

## ALTERSBEDINGTE VERÄNDERUNG DES GEHALTES MENSCHLICHER KNOCHEN AN ANORGANISCHEN SUBSTANZEN

F. KÓSA, E. VIRÁGOS KIS UND B. RENGEI

*Gerichtsmedizinisches Institut, A. Szent-Györgyi Medizinischen Universität,  
Szeged, Ungarn, H—6724, Pf. 92.*

(Eingegangen am 10. März 1989)

### Zusammenfassung

In dem aus dem mittleren Anteil des Oberschenkelknochen der Leichen von 100 Personen der beiden Geschlechter (52 Männer und 48 Frauen) und unterschiedliches Alters (zwischen 13 und 89 Jahren) entnommenen Proben wurden mit der atomabsorptions-spektrophotometrischen Methode die Konzentrationen der Elemente Ca, Na, K, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu und Pb bestimmt.

Ein signifikanter Unterschied in der Konzentration der einzelnen Elemente in den einzelnen Altersgruppen: juvenil-adulte (13—50 Jahre), im Präsenium befindliche (51—65 Jahre) und im Senium (über 65 Jahre) bestand nicht ( $P > 0.05$ ).

*Schlüsselwörter:* individuelle Lebensalter, anorganische Stoffe der Knochen, atomabsorptions-spektrophotometrische Untersuchungen, forensische und historisch-anthropologische Forschungen.

### Einleitung

In Verbindung mit der kriminalistischen Personenidentifizierung anhand von Knochenfunden sind die zuverlässigsten Daten bezüglich des Lebensalters unbekannter Personen aufgrund altersbedingter Besonderheiten der anatomischen Struktur der Knochen zu erhalten (BONTE et al., 1976; BURNY und WOLLAST, 1972; DE PUEG und BURDINE, 1972; FACCHINI und PETTENER, 1977; FÖLDES et al., 1980, 1981, 1982; HAMAGUCHI et al., 1975; HAYNES, 1968; HUNGER, 1978; KÓSA et al., 1982a, 1982b, 1988a, 1988b; MOSENBACH, 1974; RUBEZHANSKII, 1968, 1969).

Die gerichtsmedizinische und die historisch-anthropologische Praxis haben entsprechende Methoden zu der in solchen Fällen erforderlichen Lebensalterermittlung erarbeitet (BARKER, 1965; GOODE et al., 1972; GUSTAFSSON et al., 1974; SMOLIARINOV et al., 1966).

Das Lebensalter von menschlichen Feten und Neugeborenen lässt sich aufgrund der Knochenmasse ziemlich genau bestimmen. Auch bis zum Pubertätsalter stehen dem Gerichtsmediziner zahlreiche Daten (körperliche Entwicklung, Zahnwechsel, Ossifikationsprozess, usw.) zur Verfügung. Meistens bedeutet die Altersbestimmung in Fällen von Erwachsenenskeletten das grösste Problem, während im Präsenium bzw. Senium das Häufigerwerden von Regressionsveränderungen wieder immer mehr Anhaltspunkte zur Ermittlung des Lebensalters bietet.

In der Fällen aufgefundenen Knochenfragmente würde die Untersuchung der Knochen auf ihren Gehalt an anorganischen Substanzen einen neueren Aspekt zur Lebensalterermittlung bedeuten, da Literaturangaben zufolge die Konzentration der die Knochen aufbauenden anorganischen Elemente mit dem Lebensalter zusammenhängende Veränderungen (Zu- oder Abnahme) aufweist (BANZER et al., 1976; BARRY und MOSSMAN, 1970; BURNY und WOLLAST, 1972; HASSNER et al., 1967; HAYEK, 1967; HERRING, 1968; KÓSA et al., 1988a, PUUMALAINEN und UIMARIHUHTA, 1977).

Bei der Untersuchung des anorganischen Materialgehaltes der Knochen haben manche Autoren gefunden, dass die Konzentration einiger Elemente (z. B. Hg und Pb) mit fortschreitendem Alter in den Knochen steigt (JENSEN et al., 1972; KALASHNIKOV und ZSICKIK, 1977; KATRANOUSKOV und DGANKOV, 1972; KÓSA et al., 1980; MALTSEVA, 1973; TOUGAARD, 1973).

