

M. Wabitsch · J. Hebebrand · W. Kiess
T. Reinehr · S. Wiegand *Hrsg.*

Adipositas bei Kindern und Jugendlichen

Grundlagen und Klinik

2. Auflage

 Springer

Adipositas bei Kindern und Jugendlichen

Martin Wabitsch • Johannes Hebebrand • Wieland Kiess
Thomas Reinehr • Susanna Wiegand
Hrsg.

Adipositas bei Kindern und Jugendlichen

Grundlagen und Klinik

2. Auflage

 Springer

Hrsg.

Martin Wabitsch
Sektion Pädiatrische Endokrinologie u.
Diabetologie,
Universitätsklinik für Kinder-
und Jugendmedizin
Ulm, Deutschland

Johannes Hebebrand
Kinder- und Jugendpsychiatrie,
Rheinische Kliniken der Universität
Duisburg-Essen
Essen, Deutschland

Wieland Kiess
Klinik und Poliklinik für Kinder-
und Jugendmedizin,
Universitätsklinikum Leipzig
Leipzig, Deutschland

Thomas Reinehr
Endokrinologie und Diabetologie,
Vestische Kinderklinik
Datteln, Deutschland

Susanna Wiegand
Sozialpädiatrisches Zentrum, Charité –
Universitätsmedizin Berlin
Berlin, Deutschland

ISBN 978-3-662-59215-1 ISBN 978-3-662-59216-8 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59216-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2005, 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Christine Lerche

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort zur 1. Auflage

This book comes at a very important time in the development of our understanding of the consequences of obesity in childhood and adolescence. The explosion in childhood overweight and obesity in the newly expanded European Union is remarkable. We can now expect about 400000 additional cases of overweight and obese children every year and this means that we are witnessing the emergence of what may reasonably be considered a new public health crisis, the dimensions of which we still find difficult to predict.

Given this new phenomenon it is very vital to have in this textbook an up-to-date synthesis of what we know about the problem of weight gain to which so many German, Swiss and Austrian medical scientists have contributed. This comprehensive analysis is fundamental and encompasses the exciting developments in our understanding of the genetic syndromes associated with obesity and perhaps more importantly the manifestations of single gene defects relating to the complex system for regulating energy balance. These analyses reveal the fundamental significance of the adipocyte/neuroregulatory arc in weight control, the onset of puberty, the relationship of weight gain to the development of the metabolic syndrome and the potential polygenic interaction with environmental factors which determine the interindividual differences in children's growth and adiposity. How these interact with the propensity to insulin resistance and the clear emergence for the first time of type 2 diabetes in children and adolescents is fascinating and highly relevant to the particular sensitivity to diabetes in children of Asian origin. Whether this reflects the impact of fetal imprinting of genetic expression, pathophysiological effects on pancreatic and liver development or more subtle effects is unclear but shows the value of integrating molecular, clinical and nutritional research to reveal the dimensions of what in other fields might be termed „functional genetics“.

The paediatrician's dilemma in assessing an overweight child and monitoring the impact of a variety of remedial measures as well as their long-term management is also covered and is of exceptional value. The clinical care of these children demands a new approach with a rigorous understanding of the factors that affect adiposity in children, the potential value of genetic assessment and how best to assess the parental, household and local community influences on the child's behaviour. Given our limited experience in the successful treatment of obese children and how to contribute to transforming the microenvironment in which they live, play and learn we need to change our clinical practice based on the expert analyses set out here.

Finally no textbook on childhood obesity can afford to ignore the challenge of how to prevent the accelerating obesity epidemic. We can already estimate that in Europe there are about 4000 mostly undiagnosed type 2 diabetic children and already the International Diabetes Federation in their recent atlas of global diabetes has

placed Germany and Spain within the top ten countries in the world for their high prevalences of type 2 diabetes. Given the accelerating diabetes rates and the current childhood obesity epidemic even these alarming estimates of future diabetes rates are probably underestimates. This comprehensive textbook is therefore timely as a stimulus to the continuing importance of contributions to our understanding by the German-speaking community of scholars. I commend this textbook to its readers.

W.P.T James

Chairman, International Obesity Task Force

Vorwort 2. Auflage

Seit der ersten Ausgabe des Lehrbuchs „Adipositas bei Kindern und Jugendlichen – Grundlagen und Klinik“ im Jahr 2005 hat sich dieses Gebiet wissenschaftlich und gesellschaftlich bedeutend weiterentwickelt. Adipositas bei Kindern und Jugendlichen ist im gesellschaftlichen Kontext ein weitreichendes Thema. Dabei sind die Aspekte wie „Adipogene Lebensbedingungen“, „Adipositas und Migrationsstatus“ sowie „Stigmatisierung und Diskriminierung von Kindern und Jugendlichen mit Adipositas“ von großer Bedeutung.

Heute wissen wir, dass Adipositas bei Kindern und Jugendlichen kein selbstgewählter Zustand ist, sondern eine chronische Erkrankung, die willentlich nur schwer zu beeinflussen ist. Die Erkenntnisse über die Bedeutung des Leptin/Leptinrezeptor/POMC/Melanocortin 4-Rezeptor Regulationsweges und der darin beim Menschen vorkommenden krankheitsauslösenden Genvarianten lehren uns, dass das Körpergewicht zentral durch Regelkreise reguliert wird und diese Regulation bei der Entstehung der Adipositas beeinträchtigt ist.

