

Die Bestimmung der Körperlänge von Feten auf Grund der Maße einiger flacher Knochen

I. GY. FAZEKAS und F. KÓSA

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Szeged, Ungarn
(Direktor: Prof. Dr. I. GY. FAZEKAS)

Eingegangen am 5. Mai 1965

Die gerichtsmedizinische Praxis stellt den ärztlichen Sachverständigen oft vor die Aufgabe, das Alter unbekannter Feten auf Grund der Maße des Knochengerüsts, bzw. einzelner Knochen zu ermitteln. Bei Findelkindern kann auch dann nur mit annähernder Genauigkeit auf das Alter der Kleinen geschlossen werden, wenn an den Weichteilen Fäulnisprozesse nicht bestehen; wesentlich schwerer gestaltet sich die Aufgabe, wenn sie längere Zeit in der Erde, im Wasser oder im Freien gelegen haben und die Weichteile infolge Fäulnis zerfallen sind. In solchen Fällen sind Anhaltspunkte für die Altersbestimmung nur mehr aus den vorhandenen Knochen zu erhalten. Bei zerstückelten Leichen (Kindesmord, kriminelle Aborte usw.) oder eingetretenen Veränderungen (durch Vergraben oder durch Haustiere verursachte Verletzungen usw.) ist die Beurteilung noch weit schwerer, da hier ja nur die noch vorhandenen wenigen Knochen Schlüsse auf das Alter der Feten zulassen.

Es sind daher schon im vergangenen Jahrhundert, aber auch in neuerer Zeit, Versuche unternommen worden, die Körperlänge der Feten — und damit ihr annäherndes Alter — auf Grund der Meßdaten einzelner Knochen bestimmen zu können (ORFILA, LANDOIS, TAYLOR, LANGER, TOLDT, BALTHAZARD-DERVIEUX, CAMERER, PFAUNDLER, ZANGEMEISTER, SZÁSZ, SIEBERT, SAETTELE, OLIVIER und PINEAU, ROBB und CLARK, BOYD). All diese Untersuchungen bezweckten die Ermittlung des Lebensalters der Feten an Hand der einzelnen, einfacher meßbaren Knochen. Hier kamen vornehmlich Röhrenknochen (Humerus, Ulna, Radius, Femur, Tibia, Fibula) und einige längere gerade bzw. flache Knochen (Mandibula, Clavicula) in Frage, wobei durch Multiplizieren der Diaphysenlänge dieser Knochen mit bestimmten Verhältniszahlen die tatsächliche Länge der Feten unbekanntes Alters errechnet werden konnte (LANGER, BALTHAZARD-DERVIEUX, OLIVIER und PINEAU).

LANGER kam 1872 zu dem Ergebnis, daß mittels Multiplizierens der Länge der Diaphysen der einzelnen untersuchten Röhrenknochen mit

den von ihm angegebenen Verhältniszahlen die Körperlänge der Feten errechnet werden kann:

Wirbelsäule:	× 2,6	Humerus:	× 6,12
Schädel:	× 4,89	Radius:	× 8,34
Femur	× 5,15	Hand:	× 7,95
Tibia:	× 6,2	Fuß:	× 8,62

BALTHAZARD-DERVIEUX gab zur Ermittlung der Körperlänge neue Verhältniszahlen an, mit denen die Diaphysen der von ihm untersuchten drei Röhrenknochen multipliziert werden müssen:

Femur:	× 5,6 + 8
Tibia:	× 6,5 + 8
Humerus:	× 6,8 + 8

Diese beiden Methoden erscheinen angesichts ihrer Einfachheit für den alltäglichen Gebrauch in der gerichtsmmedizinischen Praxis geeignet, daß sie sich aber dennoch nicht bewährt haben, liegt daran, daß diese Daten einerseits nur die Memorie des Arztes belasten, andererseits aber auch diese Verhältniszahlen keine genaue Feststellung der tatsächlichen Länge des fetalen Knochengerstes gestatten.

Tabelle 1. Vergleich der Resultate der Langerschen Körperlängenbestimmung mit der effektiven Körperlänge des Fetus (Daten von SAETTELÉ)

Gemessene Körperlänge in cm	Körperlänge in cm nach LANGER				Durchschnittswert der 4 Knochen in cm
	Femur	Humerus	Tibia	Radius	
6,2	5,66	5,45	5,4	8,34	5,5
10,0	9,43	11,0	8,25	11,2	9,98
10,9	10,2	11,1	9,05	11,4	10,4
13,0	11,3	13,0	10,6	13,0	12,0
15,0	13,9	15,9	13,6	16,3	14,7
20,0	19,4	20,9	19,3	22,0	20,4
24,0	24,8	25,4	24,0	26,3	25,1
25,0	24,7	26,3	25,4	27,3	25,9
26,0	25,5	26,7	24,7	27,3	26,1
27,0	26,4	27,8	25,4	28,9	27,1
30,0	29,4	31,2	29,0	32,8	30,6
34,0	34,0	34,6	33,5	36,2	34,6
36,0	36,0	37,5	36,3	38,9	37,2
39,0	39,6	39,3	38,4	41,0	39,6
42,0	43,0	42,5	42,5	44,6	43,1
46,0	45,5	44,5	45,5	47,2	45,7
48,0	47,5	46,5	46,6	48,7	47,3
50,0	50,0	49,5	49,8	50,9	50,0
51,0	51,0	50,0	50,0	51,8	50,7
52,0	54,0	52,0	52,0	53,5	52,9
54,0	56,5	53,0	53,3	53,8	54,1
58,0	61,0	57,0	56,0	59,2	58,3

SAETTELE nahm Knochenmessungen an 100 Feten (49 Knaben und 51 Mädchen) bekannten Alters vor.

