Werten für 10jährige Mädchen und für 14jährige Knaben nicht besteht. Daraus folgt, daß die Zunahme der Basisknickung zunächst in der Mediansagittalebene vor sich geht und daß die transversale Knickung erst später einsetzt. Bei retardierten Patientinnen zeigt der Mittelwert der Basisknickung für den Winkel γ_2 ($136^\circ \pm 0,64$) eine realstatistische Abweichung gegenüber sämtlichen betrachteten Mittelwerten. Eine gründliche Untersuchung der seitlichen Niederlegung der

¹ Zur Definition vgl. S. 141, zur Darstellung im Röntgenbild PANKOW 1948, S. 125 ff.

Tabelle 1. Überblick über die Ergebnisse der Schädelbasisknickung¹.

	γ_1^*	γ_2^{**}	δ^{***}
15 Embryonen (9—17 cm Scheitelsteißlänge)	$130^\circ \pm 0,93$ +		
17 Embryonen (27—41 cm Scheitelsteißlänge)	$142^\circ \pm 0,45$		
100 retardierte Patientinnen	$118^\circ \pm 0,57$	$136^\circ \pm 0,64$ +	$132^\circ \pm 0,45$
25 10jährige Schülerinnen	$\left\{ \begin{array}{l} 112^\circ \pm 1,32 \\ 112^\circ \pm 0,55 \end{array} \right\}$ +	$129^\circ \pm 1,07$ +	$131^\circ \pm 0,93$
100 Studentinnen	$\left\{ \begin{array}{l} 111^\circ \pm 0,80 \\ 109^\circ \pm 1,10 \end{array} \right\}$ +	$126^\circ \pm 0,53$	$130^\circ \pm 0,46$
(50 Studentinnen)	$\left\{ \begin{array}{l} 105^\circ \pm 1,13 \\ 104^\circ \pm 0,97 \end{array} \right\}$ +	$126^\circ \pm 0,71$	$\left\{ \begin{array}{l} 130^\circ \pm 0,55 \\ 132^\circ \pm 0,77 \end{array} \right\}$
27 10jährige Schüler		$128^\circ \pm 1,02$ +	$132^\circ \pm 0,81$
22 14jährige Schüler		$127^\circ \pm 0,97$ +	$129^\circ \pm 0,71$
50 Studenten		$120^\circ \pm 0,76$	

* γ_1 Sphenoidal-Clivuswinkel in der Mediansagittalebene.** γ_2 Sphenoidal-Clivuswinkel in den Ebenen, die die lateralen Ränder der Processus alae parvae enthalten und durch Drehung um eine vertikale, etwa den Vorderrand des Foramen magnum treffende Achse aus der Mediansagittalebene hervorgehen.*** δ Sphenoidalwinkel.

+ Statistische Abweichung.

○ Statistische Übereinstimmung.

¹ Die Werte für die 10jährigenSchüler, für die 14jährigen Schüler und für die Studenten wurden im Rahmen einer Dissertation von WAIBEL (1950) bestimmt.

Alae parvae soll an Hand von eindeutig justierten sagittalen Röntgenaufnahmen des Schädels später durchgeführt werden.

Die hier abgeleitete Gesetzmäßigkeit für die Schädelbasisknickung gilt zunächst für die Bevölkerung unseres südwestdeutschen Raumes. Es ist aber mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß sich dieselben Gesetzmäßigkeiten auch für andere Rassen aufdecken lassen werden, wenn die jeweils dort gültigen Mittelwerte für die Schädelbasisknickung zugrunde gelegt werden.