Aus gerichtsmedizinischer Sicht wäre es in der Fälle von Skelettfragmenten oder einzelnen Knochen von sehr grosser Bedeutung, wenn aufgrund der chemischen Analyse einzelner Knochenstücke auf das Alter des unbekanntem Individuums geschlossen werden könnte (BURNY und WOLLAST, 1972; KÓSA et al., 1980; 1988a; MADSEN, 1977).

Chemische Untersuchungen an historisch-anthropologischen Knochenmaterial haben in Ungarn LENGYEL (1964, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971a, 1971b, 1971c, 1972a, 1972b, 1972c, 1976, 1979, 1980), LENGYEL und FARKAS (1972), LENGYEL und NEMESKÉRI (1963, 1964, 1965, 1970, 1972), LENGYEL und MISZKIJEWICZ (1974), NEMESKÉRI und LENGYEL (1963) durchgeführt.

Die atomabsorptions-spektrophotometrische Messung stellt heute bereits in vielen erreichbares Untersuchungsverfahren dar, das bei der Bestimmung des Gehaltes der Knochen an anorganischen Substanzen genaue Ergebnisse liefert. Nachdem die bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen derartige Möglichkeiten und zuverlässige Resultate geliefert haben, beschlossen wir, die Frage anhand der Untersuchung eines umfangreichen Knochenprobenmaterials zu klären.

### Untersuchungsmaterial und Methode

Aus dem Sektionsmaterial unsere Instituts wurden 100 Leichen der beiden Geschlechter (52 Männer und 48 Frauen) und verschiedener Alter (zwischen 13 und 89 Jahren) ausgewählt und aus dem mittleren Anteil des Oberschenkelknochens (aus der Kompakta) Proben entnommen und mittels atomabsorptionsspektrophotometrischer Methode ihr Gehalt an einer Gruppe anorganischer Elemente (Ca, Na, K, Mg, Fe, Zn, Mn, Pb, Cu) bestimmt. Die erhaltenen Ergebnisse wurden mathematisch-statistisch bewertet.

Zur Vorbereitung des Untersuchungsmaterials benutzen wir das teilweise modifizierte Verfahren von LE GANDRE und ALFREY (1976).

Dabei wurden die zu untersuchenden Knochenproben in der Knochenmühle zu 0.2–0.5 mm grossen Granula zerkleinert und dann mit 3 ml eines Aether-Alkoholgemisches 1:1 bzw. anschliessend 3 mal mit je 5 ml eines Petrolaether-Aethergemisches 1:1 gereinigt. Nach der Entfernung des Lösungsmittels wurden die Knochenproben bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, von dem so gewonnenen Material 1 g in ein 50 ml fassendes Becherglas gemessen, 2 ml cc. suprapure Salzsäure und 1 ml cc. suprapure

Salpetersäure dazugegeben und am Wasserbad eingedampft. Die säurige Freisetzung wurde noch zweimal wiederholt.

Parallel mit dem Testmaterial wurden auch Blindproben angesetzt, wo nur die obigen Säuremengen eingemessen waren.

Die eingetrockneten Materialproben bzw. Blindproben wurden dann mit 0.2-%igem Lanthanchlorid quantitativ in 25 ml-Messkolben übertragen und aus dieser Stammlösung die zu den Messungen benötigten Verdünnungen bereitet. Die Messungen erfolgten mit Hilfe des Perkin Elmer Absorptions-Spektrophotometer Modell 306, unter den Fabrikvorschriften entsprechenden optimierten Bedingungen in der Luft/Azetylen-Flamme.

### Ergebnisse und Besprechung

Tabelle 1. veranschaulicht die Mittelwerte der in der Femurdiaphyse gemessen Ca-, Na-, K-, und Mg-, und Tabelle 2 jene der Fe-, Zn-, Mn-, Pb-, und Cu-Konzentrationen nach Altersgruppen zwischen 13—50 Jahren (juvenil-adulte) zwischen 51—65 Jahren (Präsenium) und Senium (über 65 Jahre).