Die Körperlänge der untersuchten Feten bewegte sich zwischen 6,2 und 58 cm. Bei der Bestimmung mit den Langerschen Ziffern konnte er die wirkliche Körperlänge nicht genau errechnen. Bei Feten mit bekannter Körperlänge kam SAETTELE nach Multiplikation mit den Langerschen Zahlen zu dem in Tabelle 1 dargestellten Ergebnis (Tabelle 1). Wie die tabellarischen Daten zeigen, resultierten bei Berücksichtigung der Femur- und Radius-Maße höhere, und auf Grund der Humerus- und Tibia-Maße niedrigere Werte als die tatsächliche Körperlänge. Nach seinen Untersuchungen kommen die Längenmittelwerte der obigen vier Knochen der tatsächlichen Körperlänge am nächsten (Tabelle 1).

Bei seinen Nachuntersuchungen mit der Balthazard-Dervieuxschen Berechnungsweise erhielt SAETTELE Werte, die 1—2 cm hinter der wirklichen Körperlänge zurückblieben.

Eine wesentlich genauere Berechnung der wahren Körperlänge als das Langersche und Balthazard-Dervieuxsche Verfahren gestattet die Bestimmung auf Grund der Diaphysen der langen Röhrenknochen nach OLIVIER und PINEAU. Diese Autoren, die mit mathematisch-statistischen Methoden den Zusammenhang zwischen der Diaphysenlänge der einzelnen langen Röhrenknochen und der effektiven Körperlänge des Kindes studiert haben, geben für diesbezügliche Berechnungen folgende Formeln an:

Tatsächliche Körperlänge des Feten in cm:

Länge des Humerus	$\times 7,92 - 0,32 \pm k 1,8$ cm ($r = 0,9878$)
Länge des Radius	$\times 13,8 - 2,85 \pm k 1,82$ cm ($r = 0,9875$)
Länge der Ulna	$\times 8,73 - 1,07 \pm k 1,59$ cm ($r = 0,9905$)
Länge des Femur	$\times 6,29 + 4,42 \pm k 1,82$ cm ($r = 0,9875$)
Länge der Fibula	$\times 7,85 + 2,78 \pm k 1,65$ cm ($r = 0,9879$)
Länge der Tibia	$\times 7,39 + 3,55 \pm k 1,92$ cm ($r = 0,9861$)

r Bravais-Pearsonscher Korrelations-Koeffizient; k Streuung, wahrscheinlicher Fehler.

Nach den Untersuchungen von OLIVIER und PINEAU besteht zwischen der Diaphysenlänge der langen Röhrenknochen und der Länge des Fetus ein enges lineares Verhältnis, und dieses Verhältnis bezieht sich auf alle langen Röhrenknochen. In dem Untersuchungsgut bewegte sich r (= Korrelationskoeffizient) zwischen 0,968 und 1,0 (im Mittel $r = 0,9882$). Hieraus folgt, daß die Diaphysenlänge sämtlicher langer Röhrenknochen zur Bestimmung der Körperlänge des Kindes gleichermaßen brauchbar ist und so keine Ursache besteht, bei der Berechnung des Lebensalters eines Feten unbekanntes Alters z. B. den Femur zu bevorzugen. Nach OLIVIER und PINEAU ist der obige Zusammenhang bis zum 6. Lebensjahre des Kindes gültig.

Dem Gerichtsmediziner erwächst häufig die Aufgabe, das Lebensalter eines Kindes auf Grund der Körperlänge desselben zu bestimmen. Dies ist nicht immer möglich, da die Größenabweichungen der Feten auch bei gleich langer Schwangerschaftsdauer ziemlich beträchtliche sind und bekanntlich bei gleich langer Schwangerschaftsdauer kleinere und größere Kinder zur Welt kommen können. Das Wünschenswerteste für den Gerichtsmediziner wäre, wenn genau festgestellt werden könnte, welche Körperlänge welcher Schwangerschaftsdauer bzw. welchem Lebensalter entspricht. Dies exakt zu bestimmen ist aber nicht möglich und wir müssen uns in der alltäglichen Praxis mit ungefähren Angaben zufrieden geben.

Zur Bestimmung der zu einer gegebenen Kindeslänge gehörenden durchschnittlichen Schwangerschaftsdauer liefern die Feststellungen von OLIVIER und PINEAU Anhaltspunkte, da nach ihren Untersuchungen die Körpermaße des Kindes in engem Verhältnis zum Logarithmus der Schwangerschaftsdauer stehen. Dieser Zusammenhang läßt sich mit den folgenden Gleichungen ausdrücken:

$$\text{Log. Kindesalter} = 0,01148 \cdot \text{Kindeslänge} + 0,4258 \text{ cm.}$$

$$\text{Log. Kindesalter} = 0,039 \cdot \sqrt{\text{Gewicht des Kindes}} + 0,433 \text{ g.}$$

Der obige Zusammenhang bezieht sich auf 28tägige Schwangerschafts-Mondmonate.

