

Der Kopf-Kiefer-Index und seine ontogenetische, phylogenetische und klinische Bedeutung.

Von

H. GÜNTHER.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 7. Juni 1950.)

Der Ausdruck „Kopf-Kiefer-Index“ (KKI) wurde der Kürze wegen gewählt. Denn durch die genauere Bezeichnung „Schädelhöhen-Kieferlängen-Index“ ist die hier beschriebene Methode des Nachweises eines neuen Gestaltkriteriums auch nicht eindeutig festgelegt.

Die *Höhe* des menschlichen Hirnschädels wird gemessen als projektive Distanz Porion-Vertex oder „Ohrhöhe“ des Schädels. Vor langer Zeit habe ich nachgewiesen (1), daß der Quotient Ohrhöhe durch Kopfumfang als Formkonstante gelten kann, da er mit fortschreitender Entwicklung keine Veränderung erleidet. Beide Maße nehmen im Laufe des Wachstums in gleichem Grade und proportional der Kopfgröße zu und können daher als Repräsentanten der letzteren dienen.

Die *Kieferlänge* dagegen wächst nicht in gleichem, sondern in progressivem Maße, so daß sich das Verhältnis der beiden Dimensionen zueinander im Laufe der Ontogenese verschiebt. Der objektive Längennachweis der Kiefer kann am Skelet durch die Unterkieferlänge oder die größte projektive Distanz Gnathion-Proc. condyloideus (entsprechend dem Lote vom unteren Kinnpunkt auf die Verbindungslinie der Kiefergelenke) oder auch die in der Anthropologie übliche „untere Gesichtslänge“ = Distanz Gnathion-Basion (MARTIN Nr. 42) erbracht werden.

Wenn hier eine nur um 5—6% größere Dimension, nämlich die projektive *Distanz Gnathion-Porion* gewählt wird, so ist hierfür die Vergleichsmöglichkeit mit einer am Lebenden anwendbaren Methode maßgeblich. Am Lebenden ist die projektive Distanz Gnathion-Tragion ein leicht und genau feststellbares Maß der Kieferlänge, welches physiologisch gedacht sinnvoller ist als die in der Anthropologie übliche, durch die Verbindungslinie der Kieferwinkel (Gonion) bestimmte „Unterkieferlänge“. Statt des unteren Kinnpunktes wird besser der vordere Kinnpunkt verwendet.

Schon vor 15 Jahren habe ich (2) die These aufgestellt, daß die Dimensionen des Unterkiefers in einem gewissen Verhältnis zu dem übrigen Schädel stehen, ohne eine zahlenmäßige Begründung zu geben.

Anstatt die Schädelgröße durch den Horizontalumfang des Kopfes oder Schädels auszudrücken, verwendet man als Bezugsmaß besser die Ohrhöhe h des

Hirnschädels, welche für das vorliegende Problem Vorteile bietet. In meinem Kanon der Körperproportionen (3) ist ferner dargestellt, daß die Proportion $100 \cdot \text{Ohrhöhe}$ durch ganze Kopfhöhe bei Neugeborenen 66,6 beträgt und im 5. Lebensjahr auf 55 abgesunken ist, weil durch das stärkere Wachstum der Kiefer die Höhe des Untergesichtes relativ stärker zunimmt als die des Hirnschädels. Nach dem 5. Lebensjahre kann aber auch diese Proportion als Formkonstante gelten.

Als Maß der Unterkieferlänge soll also die projektive Distanz vorderer Kinnpunkt-Tragion (oder Porion) dienen, für welche das Symbol k gesetzt wird. Die Variabilität des absoluten Maßes hat nur geringe biologische Bedeutung. HELLMANs Untersuchungen an Schädeln Erwachsener ergaben einen Mittelwert 115,75 mm mit $v = 5,35$. Am Lebenden beträgt der Mittelwert nach hiesigen Messungen bei 300 erwachsenen Männern 128 mit $v = 5,2$ und bei 300 Frauen 119 mit $v = 4,8$.

Zur Beurteilung von Konstitutionsanomalien der Kiefergröße ist nur ein proportionelles Maß geeignet. Die Bezugnahme auf die Gesamtstatur (k/L) ermöglicht nur bei kanonmäßiger Stammlänge eine Größenbeurteilung.

Der Index $100 k/L$ hat bei Erwachsenen (σ und φ) einen mittleren Wert $7,5 \pm 0,04$. GRAY fand bei 2 akromegalen Riesen die Werte 7,26 und 9,09. Eine bestimmte Mikrognathie würde bei kurzen Beinen einen ganz anderen Wert k/L haben, als bei langen Beinen, ohne daß sich der Grad der Mikrognathie ändert. Für die Beurteilung der Kieferlänge ist vielmehr ihre Beziehung zur Schädelgröße maßgeblich. Aus der folgenden Darstellung wird sich ergeben, daß dem Kopf-Kiefer-Index $\mathfrak{S}_1 = 100 k/h$ eine allgemeine biologische Bedeutung zukommt.