Bei der computergesteuerten mathematischen Bewertung fand Untersuchung des Mittelwertes, der Streuung, der Korrelation bzw. Regression der Altersgruppen

Tabelle 1. Veränderung des Gehaltes menschlicher Knochen an anorganischen Substanzen in mg/g mit dem Lebensalter

Altersgruppe	n	Mittleres Lebensalter	Ca	Na	K	Mg
11—50	43	36,46 ± 10,07	180,37 ± 18,04	5,51 ± 1,52	1,09 ± 0,54	2,34 ± 0,33
51—65	23	57,86 ± 4,15	186,56 ± 22,98	5,55 ± 1,23	0,73 ± 0,30	2,25 ± 0,27
66—	34	75,79 ± 6,01	188,41 ± 18,59	6,16 ± 1,44	1,12 ± 0,44	2,33 ± 0,25
Insgesamt 100		P > 0,05				

Tabelle 2. Veränderung des Gehaltes menschlicher Knochen an anorganischen Substanzen in µg/g mit dem Lebensalter

Altersgruppe	n	Mittleres Lebensalter	Fe	Zn	Mn µg/g	Pb	Cu
11—50	43	36,46 ± 10,07	41,20 ± 43,79	118,67 ± 40,20	3,02 ± 1,04	15,90 ± 27,85	5,03 ± 3,80
51—65	23	57,86 ± 4,15	39,67 ± 41,80	108,60 ± 21,31	2,84 ± 1,00	13,71 ± 7,12	3,11 ± 2,54
66—	34	75,79 ± 6,01	39,81 ± 32,87	142,87 ± 106,95	9,88 ± 0,95	21,10 ± 19,39	5,20 ± 2,88
Insgesamt 100		P > 0,05					



statt und darüber hinaus wurde auch untersucht, ob zwischen den Altersgruppen ein signifikanter Unterschied besteht.

Im Sinne dieser Befunde war bisher bei keinem einzigen Element eine signifikante Abweichung zu registrieren.

STREHLOW und KNEIP (1969) hatten bei der atomabsorptionsspektrophotometrischen Untersuchung des Gehaltes der Zähne an anorganischen Substanzen beobachtet, dass das Pb mit fortschreitendem Lebensalter in zunehmender Konzentration anwesend ist (Tabelle 3, Diagramm 1).

Aufgrund der Analyse der Zähne von 57 unseren Sektionsmaterial entstammenden Individuen unterschiedlichen Alters und Geschlechts konnten wir die Feststellung der zitierten Autoren nicht bekräftigen (FÖLDES et al., 1981), da in den Zähnen mit zunehmendem Alter korrelierende Konzentrationszunahmen weder im Falle des Pb, noch bei anderen Elementen vorkamen (Tabelle 4 und 5). Für die gerichtsmedizinische Praxis eine Methode auszuarbeiten, mit Hilfe derer innerhalb der Verjährungsfrist von Verbrechen aufgrund der Untersuchung der Knochen an anorganischen Substanzgehalt das Lebensalter einer unbekannt Person mit Sicherheit festgestellt werden könnte, ist somit bislang nicht gelungen.

Tabelle 3. Bleigehalt der menschlichen Zähne nach STREHLOW und KNEIP (1969)

Lebensalter	Blei $\mu\text{g/g}$ Asche	im Mittel
—10	15	$17 \pm 1$
	13	
	7	
	26	
	13	
10—20	32	$22 \pm 7$
	13	
	15	
20—30	72	$36 \pm 10$
	11	
	16	
30—40	65	$59 \pm 10$
	36	
	65	
40—50	84	$72 \pm 13$
	77	
	44	
50—60	169	$116 \pm 29$
	75	
	96	

