

## Originalarbeiten — Original Papers

# Feststellung der Körperlänge und des Lebensalters von Feten auf Grund der Größenmaße der Gehörknöchelchen

F. KÓSA und I. GY. FAZEKAS

Gerichtlich-medizinisches Institut der Universität Szeged (Ungarn)

Eingegangen am 29. Mai 1972

### *Determination of the Body Length and Age of Human Fetuses based on the Measurements of the Auditory Ossicles*

*Summary.* The measurements were determined on the auditory ossicles of 109 fetuses (56 male, 53 female) (length of the malleus, length and width of the incus and stapes with a 0.1 mm exactness). The age of the fetuses ranged between the V.-X. lunar month. The relation of the measurements of the auditory ossicles to the body length was analyzed by regression and correlation calculations. According to the author's examinations one can — if no other bone measurements are available — attempt to determine the body length and fetal age based on the measurements of the auditory ossicles. Between the measurements of the auditory ossicles and the body length there is a significant correlation. The regression diagrams constructed on the base of bone measurements make possible a prompt determination of the age.

*Zusammenfassung.* Es wurde die Größe der Gehörknöchelchen von 109 (56 männlichen und 53 weiblichen) Feten (Länge des Malleus, Länge und Breite des Incus und des Stapes) bestimmt. Das Alter der Feten bewegte sich zwischen dem V. und X. Lunarmonat. Das Verhältnis zwischen Gehörknöchelchen und Körperlänge wurde mit Hilfe von Regressions- und Korrelationsberechnungen analysiert.

Nach den Untersuchungen der Verfasser besteht — falls anderweitige Knochenmaße nicht verfügbar sind — die Möglichkeit, die Körperlänge bzw. das Lebensalter auch auf Grund der Gehörknöchelchenmaße zu ermitteln. Zwischen den Gehörknöchelchengrößen und den Körperlängenmaßen besteht eine enge (signifikante) Korrelation. Die auf Grund der Knochenmasse hergestellten Regressionsdiagramme ermöglichen die rasche Bestimmung des Lebensalters.

*Key words:* Körperlängenbestimmung, bei Feten — Lebensalterbestimmung, bei Feten.

In früheren Mitteilungen gaben wir die Möglichkeiten der Körperlängen- und Lebensalterbestimmungen auf Grund der Maße der verschiedenen fetalen Knochen bekannt [3—12]. Zur Lebensalterbestimmung eignen sich vor allem die kompakten, der Verwesung besser widerstehenden Knochen, wie die Extremitäten- [4—6], die Schulter- [3] und Beckenknochen [7], die Knochen der Schädelbasis [9]; aber auch die anderen unsererseits untersuchten Knochenmaße: so die der Rippen [8], der Schädeldach- [10], der Gesichtsknochen [11], ja sogar einiger typischer kleiner fetaler Knöchelchen (Atlas, Epistropheusbogen, Metacarpus I, Metatarsus I) [12] sind gut verwendbar, weil auch die Größen dieser Knochen in signifikanter Korrelation zur Körperlänge stehen.

In der Literatur [1, 2, 17, 18, 20—27] sind einige Mitteilungen bekannt, wonach anlässlich der gerichtsmedizinischen Untersuchung auch die sogenannten kleinen Knochen der Feten (darunter auch die Gehörknöchelchen) eine bedeutende Rolle spielten. Müller [19] hatte, als er

