Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben

K. Kromeyer-Hauschild, M. Wabitsch, D. Kunze, F. Geller, H.C. Geiß, V. Hesse, A. von Hippel, U. Jaeger, D. Johnsen, W. Korte, K. Menner, G. Müller, J.M. Müller, A. Niemann-Pilatus, T. Remer, F. Schaefer, H.-U. Wittchen, S. Zabransky, K. Zellner, A. Ziegler, J. Hebebrand

Dr. Katrin Kromeyer-Hauschild, Institut für Humangenetik und Anthropologie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Kollegiengasse 10, 07740 Jena, E-Mail: Katrin.Kromeyer-Hauschild@med.uni-jena.de

Zusammenfassung

Fragestellung. Sowohl die Childhood Group der International Obesity Task Force (IOTF) als auch die European Childhood Obesity Group (ECOG) empfehlen den Body-mass-Index als Beurteilungskriterium für Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. Im Erwachsenenalter erfolgt die Definition von Übergewicht und Adipositas anhand fester Grenzwerte, bei der Beurteilung von Kindern und Jugendlichen müssen die alters- und geschlechtsspezifischen Veränderungen des BMI berücksichtigt werden.

Methode. Unter Heranziehung von 17 bereits durchgeführten Untersuchungen aus verschiedenen Regionen Deutschlands wurden BMI-Perzentile für Kinder und Jugendliche erstellt. Die Berechnung der Perzentile basiert auf den Körperhöhen- und Körpergewichtsdaten von 17.147 Jungen und 17.275 Mädchen im Alter von 0–18 Jahren.

Ergebnisse und Schlussfolgerung. Die vorgestellten Perzentile sollten als Referenz für deutsche Kinder und Jugendliche angewendet werden. Die Arbeitsgemeinschaft „Adipositas im Kindes- und Jugendalter“ (AGA) hat in ihren Leitlinien die Anwendung der hier vorgestellten 90. und 97. Perzentile zur Definition von Übergewicht und Adipositas empfohlen.

Schlüsselwörter. Body-mass-Index, Übergewicht, Adipositas, Deutsche Kinder und Jugendliche

Abstract

Objectives. Both the Childhood Group of the International Obesity Task Force (IOTF) and the European Childhood Obesity Group (ECOG) recommend to use the body mass index (BMI = weight in kilograms/height in meter2) to evaluate overweight and obesity in children and adolescents. Whereas it is customary with adults to use fixed cut off points to define overweight and obesity, in children and adolescents age and sex specific developmental changes in BMI need to be addressed, which are due to physiological alterations of fat mass.

Method. Because a national reference population for children and adolescents does not exist in Germany, a BMI reference data set was compiled. Therefore measurements of height and weight from 17 different regional studies including 17147 boys and 17275 girls aged 0 to 18 years were used.

Results and conclusions. We recommend the use of the presented percentiles as reference to asses under- and overweight (obesity) in German children and adolescents. In the guidelines of the “Arbeitsgruppe Adipositas im Kindes- und Jugendalter”(AGA) the 90th and 97th BMI percentiles as calculated in this reference population are proposed as cut-off points for the definition of overweight and obesity in German children and adolescents.

Keywords. Body-mass-index, Overweight, Obesity, German children and adolescents

Übergewicht und Adipositas haben weltweit epidemische Ausmaße angenommen und zeigen in zahlreichen Ländern eine weiter steigende Tendenz. Dieser Trend betrifft sowohl Erwachsene [28, 29] als auch Kinder und Jugendliche [16, 17, 27, 43, 49, 50]. Im Jahr 1994 wurde die International Obesity Task Force (IOTF) gegründet, um
1. sowohl die Bevölkerung als auch die Regierungen auf dieses ernst zu nehmende, medizinische Problem aufmerksam zu machen,
2. gesundheitspolitische Empfehlungen für ein effektives Vorgehen bei der Bekämpfung und zur Prävention der Adipositas zu entwickeln und
3. weltweit geeignete Strategien zur Bekämpfung und zur Prävention der Adipositas anzuwenden [13].

Die IOTF weist darauf hin, dass nationale und internationale Aktivitäten notwendig sind, um die von ihr gestellten Ziele zu erreichen. Dabei wird der Feststellung der Adipositasprävalenz auf der Basis von national bzw. international gültigen Definitionen sowie der Dokumentation von Prävalenzveränderungen eine besondere Bedeutung beigemessen. Es existieren zahlreiche Methoden bzw. Indizes zur Klassifikation von Übergewicht und Adipositas. Hierbei kommen neben der Bestimmung der Körpergewichts-Körperhöhen-Relation anhand verschiedener Indizes [1, 3, 45, 53] auch Hautfaltenmessungen zur Anwendung [36, 44, 54]. Obwohl die Dicke der Hautfalten einen guten Indikator für die Gesamtkörperfettmasse darstellt, hat sie sich zur routinemäßigen Erfassung der Fettmasse aufgrund messmethodischer Probleme, wie z. B. Unterschieden zwischen einzelnen Untersuchern, schlechter Reproduzierbarkeit der Messungen bzw. Messstellen, großer Messfehler bei geringer messpraktischer Erfahrung und Zunahme des Messfehlers mit zunehmender Hautfaltendicke, nicht durchgesetzt. Anhand von Hautfaltenmessungen, Densitometrie sowie Dual-energy-X-ray-Absorptiometrie (DEXA) konnte gezeigt werden, dass der durch Körperhöhen- und Körpergewichtsmessungen bestimmbare Body-mass-Index [BMI= Körpergewicht/Körperhöhe2 (kg/m2)] ein akzeptables Maß für die Gesamtkörperfettmasse darstellt. Sowohl bei Erwachsenen [35] als auch bei Kindern [48] wurde eine hohe Korrelation zwischen BMI und Hautfaltendicke gefunden. Pietrobelli et al. [39] stellten mittels DEXA bei 5- bis 19- jährigen Jungen und Mädchen eine Korrelation zwischen BMI und prozentualem Anteil der Fettmasse am Körpergewicht (% Fettmasse) in der Größenordnung von 0,79–0,83 fest. Nach Daniels et al.[12] variiert die Korrelation zwischen der ebenfalls mittels DEXA bestimmten prozentualen Fettmasse und dem BMI bei Jungen ($r \approx 0{,}5$) und Mädchen ($r \approx 0{,}8$). Der BMI eignet sich zur Prädiktion des prozentualen Anteils der Fettmasse im oberen Gewichtsbereich besser als im unteren [31, 52]. Bei Kindern bestehen bei der Korrelation von Fettmasse und BMI altersabhängige Schwankungen, die u. a. durch wachstumsphysiologische Veränderungen des Verhältnisses von Muskel- und Knochenmasse zur Fettmasse bedingt sind. Besonders deutlich wird dies beim Vergleich der BMI-Entwicklung bei Jungen und Mädchen während der Pubertät. Obwohl sich die BMI-Werte zwischen den Geschlechtern in diesem Alter nur geringfügig unterscheiden, konnte mittels Hautfaltenmessungen gezeigt werden, dass bei Jungen der pubertäre BMI-Anstieg hauptsächlich auf einer Zunahme der Magermasse (u. a. Muskulatur) beruht, während bei Mädchen die Fettmasse steigt [11]. Geschlechtsunterschiede bei der Fettmasse und der Fettverteilung, welche unabhängig vom BMI sind, haben Mast et al. [33] auch bei Kindern im Alter von 5–7 Jahren nachgewiesen. Johnsen und Johnsen et al. [24, 25] wiesen darüber hinaus darauf hin, dass die Körpermasse und damit auch der BMI und die Körperzusammensetzung von körperbaulichen Aspekten beeinflusst werden. Im Erwachsenenalter hat sich der BMI zur Bestimmung von Übergewicht und Adipositas durchgesetzt. Sowohl die Childhood Group der IOTF als auch die European Childhood Obesity Group (ECOG) empfehlen die Anwendung des BMI auch bei Kindern und Jugendlichen [2, 13, 14, 23,40,61]. Diese Empfehlung gilt trotz der Tatsache, dass der empirisch ermittelte BMI [4, 53] eine geringe Korrelation zur Körperhöhe (KH) aufweist. Während im Erwachsenenalter feste Grenzwerte zur Definition von Übergewicht und