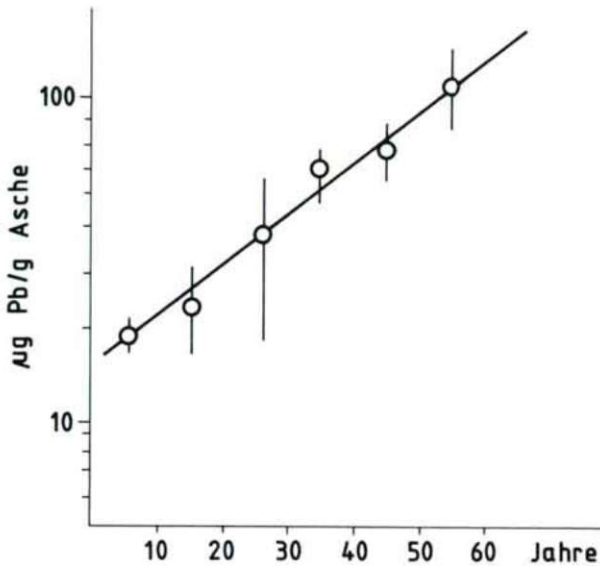


Abb. 1. Veränderung des Bleigehaltes menschlicher Zähne mit dem Lebensalter nach STREHLOW und KNEIP (1969)

Tabelle 4. Gehalt menschlicher Zähne an anorganischen Substanzen

	Ca	Na	K	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	Li	Pb
	mg/g Asche				mg/g Asche					
Frischer										
Femur, (100 Untersuchungen)	184,53 ± 19,60	5,75 ± 1,45	1,02 ± 0,49	2,32 ± 0,29	40,38 ± 39,53	124,58 ± 69,20	2,93 ± 0,99	4,67 ± 3,33	—	17,25 ± 21,90
Zähne (57 Untersuchungen)	495,0 ± 157,8	9,15 ± 3,01	0,62 ± 0,13	10,36 ± 1,78	436,0 ± 304,3	613,0 ± 297,2	17,57 ± 11,1	24,62 ± 11,84	2,72 ± 0,98	—

Tabelle 5. Gehalt menschlicher Zähne an anorganischen Substanzen nach Geschlechtern

	Ca	Na	K	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	Li	Pb
	mg/g Asche				mg/g Asche					
Frischer										
Femur (100 Untersuchungen)	184,53 ± 19,60	5,75 ± 1,45	1,02 ± 0,49	2,32 ± 0,29	40,38 ± 39,53	124,58 ± 69,20	2,93 ± 0,99	4,67 ± 3,33	—	17,25 ± 21,90
Zähne (35 Untersuchungen)	507,00 ± 145,30	8,48 ± 2,89	0,61 ± 0,11	10,73 ± 2,0	487,00 ± 338,6	655,00 ± 314,3	18,57 ± 11,06	24,95 ± 10,9	2,71 ± 0,9	—
Zähne (22 Untersuchungen)	483,0 ± 151,8	9,81 ± 2,98	0,63 ± 0,17	9,99 ± 1,7	385,0 ± 233,4	570,0 ± 232,5	16,57 ± 11,4	24,29 ± 13,2	2,73 ± 1,00	—

