



KAREL HAJNIŠ, HELENA ZLÁMALOVÁ

## VERHÄLTNIS EINIGER KNIEGELENKMASSE ZUR KÖRPERGRÖSSE

*ZUSAMMENFASSUNG: Die Arbeit ermittelt den Zusammenhang zwischen der Körpergröße, der kondylaren Femurbreite, Patellabreite und dem Kniegelenkumfang. Des weiteren löst sie die Beziehung der bikondylaren Schenkelbeinbreite und der Patellabreite für orthopedische Zwecke – für die Vorbereitung der Totalendoprothese des Kniegelenks.*

*SCHLÜSSELWÖRTER: Korrelation – Körpergröße – bikondylare Schenkelbeinbreite – Patellabreite – Kniegelenkumfang*

Das Kniegelenk (*articulatio genus*) ist eines der größten zusammengesetzten Gelenke des menschlichen Körpers und gleichzeitig eines der am höchsten belasteten Gelenke. An seiner Gestaltung und Funktion beteiligen sich die distale Femurepiphyse, proximale Tibiaepiphyse, eingeschobene Gelenkmenisken sowie der sesamische Knochen Patella.

Unter dem Blickpunkt der Orthoskelie und der Architektonik des menschlichen Körpers besteht die Möglichkeit, die Beeinflussung des Kniegelenks im Sinne größerer Robustheit der Knochenstrukturen bei Individuen mit einer größeren Körpermaße und demnächst auch bei denjenigen mit einer größeren Körpergröße vorauszusetzen. Über das Kniegelenk wird auch sämtliche Belastung auf die Unterlage bei der Arbeitsleistung in stehender Lage übertragen, die nicht nur die Form, sondern auch die Größe der Gelenkflächen und folglich auch die Gesamtbreite der Kontaktepiphysen des Femur und der Tibia zweifelsohne beeinflussen muß (siehe auch Tillmann, 1978). Ausführlich analysiert die Ursachen morphologischer Gestaltungen einzelner Knochen, d.h. auch des Schenkel- und Schienbeines unter dem Einfluß

verschiedener Belastungsfaktoren Ždanov (1967), der auch eine breitere Literaturübersicht dieser Problematik anführt.

Direkte Proportionalität der Skelettrobustheit und der Epiphysenmasse der langen Knochen der Gliedmaßen setzt Vandervael voraus (1966). Mit der Biomechanik des Kniegelenks beschäftigte sich unter anderem detailliert Maquet (1976).

In Anbetracht der Körpergröße ist aus der Sicht der Forenzanthropologie und der Gerichtsmedizin die Ermittlung der Länge einzelner langer Knochen der Gliedmaßen von besonderer Bedeutung, wie darauf beispielsweise Eliakis et al. (1966) aufmerksam macht. Als wichtig ist dieses Verhältnis im Sinne der Länge der Gliedmaßensegmente auch in der Körpererziehung (Fujii 1960) anzusehen, unbestritten aber auch in der Arbeitsbiomechanik und andersorts.

Ausgehend von den vorstehenden Überlegungen, läßt sich annehmen, daß aus der Sicht der allgemeinen Kenntnis des Körperaufbaus auch die Ermittlung des Einflusses der Körpergröße auf einige Parameter der Knochenstruktur des Kniegelenks und -umfangs von Wichtigkeit ist, was den Gegenstand

unserer Mitteilung bildet. Im Fachschrifttum haben wir allerdings zu dieser Problematik keine Zitationen gefunden.

Die vorliegende Studie ist Bestandteil einer breiteren Untersuchung anthropologischer und orthopädischer Zustände des Kniegelenks und knüpft an unsere Arbeit über die Größe der Ersatzpatella bei Totalendoprothesen des Articulationis genus an (Hajniš et al., 1991).

#### MATERIAL UND METHODE

In der Arbeit wird sowohl die Abhängigkeit zwischen der bikondylaren Schenkelbeinbreite und der Patellabreite, als auch das Verhältnis dieser zwei Dimensionen zur Körpergröße untersucht. Darüber hinaus wurde auch die Korrelation der Körpergröße und des Kniegelenkumfangs untersucht. Alle untersuchten Merkmale werden am lebenden Menschen gemessen, d.h. samt den Weichgeweben.

Für einzelne, für Korrelationsberechnungen benutzte Merkmale führen wir selbstverständlich auch deren geläufigste statistische Charakteristik, d.h. das gewogene Mittel, seinen Mittelfehler sowie die Standardabweichung. Für die zu untersuchenden Kollektionen dann auch die höchsten und niedrigsten auffallenden Werte.