Adipositas von der WHO [57] empfohlen werden, müssen bei der Beurteilung von Kindern und Jugendlichen die alters- und geschlechtsspezifischen Veränderungen des BMI, die durch altersphysiologische Veränderungen der Fettmasse bedingt sind, berücksichtigt werden. Im Kindes- und Jugendalter sollte die Bestimmung von Übergewicht und Adipositas deshalb anhand geschlechtsspezifischer Altersperzentile für den BMI erfolgen. BMI-Perzentile für das Kindes- und Jugendalter existieren in verschiedenen Länder [7, 19, 32, 43]. Von Cole et al. [9] wurde zur Verbesserung der internationalen Vergleichbarkeit von Prävalenzangaben zu Übergewicht und Adipositas aus 6 nationalen BMI-Kurven eine internationale Referenzkurve von der Geburt bis zum Alter von 25 Jahren erstellt. Die bisher in Deutschland existierenden Perzentile für den BMI [Reinken, pers. Mitteilung, 20, 22, 46] basieren auf regional begrenzten Untersuchungen (z.B. nur ehemaliges Bundesgebiet oder nur Thüringen) oder auf ausgewählten Altersgruppen. Besondere Erwähnung sollten die kürzlich veröffentlichten Normalwerte für Kinder und Jugendliche aus dem Saarland finden, die aus einer der aktuellsten Datenerhebungen in Deutschland stammen [59]. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es jedoch keine repräsentativen, nationalen BMI-Perzentile, die den Alterszeitraum von der Geburt bis zum 18. Lebensjahr umfassen. Somit ist es bislang auch nicht möglich, eine einheitliche Definition der Adipositas im Kindes- und Jugendalter anzuwenden. Die bisherige Definition von Übergewicht bzw. Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland erfolgt vielfach entsprechend den Empfehlungen der European Childhood Obesity Group [40, 61] für Länder, in denen keine national repräsentativen Daten vorliegen, unter Heranziehung der Referenzwerte von Rolland-Cachera et al. [43]. Darüber hinaus wird Adipositas in Deutschland gegenwärtig auch anhand von BMI-Perzentile, die auf den Daten der nationalen Verzehrstudie [10, 20] beruhen, oder nach dem prozentualen, körperhöhenbezogenen Gewicht (z.B.≥120%) definiert. Bei letzterer Definition ist nachteilig, dass altersabhängig ein jeweils unterschiedlicher Anteil an Kindern bzw. Jugendlichen dieses Kriterium erfüllt und dadurch keine Aussage zur Häufigkeit der Adipositas in Abhängigkeit vom Alter und vom Geschlecht ermöglicht wird. Die Arbeitsgemeinschaft „Adipositas im Kindes- und Jugendalter“ (AGA) hat es sich zum Ziel gesetzt, BMI-Referenzwerte für deutsche Kinder und Jugendliche zu erarbeiten und durch diese Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter zu definieren. Da keine der uns vorliegenden Studien für Deutschland repräsentativ ist, außerdem Körperhöhe bzw. -länge und Körpergewicht oftmals nur in bestimmten Altersklassen erfasst wurden, sind die BMI-Perzentile unter Heranziehung der entsprechenden Daten von 17 bereits existierenden Untersuchungen berechnet worden. Wir sind uns der daraus resultierenden methodischen Probleme durchaus bewusst, sehen jedoch aufgrund einer nicht vorhandenen nationalen Referenzstudie und dem dringenden Handlungsbedarf für die klinische Praxis derzeit keine andere Möglichkeit, überregional gültige BMI-Perzentile zu berechnen. Ein derartiges Vorgehen wurde z.B. auch bei den für Frankreich [43] und England [7] vorliegenden BMI-Perzentile für das Kindes- und Jugendalter gewählt. Die vorgestellten Perzentile werden als Referenz für deutsche Kinder empfohlen. Sie sollen als Basis zur Identifikation von Unter- und Übergewicht bzw. Adipositas dienen. Die AGA empfiehlt in ihren Leitlinien die Anwendung der hier vorgestellten 90. und 97. Perzentile zur Definition von Übergewicht und Adipositas. In Abhängigkeit von diesen Definitionen werden in Leitlinien Empfehlungen zum weiteren diagnostischen und therapeutischen Vorgehen gegeben. Methode Stichproben Die AGA hat im Rahmen der letzten 2 Jahrestagungen der Deutschen Adipositasgesellschaft dazu aufgerufen, Körperhöhen- und Körpergewichtsdaten, welche bei Kindern und Jugendlichen in entsprechenden Studien erhoben wurden, zur Verfügung zu stellen. Außerdem wurden uns bekannte wissenschaftliche Arbeitsgruppen kontaktiert, die über entsprechende Datensätze verfügen. Die Auswahl der Studien erfolgte nach bestimmten Kriterien. So fanden nur solche Daten Berücksichtigung,

- die ab 1985 erhoben wurden,
- bei denen es sich um Querschnittsuntersuchungen handelte,

- bei denen Körpergewicht und Körperhöhe bzw. -länge gemessen wurden, wobei die Messmethoden keiner Qualitätskontrolle unterzogen wurden.

Obwohl die nationale Verzehrstudie [20] die oben genannten Kriterien nicht in allen Punkten erfüllt (Körperhöhe und Körpergewicht wurden erfragt), entschieden wir uns wegen der damals nationalen Durchführung (jedoch ohne neue Bundesländer) und der Repräsentativität dieser Studie für einen Einschluss dieser Untersuchung in die Berechnungen. Die Studien, welche in die vorliegende Analyse einbezogen wurden, sind in Tabelle 1 aufgeführt. Details zum methodischen Vorgehen bei den einzelnen Untersuchungen sind den entsprechenden Publikationen zu diesen Studien zu entnehmen. Von den Totalerhebungen des schulärztlichen Diensts in Hamburg und Osnabrück sowie von den Untersuchungen an Schulanfängern in Kiel wurden jeweils Zufallsstichproben herangezogen. Der Umfang der aus den Originaldaten ausgewählten Stichprobe wurde dabei so gewählt, dass nicht mehr als 30% der Kinder der jeweiligen Altersgruppe aus jeweils nur einer Studie stammen. Insgesamt wurden 17 Studien mit 17.147 Jungen und 17.275 Mädchen im Altersbereich von 0–18 Jahren berücksichtigt (Tabelle 2). Statistik Aus den Individualdaten für Körperhöhe und Körpergewicht wurde der individuelle BMI für jeden Probanden berechnet. Die Perzentilberechnung für den BMI erfolgte nach der LMS-Methode von Cole [5]. Hierdurch lässt sich die Verteilung eines Messwerts (z. B. BMI) bei jeder Kovarianten (z.B. Alter) durch 3 Parameter charakterisieren:

- die Box-cox-power-Transformation (L),
- den Median (M) und
- den Variationskoeffizienten (S).

Die Kurven dieser 3 Parameter – L, M, S – beschreiben die Verteilung des Messwerts (BMI) über den Bereich der Kovarianten (Alter). Mittels eines kubischen Modells erfolgt eine Glättung dieser 3 Kurven. Die Komplexität der jeweiligen Kurve wird dabei durch die Anzahl der freien Parameter, die in einer erwarteten Anzahl von Freiheitsgraden (edf) gemessen werden, bestimmt [6]. Anhand der ermittelten altersspezifischen Parameter für L, M und S wurde die Berechnung von Perzentile nach folgender Formel vorgenommen:

$C\propto(t)=M(t)*[1+L(t)*S(t)*z\alpha]1/L(t)$

wobei M(t), L(t) und S(t) die entsprechenden Parameter bei einem bestimmten Alter (t) sind. Zα ist der SD-Score bzw. Z-Score der Standardnormalverteilung (z. B. α=97%, zα=1,881; α=90%, zα=1,282; α=75%, zα=0,674; α=50%, zα=0; α=25%, zα=–0,674; α=10%, zα=–1,281; α=3%, zα=–1,881). Die Ermittlung der Perzentile für Körperhöhe und Körpergewicht erfolgte analog. Die L-, M- und S-Werte ermöglichen auch bei nichtnormalverteilen Merkmalen, z. B. BMI und Körpergewicht, die Berechnung von Standard-deviation-Scores (SDS_{LMS}). Der SDS_{LMS} wird wie folgt berechnet:

$SDS_{LMS} = ([BMI/M(t)]L(t) -1) / (L(t)S(t))$

wobei BMI der Individualwert des Kindes ist. M(t), L(t) und S(t) sind die entsprechenden Parameter für das Alter (t) und das Geschlecht des Kindes [8].

Ergebnisse

In Abb. 1 und Abb. 2 sind die ermittelten BMI-Perzentile für Jungen und Mädchen im Alter von 0–18 Jahren dargestellt. Die altersbezogenen 3., 10., 25., 50. (M-Wert), 75., 90. und 97. BMI-Perzentile für Jungen und Mädchen sind in Tabelle 3 und 4 aufgelistet. Detaillierte Aussagen über die Verteilung der BMI-Daten in der Stichprobe geben die ermittelten S- und L-Werte, welche ebenfalls in Tabelle 3 und 4 zu finden sind. Um eine Vergleichbarkeit dieser Referenzstichprobe mit anderen deutschen Studien zu ermöglichen, sind die Körperhöhen- und Gewichtsperzentile in Abb. 3, 4, 5 und 6 dargestellt und die Absolutwerte in Tabelle 5 und 6 beigefügt. Abbildung 1 und Abb.2 machen deutlich, dass der BMI bei Jungen und Mädchen analoge Altersveränderungen aufweist. Nach der Geburt kommt es zu einem

Anstieg des BMI. Dieser erreicht bei Jungen im Alter von 8Monaten seinen Höhepunkt. Bei Mädchen wird dieser höchste BMI-Wert, der allerdings deutlich geringer ist als bei Jungen, mit 9 Monaten erreicht. Im Anschluss daran sinkt der BMI bei beiden Geschlechtern. Nach einem Minimum von 15,4 kg/m2 im Alter von 5 Jahren und 1Monat bei Jungen und von 15,3 kg/m2 im Alter von 4 Jahren und 5 Monaten bei Mädchen steigt der BMI bei beiden Geschlechtern wieder an. Dieser Umkehrpunkt vom BMI-Abfall zum BMI-Anstieg – „adiposity rebound" genannt [41] – wird bei den höheren Perzentilen in einem früheren Alter erreicht als bei niedrigeren Perzentilen. Der „adiposity rebound" erfolgt bei Jungen in der 97. Perzentile 2 Jahre und 8Monate früher als in der 3. Perzentile, bei den Mädchen beträgt diese Differenz 2 Jahre und 7Monate. Da in der 97. Perzentile der Mädchen der BMI nach dem 1. Lebensjahr nur geringfügig sinkt, ist der Umkehrpunkt vom BMI-Abfall zum Wiederanstieg hier kaum noch feststellbar. Mädchen weisen zwischen 11 und 16 Jahren einen höheren BMI als die Jungen auf, danach kommt es zu einer Umkehr der Geschlechterrelation. Während der BMI der Mädchen abflacht, steigt dieser bei Jungen weiter an und erreicht höhere Werte als bei Mädchen.