Neben der Basisknickung wurden zusätzlich *Längenmaße des Schädelinnenraumes* bestimmt, und zwar die Entfernung Nasion-Basion, d. h. die in der Anthropologie gebräuchliche Entfernung für die Schädelbasislänge, die Entfernung Nasion-vorderer Rand der Hypophysengrube als von uns gewähltes Maß für die Länge der vorderen Schädelbasis und die Entfernung Basion-höchster Punkt des Dorsum sellae, d. h. die Clivuslänge. Bei 37 Embryonen wurden die Maße direkt am mediansagittal aufgesägten Schädel gemessen, bei 25 10jährigen Schülerinnen, 50 Studentinnen, 27 10jährigen Schülern, 22 14jährigen Schülern und 50 Studenten seitlichen Röntgenaufnahmen des Schädels entnommen und reduziert. Dabei ergab sich nun bei den Embryonen für sämtliche gemessenen Größen eine einheitliche Wachstumskurve, wenn jede der gemessenen Größen im logarithmischen Netz als Funktion der Körpergröße bzw. der Scheitelsteißlänge aufgetragen wird. In der hier gewählten Darstellung der Abb. 4 und 5 entsprechen die Punkte den an den Embryonen gewonnenen Einzelmessungen. Die eingezeichneten ausgezogenen Geraden sind die jeweils aus den Einzelmessungen berechneten Regressionsgeraden, und ihre Steigung gibt deshalb die durchschnittliche Zunahme des relativen Wachstums für die Schädelbasislänge, die Länge der vorderen Schädelbasis und für den Clivus an. Bemerkenswert ist nun, daß die für dieselben Längenmaße an der Schädelbasis bestimmten Mittelwerte für 25 10jährige Schülerinnen, 50 Studentinnen, 27 10jährige Schüler, 22 14jährige Schüler und für 50 Studenten auf einer errechneten Parallelen zu der aus dem Wachstum der Embryonen gefundenen Regressionsgeraden liegen. Die punktierten Parallelen dürfen außerdem auf Grund von mathematischen Untersuchungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, als Regressionsgeraden aus den gesamten Einzelmessungen der Schülerinnen, Studentinnen, Schüler und Studenten aufgefaßt werden und geben damit dieselbe durchschnittliche Zunahme des relativen Wachstums an.

Aus den bisher vorliegenden Untersuchungen darf geschlossen werden, daß in Abhängigkeit von der Körpergröße — im Intervall von 32—59 cm und von 135—177 cm — bzw. von der Scheitelsteißlänge — im Intervall von 8—41 cm und von 73—90 cm — *ein einheitliches Wachstumsgesetz der Form $y = b x^a$* besteht, wobei der Exponent a im logarithmischen

Netz jeweils die Steigung der Regressionsgeraden und damit die Allometriekonstante angibt. Diese Aussage bedeutet, daß in den betrachteten Intervallen die Wachstumsgeschwindigkeiten von bestimmten Teilen des Schädelinnenraumes zur Gesamtwachstumsgeschwindigkeit bzw. zur

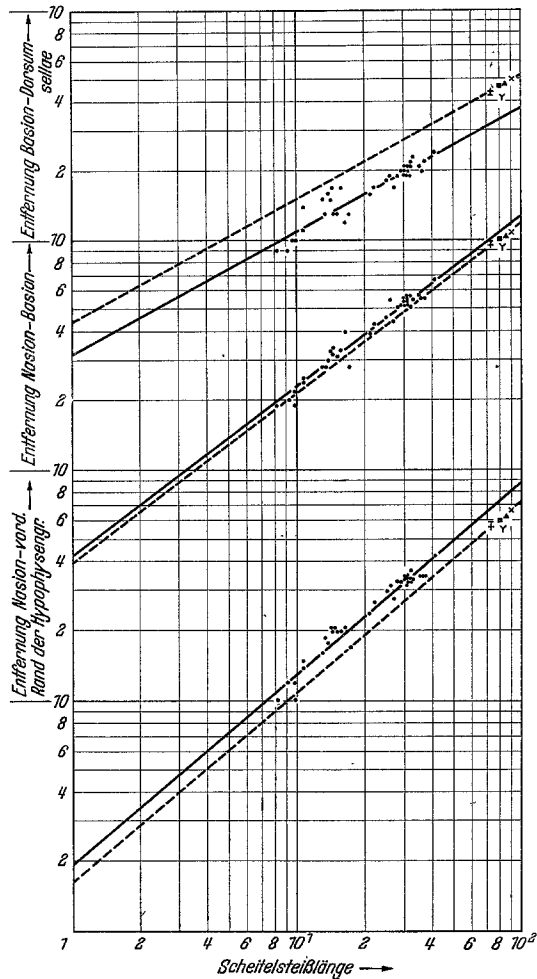


Abb. 4. Abhängigkeit einiger Längenmaße an der Schädelbasis von der ScheitelsteiBlänge. · Einzelmessungen an 37 Embryonen; + Mittelwert für 25 10jährige Schülerinnen; I Mittelwert für 27 10jährige Schüler; ■ Mittelwert für 22 14jährige Schüler; ▲ Mittelwert für 50 Studentinnen; × Mittelwert für 50 Studenten; Y Mittelwert für 100 retardierte Patientinnen.

