



KAREL HAJNIŠ, RICHARD PETRÁSEK, JIŘÍ KINTER

ALTERSENTWICKLUNG DER KÖRPEROBERFLÄCHENGRÖÖE

ZUSAMMENFASSUNG: In der vorliegenden Arbeit wird die ontogenetische Entwicklung der Größe der Körperoberfläche der tschechoslowakischen Populationen im Alter von 1.5 bis über 70 Jahren erforscht. Die Angaben wurden während der Untersuchung von 66 000 Probanden beider Geschlechter auf dem ganzen Gebiet der ehemaligen Tschechoslowakischen Republik erworben.

SCHLÜSSELWORTE: Körperoberfläche – Entwicklung – Tschechische und slowakische Populationen

EINFÜHRUNG

Die Haut, welche die ganze Oberfläche des menschlichen oder tierischen Körpers bedeckt, ist vom biologischen Standpunkt ein Organ, das einerseits den Organismuskontakt mit der äußeren Umgebung vermittelt und andererseits auf eine sehr signifikante Weise in seinem Metabolismus funktioniert.

Die Berechnungen der Körperoberfläche, d. h. der approximativen Größe der Hautoberfläche des Menschen, werden zur Zeit gewöhnlich nicht nur in der Physiologie, sondern auch in verschiedenen klinischen Disziplinen für die Arzneimitteldosierung, für die Erhebung des Flüssigkeitsbedürfnisses und für die Normalisierung der Messung von biologischen Funktionen mit Rücksicht auf die Körpergröße (z. B. Pinkel 1958, Freireich *et al.* 1966 usw.) verwendet. Zum Beispiel für die Flächeneinheit der Körperoberfläche sind die Ergebnisse von Testen der metabolischen Funktionen und der Nierenfunktion und dergleichen angegeben. Die Größe der Hautoberfläche einzelner Körperpartien ist selbstverständlich von sehr großer Bedeutung auch für die Dermatologie, plastische Chirurgie und besonders für die Brandwunden-Medizin. Nur vollständigheitshalber teilen wir die approximative Prozentzerlegung der Körperoberfläche beim Erwachsenen, wie es in klinischer Praxis verwendet wird, mit.

Aber dieser Zustand gilt bestimmt nicht für die Kindheit und die Adoleszenzzeit, da er in diesen Stadien der Erwachsenenzeit erst allmählich erreicht wird (*Abbildung 1*, Borovanský *et al.* 1955).

Weil die direkte Messung der Körperoberfläche sehr schwierig ist, haben einige Forscher versucht ihre Schätzung durch Hilfsparameter zu unterstützen. Nach einigen Versuchen wurden als wichtigste Kriterien die Körperhöhe und das Körpergewicht in Betracht gezogen, obwohl weitere Forscher der Meinung sind, daß die Verwendung von nur diesen zwei anthropometrischen Merkmalen nicht genügend ist (Takai, Shimaguchi 1986).

Obwohl die ursprüngliche Formel für die Körperoberflächen-Berechnung von den Autoren D. und E. E. Du Bois schon 1916 erstellt wurde und also 80 Jahre alt ist, wird eine größere Aufmerksamkeit der Problematik der Feststellung von Körperoberfläche erst während der letzten etwa 40 Jahre gewidmet. Die erwähnte Formel von Du Bois wurde aber wegen ihrem einfachen Berechnungsverfahren bis zu den 70. Jahren am häufigsten verwendet. Weil sie aber auf einer kleinen Anzahl von Messungen beruht, waren die Ergebnisse ihrer Anwendung, besonders bei Kindern, wenig befriedigend. Aus diesem Grunde wurden noch weitere Formeln (z. B. George 1970, Haycock, Schwarz, Wisotzky 1978, Lam, Gehan 1986, Mosteller 1987 usw.) ausgearbeitet.