Die Feststellung des KKI am Skelet erfolgt nach den in der Abb. 1 gegebenen Richtlinien. Die Ohrhöhe h ist der lotrechte Abstand der auf dem Scheitelpunkt ruhenden Horizontalebene AB von der Frankfurter Horizontalen OP , welche durch den Unterrand der Orbita (= Infraorbitale) und den Oberrand des Ohrloches (= Porion) bestimmt wird. Die Strecke k der Zeichnung, welche auch an der norma lateralis entsprechenden Abbildungen gemessen werden kann, ist der projektive (d. h. auf die Medianebene des Kopfes projizierte) Abstand des vorderen Kinnpunktes vom Ohrpunkt. Der Schädel der Abb. 1 hat den KKI 101.

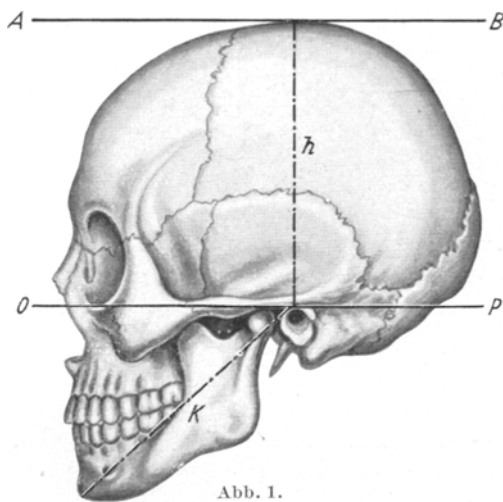


Abb. 1.

Zur Bestimmung des Index am Lebenden genügt ein eiserner rechter Winkel mit Maßeinteilung an einem Schenkel. Der andere Schenkel wird zur Bestimmung von h über dem Scheitelpunkt horizontal gehalten und zur Messung von k am Gnathion lotrecht zur Medianebene des Kopfes angelegt. Die Bestimmung der Ohrhöhe kann etwas genauer durch Auflegen einer ebenen Platte auf den Scheitel bei Horizontalhaltung erfolgen. Dann ist bei Messung mit dem rechten Winkel die Plattendicke abzuziehen. Die Messung am Lebenden ergibt keinen wesentlichen Unterschied des Index im Vergleiche mit dem Skelettwert.

Die Gerade k bildet mit der Horizontalen OP einen Winkel γ , den wir als *Kieferneigungswinkel* bezeichnen wollen. Die Messung des Winkels erfolgt mit Goniometer.

1. Variabilität des Index.

Messungen größeren Umfanges wurden auf meine Veranlassung von K. H. WEIDAUER vorgenommen. Die danach berechneten statistischen Werte sind in Tabelle 1 eingetragen.

Tabelle 1.

Kollektiv	n	Mittelwert	σ	v	Q_{12}
Erwachsene ♂	300	105,7 \pm 0,43	7,50 \pm 0,31	7,10	1,39
Erwachsene ♀	301	104,9 \pm 0,49	8,46 \pm 0,34	8,06	1,13
Knaben 10—12 Jahre . .	100	96,4 \pm 0,59	5,91 \pm 0,42	6,13	1,30
Mädchen 10—12 Jahre	100	97,8 \pm 0,79	7,86 \pm 0,55	8,0	1,35

Hiernach kann man einen Richtwert 105 bei Erwachsenen setzen, ohne gesicherten Geschlechtsunterschied. Bei Kindern ist der Index erwartungsgemäß kleiner.

Das Fehlen eines Geschlechtsunterschiedes verdient Beachtung. Der ♀ Unterkiefer ist kleiner, niedriger, graziler (VIERORDT) mit größerem Unterkieferastwinkel (ACKERMANN). Der Sexualquotient (♀:♂) des Unterkiefergewichtes beträgt etwa 0,79 und in Prozenten des Schädelgewichtes $9,8:14,8 = 0,66$. Wenn das Unterkiefergewicht weniger als 13 % des Schädelgewichtes beträgt, handelt es sich nach GURRIERI mit größter Wahrscheinlichkeit um einen ♀ Schädel. Trotz dieses Unterschiedes der absoluten Werte ist ein Geschlechtsunterschied des KKI nicht ausgeprägt.

Rassenunterschiede des Index sind möglich. Sie können einerseits durch Kiefervergrößerung entstehen. Andererseits ist bei Völkern mit Neigung zu Hypsikephalie (Armenier, Perser, Kirgisen, Eskimo u. a.) eine Verminderung des Index zu erwarten. „Die oft wiederholte Behauptung, daß der Unterkiefer der Neger und aller farbigen Rassen größer sei als derjenige der Europäer, ist nicht bewiesen“ (R. MARTIN). Die intuitiv erkannten und mit dem Grade der „Prognathie“ zusammenhängenden Rassendifferenzen beruhen weniger auf Längensunterschieden, als auf solchen der Längsrichtung der Kiefer oder des Kieferneigungswinkels. Dieser ist bei Prognathie kleiner. In R. MARTINS' Lehrbuch ist die Abbildung eines Schweizer Schädels einem prognathen Negerschädel (Nr. 409

und 410) gegenübergestellt. Der Winkel γ beträgt beim Schweizer 56° und Neger 50°; der KKI ist beim Schweizer größer. Ein von DE QUATREFAGES abgebildeter Australierschädel hat bei starker Prognathie nur einen Index $\mathfrak{S}_1 = 102$.