Geschwindigkeit des Stammwachstums in einem festen Verhältnis stehen. Es besteht sowohl in Abhängigkeit von der Körpergröße wie von der ScheitelsteiBlänge eine *negative Allometrie*, und zwar betragen die Allometriekonstanten 0,67 bzw. 0,75 für die Schädelbasislänge, 0,68 bzw.

0,83 für die Länge der vorderen Schädelbasis und 0,54 bzw. 0,53 für die Clivuslänge.

Eine biologische Deutung des Faktors b , der sich auf der Y -Achse im Punkt $X = 1$ als Abschnitt der Regressionsgeraden ergibt, muß zunächst

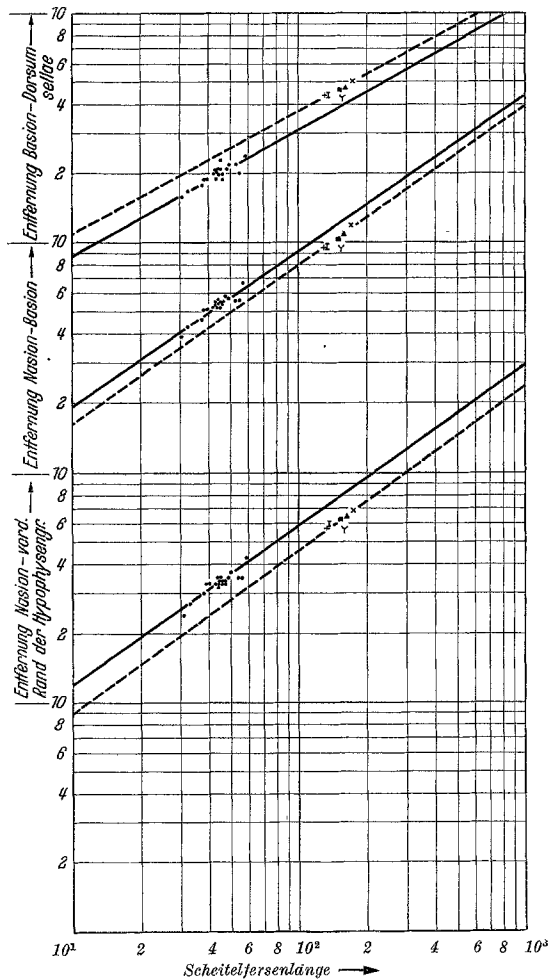


Abb. 5. Abhängigkeit einiger Längenmaße an der Schädelbasis von der Scheitelfersenlänge. · Einzelmessungen an 20 Embryonen; + Mittelwert für 25 10jährige Schülerinnen; I Mittelwert für 27 10jährige Schüler; ■ Mittelwert für 22 14jährige Schüler; ▲ Mittelwert für 50 Studentinnen; x Mittelwert für 50 Studenten; Y Mittelwert für 100 retardierte Patientinnen.

zurückgestellt werden, da die Reduktion der aus den Röntgenaufnahmen gewonnenen Maße gegenüber den Regressionsgeraden der Embryonen zu einer Parallelverschiebung führt, die auf Grund von Messungen an der Leiche geklärt werden soll. Welche Gesetzmäßigkeiten in dem noch nicht

untersuchten Intervall gilt, das etwa die Zeit von der Geburt bis zum 11. Lebensjahr umfaßt, kann bis jetzt noch nicht festgestellt werden. Nach den bisher durchgeführten Stichproben ließe sich an Unstetigkeiten im Wachstumsverlauf denken, ein Befund, der mit den Proportionsverschiebungen während des Wachstums in den ersten Lebensjahren gut in Einklang zu bringen ist. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß für einen Teil des Schädellinnenraumes¹ das *allometrische Wachstumsgesetz* im Sinne von HUXLEY (1932) und BERTALANFFY (1942) gilt, und zwar nicht nur in Abhängigkeit von der Körpergröße, sondern sogar in Abhängigkeit von der Scheitelsteißlänge bzw. der Sitzhöhe. Die Gültigkeit des allometrischen Wachstumsgesetzes kann aber in einheitlicher Form bis jetzt nur für bestimmte Intervalle der Körpergröße bzw. der Sitzhöhe angegeben werden.