Weil wir die Größe der Körperoberfläche für einen signifikanten biologischen Faktor halten, wie aus dem praktischen Standpunkt, so auch für die allgemeine Erkenntnis, präsentiert unser vorliegender Beitrag in durchschnittlichen Werten die ontogenetische Entwicklung dieses Merkmals an der Bevölkerung der damaligen Tschechoslowakei.

MATERIAL UND METHODEN

Für die Forschung ontogenetischer Entwicklung der Größe der Körperoberfläche wurden in unserer Studie die Angaben über die Körpergröße und das Körpergewicht verwendet, die wir bei der Forschung auf dem Gebiet der ganzen Tschechoslowakei in den Jahren 1987-1988 gewonnen haben. Es handelt sich um Probanden beider Geschlechter in Altersgruppen vom 1 1/2 Jahr, die ältesten untersuchten Personen gehören zu der Altersgruppe über 70 Jahre. Wie schon aus der *Tabelle 1* ersichtlich ist, haben wir für die Kindheits- und Adoleszenzperiode sowie bis zum 20. Lebensjahr einjährige Altersgruppen im Sinne der Alterfeststellung gemäß der World Health Organisation verwendet; die erste Altersgruppe ist nur halbjährig (1 1/2-2 Jahre). Die mehr als 20 Jahre alten Probanden sind in 5-jährige Altersgruppen gegliedert.

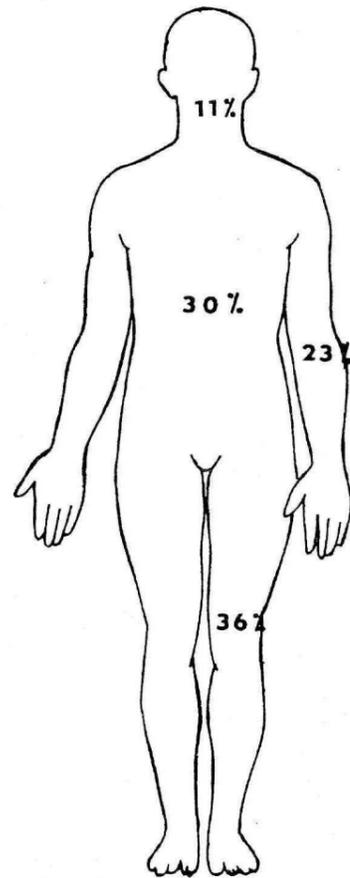


ABBILDUNG 1. Schema der annähernden prozentuellen Werte der Oberfläche der einzelnen Körperregionen (nach Orovanský *et al.* 1955).

TABELLE 1. Zahlen der Probanden in Altersgruppen.

Altersgruppe	Männer	Frauen	Altersgruppe	Männer	Frauen
1 1/2-2	1280	1270	17-18	1787	2021
2-3	1463	1493	18-19	833	926
3-4	1118	1133	19-20	282	602
4-5	1176	1121	20-25	450	548
5-6	1111	1188	25-30	625	511
6-7	1154	1110	30-35	722	752
7-8	1309	1295	35-40	904	1012
8-9	1146	1135	40-45	1347	1251
9-10	1187	1219	45-50	1037	944
10-11	1160	1150	50-55	1250	1389
11-12	1196	1210	55-60	1045	498
12-13	1140	1138	60-65	769	522
13-14	1222	1108	65-70	377	233
14-15	1698	1895	über 70	41	31
15-16	2089	2215		32811	33189
16-17	1893	2269			66000

TABELLE 2. Die Gleichungen für die Berechnung der Körperoberfläche.

- D. und E. E. Du Bois

$$KOF 1 = 0,007184 \cdot H^{0,725} \cdot G^{0,425}$$
- E. A. Gehan und S. L. George

$$KOF 2 = 0,0235 \cdot H^{0,42246} \cdot G^{0,51456}$$
- G. B. Haycock

$$KOF 3 = 0,024265 \cdot H^{0,3964} \cdot G^{0,5378}$$
- R. D. Mosteller

$$KOF 4 = \frac{\sqrt{H \cdot G}}{60}$$
- T. K. Lam und D. T. Y. Leung

$$KOF 5 = \frac{H \cdot G}{3600}$$

Ursprünglich wurden bei unserer Untersuchung ungefähr 67 000 Probanden anthropometrisch untersucht, für statistische Auswertung haben wir Daten von 66 000 Personen übergeben, deren Zahlen in einzelnen Altersgruppen in der *Tabelle 1* angeführt sind.

