

M. ČERNÝ, ST. KOMENDA

# GESCHLECHTSBESTIMMUNG VON HUMERUS UND FEMUR MIT HILFE DER DISKRIMINANZANALYSE

## EINLEITUNG UND PROBLEMATIK

Obwohl wir bei der Geschlechtsbestimmung mit den langen Extremitätsknochen nicht so gute Erfolge wie mit den Beckenknochen und Schädel haben, ist dieser Vorgang doch von praktischer Bedeutung. In der gerichtlich-osteologischen Praxis ist es keine Seltenheit, wenn man solche Fälle beurteilen muß, bei denen man weder Beckenknochen, noch Schädel fand, lange Knochen dagegen vorhanden sind. In der Gegenwart ist der höchste Grad der Geschlechtsbestimmung durch die Anwendung spezieller biostatistischer Methoden gesichert, wie z. B. Fisher's Diskriminanzanalyse oder modifizierte Sequenzanalyse nach Wald, die bei Nainys (1972) zu finden ist. Unsere Mitteilung liefert Informationen über die Anwendung der klassischen Version der Diskriminanzanalyse bei Humerus und Femur.

## ÜBERSICHT BISHERIGER FORSCHUNGEN

Diese Methode wurde für die Geschlechtsbestimmung bei den langen Extremitätsknochen der Weißen von Pons (1955 a, b) und Steel (1958, 1960, 1962), bei den langen Knochen der Neger von Thiemé (1957) und Thiemé und Schull (1957), bei den Japanern von Hanihara (1958) und Hanihara, Kimura und Minamidate (1964) angewendet. Schenkelbeine des archäologischen Materials aus USA bearbeitete Van Gerven (1972).

## MATERIAL

Unser Seziermaterial stammte aus den anatomischen Instituten der medizinischen Fakultäten in

Prag, Brünn und Pilsen. Das Geschlecht und häufig auch das Alter waren verlässlich bekannt. Bei 6,8 % der Frauen und Männer war das Alter unbekannt. Den Kern des Materials bildete eine Serie von Skeletten aus Prag, die in den Jahren 1933 bis 1939 präpariert worden waren. Eine geringe Anzahl von Skeletten aus Prag wurde in den letzten 20 Jahren des vorigen Jahrhunderts präpariert. Kleinere Serien stammten aus Brünn und Pilsen aus den Jahren nach dem zweiten Weltkrieg. Im Ganzen handelte es sich um Skelette von 266 Männern und 177 Frauen. Ein Teil der Skelette war inkomplett. In betracht kamen Knochen aus beiden Seiten. Pathologische Fälle wurden ausgeschlossen.

Es wurden alle erwachsenen Skelette bis ins höchste Alter benutzt. Dies ist im Einklang mit der Weltliteratur zu diesem Thema. Das Alter der Frauen bewegte sich zwischen 25 und 91 Jahren, das der Männer zwischen 25 und 87 Jahren.

Von Nationalität her waren es Tschechen und Deutsche. Nicht alle aber waren in Böhmen, Mähren und im mährischen Teil Schlesiens geboren.

Der Nachteil unseres Materials ist, daß es sich — mit Ausnahme des brünner Materials — größtenteils um die niedrigsten sozialen Schichten der Bevölkerung handelt. Zur Zeit ist es aber die geeignetste moderne Skelettserie, die in der Tschechoslowakei für diese Forschung zur Verfügung steht.

## METHODIK

Beim Femur wurden neun metrische Merkmale, beim Humerus sechs Merkmale bestimmt (vgl. Tab. 1 und 2). Zur Messung wurde die Methode nach Martin und Saller (1957) angewendet.

Die Diskriminanzanalyse wurde vorerst selbständig bei den einzelnen quantitativen Merkmalen

TABELLE 1.

