ANTHROPOLOGIE VII/2 1969

DAS KÖRPERFETT BEI SPORT BETREIBENDEN PERSONEN

VLADIMÍR V. NOVOTNÝ

In Fachkreisen ist es heute im allgemeinen nicht mehr nötig über die Bedeutung der Körperzusammensetzung für die Gesundheit und körperliche Tüchtigkeit des Menschen zu sprechen. In vielen ärztlichen Fächern werden die Änderungen der Körperfettmengen aufmerksam beobachtet und mit einer Reihe von Zuständen des Organismus in Zusammenhang gebracht. Schon längst reicht die Bezeichnung des Menschen als mager oder dick nicht aus, die auf der mit dem Kephalometer oder Kontaktmeßchieber festgestellten Dicke der Hautfalte am Bauch beruht. Dies genügte am Anfang dieses Jahrhunderts, da der Mensch nach Oerder mit einer bis zu 11 mm dicken Hautfalte als mager, bis zu 27 mm als entsprechend und über 28 mm als dick gewertet wurde. Da für ein solches Messen vorgeschrieben war, daß die Kontaktflächen des Meßgerätes die Haut nur leicht berühren sollen, ermöglichte diese Wertungsart der Dicke des Menschen ein sehr subjektiv aufgefaßtes Messen.

Im Laufe der Zeit wurden zur Bestimmung des Körperfetts einige originelle und verhältnismäßig verläßliche Methoden gefunden. Die Methode des Messens der Hautfalten behielt jedoch ständig ihren aktuellen Wert. Der Erste, der Messungen der Hautfalten an verschiedenen Stellen des menschlichen Körpers vornahm, war wahrscheinlich Richet im Jahr 1890 (Correnti 1957). Unter denen, die ihn in diesem Interesse folgten, darf die Bedeutung der Arbeit Matiegkas (Matiegka 1921) nicht übersehen werden, der sich nicht nur mit der Bestimmung der Dicke der Hautfalten an 6 Körperstellen begnügte, sondern mit Hilfe von Gleichungen die Gesamtmenge des Unterhautfetts, das Gewicht des Skeletts, der Muskeln und des sog. Restes zu bestimmen versuchte. Ein großer Nachteil der einfachen Meßgeräte, die die ersten Forscher benützten, lag an der Unbeständigkeit des Drucks auf die gemessene Hautfalte. Daher konnte man es als Fortschritt bezeichnen, als Franzen im Jahr 1929 ein Kontaktmeßgerät mit einer Feder benützte, die einen beständigen Druck auf die gemessene Hautfalte sicherte (Keys, Brožek, 1953). Damit war der Grundstein der bis heute benützten speziellen Kontaktmeßgeräte für Messungen der Hautfaltendicke gegeben. Aus der Reihe verschiedener Typen von Kontaktmeßgeräten ist Correntis Malachistometer (Correnti 1947, 1960) zu nennen, dessen rechteckige Kontaktflächen 6×15 mm maßen und der eine nach Bedarf verstellbare Tension im Umfang von 2,5—15 g/mm^2 hatte. Von großer Bedeutung war auch Bests (1954) Kontaktmeßgerät, das Kontaktscheiben mit 7 mm^2 Fläche und eine Tension von 200 g hatte. Edwards versuchte mit seinen Mitarbeitern (Edwards, Hammond, Healy, Tanner, Whitehouse, 1954) das Ablesen des Drucks mit Hilfe eines Manometers zu präzisieren. In den letzten Jahren benützten einige, namentlich englische und amerikanische Forschungsstellen das Kontaktmeßgerät nach dem Entwurf Tanners und Whitehouses (1955), das sog. Harpenden skinfold calipper. Die Neuheit dieses Kontaktmeßgerätes, das Kontaktflächen wie der Malachistometer besitzt, besteht darin, daß der Druck konstant eingestellt ist (10 g/mm^2). Dieser Vorteil kann jedoch in einen Nachteil umschlagen, da bei der angewandten Form des Kontaktmeßgerätes bei bestimmten Winkeln, die die Meßarme einschließen, der konstante Druck auf die Kontaktflächen nicht leicht zu sichern ist. Der Form und der Auffassung nach steht diesem Meßgerät das japanische Kontaktmeßgerät nahe, das von Suzuki und Nagamine (1964) entworfen wurde.

Auf dem Gebiet des Studiums der Körperzusammensetzung nehmen Brožek und Keys (1950 bis 1951), Keys und Brožek (1953) einen besonderen Platz ein, die in Fortsetzung der Gedanken Matiegkas Zusammenhänge zwischen der Densität des Körpers und den mittels Kontaktmeßgeräten ermittelten Messungsergebnissen der Hautfalten suchten. Die Praxis zeigte, daß in diesem Zusammenhang nicht nur eine vollkommene Handhabung der Meßtechnik von entscheidender Bedeutung ist, sondern auch der konstante Druck und die Größe der Kontaktflächen, die die Hautfalte klemmen. Verschieden große Kontaktflächen dringen auf verschiedene Weise in das gemessene Gewebe ein und die so ermittelten Ergebnisse können nicht verglichen werden, sofern man sie nicht auf die Gesamtfettmenge umrechnen kann.

In der Tschechoslowakei fand Bests Kontaktmeßgerät Verwendung und auch wir haben mit diesem

Gerät gearbeitet. Im Jahr 1963 fertigten wir einen neuen Typ an, der einen größeren Meßumfang und auch eine größere Genauigkeit ermöglicht (Novotný 1964). Die Tension und die Größe der Kontaktflächen von Bests Kontaktmeßgerät blieben beibehalten. In der letzten Zeit entwickelten wir ein Kontaktmeßgerät mit Anwendung der elektronischen Technik, das eine automatische Messung und Registrierung der Ergebnisse ermöglicht (Novotný, Babor 1968).