Diskussion

Mit dem BMI ist für die gesamte Altersspanne vom Kindes- und Jugendalter bis ins Erwachsenenalter ein einheitliches Maß zur Gewichtsbeurteilung verfügbar. Dabei werden durch die Bestimmung altersabhängiger BMI-Werte für Kinder und Jugendliche altersphysiologische Schwankungen bei der Fettmasse berücksichtigt. Durch den Eintrag individueller BMI-Werte in die hier erstellten, geschlechtsspezifischen BMI-Kurven ist es möglich, die Entwicklung eines Kindes zu beurteilen, zu verfolgen und Prognosen, v.a. in Hinblick auf die Entwicklung einer Adipositas, abzugeben. Zusätzlich kann durch die Berechnung von SDS-Werten bestimmt werden, um ein Wievielfaches einer Standardabweichung ein individueller BMI bei gegebenem Alter und Geschlecht ober- oder unterhalb des BMI-Medianwerts liegt. Es kann somit eine Einordnung eines Individualwerts in die Verteilung der Referenzgruppe erfolgen. So liegt ein Kind, welches mit seinem Messwert um eine Standardabweichung nach oben (+1) bzw. unten (–1) abweicht, im Bereich des 84.bzw. 16. Perzentils der Referenzgruppe. Weicht der Messwert um 2 Standardabweichungen nach oben (+2) bzw. nach unten (–2) ab, entspricht dieser Wert dem 97,7. bzw. 2,3. Perzentil der Referenzgruppe. SDS sind für den alltäglichen klinischen Gebrauch nicht einfach zu berechnen. Die Ermittlung des SDS ist aber u.a. sinnvoll, wenn die BMI-Werte extrem adipöser (oder untergewichtiger) Kinder und Jugendlicher verglichen bzw. BMI-Veränderungen bei diesen Kindern und Jugendlichen beurteilt werden sollen. Während BMI-Änderungen hier oftmals nur geringfügige oder keine Perzentilveränderungen zur Folge haben, ist durch die SDS-Werte eine genaue Zuordnung möglich, und der Behandlungserfolg ist ablesbar.

Beispiel

Adipositas

Der SDS-Wert für ein 12-jähriges, extrem adipöses Mädchen mit einem BMI von 40,1 kg/m2 (Körperhöhe=154 cm, Körpergewicht=94 kg) wird wie folgt berechnet: Aus Tabelle 4 werden die alters- und geschlechtsspezifischen L-, M-, und S-Werte abgelesen (L=–1,36; M=18,19; S=0,14) und in die obige Formel eingesetzt. Es ergibt sich:
SDS_{LMS} = ([40,1/18,19]-1,36 -1) / (-1,36 * 0,14) = +3,5

Reduziert das Mädchen innerhalb 1 Jahrs sein Gewicht um 10 kg (Körperhöhe= 155 cm), hat sie mit 13 Jahren einen BMI von 35 kg/m2. Unter Berücksichtigung der L-, M-, und S- Werte für 13-jährige Mädchen (L=–1,3; M=18,94; S=0,14) aus Tabelle 4 ergibt sich folgender SDS-Wert:
SDS_{LMS} = ([35/18,49]-1,3 -1) / (-1,36 * 0,14) = +3,0
Würde dieses Mädchen dagegen lediglich nach der Lage innerhalb der Perzentile beurteilt werden, wäre der Therapieerfolg nicht ablesbar, da die BMI-Werte zu beiden Untersuchungszeitpunkten dem 99,9. Perzentil entsprechen.

Anorexia nervosa

Eine 13-jährige Patientin mit einer Anorexia nervosa und einem BMI von 12,5 hätte demnach einen SDS-Wert von –3,9 (L=–1,30, M=18,94, S=0,14), was einem BMI-Perzentil <1 entspricht.

Repräsentativität und internationaler Vergleich der ermittelten Perzentile

Durch die Zusammenführung von Studien aus verschiedenen Regionen Deutschlands war es möglich, den gesamten Altersbereich von 0–18 Jahren mit den entsprechenden Fallzahlen (Stichprobenumfang) zu berücksichtigen. Allerdings konnten für den Altersbereich von 0–3 Jahren lediglich die Daten einer Studie [34] verwendet werden. Auch die Daten der Altersgruppen ab 16 Jahren sind kritisch zu beurteilen, da die meisten der hier einbezogenen Studien an Abiturienten vorgenommen wurden. Trotz der genannten Mängel ist festzuhalten, dass erstmalig in Deutschland eine große Referenzstichprobe von >34.000 Individuen unter Berücksichtigung von insgesamt 17 Studien gebildet werden konnte. Die vorgestellten Perzentile sollten gesundheitspolitisch nicht dazu herangezogen werden, auf die Entbehrlichkeit der Erhebung einer nationalen Referenzstichprobe zu schließen. In Analogie zu den National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES) in den USA sollten u. E. auch in Deutschland in etwa 10-jährigen Abständen entsprechende repräsentative Erhebungen erfolgen. Die hier gewählte, international übliche Darstellung des BMI als Perzentil wird der rechtsschiefen Verteilung (größere Streuung der Individualwerte im Bereich höherer BMI-Werte) der BMI-Werte in der untersuchten Population gerecht. Die absoluten BMI-Unterschiede zwischen den Perzentile sind im unteren Perzentilbereich deutlich geringer als im oberen Bereich (vgl. z.B. BMI-Abstände zwischen der 3. und 10. gegenüber denen zwischen der 90.und 97. Perzentile). Mit zunehmendem Alter wird der Abstand zwischen den Perzentile, bedingt durch die zunehmende Streuung der Individualwerte, größer. Der Vergleich der hier erstellten Perzentile mit den von Rolland-Cachera et al. [43] für Frankreich und von Cole et al. [7] für England erarbeiteten BMI-Perzentile zeigt eine generelle Übereinstimmung der Kurven im Altersverlauf (Abb. 7, 8). Allerdings gibt es Unterschiede in der Größenordnung der BMI-Werte. In den Altersgruppen von 0–5 Jahren sind die hier vorgestellten Medianwerte für den BMI bei beiden Geschlechtern niedriger als bei den beiden Vergleichsuntersuchungen. Dies könnte aus dem oben angeführten Stichprobenproblem für diese Altersgruppen resultieren. Ab einem Alter von 5 Jahren gibt es bei den Medianwerten sowie beim 3. Perzentil nur geringe Unterschiede zwischen den Studien. Die deutschen Jungen haben einen geringfügig höheren, mittleren BMI als Jungen aus den Vergleichsuntersuchungen. Die größten Unterschiede zwischen den 3 Untersuchungen sind bei den 97. Perzentile zu finden. Während diese für die französischen Kinder bei beiden Geschlechtern am kleinsten sind, weisen die deutschen Jungen und Mädchen hier die größten Werte auf. Ab einem Alter von 17 Jahren haben die englischen Mädchen die höchsten BMI-Werte. Ein ausführlicher internationaler Vergleich ist in Vorbereitung (Kromeyer-Hauschild et al., in Vorbereitung).

Eignung als Referenzstichprobe

Die vorgestellten BMI-Perzentile werden von der AGA als Referenz für deutsche Kinder empfohlen (Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter: Leitlinien. Internet: www. a-g-a.de; [51]). Angesichts des Prävalenzanstiegs von Übergewicht und Adipositas erscheint es gesundheitspolitisch dringend geboten, analog zu anderen europäischen Ländern (s. oben) auch in Deutschland entsprechend der Empfehlung des IOTF die BMI-Verteilung von Kindern und Jugendlichen regelmäßig epidemiologisch zu erfassen, um Veränderungen feststellen und auf mögliche Ursachen der BMI-Zunahme schließen zu können. Da die hier vorgestellte Studie sich aber aus den Daten von 17 Einzeluntersuchungen zusammensetzt, ist es bei zukünftigen Vergleichen einzelner regionaler Studien mit dieser Referenzstichprobe nicht möglich, säkulare Trends in der speziellen Region zu erfassen. Bei einer abweichenden Verteilung könnte nicht zuverlässig geklärt werden, ob tatsächlich eine säkulare Veränderung in der untersuchten Population aufgetreten ist.

Definition der Adipositas über BMI-Perzentile

Analog zu anderen europäischen Ländern und zum Vorgehen der European Childhood Obesity Group [40, 61] empfiehlt die AGA, die 90. und 97. alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilwerte der vorliegenden Referenzwerte als Cutoff-Punkte zur Definition von Übergewicht und Adipositas zu verwenden. Analog zur Definition von Übergewicht und Adipositas wird empfohlen, die 3. und 10. Perzentile zur Definition von ausgeprägtem Untergewicht bzw. Untergewicht heranzuziehen. Ein BMI unterhalb des 10. Perzentils erfüllt das Gewichtskriterium nach ICD-10 für die Anorexia nervosa [21]. Die Festlegung solcher Grenzwerte hat stets etwas Willkürliches an sich. Grenzwertziehungen von Übergewicht und Adipositas bzw. Untergewicht anhand von Perzentile machen jedoch transparent, welcher Anteil der Bevölkerung die entsprechenden Kriterien erfüllt und erhalten somit automatisch eine gesundheitspolitische Relevanz. In Langzeituntersuchungen stellte Adipositas im Kindesalter nachgewiesenermaßen einen vom Gewichtsstatus im Erwachsenenalter unabhängigen Prädiktor für Morbidität und Mortalität dar [37]. Die Einschätzung dieser Risiken wird sich durch die Nutzung transparenter und einheitlicher Definitionen der Adipositas (einschließlich unterschiedlicher Schweregrade) in zukünftigen Studien verbessern lassen. Mit Hilfe der hier vorgestellten Perzentile und SDS-Werte lässt sich der Ausprägungsgrad der Adipositas bei einem individuellen Kind exakt im Verhältnis zur Referenzstichprobe bestimmen.