OLIVIER und PINEAU haben das Verhältnis zwischen Lebensalter, Körperlänge und Körpergewicht der Feten auch tabellarisch dargestellt (Tabelle 2).

SAETTELLE hat das Verhältnis zwischen den Maßen der langen Röhrenknochen der oberen und unteren Extremitäten und der Körperlänge des

Tabelle 2. *Verhältnis des Alters, der Körperlänge und des Körpergewichtes der Feten nach der von OLIVIER und PINEAU angegebenen Gleichung*

Alter des Fetus	Körperlänge des Fetus cm	Körpergewicht des Fetus g	Alter des Fetus	Körperlänge des Fetus cm	Körpergewicht des Fetus g
4 ¹ / ₄	17,65	126	7 ¹ / ₄	37,85	1316
4 ¹ / ₂	19,81	180	7 ¹ / ₂	39,13	1456
4 ³ / ₄	21,88	244	7 ³ / ₄	40,37	1602
5	23,80	317	8	41,58	1751
5 ¹ / ₄	25,64	399	8 ¹ / ₄	42,74	1905
5 ¹ / ₂	27,40	490	8 ¹ / ₂	43,84	2063
5 ³ / ₄	29,08	588	8 ³ / ₄	44,97	2223
6	30,69	693	9	46,03	2387
6 ¹ / ₄	32,23	806	9 ¹ / ₄	47,07	2555
6 ¹ / ₂	33,72	924	9 ¹ / ₂	48,08	2725
6 ³ / ₄	35,15	1050	9 ³ / ₄	49,06	2897
7	36,52	1180	10	50,02	3010

Wir haben an einem umfangreicheren Material als alle bisherigen das Verhältnis der einzelnen Knochen zur tatsächlichen Körperlänge der Feten untersucht und gefunden, daß zur Altersbestimmung eines unbekanntes Kindes an Hand gewisser Knochenmaße — ähnlich wie bei der Methode von Szász — auch drei weitere Knochen (Os zygomaticum, Maxilla, Costa III) sehr geeignet sind.

Untersuchungsmaterial und Methoden

Es wurden 138 totgeborene oder einige Stunden nach der Geburt gestorbene menschliche Feten — 71 männliche und 67 weibliche — untersucht, die sämtlich von gesunden Eltern stammten und in deren Anamnese endokrine Krankheiten, konstitutionelle Anomalien oder Krankheiten des Knochensystems nicht vorkamen. Die Länge der untersuchten Früchte wechselte zwischen 9 cm und 55 cm (Scheitel-Fersen-Distanz), wurde nach Strecken der Gliedmaßen — ohne Zug — festgestellt und bei der Sektion zwecks Schonung der Schädelknochen der Schädel entlang der Schädelnähte, und der Brustkorb — um Beschädigung der Rippen zu vermeiden — in der Medianlinie eröffnet.

Die von den Weichteilen befreiten, entfetteten und getrockneten 27 Knochen des Skelets wurden im Alter vom III.—X. Mondmonat untersucht und die Fälle in Gruppen mit Altersunterschieden von $\frac{1}{2}$ Mondmonat geordnet. Die Messungen erfolgten an einem mit Nonius-Skala versehenen Rechenschieber auf 0,1 mm Genauigkeit. In der vorliegenden Arbeit sollen aber nur die bezüglich der Längenmaße des Os zygomaticum, der Maxilla und der III. Rippe im Verhältnis zur Körperlänge erhaltenen Befunde erörtert werden. Die Messungen wurden stets nach systematischer Einhaltung bestimmter Gesichtspunkte unter Berücksichtigung folgender Durchmesser vorgenommen:

Nr.	Untersuchter Knochen	Richtung der Knochenmessung
1	Os zygomaticum	Processus marginalis und Processus temporalis
2	Maxilla	In der Medianlinie die Entfernung zwischen der Spina nasalis anterior und dem Chiasma suturae medianae et transversae
3	Costa III	Die Entfernung zwischen Facies articularis tuberculi costae und Facies sternalis
4	Mandibula	Totale Länge der Mandibula an einer Seite (Entfernung zwischen dem Tuberculum mentale und dem Capitulum mandibulae)

Die bei der Messung berücksichtigten Punkte sind auch an der beiliegenden Skizze dargestellt (Abb. 1).