Diesen kurzen Überblick führten wir an, um die Unterschiedlichkeit der Kontaktmeßgeräte und damit auch die Schwierigkeit der Vergleiche der von verschiedenen Autoren gefundenen Ergebnisse vor Augen zu führen.

Studien, die sich mit Fragen des Körperfetts befassen, sind in letzter Zeit immer häufiger, die Zusammenhänge mit Körperübungen werden jedoch nur selten beschrieben. Die Körperzusammensetzung 11—15-jähriger Kinder bei verschiedenen Körperbetätigungen beobachtete Pařízková (1968) 5 Jahre lang. In unserem Laboratorium verfolgten wir diese Frage bei 18—24-jährigen Hörern der Medizinischen Fakultät im Laufe ihres Studiums (Novotný 1966). Auf die Bedeutung der Kontrolle der Körperfettmenge bei Sportlern machte Correnti (1965) aufmerksam, der mit Hilfe des Malachistometers die Hautfalten junger Sportler, vor allem bei Leichtathleten maß. Die Ergebnisse rechnete er nicht auf die Gesamtmenge des Körperfettes um, sondern wertete die Dicke der Hautfalten an verschiedenen Stellen in Beziehung zur sportliche Spezialisierung aus. Eine der neuen Arbeiten auf dem Gebiet des Studiums der Körperzusammensetzung der Sportler befaßt sich mit der Feststellung des spezifischen Körpergewichtes bei jungen Schwimmern, die von Kuppler und Jüling (1969) durchgeführt wurde. In unserem Laboratorium ist die Feststellung der Körperfettmenge ein Bestandteil der klinischen und anthropologischen Untersuchungen jedes Sportlers seit dem Jahr 1959. Das Material, das wir im Laufe dieser Zeit erworben haben, beschrieben wir einstweilen in einigen Teilarbeiten über Radrennfahrer (Novotný 1964, Novotný, Samek, Seliger, Slavík, Menhart 1966), Ruderer (Novotný, Tamassyová 1967) und moderne Gymnastinnen (Martinovská, Novotný, Tamassyová, Trefný 1966, Novotný 1968). In der vorliegenden Arbeit fassen wir den Teil der Ergebnisse zusammen, die bei tschechoslowakischen Spitzensportlern gewonnen wurden.

METHODIK

Die Untersuchungen wurden im Anthropologischen Laboratorium des Instituts für Sportmedizin der Medizinischen Fakultät der Karlsuniversität durchgeführt.

Zur Bestimmung der Körperfettmengen wurde die Methodik des Messens der Hautfalten mit Hilfe eines Kontaktmeßgerätes — Kalipers, und weiter die Umrechnung auf den Prozentsatz des Körperfetts mit Hilfe regressiver Gleichungen angewandt.

Die Dicke der Hautfalten wurde an folgenden Stellen gemessen:

1. am Kopf — an der Wange unter der Schläfe in der Höhe des Tragus,
2. am Hals — über der Regio hyoidea,
3. am Brustkorb — in der vorderen axillaren Falte,
4. am Brustkorb — in der Höhe der zehnten Rippe, in der vorderen axillaren Linie,
5. am Bauch — im $^1/_4$ der Verbindungslinie Nabel — Spina ilica ventralis,
6. an der Hüfte — über der Crista ilica, in der vorderen axillaren Linie,
7. am Rücken — unter dem Angulus caudalis scapulae,
8. am Arm — auf der rückwärtigen Seite, in der Mitte der Entfernung Acromiale — Olecranon,
9. am Schenkel — über der Patelle bei leicht geknicktem Bein,
10. an der Wade — unter der Fossa poplitea, bei leicht geknicktem Bein.

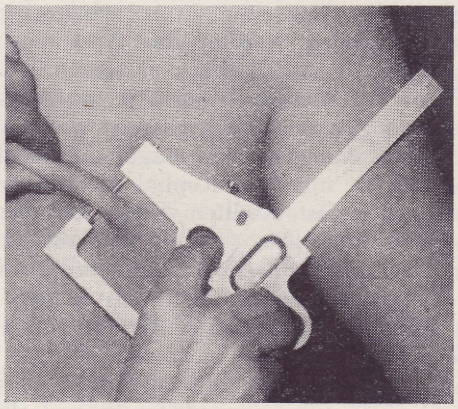

FIG. 1
Das zum Messen der Hautfaltendicke bei Sportlern angewandte Kontaktmeßgerät — Kaliper.

Die Messungen wurden mit dem Kontaktmeßgerät eigener Konstruktion (Abb. 1) mit kreisförmigen Kontaktscheiben von 7 mm², bei konstanter Tension 200 g durchgeführt.

Zur Berechnung der Körperfettmenge wurden regressive Gleichungen nach Pařízková (Pařízková 1962) angewandt.

Für Männer: $y = 28{,}96 \log_x - 41{,}27$.

Für Frauen: $y = 39{,}572 \log_x - 61{,}25$.

Die aktive Körpermasse wurde auf Grund des ermittelten Körpergewichts und des Gewichts des Körperfettes berechnet.

Die untersuchten Personen waren Spitzensportler und Sportlerinnen der Tschechoslowakei, tschechoslowakische Staatsrepräsentanten und ihre Ersatzmänner, insgesamt 430 Männer und 173 Frauen. Unter den Beobachteten waren tschechoslowakische Meister, Rekordmänner, Europa- und Welt-Meister, auch Olympiasieger.