Was bedeutet dieses Wachstumsgesetz für die *Konstitutionsbiologie*? Bei 100 Patientinnen mit nachgewiesenen Reifungshemmungen der Sexualkonstitution wurden aus seitlichen Röntgenaufnahmen dieselben Schädelmaße bestimmt und in Abhängigkeit von der zugehörigen Körpergröße bzw. der Sitzhöhe aufgetragen. Obwohl bei den retardierten Patientinnen die mittlere Körpergröße bzw. die Sitzhöhe nur um 3,8 bzw. 2,5 cm von dem bei normalen, d. h. unausgelesenen Studentinnen gewonnenen Mittelwert abweicht, entsprechen die gemessenen Schädel-längenmaße auf Grund der Wachstumskurve (Abb. 4 und 5) nur einer Körpergröße bzw. Sitzhöhe von 130–135 cm bzw. 65–70 cm statt der wirklich vorhandenen von 160 cm bzw. 83 cm.² Die Wachstumskurve ermöglicht es also, den Grad der Reifungshemmung mindestens von einem wichtigen Wachstumsgesetz aus anzugeben.

Auf Grund der gewonnenen Gesetzmäßigkeiten im Wachstum der Schädelbasis soll ein Nomogramm ausgearbeitet werden, das ohne Rechenarbeit die einfache Ablesung der vorliegenden Reifungshemmung der Schädelbasis als eines wichtigen Teiles der Gesamtreifung des Organismus gestattet. Mit dieser Zahlentafel kann dann in der Praxis festgestellt werden, ob eine Hypoplasie der Schädelbasis vorliegt. Es ist

¹ Es ist uns gelungen, das allometrische Wachstumsgesetz auch für den Gesichtsschädel nachzuweisen, und zwar ergibt sich für die morphologische Obergesichtshöhe, für die Orbitalhöhe und für die Höhe der Infraorbitalpartie eine *positive Allometrie* im Gegensatz zu der negativen Allometrie der Schädelbasis. Wir werden über diese Ergebnisse und ihre Konsequenzen an anderer Stelle berichten.

² Nach Abschluß obiger Untersuchungen konnten wir ergänzend feststellen, daß für die größte Schädellänge ebenfalls ein allometrisches Wachstumsgesetz gilt. Entscheidend ist aber, daß in Abhängigkeit von der Gesamtgröße bzw. von der Sitzhöhe die Mittelwerte für die größte Schädellänge bei retardierten Patientinnen in diesem Falle mit denen der Studentinnen übereinstimmen und statistisch gesichert auf derselben Wachstumsgeraden im logarithmischen Netz liegen. Dieses Ergebnis beweist, daß sich die *Formbildungshemmung* nicht auf den Gesamtschädel, sondern *nur auf die Schädelbasis* auswirkt.

nur erforderlich, bei einem Patienten die Körpergröße bzw. die Sitzhöhe zu messen und an einer seitlichen Röntgenaufnahme die Länge der Schädelbasis, die Länge der vorderen Schädelbasis, die Länge des Clivus und unter Umständen den Sphenoidal-Clivuswinkel zu bestimmen.

Zusammenfassung.

Da die Schädelbasis eine Schlüsselstellung für die Hirn- und Gesichtschädelentwicklung einnimmt, wurde versucht, *Wachstumshemmungen an der Schädelbasis* zu messen. Dieser mathematisch auswertbare morphologische Test sollte gewisse exakte Anhaltspunkte geben für die nach KRETSCHMER bei Hypoplasien am Schädel gleichzeitig bestehenden vegetativ-endokrinen Störungen und damit überhaupt für die konstitutionelle Entwicklungshemmung, die ein Mensch in einer bestimmten Zeit erleidet. In Zusammenarbeit mit dem Anatomischen Institut Frankfurt a. M. (STARCK) wurden an der Universitäts-Nervenklinik Tübingen (KRETSCHMER) seit 1946 Untersuchungen über die Wuchstendenzen an der Schädelbasis durchgeführt. Die metrische Erfassung dieser Wuchstendenzen erfolgte einmal durch die Messung der Schädelbasisknickung und zum anderen durch die direkte Bestimmung von Längenmaßen an der Schädelbasis.