1. Für die Diskriminanz angewendete Merkmale	2. Diskriminanzfunktionen	3. Fehlbestimmungen in %
1. Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 7)	11,710 — 4,320. (M./S. 7)	31,8
2. Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 6)	14,042 — 5,167. (M./S. 6)	27,5
3. Umfang der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 8)	20,930 — 2,474. (M./S. 8)	24,7
4. Größte Länge des Femur (M./S. 1)	29,444 — 0,678. (M./S. 1)	21,5
5. Ganze Länge des Femur in sogenannter natürlicher Stellung (M./S. 2)	30,625 — 0,711. (M./S. 2)	20,6
6. Masse (Gewicht) des Femur (= MF)	10,443 — 3,366. 10 <sup>-2</sup> . (MF)	16,2
7. Vertikaler Durchmesser des Femurkopfes (M./S. 18)	36,483 — 7,986. (M./S. 18)	13,9
8. Umfang des Femurkopfes (M./S. 20)	37,871 — 2,638. (M./S. 20)	13,3
9. Transversaler oder sagittaler Durchmesser des Femurkopfes (M./S. 19)	40,498 — 8,964. (M./S. 19)	12,5

ANMERKUNG: Alle Dimensionen werden in cm mit Ausnahme der Masse (des Gewichts), die in g angegeben wird, eingesetzt. Dasselbe gilt auch für alle anderen Tabellen.

TABELLE 2.

1. Für die Diskriminanz angewendete Merkmale	2. Diskriminanzfunktionen	3. Fehlbestimmungen in %
1. Größte Länge des Humerus (M./S. 1)	33,275 — 1,059. (M./S. 1)	20,5
2. Kleinster Umfang der Diaphyse des Humerus (M./S. 7)	29,152 — 4,907. (M./S. 7)	15,2
3. Umfang des Caput humeri (M./S. 8)	36,469 — 2,693. (M./S. 8)	13,4
4. Masse (Gewicht) des Humerus (= MH)	12,058 — 1,072. 10 <sup>-1</sup> . (MH)	11,5
5. Größter sagittaler Durchmesser des Caput humeri (Höhen- oder Längendurchmesser, größter vertikaler Durchmesser) (M./S. 10)	43,716 — 9,706. (M./S. 10)	11,1
6. Größter transversaler Durchmesser des Caput humeri (Breitendurchmesser) (M./S. 9)	46,904 — 11,339. (M./S. 9)	10,3

TABELLE 3.

1. Für die Diskriminanz angewendete Merkmale	2. Diskriminanzfunktionen	3. Fehlbestimmungen in %
1. Größter transversaler Durchmesser des Caput humeri (M./S. 9)	46,013 — 4,466. (M./S. 9) — 4,619. (M./S. 10) + + 0,435. (M./S. 8) — 1,311. (M./S. 7) + + 0,065. (M./S. 1) — 0,612. 10 <sup>-1</sup> . (MH)	6,3
2. Größter sagittaler Durchmesser des Caput humeri (M./S. 10)		
3. Umfang des Caput humeri (M./S. 8)		
4. Kleinster Umfang der Diaphyse des Humerus (M./S. 7)		
5. Größte Länge des Humerus (M./S. 1)		
6. Masse (Gewicht) des Humerus (= MH)		
1. Transversaler oder sagittaler Durchmesser des Femurkopfes (M./S. 19)	30,098 + 17,722. (M./S. 19) + 7,879. (M./S. 18) — — 10,529. (M./S. 20) + 0,394. (M./S. 8) + + 4,202. (M./S. 7) — 0,657. (M./S. 6) + + 7,199. (M./S. 1) — 7,279. (M./S. 2) — — 2,254. 10 <sup>-2</sup> . (MF)	8,9
2. Vertikaler Durchmesser des Femurkopfes (M./S. 18)		
3. Umfang des Femurkopfes (M./S. 20)		
4. Umfang der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 8)		
5. Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 7)		
6. Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 6)		
7. Größte Länge des Femur (M./S. 1)		
8. Ganze Länge des Femur in sogenannter natürlicher Stellung (M./S. 2)		
9. Masse (Gewicht) des Femur (= MF)		
Alle 15 quantitative am Humerus and Femur bestimmte Merkmale. Die Reihenfolge ist dieselbe wie oben angegeben	31,227 — 3,311. (M./S. 9) — 0,717. (M./S. 10) + + 0,467. (M./S. 8) — 1,102. (M./S. 7) + + 0,444. (M./S. 1) — 1,046. 10 <sup>-1</sup> . (MH) + + 21,777. (M./S. 19) + 5,532. (M./S. 18) — — 10,383. (M./S. 20) + 4,363. (M./S. 8) — — 1,771. (M./S. 7) — 5,296. (M./S. 6) + + 9,378. (M./S. 1) — 9,725. (M./S. 2) + + 1,014. 10 <sup>-2</sup> . (MF)	5,8