Die vorliegende Forschung erfolgte durch anthropometrische Untersuchung von 1042 jungen erwachsener Individuen in einem Alter von 18 bis 25 Jahren. Von der angeführten Zahl sind 565 Männer und 477 Frauen. Die Probanden sind sowohl Studenten der Prager Universität als auch Soldaten des Grundmilitärdienstes. Der Komplex umfaßt lediglich Individuen tschechischer, ausnahmsweise auch slowakischer Nationalität. Probanden fremder Nationalitäten wurden aus der Forschung ausgeschlossen.

Zwecks Ermittlung der angeführten somatometrischen Merkmale wurde bei der Körpergröße und bikondylaren Femurbreite die Methodik nach R. Martin (Martin und Saller, 1957) eingesetzt.

1. Die Körpergröße (M 1) wurde mittels eines Wandmeßbandes mit einer Genauigkeit von 5 mm gemessen.

2. Die bikondylare Femurbreite (M 68/4) ermittelte man mit einem Gleitzirkel in stehender Lage. Das Maß wurde durch sanftes Anlegen der Meßgerätere an den am meisten medial und lateral gelagerten Punkt in horizontaler Ebene aufgenommen (siehe Abb. 1).

Die Patellabreite und der Kniegelenkumfang wurden auf folgende Art und Weise bestimmt:

3. Die Patellabreite wurde mit dem Gleitzirkel in stehender Lage gemessen. Die Gleitzirkelarme wurden wiederum an beide, voneinander entfernteste Punkte in horizontaler Ebene gelegt (siehe Abb. 1).

4. Der mittels des medizinischen Bandmaßes ermittelte Kniegelenkumfang wurde in stehender Lage aufgenommen. Das Bandmaß führte man

über den Gipfel der Patellakrümmung und es verlief hinten in etwa über die Mitte der Fossa poplitea (siehe Abb. 1). Alle Maße wurden am linken Gliedmaß festgestellt.

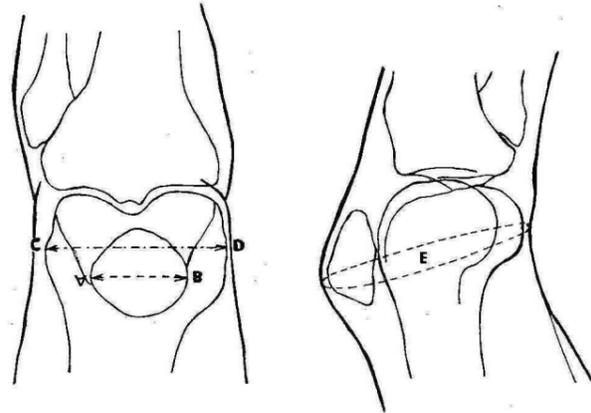


ABBILDUNG 1. Schema des Messens in der Region des Kniegelenkes. A - B Patellabreite, C - D Bikondylare Femurbreite, E - Kniegelenkumfang

#### GRÖSSE DER UNTERSUCHTEN MERKMALE UND IHRE KORRELATION

Durchschnittswerte und weitere statistische Charakteristik aller vier untersuchten metrischen Merkmale sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die durchschnittliche Körpergröße des Komplexes ist bei der Gegenüberstellung mit neuen, bislang nicht publizierten Angaben der Querschnittsuntersuchungen aus dem ganzen Lande aus den Jahren 1987 - 88 völlig identisch (Hajniš, die Arbeit befindet sich in Vorbereitung). Für 20 - 25-jährige Männer wurde in dieser verglichenen Kollektion die Körpergröße mit  $177.94 \pm 3 \times 0.32$  cm ( $s = 6.80$ ,  $n = 450$ ) berechnet, für gleichaltrige Frauen beträgt der Mittelwert  $166.22 \pm 3 \times 0.25$  cm ( $s = 5.93$ ,  $n = 548$ ). Wie das Testen nachgewiesen hat, sind selbstverständlich Differenzen nicht einmal an der Signifikanzgrenze  $P_{0.01}$  ( $t_{1010}$  Männer = 0.5094;  $t_{1021}$  Frauen = 0.1828) be-

TABELLE 1. Statistische Werte der untersuchten Merkmale.

	n	$\bar{X}$	$s_x$	s	max		min	
MÄNNER								
Körperhöhe	565	177.72	0.29	6.83	195.0	157.5		
Bikondylare Femurbreite	565	101.23	0.31	7.37	123.0	84.0		
Patellabreite	565	55.44	0.16	3.70	69.0	46.0		
Kniegelenkumfang	561	380.75	0.90	21.37	460.0	320.0		
FRAUEN								
Körperhöhe	477	166.29	0.29	6.40	188.0	147.5		
Bikondylare Femurbreite	477	97.62	0.30	6.46	117.0	83.0		
Patellabreite	477	50.38	0.14	3.18	60.0	40.0		
Kniegelenkumfang	474	370.28	1.02	22.21	460.0	320.0		
Statistische Signifikanz minimal an der Ebene $P_{0.05}$								

weiskünftig. Bei dem landesweiten Turnfest, Spartakiade genannt, im Jahre 1985 (Bláha et al., 1986) wurde die durchschnittliche Körpergröße bei tschechoslowakischen Männern in einem Alter von 20 - 22 Jahren mit 178.1 cm ( $s = 7.28$ ,  $n = 269$ ) und bei Frauen des gleichen Alters mit 165.6 cm ( $s = 5.59$ ,  $n = 427$ ) ermittelt. Nach festgestellten Werten der Körpergröße kann also die von uns präsentierte Kollektion von jungen Männern und Frauen als repräsentativ für die gesamte tschechoslowakische Population betrachtet werden.