Der KKI wird durch die Schädelform beeinflusst. Bei Hypsikephalie ist er durchschnittlich kleiner und bei Chämakephalie größer. Langgesichter (Leptoprosopie) haben nicht immer einen größeren Index als Breitgesichter (Chamäprosopie). Dagegen ist der Kieferneigungswinkel γ bei Langgesichtern größer. Die Variabilität des Kieferneigungswinkels γ ist noch zu untersuchen. Bei Erwachsenenschädeln liegen die Werte meist zwischen 44 und 50°.

2. Ontogenetische Progression.

Das Wachstum des kindlichen Kiefers bedingt eine Umgestaltung des Gesichtsschädels und Änderung des KKI. Die Änderung der Mittelwerte mit zunehmendem Alter wird als Permutation bezeichnet⁴. Im Laufe der Ontogenese der Hominiden und Simiiden steigt der Index stark an. In der Embryonalzeit und beim neugeborenen Menschen finden wir Indexwerte um 70 und an Schädeln Erwachsener den 1½-fachen Wert (um 105). Ein ähnliches Verhalten kann man bei Affen nachweisen, so beim Schimpansen Anstieg von 119 bis 230, beim Orang-Utan von 112 bis 267.

Auch der Winkel γ nimmt im Laufe der Ontogenese zu. Beim neugeborenen Menschen ist er kleiner als 40° und bei Erwachsenen meist größer als 44°. Auch bei Affen ist eine ontogenetische Progression des Winkels nachweisbar.

Da etwa im 5. Lebensjahre des Menschen Formkonstanz der Proportion Ohrhöhe zu ganzer Kopfhöhe erreicht wird, dürfte auch die Permutation des KKI mit der Pubertät ziemlich abgeschlossen sein. Über die Permutation des Index liegen keine genauen Erfahrungen vor. Mit grober Annäherung kann man eine lineare Beziehung zwischen Index und Körpergröße L annehmen nach der Formel

$$\mathfrak{S}_1 = 0,292 L + 55,5.$$

Auf Änderungen im höheren Alter soll hier nicht eingegangen werden.

3. Phylogenetische Bedeutung.

Die phylogenetische Differenzierung kann verschiedene Richtungen einschlagen mit Zunahme oder Abnahme des KKI. Bei Tieren ist zur Feststellung des KKI anstatt des fehlenden Gnathion das Infradentale als Meßpunkt zu benutzen.

Die Paläontologie der Pferde lehrt Zunahme der Körpergröße und entsprechende Vergrößerung des Schädels im Laufe der Phylogenese. Die Kieferlänge y nimmt in linearer Proportion zur Schädelnlänge x zu.

Aus einem Diagramm von ROBB kann man die lineare Formel $y = 0,66 x - 3$ ableiten. Dabei nehmen nicht alle Schädeldimensionen gleichmäßig zu, sondern die Höhe des Hirnschädels in geringerem Grade. Daher *wächst der KKI im Laufe der Phylogenese* der Pferde.

Nach Abbildungen fand ich folgende phylogenetische Änderung des KKI: Eohippus 400, Meshippus 460, Protohippus 470, Equus rec. über 500. Eine Progression des KKI ist auf vorwiegende Verlängerung der Kiefer zurückzuführen.

Domestikation braucht keine Verminderung des KKI bedingen, wie das Beispiel der Pferde zeigt. Bei Wölfen und Füchsen wurde Kieferverkürzung als Einfluß der Gefangenschaft festgestellt. Planmäßige Zuchtauslese kann zu erheblichen Veränderungen führen, die unter anderem bei Schweinen (Wild- und Hausschwein) und in höherem Grade mit exzessiven Varianten nach beiden Richtungen bei Hunden (wie Windhund, Mops) bekannt sind.

Beim Menschen ist eine phylogenetische Tendenz zur Reduktion des KKI und Vergrößerung des Kieferneigungswinkels als Zivilisationsfolge angedeutet. Prähistorische Funde weisen auf einen höheren KKI und etwas kleineren Winkel γ hin.

Die in Tabelle 2 eingetragenen Werte wurden an Abbildungen bestimmt. Ihre Richtigkeit ist an die vielleicht nicht immer erfüllte Voraussetzung der genauen *norma lateralis* gebunden. Für eine phylogenetische Reduktion des Index kommt sowohl eine Verkürzung des Kiefers, als eine Erhöhung der Schädelkalotte oder beides zusammen in Frage.

Bei den Leipziger Studentenuntersuchungen des vorigen Jahres wurde ein aufschlußreicher Befund erhoben. Unter allen Zahnstellungsanomalien nahm der

Tabelle 2.

Schädel	Abbildung	KKI	Winkel γ
Paranthropus	BROOM	200 ?	37
Australopithecus afric.	WEINERT	134	43
Sinanthropus pekin.	WEIDENREICH	126	45
Homo Ngandong	WEINERT	136	42
Homo Neandertal (La Chapelle)	BOULE	131	47
Homo Neandertal (Le Moustir)	WEINERT	104	
Homo Fourfooz	DE QUATREFAGES	133	
Cro-Magnon Typ I ♂	PERRET	126	40
„ Oberkassel ♂	„	126	42
„ Oberkassel ♀	„	106	41
„ Mardorf	„	116, 132	44, 35
„ Goddelsheim	„	111, 111	50, 47
„ Goddelsheim	„	120, 130	47, 38
„ Altendorf ♂	„	108, 106, 102	41, 40, 40
„ Altendorf ♀	„	108, 102	40, 36
„ Typus (Grönländer)	DE QUATREFAGES	114	

Engstand der Zähne des Unterkiefers mit der Zahl $404/2684 = 15,0 \pm 0,69\%$ den ersten Platz ein. Man ist wohl berechtigt, diesen hohen Prozentwert als Hinweis auf eine phylogenetische Tendenz zu weiterer Reduktion der Kieferlänge anzuerkennen.