Die Körperhöhe wurde durch die Martin-Technik gemessen, das Körpergewicht auf der Tretfederwaage, beides wurde ständig kontrolliert.

Für die Beurteilung der Regionalunterschiede in der Entwicklung und auch in der Größe der Körperoberfläche wurden in drei ausgewählten Klassen zwei Muster verwendet – die Prager und die ostslowakische Population. Diese Wahl ist zielbewußt, weil wie die früheren Untersuchungen erwiesen haben, die Bevölkerung von Prag in der Vergangenheit im Durchschnitt größer und schwerer war als die Probanden aus anderen Regionen. Umgekehrt Leute aus der Ostslowakei haben in den früheren Perioden im Durchschnitt die niedrigste Höhe und das niedrigste Gewicht gehabt (Matiegka 1933, Fetter *et al.* 1967).

Die Berechnung der Körperoberflächengröße haben wir gemäß den in der *Tabelle 2* angeführten fünf Formeln durchgeführt. Das Körpergewicht ist mit Symbol G, die Körperhöhe als H angegeben.

DIAGRAMM 1. Entwicklung der Körperoberflächengröße.

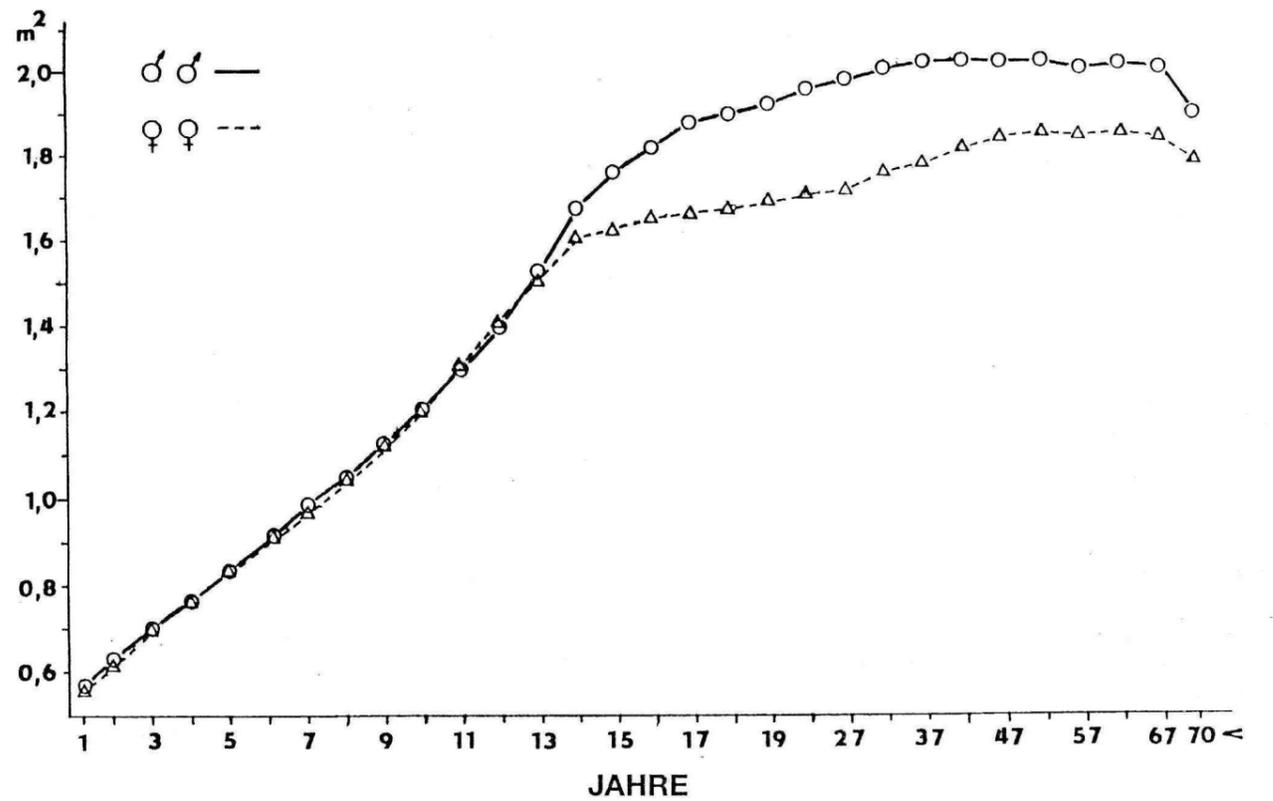
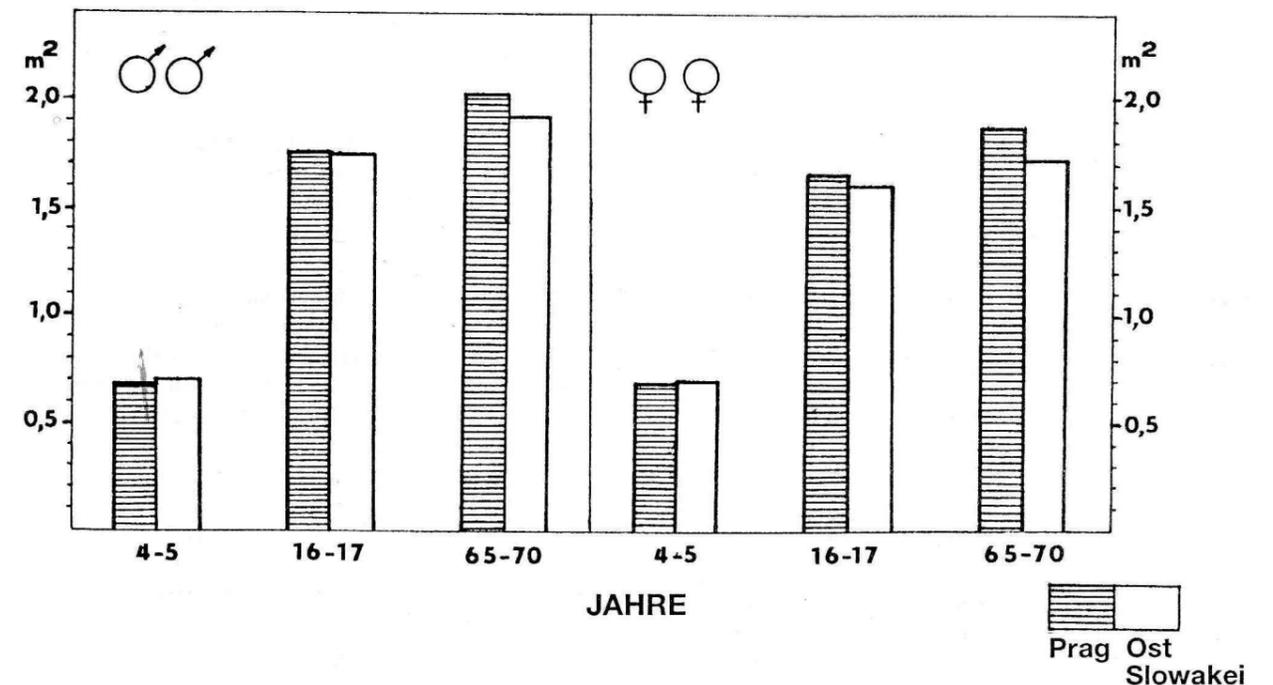


DIAGRAMM 2. Vergleich der Entwicklung der Körperoberflächengröße zwischen der Prager und ostslowakischen Population.



