

Aus der hauptstädtischen Ganz-Mávag-Poliklinik der Stadt Budapest  
(Direktor: Dr. J. Regös)

## Röntgenologische Beurteilung der chemischen Zusammensetzung des Körpers

Von BLASIUS BUGYI

(Eingegangen am 5. Oktober 1964)

Bei der Beurteilung des Ernährungszustandes, bei der Bestimmung der Stoffwechselvorgänge u. a. stellt sich als grundlegende Frage die mengenmäßige Bestimmung der einzelnen Gewebe des Organismus. MATIEGKA hat vor fast einem halben Jahrhundert schon angenommen, daß zur Beurteilung des menschlichen Körperbaues die zahlengemäße Kenntnis des Fettgewebes, der Muskulatur und des Knochensystems nötig sei(1). Neben diesen drei Geweben sind die übrigen Gewebe gewissermaßen zu vernachlässigen, da diese die Stoffwechselvorgänge, zumindestens unter physiologischen Verhältnissen, zahlenmäßig kaum variieren. Zur Beurteilung der quantitativen Verhältnisse der drei genannten Gewebe werden verschiedenartige Untersuchungsmethoden verwendet, so die Unterwassertauchmethode zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Körpers, die Faltenabhebungsmethode der Haut, aus der die Menge des Fettgewebes beurteilt werden kann, gewisse orientierende anthropometrische Bestimmungen einzelner Knochen, welche über Menge des Knochensystems orientieren sollten, usw. Auf einer Tagung „über die Methoden zur Bestimmung der körperlichen Zusammensetzung“ am 22.-23. Januar 1959 in Natick, Mass. (USA) wurden die technischen Beziehungen der Beurteilung der körperlichen Zusammensetzung des Menschen eingehend besprochen. Wir möchten auf diese interessante Arbeit betreffend Einzelheiten hinweisen (1).

Die vorgeschlagenen Methoden vereinigen gewissermaßen eklektisch verschiedene Prinzipien und erfordern dementsprechend eine ziemlich komplexe Apparatur. In einer vorherigen Mitteilung haben wir schon vorgeschlagen, die Menge des Fettgewebes röntgenologisch zu bestimmen (2) und haben sogar darauf hingewiesen, daß bei Alten die röntgenologische Bestimmung der Dicke des Unterhautfettgewebes wesentliche Vorteile hat im Vergleich zur Faltenabhebungsmethode der Haut (3). Der systematische Ausbau der röntgenologischen Untersuchungsmethode zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des menschlichen Organismus (4) zeigte, daß *allein* durch Verwendung der röntgenologischen Verfahren die zahlengemäße Bestimmung der einzelnen Gewebe am Menschen möglich ist. Diese von uns „*quantitative physiologische Röntgenologie*“ bezeichnete Methode versuchte eine Reihe von verschiedenen Körperstellen hinsichtlich der relativen Menge der einzelnen Gewebe zu bestimmen. Es war aber die individuelle Verwertung der einzelnen Zahlenwerte der verschiedenen Körperregionen so kompliziert (5), daß die routinemäßige Verwendung dieses Verfahrens scheiterte.

Den körperlichen Aufbau der Sieger und zumindestens die von Sportsleuten erreichten Spitzenleistungen der römischen Olympischen Spiele hat J. M. TANNER ausführlich bearbeitet. In seiner Monographie hat er Röntgenaufnahmen der Oberschenkel, der Unterschenkel und der Armmitte hergestellt und die Breite

der Muskulatur, des Fettgewebes und des Knochens an den betreffenden Körperregionen bestimmt. TANNER schlägt vor, die Summe der Breite des Femurs, der Tibia und des Humerus als *Knochenbreite*, die Summe des Fettgewebes des Oberschenkels, des Unterschenkels und des Armes als *Fettgewebsbreite*, und endlich die Summe der Muskulatur von Arm und Unterschenkel, weiterhin der Hälfte der Muskulatur des Oberschenkels als *Muskulaturbreite* zu betrachten. Diese drei Zahlenwerte können gewissermaßen über die chemische Zusammensetzung des menschlichen Körpers, über die „*Body composition*“ orientieren. Wir möchten immerhin erwähnen, daß TANNER selbst die Faltenabhebungswerte der Haut zur Beurteilung der Menge des Fettgewebes verwendet hat. Es war nun die Frage, ob die von TANNER vorgeschlagenen drei „Breiten“ ohne weitere Körperregionen zu untersuchen, über die chemisch-gewebliche Zusammensetzung des menschlichen Körpers zu orientieren imstande sind.