Kritische Wertung der Verwendung des BMI zur Beurteilung des Körpergewichts

Der BMI hat sich von den zahlreichen Indizes (s. oben), welche die Relation von Körpergewicht und Körperhöhe zueinander bestimmen, über alle Altersstufen hinweg auch aus pragmatischen Gründen als bester Index erwiesen. Da der BMI jedoch eine geringe Korrelation zur Körperhöhe aufweist, sollte diese (Abb. 3, 4) bei der Beurteilung des BMI v. a. im Bereich der Grenzwerte für Übergewicht und Adipositas bzw. für Untergewicht mit berücksichtigt werden. Neben der Körperhöhe ist der BMI deutlich vom biologischen Alter des Individuums abhängig, d. h. dass bei gleichem kalendarischem Alter biologisch ältere Individuen naturgemäß höhere BMI-Werte aufweisen. Ein 13,5-jähriger Junge mit einem Pubesstadium PH4, einem Knochenalter von 15,0 Jahren und einem BMI von 24 kg/m2 wäre entsprechend dem chronologischen Alter übergewichtig – bezogen auf sein biologisches Alter jedoch normalgewichtig. Schließlich ist die Verwendung der BMI-Referenzwerte für Kinder mit chronischen Erkrankungen problematisch, v. a. wenn diese aufgrund einer

Beeinträchtigung der Energiebilanz des Körpers mit einem verminderten Längenwachstum und einer Verzögerung der biologischen Reifung einhergehen, z. B. bei chronischer Mangelernährung. Bei solchen Patienten eignen sich die vorgestellten Kurven zur Verlaufsdokumentation des BMI und damit zur Feststellung des Behandlungsergebnisses.

Bedeutung des BMI für die Prognose der weiteren Gewichtsentwicklung und die Abschätzung des Gesundheitsrisikos

Für die Praxis ist der prognostische Wert des BMI-Perzentils eines Kindes zu einem bestimmten Zeitpunkt für die weitere BMI-Entwicklung und z. B. für das Fortbestehen einer Adipositas bis ins Erwachsenenalter von besonderer Bedeutung. Bei der Interpretation des BMI-Perzentils im Hinblick auf die Prognose einer Adipositas müssen der Gewichtsstatus der Eltern und das Alter berücksichtigt werden. Grundsätzlich gilt, dass die Korrelation zwischen dem BMI im Kindesalter und dem BMI im Erwachsenenalter mit zunehmendem Alter des Kindes ansteigt [18, 55]. Im Hinblick auf das Risiko des Fortbestehens einer Adipositas im Erwachsenenalter ist zusätzlich der Ausprägungsgrad des Übergewichts im Kindes- bzw. Jugendalter zu berücksichtigen (beispielsweise anhand des SDS-Werts): Je ausgeprägter das Übergewicht ist und je höher der SDS, desto eher wird im Erwachsenenalter eine Adipositas bestehen. Es ist auch zu beachten, dass bei Säuglingen und Kleinkindern der BMI bzw. das BMI-Perzentil eine eher geringe Vorhersagekraft für den BMI im Verlauf der weiteren Entwicklung haben. Longitudinale Untersuchungen konnten zeigen [41, 42], dass wiederholte BMI-Bestimmungen im Alter zwischen 3 und 8 Jahren eine zuverlässige Vorhersage für eine spätere Adipositas ermöglichen. Der Zeitpunkt des „adiposity rebound“ (Umkehrpunkt zwischen BMI-Abnahme und -Zunahme) ist ein guter Prädiktor für eine spätere Adipositas: Kinder mit einem frühen „adiposity rebound“ haben ein größeres Risiko, im späteren Alter eine Adipositas auszuprägen, als Kinder mit einem späten Rebound [56]. Bei übergewichtigen Kindern und Jugendlichen sollten zur Risikoabschätzung des bestehenden BMI zusätzlich zum individuellen BMI-Perzentil, zum zeitlichen BMI-Perzentilverlauf und dem BMI der Eltern weitere Überlegungen herangezogen werden. Es seien hier nur beispielhaft die prozentuale Fettmasse, das Fettverteilungsmuster und spezifische Krankheiten bzw. metabolische Störungen (z. B. Diabetes mellitus Typ I und II, Hypertonie, Hyperlipidämien, orthopädische Störungen) genannt. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Bedeutung der Familienanamnese hingewiesen: Eine familiäre Häufung an kardiovaskulären Erkrankungen, Apoplex und Diabetes mellitus Typ II impliziert ein erhöhtes, langfristiges, gesundheitliches Risiko für ein übergewichtiges Kind. Es bleibt zu hoffen, dass die Erstellung dieser Referenzperzentile dazu beitragen wird, die Möglichkeit eines Vergleichs verschiedener deutscher Untersuchungen zu schaffen. Dies trifft auf epidemiologische und therapeutische Studien zu. Gleichzeitig wurde eine Definition von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter vorgeschlagen, die dazu beitragen sollte, eine Vereinheitlichung herbeizuführen. Es ist evident, dass angesichts der Komplexität der Materie einheitliche Definitionen über die hier vorgestellten Perzentile bzw. SDS-Werte den Austausch unter Klinikern und Wissenschaftlern wesentlich erleichtern werden. Da die Ermittlung individueller BMI-Perzentile bzw. des entsprechenden SDS-Werts im klinischen Alltag nicht einfach zu handhaben ist, werden wir in Kürze ein interaktives Programm im Internet vorstellen, mit Hilfe dessen aus der Eingabe der relevanten Parameter (Alter, Geschlecht, Körperhöhe und -gewicht) die entsprechenden Werte berechnet werden können (Kromeyer-Hauschild und AGA, in Vorbereitung).

Tabelle 1
Zur BMI-Berechnung verwendete Studien

Alter [Jahre]	Untersuchungsjahr	Region	Probandenzahl *n*	Anmerkungen	Literatur
0–4	1985–1996	Bad Hersfeld	3105	Querschnitt der Vorsorgeuntersuchungen U1–U8	Menner [34]
2–18	1993–1997	Nürnberg	2953	Präventionserziehungsprogramm (PEP-Studie)	Schwandt et al. [47]
4–18	1994–1996	Saarland	5234	Querschnittstudie	Zabransky et al. [59]
3–5	1994	Jena	252	Querschnittsuntersuchung	Kromeyer u. Jaeger [26]
4–7	1985–1999	Dortmund	724	Querschnitt aus Donald-Studie	Neubert u. Remer [38]
4–9	1995	Jena	660	Querschnittsuntersuchung	Zellner, pers. Mitteilung
5–6	1996–1998	Kiel	1187	Einschulungsuntersuchung (30% des Jahrgangs)	Mast et al. [33] Müller, pers. Mitteilung
5/6, 9/10, 14/15	1991–1998	Hamburg	4198	Untersuchungen des schulärztlichen Dienstes (Totalerhebung)	Korte, pers. Mitteilung
5/6, 9/10, 13–15	1985–1999	Osnabrück	3547	Untersuchungen des schulärztlichen Dienstes (Totalerhebung)	Niemann-Pilatus, Rohling, pers. Mitteilung
6–10	1995	Jena-Land	698	Querschnittsuntersuchung	Jaeger, pers. Mitteilung
6–11	1990–1994	München	596	Münchner Herz-Kreislauf-Präventionsstudie	Franz [15]; Kunze et al. pers. Mitteilung
7–14	1995	Jena	1950	Querschnittsuntersuchung	Zellner et al. [60]
7–12, 14–16	1999	Leipzig	1047	Schulprojekt in Zusammenarbeit mit dem schulärztlichen Dienst	Kiess, Müller, Reich, pers. Mitteilung
8–16	1985	Berlin, Cottbus, Wernigerode	2734	Querschnittsuntersuchung	Johnsen [24], Sommer, Baudisch, pers. Mitteilung
8–18	1997/98	Berlin-West, Berlin-Ost, Kassel, Rostock	1750	„Essstörungen bei Jugendlichen in Europa – Erhebung zum Präventionsbedarf"	von Hippel, Dingeldey, Götze-Kühne, Veith, pers. Mitteilung
10–18	1985–1989	ehemaliges Bundesgebiet	2717	Nationale Verzehrstudie	Hebebrand et al. [20, 21]; Coners et al. [10]
15–18	1996/97	München	1070	Münchener Early Developmental Stages of Psychopathology-Study (EDSP-Studie)	Wittchen et al. [58]; Lamertz [30]

Tabelle 2
Alters- und Geschlechtsverteilung der Probanden, die zur BMI-Berechnung herangezogen wurden

Alter [Jahre]	Jungen	Mädchen
0–0,999	995	931
1–1,999	253	251
2–2,999	85	80
3–3,999	480	417
4–4,999	540	482
5–5,999	1301	1260
6–6,999	2045	2083
7–7,999	954	1012
8–8,999	1041	1112
9–9,999	1472	1604
10–10,999	1482	1478
11–11,999	915	886
12–12,999	746	753
13–13,999	885	920
14–14,999	1249	1225
15–15,999	962	962
16–16,999	830	855
17–17,999	501	490
18–<19	411	474
Gesamt	17147	17275

Tabelle 3

Perzentile für den Body-mass-Index (in kg/m²) von Jungen im Alter von 0–18 Jahren