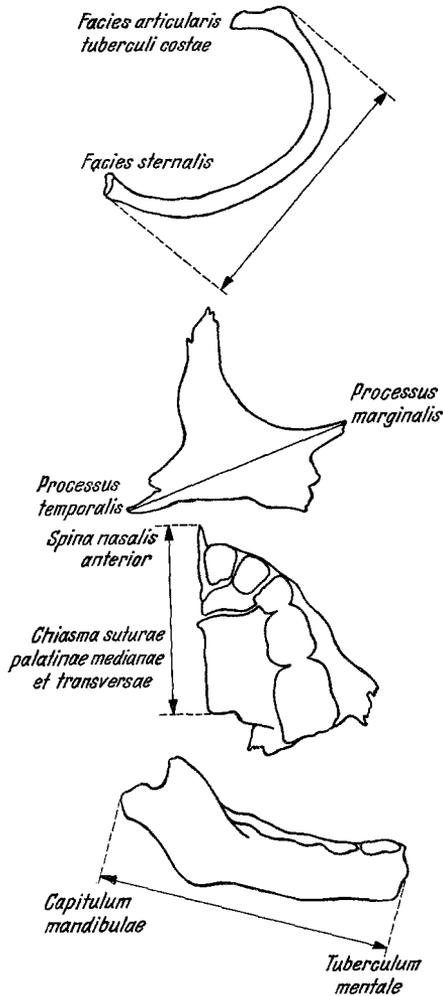


Abb. 1. Meßlinien für Costa III Os zygomaticum, Maxilla und Mandibula

Ergebnisse

In Tabelle 3 wurde das Verhältnis der durchschnittlichen Länge des Os zygomaticum, der Maxilla, der III. Rippe bzw. der Mandibula zur durchschnittlichen Länge der untersuchten Feten dargestellt. In den Altersunterschieden von $\frac{1}{2}$ Mondmonat entsprechend zusammen-

gestellten Tabelle ist angegeben, von wieviel Fällen bzw. Messungen das angeführte Knochenmaß den Durchschnitt bildet.

Tabelle 3 läßt folgendes feststellen:

1. Die Länge des Os zygomaticum (die Distanz zwischen Processus marginalis und Processus temporalis) nimmt im Laufe der Schwangerschaft proportional zu, und das *Doppelte* der in Millimetern gemessenen Länge dieses Knochens ergibt die Körperlänge in Zentimetern. Somit kann das Maß des Os zygomaticum, ähnlich wie die Methode von Szász, ebenfalls zur Bestimmung der Körperlänge — und auf Grund dessen, des Alters — der unbekannteren Feten herangezogen werden.

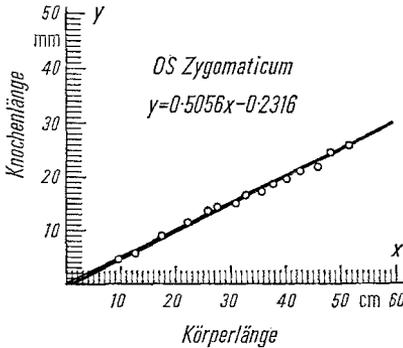


Abb. 2

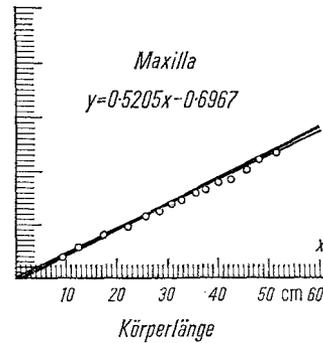


Abb. 3

Abb. 2. Regressionsdiagramm des Os zygomaticum im Vergleich zur Körperlänge

Abb. 3. Regressionsdiagramm der Maxilla im Vergleich zur Körperlänge

2. Nach unseren Untersuchungen ist das *Zweifache* der in Pfeilrichtung gemessenen Maxilla (Entfernung zwischen Spina nasalis anterior und Chiasma suturae medianae et transversae) — ähnlich wie das Os zygomaticum — zur Bestimmung der Körperlänge und des Alters der Feten ebenfalls verwendbar, da das Zweifache des Längenmaßes der Maxilla in Millimetern und Zentimetern ausgedrückt die Körperlänge des Kindes ergibt.

3. Tabelle 3 ist auch zu entnehmen, daß die *in Millimetern gemessene* „*Sehne*“ der III. Rippe (Entfernung zwischen der Facies articularis tuberculi costae und der Facies sternalis) mit der in Zentimetern ausgedrückten Länge des Kindeskörpers übereinstimmt. Dementsprechend ist auch die III. Rippe zur Feststellung der Körperlänge unbekannter Kinder brauchbar.

Wir haben die Maße des Os zygomaticum, der Maxilla, der III. Rippe — sowie vergleichsweise auch der Mandibula — an Hand mathematisch-statistischer Methoden analysiert, die auf die Körperlängenmaße bezügliche Regressionsgleichung dieser vier Knochen bestimmt und das Re-

gressionsdiagramm angegeben (Abb. 2—5). Ferner wurden auch die Korrelationskoeffizienten der untersuchten Knochen bestimmt.