Wir haben 50 männliche sporttreibende Jünglinge von 15-25 Jahren hinsichtlich der körperlichen Zusammensetzung röntgenologisch untersucht. Anfänglich haben wir Röntgenaufnahmen gemacht, später ergab sich, daß die Bildverstärker-Untersuchungen ebenfalls entsprechende Ergebnisse darstellen.

Wir haben vorerst untersucht, welche Zusammenhänge zwischen Muskelbreite, Fettgewebsbreite und Knochenbreite bestehen. Diese Untersuchung schien uns auch deshalb nötig, da angenommen wird, daß das Knochensystem bei der mengenmäßigen Entwicklung der Muskulatur in ihrer Menge ebenfalls zunimmt. Anthropologen nehmen im allgemeinen an, daß bei den fossilen Knochenfunden allein aus der mengenmäßigen Entwicklung der Knochen auf eine Entwicklung der Muskulatur zu folgern ist. Demgegenüber wird allgemein angenommen, daß die Menge des Fettgewebes bei der Hypertrophie der Muskulatur sich verkleinert, eine Annahme, die durch Turnen und Körperübungen bestrebte Abmagerungskuren, d.h. beim Bestreben des Verminderns des Fettgewebes auch in der praktischen Therapie verwendet wird.

$$\text{Gleichung 1. } \text{Fettgewebsbreite in cm} = 0,42 \text{ Muskulaturbreite in cm} - 7,90.$$

Die Standard Deviation – im weiteren :  $\sigma$  – der Fettgewebsbreite war 0,1 cm.

$$\text{Gleichung 2. } \text{Knochenbreite in cm} = 0,20 \text{ Muskulaturbreite in cm} + 4,04$$

$$\sigma : 0,25 \text{ cm}$$

Die Menge der einzelnen Gewebe ist in mengenmäßigem Zusammenhang mit dem Körpergewicht, mit der Körperhöhe und mit der Körperfläche. Wir haben die zahlenmäßigen Zusammenhänge dieser Größen ebenfalls bestimmt und die folgenden mathematischen Gleichungen diesbezüglich gefunden:

#### Körpergewicht

$$\text{Gleichung 3. } \text{Fettgewebsbreite in cm} = 0,056 \text{ Körpergewicht in kg} - 1,98$$

$$\sigma : 0,2 \text{ cm}$$

$$\text{Gleichung 4. } \text{Muskulaturbreite in cm} = 0,184 \text{ Körpergewicht in kg} + 10,5$$

$$\sigma : 0,8 \text{ cm}$$

$$\text{Gleichung 5. } \text{Knochenbreite in cm} = 0,039 \text{ Körpergewicht in kg} + 5,80$$

$$\sigma : 0,15 \text{ cm}$$

### Körperhöhe

Gleichung 6.  $Fettgewebsbreite \text{ in cm} = 0,17 \text{ Körperhöhe in cm} - 28,45$   
 $\sigma : 0,3 \text{ cm}$

Gleichung 7.  $Muskulaturbreite \text{ in cm} = 0,091 \text{ Körperhöhe in cm} - 7,20$   
 $\sigma : 0,85 \text{ cm}$

Gleichung 8.  $Knochenbreite \text{ in cm} = 0,0368 \text{ Körperhöhe in cm} - 42,60$   
 $\sigma : 0,15 \text{ cm}$

Endlich haben wir den zahlenmäßigen Zusammenhang der drei oben besprochenen „Breiten“ mit der Körperfläche bestimmt. Die Körperfläche kann nach der Gleichung von DU BOIS berechnet werden (6).

Gleichung 9.  $Körperfläche = K \cdot Körpergewicht^{0,425} \cdot Körperhöhe^{0,725}$

Wir haben ebenso wie vor uns schon BOOTHBY und SANDIFORD Fluchtlinientafel (6) zur einfachen und schnellen Berechnung der Körperflächengröße angegeben.

### Körperfläche

Gleichung 10.  $Fettgewebsbreite \text{ in cm} = 5,5 \text{ Körperfläche in m}^2 - 7,30$   
 $\sigma : 0,2 \text{ cm}$

Gleichung 11.  $Knochenbreite \text{ in cm} = 4,2 \text{ Körperfläche in m}^2 + 2,2$   
 $\sigma : 0,12 \text{ cm}$

Gleichung 12.  $Muskulaturbreite \text{ in cm} = 14,0 \text{ Körperfläche in m}^2 + 0,04$   
 $\sigma : 0,6 \text{ cm.}$

Es ist aus den Gleichungen 3–8 und 10–12 zu ersehen, daß die Standard-Deviationen der entsprechenden Gleichungen bei der Verwendung der Körperflächen die kleinsten sind. So kann die Berechnung der entsprechenden Gewebsbreiten am genauesten durch die Verwendung der Körperfläche stattfinden.