4. Sonderstellung des Menschen.

Der Mensch hat im Rahmen der natürlichen Variabilität der Mammalier den niedrigsten KKI. Eine Zwischenstellung zwischen Mensch und Vierfüßler nehmen die aufrecht gehenden und hangelnden Vertebraten ein. Während wir bei der Ontogenese des Menschen eine Zunahme von Index und Winkel finden, läßt die Artvergleichung von Tieren ein gegensinniges Verhalten der beiden Merkmale erkennen, indem der Winkel bei zunehmendem Index abnimmt. Die Horizontale *OP* hat auch bei Tieren eine biologische Bedeutung, indem sie oft der normalen Kopfhaltung entspricht.

Für die Kieferlänge k und den Neigungswinkel ist bei Artvergleichen nicht das Gnathion, sondern das *Infradentale* maßgeblich. Es ist zu beachten, daß beim Menschen der vom Infradentale berechnete Winkel um etwa 10° kleiner ist, als vom Gnathion. Wir bezeichnen diesen Winkel als γ' .

Messungen an Affenschädeln (nach Abbildungen) ergeben meist über 200 betragende Indexwerte. Ich fand die folgenden Werte (in Klammer Winkel γ'): Schimpanse 212 (32), Gorilla ♂ 224 (31), ♀ 244, Orang-Utan 267, Hylobates 217, Cynocephalus 304 (18), Cerocebus aethiop. 300 (28), Semnopithecus 174, Cebus 187 (22). Den niedrigsten Werten bei amerikanischen Affen entspricht ihr relativ hohes Hirngewicht und die größere Ohrhöhe.

Bei Vierfüßlern liegen die Indexwerte meist erheblich höher (Ausnahme Zuchtauslese). Nach Schädelabbildungen berechnete ich für Hauskatze 250, Wolf 325, Bär 290, Windhund 400 (18°), Rind 310, Pferd 500 (7°).

Tabelle 3.

Spezies	k	h	KKI	Winkel γ'
Orang Utan, ♂ alt.	19,5	9,5	205	—
Gorilla ♂ alt.	20,5	8,0	265	42
Mantelpavian ♂	12,5	5,2	240	36
Mantelpavian ♀	11,5	4,9	235	34
Katze	6,7	3,0	224	13
Schäferhund jung	11,5	4,6	250	20
Schäferhund alt	17,5	5,2	337	20
Hund, Pekinese (Prognath. inf.) . .	7,0	3,9	180	0
Bär (Ursus arctos)	27,5	9,3	296	—
Kaninchen	7,5	1,8	416	20
Schaf, Karakul ♀	21	6,2	338	24
Rind ♀	44,7	11,1	404	4
Pferd ♂	46,6	6,9	675	7

Außerdem konnte ich am zoologischen und veterinär-anatomischen Institut der Universität Leipzig Messungen an einigen Schädeln durchführen. Das Ergebnis ist in Tabelle 3 mitgeteilt. Ein pathologisches Zuchtprodukt (Pekinese) liegt außerhalb der natürlichen Variation.

Durch die in der Medianebene des Schädels liegenden Punkte Vertex, Infradentale und projiziertes Porion ist das Dreieck mit den Seiten h und k und dem Winkel $90 + \gamma'$ oder der Seite c (= Distanz Vertex-Infradentale) bestimmt. Zur Konstruktion des Dreiecks können

die Werte k , h und γ' benutzt werden. In Abb. 2 ist diese Konstruktion für Mensch, Mantelpavian und Schäferhund durchgeführt.

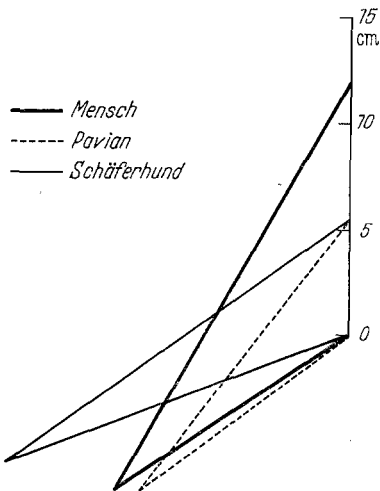


Abb. 2. Kopf-Kiefer-Diagramm.

5. Klinische Bedeutung des Index.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit der Absicht unternommen, ein brauchbares einfaches Kriterium zur Beurteilung der Kieferlänge zu finden. In dieser Richtung liegt der klinische Wert des Index, da er eine objektive Gestaltanalyse ermöglicht. Vom Normbereich abweichende Werte sind ein sicheres Zeichen für eine anormale Gestaltung. Wenn eine anormale Deformation des Hirnschädels ausgeschlossen werden kann, ist der Index ein eindeutiges Zeichen für eine anormale Kieferlänge.