Die Verwendung der sog. Hong-Kong-Formel (KOF 5) haben wir aber verlassen, weil sie im Vergleich mit anderen Formeln ganz abweichende, entstellte Resultate geboten hat. Diese Formel kommt vom Jahre 1988 her und ist gemäß den Autoren hauptsächlich für Kinder verwendbar. Sie ist aus der Messung von einer kleinen Anzahl mongoloider Kinder deduziert (n=68) und bei Kaukasoiden eignet sie sich, gemäß unseren festgestellten Ergebnissen, nicht.

In dieser Arbeit haben wir für die Demonstrierung ontogenetischer Größen-Entwicklung der Körperoberfläche bei tschechischer Bevölkerung die mit Hilfe der Gehan u. George-Methode (KOF 2) gewonnenen Ergebnisse gewählt. Diese Methode wird als die zuverlässigste u. a. auch von Bystrý und Omelka (1989) empfohlen. Die auf diese Weise festgestellten Werte unterscheiden sich nicht signifikant von den Ergebnissen dreier anderer (1, 3, 4) Methoden, sind aber von der Hong-Kong-Formel unterschiedlich.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die ontogenetische Entwicklung der Flächengröße der Körperoberfläche der tschechoslowakischen Bevölkerung, gemäß der Gehan u. George-Formel berechnet, führen wir in Tabelle 3 und an dem ungeglichenen Kurvendiagramm (*Diagramm 1*) an. In Anbetracht dessen, daß die berechneten Werte der Körperoberfläche in der Wirk-

TABELLE 3. Mittelwerte und Standardabweichungen der Größe der Körperoberfläche nach Gehan und George.

Jahre	Männer		Frauen	
	$\bar{X}(m^2)$	SD	$\bar{X}(m^2)$	SD
11/2-2	0,5706	0,0527	0,5548	0,0501
2-3	0,6315	0,0445	0,6157	0,0553
3-4	0,7035	0,0563	0,6899	0,0590
4-5	0,7656	0,0677	0,7550	0,0623
5-6	0,8364	0,0649	0,8311	0,0685
6-7	0,9133	0,0728	0,9001	0,0737
7-8	0,9866	0,1059	0,9609	0,0988
8-9	1,0513	0,1135	1,0389	0,1095
9-10	1,1327	0,1082	1,1162	0,1123
10-11	1,2066	0,1291	1,2009	0,1471
11-12	1,3002	0,1722	1,3107	0,1500
12-13	1,3973	0,1659	1,4181	0,1564
13-14	1,5281	0,1595	1,5127	0,1590
14-15	1,6820	0,1657	1,6082	0,1508
15-16	1,7576	0,1570	1,6263	0,1554
16-17	1,8196	0,1593	1,6506	0,1578
17-18	1,8824	0,1547	1,6606	0,1539
18-19	1,9012	0,1499	1,6769	0,1543
19-20	1,9243	0,1539	1,6689	0,1582
20-25	1,9621	0,1397	1,7074	0,1627
25-30	1,9830	0,1781	1,7156	0,1661
30-35	2,0122	0,1805	1,7563	0,1692
35-40	2,0244	0,1830	1,7806	0,1743
40-45	2,0302	0,1881	1,8211	0,1758
45-50	2,0238	0,1756	1,8433	0,1791
50-55	2,0255	0,1737	1,8592	0,1709
55-60	2,0084	0,1792	1,8489	0,1665
60-65	2,0250	0,1840	1,8589	0,1712
65-70	2,0080	0,1875	1,8446	0,1769
70 →	1,9042	0,1910	1,7920	0,1833