Wir versuchten eine ausschließlich röntgenologische Methode der mengenmäßigen Bestimmung des Fettgewebes, der Muskulatur und der Knochen am Menschen anzugeben. Die so erhaltenen Gewebsbreiten sind mit den anderen Körpermaßen in Zusammenhang zu bringen. Dementsprechend kann die systematische Verwendung der röntgenologischen Bestimmungen zur verhältnismäßig einfachen Orientierung der einzelnen Gewebe des Organismus dienen und zur Beurteilung der materiellen Grundlagen der Stoffwechselvorgänge beitragen.

### Zusammenfassung

Es wird vorgeschlagen allein röntgenologisch die Menge der Muskulatur, des Fettgewebes und der Knochen am Menschen zahlengemäß zu bestimmen. Die Mengen der einzelnen Gewebe stehen miteinander in zahlengemäßem Zusammenhang. Die Breite der Muskulatur, des Fettgewebes und der Knochen können mit den Körpermaßen in mathematische Beziehungen gebracht werden.

*Schrifttum*

1. BROŽEK, J. and A. HENSCHEL, Techniques for Measuring Body Composition. National Academy of Sciences (Washington 1961). (Siehe dort ausführliche Literatur.) —
2. BUGYI, BL., Z. Ernährungswiss. 2, 23 (1961). — 3. BUGYI, BL., Z. Ernährungswiss. 4, 183 (1964). — 4. BUGYI, BL., Boll. Schermografico 14, 214 (1962). — 5. BUGYI, BL., Die Untersuchung der Körpergewebe am lebenden Organismus. in: Akten des Anthropologischen Kongresses, Mikulov (Tschechoslowakei) 1961, 11. S. — 6. BUGYI, BL., Az ifjúság orvosa (Der Jugendarzt) 1943. 3. Heft (ung.). — 7. TANNER, J. M., The Physique of the Olympic Athlete. (London 1964.)

Anschrift des Verfassers:

Chefarzt Dr. med., Dr. phil. BLASIUS BUGYI, Kandidat der Medizinischen Wissenschaften  
Budapest, V. Ferenczy István utca 18

*Aus der Abteilung für Vitamin- und Ernährungsforschung und Abteilung für experimentelle Medizin der F. Hoffmann-La Roche & Co. Aktiengesellschaft, Basel (Schweiz)*

## Über die gegenseitige Beeinflussung von Vitamin E, Vitamin A und Carotinoiden

Von G. BRUBACHER, K. SCHÄRER, A. STUDER und O. WISS

Mit 7 Tabellen

(Eingegangen am 2. November 1964)

Zwischen Vitamin E und den übrigen Bestandteilen der menschlichen und tierischen Nahrung bestehen zahlreiche Wechselwirkungen. Enthält dieselbe z. B. wesentliche Mengen ungesättigter Fettsäuren, so steigt der Vitamin E-Bedarf um ein Erhebliches an. P. L. HARRIS und N. EMBREE (1963) kommen auf Grund der in der Literatur aufgefundenen Zahlenwerte zum Schluß, daß für jedes Gramm polyungesättigter Fettsäuren 0,6 mg  $\alpha$ -Tocopherol aufgenommen werden sollte, damit der Organismus im Vitamin E-Gleichgewicht bleibt. Dabei stützen sie sich vor allem auf die von M. K. HORWITT und Mitarb. (M. K. HORWITT und Mitarb., 1956; M. K. HORWITT, 1960) an Menschen durchgeführten Versuchen. Zu ähnlichen Zahlenwerten wie P. L. HARRIS und N. EMBREE (1963) kamen F. WEBER und Mitarb. (1962), wobei ebenfalls die von M. K. HORWITT und Mitarb. durchgeführten Versuche als Berechnungsgrundlage dienten. Auf Grund von Tierversuchen muß geschlossen werden, daß Vitamin E teilweise bereits im Magendarmtrakt durch polyungesättigte Fettsäuren inaktiviert bzw. an der Resorption gehindert wird, teilweise aber auch unter dem Einfluß dieser Fettsäuren ein Mehrverbrauch im intermediären Stoffwechsel stattfindet (F. WEBER, H. WEISER und O. WISS, 1964).

Inwieweit bei dieser Inaktivierung des Vitamins E dessen antioxydative Eigenschaften maßgebend beteiligt sind, oder inwieweit andere, noch unbekannte Faktoren dafür verantwortlich sind, läßt sich auf Grund des bis heute vorliegenden Tatsachenmaterials nur schwer abschätzen. In vitro kann Vitamin E durch die bei der Oxydation der polyungesättigten Fettsäuren entstehenden freien Radikale verändert werden. Die Auffindung beträchtlicher