Im Laufe der Ontogenese (s. § 2) tritt eine starke Permutation des Index im Sinne einer positiven Korrelation des Index zur Körpergröße hervor. Im Bereiche des Riesenwuchses ist der Index entsprechend der gegebenen linearen Gleichung erhöht. Bei Variation der Körpergröße Erwachsener ergibt die Untersuchung der Korrelation KKI/Körpergröße einen Koeffizienten $r = -0,09 \pm 0,06$.

Im Laufe der Ontogenese (s. § 2) tritt eine starke Permutation des Index im Sinne einer positiven Korrelation des Index zur Körpergröße hervor. Im Bereiche des Riesenwuchses ist der Index entsprechend der gegebenen linearen Gleichung erhöht. Bei Variation der Körpergröße Erwachsener ergibt die Untersuchung der Korrelation KKI/Körpergröße einen Koeffizienten $r = -0,09 \pm 0,06$.

Die Kenntnis der Variabilität des KKI beim gesunden Menschen gibt uns die Möglichkeit seiner Normierung. Nach den bisherigen Erfahrungen können wir als Richtmaß des KKI den Wert 105 mit dem Variationskoeffizienten $v = 7,3$ setzen. Hieraus folgt die Normierung eines gegebenen Personalwertes P nach der Formel $\delta_1 = 0,13 \cdot (P - 105)$, die nur für Erwachsene gilt.

Bei einem Wert $P = 125$ zeigt $\delta_1 = 0,13 \cdot (125 - 105) = +2,6$ eine anormale Plusvariante an, welche auf Makrognathie, anormal niedrigen Schädel oder beides zusammen bezogen werden kann.

Ehe auf die Anomalien der Kieferlänge näher eingegangen wird, soll der Einfluß von Gestaltanomalien des Hirnschädels auf den Index kurz besprochen werden. Eine Verminderung des KKI tritt nicht nur bei Verkleinerung von k , sondern auch bei Vergrößerung von h ein. Daß der Index durch *Hypsikephalie* verkleinert wird, habe ich bereits bei Besprechung von Rasseinflüssen hervorgehoben. Bei hohen Graden der Hypsikephalie, beim *Turmschädel*, kann eine erhebliche Verkleinerung des Index eintreten. So fand ich bei einem Fall einen Index 81 mit $\delta_1 = -3,1$ und $\gamma = 50$, am Skelet (GREIGS I. Fall) \mathfrak{S}_1 73 und γ 56. Eine Dysostosis craniofacialis (25jähriger Mann) hatte \mathfrak{S}_1 84 mit γ 50.

Einen exzessiven Unterwert zeigt ein von AICHEL abgebildeter Neugeborenen-schädel mit hochgradigem Wasserkopf; \mathfrak{S}_1 36 und γ 30. Der Normierungswert $\delta_1 = -9,0$ zeigt an, daß keine natürliche Variante, sondern hochgradig pathologische Abweichung vorliegt.

Bei abweichender Schädelform kann zur Kontrolle der aus k und Kopfumfang u berechnete *Umfangskieferindex* $\mathfrak{S}_2 = 100 k/u$ dienen. Nach meinem Kanon der Körperproportionen (3) hat ein 170 cm großer Mensch die auf die Körpergröße bezogenen (durch Strich markiert) relativen Maße $h' = 7,2$ und $u' = 32,5$. Bei einem KKI 105 ist daher $k' = 7,55$ und $\mathfrak{S}_2 = 755 : 32,5 = 23,2$. Dieser Erwartungswert wurde auch bei der Messung von 300 erwachsenen Männern gefunden und zwar ein Mittelwert $23,2 \pm 0,07$ mit $\sigma = 1,15$ und $v = 4,95$. Da nach dem Kanon ein Geschlechtsunterschied des relativen Kopfumfangs besteht ($\varnothing > \mathfrak{S}$), ist der Index \mathfrak{S}_2 bei Frauen etwas kleiner. Die Messung ergab den \varnothing Mittelwert $22,1 \pm 0,06$ mit $\sigma = 1,05$ und $v = 4,75$.

Wenn man bei \mathfrak{S} Erwachsenen den Richtwert $\mathfrak{S}_2 = 23$ mit $v = 4,95$ setzt, so ist der Normierungswert $\delta_2 = 0,875 \cdot (P - 23)$. Bei Kindern ist die Permutation des Index zu berücksichtigen. Sie kann mit grober Annäherung berechnet werden nach der Formel $\mathfrak{S}_2 = 0,065 \cdot L + 12,15$.

Der Turmschädel ist ein Kompensationsphänomen, indem eine Hypoplasie der Schädelbasis durch größere Höhe des Gewölbes ausgeglichen wird. Diese Schädeldeformation bedingt Erniedrigung des Index \mathfrak{S}_1 und Erhöhung von \mathfrak{S}_2 . Eine *Normierung der Kieferlänge* ist in der Weise möglich, daß das arithmetische Mittel der beiden Werte δ_1 und δ_2 gebildet wird.