Alter [Jahre]	L	S	P3	P10	P25	P50 (M)	P75	P90	P97
0	1,31	0,10	10,20	11,01	11,81	12,68	13,53	14,28	15,01
0,5	–0,67	0,08	14,38	15,06	15,80	16,70	17,69	18,66	19,72
1	–1,05	0,08	14,58	15,22	15,93	16,79	17,76	18,73	19,81
1,5	–1,28	0,08	14,31	14,92	15,60	16,44	17,40	18,37	19,47
2	–1,45	0,08	14,00	14,58	15,25	16,08	17,03	18,01	19,14
2,5	–1,58	0,08	13,73	14,31	14,97	15,80	16,76	17,76	18,92
3	–1,67	0,09	13,55	14,13	14,79	15,62	16,59	17,62	18,82
3,5	–1,75	0,09	13,44	14,01	14,67	15,51	16,50	17,56	18,80
4	–1,80	0,09	13,36	13,94	14,60	15,45	16,46	17,54	18,83
4,5	–1,85	0,09	13,30	13,88	14,55	15,42	16,45	17,56	18,90
5	–1,88	0,09	13,24	13,83	14,51	15,40	16,46	17,61	19,02
5,5	–1,90	0,10	13,20	13,80	14,50	15,40	16,50	17,71	19,19
6	–1,92	0,10	13,18	13,79	14,51	15,45	16,59	17,86	19,44
6,5	–1,92	0,10	13,19	13,82	14,56	15,53	16,73	18,07	19,76
7	–1,92	0,11	13,23	13,88	14,64	15,66	16,92	18,34	20,15
7,5	–1,92	0,11	13,29	13,96	14,76	15,82	17,14	18,65	20,60
8	–1,91	0,11	13,37	14,07	14,90	16,01	17,40	19,01	21,11
8,5	–1,89	0,12	13,46	14,18	15,05	16,21	17,68	19,38	21,64
9	–1,87	0,12	13,56	14,31	15,21	16,42	17,97	19,78	22,21
9,5	–1,85	0,13	13,67	14,45	15,38	16,65	18,27	20,19	22,78
10	–1,83	0,13	13,80	14,60	15,57	16,89	18,58	20,60	23,35
10,5	–1,80	0,13	13,94	14,78	15,78	17,14	18,91	21,02	23,91
11	–1,77	0,14	14,11	14,97	16,00	17,41	19,24	21,43	24,45
11,5	–1,75	0,14	14,30	15,18	16,24	17,70	19,58	21,84	24,96
12	–1,72	0,14	14,50	15,41	16,50	17,99	19,93	22,25	25,44
12,5	–1,69	0,14	14,73	15,66	16,77	18,30	20,27	22,64	25,88
13	–1,66	0,14	14,97	15,92	17,06	18,62	20,62	23,01	26,28
13,5	–1,63	0,14	15,23	16,19	17,35	18,94	20,97	23,38	26,64
14	–1,61	0,14	15,50	16,48	17,65	19,26	21,30	23,72	26,97
14,5	–1,58	0,14	15,77	16,76	17,96	19,58	21,63	24,05	27,26
15	–1,55	0,14	16,04	17,05	18,25	19,89	21,95	24,36	27,53
15,5	–1,52	0,13	16,31	17,33	18,55	20,19	22,26	24,65	27,77
16	–1,49	0,13	16,57	17,60	18,83	20,48	22,55	24,92	27,99
16,5	–1,47	0,13	16,83	17,87	19,11	20,77	22,83	25,18	28,20
17	–1,44	0,13	17,08	18,13	19,38	21,04	23,10	25,44	28,40
17,5	–1,41	0,13	17,32	18,39	19,64	21,31	23,36	25,68	28,60
18	–1,39	0,13	17,56	18,63	19,89	21,57	23,61	25,91	28,78

Tabelle 4

Perzentile für den Body-mass-Index (in kg/m²) von Mädchen im Alter von 0–18 Jahren

Alter [Jahre]	L	S	P3	P10	P25	P50 (M)	P75	P90	P97
0	1,34	0,10	10,21	10,99	11,75	12,58	13,40	14,12	14,81
0,5	–0,03	0,08	13,86	14,55	15,29	16,16	17,08	17,95	18,85
1	–0,44	0,08	14,14	14,81	15,53	16,40	17,34	18,25	19,22
1,5	–0,71	0,08	13,94	14,59	15,32	16,19	17,16	18,11	19,15
2	–0,92	0,09	13,68	14,33	15,05	15,93	16,93	17,92	19,03
2,5	–1,07	0,09	13,46	14,10	14,82	15,71	16,73	17,76	18,92
3	–1,19	0,09	13,29	13,93	14,64	15,54	16,57	17,64	18,84
3,5	–1,30	0,09	13,16	13,79	14,51	15,42	16,46	17,56	18,81
4	–1,38	0,10	13,06	13,69	14,42	15,33	16,40	17,54	18,85
4,5	–1,46	0,10	13,00	13,64	14,37	15,31	16,41	17,58	18,97
5	–1,52	0,10	12,97	13,61	14,36	15,32	16,46	17,69	19,16
5,5	–1,58	0,10	12,94	13,60	14,36	15,35	16,53	17,83	19,40
6	–1,62	0,11	12,92	13,59	14,37	15,39	16,63	17,99	19,67
6,5	–1,65	0,11	12,93	13,62	14,42	15,48	16,77	18,21	20,01
7	–1,66	0,12	12,98	13,69	14,52	15,62	16,98	18,51	20,44
7,5	–1,65	0,12	13,06	13,80	14,66	15,81	17,24	18,86	20,93
8	–1,64	0,12	13,16	13,92	14,82	16,03	17,53	19,25	21,47
8,5	–1,61	0,13	13,27	14,06	15,00	16,25	17,83	19,65	22,01
9	–1,58	0,13	13,38	14,19	15,17	16,48	18,13	20,04	22,54
9,5	–1,54	0,13	13,48	14,33	15,34	16,70	18,42	20,42	23,04
10	–1,51	0,14	13,61	14,48	15,53	16,94	18,72	20,80	23,54
10,5	–1,47	0,14	13,76	14,66	15,74	17,20	19,05	21,20	24,03
11	–1,43	0,14	13,95	14,88	15,99	17,50	19,40	21,61	24,51
11,5	–1,39	0,14	14,18	15,14	16,28	17,83	19,78	22,04	25,00
12	–1,36	0,14	14,45	15,43	16,60	18,19	20,18	22,48	25,47
12,5	–1,33	0,14	14,74	15,75	16,95	18,56	20,58	22,91	25,92
13	–1,30	0,14	15,04	16,07	17,30	18,94	20,98	23,33	26,33
13,5	–1,27	0,14	15,35	16,40	17,64	19,30	21,36	23,71	26,70
14	–1,25	0,14	15,65	16,71	17,97	19,64	21,71	24,05	27,01
14,5	–1,23	0,14	15,92	17,00	18,27	19,95	22,02	24,35	27,26
15	–1,20	0,14	16,18	17,26	18,53	20,22	22,28	24,59	27,45
15,5	–1,18	0,13	16,40	17,49	18,76	20,45	22,50	24,77	27,57
16	–1,16	0,13	16,60	17,69	18,96	20,64	22,67	24,91	27,65
16,5	–1,13	0,13	16,78	17,87	19,14	20,81	22,82	25,02	27,69
17	–1,11	0,13	16,95	18,04	19,31	20,96	22,95	25,11	27,72
17,5	–1,09	0,13	17,11	18,20	19,47	21,11	23,07	25,20	27,74
18	–1,07	0,12	17,27	18,36	19,62	21,25	23,19	25,28	27,76

Tabelle 5

Perzentile für die Körperhöhe (in cm) von Jungen und Mädchen im Alter von 0–18 Jahren

