

Aus der Ganz-Mávg-Poliklinik der Stadt Budapest (Ungarn)  
(Direktor: Dr. med. J. Regö s)

## Körperfett bei männlichen Jugendlichen anhand von Hautfalten-Bestimmungen

Von B l. B u g y i

Mit 6 Tabellen

(Eingegangen am 5. September 1972)

Die Beurteilung der beiden Körperkomponenten: des „Körperfettes“ und des „Magergewichtes“, wird am einfachsten durch die Hautfaltengrößen ermöglicht. Es werden diesbezüglich zwei Prinzipien verwendet:

a) Man bestimmt die Hautfalten an gewissen Körperstellen. Von der Hautfalte wird die Hautdicke subtrahiert. Das Residuum wird halbiert und die so erhaltene Unterhautfettgewebsschicht wird mit der Körperfläche multipliziert. So ergibt sich das subkutan gelegene Körperfett – meist als „Depotfett“ bezeichnet;

b) das Körperfett wird durch verschiedene andere Methoden, so hydrometrisch, an Hand des anthropometrischen Verfahrens D. P. Willoughbys metrisch bestimmt. Mit dem so erhaltenen Wert werden die gemessenen Hautfaltenwerte verglichen und so erhält man Gleichungen zur Berechnung des Körperfettes aus den Hautfalten. Unsere Untersuchungen bestreben die Genauigkeit und Verwendbarkeit einiger derartiger „indirekter“ Formeln kritisch zu werten. Diese Untersuchung ist durch den Umstand erforderlich, daß in der Praxis für Reihenuntersuchungen die Verwendung derartiger „indirekter“ Formeln besonders günstig ist.

### Material und Methode

Wir haben bei männlichen Jugendlichen im Alter von 14–20 Jahren, die physisch tätig waren, unsere Untersuchungen ausgeführt. Die Zahl der untersuchten Fälle war je Jahrgang 5 Personen, insgesamt 35 Personen. Wir haben bei ihnen den Hautfalten-Kaliper vom *Minnesota-Typ* verwendet. Diesen Kaliper haben J. O. Lange und J. Brožek konstruiert. Der Kaliper entspricht den international standardisierten Anforderungen. Die Messung wurde derart ausgeführt, daß mit einer Hand die Haut in eine Falte erhoben wurde und mit dem Kaliper, der in der anderen Hand gehalten wird, die Hautfaltenbreite an der Basis gemessen wird. Die Hautfaltenmessungen haben wir an der rechten Körperseite ausgeführt. Die Hautfaltenwerte wurden in mm angegeben. Die Körperstellen, wo die Hautfaltenmessungen ausgeführt wurden, waren:

- a) an der Mitte der hinteren Seite des Mittelarmes, sog. Trizeps-Punkt;
- b) an der unteren Ecke des Schulterblattes am Rücken, sog. Subskapulare-Punkt;

c) 1 cm medial vom lateralen Rand des Musculus pectoralis, sog. Thorax-Punkt;

d) 1 cm seitlich vom Nabel, sog. Abdominal-Punkt. Die zum Vergleich verwendete Methode war das Originalverfahren D. P. Willoughbys. Dieses Verfahren besteht in der Bestimmung einer Reihe von Körperbreiten und Körper- bzw. Extremitätenumfangsbestimmungen, woraus das sog. fettlose „Mager“-gewicht berechnet werden kann. Das „Mager“-gewicht von dem Körpergewicht subtrahiert, ergibt das Körperfett nach D. P. Willoughby berechnet.

### Die Hautfaltenmessungen bei den männlichen Jugendlichen

In der Tab. 1 haben wir die Hautfaltenwerte angegeben, die wir an der rechten Körperseite bei den 14–20jährigen männlichen Jugendlichen bestimmt haben. Es wurden die Mittelwerte „X“ und die Streuung „S“ in Tab. 1 angegeben.