An den Regressionsdiagrammen ist die Regressionsgerade mit einer dickeren, und die Gerade der Gleichungen von Idealfällen mit einer feineren Linie dargestellt. Entsprechend den einzelnen Altersgruppen sind die Durchschnittswerte der untersuchten Knochen in ihrem Verhältnis zum Körperlängendurchschnitt im Regressionsdiagramm angegeben. Da einerseits die Daten der Knochenmessungen von 138 Fetenknochen auf *einem* Diagramm schwer darzustellen sind, und andererseits die den einzelnen Altersgruppen gemäß erhaltenen Knochenmaße und

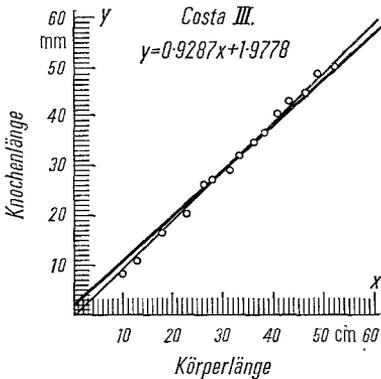


Abb. 4

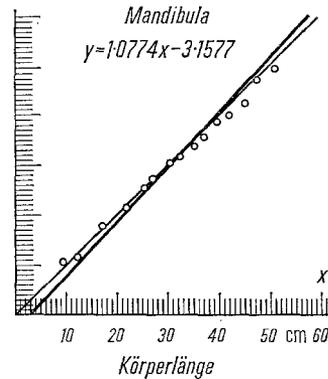


Abb. 5

Abb. 4. Regressionsdiagramm der Costa III im Vergleich zur Körperlänge

Abb. 5. Regressionsdiagramm der Mandibula im Vergleich zur Körperlänge

Körperlängenmaße sich nicht wesentlich vom Durchschnitt unterscheiden, haben wir die Regression auf Grund der den Altersgruppen entsprechenden durchschnittlichen Knochenmaße bestimmt.

Der Umstand, daß wir in unseren Fällen die Regression auf die Durchschnittswerte berechneten und auch alle Berechnungen auf Grund der Durchschnitte vornahmen, bedeutet von unserem Gesichtspunkt nur eine unwesentliche Abweichung sowohl in den Regressionskoeffizienten als auch in den Korrelationsberechnungen (für unsere Berechnungen ist 0,1 Genauigkeit hinreichend).

Mit der Studentischen Signifikanzberechnung wurde die Wahrscheinlichkeit der wesentlichen Abweichung der Durchschnittsknochenwerte der einzelnen Altersgruppen von den Knochendurchschnitten der vorhergehenden und der nächsten Gruppen (P) ermittelt. Die Signifikanzberechnung erfolgte durch Vergleich der Knochenmaße der einzelnen Altersgruppen mit den Knochenmaßen der vor- bzw. nachstehenden Altersgruppen. Hierdurch wurde nachgewiesen, welche Wahrscheinlichkeit für Irrtümer bei der Körperlängenbestimmung auf Grund der

Tabelle 4. *Tabellarische Zusammensetzung der Regression und der Korrelation des Os zygomaticum, der Maxilla, der III. Rippe und der Mandibula im Verhältnis zur Körperlänge sowie die Werte der Studentischen Signifikanzberechnung*

Teildaten der Berechnung		Os zygomaticum	Maxilla	III. Rippe	Mandibula
a = Richtungstangente der Regressionsgeraden . . .		0,5056	0,5205	0,9287	1,0774
b = Die Konstante der Gleichung der Regressionsgeraden		-0,2316	-0,6967	+1,9778	-3,1577
r = Korrelationskoeffizient .		0,9975	0,9785	0,9741	0,9980
$t = „t“$ nach STUDENT	Im Falle einer $\frac{1}{2}$ Mondmonat-pünktlichkeit	5,649	0,904	5,705	2,015
	Im Falle einer 1 Mondmonat-pünktlichkeit	—	7,749	—	5,519
P = signifikante Differenz	Im Falle einer $\frac{1}{2}$ Mondmonat-pünktlichkeit	$P < 0,1\%$	$P \sim 30,0\%$	$P < 0,1\%$	$P \sim 5\%$
	Im Falle einer 1 Mondmonat-pünktlichkeit	$P \ll 0,1\%$	$P < 0,1\%$	$P \ll 0,1\%$	$P < 0,1\%$

Knochenmaße besteht, d.h. welche Wahrscheinlichkeit dafür besteht, daß ein Kind auf Grund seiner Körpermaße irrtümlicherweise in eine ihm nicht entsprechende Altersgruppe gereiht wird. Obzwar unsere Untersuchungen sich auf ein relativ umfangreiches Material beziehen (es ist uns nichts darüber bekannt, daß ähnliche Untersuchungen an einem so großen Material von anderen Autoren durchgeführt worden wären), hat sich die Zahl unserer Fälle (138 Fälle) zur Signifikanzbestimmung doch als zu niedrig erwiesen. Um zu vollkommen exakten Ergebnissen kommen zu können, hätten die Messungen an ca. 1000 (oder mehr) verschiedenen Fällen vorgenommen werden müssen. Derart umfangreiche Untersuchungen sind uns aber vorerst nicht möglich. So hat sich z.B. im Falle der Maxilla ergeben, daß in unserem Untersuchungsmaterial die Knochenmaße nur bei Unterschieden von einem Mondmonat signifikant von denen der vor- und der nachstehenden Altersgruppe abweichen, was unseres Erachtens eine Folge der geringen Zahl der Fälle und ihrer unentsprechenden Sortierung ist.

Die Regressionsberechnung, besonders aber die Korrelationsberechnung spiegeln dagegen auch in einer solchen Zahl von Fällen die Beziehungen zwischen Knochenlänge und Körperlänge bereits gut wider.