Männer:

Volleyball ($n = 30$, Alter $\bar{x} = 26$), Basketball ($n = 30$, Alter $\bar{x} = 24$), Eishockey ($n = 30$, Alter

$\bar{x}$ = 27), Fußball (n = 30, Alter $\bar{x}$ = 25), Rudern (n = 30, Alter $\bar{x}$ = 25), Schwimmen (n = 30, Alter $\bar{x}$ = 24), Radrennfahren (n = 30, Alter $\bar{x}$ = 24), Wasserpolo (n = 15, Alter $\bar{x}$ = 25), Kurzstreckenlauf (n = 15, Alter $\bar{x}$ = 21), Mittelstreckenlauf (n = 15, Alter $\bar{x}$ = 24), Langstreckenlauf (n = 15, Alter $\bar{x}$ = 27), Weit- und Hochsprung (n = 15, Alter $\bar{x}$ = 23), Kugelstoßen und Diskuswerfen (n = = 15, Alter $\bar{x}$ = 26), Sportgymnastik (n = 11, Alter $\bar{x}$ = 23), Tennis (n = 10, Alter $\bar{x}$ = 22).

Die Sportzweige, Boxen — aller Gewichtskategorien (n = 38, Alter $\bar{x}$ = 23), Stemmen — aller Gewichtskategorien (n = 47, Alter $\bar{x}$ = 25), Griechisch-römischer Ringkampf — aller Gewichtskategorien (n = 24, Alter $\bar{x}$ = 25) wurden bisher weder statistisch gewertet, noch in Diagramme eingereiht, da es noch nicht möglich war in Anbetracht der großen Anzahl von Gewichtskategorien nennenswerte Ensembles mit namhaften Leistungen zu gewinnen.

F r a u e n:

Volleyball (n = 20, Alter $\bar{x}$ = 24), Basketball (n = 20, Alter $\bar{x}$ = 23), Rudern (n = 20, Alter $\bar{x}$ = 24), Schwimmen (n = 20, Alter $\bar{x}$ = 17), Eiskunstlaufen (n = 10, Alter $\bar{x}$ = 15), Kurzstreckenlauf (n = 10, Alter $\bar{x}$ = 21), Mittelstreckenlauf (n = 10, Alter $\bar{x}$ = 23), Weit- und Hochsprung (n = 10, Alter $\bar{x}$ = 22), Kugelstoßen und Diskuswerfen (n = 10, Alter x = 26), Ski Abfahrt n = 10, Alter x = 23).

Die Sportzweige, Kunstgymnastik (n = 8, Alter $\bar{x}$ = 19), Sportgymnastik (n = 8, Alter $\bar{x}$ = 19), Tennis (n = 7, Alter x = 22), Tischtennis (n = 6, Alter $\bar{x}$ = 18), Turmspringen (n = 4, Alter $\bar{x}$ = 19) wurden weder statistisch gewertet noch in die Diagramme aufgenommen, da die Anzahl der untersuchten Personen zu klein war.

Die Kontrollwerte für keinen Sport betreibende Personen wurden den Untersuchungsergebnissen ungefährt gleichaltriger Männer (n = 100) und Frauen (n = 100) entnommen (N o v o t n ý 1966).

ERGEBNISSE

Wenn wir nach Zusammenhängen zwischen der Körperfettmenge und den Leibesübungen forschen, stellen wir fest, daß diese im großen und ganzen mit unseren Voraussetzungen übereinstimmen. Die meisten Sport betreibenden Personen weisen eine kleinere Körperfettmenge auf als die keinen Sport betreibenden Personen. Anschaulich ist diese Tatsache aus Abb. 2. ersichtlich. Im ersten Abbildungsteil veranschaulichen Diagrammsäulen die unterschiedliche Körperfettmenge bei 18—19-jährigen Hörern der Medizinischen Fakultät je nach der Bewegungsaktivität im Vergleich zu Hörern der Fakultät für Leibesübungen. Personen, die keinen Sport betreiben, hatten am meisten Fett (Männer x = = 15 %, Frauen x = 22,2 %), Personen die Sport betrieben hatten (statistisch relevant) weniger (Männer $\bar{x}$ = 13,3 %, Frauen $\bar{x}$ = 20,4 %), die Hörer der Fakultät für Leibesübung am wenigsten Fett (Männer $\bar{x}$ = 11,4 %, Frauen $\bar{x}$ = 17,5 %). Im zweiten Teil der Abbildung ist die Fettverteilung nach der Hautfaltendicke bei denselben Hörern der Medizinischen Fakultät dargestellt. Die Sport betreibenden Studenten und Studentinnen hatten an allen Körperteilen eine geringere Dicke des Unterhautfett-

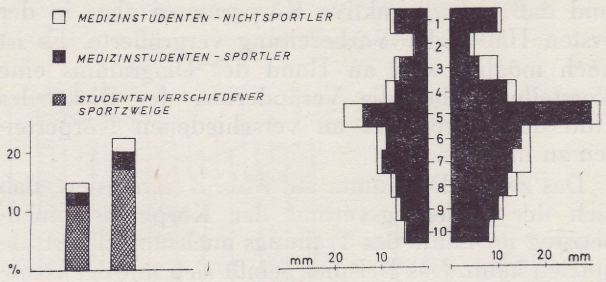

FIG. 2

Die Körperfettmenge und die Dicke der Hautfalten an 10 Körperstellen bei Personen mit verschiedener Bewegungsaktivität.

gewebes aufzuweisen. Die größten Unterschiede waren am Bauch, Brustkorb und Rücken wahrzunehmen, die kleinsten am Kopf, Hals und an den Beinen. Bei den Frauen waren die Unterschiede zwischen Sport betreibenden und keinen Sport betreibenden Personen beträchtlich größer als bei den Männern.