Bei 36 Embryonen verschiedenen Alters ergab sich in Abhängigkeit von der Körpergröße bzw. von der Scheitelsteißlänge vom 4. Monat bis zur Geburt eine Abnahme der *Basisknickung*, d. h. eine Zunahme des am mediansagittal aufgesägten Schädel gemessenen Sphenoidal-Clivuswinkels. Dabei konnte die Zunahme von $130^\circ \pm 0,93$ bei 13,1 cm Scheitelsteißlänge auf $142^\circ \pm 0,45$ bei 32,2 cm Scheitelsteißlänge realstatistisch gesichert werden. Nach der Geburt nimmt die Basisknickung wieder zu, d. h. der Sphenoidal-Clivuswinkel nimmt ab, um bei 25 10jährigen Schülerinnen einen aus seitlichen Röntgenaufnahmen des Schädels entnommenen Mittelwert von $112^\circ \pm 1,32$ zu erreichen, der mit dem Mittelwert von $111^\circ \pm 0,80$ für 50 unausgelesene Studentinnen bzw. von $112^\circ \pm 0,55$ für 100 unausgelesene Studentinnen unbekannter Körpergröße übereinstimmt. Daraus folgt, daß bei Frauen der Vorgang der Basisknickung in der Mediansagittalebene mit dem 11. Lebensjahr als abgeschlossen gelten kann. Bei Männern ist die Basisknickung in der Mediansagittalebene erst mit dem 15. Lebensjahr abgeschlossen, denn für 22 14jährige Schüler ergab sich ein Mittelwert von $105^\circ \pm 1,13$, der statistisch mit dem für Studenten gewonnenen Mittelwert übereinstimmt. In bezug auf die Geschlechtsabhängigkeit der Basisknickung fanden wir in Zusammenarbeit mit WAIBEL für 50 unausgelesene Studenten ($104^\circ \pm 0,97$) eine statistisch gesicherte stärkere Basisknickung als für 100 unausgelesene Studentinnen ($112^\circ \pm 0,55$). Während die Abweichung der Mittelwerte des Sphenoidal-Clivuswinkels für 25 10jährige Schü-

lerinnen ($112^\circ \pm 1,32$) und für 27 10jährige Schüler ($109^\circ \pm 1,10$) im Bereich zufälliger Schwankungen liegen, ergibt sich eine realstatistische Abweichung bei 25 10jährigen Schülerinnen gegenüber 22 14jährigen Knaben ($105^\circ \pm 1,13$) im Sinne einer stärkeren Basisknickung bei den 14jährigen Knaben. Bei 100 Patientinnen mit nachgewiesenen Reifungshemmungen der Sexualkonstitution wurde aus seitlichen Röntgenaufnahmen des Schädels eine statistisch gesicherte geringere Basisknickung ($118^\circ \pm 0,57$) gegenüber unausgelesenen, d. h. normalen Studentinnen festgestellt und auf Grund der für den Sphenoidal-Clivuswinkel gefundenen Gesetzmäßigkeit als Reifungshemmung gedeutet. Wird die Basisknickung in den durch die Processus alae parvae festgelegten Ebenen — Winkel γ_2 — bestimmt, so ergibt sich zwischen 50 Studenten ($120^\circ \pm 0,76$) und 50 Studentinnen ($126^\circ \pm 0,71$) eine realstatistische Abweichung im Sinne einer stärkeren seitlichen Niederlegung der Alae parvae bei den Männern. Für 27 10jährige Schüler ($128^\circ \pm 1,02$), für 22 14jährige Schüler ($127^\circ \pm 0,97$), für 25 10jährige Schülerinnen ($129^\circ \pm 1,07$) und für 50 Studentinnen ($126^\circ \pm 0,71$) stimmen die Mittelwerte der Basisknickung für den Winkel γ_2 statistisch überein. Da aber in der Mediansagittalebene zwischen den Werten für die untersuchten 10jährigen Mädchen und 14jährigen Knaben eine realstatistische Abweichung im Sinne einer stärkeren Basisknickung der 14jährigen Knaben besteht, muß die Zunahme der Basisknickung zuerst in der Mediansagittalebene erfolgen. Die transversale Knickung, die bei 10jährigen Mädchen und 14jährigen Knaben noch übereinstimmt, kann erst später einsetzen, denn eine realstatistische Abweichung läßt sich erst zwischen Studenten und Studentinnen nachweisen.