## Literaturverzeichnis

- BANZER, D., KLEIN, T. und SCHNEIDER, U. (1976): Der Mineralgehalt des wachsenden Knochens. — *Dtsch. Med. Wochenschr.* 101, 1794—1797.
- BARKER, H. (1965): Radiocarbon dating of bone. — *Nature (London)* 208, 1053—1055.
- BARRY, P. S. and MOSSMAN, D. E. (1970): Lead concentration in human tissues. — *Br. J. Int. Med.* 27, 339—351.
- BONTE, W., JOHANSON, J., GARBE, G. und BERG, S. (1976): Die Bestimmung des Aminosäurespektrum als Hilfsmittel bei der Datierung von Skelettfunden. — *Arch. f. Krim.* 158, 163—174.
- BURNY, F. and WOLLAST, R. (1972): Study of bone mineralisation at the microscopic level using electron probe microanalyser, Sodium and magnesium distribution in normal bone. — *Acta Orthop. Belg. (Suppl.)* 38, 79—84.
- DE PUEG, E. G. and BURDINE, J. A. (1972): Determination of bone mineral content using the scintillation camera. — *Radiology.* 105, 607—610.
- FACCHINI, F. and PETTENER, D. (1977): Chemical and physical methods in dating human skeletal remains. — *Am. J. Phys. Anthropol.* 47, (1), 65—70.
- FÖLDES, V., KÓSA, F., VIRÁGOS KIS, E., RENGEI, B. und FERKE, A. (1980): Atomabsorptions-spektrophotometrische Untersuchung des Gehaltes an anorganischen Substanzen von Skelettbefunden zur Ermittlung der Dauer des Begrabenseins in der Erde. — *Arch. Kriminol.* 166, 105—111.
- FÖLDES, V., KÓSA, F., VIRÁGOS KIS, E. und RENGEI, B. (1981): Untersuchung des Gehaltes der menschlichen Zähne an anorganischer Substanz mittels Atomabsorptions-spektrophotometrischer Methode. — *Beiträge zur gerichtl. Medizin. Wissenschaftl. Schriften der Humboldt-Universität zu Berlin* S. 253—259.
- FÖLDES, V., KÓSA, F., VIRÁGOS KIS, E. und RENGEI, B. (1982): Untersuchung des Gehaltes der Knochen von in Krypten Beigesetzten Leichen an anorganischen Substanzen zwecks Feststellung des Todetermines. — XII. Kongress der Internationalen Akademie für gerichtliche und soziale Medizin. Wien, Separatum 4B2, 841—844.
- GOODE, G. C., HOWARD, C. M. and WILSON, A. R. (1972): Some applications of neutron activation for the analysis of human bone. — *Anal. Chim. Acta* 58, 363—368.
- GUSTAFSSON, L., JACOBSON, B. and KUSSOFFSKY, L. (1974): X ray spectrophotometry for bone mineral determinations. — *Med. Biol. Eng.* 12, (1) 113—119.
- HASSNER, F., KROKOWSKY, E. und RACH, K. (1967): Normalwerte des Hydroxylapatitgehaltes im Skelett in Abhängigkeit von Lokalisation, Lebensalter und Geschlecht. — *Klin. Wschr.* 45, 575—578.
- HAMAGUCHI, H., KANNO, H. und KASAI, M. (1975): Neutron activation analysis for uranium in fossil bones. — *Anal. Chim. Acta* 75, (2) 445—448.
- HAYEK, E. (1967): Die Mineralsubstanz der Knochen. — *Klin. Wschr.* 45, 857—863.
- HAYNES, V. (1968): Radiocarbon analysis of inorganic carbon of fossile bone and enamel. — *Science* 161, 687—888.
- HERRING, G. M. (1968): The chemical structure of tendon, cartilage, dentin and bone matrix. — *Clin. Orthop.* 60, 261—299.
- HUNGER, H. (1978): Liegezeitbestimmung an Skelettfunden im Erdboden — In: HUNGER, H. und D. LEOPOLD: *Identification.* — J. A. Barth, Leipzig 1978. S. 1—45.
- JENSEN, H., CHRISTIANSEN, C. and LINDBERG, I. F. (1972): The mineral content in bone. Measured by means of 27,5 keV radiation from 1251. — *Acta Radiol. (Suppl.) (Stoch)* 313, 214—220.
- KALASHNIKOV, V. M. and ZSICKIK, V. F. (1977): Determination of nitrogen fluorine and phosphorus in osseous tissues by photonuclear activation. — *Vopr. Med. Khim.* 1, 122—127.
- KATRANOUSKOV, L. and DGANKOV, O. (1972): A densitometric method of determining the mineral content of bone. — *Br. J. Radiol.* 45, 210—212.
- KÓSA, F., FARKAS, I. and WITTMANN GY. (1988a): Electron Probe Microanalysis of human Bones for individual Age determination (hung.). — IX Meeting of the Hungarian Society of Forensic Medicine, Debrecen p. 25.