Für die Patellabreite und den Kniegelenkumfang haben wir in der erreichbaren Literatur keine Vergleichsdaten gefunden. Die bikondylare Schenkelbeinbreite wurde jedoch bei Messungen an lebenden Einwohnern der Tschechoslowakei untersucht. Bláha (1986) gibt sie für 6 - 55-jährige Turner der Tschechoslowakischen Spartakiade 1985 an, Dvořáková (1984) ermittelte sie bei 3 - 15-jährigen tschechischen Knaben und Marková (1984) bei gleichaltrigen tschechischen Mädchen.

Werden die festgestellten Werte der Distans bicondylaris femoris unsere Kollektion mit der 20 - 22-jährigen Altersklasse der Spartakiaden-Messungen Bláhas verglichen, so läßt sich bei Männern ersichtliche Kongruenz ( $\bar{X} = 101$  mm,  $s = 7.1$  mm,  $n = 269$ ) erkennen. Die augenscheinliche Differenz wird jedoch bei Frauen registriert, wo die Turnrinnen der landesweiten Spartakiade  $\bar{X} = 91$  mm, bei  $s = 6.7$  mm ( $n = 427$ ) aufweisen. Der Wert  $t_{902}$  dieser Differenz beträgt 15.04 und ist folglich hoch signifikant ( $P < 99.99\%$ ). Die Ursache der sich ergebenden Differenz ist schwer zu bestimmen. Eine abweichende Meßmethodik, die darin besteht, daß Bláha das Merkmal in sitzender Lage d.h. bei Kniegelenkflexion ermittelte, würde sich nämlich auch in der Differenz zwischen beiden Männerkomplexen bemerkbar machen, was nicht der Fall ist.

Die von Dvořáková (1984) und Marková (1984) angegebenen Durchschnittswerte der bikondylaren Schenkelbeinbreite bei 14 - 15-jährigen tschechischen Kindern sind begrifflicherweise niedriger, als unsere Angaben für 18 - 25-jährige (Männer:  $98.05 \pm 3 \times 0.89$  mm; Frauen:  $91.60 \pm 3 \times 0.75$  mm). Sie sind ein Beweis dafür, daß das menschliche Skelett am Anfang der Adoleszenz noch weit aus nicht die volle Robustizität des erwachsenen Alters erreichte.

Alle vier untersuchten metrischen Merkmale lassen eine signifikante Differenz bei  $P = 0.05$  zwischen beiden Geschlechtern erkennen. In Übereinstimmung mit normalem Geschlechtsdimorphismus bei dem Menschen weisen die Männer bei allen Dimensionen höhere Durchschnittswerte als die Frauen auf. Während jedoch eine mäßig größere Variabilität der bikondylaren Femurbreite und gleichzeitig auch der Patellabreite bei den Männern besteht, wurde bei den Frauen eine größere Streuung der Werte der Körpergröße und des Kniegelenkumfangs festgestellt.

Der Berechnung der Korrelationskoeffizienten zwischen der Körpergröße und sonstigen unter-

suchten Merkmalen konnte man entnehmen, daß die Abhängigkeit in allen Fällen vorhanden ist. Die Werte der Korrelationskoeffizienten ergeben sich für beide Geschlechter auf der Tabelle 2. Wie sich erkennen läßt, sind sie jedoch niedrig oder erreichen niedrigere Mittelwerte. Nirgends überschreiten sie den Wert 0.5, den Hrubý (1961) als die Grenze biologischer Signifikanz betrachtet. Die Differenzen der Korrelationskoeffizienten zwischen den Geschlechtern sind gering, in der Hälfte der Fälle höher bei den Männern, in der Hälfte höher bei Frauen.

TABELLE 2. Korrelationskoeffizienten der Körperhöhe und der untersuchten Merkmale.