Tabelle 5. Abweichung der in Millimetern gemessenen Durchschnittswerte des Os zygomaticum, der Maxilla, der III. Rippe und der Mandibula von der Durchschnittskörperlänge der Feten in Zentimetern

Alter der Feten	Zahl der untersuchten Fälle	Durchschnittliche Körperlänge der Feten cm	Os zygomaticum		Maxilla		III. Rippe		Mandibula	
			doppelte Länge mm	Abweichung cm						
3	2	9,5	9,0	+0,5	8,4	+1,1	8,3	+1,2	10,7	-1,2
3 ¹ / ₂	3	12,3	11,6	+0,7	12,6	-0,3	11,0	+1,3	12,6	-0,3
4	9	17,3	18,0	-0,7	17,8	-0,5	16,7	+0,6	17,9	-0,6
4 ¹ / ₂	15	22,0	23,0	-1,0	21,2	+0,8	20,5	+1,5	21,6	+0,4
5	13	25,6	27,0	-1,4	25,2	+0,4	26,3	-0,7	25,6	0,0
5 ¹ / ₂	11	27,3	28,4	-1,1	27,0	+0,3	27,4	-0,1	27,3	0,0
6	12	30,6	30,0	+0,6	30,2	+0,4	29,4	+1,2	30,6	0,0
6 ¹ / ₂	12	32,6	33,0	-0,4	31,8	+0,8	32,1	+0,5	31,9	+0,7
7	12	35,4	35,0	+0,4	34,6	+0,8	35,1	+0,3	34,0	+1,4
7 ¹ / ₂	12	37,5	37,0	+0,5	35,6	+1,9	37,1	+0,4	35,9	+1,6
8	8	40,0	39,0	+1,0	38,8	+1,2	41,0	-1,0	39,0	+1,0
8 ¹ / ₂	7	42,4	41,8	+0,6	40,0	+2,4	43,5	-1,1	40,2	+2,2
9	5	45,6	43,6	+2,0	44,0	+1,6	45,2	+0,4	42,7	+2,9
9 ¹ / ₂	7	48,0	49,0	-1,0	48,2	-0,2	49,1	-1,1	47,5	+0,5
10	10	51,5	51,6	-0,1	49,2	+2,3	50,5	+1,0	49,7	+1,8
Ins-gesamt	138			±0,8		±1,0		±0,8		±0,97

Die Regressions- und Korrelationskoeffizienten sowie die Ergebnisse der Studentischen Signifikanzberechnungen sind auch tabellarisch zusammengefaßt (Tabelle 4).

Tabelle 5 gibt eine Zusammenfassung der durchschnittlichen Abweichungen der durchschnittlichen Meßwerte des Os zygomaticum, der Maxilla, der III. Rippe und der Mandibula von der durchschnittlichen Körperlänge.

Besprechung

Die für die untersuchten Knochen berechneten Korrelationskoeffizientenwerte beweisen, daß während der intrauterinen Entwicklung der Feten ein sehr inniger Zusammenhang zwischen der Länge der untersuchten Knochen und der Körperlänge der Feten besteht, da die erhaltenen Werte sehr nahe 1 (Idealwert = 1,0) liegen.

Den obigen Untersuchungen zufolge besteht der engste Zusammenhang zwischen Knochenlänge und Körperlänge der Feten unter den von uns empfohlenen drei Knochen im Falle des Os zygomaticum, da der für ihn berechnete Korrelationskoeffizient den höchsten Wert ($r = 0,9975$) betrug, aber auch bei den übrigen untersuchten Knochen wurden Werte

über 0,9 erhalten. Da die Korrelationskoeffizienten der untersuchten Knochen kaum Unterschiede aufweisen, kann nicht entschieden für einen Knochen Stellung genommen werden; nach diesen Berechnungen scheinen alle drei zur Ermittlung der Körperlänge gleichermaßen gut brauchbar.

Bei der Regressionsberechnung sollte geklärt werden, in welchem Maße der Durchschnitt der fraglichen Knochen im Verhältnis zum Durchschnitt der Körperlänge zunimmt. Hierbei wurde die Körperlänge als unabhängige Veränderliche (x), und die Knochenlängenmaße als abhängige Veränderliche (y) betrachtet.

Aus den Regressionskonstanten wurde bestimmt, in welcher Entfernung voneinander die idealen und die Regressionsgeraden die χ -Achse schneiden. Auf Grund dieser Berechnung konnte in Anbetracht dessen, daß sich hier schon wesentliche Unterschiede ergaben (aus den Koordinaten der $y = 0$ -Punkten der Regressionsgeraden und der idealen Geraden wurde x ausgedrückt), die folgende Reihenfolge festgestellt werden:

1. Os zygomaticum	0,458
2. Maxilla	1,339
3. Costa III.	2,129
4. Mandibula	2,931

Den Regressionsberechnungen gemäß liefern also die vier untersuchten Knochen in der obigen Reihenfolge die präzisesten Werte der Körperlängenbestimmung, d. h. mit Hilfe des Os zygomaticum werden die genauesten Werte erhalten, am wenigsten ist dies auf Grund der von Szász empfohlenen Mandibula-Maße der Fall. Das bedeutet aber nicht, daß die Mandibula während der ganzen Entwicklungsperiode nicht gut zur Bestimmung der Körperlänge verwendbar wäre. Es sei bemerkt, daß der von der idealen und der Regressionsgeraden eingeschlossene Winkel auch im Falle der Mandibula ein sehr kleiner ist, beim Os zygomaticum aber deckte die Regressionsgerade sozusagen die ideale Gerade beinahe.