in Verbindung mit einem wegen angeblichem Kindesmord eingeleiteten Strafverfahren als Experte ein Gutachten abzugeben hatte, bei der Untersuchung der verbrannten fetalen Knochen drei Steigbügel (Stapes) und drei Ambusse (Incus) gefunden. Dieser Fund ermöglichte ihm die Feststellung einer Zwillingsgeburt. Müller [19] macht deshalb ausdrücklich darauf aufmerksam, daß der gerichtsmedizinische Sachverständige die Anatomie der menschlichen fetalen Knochen, ihr fetales Wachstumstempo, die Knochengrößen in den verschiedenen Lebensaltern des Kindes, die Entwicklungsanomalien der Knochen, das Vorkommen oder Fehlen der Apophyse, die Fragilität der Knochen usw. sehr gut kennen muß, wenn er die ihm aufgetragene Expertenaufgabe erfolgreich lösen will. Einige kleinere Knöchelchen der menschlichen Feten können in der gerichtsmedizinischen Praxis Anspruch auf spezielles Interesse erheben, da ihre typische Gestalt, ihre Wahrnehmbarkeit oder ihr Fehlen charakteristisch für das Lebensalter sind und sie im Verhältnis zu den Knochen junger, kleinerer Tiere ganz abweichende morphologische Merkmale aufweisen.

Auch in einem Falle, wo nach dem Kindesmord die Knochen verbrannt worden waren, fand Müller [19] die verschiedensten, aber typischen, winzigen Knöchelchen zur Ermittlung ihrer Herkunft und des Lebensalters des Fetus als geeignet, so die Finger- und Zehen-(Nagel-)phalangen, die Gehörknöchelchen, den Annulus tympanicus, die Keimkappen der Milchzähne, die Wirbelkörper des Rückgrats und die separat stehenden paarigen Wirbelbögen.

In der vorliegenden Arbeit wollen wir uns nicht mit den morphologischen Merkmalen der fetalen winzigen Knöchelchen, nicht mit ihrer gerichtsmedizinischen Bedeutung [13—16], sondern mit der Möglichkeit der Feststellung des Lebensalters und der Körperlänge auf Grund der Gehörknöchelchengröße befassen.

### Untersuchungsmaterial und Methoden

Die Bestimmung der Gehörknöchelchengröße erfolgte an den gleichen 138 fetalen Skeleten, die auch Gegenstand unserer früheren Mitteilungen [3—12] waren. Da Hammer und Amboß erst vom V. Lunarmonat an und der Steigbügel erst vom VI. Lunarmonat an verknöchert anzutreffen sind, können bei noch jüngeren Feten die Gehörknöchelchen auch nicht herauspräpariert werden. So beziehen sich unsere Untersuchungen auf die Maße der Gehörknöchelchen von 109 (56 männlichen und 53 weiblichen) Feten. Die Feten waren Bestandteile unseres Sektionsgutes. Es wurden sämtliche Knochen herauspräpariert. Nach Entfernung der

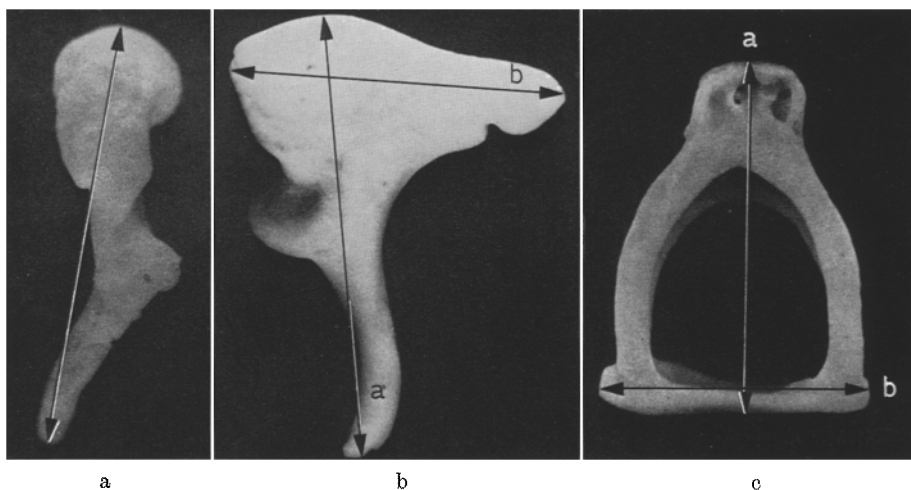


Abb. 1a—c. Die Meßebene der Gehörknochen

Hauptmasse der Weichteile wurden die Knochen maceriert, entfettet, an der freien Luft getrocknet und dann ihre Ausmaße mit dem Rechenschieber auf 0,1 mm genau bestimmt.

