

# DER BIZIPITALINDEX BEI FETTLLEIBIGEN

VLADIMÍR KŘÍŽEK

Nach B ü r g e r ist der bizipitale Muskelindex ein geeigneter Indikator der Entwicklung der Oberarmmuskulatur. Man war sogar bemüht, aus diesem Index auf die gesamte Entwicklung der Muskulatur zu schliessen.

Mit Hilfe eines Bandmasses misst man den grössten Umfang des Oberarms im Niveau des Bizeps, und zwar bei gestrecktem und maximal gebeugtem Unterarm, also in der frei und ohne Widerstand durchgeführten Extension und Flexion. Aus dem Unterschied der gemessenen Werte und dem Umfang des extendierten Arms berechnet man dann den Index „BI“ nach folgender Formel:

$$\text{„BI“} \times \frac{\text{Unterschied des Umfangs Flexion — Extension}}{\text{Armumfang bei Extension}} \times 100$$

Dieser Index besitzt den Vorteil, dass er die absoluten Werte des Armumfangs und damit auch der Entwicklung des Unterhautfettgewebes ausschliesst.

Nach Nöcker schwanken seine Normalwerte zwischen 5 bis 12. Geringere Werte als 5 findet man meist bei Fettleibigen und Personen mit schwach entwickelter Muskulatur. Höhere Werte als 12 kommen bei Sportsleuten und Personen mit sehr kräftiger Muskulatur vor (B ü r g e r M.; 1928).

Nachdem uns die Verhältnisse der Muskulatur bei Fettleibigen interessieren, die einer systematischen

Reduktionstherapie unterzogen werden, haben wir den Bizipitalindex bei einem Ensemble von insgesamt 160 fettleibigen Personen, 71 Männern und 89 Frauen, untersucht. Sämtliche Untersuchungspersonen besaßen ein Übergewicht, das nach Brocas Index mehr als 25 % betrug, und machten eine Kur in der Balneologischen Versuchsanstalt von Marienbad. Die Charakteristik des untersuchten Ensembles findet man in Tabelle Nr. 1. Gemessen wurden diese Personen zu Beginn ihres Kuraufenthaltes im Rahmen einer anthropologischen Gesamtuntersuchung, und dann gegen Ende ihres Aufenthaltes, nach 4–5-wöchiger Reduktionskur. Diese bestand aus einer Reduktionsdiät von cca 1700 Kcal täglich, der täglichen einstündigen Heilgymnastik, stimulatив eingestellten Badeprozeduren und Spaziergängen. Die Gewichtsabnahmen betragen im Durchschnitt 6 bis 8 % des Ausgangsgewichts der Patienten.

## METHODEN

1. Die Armumfänge wurden mit einem Bandmass gemessen und der bizipitale Muskelindex wurde nach der oben angeführten Formel berechnet.
2. Das Körpergewicht wurde mit einer Genauigkeit von  $\pm 50$  g bestimmt.

TABELLE 1

Charakteristik des untersuchten Ensembles:  
Angeführt werden die Mittelwerte, in Klammer die Minimal- und Maximalwerte

	n	Männer	n	Frauen
Gewicht	71	111,2 kg (87—138,5)	89	112,2 (71,1—156,2)
Körperhöhe		172,0 cm (162—185)		160,8 (146—173,5)
Übergewicht		+57,0% (+25—108)		+86,3% (25—195,6)
Alter		45,9 (19—70 Jahre)		43,2 (17—65 Jahre)
Kreatinin-Index		18,46 (9,9—26,9)		13,42 (5,9—25,4)
Armumfang ext.		35,4 (29,7—43,1)		38,2 (29,0—46,0)
Bizipitalindex		8,04 (1,2—14,7)		4,38 (0,74—20,9)
% Körperfett	28	23,2 (19,7—26,3)	37	32,9 (26,8—40,1)
Durchschnittliche Gewichtsabnahme	71	—8,8 kg (3,5—18,5 kg)	89	—6,9 kg (1,5—19,4 kg)