Es wäre nicht schwierig weitere Beweise dafür zu liefern, daß die Körperübungen zur Reduktion des Fettdepots beisteuern. Bisher unbeantwortet bleibt die Frage, ob und wie sich die Körperzusammensetzung bei den Spitzensportlern ändert, die schon lange Jahre intensiv trainieren. In diesem Zusammenhang ist es möglich zwei Beispiele anzuführen, die ungleiche Änderungen der Körperfettmenge im Laufe eines sehr intensiven Trainings zweier tschechoslowakischer Repräsentations-Mannschaften beweisen. Auf Abb. 3 verdeutlicht das Diagramm die

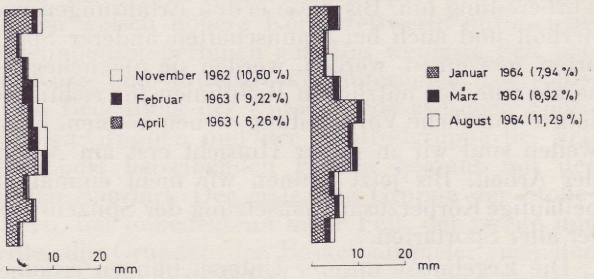

FIG. 3

Die Änderungen der Körperfettmenge und der Hautfaltendicke an 10 Körperstellen bei Radfahrern a), und Volleyballspielern b), im Laufe eines sehr intensiven Trainings.

Änderungen im Laufe der Vorbereitung der Mannschaft tschechoslowakischer Radrennfahrer auf den Etappen-Straßen-Rennen Praha—Berlin—Warszawa. Die erste Untersuchung wurde zu Beginn der Vorbereitung im November 1962 durchgeführt, die zweite in der Hälfte des Trainings im Februar 1963 und die dritte vor dem Start des Rennens im April 1964. Im Laufe der Vorbereitung kam es zu

einem Sinken der Körperfettmenge, die ohnehin schon klein war. Aus eingehenderen Analysen der Ergebnisse kann man feststellen, daß das Körpergewicht am deutlichsten in der zweiten Hälfte der Vorbereitung abnahm, daß die Körperfettmenge hauptsächlich gegen Ende der Vorbereitung sank und daß sich die aktive Körpermasse eher in der ersten Hälfte der Vorbereitung vergrößerte. Es ist auch möglich sich an Hand des Diagramms eine Vorstellung über die Veränderung der Dicke des Unterhautfettgewebes an verschiedenen Körperteilen zu machen.

Das zweite Diagramm auf Abb. 3 signalisiert, daß sich der Änderungsverlauf der Körperzusammensetzung im Laufe des Trainings auch umgekehrt abspielen kann. Das Beispiel befaßt sich mit der tschechoslowakischen Volleyball-Repräsentationsmannschaft im Laufe ihrer Vorbereitung für die Olympiade in Tokio. Bei diesen Sportlern vergrößerte sich nämlich die Körperfettmenge. Während das Körpergewicht praktisch ohne Änderung blieb, verkleinerte sich das Gewicht der aktiven Körpermasse mäßig und die Körperfettmenge nahm hauptsächlich in der zweiten Hälfte der Vorbereitung zu.

Die Antwort auf die Frage, wie diese Änderungen zu beurteilen sind, liegt in erster Linie in der sportlichen Leistungsfähigkeit. Die von den Radfahrern im Laufe des Rennens gelieferte Leistung war nach der beobachteten Vorbereitung nur durchschnittlich, die Leistung der Volleyballspieler jedoch ausgezeichnet und führte zum Gewinn der silbernen Olympiamedaille. Es ist möglich, daß die Intensität des Trainings der Radfahrer, namentlich zum Schluß der Vorbereitung, zu stark war und daß der allzu große Körperfettschwund neben anderen Ursachen in dem anstrengenden, eine Reihe von Tagen dauernden Rennen zu einer niedrigeren Leistungsfähigkeit führte. Bei den Volleyballspielern weist die Vergrößerung der Körperfettmenge auf ein günstig geleitetes Training und auf eine gute psychische Vorbereitung hin. Bis diese ersten Erfahrungen wiederholt und auch bei Mannschaften anderer Sportarten gewonnen werden, werden sie möglicherweise als eine der nützlichen Richtlinien für richtig geführte sportliche Vorbereitung dienen können. Einstweilen sind wir in dieser Hinsicht erst am Anfang der Arbeit. Bis jetzt kennen wir nicht einmal die beiläufige Körperzusammensetzung der Spitzensportler aller Sportarten.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen erlauben in dieser Hinsicht wenigstens bei einigen Sportarten eine gewisse Übersicht zu erlangen. Im Vergleich mit keinen Sport betreibenden Männern hatten nur die Leichtathleten — Werfer und Stoßer mehr Körperfett, wie aus Abb. 4 ersichtlich ist. Das wenigste Fett hatten Mittel-, Langstreckenläufer und Sportgymnasten. Die statistische Bedeutung der Unterschiede zwischen Ensembles von Sportlern und der Kontrollgruppe von keinen Sport betreibenden Personen beginnt mit der dritten Sportart. Die erste Gruppe, die Werfer und Stoßer, hatten unbedeutend mehr Fett, die zweite Gruppe, die Wasserpolo-Spieler unbedeutend weniger Fett als die keinen Sport betreibenden Männer. Wie schon erwähnt, wurden in die Diagramme einzelne Kategorien der Ringkämpfer, Stemmer und Boxer nicht eingereiht, da es sich nur um einen kleinen Personenkreis handelt. Dies führen wir an dieser Stelle nur deswegen an, weil die Ringkämpfer der Schwergewichtskategorie offenbar mit ihrer Körperfettmenge an erste Stelle kämen. Unseren bisherigen Untersuchungen nach hatten sie im Durchschnitt