Alter [Jahre]	P3	P10	P50	P90	P97	P3	P10	P50	P90	P97
	Jungen					Mädchen				
0	47,02	48,46	51,54	54,61	56,05	46,86	48,22	51,11	54,01	55,36
0,5	62,42	64,16	67,88	71,60	73,34	61,09	62,72	66,21	69,70	71,33
1	70,95	72,79	76,72	80,65	82,49	69,93	71,67	75,40	79,12	80,86
1,5	76,75	78,71	82,90	87,08	89,04	75,55	77,43	81,46	85,49	87,38
2	81,53	83,61	88,07	92,52	94,61	80,14	82,19	86,57	90,95	92,99
2,5	85,41	87,63	92,38	97,13	99,35	84,10	86,32	91,06	95,79	98,01
3	89,06	91,42	96,47	101,52	103,88	88,01	90,38	95,45	100,52	102,90
3,5	92,53	95,03	100,36	105,69	108,18	91,80	94,31	99,69	105,08	107,59
4	95,84	98,47	104,07	109,68	112,30	95,29	97,94	103,61	109,27	111,92
4,5	99,09	101,84	107,71	113,58	116,33	98,49	101,26	107,17	113,08	115,85
5	102,67	105,54	111,68	117,82	120,69	101,93	104,81	110,97	117,13	120,01
5,5	105,77	108,74	115,09	121,45	124,42	105,21	108,19	114,56	120,94	123,92
6	108,83	111,89	118,43	124,97	128,03	108,26	111,32	117,88	124,43	127,49
6,5	111,89	115,04	121,76	128,49	131,63	111,13	114,27	120,99	127,72	130,86
7	114,29	117,51	124,40	131,28	134,50	113,47	116,69	123,59	130,48	133,70
7,5	116,52	119,82	126,87	133,93	137,23	115,66	118,98	126,06	133,15	136,47
8	119,25	122,65	129,93	137,21	140,62	118,32	121,75	129,09	136,43	139,86
8,5	122,12	125,66	133,23	140,80	144,34	121,15	124,72	132,35	139,98	143,55
9	124,80	128,49	136,40	144,31	148,00	123,94	127,67	135,63	143,59	147,31
9,5	127,15	131,02	139,30	147,58	151,45	126,45	130,34	138,65	146,97	150,86
10	128,96	132,99	141,62	150,25	154,29	128,62	132,67	141,34	150,01	154,06
10,5	130,57	134,76	143,73	152,70	156,90	130,79	135,01	144,02	153,03	157,25
11	132,46	136,84	146,20	155,56	159,94	133,41	137,78	147,12	156,47	160,84
11,5	134,55	139,12	148,90	158,68	163,25	136,44	140,91	150,49	160,07	164,55
12	136,86	141,63	151,82	162,02	166,79	139,57	144,07	153,70	163,32	167,83
12,5	139,65	144,61	155,21	165,81	170,77	142,69	147,14	156,66	166,18	170,63
13	143,09	148,19	159,12	170,05	175,16	145,63	149,98	159,29	168,60	172,95
13,5	146,84	152,01	163,07	174,12	179,29	148,09	152,34	161,42	170,49	174,74
14	150,44	155,56	166,50	177,45	182,57	149,94	154,10	162,98	171,87	176,02
14,5	154,00	158,99	169,67	180,34	185,33	151,37	155,45	164,19	172,92	177,01
15	157,45	162,27	172,59	182,90	187,73	152,44	156,47	165,09	173,71	177,74
15,5	160,19	164,85	174,80	184,76	189,42	153,16	157,15	165,70	174,24	178,23
16	162,47	166,97	176,60	186,23	190,73	153,75	157,71	166,19	174,66	178,63
16,5	164,43	168,79	178,11	187,44	191,80	154,34	158,27	166,68	175,09	179,02
17	165,96	170,20	179,28	188,36	192,61	155,01	158,91	167,24	175,58	179,47
17,5	167,07	171,23	180,13	189,02	193,18	155,64	159,51	167,77	176,04	179,90
18	167,85	171,95	180,72	189,48	193,58	156,10	159,94	168,15	176,36	180,20

Tabelle 6

Perzentile für das Körpergewicht (in kg) von Jungen und Mädchen im Alter von 0–18 Jahren

Alter [Jahre]	P3	P10	P50	P90	P97	P3	P10	P50	P90	P97
	Jungen					Mädchen				
0	2,42	2,74	3,40	4,03	4,31	2,43	2,71	3,31	3,89	4,16
0,5	5,94	6,53	7,86	9,26	9,94	5,49	6,01	7,19	8,44	9,05
1	7,83	8,52	10,12	11,89	12,78	7,32	7,94	9,40	11,05	11,89
1,5	8,94	9,68	11,44	13,45	14,49	8,48	9,17	10,82	12,76	13,77
2	9,79	10,58	12,47	14,68	15,84	9,41	10,15	11,97	14,15	15,32
2,5	10,54	11,37	13,39	15,78	17,06	10,26	11,06	13,04	15,48	16,81
3	11,39	12,27	14,43	17,07	18,49	11,13	11,99	14,15	16,86	18,38
3,5	12,32	13,26	15,60	18,52	20,14	12,01	12,93	15,27	18,29	20,02
4	13,26	14,26	16,80	20,05	21,89	12,88	13,86	16,40	19,76	21,72
4,5	14,19	15,25	17,99	21,59	23,69	13,75	14,81	17,57	21,31	23,54
5	15,14	16,26	19,22	23,23	25,63	14,71	15,85	18,87	23,07	25,64
5,5	16,01	17,20	20,37	24,80	27,53	15,63	16,84	20,13	24,81	27,75
6	16,94	18,19	21,58	26,47	29,58	16,48	17,78	21,33	26,49	29,80
6,5	17,92	19,25	22,90	28,31	31,85	17,32	18,71	22,53	28,19	31,88
7	18,80	20,20	24,09	29,99	33,94	18,12	19,61	23,72	29,91	33,99
7,5	19,71	21,19	25,35	31,77	36,16	19,00	20,59	25,05	31,82	36,34
8	20,84	22,44	26,96	34,03	38,94	20,09	21,83	26,71	34,17	39,17
8,5	22,06	23,80	28,74	36,55	42,05	21,30	23,21	28,56	36,73	42,21
9	23,21	25,10	30,49	39,07	45,15	22,49	24,57	30,40	39,28	45,19
9,5	24,28	26,33	32,21	41,59	48,23	23,57	25,82	32,14	41,72	48,08
10	25,23	27,46	33,82	43,97	51,12	24,56	26,99	33,81	44,15	50,99
10,5	26,13	28,54	35,41	46,33	53,95	25,58	28,22	35,61	46,79	54,14
11	27,13	29,75	37,23	49,00	57,11	26,81	29,69	37,74	49,82	57,68
11,5	28,22	31,09	39,27	52,02	60,67	28,37	31,50	40,21	53,08	61,32
12	29,40	32,57	41,54	55,37	64,62	30,27	33,62	42,86	56,24	64,65
12,5	30,81	34,31	44,17	59,15	69,00	32,48	36,00	45,59	59,24	67,68
13	32,65	36,50	47,26	63,32	73,66	34,83	38,45	48,24	61,98	70,38
13,5	34,98	39,13	50,64	67,49	78,14	37,08	40,76	50,63	64,42	72,79
14	37,57	41,94	53,91	71,07	81,70	39,06	42,76	52,67	66,46	74,84
14,5	40,40	44,88	57,03	74,15	84,61	40,84	44,53	54,40	68,12	76,44
15	43,29	47,78	59,86	76,73	86,98	42,33	46,00	55,76	69,25	77,43
15,5	45,97	50,39	62,21	78,66	88,64	43,49	47,12	56,73	69,95	77,93
16	48,51	52,81	64,31	80,29	90,01	44,35	47,94	57,41	70,39	78,19
16,5	50,84	55,05	66,27	81,85	91,33	45,00	48,55	57,92	70,69	78,35
17	52,81	56,97	68,02	83,29	92,56	45,52	49,04	58,32	70,92	78,46
17,5	54,38	58,52	69,47	84,50	93,58	45,93	49,43	58,63	71,10	78,54
18	55,59	59,73	70,62	85,44	94,33	46,24	49,73	58,87	71,24	78,61

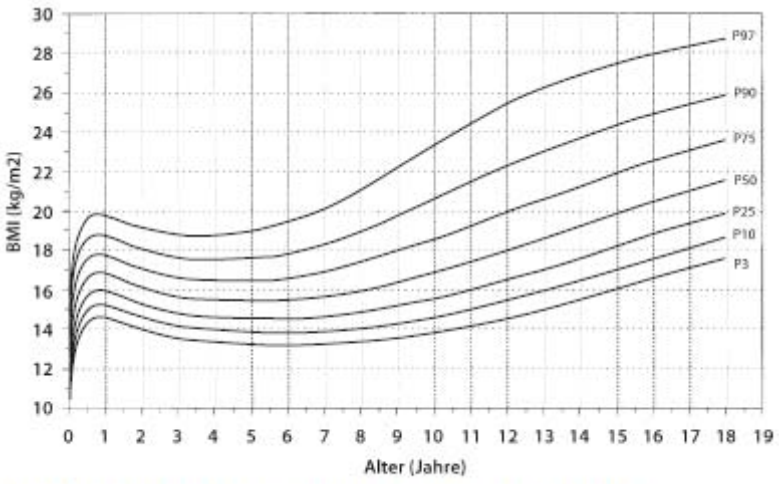

Abb. 1 ▲ **Perzentile für den Body-mass-Index für Jungen im Alter von 0–18 Jahren**

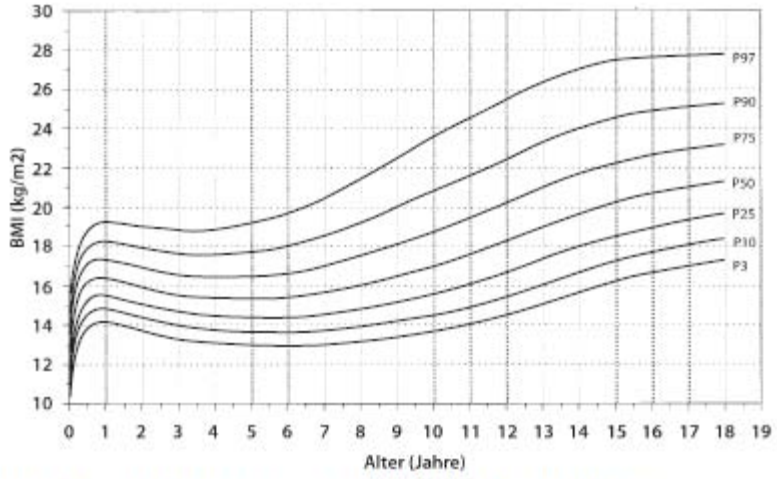

Abb. 2 ▲ **Perzentile für den Body-mass-Index für Mädchen im Alter von 0–18 Jahren**