Die Studentsche Signifikanzberechnung läßt feststellen, daß die Knochenmaße der einzelnen Altersgruppen von denen der vor- oder nachstehenden Gruppen bei Altersunterschieden von 1 Mondmonat stark signifikant verschieden sind ($P \cdot < 0,1\%$). Bei den $\frac{1}{2}$ Monats-Unterschieden waren die für Os zygomaticum und Costa III erhaltenen Werte stark signifikant, im Falle der Maxilla nicht signifikant, während sich für die Mandibula signifikante Werte ergaben (Tabelle 4). Dies ist aber — wie schon betont — bei der Rangordnung nicht maßgebend (wegen der geringen Zahl der Fälle), da in dieser Hinsicht die Regressionsberechnung das Wesentliche ist. Auch unter Berücksichtigung der Signifikanzberechnung kann behauptet werden, daß eine Bestimmung der Körperlänge — innerhalb der Genauigkeitsgrenze von 1 Mondmonat — auf Grund der Maxilla- und Mandibulamaße möglich ist, bei einer Genauigkeitsgrenze von $\frac{1}{2}$ Monat aber auf Grund der Maße des Os

zygomaticum und der III. Rippe, wo dann der Irrtum weniger als 5% beträgt.

Das auf Grund der untersuchten Knochenmaße angefertigte Regressionsgleichungs-Diagramm ist auch zur unmittelbaren Bestimmung

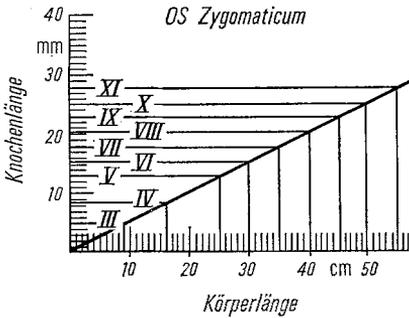


Abb. 6

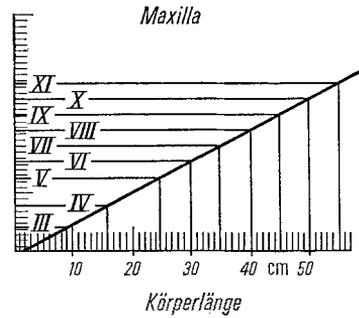


Abb. 7

Abb. 6. Diagramm. Bestimmung der Körperlänge der Feten auf Grund der Länge des Os zygomaticum mit Hilfe der Regressionsgeraden

Abb. 7. Diagramm. Bestimmung der Körperlänge der Feten auf Grund der Länge der Maxilla mit Hilfe der Regressionsgeraden

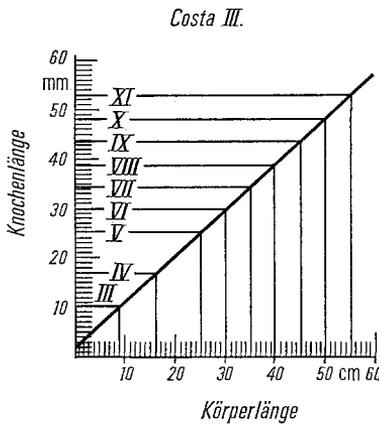


Abb. 8

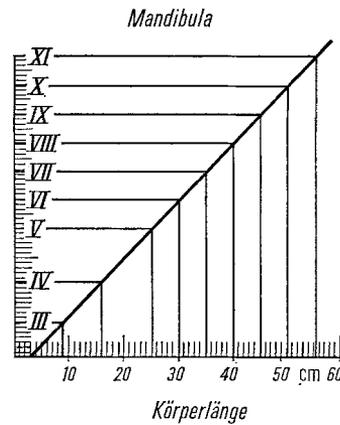


Abb. 9

Abb. 8. Diagramm. Bestimmung der Körperlänge der Feten auf Grund der Länge der Costa III mit Hilfe der Regressionsgeraden

Abb. 9. Diagramm. Bestimmung der Körperlänge der Feten auf Grund der Länge der Mandibula mit Hilfe der Regressionsgeraden

der Körperlänge des Fetus brauchbar. Aus den Regressionsdiagrammen 5—8 ist auch das Lebensalter unmittelbar abzulesen, indem man die Y-Achse des dem zu untersuchenden Knochen entsprechenden Diagramms auf die Regressionsgerade projiziert und den Schnittpunkt von der X-Achse abliest. Da die Regressionsdiagramme auch die Mondmonate enthalten, zeigt der auf Grund der Knochenmaße erhaltene Wert nicht nur die ihm entsprechende Körperlänge, sondern auch das Lebensalter direkt an (Abb. 6—9).

Die Regressionsgleichung ist auch ausgezeichnet brauchbar, um auf Grund der Länge des untersuchten Knochens ganz genau die den einzelnen Knochenmaßen entsprechende Körperlänge zu bestimmen, welche sich durch Umordnung der Regressionsgleichung unmittelbar errechnen läßt.