TABELLE 4.

1. Für die Diskriminanz angewendete Merkmale	2. Diskriminanzfunktionen	3. Fehlbestimmungen in %
A. 1. Umfang des Femurkopfes (M./S. 20) 2. Umfang der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 8) 3. Ganze Länge des Femur in sogenannter natürlicher Stellung (M./S. 2)	44,493 — 2,160. (M./S. 20) — — 0,386. (M./S. 8) — — 0,237. (M./S. 2)	12,5
B. 1. Transversaler oder sagittaler Durchmesser des Femurkopfes (M./S. 19) 2. Umfang der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 8) 3. Ganze Länge des Femur in sogenannter natürlicher Stellung (M./S. 2)	46,418 — 7,559. (M./S. 19) — — 0,384. (M./S. 8) — — 0,210. (M./S. 2)	11,9
C. 1. Transversaler oder sagittaler Durchmesser des Femurkopfes (M./S. 19) 2. Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte des Femur (M./S. 6) 3. Masse (Gewicht) des Femur (= MF)	38,061 — 6,954. (M./S. 19) — — 0,102. (M./S. 6) — — 2,052. 10 <sup>-2</sup> . (MF)	10,2

TABELLE 5.

1. Für die Diskriminanz angewendete Merkmale	2. Diskriminanzfunktionen	3. Fehlbestimmungen in %
A. 1. Umfang des Caput humeri (M./S. 8) 2. Kleinster Umfang der Diaphyse des Humerus (M./S. 7) 3. Größte Länge des Humerus (M./S. 1)	50,430 — 1,667. (M./S. 8) — — 2,793. (M./S. 7) — — 0,359. (M./S. 1)	10,4
B. 1. Größter transversaler Durchmesser des Caput humeri (M./S. 9) 2. Kleinster Umfang der Diaphyse des Humerus (M./S. 7) 3. Größte Länge des Humerus (M./S. 1)	54,293 — 8,264. (M./S. 9) — — 2,231. (M./S. 7) — — 0,218. (M./S. 1)	9,2
C. 1. Größter transversaler Durchmesser des Caput humeri (M./S. 9) 2. Größte Länge des Humerus (M./S. 1) 3. Masse (Gewicht) des Humerus (= MH)	41,007 — 7,921. (M./S. 9) — — 0,017. (M./S. 1) — — 0,687. 10 <sup>-1</sup> . (MH)	7,6

benutzt. (Tab. 1 und 2.) Weiter wurden alle sechs Merkmale am Humerus insgesamt, alle neun Merkmale am Femur insgesamt und schließlich alle fünfzehn Merkmale am Humerus und Femur insgesamt ausgenutzt. (Tab. 3.) Außerdem wurde aus praktischen Gründen die Diskriminanzanalyse bei einigen ausgewählten — aus drei Merkmalen bestehenden — Gruppen am Femur und Humerus ausgenutzt. (Tab. 4 und 5.)