- KÓSA, F., FERENCZI, R. und BALÁSPIRI, L. (1988b): Untersuchungen des Aminosäuregehaltes der Knochen zur Bestimmung ihres chronologischen Alters mittels automatischer Aminosäureanalyse. — Festschrift für Horst Leithoff zum 65. Geburtstag. Kriminalistik Verlag, Heidelberg, 375—387.
- KÓSA, F., FÖLDES, V., VIRÁGOS KIS, E., RENGEI, B. und FERKE, A. (1980): Atomabsorptionsspektrophotometrische Untersuchung des Gehaltes fetaler Knochen an anorganischen Substanzen zur Ermittlung des Lebensalters. — Arch. Kriminol. 166, 44—50.
- KÓSA, F., MARCSIK, A., VIRÁGOS KIS, E. und RENGEI, B. (1982a): Atomabsorptionsspektrophotometrische Untersuchung des Gehaltes archäologischer Knochenfunde an anorganischen Substanzen zur Bestimmung des chronologischen Alters. — Humanbiol. Budapest, 10, 121—134.
- KÓSA, F., RENGEI, B., FÖLDES, V. und KÓNYA, K. (1982b): Thermogravimetrische (derivatographische) Untersuchung menschlicher Knochen zwecks Ermittlung der Dauer des Begrabenseins. — XII. Kongress der Internationalen Akademie für gerichtliche und soziale Medizin. Wien, Separatum, 4B4, 853—856.
- LE GANDRE, G. R. and ALFREY, A. C. (1976): Measuring Picogram Amounts of Aluminium in Biological Tissue, by Flameless Atomic Absorption analysis of a Chalate. — Clin. Chem. 22, 5—13.
- LENGYEL, I. (1964): Contribution à l'analyse histologique, sérologique et chimique combinée des os et des dents en archéologie. — Bull. Group. Int. Rech. Sc. Stomat, 7, 182.
- LENGYEL, I. (1967): Chemico-analytical and serological examination of the human skeletal finds from Naima Tolgoj. — Acta Arch. Hung. 19, 411.
- LENGYEL, I. (1968): Biochemical aspects of early skeletons. In: The Skeletal Biology of Earlier Human Populations. — Ed by Don R. Brothwell. Pergamon Press, (Oxford) pp. 271.
- LENGYEL, I. (1969): Bestimmung der Geschlechtszugehörigkeit im Laboratorium. — Wissenschaftl. Z. der Humboldt-Univ. zu Berlin, Math.-Nat. R. XVIII. 5, 977.
- LENGYEL, I. (1970): A lepenski-vir lelöhelyen feltárt csontvázleletek laboratóriumi vizsgálatának előzetes eredményei (MTA Régészeti Kutató Intézete, Budapest). — Anthropol. Közl. 14, 181—188.
- LENGYEL, I. (1971a): Ergebnisse der Laboruntersuchungen an den Skelettfunden von Környe. (In: SALAMON ÁGNES és ERDÉLYI ISTVÁN: Das völkerwanderungszeitliche Gräberfeld von Környe. II.) — Studia Arch. S. 149—151.
- LENGYEL, I. (1971b): A pécsi ókeresztény temető antropológiai anyagának laboratóriumi elemzése. (Laboratorial examination of the human bone finds from the Early-Christian cemetery of Pécs.) — Arch. Ért. 98, 205—209.
- LENGYEL, I. (1971c): Chemico-analytical aspects of human bone finds from the 6th century „Pannonia” cemeteries. — Acta Arch. Hung. 23, 155—166.
- LENGYEL, I. (1972a): Analyses chimiques des os mis au jour dans l'église médiévale en ruine de Balatonfüred. — Acta Arch. Hung. 24, 237—240.
- LENGYEL, I. (1972b): Paleoserologische Untersuchungen. (Paläoserologische Untersuchungen). — A X. Biológiai Vándorgyűlés előadásainak ismertetése. Szeged, augusztus 28—29—30. — 106.
- LENGYEL, I. (1972c): Laboratorijska analiza nalaza ljudskih kostiju iz nekropole ranog bronzanog doba u Mokrinu. (Laboratorial analysis of the human bone finds from the Early Bronze Age cemetery of Mokrin.) — Dissertationes et Monografie. Beograd. 12, 75—90.
- LENGYEL, I. (1976): Osteon — Osteon-Populáció — A szervezet biológiai kora. — Anthropol. Közl. 20, 69—79.
- LENGYEL, I. (1979): Aging in the past — Biochemical of the skeletal aging in recent, as well as in archaeological periods. — Humanbiol. Budapest. 7, 25.
- LENGYEL, I. (1980): Aging in the past. Biochemical aspects of skeletal aging in recent as well as in archaeological periods. — Anthropol. Közl. 24, 137—151.
- LENGYEL, I. und FARKAS, GY. (1972): A mokrini kora bronzkori temető emberi csontmaradványain végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek kritikai elemzése a régészeti és az antropológiai adatok tükrében. (Critical evaluation of the results gained by morphological and laboratory analysis of the human bone remains of the Early Bronze Age cemetery of Mokrin.) — Anthropol. Közl. 16, 51—71.