1. Beispiel. Turmschädel mit $u = 514$, $h = 140$ und $k = 128$. Hieraus folgt $\mathfrak{S}_1 = 91,5$, $\mathfrak{S}_2 = 25$, ferner $\delta_1 = 0,13 \cdot (91,5 - 105) = -1,75$ und $\delta_2 = 0,875 \cdot (25 - 23) = +1,75$. Die Normierung der Kieferlänge gibt $\delta = \frac{1}{2} \cdot (\delta_1 + \delta_2) = 0$, also einen dem Richtwert entsprechenden Wert.

2. Beispiel. Die Abb. 3 eines Turmschädels erweckt den Eindruck eines relativ langen Unterkiefers. Gegeben sind die Maße: u 493, h 146 und k 158. Daher ist $\mathfrak{S}_1 = 108$ und $\delta_1 = +0,39$. Durch diesen Index kommt eine wesentliche Verlängerung des Kiefers nicht zum Ausdruck. Dagegen gibt der Index \mathfrak{S}_2 mit $\delta_2 = +7,8$ einen außerordentlich hohen Wert, der durch die Addition von Makrognathie und Hypoplasie der Schädelbasis entstanden ist. Die Normierung der Kieferlänge gibt $\delta = +4,1$ und zeigt eine anormale Makrognathie an.

3. Beispiel. Ein von NAGER und DE REYNIER beschriebenes 6jähriges Mädchen hat einen abnorm kleinen Hirn- und Gesichtsschädel mit stark fliehendem Kinn. Nach den Maßangaben und Ausmessung der Abbildung sind folgende Werte gegeben: Körpergröße 105 cm, Kopfumfang 440, h 108 und k 77 mm. Wir berechnen die Indexwerte $\mathfrak{S}_1 = 71,2$ und $\mathfrak{S}_2 = 17,5$. Bei der Normierung muß die Permutation berücksichtigt werden. Der Richtwert des KKI ist $R_1 = 0,292 \cdot 105 + 55,5 = 86$ und $\delta_1 = 0,16 \cdot (71,2 - 86) = -2,4$. Ferner ist $R_2 = 0,065 \cdot 105 + 12,15 = 19$ und $\delta_2 = 1,06 \cdot (17,5 - 19) = -1,6$. Hieraus folgt für die Kieferlänge $\delta = \frac{1}{2} \cdot (\delta_1 + \delta_2) = -2,0$ und daher eine anormale Minusvariante.



Abb. 3. Turmschädel.

Der Unerfahrene wird sich nach herkömmlicher Weise mit der intuitiven Diagnose begnügen, deren Unsicherheit nun allmählich bekannt sein sollte. Es ist möglich, daß hier Fehlurteile nicht so oft vorkommen, wie bei der Beurteilung der Schädelform. Wenn man im Einzelfalle die intuitive Feststellung einer Mikrognathie als ausreichend erachtet, so ist doch immerhin eine zahlenmäßige Angabe des Grades der Abweichung erwünscht. Wenn bei einer Konstitutionsanomalie ein allgemein gültiges Urteil über eine Beteiligung der Kiefer im Sinne einer Verkürzung oder Verlängerung gegeben werden soll,

muß der nun mögliche objektive Nachweis durch Zahlen unbedingt gefordert werden.

Größenvarianten der Kiefer kommen als Konstitutionsanomalie und als pathologische Erscheinung vor. Bei *Akromegalie* ist sowohl Erhöhung des KKI als des Winkels γ zu erwarten, welche aber nur im durchschnittlichen Verhalten zum Ausdruck kommt, da nicht alle individuellen Werte Plusvarianten sind.

Bei *Riesenwuchs* ist schon nach der Permutationsregel eine Erhöhung des Index zu erwarten. Einige Indexwerte wurden nach Maßen oder Schädelabbildungen der Autoren berechnet. Bei 6 Fällen ist die Körpergröße bekannt; sie haben eine mittlere Größe 211,4 und mittleren Index $\mathfrak{S}_1 = 126,3$. Der nach der Gleichung berechnete Richtwert ist $R_1 = 117,1$. Der gefundene Überwert liegt noch im Fehlerbereich. Eine Vergrößerung ist aber möglich ($\delta_1 = +0,79$) und dann auf akromegale Kieferbildung zu beziehen. Der Index \mathfrak{S}_2 kann nur bei 3 Fällen berechnet werden. Als Mittelwert finden wir $L = 212,1$ und $\mathfrak{S}_2 = 28,9$. Hieraus

folgt $R_2 = 25,95$ und $\delta_2 = +2,29$. Für die Kieferlänge finden wir mit $\delta = +1,54$ eine beträchtliche Vergrößerung, die auch in einigen Fällen intuitiv erkennbar ist.