Festgestellt wurden die Länge des Malleus, Länge und Breite des Incus sowie Länge und Breite des Stapes zwischen den folgenden Meßpunkten (1 a, 1 b, 1 c).

*Malleus.* Vom Kopf des Hammer (Kapitulum mallei) bis zum Ende des Stieles (Manubrium mallei) gemessene Entfernung.

*Incus, Länge.* Vom oberen Rande der Articulatio incudomalleolaris bis zum Ende des langen Schenkels (Processus lenticularis) gemessene Entfernung. *Breite.* Vom oberen Rand der Articulatio incudomalleolaris bis zum Ende des kurzen Schenkels (Crus breve) gemessene Entfernung.

*Stapes, Länge.* Vom Kopfe des Steigbügels (Capitulum stapedis) bis zur Sohle des Steigbügels (Basis stapedis) gemessene Entfernung. *Breite.* Sohlenlänge des Steigbügels (Basis stapedis).

Zur Maßbestimmung der fetalen Gehörknöchelchen im V.-X. Lunarmonat wurden Regressions- und Korrelationsrechnungen an der elektronischen Rechenmaschine „MINSK 22“ angestellt.

### Ergebnisse und Besprechung

Tabelle 1 veranschaulicht die Durchschnittsmaße der Gehörknöchelchen der in Altersgruppen mit Unterschieden von  $\frac{1}{2}$  Lunarmonat eingeteilten Feten.

Tabelle 2 enthält die Ergebnisse der mathematisch-statistischen Berechnungen der Gehörknöchelchengrößen. Die Korrelation erwies sich im Falle der Gehörknöchelchenmaße als weniger eng als bei den übrigen von uns untersuchten Knochenmaßen [3—12]. (Bei den Extremitätenknochen lag der Wert der Korrelationskoeffizienten stets über 0,9.) Allerdings erweist sich — wie auch die „t“-Werte der auf Grund der Knochenmaße und der Körperlängenmaße berechneten Korrelationskoeffizienten zeigen — die Korrelation auch im Falle der Gehörknöchelchen als signifikant ( $p < 0,1\%$ ).

Bei der Regressionsberechnung fungierte das Knochenmaß als unabhängige Veränderliche ( $x$ ) und die Körperlänge als abhängige Veränderliche ( $y$ ). Das Verhältnis zwischen Gehörknöchelchengröße und Körperlängenmaß läßt sich mittels linearer Regression ausdrücken (Abb. 2—6), obzwar im niedrigsten und im höchsten Bereich die Meßpunkte eher vor die Regressionsgerade zu liegen kommen. Abgesehen davon paßt die Regressionsgerade sich an den Meßpunkten gut an. Die Meßpunkte liegen entlang einer leicht hyperbolischen Linie, deshalb kann, wenn die Körperlänge auf Grund der Gehörknöchelchen bestimmt werden muß, die Abweichung von der tatsächlichen Körperlänge bis zu  $\pm 2—3$  cm betragen. Die Irrtumsmöglichkeit ist also im Falle der Gehörknöchelchen größer als bei den unsererseits früher untersuchten Knochen [3—12]. Das genaueste Resultat ist unter den Gehörknöchelchen mit den Malleus-Maßen zu erhalten. Die übrigen Gehörknöchelchenmaße erfahren während der vom Beginn der Verknöcherung bis zur Geburt des Kindes verstrichenen Zeit nur eine geringfügige Zunahme (insgesamt 2—3 mm). Bei der Bestimmung der Malleus-Länge wiederum ist darauf zu achten, daß intakte Knochen untersucht werden, deren Stiel (das verschmälerte Ende) nicht abgebrochen ist. Ein höchst wesentlicher Gesichtspunkt ist, daß die Messung der Gehörknöchelchen mindestens mit 0,1 mm Genauigkeit erfolge, da sonst in der Körperlängenbestimmung noch größere Irrtümer als die angegebenen unterlaufen können.