Tab. 1. Hautfalten der männlichen Jugendlichen zwischen 14–20 Jahren  
(in mm angegeben)

Körperstellen	Lebensalter (in Jahren)						
	14	15	16	17	18	19	20
<hr/>							
Triceps-Punkt							
X.	8,0	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	6,5
S.	3,4	2,5	2,2	2,7	2,2	3,0	3,1
Subscapulare-Punkt							
X.	7,0	7,0	8,0	9,0	9,1	9,0	9,0
S.	2,2	2,3	1,9	2,3	2,1	1,9	3,1
Thorax-Punkt							
X.	4,5	4,2	4,0	5,8	4,0	3,9	4,2
S.	2,1	2,6	2,0	2,1	1,9	1,8	2,0
Abdominal-Punkt							
X.	8,0	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	7,0
S.	3,1	2,5	2,0	2,3	3,1	2,6	2,4
Mittelwert der 4 Hautfalten in mm							
	6,9	6,6	6,3	6,9	6,6	6,2	6,6

Bei der Betrachtung des jährlichen Verlaufes der Hautfaltengrößen ist wohl zu sehen, daß an den untersuchten vier Körperstellen die Hautfaltenwerte sich kaum ändern. Eine gewisse Zunahme der Hautfaltenwerte ist am Subscapulare-Punkt wahrzunehmen. An den drei anderen Körperstellen bleibt die Hautfaltengröße bei den 14–20jährigen männlichen Jugendlichen praktisch gleich.

Das subkutane Depotfett ist durch die Multiplikation des Unterhautfettgewebes mit der Körperfläche zu erhalten (Tab. 2). Die Unterhautfettgewebsschicht an den einzelnen Körperstellen durch die Körperfläche multipliziert ergibt unterschiedliche Ergebnisse. Der aus den vier Hautfaltengrößen berechnete Mittelwert mit der Körperfläche multipliziert ergibt das Körperfett in kg. Eine regelmäßige Zunahme des Körperfettabsolutwertes ist im Laufe des Alterns wahrzunehmen. Das prozentuale Körperfett im Körpergewicht vermindert sich eher im Laufe des Alterns, wie aus der Tab. 2 zu ersehen ist.

Tab. 2. Subkutanes Fett, berechnet aus der Unterhautfettgewebsschicht  
(multipliziert durch die Körperfläche in kg)

Körperfläche anhand des Nomogrammes des <i>J. v. Sendroy jr.</i> und <i>L. P. Cecchini</i>	Lebensalter (in Jahren)						
	14	15	16	17	18	19	20
	berechnet in m <sup>2</sup>						
	1,30	1,44	1,51	1,62	1,69	1,76	1,88
mit den Hautfalten der 4 Körperstellen	berechnet in kg						
Trizeps-Punkt	4,29	4,75	4,53	4,54	4,22	4,05	4,70
Subscapulare-Punkt	4,03	4,46	4,84	5,52	6,25	6,70	7,15
Thorax-Punkt	1,96	2,02	1,96	3,57	2,20	2,11	2,63
Abdomen-Punkt	4,29	4,04	3,47	3,73	4,74	4,04	5,26
mit allen 4 Hautfalten als Mittelwert	berechnet in kg						
	3,55	3,71	3,73	4,50	4,56	4,22	4,95
Prozentuales Körperfett im Körpergewicht							
	8,00	8,45	7,70	8,35	7,65	6,40	7,30

### Vergleichende Körperkomponentenwerte

Die mit dem anthropometrischen Verfahren *D. P. Willoughbys* berechneten Körperkomponenten „Mager“gewicht und Körperfett sind in der Tab. 3 angegeben.