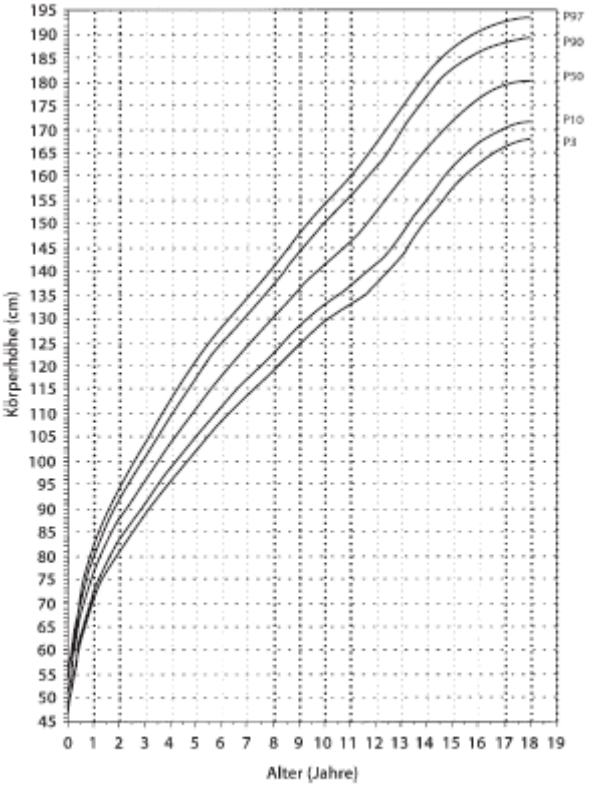

Abb. 3 ▲ **Perzentile für die Körperhöhe von Jungen im Alter von 0–18 Jahren**

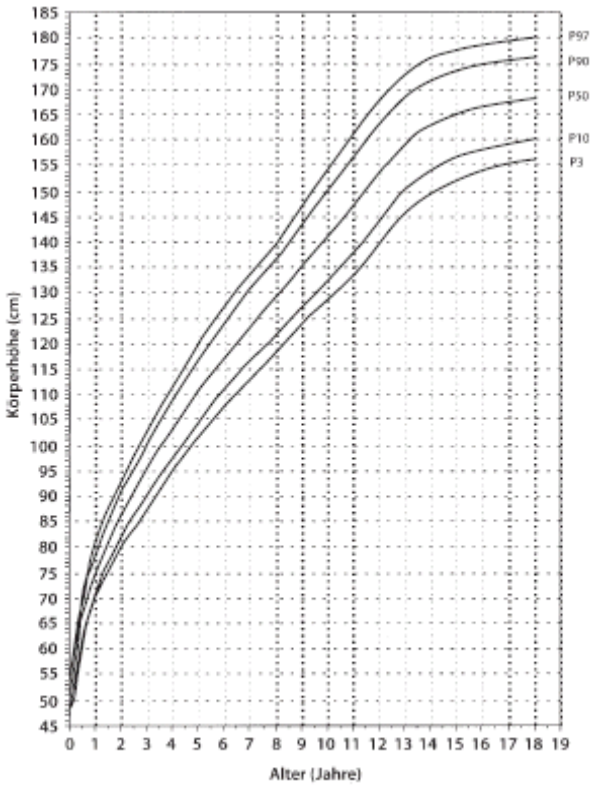

Abb. 4 ▲ **Perzentile für die Körperhöhe von Mädchen im Alter von 0–18 Jahren**

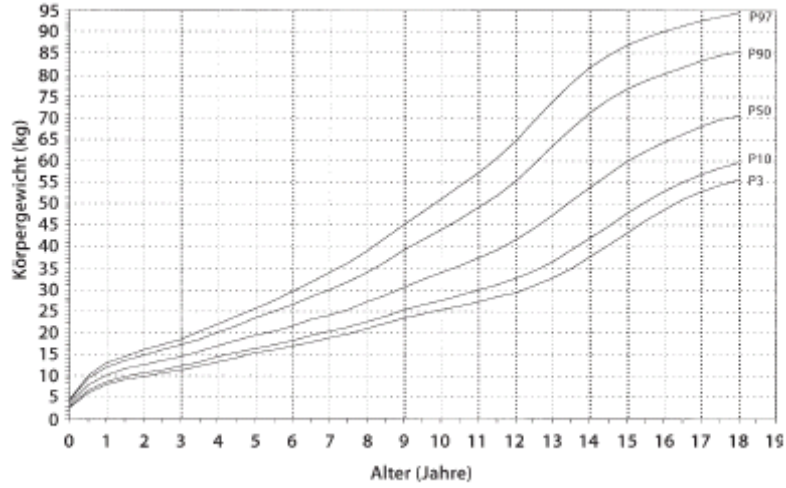

Abb. 5 ▲ **Perzentile für das Körpergewicht von Jungen im Alter von 0–18 Jahren**

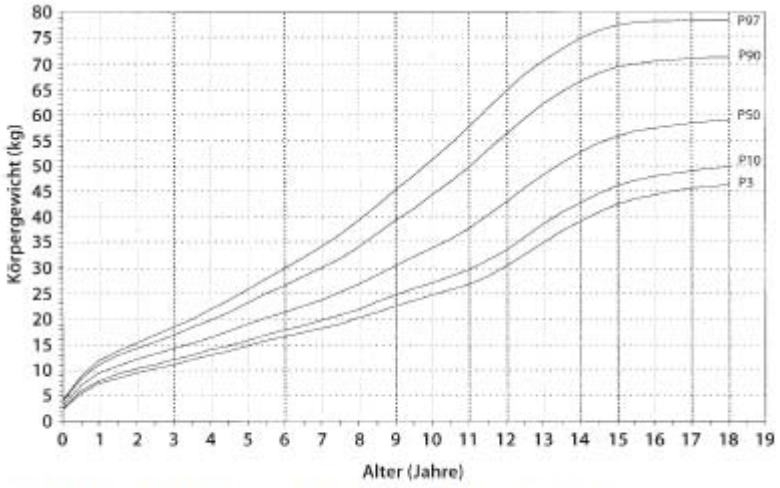

Abb. 6 ▲ **Perzentile für das Körpergewicht von Mädchen im Alter von 0–18 Jahren**

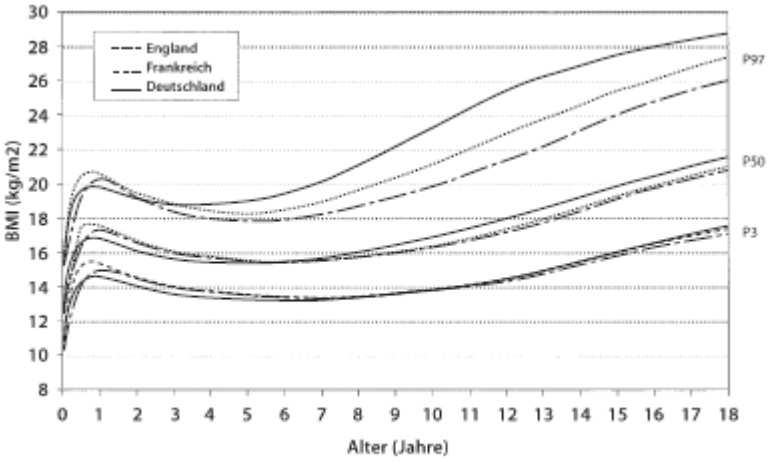

Abb. 7 ▲ **Vergleich der BMI-Perzentile deutscher Jungen mit Perzentilen aus England und Frankreich**

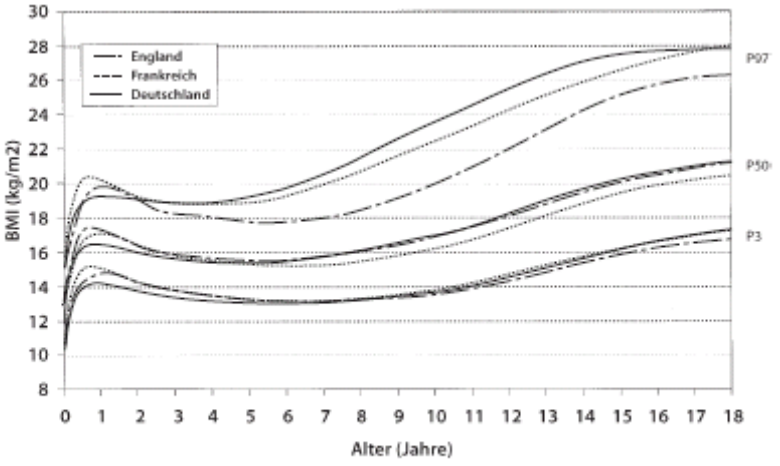

Abb. 8 ▲ **Vergleich der BMI-Perzentile deutscher Mädchen mit Perzentilen aus England und Frankreich**

Danksagung.
Für die Überlassung des LMS-Programms und die Unterstützung bei der Anwendung des Programms möchten wir uns ganz herzlich bei Herrn T. J. Cole (London) bedanken.