Die den untersuchten vier Knochen entsprechend umgeordneten Regressionsgleichungen sind folgende:

Os zygomaticum ($x = 2y$): $Y = 0,5056x - 0,2316$, daraus:

$$x = \frac{Y + 0,2316}{0,5056}$$

Maxilla ($x = 2y$): $Y = 0,5205x - 0,6967$, daraus:

$$x = \frac{Y + 0,6967}{0,5205}$$

Costa III ($x = y$): $Y = 0,9287x + 1,9778$, daraus:

$$x = \frac{Y - 1,9778}{0,9287}$$

Mandibula ($x = y$): $Y = 1,0774x - 3,1577$, daraus:

$$x = \frac{Y + 3,1577}{1,0774}$$

Eine Körperlängenbestimmung auf Grund der Regressionsgleichung erübrigt sich im allgemeinen, weil die so erhaltenen Werte praktisch übereinstimmen:

Im Falle der Mandibula und der III. Rippe durch Ausdrücken der in Millimetern erhaltenen Werte in Zentimeter ($x = y$),

und im Falle der Maxilla und des Os zygomaticum das Zweifache des in Millimetern gemessenen Wertes in Zentimeter ($x = 2y$).

Zusammenfassung

Die erörterten Untersuchungen haben erwiesen, daß nach den durchgeführten Korrelations-, Regressions- und Signifikanzberechnungen praktisch das Os zygomaticum, die Maxilla, Costa III und Mandibula nach dem folgenden Schema zur Bestimmung der Körperlänge unbekannter Feten wohl brauchbar sind: die in Millimetern gemessene Länge der Maxilla und des Os zygomaticum ergibt — mit 2 multipliziert, in Zentimeter ausgedrückt —, und die in Millimetern gemessene Länge der III. Rippe und der Mandibula — in Zentimeter ausgedrückt — die tatsächliche Körperlänge des Fetus. Von den beiliegenden Regressionsdiagrammen ist auf Grund der Längenmaße der erwähnten vier Knochen unmittelbar die Körperlänge und das Lebensalter der Feten — in Mondmonaten — abzulesen.

Literatur

- BALTHAZARD, V., et DERVIEUX: Études anthropologiques sur le foetus humain. Ann. Méd. lég. **1**, 37—42 (1921).
- BOYD, E.: Outline of physical growth and development. Minneapolis: Burgess Publ. Co. 1941.
- CAMERER, W.: Gewichts- und Längenwachstum des Menschen. Berlin: Karger 1912.
- LANDOIS, L.: Über das Wachstum der Diaphysen der Röhrenknochen des Menschen während des intrauterinen Lebens. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Virchows Arch. path. Anat. **45**, 77 (1869).
- LANGER, K.: Wachstum des menschlichen Skeletes. Denkschr. Ksl. Akad. Wiss. Wien. math.-nat. Kl. **31**, 1 (1872).
- OLIVIER, G., et H. PINEAU: Détermination de l'âge du foetus et de l'embryon. Arch. Anat. Sem. Hôp. Paris **6**, 21—28 (1958).
- — New determination of the fetal height based on the diaphysial length of the long bones. Ann. Méd. lég. **40**, 141—144 (1960).
- ORFILA: Zit. HOFFMAN-HABERDA, Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, 10. Aufl., Bd. II. S. 992. Berlin: Urban u. Schwarzenberg 1923.
- PFAUNDLER, M.: Körpermaßstudien an Kindern. Berlin: Springer 1916.
- ROBB, R., and J. CLARKE: Growth of bone-shafts in human fetus. Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.) **31**, 634—636 (1934).
- SAETTELE, R.: Körpergrößenbestimmung menschlicher Früchte an Hand der Längenmaße einzelner Skeletteile oder deren Diaphysen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **40**, 567 (1951).
- SIEBERT, E. O.: Die Altersbestimmung menschlicher Früchte und ihre gerichtlich-medizinische Anwendung. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **34**, 471 (1941).
- SZÁSZ, B.: Knochendimensionen des Fetus. I. Internat. Kongr. für gerichtl. u. soz. Med. Bonn 1938, S. 518.
- TAYLOR: Med. Jurisprudence **1**, 154 (1873).
- TOLDT, C.: Die Knochen in gerichtlichmedizinischer Beziehung. In: MASCHKAS Handbuch der gerichtlichen Medizin, Bd. III, S. 483, Tübingen: Verl. H. Laupp. 1882.
- Über die Altersbestimmung menschlicher Embryonen. Prag. med. Wschr. **121** (1879).
- ZANGENMEISTER, W.: Die Altersbestimmung des Fötus nach graphischer Methode. Z. Geburtsh. Gynäk. **69**, 127 (1911).
- Studien über die Schwangerschaftsdauer und die Fruchtentwicklung. Arch. Gynäk. **107**, 448 (1917).
- Tafeln zur Altersbestimmung menschlicher Früchte. Stuttgart: Ferdinand Enke 1912.

Professor Dr. I. GY. FAZEKAS
 Institut für gerichtliche Medizin der Universität
 Szeged/Ungarn, Kossuth Lajos sugárút 40