Tab. 3. Körperkomponente mit dem anthropometrischen Verfahren *Willoughbys*

Lebensalter	in Jahren:	14	15	16	17	18	19	20
Körpergewicht	in kg	40,5	44,0	48,5	54,5	59,5	66,0	68,5
Körperhöhe	in cm	153	159	162	165	168	171	174
Magergewicht	in g/cm	223	235	254	276	299	321	325
nach <i>Willoughby</i> bestimmt								
Magergewicht	in kg	34,1	37,4	41,1	45,4	50,1	54,8	56,5
Körperfett	in kg	6,4	6,7	7,4	9,0	9,4	11,2	12,0
Körperfett im Körpergewicht	in Prozent	15,8	15,1	15,3	16,5	15,8	16,9	17,6

Mit dem Verfahren *D. P. Willoughbys* wird das g/cm Magergewicht berechnet. Dieses g/cm Magergewicht mit der Körperhöhe multipliziert ergibt das „Magergewicht“. Von dem Körpergewicht das „Magergewicht“ subtrahiert, ergibt das Körperfett. Wie aus der Tab. 3 zu ersehen ist, wächst das Körperfett fast auf das zweifache bei den männlichen Jugendlichen. Die Zunahme des prozentualen Körperfettes ist im Laufe des Alterns wesentlich kleiner.

### Berechnung des prozentualen Körperfettes an Hand der indirekten Körperfettbestimmungen

J. V. G. A. *Durnin* und M. M. *Rahaman* haben bei Knaben und männlichen Jugendlichen hydrometrisch die Körperdichte gemessen und daraus des Körperfett berechnet. Sie haben bei denselben Personen auch die Hautfaltenwerte bestimmt und durch Vergleich dieser mit der Körperdichte eine graphische Relation zwischen den Hautfaltenwerten und der Körperdichte nachgewiesen. Da aus der Körperdichte unschwer das prozentuale Körperfett berechnet werden kann, ist ihre Relation zur Beurteilung des Körperfettes wohl zu verwenden. J. *Pařízková* hat ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Hautfaltenwerte und dem prozentualen Körperfett berechnet. Sie bestimmte an zehn Körperstellen die Hautfalten. Die von ihr gefundenen Relationen sind in verschiedenen Altersgruppen verschieden. Sie fand bei männlichen Jugendlichen die folgende Gleichung:

$$\text{Prozentualer Fettgehalt des Körpers} = 22 \times \log. \text{ Summe der zehn Hautfalten} - 25,35$$

Da wir nur an vier Körperstellen die Hautfalten gemessen haben, haben wir die Summe der von uns bestimmten Hautfalten mit 2,5 multipliziert und die so erhaltene Größe verwendet.

M. *Ozimic-Gerbec* und V. *Ragaci-Pilato* haben ebenfalls unlängst die Körperdichte aus den Hautfaltenwerten berechnet. Für die Jugendlichen im Alter zwischen 15–18 Jahren sind nach ihren Berechnungen folgende Gleichungen gültig:

$$\text{Körperdichte} = 1,1080 - 0,0563 \times \log. \text{ Hautfalte (bei Knaben)}$$

$$\text{Körperdichte} = 1,0919 - 0,0532 \times \log. \text{ Hautfalte (bei Mädchen)}$$

und an Hand der Gleichung von *Siri* ist aus der Körperdichte mit Hilfe folgender Formel der prozentuale Körperfettgehalt zu berechnen.

$$\text{Prozentualer Fettgehalt} = 100 \times \left( \frac{4,95}{\text{Körperdichte}} - 4,5 \right)$$

Nach Angaben der jugoslawischen Autorinnen ergeben die best brauchbaren Größen die Werte, die mit der Hautfalte am Subskapulare-Punkt berechnet werden. Unter Verwendung dieser Formeln haben wir die prozentualen Körperfettgehalte des Körpers berechnet. Wir haben den Mittelwert des prozentualen Körperfettes bei den männlichen Jugendlichen zwi-