Literatur

1. Abdel-Malek AK, Mukherjee D, Roche AF (1985) A method of constructing an index of obesity. Hum Biol 57: 415–430
2. Bellizzi MC, Dietz WH (1999) Workshop on childhood obesity: summary of the discussion. Am J Clin Nutr 70: 173S–175S
3. Chinn S, Rona RJ, Gulliford MC, Hammond J (1992) Weight-for-height in children aged 4–12 years. A new index compared to the normalized body mass index. Eur J Clin Nutr 46: 489–500
4. Cole TJ (1986) Weight-height p compared to weight/height2 for assessing adiposity in childhood: influence of age and bone age on p during puberty. Ann Hum Biol 13: 433–451
5. Cole TJ (1990) The LMS method for constructing normalized growth standards. Eur J Clin Nutr 44: 45–60
6. Cole TJ, Green PJ (1992) Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. Stat Med 11: 1305–1319
7. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA (1995) Body mass index reference curves for the UK, 1990. Arch Dis Child 73: 25–29
8. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA (1998) British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. Stat Med 17: 407–429
9. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH (2000) Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ 320: 1–6
10. Coners H, Himmelmann W, Hebebrand J, Hesker H, Remschmidt H, Schäfer H (1996) Perzentilkurven für den Body-Mass-Index zur Gewichtsbeurteilung bei Kindern und Jugendlichen ab einem Alter von zehn Jahren. Kinderarzt 27: 1002–1007
11. Cronk CE, Mukherjee D, Roche AF (1983) Changes in triceps and subscapular skinfold thickness during adolescence. Hum Biol 55: 707–721
12. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA (1997) The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. Pediatrics 99: 804–807
13. Dietz WH, Bellizzi MC (1999) Introduction: the use of the body mass index to assess obesity in children. Am J Clin Nutr 70: 123S–125S
14. Dietz WH, Robinson TN (1998) Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. J Pediatr 132: 191–193
15. Franz M (1997) Blutdruck, Gesamtcholesterin, Körpergewicht und Ergometrie bei Kindern im Grundschulalter. Ergebnisse der vierjährigen Münchner Herz-Kreislauf-Präventionsstudie. Med. Dissertation, Ludwig-Maximillian-Universität München
16. Freedmann DS, Srinivasan SR, Valdez RA, Williamson DF, Berenson GS (1997) Secular increases in relative weight and adiposity among children over two decades: The Bogalusa Heart Study. Pediatrics 99: 420–426
17. Gortmaker SL, Dietz WH, Sobol AM, Wehler CA (1987) Increasing pediatric obesity in the United States. Am J Dis Child 141: 535–540
18. Guo SS, Roche AF, Chumlea WC, Gardner JD, Siervogel RM (1994) The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. Am J Clin Nutr 59: 810–819
19. Hammer LD, Kraemer HC, Wilson DM, Ritter PL, Dornbusch SM (1991) Standardized percentile curves of body-mass index for children and adolescents. Am J Dis Child 145: 259–263
20. Hebebrand J, Heseker H, Himmelmann GW, Schäfer H, Remschmidt H (1994) Altersperzentilen für den Body Mass Index aus Daten der Nationalen Verzehrstudie einschließlich einer Übersicht zu relevanten Einflußfaktoren. Aktuelle Ernahrungsmed 19: 259–265
21. Hebebrand J, Himmelmann GW, Heseker H, Schäfer H, Remschmidt H (1996) Use of percentiles for the body mass index in anorexia nervosa: diagnostic, epidemiological, and therapeutic considerations. Int J Eat Disord 19: 359–369

22. Hesse V, Bartezky R, Jaeger U, Kromeyer-Hauschild K, Zellner K, Vogel H, Bernhardt I, Hofmann A (1999) Körper-Mass-Index: Perzentilen deutscher Kinder im Alter von 0–18 Jahren. Kinderarztl rax 8: 542–553
23. Himes JH, Dietz WH (1994) Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. Am J Clin Nutr 59: 839–846
24. Johnsen D (1990) Ermittlung und Beurteilung der Nahrungsaufnahme und des Ernährungszustandes. In: Ketz H-A (Hrsg) Grundriß der Ernährungslehre. Steinkopff, Darmstadt, S 384–401
25. Johnsen D, Sommer K, Baudisch A (1995) Zur Körperzusammensetzung normalgewichtiger Kinder und Jugendlicher bei unterschiedlichem Körperbau. Aktuelle Ernahrungsmed 20: 282
26. Kromeyer K, Jaeger U (1995) Auswirkungen veränderter Lebensbedingungen auf Körperhöhe und Körpergewicht bei Jenaer Vorschulkindern. Z Morphol Anthropol 81: 91–110
27. Kromeyer-Hauschild K, Zellner K, Jaeger U, Hoyer H (1999) Prevalence of overweight and obesity among school children in Jena (Germany). Int J Obes Relat Metab Disord 23: 1143–1150
28. Kuczmarski R, Flegal K, Champbell S, Johnson C (1994) Increasing prevalence of overweight among US adults. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991. JAMA 272: 205–211
29. Kuskowska-Wolk A, Bergström R (1993) Trends in body mass index and prevalence of obesity in Swedish men 1980–89. Epidemiol Commun Health 47: 103–108
30. Lamertz CM (2000) Assoziation zwischen Psychopathologie und dem Body Mass Index bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Med. Dissertation, Universität Hamburg
31. Lazarus R, Baur L, Webb K, Blyth F (1996) Body mass index screening for adiposity in children and adolescents: systematic evaluation using receiver operating characteristic curves. Am J Clin Nutr 63: 500–506
32. Lindgren G, Strandell A, Cole T, Healy M, Tanner J (1995) Swedish population reference standards for height, weight and body mass index attained at 6 to 16 years (girls) or 19 years (boys). Acta Pediatr 84: 10.019–10.028
33. Mast M, Kortzinger I, König E, Müller MJ (1998) Gender differences in fat mass of 5–7-year old children. Int J Obes Relat Metab Disord 22: 878–884
34. Menner K (1998) Befunde bei Vorsorgeuntersuchungen. Sozialpadiatrie 20: 243–245
35. Micozzi MS, Albanes D, Jones DY, Chumlea WC (1986) Correlations of body mass index with weight, stature, and body composition in men and women in NHANES I and II. Am J Clin Nutr 44: 725–731
36. Must A, Dallal GE, Dietz WH (1991) Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht2) and triceps skinfold thickness. Am J Clin Nutr 53: 839–846
37. Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz WH (1992) Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. N Engl J Med 327: 1350–1355
38. Neubert A, Remer T (1998) The impact of diatary protein intake on urinary creatinine excretion in a healthy pediatric population. J Pediatr 133: 655–659
39. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfeld SB (1998) Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. J Pediatr 132: 204–210
40. Poskitt E (1995) Defining childhood obesity: the relative body mass index (BMI). Acta Pediatr 84: 961–963
41. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guilloud-Bataille M, Patois E (1984) Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. Am J Clin Nutr 39: 129–135
42. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Guilloud-Bataille M, Avons P, Patois E, Sempe M (1987) Tracking the development of adiposity from one month of age to adulthood. Ann Hum Biol 14: 219–229
43. Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempe M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A (1991) Body Mass Index variation: centiles from birth to 87 years. Eur J Clin Nutr 45: 13–21
44. Rona RJ, Chinn S (1987) National Study of Health and Growth: social and biological factors associated with weight-for-height and triceps skinfold of children from ethnic groups in England. Ann Hum Biol 14: 231–248

45. Rosenthal M, Bain SH, Bush A, Warner JO (1994) Weight/height2.88 as a screening test for obesity or thinness in schoolage children. Eur J Pediatr 153: 876–883
46. Schaefer F, Georgi M, Wühl E, Schärer K (1998) Body mass index and percentage fat mass in healthy German schoolchildren and adolescents. Int J Obes Relat Metab Disord 22: 461–469
47. Schwandt P, Geiß HC, Ritter MM, Üblacker CH, Parhofer KG, Otto C, Laubach E, Donner MG, Haas GM, Richter WO (1999) The Prevention Education Program (PEP). A prospective study of the efficacy of family-oriented life style modification in the reduction of cardiovascular risk and disease: design and baseline data. J Clin Epidemiol 52: 791–800
48. Spyckerelle Y, Gueguen R, Guillemont M, Tosi E, Deschamps JP (1988) Adiposity indices and clinical opinion. Ann Hum Biol 15: 45–54
49. Strauss R (1999) Childhood obesity. Curr Probl Pediatr 29: 1–29
50. Troiano RP, Flegal KM, Kuczmarski RJ, Campbell SM, Johnson CL (1995) Overweight prevalence and trends for children and adolescents: The Naional Health and Nurtrition Examination Surveys, 1963 to 1991. Arch Pediatr Adolesc Med 149: 437–439
51. Wabitsch M, Kunze D (2001) Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter. Monatsschrift Kinderheilkd im Druck
52. Wang MC, Bachrach LK (1996) Validity of the body mass index as an indicator of adiposity in an ethnically diverse population of youths. Am J Hum Biol 8: 641–651
53. Watson PE, Watson ID, Batt RD (1979) Obesity indices. Am J Clin Nutr 32: 736–737
54. Weststrate JA, Deurenberg P, Tinteren H van (1989) Indices of body fat distribution and adiposity in Dutch children from birth to 18 years of age. Int J Obes Relat Metab Disord 13: 465–477
55. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidell KD, Dietz WH (1997) Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. N Engl J Med 337: 869–873
56. Whitaker RC, Pepe MS, Wright JA, Seidel KD, Dietz WH (1998) Early adiposity rebound and the risk of adult obesity. Pediatrics 101: e5
57. WHO (1997) Obesity epidemic puts millions at risk from related diseases. Press Release 46
58. Wittchen HU, Nelson CB, Lachner G (1998) Prevalence of mental disorder and psychosocial impairments in adolescence and young adults. Psychol Med 28: 109–126
59. Zabransky S, Weinand C, Schmidgen A, Schafmeister C, Müller S, Hollinger-Philipp R, Danker-Hopfe H (2000) Saarländische Wachstumsstudie: Perzentilkurven für Körperhöhe, Körpergewicht und Body Mass Index (BMI) für saarländische Jungen und Mädchen im Alter von 4–18 Jahren. Wien Med Wochenschr 150: 145–152
60. Zellner K, Kromeyer K, Jaeger U (1996) Growth studies in Jena, Germany: historical background and secular changes in stature and weight in children 7–14 years. Am J Hum Biol 8: 371–382
61. Zwiauer K, Wabitsch M (1997) Relativer Bodymass-Index (BMI) zur Beurteilung von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter. Monatsschr Kinderheilkd 145: 1312–1318