In gestaltlichem Gegensatz zur Akromegalie steht die *Progerie*, wie schon GILFORD, v. STRÜMPEL und (am Skelet) A. KEITH betont haben. Die Neigung zu Hypoplasie der Kiefer habe ich l. c. 2 hervorgehoben. Gegenüber dem der Körpergröße entsprechenden Hirnschädel bildet die Unterentwicklung des Gesichtsskelets einen scharfen Kontrast. Sie ist an den Abbildungen der ersten Fälle (HUTCHINSON, GILFORD, VARIOT) schon erkennbar, aber nicht meßbar. Die Hypoplasie kann beide Kiefer betreffen (MANCHOT, ORRICO, THIERS). Eine stärkere Hypoplasie des Unterkiefers, die in mindestens 9 von 17 genauer beschriebenen Fällen besteht, gab Anlaß zu der Bezeichnung „Vogelgesicht“. Meine Vermutung, daß das von KEITH beschriebene Skelet mit GILFORDs Fall identisch ist, wurde vom Autor bestätigt. An der Schädelabbildung des Falles läßt sich der Index $\mathfrak{S}_1 = 70$ mit $\gamma 45$ und hiermit eine hochgradige Minusvariante ($\delta_1 = -2,54$) genau bestimmen. Der am Lichtbild von ZEDERS Fall (5jähriger Knabe) gemessene Index 54,5 mit $\gamma 44$ ist nicht genau, kann aber als sicherer Hinweis auf starke Mikrognathie gelten. Mit der Deutung der Progerie als hypophysäre Kachexie des Kindesalters ist die Ätiologie dieser sehr seltenen Anomalie nicht geklärt. Eine Unterfunktion der Hypophyse wird aber immer wieder angeführt.

Beobachtung verdient die Tatsache, daß die nicht so seltenen Fälle von *hypophysärem Infantilismus* oder hypophysärem Zwergwuchs öfter Mikrognathie aufweisen. Die von CUSHING veröffentlichte und mehrfach reproduzierte Abbildung eines hypophysären Zwerges läßt Mikrognathie deutlich erkennen.

Bei 2 Fällen von hypophysärem Infantilismus habe ich (5) eine Hypoplasie des Unterkiefers besonders erwähnt. Im ersten Falle (18jähriger ♂, 164 cm) beträgt der Index \mathfrak{S}_1 89 und \mathfrak{S}_2 22,9. Es ist $\delta_1 = -1,92$ und $\delta_2 = +0,04$ und $\delta = -0,94$ zeigt eine im unteren Normbereich liegende Variante an.

Eine unter der schlechten Bezeichnung „*Mongolismus*“ bekannte Konstitutionsanomalie zeigt nicht nur typische Deformationen an Augenlidern, Ohren, Händen, Schädel (wie Brachymikrokephalie), sondern oft auch Anomalien der Kiefer (Palatum ogivale u. a.). Mehrfach wurde auch auf eine Neigung zu Prognathie des Unterkiefers hingewiesen, doch handelt es sich wohl um Pseudoprognathie bei überwiegender Hypoplasie des Oberkiefers.

Bei drei von GREIG abgebildeten Kinderschädeln ist eine genaue Berechnung möglich. Ich fand die Indexwerte \mathfrak{S}_1 83, 95, 86, \mathfrak{S}_2 20,4, 22,8, 20,2 und γ 35, 40, 35. Wenn die nicht angegebene Körpergröße entsprechend der allgemeinen Erfahrung 90% der dem Alter zugeordneten Sollgröße beträgt, so ergibt die Normierung

δ -Werte $-1,43$, $+0,68$ und $+1,28$, also durchschnittlich keine wesentliche Abweichung vom Sollwert. Eine Neigung zu bestimmten Größenvarianten der Kiefer kann hieraus nicht abgeleitet werden.

Dysplasia ectodermalis hereditaria (2) ist mit Oligodontie bis zum äußersten Grad der Anodontie verbunden. Die Kiefer können dabei normal entwickelt sein. In einzelnen Fällen (z. B. FALCONER) wird Mikrognathia inferior hervorgehoben. Die Abbildung von FLEISCHMANNs Fall gibt \mathfrak{S}_1 69,5 mit γ 37, jedenfalls einen erheblichen Unterwert. Die Abbildungen von 5 anderen Fällen lassen keine Verkleinerung des Unterkiefers erkennen.

Arachnodaktylie ist oft mit Anomalien des Gebisses verbunden [vgl. GÜNTHER (2)]. Hypoplasie des Unterkiefers ist in einem Falle von BROCK (II) sehr stark ausgeprägt; nach Abbildung ist \mathfrak{S}_1 68 und γ 51. Diese Deformation ist aber wohl kein häufiges Glied im Symptomenkomplex der Arachnodaktylie.

Höhere Grade von *Mikrognathia inferior* spielen in der Konstitutionspathologie und Gebißorthopädie (Orthodontie) eine Rolle. Sie wurde auch bei Tieren beobachtet, z. B. bei Pferden als rezessiv erblicher Fehler (Spanu). Die Kombination mit Ankylose des Kiefergelenks ist bei Mensch und Rind bekannt. (In manchen Fällen soll Mikrognathie die Folge der Ankylose sein). Beim Menschen ist erbliches oder familiäres Vorkommen von Größenvarianten der Kiefer bekannt. SPEER beschrieb Mikrognathie bei 3 Geschwistern mit FRIEDREICHscher Ataxie (l. c. 2, S. 239). Bei stärker fliehendem Kinn entsteht der Eindruck des „Vogelgesichts“, besonders bei Kombination mit Hakennase und fliehender Stirn.

Bei der extremen Variante der *Agnathie* des Unterkiefers besteht die Tendenz der Abwärtswanderung des Porus acusticus und Annäherung der beiden Aurikeln an die Unterseite des Kopfes bis zur medianen Verschmelzung (Synotie). Bei Rindern ist Erblichkeit dieser Mißbildung (rezessiver Letalfaktor) bekannt.