3. Das Übergewicht wurde in Prozenten der Norm nach Brocas Formel ausgedrückt:  
Normalgewicht in kg =  $100\% = (\text{Körperhöhe in cm} - 100)$ .
4. Der Kreatinin-Index „KI“ wurde aus der im Harn während 24 Stunden ausgeschiedenen Gesamtmenge von Kreatinin (in mg), gebrochen durch das Körpergewicht, berechnet. Dieser Index weist bei normosomen Personen Werte zwischen 20 bis 35 auf, die bei Männern höher sind als bei Frauen. Bei Fettleibigen ist der Index niedriger, manchmal um 10, sogar auch noch weniger (Křížek V., 1961). Das Kreatinin wurde im Harn nach der Methode Bonsness und Taussky 1943) bestimmt.
5. Die sogenannte „aktive Körpermasse“ (ausgedrückt in Prozenten des Körpergewichts) wurde bei einer geringeren Zahl von Versuchspersonen (28 Männern und 37 Frauen) aus dem Nogramm nach Pařízková (Pařízková J., 1962), nach Messung der Dicke von 10 Hautfalten nach Best (Best W. R., 1954), berechnet. Der Prozentsatz der aktiven Körpermasse und der Prozentsatz des Körperfettes ergeben zusammen 100%.
6. Die Korrelationskoeffizienten „r“ wurden bei der statistischen Wertung nach Spearmans Methode der Reihenkorrelation berechnet. (Malý V., 1957).

#### ERGEBNISSE

Der Mittelwert des Bizipitalindex betrug bei dem Ensemble 71 fettleibiger Männer 8,04 (SD = 3,13) und 89 fettleibiger Frauen 4,36 (SD = 2,62).

Dann bestimmten wir die Korrelation von „BI“ zu dem Gewicht, Übergewicht, Alter, Kreatinin-Index und — bei einer geringeren Zahl von Untersuchungspersonen — auch zu dem Prozentsatz der aktiven Körpermasse.

**Korrelation zum Körpergewicht:** bei Männern und Frauen war die Korrelation zum Körpergewicht statistisch irrelevant ( $r = +0,032$  und  $+0,073$ ).

**Korrelation zum Übergewicht nach der Broca-Formel:** bei Männern und Frauen übereinstimmend eine geringe negative, statistisch jedoch irrelevante Korrelation ( $r = -0,077$  und  $-0,052$ ).

**Korrelation zum Alter:** bei Männern und Frauen wurde eine negative Korrelation festgestellt, die bei Männern statistisch irrelevant ( $r = -0,048$ ), bei Frauen statistisch signifikant ist ( $r = -0,300$ ). Mit steigendem Alter sinkt der Wert des Bizipitalindex.

**Korrelation zum Kreatinin-Index:** bei Männern wurde die Andeutung einer positiven Korrelation ( $r = +0,127$ ,  $p < 0,100$ ) festgestellt, bei Frauen ist die Beziehung durchaus irrelevant ( $r = -0,001$ ).

**Korrelation zur Menge der aktiven Körpermasse (in kg)** ergab bei Männern  $+0,117$  und bei Frauen  $+0,143$ , d. s. irrelevante Werte. (28 Männer und 37 Frauen).

**Korrelation zum Prozentsatz des Körperfettes:** diese Beziehung war bei Männern negativ ( $r = -0,183$ ), bei Frauen positiv ( $r = +0,162$ ), und war in beiden Fällen statistisch irrelevant.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen werteten wir noch einige andere anthropometrische Masse gesondert aus, die bei der Berechnung des Bizipitalindex verwendet wurden.

Der Umfang des Arms in Extension mass bei fettleibigen Männern im Durchschnitt 35,4 cm (Min. 29,7, Max. 43,1 cm), bei Frauen 38,2 cm (Min. 29,0, Max. 46,0 cm). Seine Korrelation zum Körpergewicht ( $r = +0,584$  und  $+0,595$ ) war statistisch ebenso hoch signifikant wie zum Übergewicht nach Broca ( $r = +0,571$  und  $+0,650$ ).

Die Korrelation des Armumfangs zum Alter war positiv, bei Männern statistisch irrelevant ( $r = +0,055$ ), bei Frauen statistisch signifikant ( $r = +0,249$ ).