Tab. 4. Prozentuales Körperfett, indirekt aus den Hautfalten berechnet

	Lebensalter (in Jahren)						
	14	15	16	17	18	19	20
nach <i>Durnin</i> und <i>Rahaman</i> bestimmt	17,6	18,9	18,6	19,5	18,7	18,4	18,5
	(Mittelwert 18,6%, Streuung 0,57%)						
nach <i>Pařízkova</i> mit ihrer Gleichung III berechnet	15,0	14,6	14,3	14,1	14,7	14,2	14,7
	(Mittelwert 14,4%, Streuung 0,35%)						
nach <i>Ozimic-Gerbec</i> und <i>Ragaci-Pilato</i> berechnet	16,9	16,4	15,9	16,9	16,3	15,6	15,6
	(Mittelwert 16,2%, Streuung 0,53%)						

Tab. 5. Das prozentuale Körperfett der an den 4 Körperstellen gemessenen Hautfalten, mit der Formel von *Ozimid-Gerbec* und *Ragaci-Pilato* berechnet

	Lebensalter (in Jahren)						
	14	15	16	17	18	19	20
Triceps-Punkt	18,5	18,5	17,6	16,8	16,3	15,6	16,3
Subscapulare-Punkt	16,8	16,8	18,8	20,6	20,4	20,6	20,6
Thorax-Punkt	12,0	11,6	11,0	15,1	11,0	10,7	11,6
Abdomen-Punkt	17,5	16,9	15,2	15,2	16,9	15,8	16,9
Mittelwert der Größen an den 4 Körperstellen bestimmt	16,9	16,4	15,9	16,9	16,3	15,6	15,6

schen 14–20 Lebensjahren berechnet und auch die Streuung angegeben. Wenn der prozentuale Körperfettgehalt aus den Hautfalten berechnet wird, ist der Mittelwert nach *Durnin* und *Rahaman* größer (18,6%). Bei Verwendung der Gleichung von *Pařizková* erhalten wir den Mittelwert: 14,4%. Der Mittelwert ist 16,2%, wenn wir die Formel der jugoslawischen Autorinnen anwenden.

Da die Methode der *Ozimid-Gerbec* und *Ragaci-Pilato* kaum bekannt ist, haben wir in der Tab. 5 die prozentualen Körperfettgehalte aus den Hautfaltenwerten der vier untersuchten Körperstellen mit ihrer Gleichung berechnet. Man kann daraus ersehen, welche Unterschiede bezüglich des prozentualen Körperfettgehaltes bestehen, wenn wir die Formel der genannten Autorinnen verwenden. Angenommen, daß das Körperfett mit dem anthropometrischen Verfahren des *D. P. Willoughby* als Vergleichsbasis verwendbar ist, haben wir in der Tab. 6 die Differenzen des prozentualen Körperfettgehaltes zusammengestellt, wenn wir sie aus den Hautfalten mit dem Verfahren der jugoslawischen Autorinnen berechnen und die Körperfettgrößen nach *Willoughby* bestimmen. Die Unterschiede des prozentualen Körperfettgehaltes wurden an allen vier Körperstellen in sämtlichen Jahresgruppen berechnet. Die Differenz ist bei den Hautfalten am Trizeps-Punkt und am Abdomen-Punkt am geringsten. Der prozentuale Körperfettgehalt ist +3,1% größer, wenn der Subscapulare-Punkt zur

Tab. 6. Differenz der prozentualen Körperfettwerte, berechnet mit der Formel von *Ozimid-Gerbec* und *Ragaci-Pilato* (berechnet zum Körperfett nach *Willoughby* angegeben)

	Lebensalter (in Jahren)						
	14	15	16	17	18	19	20
Triceps-Punkt	+2,7 (Mittelwert +1,1%, Streuung 1,91%)	+3,4	+2,3	+0,3	+0,5	-1,3	-1,3
Subscapulare-Punkt	+1,0 (Mittelwert +3,1%, Streuung 2,48%)	+1,7	+3,5	+4,1	+4,6	+3,7	+3,0
Thorax-Punkt	-3,8 (Mittelwert -4,3%, Streuung 1,64%)	-3,5	-4,5	-1,4	-4,8	-6,2	-6,0
Abdomen-Punkt	+1,7 (Mittelwert -0,21%, Streuung 0,63%)	+1,8	-2,4	-1,3	+1,1	-1,7	-0,7

Hautfaltenbestimmung verwendet wird. Die Streuung ist 2,48 % und somit etwas größer, als an den anderen Körperstellen. Wenn wir zu den Größen, die wir mit dem Verfahren *Willoughbys* erhalten haben, 3,1 % addieren, erhalten wir die Zahlenwerte der jugoslawischen Autorinnen.