#### NACHGEWIESENE ERGEBNISSE

In den Tabellen 1 bis 5 sind einzelne Merkmale am Femur und Humerus, bzw. deren Kombinationen aufgezählt. Quantitative Merkmale sind in den Tabellen 1 und 2 vom am wenigsten geeigneten zum geeignetsten Merkmal geordnet. Dasselbe gilt auch von den in den Tabellen 4 und 5 angegebenen Merkmalstriaden. In der Spalte 1 ist bei jedem Merkmal in Klammern die Nummer nach Martin und Saller's Handbuch angegeben. In Spalte 2 sind entsprechende Diskriminanzfunktionen angegeben. In Spalte 3 sind die Prozente der Fehlbestimmung für einzelne Diskriminanzvarianten zusammengefaßt. Die Zahlen geben an, in wievielen Prozenten der Fälle die gegebene Variante den Knochen, der in Wirklichkeit einer Frau angehört, als

männlich klassifiziert und umgekehrt den Knochen, der in Wirklichkeit einem Manne angehört, als weiblich klassifiziert. Die Prozente der Fehlbestimmungen wurden auf der Grundlage eines theoretischen Modells berechnet, das eine gleiche Streuung der Knochendimensionen für beide Geschlechter voraussetzt. Empirisch nachgewiesene Prozente der Fehlbestimmung für Frauenknochen stimmen mit den empirisch nachgewiesenen Prozenten der Fehlbestimmung für Männereknöchen je wesentlicher nicht überein, desto mehr sich die Dimensionsstreuungen beider Geschlechter voneinander unterscheiden.

Mit Hilfe der drei Merkmale kann man das Geschlecht — in Hinsicht der Zuverlässigkeit der Diagnose, die auf den Kenntnissen der ganzen Menge von Knochenmerkmalen basiert — verhältnismäßig zuverlässig bestimmen. Dabei kann man eine öftere praktische Anwendbarkeit gerade dieser reduzierten Diskriminanzvarianten voraussetzen.

Es zeigt sich, daß bei den untersuchten Knochen die besten Ergebnisse gerade die drei Merkmale liefern, bei denen auch die Masse (das Gewicht) in Erwägung gezogen wird. Dieses Merkmal kann man aber nur selten anwenden, denn die im Terrain aufgefundenen Knochen sind unvergleichbar mit denen, die in den anatomischen Instituten präpariert worden waren. In der gerichtlich-osteologi-

schen Praxis kommen dagegen von Zeit zur Zeit solche Fälle vor, wo dieses Merkmal anwendbar ist. Öfters ist dies sogar wünschenswert, u. zw. wenn man infolge einer Beschädigung einiger Details an der Knochenoberfläche bestimmte wichtige Dimensionen nicht verantwortungsvoll ausmessen kann.

#### ANWENDUNG DER DISKRIMINANZFUNKTIONEN

Die Diskriminanzfunktionen sind für die Geschlechtsbestimmung auf folgende Art und Weise anwendbar: In den Ausdruck für die Diskriminanzfunktion werden Werte der in Erwägung genommenen Dimensionen, wie diese bei den betroffenen Knochen nachgewiesen wurden, eingesetzt. Ist der ausgerechnete Wert der Diskriminanzfunktion positiv, so ist der Knochen als weiblich zu betrachten. Und umgekehrt, ist er nach dem Einsetzen die Diskriminanzfunktion negativ, so ist der Knochen als männlich zu klassifizieren. Alle Dimensionen werden mit Ausnahme der Masse (des Gewichtes) die in Gramm eingesetzt wird, in Zentimetern angegeben.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Bei Humerus und Femur wurde bei der Geschlechtsbestimmung die klassische Version der Diskriminanzanalyse angewendet. Es handelt sich um das Seziermaterial aus den anatomischen Instituten in Prag, Brünn und Pilsen. Es handelte sich um 266 Männer und 177 Frauen. Ein Teil der Skelette war inkomplett. Das Geschlecht aller Individuen war verlässlich bekannt. Es wurden Knochen aus beiden Seiten benutzt.