Zwischen dem Armumfang und dem Kreatinin-Index bestanden statistisch signifikante negative Korrelationen: bei Männern  $r = -0,358$  ( $p < 0,010$ ) und bei Frauen  $r = -0,629$  ( $p < 0,001$ ).

Zwischen dem Armumfang und der Menge an aktiver Körpersubstanz bestanden statistisch signifikante positive Beziehungen:  $+0,583$  ( $p < 0,001$ ) bei Männern und  $+0,634$  ( $p < 0,001$ ) bei Frauen.

Der Unterschied zwischen dem bizipitalen Armumfang bei Flexion und Extension betrug im Durchschnitt bei fettleibigen Männern 2,80 cm (Min. 0,6, Max. 5,0 cm), bei fettleibigen Frauen 1,65 cm (Min. 0,3, Max. 8,2 cm).

Zwischen dem Unterschied der Armumfänge und dem Körpergewicht bestand bei Männern eine statistisch irrelevante positive Korrelation ( $r = +0,162$ ), bei Frauen ( $r = +0,219$ ,  $p < 0,050$ ).

Die Korrelation zum Übergewicht war bei beiden Geschlechtern statistisch irrelevant ( $+0,051$  und  $+0,106$ ).

Die Korrelation zum Alter war negativ, bei Männern statistisch irrelevant ( $r = -0,042$ ) und bei Frauen statistisch signifikant ( $-0,246$ ,  $p < 0,020$ ).

Die Korrelation zur Menge aktiver Körpermasse war andeutungsweise positiv, jedoch angesichts der geringeren Zahl gemessener Männer statistisch irrelevant ( $+0,246$  und  $+0,309$ ). ( $p < 0,050$  bei Frauen!).

Bei den von uns untersuchten fettleibigen Personen unternahmen wir eine weitere anthropologische Messung nach 4 bis 5 Wochen der Reduktionstherapie, in deren Verlauf wir durchschnittliche Gewichtsabnahmen bei Männern von 8,8 kg (Min. 3,5 und Max. 15,5 kg) und bei Frauen von 6,9 kg (Min. 1,5 und Max. 10,5 kg) erzielten.

Wir verfolgten die Korrelation der Gewichtsabnahme in kg, der früher angeführten anthropologischen Masse und des Bizipitalindex:

Mit abnehmendem Körpergewicht nahm auch der Armumfang in statistisch signifikanter Weise ab ( $r = 0,355$  und  $0,315$ , in beiden Fällen  $p < 0,010$ ). Nach der Reduktion erhöhte sich der Unterschied zwischen dem Armumfang bei Flexion und Extension mässig ( $r = +0,160$ , und  $+0,117$ , stat. irrelevant).

Zwischen der Gewichtsabnahme und der Änderung des Bizipitalindex bestand eine schwache positive Korrelation (+0,038 bei Männern und +0,056 bei Frauen). Mit steigenden Gewichtsabnahmen war also die Zunahme des Bizipitalindex eher geringer.

#### DISKUSSION

Die nach Bürger bei ausgesprochen fettleibigen Personen — mit durchwegs mehr als 25 % Übergewicht — gemessenen Werte des Bizipitalindex überschreiten nicht allzusehr die Variationsbreite der Mittelwerte, die z. B. Nöcker (1956) angibt. Bei fettleibigen Männern fallen sie grösstenteils in den Rahmen der Normalwerte, bei fettleibigen Frauen meist in die Gruppe der Personen „mit schwach entwickelter Muskulatur“. Angesichts der verschiedenen, bei den beiden Geschlechtern festgestellten Durchschnittswerte wäre es sicher ratsam, diese Unterschiede in Betracht zu ziehen, was bisher meist nicht geschehen ist.

Die Ergebnisse entsprechen den klinischen Erfahrungen, nach denen fettleibige Männern beweglicher zu sein pflegen und über eine relativ gute physische Leistungsfähigkeit und eine hinreichend entwickelte Muskulatur verfügen. Bei fettleibigen Frauen findet man viel häufiger pastose Typen mit schlaffer Muskulatur und geringer Muskelkraft.