- LENGYEL, I. und MISZKJEWICZ, B. (1974): Vergleich der Ergebnisse bei der Geschlechts — und Altersbestimmung an Brandgräbermaterialien mit Hilfe der morphologisch — biochemischen Methode. — *Glasnik Antropoloskog Društva Jugoslavije Sveska 11 Beograd*, 69—74.
- LENGYEL, I. and NEMESKÉRI, J. (1963): Application of biochemical methods to biological reconstruction. — *Z. Morph. Anthropol.* 54, 1.
- LENGYEL, I. und NEMESKÉRI, J. (1964): A csontvázletelek decompozíciójáról. — *Anthropol. Közl.* 8, 69—82.
- LENGYEL, I. and NEMESKÉRI, J. (1965): Investigation of the chemical composition of aged human bones belonging to recent and subfossil periods. — *Internat. Conference in Gerontology. Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Sep.*: 141.
- LENGYEL, I. und NEMESKÉRI, J. (1970): Egy 9. századbeli népesség struktúrájának analízise csontvázletelek laboratóriumi és morfológiai vizsgálata alapján. (Strukturelle Analyse einer Population aus dem 9. Jahrhundert auf Grund morphologischer und Laboruntersuchungen der Knochenfunde.) — *A IX. Biológiai Vándorgyűlés előadásainak ismertetése. Budapest, május 6—7—8.* — 50.
- LENGYEL, I. and NEMESKÉRI, J. (1972): Analysis of the structure of a 9th century etnoic group, on the basis of the laboratory and morphological examination of their bone finds. (In: TÖRŐ IMRE, SZABADY EGON, NEMESKÉRI JÁNOS, EIBEN OTTÓ (Ed.): *Advences in the biology of human populations.*) — *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 489—494.
- MADSEN, M. (1977): Vertebral and peripheral bone mineral content by photon absorptiometry. — *Invest. Radiol.* 12, (2) 185—188.
- MALTSEVA, M. M. (1973): Determination of titanium and thorium in bone tissue. — *Gig. Sanit.* 38, 89—91.
- MOSENBACH, R. (1974): The chemical and mineral composition of inorganic substances of bones and dentin of existing and fossil vertebrates structure and size of the middle grains dependent on the geologic age. — *Bull. Group. Eur. Rech. Sci. Stomatol. Odontol.* 17, 59—85.
- NEMESKÉRI, J. und LENGYEL, I. (1963): Újabb biológiai módszerek történeti népességek rekonstrukciójában. — *Magyar Tudományos Akadémia Biol. Tud. Közl.* VI. 3—4, 333.
- PERKIN-ELMER CORP (1973): *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry.* — *Norwalk, Conn.* p. 1—35.
- PUUMALAINEN, P. and UIMARIHUHTA, A. (1977): Measurement of bone mineral content using gamma-ray attenuation by air production. — *Health Phys.* 32, (3) 159—163.
- RUBEZHANSKII, A. F. (1968): Spectrographic differentiation of archeologic bone material from recent burial. — *Sudebno-med. Ekspert.* 11, 14—17.
- RUBEZHANSKII, A. F. (1969): Macro and microscopic changes in the bones of corpses in mountainous carbonate turf soil as an indication of the duration of burial. — *Sudebno-med. Ekspert.* 12, 17—19.
- SMOLIARINOV, V. M., ZHDANOVA, S. A. and KIROVA, M. A. (1966): Radiological estimation of the age of mummified cadaver. — *Sudebno-med. Ekspert.* 9, 3—7.
- TOUGAARD, L. (1973): The degree of mineralization in bone tissue. The phosphorus-hydroxyproline ratio determined on small amounts of bone tissue. — *Scand J. Chem. Lab. Invest.* 32, 351—355.
- STREHLOW, C. D. and KNEIP, Th. J. (1969): The Distribution of Lead and Zinc in the Human Skeleton. — *American Industrial Hygiene Assoc. Journal* 30, 372—378.