Körperhöhe:	MÄNNER			FRAUEN		
	r	$s_r$	t(563)	r	$s_r$	t(475)
Bikondylare Femurbreite	0.21	0.04	5.25	0.30	0.04	7.50
Patellabreite	0.28	0.04	7.00	0.36	0.04	9.00
Kniegelenkumfang	0.42	0.04	10.50	0.32	0.04	8.00
Bikondylare Femurbreite: Patellabreite	0.46	0.04	11.50	0.36	0.04	9.00

Die Wahrscheinlichkeit der Gültigkeit der berechneten Korrelationskoeffizienten wurde anhand des Ausdrucks  $r > 2.6 / \sqrt{n-1}$  beurteilt und resultiert daraus, daß er in allen Fällen höher als 99 % ist.

Als die verhältnismäßig höchste Abhängigkeit erscheint diejenige zwischen beiden untersuchten Breiten im Bereich des Kniegelenks, d.h. zwischen der Patellabreite und der bikondylaren Schenkelbeinbreite. An der Gestaltung und Größe der Patella können sich aller Wahrscheinlichkeit nach sowohl genetische Einflüsse als auch die Entwicklung und Mächtigkeit des Musculus quadriceps femoris bemerkbar machen, in dessen Muskelansatzsehne sich die Patella gestaltet. Sicherlich wäre es zweckdienlich, die Beziehung der Patellagröße und der Entwicklung dieses Muskels zu suchen, die neben genetischen Einflüssen durch physische Belastung, vor allem in der Wachstumsperiode bedingt ist.

#### SCHLUSSFOLGERUNG

Aus unserer Untersuchung von 1042 jungen erwachsenen Probanden (565 Männer, 477 Frauen, 18 - 25 Jahre) in der ČSFR ergab sich:

1. Die Ermittlung der durchschnittlichen und weiteren statistischen Werte der Körpergröße, bikondylaren Schenkelbeinbreite, Patellabreite sowie des Kniegelenkumfangs getrennt für beide Geschlechter (Tab. 1). In allen untersuchten Merkmalen weisen die Männer signifikant höhere Durchschnittswerte ( $P < 0.05$ ) auf.

2. Die Patellabreite, bikondylare Femurbreite sowie der Kniegelenkumfang lassen nur eine niedrige Abhängigkeit von der Körpergröße erkennen.
3. Zwischen der Patellabreite und der bikondylaren Schenkelbeinbreite besteht nur eine niedrige bis schwach mittlere Abhängigkeit.

Die Autoren bringen der Doz. Dr. Helena Malá, der Dr. Blanka Vacková und weiteren, an der Datenerfassung beteiligten Mitarbeitern sowie Diplomanten des Lehrstuhls für Anthropologie ihren Dank zum Ausdruck.

#### LITERATUR

- BLÁHA P. et al., 1986: *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let*. Vydal Ústřední štáb Čs. spartakiády 1985. Praha.
- DVOŘÁKOVÁ H., 1984: *Vývoj robusticity skeletu v dětské ontogenezi (3 — 15 let)*. Thesis. Katedra antropologie PřF UK. Praha. Manuskript.
- ELIAKIS C., ELIAKIS E., IORDANIDIS P., 1966: Détermination de la taille d'après la mensuration des os longs (mémoire original — recherche expérimentale). *Acta Med. Leg. Soc. (Liège)*. 19. 3 — 4: 343 — 361.
- FUJII A., 1960: On the relation of long bone lengths of limbs to stature. — *Bull. of the School of Phys. Educat.* 3: 49 — 61.

- HAJNIŠ K., MALÁ H., RYBKA V., VAVŘÍK P., 1991: Relation of femoral bicondylar and patellar width. Size of patellar prosthesis. *Acta Univ. Carol. Biol.* 35: 187 — 193.
- HRUBÝ K., 1961: *Genetika*. ČSAV. Praha.
- MAQUET P. G. J., 1976: *Biomechanics of the Knee*. Springer-Verl. New York.
- MARKOVÁ J., 1984: *Vývoj robusticity skeletu v dětské ontogenezi (3 — 15 let)*. Thesis. Katedra antropologie PřF UK. Praha. Manuskript.
- MARTIN R., SALLER K., 1957: *Lehrbuch der Anthropologie*. G. Fischer Verl. Stuttgart.
- TILLMANN B., 1978: A contribution to the functional morphology of articular surfaces. In: *Anatomie, Normale und Pathologische*. Vol. 34. G. Thieme. Stuttgart.
- VANDERVAEL F., 1966: Diamètres épiphysaires et robustesse du squelette. — *C. R. Assoc. Anat.* 133: 897 — 902.
- ŽDANOV D. A., 1967: Functional — morphological principles of skeleton formation. In: *Trudy VII meždunarodnovo kongresa antropolog. i etnograf. nauk*. Moskva 1964. Tom 2: 393 — 398.

Prof. RNDr. K. Hajniš, CSc.  
RNDr. H. Zlámalová, CSc.  
Antropologický ústav,  
Přírodovědecká fakulta,  
Karlova universita,  
Viničná 7, 128 44 Praha 2  
ČR