Neben der Basisknickung wurden zusätzlich *Längenmaße an der Schädelbasis* (Entfernung Nasion-Basion, Entfernung Nasion-vorderer Rand der Hypophysengrube, Entfernung Basion-höchster Punkt des Dorsum sellae) bestimmt und bei 37 Embryonen direkt am mediansagittal aufgesägten Schädel gemessen, bei 25 10jährigen Schülerinnen, 50 Studentinnen, 27 10jährigen Schülern, 22 14jährigen Schülern und 50 Studenten seitlichen Röntgenaufnahmen des Schädels entnommen und reduziert. Im logarithmischen Netz ergab sich für jede der gemessenen Größen in Abhängigkeit von der Körpergröße sowohl wie von der Scheitelsteißlänge bzw. der Sitzhöhe die Gültigkeit des allometrischen Wachstumsgesetzes im Sinne von HUXLEY und BERTALANFFY. Dabei ist die Gültigkeit des allometrischen Wachstumsgesetzes für die Körpergröße auf die Intervalle von 32—59 cm und von 135—177 cm bzw. für die Scheitelsteißlänge auf die Intervalle von 8—41 cm und von 73 bis 90 cm beschränkt. Es besteht sowohl in Abhängigkeit von der Körpergröße wie von der Scheitelsteißlänge eine negative Allometrie, und zwar betragen die Allometriekonstanten 0,67 bzw. 0,75 für die Schädelbasis-

länge; 0,68 bzw. 0,83, für die Länge der vorderen Schädelbasis und 0,54 bzw. 0,53 für die Clivuslänge. Bei 100 Patientinnen mit nachgewiesenen Reifungshemmungen der Sexualkonstitution wurden aus seitlichen Röntgenaufnahmen dieselben Schädelmaße bestimmt und in Abhängigkeit von der zugehörigen Körpergröße bzw. Sitzhöhe aufgetragen. *Die allometrischen Wachstumsgeraden, die zu einem Nomogramm zusammengefaßt werden sollen, ermöglichen es, den Grad der Reifungshemmung der Schädelbasis als eines wichtigen Teils der Gesamtreifung des Organismus anzugeben.*

Literatur.

V. BERTALANFFY, L.: Theoretische Biologie II, Berlin 1942. — BOLK, L.: Z. Morph. u. Anthropol. **17**, 611 (1915). Das Problem der Menschwerdung. Jena 1926. — CONRAD, K.: Der Konstitutionstyp als genetisches Problem. Versuch einer genetischen Konstitutionslehre. Berlin 1941. — DABELOW, A.: Morph. Jb. **67**, 84 (1931). — HOCHSTETTER, F.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der kranio-cerebralen Topographie des Menschen. Akad. der Wiss. (Wien), Mathem.-Nat. Klasse, **106** (1943). — HUXLEY, J. S.: Problems of relative Growth, London 1932. — KORKHAUS, G.: Dtsch. Zahnärztl. Wschr. **1939** I, 369. — KRETSCHMER, E.: Körperbau und Charakter, 20. Auflage, Heidelberg 1950. — Hysterie, Reflex und Instinkt, 4. Auflage, Leipzig 1944. — KRETSCHMER, W.: Die Neurose als Reifungsproblem. 1950. Im Druck. — PANKOW, G.: Z. menschl. Vererb. u. Konstit.-Lehre **29**, 69 (1948). — Anat. Nachrichten 1950 **1**, 243 (1950). — RANKE, J.: Beitr. Anthropol. Urgesch. Bayerns. 1892. — VIRCHOW, R.: Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes im gesunden und im krankhaften Zustande und über den Einfluß derselben auf Schädelform, Gesichtsbild und Gehirnbau. Berlin 1857. — WAIBEL, E.: Diss. Tübingen 1950 (noch nicht veröffentlicht).

Dr. GISELA PANKOW, Vanves (Seine), 7 Rue d'Issy. France.