Tabelle 1. *Gehörknöchelchenmaße bei III.-X. mondmonatlichen Embryonen*

Lebensalter	Nr.	Geschlecht		Durchschn.		Malleus			Stapes	
		♂	♀	Körper- länge (cm)	Körper- gewicht (g)	Länge (mm)	Incus Länge (mm)	Breite (mm)	Länge (mm)	Breite (mm)
Mondmonat III.	2	1	1	9,5	26,0	—	—	—	—	—
Mondmonat III. ½	3	2	1	12,3	73,3	—	—	—	—	—
Mondmonat IV.	9	5	4	17,3	123,5	—	—	—	—	—
Mondmonat IV. ½	15	7	8	22,0	213,2	—	—	—	—	—
Mondmonat V.	13	6	7	25,6	355,1	4,3	5,6	3,2	—	—
Mondmonat V. ½	11	7	4	27,3	419,2	5,0	6,2	3,8	—	—
Mondmonat VI.	12	6	6	30,6	609,9	5,4	6,6	4,3	2,4	2,2
Mondmonat VI. ½	12	4	8	32,6	663,5	5,7	6,7	4,6	2,7	2,3
Mondmonat VII.	12	7	5	35,4	869,8	6,2	6,7	4,6	3,0	2,2
Mondmonat VII. ½	12	6	6	37,5	992,8	6,8	6,9	4,9	2,9	2,5
Mondmonat VIII.	8	5	3	40,0	1336,3	7,4	6,8	4,6	3,1	2,6
Mondmonat VIII. ½	7	5	2	42,4	1785,0	7,3	6,8	4,8	3,1	2,6
Mondmonat IX.	5	3	2	45,6	1900,0	7,8	6,8	4,9	2,9	2,7
Mondmonat IX. ½	7	3	4	48,0	2894,6	7,8	6,7	5,1	3,3	2,8
Mondmonat X.	10	4	6	51,5	3144,1	7,9	6,9	5,5	3,5	3,0
Insgesamt	138	71	67							

Tabelle 2. *Regression und Korrelation der Gehörknöchelchenmaße mit der Körperlänge auf Grund von Untersuchungen von 109 Feten*

	Malleus		Incus		Stapes	
	Länge		Länge	Breite	Länge	Breite
Nr.	109		109	109	85	85
Durchschnitt der Körperlänge ( $y$ )	36,353		36,353	36,353	30,153	30,153
Streuung der Körperlänge ( $s_y$ )	± 0,776		± 0,776	± 0,776	± 0,752	± 0,752
Durchschnitt der Knochenmaße ( $x$ )	6,136		6,548	4,480	2,949	2,469
Streuung der Knochenmaße ( $s_x$ )	± 0,108		± 0,046	± 0,069	± 0,044	± 0,035
Regressionskoeffizient	6,248		10,489	8,739	11,632	18,672
Regressionskonstanz	— 2,01		— 32,33	— 2,80	+ 4,85	— 6,96
Korrelationskoeffizient	+ 0,867		+ 0,617	+ 0,781	+ 0,688	+ 0,858
Studentscher „t“-Wert der Korrelation	18,03		8,11	12,93	8,63	15,21
Signifikanz	$P < 0,1\%$		$P < 0,1\%$	$P < 0,1\%$	$P < 0,1\%$	$P < 0,1\%$

Die Regressionsgleichung bedeutet eigentlich auch eine solche Verhältniszahl, wo durch Einsetzen der Gehörknöchelchengrößen die Körperlänge des fraglichen Fetus erhalten wird.