Beim Femur wurden 9, beim Humerus 6 metrische Merkmale bestimmt. Die Diskriminanzanalyse wurde vorerst bei den einzelnen Merkmalen selbständig (Tab. 1 und 2), weiter bei allen 6 Merkmalen am Humerus insgesamt, bei allen 9 Merkmalen am Femur insgesamt und bei allen 15 Merkmalen am Femur und Humerus insgesamt (Tab. 3) ausgenutzt. Zum Schluß wurde die Diskriminanzanalyse bei einigen ausgewählten Merkmalstriaden auf beiden Knochen (Tab. 4 und 5) ausgenutzt.

In den Ausdruck für die Diskriminanzfunktion (vgl. Spalte 2 in allen Tabellen) werden Werte aller Dimensionen in cm mit Ausnahme der Masse (des Gewichtes), die in g angegeben werden, eingesetzt. Ist der ausgerechnete Wert der Diskriminanzfunktion positiv, so ist der Knochen als weiblich zu betrachten, ist der Wert dagegen negativ, so ist der Knochen als männlich zu klassifizieren.

#### LITERATUR

- ANDERSON T., 1963: Vveděnije v mnogomernyj statističeskij analiz. (An Introduction to Multivariate Statistical Analysis.) Gosudarstvennoje izdatělstvo fiziko-matematičeskij literatury, Moskva.
- CERNÝ M., 1971. Určování pohlaví podle postkraniálního skeletu. (Geschlechtsbestimmung nach dem postkranialen Skelett.) Symposium anthropologicum 1: 46–62. Národní muzeum, Praha.
- FETTER V. a kol., 1967: Antropologie. Academia, Praha.
- HANIHARA K., 1958: Sexual Diagnosis of Japanese Long Bones by Means of Discriminant Function. The Journal of the Anthropological Society of Nippon (Zinrui-gaku Zassi) 66: 187–196.
- HANIHARA K., KIMURA K., MINAMIDATE T., 1964: The Sexing of Japanese Skeleton by Means of Discriminant Function. Japanese Journal of Legal Medicine (Nihon Hōigaku Zassi) 18: 107–114.
- MARTIN R., SALLER K., 1957: Lehrbuch der Anthropologie, Bd. I. G. Fischer, Stuttgart.
- NAINYS J. V., 1972: Identifikacija ličnosti po proksimalnym kostam končėnostj. (Person's Identification according to the Proximal Bones of Extremities). Izdatělstvo „Mintis“, Vilnius.
- PONS J., 1955a: The Sexual Diagnosis of Isolated Bones of the Skeleton. Human Biology 27: 12–21.
- PONS J., 1955b: Discriminación sexual en fémures, pelvis y esternones. Trabajos del Instituto „Bernardino de Sahagún“ de Antropología y Etnología 14: 137–159. Barcelona.
- STEEL F. L. D., 1958: The Sex of Isolated Femora. Journal of Anatomy 92: 653.
- STEEL F. L. D., 1960: Investigation of Skeletal Remains of a Known Population. Medicine, Science and the Law 54–62.
- STEEL F. L. D., 1962: The Sexing of Long Bones, with Reference to the St. Bride's Series of Identified Skeletons. The Journal of the Royal Anthropological Institute 92: 212–222.
- THIEME F. P., 1957: Sex in Negro Skeletons. Journal of Forensic Medicine 4: 72–81. Cape Town.
- THIEME F. P., SCHULL W. J., 1957: Sex Determination from the Skeleton. Human Biology 29: 242–273.
- VAN GERVEN D. P., 1972: The Contribution of Size and Shape Variation to Patterns of Sexual Dimorphism of the Human Femur. Am. J. Phys. Anthropol. 37: 49–60.

Dr. M. Černý,  
Lehrstuhl für Normalanatomie,  
Dr. St. Komenda,  
Abteilung für Biometrie,  
Lehrstuhl für medizinische Physik,  
Medizinische Fakultät der Palacký-Universität,  
Dr. S. Allendegasse 3, 775 15 Olomouc