lichkeit die Funktion der Körperhöhe und des Körpergewichts sind, kommt es selbstverständlich zur intensiven Vergrößerung vor allem während der ganzen Kindheit. Das Wachstum ist in dieser Periode natürlich nicht ganz linear; die Wachstumskurven sind bei beiden Geschlechtern angesichts ihres Alters unbedeutend konkav. Intensives Wachsen beendet sich im Durchschnitt bei Mädchen im 15. Lebensjahr, bei Jungen im Zusammenhang mit intersexuellen Unterschieden bis zum 18. Lebensjahr. Während der weiteren Entwicklung, bis zum aufgezeichneten Maximum der ersten Hälfte des fünften Dezenniums bei Männern und des sechsten Dezenniums bei Frauen, ist die Vergrößerung der Körperoberfläche, die im Durchschnitt 2 510 cm² bei Frauen und 1 478 cm² bei Männern beträgt, nur gering. Beginnend mit dem fünften und sechsten Dezennium, tritt in der Entwicklung der Körperoberfläche die Stabilisierungsphase an, die wahrscheinlich bei beiden Geschlechtern bis zum Ende des siebenten Dezenniums dauert. Nach dem 70. Lebensjahr haben wir im Zusammenhang mit der Verkleinerung durchschnittlicher Werte der Körperhöhen und der Gewichtsabnahme auch die Verringerung berechneter Maße der Körperoberfläche beobachtet, was selbstverständlich nicht eine Verkleinerung der gesamten Hautoberfläche (es entstehen Hautfalten, Runzelhaut) bedeutet.

Obwohl keine wesentlichen Geschlechtsunterschiede in der Größe der Körperoberfläche innerhalb der untersuchten Periode festgestellt wurden, sind sie als Folge der großen Zahl der Probanden fast überall statistisch beweiskräftig. Statistische Beweiskraft kommt ferner während der Adoleszenz und in der Mündigkeit zum Ausdruck. Der maximale Unterschied der Durchschnittswerte zwischen Männern und Frauen macht sich in der zweiten Hälfte des dritten Dezenniums merkbar, nach dieser Zeit verkleinert er sich wieder.

Während der untersuchten Periode, d.h. vom zweiten Lebensjahr bis zur zweiten Hälfte des siebenten Dezenniums vergrößerte sich die Körperoberfläche bei männlicher Population der damaligen Tschechoslowakei von 5 706 auf mehr als 20 000 cm², d.h. ungefähr 3,5x, bei weiblicher Population von 5 548 auf 18 446 cm², d.h. ungefähr 3,3x. Im Zusammenhang mit dem Anstieg der durchschnittlichen Werte der Körperhöhe und auch des Körpergewichts tschechischer und slowakischer Bevölkerung gegenüber früheren Perioden ist es nötig, in der Gegenwart auch mit höheren Werten der Körperoberfläche, also der Hautfläche zu rechnen. Bei Frauen in der Mündigkeit beträgt sie im Durchschnitt ungefähr 1,7–1,85 m², bei Männern oszilliert sie zwischen 1,8–2,0 m².

Wie schon erwähnt wurde, haben wir auch vom Standpunkt regionaler Unterschiede den Querschnittvergleich der Entwicklung der Größe der Körperoberfläche zwischen der Prager und der ostslowakischer Population (s. *Diagramm 2*) angestrebt. Zum angeführten Zweck verwendeten wir berechnete Durchschnittswerte von 4–5, 16–17 und 65–70-jährigen Probanden. In Übereinstimmung mit der geringfügig größeren Körperhöhe und

dem Körpergewicht der ostslowakischen Kinder im Vergleich mit früheren Angaben, ist ihre Körperoberfläche bei 4-5-jährigen Knaben im Durchschnitt um 166 cm² (6 836x7 002 cm²) und um 120 cm² (6 790x6 910 cm²) bei Mädchen größer. Die Unterschiede sind ganz unansehnlich und sind nicht statistisch signifikant, sogar an der 5%-Wahrscheinlichkeitsebene (z.B. t₍₁₉₃₎ Mädchen = 0,5 > P_(0,70)). In beiden weiteren Altersklassen ist die Körperoberfläche schon ein wenig größer bei der Prager Gruppe, aber sogar hier sind die Unterschiede statistisch nicht signifikant. Darum haben sie weder in der Klinik noch bei der Laboruntersuchung eine praktische Bedeutung.