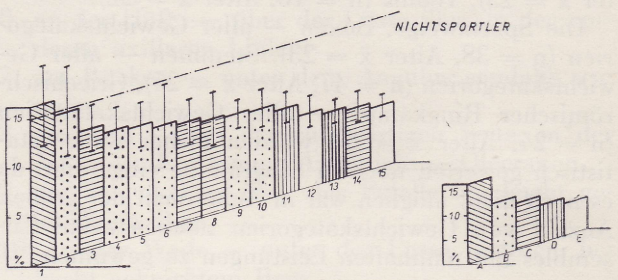

FIG. 4

Das große Diagramm zeigt die Körperfettmengen in Prozenten des Körpergewichtes bei Sportlern verschiedener Sportarten. Die Säulen bezeichnen folgende Sportarten: 1. Kugelstoßen und Diskuswerfen, 2. Wasserpolo, 3. Rudern, 4. Basketball, 5. Eishockey, 6. Volleyball, 7. Schwimmen, 8. Radfahren, 9. Tennis, 10. Fußaball, 11. Kurzstreckenlauf, 12. Hoch- und Weitsprung, 13. Mittelstreckenlauf, 14. Langstreckenlauf, 15. Sportgymnastik. Die Säulen des kleinen Diagramms bezeichnen zusammenfassend die Körperfettmenge bei Sportarten nach dem Typ der Leibesübung. Die Sportarten, bei denen die Leistung vor allem auf Kraft beruht sind mit (A) bezeichnet, Ausdauer (C), Schnelligkeit (D), Gewandtheit (E) und Sportarten, die unter Spiele gereiht werden, mit (B).

19,0 % Fett. Wahrscheinlich würden ihnen die Stemmer der Schwergewichtskategorie folgen, bei denen wir bisher im Durchschnitt 17,4 % Fett feststellten. Stemmer des Superschwergewichts (über 110 kg) konnten wir bis jetzt noch nicht untersuchen. Interessant ist, daß die Boxer der Schwergewichtskategorie verhältnismäßig wenig Fett haben und mit den bis jetzt festgestellten 12,4 % in der Mitte der von uns beschriebenen Sportler ihren Platz finden würden. Aus dem kleinen Diagramm auf Abb. 4 ersehen wir, daß im ganzen gesehen das meiste Fett diejenigen Sportler haben, deren Leistung vor allem auf Kraft beruht, und das wenigste Fett diejenigen, deren Leistung hauptsächlich auf Gewandtheit angewiesen ist.

Die Dicke des Unterhautfettgewebes behielt an bestimmten Körperstellen bei den Sportlern der meisten Sportarten die charakteristische Verteilung bei. Die relativ höchsten Werte wurden am Bauch, an den Hüften und am Rücken festgestellt, die niedrigsten am Hals und an den Beinen. Eine Ausnahme unter den Sporttätigkeiten bildet die Sportgymnastik. Die Dicke der Hautfalten hat hier keine so charakteristische Verteilung auf bestimmte Flächen. Sie ist an allen Körperteilen verhältnismäßig ausgewogen und sehr gering. Den Sportgymnastikern stehen in dieser Hinsicht die Langstreckenläufer am nächsten. Dagegen gibt es Sportarten, deren Vertreter viel Unterhautfett haben. Hierher gehören Wasserpolo-Spieler, die nur an der Oberhälfte des Brustkorbes ein minder dickes, an anderen Körperstellen dann ein gleiches oder dickeres

Unterhautfettgewebe haben, wie die keinen Sport betreibenden. Kugelstoßer, Diskuswerfer und namentlich Ringkämpfer haben an allen Körperteilen sehr dicke Hautfalten. Auffällig ist dies in erster Linie am Gesicht, am Hals, am Brustkorb, am *Bauch, an den Hüften und am Rücken.*

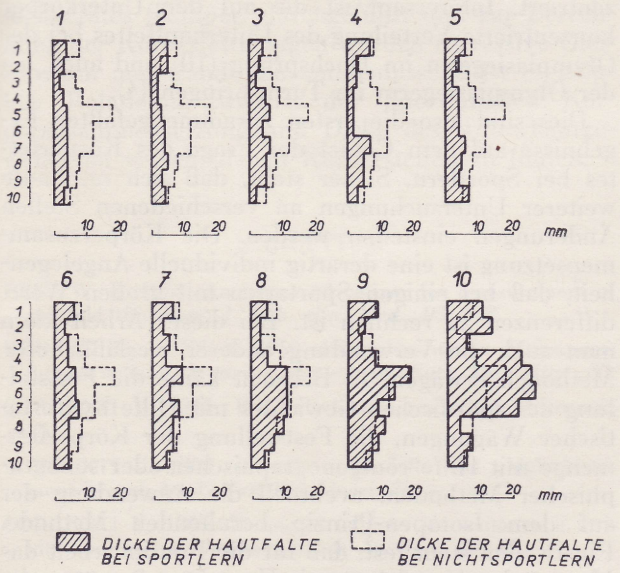

FIG. 5

Die Hautfaltendicke an 10 Körperstellen bei 10 tschechoslowakischen Spitzensportlern. Ihre kurzgefaßte Charakteristik:

1. V. K., Sportgymnastik, Meister der ČSSR, Mitglied der tschechoslowakischen Olympiamannschaft, Mexiko 1968.
Alter 23 Jahre, Körpergewicht 67,6 kg, Körperfettmenge 4,5% Gewicht der aktiven Körpermasse 64,0 kg.

2. V. CH., Marathonläufer, mehrfacher Meister der ČSSR
Alter 36 Jahre, Körpergewicht 65,6 kg, Körperfettmenge 6,1% Gewicht der aktiven Körpermasse 61,7 kg.