Die Werte des Bizipitalindex korrelierten nicht eng genug mit einigen anderen Indexen, von denen wir annehmen, dass sie in wesentlich engeren Beziehungen zur Entwicklung der Muskelsubstanz stehen: vor allem dem Kreatinin-Index und der Menge aktiver Körpermasse, bzw. des Körperfetts, dessen Menge wir nach der Methode Bests (1954) abschätzten. Diese Tatsache beweist, dass der Bizipitalindex keine eindeutige Charakteristik der individuellen Entwicklung der Muskulatur bieten kann. Dagegen sind die Beziehungen der einzelnen, zur Berechnung des „BI“-Index verwendeten Werte — des Armumfangs in Extension, eventuell des Unterschieds der Armumfänge bei Flexion und Extension — zu den oben angeführten Werten bedeutend enger als bei dem Index selbst.

Die Beobachtungen der Änderungen des Bizipitalindex bei der Reduktion des Körpergewichts zeigten, dass sich der Index mässig erhöhte. Es verringerten sich die Armumfänge und dabei vergrösserte sich der Unterschied zwischen dem Armumfang bei Flexion und bei Extension. Diese Erscheinung kann als weiterer Beleg dafür dienen, dass die Reduktion auf physiologischem Weg erfolgte und zur Liquidie-

rung der Fettvorräte und nicht der Muskelsubstanz führte. Diese Tatsache konnten wir schon vorher mit Hilfe von metabolischen Bilanzversuchen beweisen, mit denen wir die Gewichtsreduktion objektivierten.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Bei 160 fettleibigen Personen mit einem Übergewicht über 25 % wurden die Werte von Bürgers bizipitalem Muskelindex „BI“ festgestellt: „BI“ = (Unterschied des Bizipitalumfangs Flexion — Extension)  $\times$  100: Umfang in Extension. Für Männer wurde ein Wert von  $8,04 \pm 3,13$  und für Frauen  $4,38 \pm 2,62$  festgestellt. Beglaubigt wurden die Korrelationen BI mit dem Körpergewicht, dem Übergewicht, dem Alter, dem Kreatinin-Index, der Menge aktiver Körpermasse LBM und der Fettmenge im Körper, die aus Messungen der Hautfalten geschätzt wurde. Fast alle Korrelationen waren statistisch irrelevant.

Dann wurden die Zahlen des Armumfangs und seiner Unterschiede zwischen Flexion und Extension gewertet, und zwar abermals im Hinblick auf das Körpergewicht, Übergewicht, LBM und den Kreatinin-Index.

Bei der Körpergewichtsreduktion der Fettleibigen verkleinerte sich der Armumfang, während sich der Unterschied zwischen dem Flexions- und Extensionsumfang und damit auch der Bizipitalindex mässig vergrösserte. Die Änderungen waren jedoch statistisch irrelevant.

#### LITERATUR:

- BEST W. R. 1954: An improved caliper for measurement of skinfold thickness. *The Journal of the Laboratory and clinical Medicine* 43 : 967.
- BONSNES R. W., TAUSSKY H., 1943: On the colorimetric determination of creatinine by the Jaffé reaction. *The Journal of the Biological Chemistry* 158 : 581.
- BÜRGER M., 1928: Sportphysiologische Untersuchungsmethodik in T. Brugsch—A. Schittenhelm: *Klinische Laboratoriumstechnik Bd. III. Berlin—Wien.*
- KŘÍŽEK V.—STĚPÁNEK P., 1961: Kreatininový index u otýlých. *Vnitřní lékařství* 7 : 7, 807—8.
- MALÝ V., 1957: Význam a užití pořadí ve zdravotnické statistice. *Sborník lékařský* 59 : 155.
- NÜCKER J., 1956: Sportärztliche Untersuchungsmethodik. In: A. Arnold, *Lehrbuch der Sportmedizin. J. A. Barth, Leipzig.*
- PAŘÍZKOVÁ J., 1962: Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. *Státní zdravotní nakladatelství, Praha.*

MUDr. Vladimír Křížek, CSc.,  
Mariánské Lázně, Ruská 123.