Mikrognathia inferior ist öfters mit Deformationen der Ohrmuscheln kombiniert (PECKERT) und zuweilen mit Trichterbrust. Zwei Fälle mit mehrfachen Anomalien habe ich (2) mitgeteilt.

Einen typischen Anomalienkomplex⁶ stellt die Kombination der Mikrognathia inferior mit Deformation der Ohrmuscheln und Atresie des Meatus acusticus dar. Dieser Komplex wurde zuerst von A. THOMSON 1847 beschrieben und an zwei eigenen Fällen beobachtet. Die von TRENDLENBURG reproduzierte Abbildung gibt den Index $\mathfrak{S}_1 = 72$. TRENDLENBURG beschrieb das Vorkommen des Komplexes in einer Familie neben Fällen mit Mikrognathie allein und folgert, daß „beide Entwicklungsfehler eine enge Beziehung zueinander haben“.

E. KAUFMANN bildet diese Anomalie bei einem Mikromelus ab. SCHWARZ beschreibt eine erbliche Gehörgangsatresie mit Aurikeldeformation und Luxation

der Kieferkondylen nach hinten; er erwähnt nicht die an den Abbildungen kenntliche Hypoplasie des Unterkiefers der Probandin.

NAGER und DE REYNIER haben diese von ihnen als „Dysostosis mandibularis“ bezeichnete Anomalie genauer erforscht. Auf einen dieser Fälle mit Mikrognathie und Index 71,2 (γ 48) wurde bereits eingegangen. Bei einem anderen Falle (Abb. 65), 15jähriges Mädchen, 105 cm, läßt sich ein Index $\mathfrak{S}_1 = 63$ mit γ 52° bestimmen. Wir finden annäherungsweise $\delta_1 = -5,0$, $\delta_2 = -6,4$ und $\delta = -5,7$.

Ein Normierungswert $-5,7$ zeigt eine schwere und seltene Mißbildung des Unterkiefers an. Die Kombination mit einer anderen ebenso seltenen Mißbildung des Ohres ist nicht zufällig eingetreten, sondern hat die Bedeutung eines Anomalienkomplexes (vgl. l. c. 6), welcher durch eine Entwicklungsstörung im Bereiche des ersten Schlundbogens entstanden ist und die Bezeichnung „*Thomsonkomplex*“ verdient.

Im klinischen Teile der Arbeit wurde das Verhalten des KKI und der Kieferlänge bei einigen Konstitutionsanomalien kurz dargestellt. Diese Beispiele sollen nur die klinische Bedeutung des Index beleuchten und seine Brauchbarkeit als konstitutionelles Merkmal erweisen.

Zusammenfassung.

Der Kopf-Kiefer-Index (KKI) gibt die Kieferlänge in Prozenten der Ohrhöhe des Kopfes an. Die Variabilität des Index wird untersucht, dessen positive Permutation oder ontogenetische Progression zu berücksichtigen ist. Auf die anthropologische und phylogenetische Bedeutung des Index wird eingegangen. Der KKI ist ein wertvolles objektives Gestaltkriterium, das in den meisten Fällen eine Beurteilung der Kieferlänge gestattet. Der Index dient nicht nur als einwandfreier Beleg eines intuitiv erfaßten Merkmales, sondern gestattet auch die Angabe des Grades der Abweichung vom Sollwert (Normierung). Die klinische Bedeutung des Index wird an einer Reihe von Konstitutionsanomalien dargelegt.

Literatur.

AICHEL: Verh. Ges. phys. Anthropol. 1926. — GRAY, H.: Ann. int. Med. 10, 1669 (1937). — GREIG, D.: Edinburgh med. J. 33, 189 (1926). — GÜNTHER, H.: (1) Endokrinol. 19, 312 (1937). — (2) Erg. Path. 29, 145, 218 (1934). — (3) Endokrinol. 20, 93 (1938). — (4) Klin. Wschr. 1941, 1. — (5) Endokrinol. 27, 146 (1950). — (6) Zbl. Path. 84, 6 (1948). — HELLMAN, M.: J. dent. Res. 9, 179 (1929). — KAUFMANN, E.: Pathologische Anatomie, 8. Aufl., Bd. I, S. 868 u. 912. (1928). — KEITH, A.: Lancet 1913 I, 305. — MARTIN, R.: Lehrbuch der Anthropologie, 2. Aufl. 1928. — NACHTSHEIM, H.: Fortschr. Erbp. usw. 4, 49 (1940). — NAGER u. DE REYNIER: Das Gehörorgan etc. Basel: Karger 1948. — PECKERT 1911, zit. GÜNTHER (2). — DE QUATREFAGES et HAMY: Cran. ethn. Paris 1882. — ROBB: Zit. v. BERTALANFFY. — SCHWARZ, M.: Erbliche Taubheit, S. 91. Leipzig: Georg Thieme 1940. — SPANU 1938, zit. NACHTSHEIM. — TRENDLENBURG, FR.: Dtsch. Chir. 33 (1886). — THOMSON, ALLEN: Edinburgh month. Journ 1847. Zit. TRENDLENBURG.

Prof. Dr. H. GÜNTHER, Leipzig C 1, Härtelstr. 16.