SCHLUBFOLGERUNGEN

Die durchgeführte Untersuchung ontogenetischer Entwicklung der Körperoberflächengröße tschechischer und slowakischer Population mit Rücksicht auf die Regionalunterschiede beider Populationsmuster aus dem Gebiet der damaligen Tschechoslowakei ergibt:

1. Die Gehan-George-Formel zeigt sich als die geeignetste für die Berechnung der Körperoberfläche.

2. Intensives Wachstum geht während der Kindheit vor sich, wogegen bei Mädchen mäßig es sich schon anfangs der Adoleszenz, bei Männern erst im 18. Lebensjahr. Durchschnittliche Werte kulminieren bei Männern in der ersten Hälfte des fünften Dezenniums, bei Frauen wahrscheinlich um 10 Jahre später.

3. Während der untersuchten Periode d.h. vom 2. Lebensjahr bis zum erreichten Maximum, d.h. bis in die Altersgruppe von 40–45 Jahren bei Männern vergrößerte sich die Körperoberfläche um 1,46 m², bei Frauen der Altersgruppe von 50–55 Jahren um 1,30 m².

4. Für Labor- und klinische Zwecke in der Kindheits- und Adoleszenzperiode ist es möglich, unsere in den Tabellen zusammengefaßten Werte zu verwenden. In der Periode Adultus, Maturus und auch Senium beträgt die durchschnittliche Größe der Körperoberfläche bei Frauen ungefähr 1,7–1,85 m², bei Männern 1,8–2,0 m².

5. Weil es keine Unterschiede zwischen gleichaltrigen Probanden aus dem Prager Gebiet und der Ostslowakei gibt, können wir keine Unterschiede noch unter anderen Populationen der Tschechischer und der Slowakischen Republik erwarten.

LITERATUR

- BOROVANSKÝ L., ŽLÁBEK K., HROMADA J., ZRZAVÝ J., KOS J., 1955: *Soustavná anatomie člověka*. Státní zdravot. nakladatelství, Praha.
- BYSTRÝ J., OMEKKA F., 1989: Nová pomůcka pro určování tělesného povrchu ve věku od 3 do 18 let. *Čs. Pediat.* 44, 11: 653-657.
- FETTER V., PROKOPEC M., SUCHÝ J., TITLACHOVÁ S., 1967: *Anthropologie*. Academia, Praha.
- FREIREICH E. J., GEHAN E. A., RALL D. P., 1966: Quantitative comparison of toxicity of anticancer agents in mouse, rat, hamster, dog, monkey and mare. *Cancer Chemother. Res.* 50: 219-244.
- GEHAN E. A., GEORGE S. L., 1970: Estimation of human body surface area from height and weight. *Cancer Chemother. Res.* 54: 225-233.
- HAYCOCK G. B., SCHWARTZ G. J., WISOTSKY D.H., 1978: Geometric method for measuring body surface area. A height-weight formula validated in infants, children and adults. *J. Pediat.* 93: 62-66.
- LAM T. K., LEUNG D. T. Y., 1986: More on simplified calculation of body surface area. *Human Biol.* 58, 3: 475-487.
- MARTIN R., SALLER K., 1956: *Lehrbuch der Anthropologie*. G. Fischer, Stuttgart.
- MATIEGKA J., 1933: Fysická antropologie obyvatelstva v Československu. In: *Čs. Vlastivěda*. Vol. II. Člověk. Pp. 115-254. Sfinx, B. Janda, Praha.
- MOSTELLER R. D., 1987: Simplified calculation of body surface area. *New Engl. J. Med.* 317: 1098-1102.
- PINKEL D., 1958: The use of body surface areas as a criterion of drugs dosage in cancer chemotherapy. *Cancer Res.* 18: 853-856.
- TAKAI S., SHIMAGUCHI S., 1986: Are height and weight sufficient for the estimation of human body surface area? *Human Biol.* 58, 4: 625-638.

Prof. Karel Hajniš, CSc.
Katedra antropologie UK
Viničná 7
128 44 Praha 2
Czech Republic