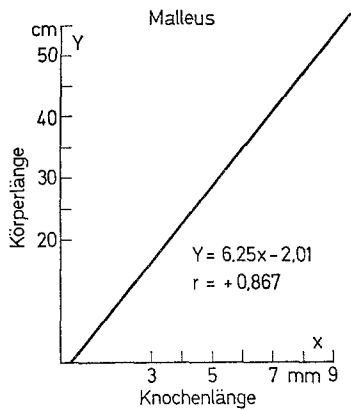


Abb. 2

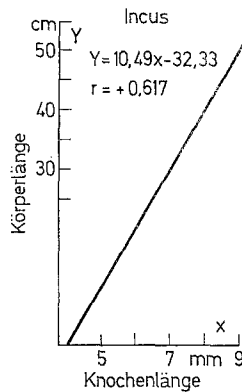


Abb. 3

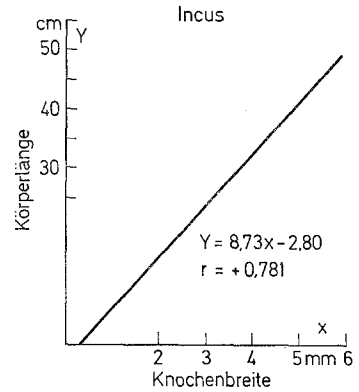


Abb. 4

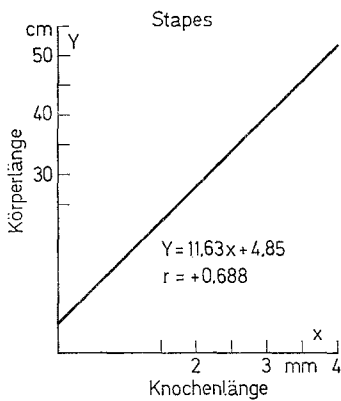


Abb. 5

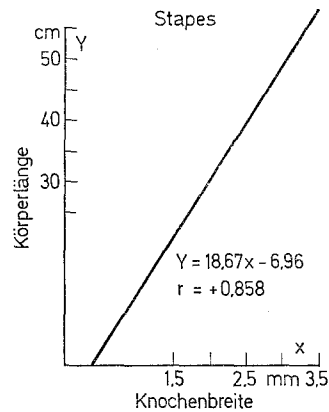


Abb. 6

Diese *Verhältniszahlen* sind:

Körperlänge (cm)	= Malleus-Länge (mm)	. 6,25 x — 2,01
	= Incus-Länge (mm)	. 10,49 x — 32,33
	= Incus-Breite (mm)	. 8,73 x — 2,80
	= Stapes-Länge (mm)	. 11,63 x + 4,85
	= Stapes-Breite (mm)	. 18,67 x — 6,96

### Literatur

1. Algot Key Aberg: Über die Größenverhältnisse gewisser Skeletteile menschlicher Embryonen in verschiedenen Entwicklungen. Vjschr. gerichtl. Med. **53**, 206 (1917).
2. Balthazard, V., Dervieux: Études Anthropologiques sur le foetus humain. Ann. Méd. lég. **1**, 37—42 (1921).
3. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Recent data and comparative studies about the body length and age of the foetus on the basis of the measurements of the clavicle and shoulder-blade. Acta Med. leg. soc. (Liège) **18**, 307—325 (1965).
4. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Die Bestimmung der Körperlänge von Feten auf Grund der Masse einiger flacher Knochen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **58**, 127—141 (1966).
5. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Neuere Beiträge und vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Körperlänge von Feten auf Grund der Diaphysenmaße der Extremitätenknochen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **58**, 142—160 (1966).

6. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Détermination de la longueur d'embryon d'après la dimension du radius. *Ann. Méd. lég.* **46**, 262—272 (1966).
7. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Données récentes pour la détermination de la longueur et de l'âge d'embryons humains d'après les dimensions des os du bassin. *Ann. Méd. lég.* **46**, 334—347 (1966).
8. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Measurements of the human fetal ribs. Data about the determination of the body length and age based on the measurements of the ribs. *Acta Med. leg. soc. (Liège)* **19**, 135—144 (1966).
9. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Bestimmung der Körperlänge und des Alters menschlicher Feten auf Grund der Schädelbasisknochenmaße. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **60**, 48—60 (1967).
10. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Bestimmung der Körperlänge und des Alters menschlicher Feten auf Grund der Schädeldachknochenmaße. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **60**, 149—162 (1967).
11. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Bestimmung der Körperlänge und des Lebensalters menschlicher Feten auf Grund der Größenmaße der Gesichtsknochen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **61**, 13—28 (1967).
12. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Bestimmung der Körperlänge und des Lebensalters menschlicher Feten auf Grund der I. Hand- und I. Fußwurzelknochenmaße, sowie der Größe des Atlas und Epistropheus-Wirbelbogens. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **61**, 29—36 (1967).
13. Fazekas, I. Gy., Kósa, F.: Geschlechtsbestimmung bei Feten auf Grund der Hüftknochenmaße. *Arch. Kriminol.* **143**, 50—57, 106—118 (1969).
14. Kósa, F.: Magzatok testhosszának és életkorának meghatározása csontméretek alapján. Kandidátusi értekezés, Szeged, 1969. Bestimmung der Körperlänge und des Lebensalters der Feten auf Grund der Knochenmaße. Dissertation für Kandidat, Szeged 1969.
15. Kósa, F., Fazekas, I. Gy.: Les possibilités de détermination d'âge d'après l'évolution formelle des os de la base du crane. *Méd. Légale et Réparation du Dommage Corporel* (im Druck).
16. Kósa, F., Fazekas, I. Gy.: Les possibilités de la détermination d'âge d'après les étapes évolutives (transformations) des os du sommet du crane. *Méd. Légale et Réparation du Dommage Corporel* (im Druck).
17. Landois, L.: Über das Wachstum der Diaphysen der Röhrenknochen des Menschen während des intrauterinen Lebens. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Knochen-systems. *Virchows Arch. path. Anat.* **45**, 77 (1869).
18. Langer, K.: Wachstum des menschlichen Skelettes. *Denkschr. Ksl. Akad. Wiss. Wien math.-nat. Kl.* **31**, 1 (1872).
19. Müller, M.: La calcination du foetus in médecine légale. *Verhandlungsbericht I. Internationaler Kongreß für gerichtliche und soz. Med.*, Bonn 1938, S. 483.
20. Olivier, G., Pineau, H.: Détermination de l'âge du foetus et de l'embryon. *Arch. Anat. Sem. Hôp. Paris* **6**, 21—28 (1958).
21. Rambaud, A., Renault, G.: Origine et développement des os. *Atlas* 28 pls. 271 pp. Paris, 1864.
22. Robb, R., Clark, J.: Growth of bone-shafts in human fetus. *Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.)* **31**, 634—636 (1934).
23. Röthig, W.: Zur Berechnung der Körperlänge von Feten und Säuglingen durch Bestimmung des Querdurchmessers des Foramen occipitale magnum. *Z. Rechtsmedizin* **68**, 149—153 (1971).
24. Saettele, R.: Körpergrößenbestimmung menschlicher Früchte an Hand der Längenmaße einzelner Skeletteile oder deren Diaphysen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **40**, 567 (1951).
25. Siebert, E. O.: Die Altersbestimmung menschlicher Früchte und ihre gerichtlich-medizinische Anwendung. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **34**, 471 (1941).
26. Szász, B.: Knochendimension des Fetus. I. *Internat. Kongr. für gerichtl. u. soz. Med.*, S. 518. Bonn, 1938.
27. Toldt, C.: Die Knochen in gerichtlichmedizinischer Beziehung. In: *Maschkas Handbuch der gerichtlichen Medizin*, Bd. III, S. 483. Tübingen: Laupp 1882.

Dr. F. Kósa  
 Prof. Dr. I. Gy. Fazekas  
 Kossuth Lajos sugarut 40  
 Szeged, Ungarn