3. H. Z., Stemmen, mittlere Gewichtsklasse, Meister der ČSSR, Olympiasieger von Tokio 1964.
Alter 23 Jahre, Körpergewicht 77,6 kg, Körperfettmenge 6,2 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 72,9 kg.

4. J. S., Straßen-Radrennfahren, Meister der ČSSR, Sieger des internationalen Etappenrennens P—B—W 1964.
Alter 22 Jahre, Körpergewicht 70,8 kg, Körperfettmenge 6,2 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 66,4 kg.

5. J. K., Tennis, Meister der ČSSR.
Alter 22 Jahre, Körpergewicht 68,1 kg, Körperfettmenge 7,3 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 63,1 kg.

6. J. M., Volleyball, der beste Spieler der tschechoslowakischen Mannschaft, die den Titel Europameister und Weltmeister gewann.
Alter 36 Jahre, Körpergewicht 79,4 kg, Körperfettmenge 7,5 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 73,4 kg.

7. V. M., Tischtennis, Europameister im Doppelspiel.
Alter 20 Jahre, Körpergewicht 58,5 kg, Körperfettmenge 9,2 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 53,1 kg.

8. B. T., Basketball, einer der besten tschechoslowakischen Basketballspieler, langjähriges Mitglied der staatlichen Repräsentationsmannschaft.
Alter 27 Jahre, Körpergewicht 98,1 kg, Körperfettmenge 11,7 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 86,4 kg.

9. J. H., Eishockey, Mitglied der Repräsentationsmannschaft, die den 2. Platz bei den Olympiaspielen und der Weltmeisterschaft 1968 erwarb.
Alter 26 Jahre, Körpergewicht 79,0 kg, Körperfettmenge 14,8 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 67,3 kg.

10. P. K., Griechisch-römischer Ringkampf, Schwergewichtsklasse, Meister der ČSSR, Europameister 1968, dritter bei den Olympiaspielen 1968.
Alter 26 Jahre, Körpergewicht 127,5 kg, Körperfettmenge 19,0 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 103,2 kg.

Auf Abb. 5 sieht man die Dicke der Hautfalten bei 10 besonders hervorragenden tschechoslowakischen Sportlern, im Vergleich mit keinen Sport betreibenden Männern. Auch hier geht hervor, daß der Sportgymnast (1) und Marathonläufer (2) eine *außergewöhnlich geringe Dicke des Unterhautgewe-*

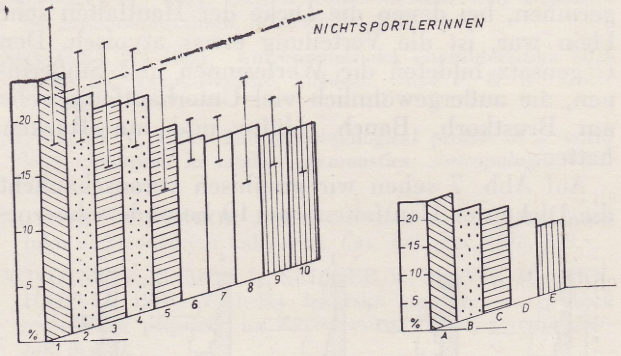

FIG. 6

Das große Diagramm zeigt die Körperfettmenge in Prozenten des Körpergewichtes bei Sportlerinnen verschiedener Sportarten: Die Säulen des Diagramms bezeichnen: 1. Kugelstoßen und Diskuswerfen, 2) Basketball, 3. Rudern, 4; Volleyball, 5. Schwimmen, 6. Skifahren — Abfahrt, 7. Hoch- und Weitsprung, 8. Eiskunstlaufen, 9. Kurzstreckenlauf, 10. Mittelstreckenlauf. Die Säulen des kleinen Diagramms bezeichnen die Sportarten, bei denen die Leistung vor allem auf Kraft beruht sind mit (A) bezeichnet, Ausdauer (C), Schnelligkeit (D), Gewandtheit (E) und Sportarten, die unter Spiele gereiht werden, mit (B).

bes haben, während der Eishockeyspieler (9) und namentlich der Ringkämpfer (10) eine große bis außergewöhnlich große Dicke des Unterhautgewebes aufweisen.

Auf ähnliche Weise wie bei den Männern können wir die Ergebnisse der Beobachtung des Körperfetts auch bei Sport betreibenden Frauen beurteilen. Die Abb. 6 zeigt ähnlich wie bei den Männern die Körperfettmenge der Sportlerinnen verschiedener Sportarten. Im Vergleich mit keinen Sport betreibenden Frauen weisen höhere Körperfettwerte nur Leichtathletinnen-Stoßerinnen auf. Das wenigste Fett hatten Kurz- und Mittelstreckenläuferinnen. Die statistische Bedeutung der Unterschiede zwischen Sportlerinnen-Gruppen und der Kontrollgruppe der keinen Sport betreibenden Frauen beginnt mit der vierten Sportart. Der erste, die Gruppe der Stoßerinnen, hat unbedeutend mehr Fett, der zweite und dritte, die Gruppen der Basketballspielerinnen und Ruderinnen, haben unbedeutend weniger Körperfett als die keinen Sport betreibenden Frauen. Sportgymnastinnen und Sportlerinnen der modernen Gymnastik, die wir um der kleinen Anzahl willen nicht eingereiht haben, weisen noch weniger Fett auf als die Läuferinnen.

Aus dem kleinen Diagramm auf Abb. 6 stellen wir fest, daß die Sportarten dem Typ der körperlichen Anstrengung nach zusammengefaßt die gleiche Reihenfolge wie bei den Männern beibehalten. Nur an den letzten Stellen kam es zu einem Austausch zwischen dem Typ der Übungen, die auf Schnelligkeit und Gewandtheit beruhen. Wenn es möglich gewesen wäre das Ensemble der modernen

Gymnastinnen und der Sportgymnastinnen einzureihen, wäre es wahrscheinlich nicht einmal zu dieser Änderung gekommen.