### Besprechung der Ergebnisse

Die Bestimmung der Hautfalten an gewissen standardisierten Körperstellen mit dem Kaliper gestattet die Erfassung des Körperfettes. Wenn auch die Bestimmung an zehn und sogar mehr Körperstellen erwünscht wäre, ist aus praktischen Gründen an ein bis vier Körperstellen die Messung der Hautfalte zur Bestimmung des Körperfettes genügend. Die Zahlenwerte sind am Thoraxpunkt berechnet sehr klein, an den anderen Körperstellen größer. Die Hautfaltengrößen verändern sich nicht regelmäßig parallel miteinander im Laufe des Alterns.

Das Körperfett, aus der Unterhautfettgewebsschicht  $\times$  Körperfläche berechnet, ergibt kleinere Werte, als sie hydrometrisch, anthropometrisch u. a. zu erfassen sind. Dieser Unterschied kommt derart zustande, daß in wechselndem Verhältnis das subkutane Depotfett zum Gesamtfett des Körpers, sog. „Körperfett“, vorhanden ist.

Das prozentuale Körperfett ist aus den Hautfalten mit den besprochenen „indirekten“ Formeln zu berechnen. Die einzelnen Formeln ergeben unterschiedliche Werte, aber können unschwer aufeinander umgerechnet werden. Die Formel der jugoslawischen Autorinnen ist praktisch zur Beurteilung des Körperfettes anzuwenden.

### Zusammenfassung

An 35 männlichen Jugendlichen zwischen 14–20 Jahren haben wir das anthropometrische Verfahren *D. P. Willoughbys* angewendet und damit das Körperfett und das „Magergewicht“ bestimmt. Die so erhaltenen Zahlenwerte wurden mit den Körperfettwerten, die aus den Hautfaltenwerten an vier verschiedenen standardisierten Körperstellen bestimmt waren, verglichen. Es wurde durch die Multiplikation der Körperfläche mit der Unterhautfettgewebsschicht das Depotfett bestimmt. Die so erhaltenen Zahlenwerte sind wesentlich kleiner als sie mit den „indirekten“ Formeln zu berechnen sind. Die vorgeschlagenen und in der Literatur angewendeten „indirekten“ Formeln können unschwer und zuverlässig angewendet werden. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß sich die so erhaltenen Zahlenwerte untereinander systematisch unterscheiden und daher bei eventueller Umrechnung gewisse rechnerische Korrekturen erfordern.

### Literatur

Bugyi, Bl., Z. Morph. Anthrop. 61, 207 (1969), Röntgenpraxis 22, 278 (1969), Z. f. Ernährungswiss. 10, 364 (1971), 11, 138 (1972). – Durnin, J. V. G. A., M. M. Rahaman, Brit. Nutr. 21, 681 (1967). – Lange, K. O., J. Brožek, Amer. J. Phys. Anthropol. 19, 98 (1961). – Ozimic-Gerbec, M., V. Ragaci-Pilato, Glasnik anthrop. drustva Jugoslavije 7, 145 (1970). – Pařízková, J., Metabolism 10, 794 (1961). – Willoughby, D. P., Res. Quart. 3, 48 (1932).

### Anschrift des Verfassers:

Chefarzt Dr. med. habil., Dr. phil. Blasius Bugyi, Budapest V (Ungarn),  
Ferenczy István utca 18.