Die charakteristische Verteilung der Dicke des Unterhautfettgewebes blieb bei den meisten Sportarten auch bei den Sportlerinnen beibehalten. Bei den Sportgymnastinnen, gleich wie bei den Springerinnen, bei denen die Dicke der Hautfalten sehr klein war, ist die Verteilung etwas atypisch. Den Gegensatz bildeten die Werferinnen und Stoßerinnen, die außergewöhnlich viel Unterhautfettgewebe am Brustkorb, Bauch, Hüfte und am Rücken hatten.

Auf Abb. 7 sehen wir graphisch veranschaulicht die Dicke der Hautfalten von 10 besonders hervorragenden tschechoslowakischen Sportlerinnen im Vergleich mit keinen Sport betreibenden Frauen. An erster Stelle steht mit der geringsten Dicke der Hautfalten die Sportgymnastin (1), an zweiter Stelle die moderne Gymnastin (2), an letzter Stelle die Stoßerin (10), bei der sich die Dicke des Unterhautgewebes auf Rücken, Oberarm und Schenkel konzentriert. Interessant ist die auf den Unterkörper konzentrierte Verteilung des Unterhautfettes bei der Olympiasiegerin im Hochsprung (10) und auch bei der Olympiasiegerin im Turmspringen (4).

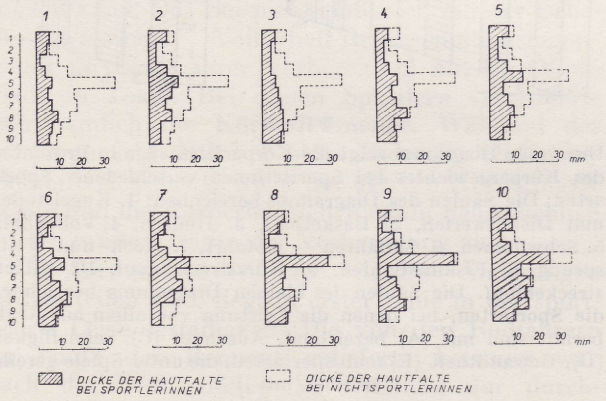

FIG. 7

Die Hautfaltendicke an 10 Körperstellen bei 10 tschechoslowakischen Spitzensportlerinnen. Ihre kurzgefaßte Charakteristik:

1. M. S., Sportgymnastik, Mitglied der tschechoslowakichen Olympiamannschaft, sechste bei der Olympiade in Mexiko 1968.
Alter 17 Jahre, Körpergewicht 55,6 kg, Körperfettmenge 8,25 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 48,1 kg.

2. H. M., Moderne Gymnastik, Meisterin der ČSSR, zweimalige Weltmeisterin.
Alter 19 Jahre, Körpergewicht 53,5 kg, Körperfettmenge 10,2 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 48,1 kg.

3. M. R., Leichtathletik — Hochsprung, Olympiasiegerin in Mexiko 1968.
Alter 18 Jahre, Körpergewicht 62,2 kg, Körperfettmenge 10,3 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 55,8 kg.

4. M. D., Turmspringen, Meisterin der ČSSR, Olympiasiegerin in Mexiko 1968.
Alter 16 Jahre, Körpergewicht 50,0 kg, Körperfettmenge 12,4 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 43,8 kg.

5. A. Ž., Skiabfahrt, Meisterin der ČSSR.
Alter 21 Jahre, Körpergewicht 54,6 kg, Körperfettmenge 13,5 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 47,2 kg.

6. M. N., Schwimmen, Meisterin der ČSSR.
Alter 18 Jahre, Körpergewicht 69,8 kg, Körperfettmenge 13,8 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 60,1 kg.

7. H. M., Eiskunstlaufen, mehrfache Meisterin der ČSSR, Europameisterin 1968.
Alter 16 Jahre, Körpergewicht 58,3 kg, Körperfettmenge 15,3 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 49,4 kg.

8. V. K., Tennis, Meisterin der ČSSR.
Alter 24 Jahre, Körpergewicht 62,5 kg, Körperfettmenge 18,2 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 51,1 kg.

9. M. L., Tischtennis, Meisterin der ČSSR, zweite bei der Europameisterschaft.
Alter 16 Jahre, Körpergewicht 52,4 kg, Körperfettmenge 18,3 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 42,8 kg.

10. Š. M., Kugelstoßen und Diskuswerfen, mehrfache Meisterin der ČSSR.
Alter 33 Jahre, Körpergewicht 81,7 kg, Körperfettmenge 19,7 %, Gewicht der aktiven Körpermasse 65,7 kg.

Dies sind also die ersten zusammengefaßten Ergebnisse auf dem Gebiet der Frage des Körperfettes bei Sportlern. Sicher steht, daß sich im Laufe weiterer Untersuchungen an verschiedenen Stellen Änderungen einstellen werden. Die Körperzusammensetzung ist eine derartig individuelle Angelegenheit, daß bei einigen Sportarten mit großen Wertdifferenzen zu rechnen ist. Bei dieser Arbeit kann man auch die Verwendung anderer, verläßlicherer Methoden erwägen. In Betracht käme die Feststellung des spezifischen Gewichtes mit Hilfe hydrostatischer Wägungen, die Feststellung der Körperfettmenge mit Hilfe röntgenographischer oder sonographischer Methoden, eventuell die Anwendung der auf dem Isotopen-Prinzip beruhenden Methode. Einstweilen steht fest, daß für die Routinearbeit das Messen der Hautfalten mit Kontaktmeßgeräten die annehmbarste Methode ist. Auch diese Methode kann verläßliche Ergebnisse bringen, wenn sie vollkommen gehandhabt wird. Unter dieser Voraussetzung können die bei den Sportlern gewonnenen Ergebnisse als Erfahrungsquelle für die angemessene Bewegungsaktivität von Personen dienen, die keinen Sport betreiben. Verläßliche Kenntnisse dessen, wie die einzelnen Sporttätigkeiten auf die Körperzusammensetzung wirken, können sicher als Beitrag mit umfangreichem Anwendungsgebiet gelten. Gewiß wird die nächste Zeit auch in der Erforschung der Körperzusammensetzung von Sport betreibenden Personen weitere, neue Kenntnisse bringen.

ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit wird die Aufmerksamkeit auf die Frage der Körperfettmenge bei Sportlern verschiedener Sportarten konzentriert. In der Einleitung findet man eine kurze Übersicht der Entwicklung der Meßmethoden der Hautfalten mit Hilfe von Kontaktmeßgeräten, sowie die bisher karge Literatur, die sich mit der Körperzusammensetzung der Sportler befaßt.

Der experimentelle Teil bringt folgende Ergebnisse:

a) Feststellung der Körperfettmengen bei Personen mit verschiedener Bewegungsaktivität im Vergleich mit keinen Sport betreibenden Personen.

b) Änderungen der Körperfettmengen, der aktiven Körpermasse und der Dicke des Unterhautgewebes bei tschechoslowakischen Spitzenradfahrern im Laufe der Vorbereitung zum internationalen Etappen-Radrennen und bei der tschechoslowakischen Volleyballmannschaft im Laufe der Vorbereitung zur Olympiade.

c) Feststellung der Körperfettmengen bei 430 tschechoslowakischen Spitzensportlern aus 18 Sportarten und bei 173 tschechoslowakischen Spitzensportlerinnen aus 15 Sportarten. In der Arbeit werden auch Ergebnisse der Untersuchungen einiger Olympiasieger angeführt.

Die Messungen wurden mit Hilfe eines Kontaktmeßgerätes (Kaliper) durchgeführt und zur Berechnung der Körperfettmengen wurden regressive Gleichungen angewandt. Zusammenfassend ist es möglich Relationen zwischen der Sporttätigkeit. Körperzusammensetzung und Dicke des Unterhautgewebes an verschiedenen Körperstellen zu finden.

SCHRIFTTUM

BEST W. R. 1954: An improved caliper for measurement of skinfold thickness. *J. Lab. clin. Med., 93, 967.*

BROŽEK J., KEYS A. 1950—1951: Evaluation of leannes-fatness in man. A survey of methods. *Nutr. Abstr. Rev., 20.*

CORRENTI V. 1947: Il „Malachistometro". *Riv. Antropol., 35.*

CORRENTI V. 1960: Il nuovo modello del „Malachistometro". *Atti Acad. Naz. Dei Lincei, 28.*

CORRENTI V. 1965: Pannicolo adiposo sottocutaneo e attivitá sportive. *Anthropologischer Anzeiger, 29, 33.*

EDWARDS D. A. W., HAMMOND W. H., HEALY M. J.,

TANNER J. M., WHITEHOUSE R. H. 1954: Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *Brit. J. Nutr., 9, 135.*

KEYS A., BROŽEK J. 1953: Body fat in adult man. *Physiol. Rev., 33, 245.*

KUPPER K., JÜLING M. 1969: Der Einfluss des spezifischen Gewichts auf die Leistungsfähigkeit im Sportschwimmen. *Theor. Prax. Körperkult., 18, 66.*

MARTINOVSKÁ A., NOVOTNÝ V., TAMASSYOVÁ E., TREFNÝ Z. 1966: Etat morphologique et fonctionnel des championnes mondiales de gymnastique moderne. *XVI. Weltkongress für Sportmedizin, Berichte „S" II. Teil, 566, Hannover.*

MATIEGKA J. 1921: The testing of physical efficiency. *Amer. J. phys. Antrop., 4, 223.*

NOVOTNÝ V. 1964: Aktive Körpersubstanz und Depotfett bei Strassenradfahren. *Med. Sport. 4, 61.*

NOVOTNÝ V. 1966: Antropometrická charakteristika současné čs. vysokoškolské mládeže. *Acta F. R. N. Univ. Comen., 10, 271.*

NOVOTNÝ V. 1968: The anthropological profile of a world lady champion in modern gymnastics. *Antropologie VI/1, 43.*

NOVOTNÝ V., BABOR J. 1968: Měření množství tělesného tuku elektronickým kaliperem. *Čas. Lék. čes., 107, 900.*

NOVOTNÝ V., SAMEK L., SELIGER V., SLAVÍK M., MENHART J. 1966: Výsledky lékařské kontroly čs. cyklistů v průběhu přípravy na Závod míru. *Tělovýchovný sborník, 9, 220.*

NOVOTNÝ V., TAMASSYOVÁ E. 1967: Tělesný rozvoj nejlepších světových veslařů. *Tělovýchovný sborník, 10, 4.*

PAŘÍZKOVÁ J. 1962: Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. *Praha SZdN.*

PAŘÍZKOVÁ J. 1968: Longitudinal study on the influence of physical activity on body build and composition in boys from 11to 15 years. *Teor. Praxe těl. Vých., 16, 31, suppl.*

SUZUKI S., NAGAMINE S. 1964: A Newly Designed Skinfold Callipers. *Personal information.*

TANNER J. M., WHITEHOUSE R. H. 1955: The Harpenden skinfold calipper. *Amer. J. phys. Anthrop., 13, 743.*

Doc. Dr. V. V. Novotný,
Institut für Sportsmedizin
Praha 2, Salmovská 5.