Die Auswertungen zahlreicher Therapiestudien zeigen die Grenzen der verhaltenstherapeutischen Behandlungsprogramme für Kinder und Jugendliche mit Adipositas und ihres dennoch wichtigen Stellenwertes in der Versorgung der Betroffenen und deren Familien. Die in diesem Buch dargestellten evidenzbasierten Schulungs- und Behandlungsprogramme werden auch die Grundlage sein, für das von der Bundesregierung im Jahr 2021 beschlossene DiseaseManagement Programm Adipositas. Angesichts dieser Erkenntnisse und Entwicklungen kommen den neuen pharmakologischen Therapieoptionen der Adipositas sowie der Adipositaschirurgie bei Jugendlichen mit extremer Adipositas eine zunehmende Bedeutung zu.

Die erste Auflage des Buches wurde gründlich überarbeitet und mit neuen Kapiteln ergänzt vor allem zu den oben aufgeführten Entwicklungen. Wenige Kapitel konnten mit nur geringfügigen Veränderungen aufgrund des nach wie vor gültigen Inhalts belassen werden. Vor Ihnen liegt nun ein umfassendes Lehrbuch zu Adipositas bei Kindern und Jugendlichen, das in seiner Form einzigartig ist und wertvolle Informationen zu allen Aspekten der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen beinhaltet.

Die Herausgebergruppe hat sich verändert. Wir danken Herrn Prof. Dr. Zwiauer für seine Beiträge zum Gelingen der ersten Auflage. Neu dazugekommen sind, Herr Prof. Dr. Reinehr und Fr. Prof. Dr. Wiegand. Die jetzige Herausgebergruppe hat in den vergangenen Jahren eng im Rahmen der vom BMBF geförderten JA-Studie (Jugendliche mit extremer Adipositas, 2021–2019) zusammengearbeitet. Daher war es naheliegend, dass diese Gruppe sich bei der Überarbeitung des Lehrbuchs und der Erstellung der zweiten Auflage engagiert.

Die Herausgeber danken allen Autoren für ihre geduldige und ausdauernde Arbeit im Rahmen der Überarbeitung der bisherigen Kapitel und bei der Gestaltung der neuen Kapitel. Wir bedanken uns bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Springer-Verlags für ihre geduldige Unterstützung bei der Herstellung der zweiten Auflage dieses Werkes.

Die Herausgeber Ulm, Essen, Leipzig, Datteln, Berlin
Im Dezember 2021

Inhaltsverzeichnis

I Definition und Epidemiologie

1	Definition, Anthropometrie und deutsche Referenzwerte für BMI, Körperumfänge, Hautfalten und Fettmasse	3
	<i>Katrin Kromeyer-Hauschild</i>	
1.1	Vorbemerkungen.....	3
1.2	Besonderheiten bei der Anwendung des BMI im Kindes- und Jugendalter.....	4
1.3	BMI-Referenzwerte für deutsche Kinder und Jugendliche.....	4
1.4	Definition von Übergewicht und Adipositas.....	11
1.5	Klinische Relevanz des BMI.....	12
1.6	Weitere Methoden zur Abschätzung des Körperfettanteils.....	15
1.7	Fazit.....	18
	Literatur.....	22
2	Epidemiologie	25
	<i>Rüdiger von Kries</i>	
2.1	Vorbemerkungen.....	25
2.2	Korrelationsstudien.....	25
2.3	Analytische epidemiologische Studien.....	26
2.4	Risikofaktoren für Adipositas im Kindesalter.....	27
	Literatur.....	32
3	Entwicklung der Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas in Deutschland und international	35
	<i>Anja Moss, Katrin Kromeyer-Hauschild und Martin Wabitsch</i>	
3.1	Vorbemerkungen.....	35
3.2	Vergangene und aktuelle Trends bezüglich Adipositas im Kindesalter in Deutschland.....	35
3.3	Vergangene und aktuelle Trends bezüglich Adipositas im Kindesalter international ..	37
3.4	Mögliche Ursachen und Konsequenzen der beobachteten Entwicklung.....	39
3.5	Resümee.....	40
	Literatur.....	42

II Ätiologie

4	Genetik und Gen-Umwelt-Interaktionen	47
	<i>Raphael Hirtz, Franziska Degenhardt, Anke Hinney und Johannes Hebebrand</i>	
4.1	Vorbemerkungen.....	47
4.2	Formalgenetische Befunde.....	48
4.3	Molekulargenetische Befunde.....	52
4.4	Molekulargenetische Diagnostik.....	56
	Literatur.....	58

5	Syndromale Formen der Adipositas	61
	<i>Denise Horn und Rainer Pankau</i>	
5.1	Vorbemerkungen	61
5.2	Prader-Willi-Syndrom	63
5.3	Bardet-Biedl-Syndrom	64
5.4	Cohen-Syndrom	68
5.5	Alström-Syndrom	68
5.6	Mixoploidie (2n/3n)	72
	Literatur	74
6	Monogene Adipositas	75
	<i>Julia von Schmurbein und Martin Wabitsch</i>	
6.1	Vorbemerkung	75
6.2	Klassische Störungen des Leptin-Melanokortin-Signalwegs	79
6.3	Störungen von Modulatoren des Leptin-Melanokortin-Signalwegs	88
6.4	Weitere Formen der monogenen Adipositas	91
6.5	Diagnostische Tipps	93
	Literatur	94
7	Hypothalamische Adipositas	99
	<i>Wieland Kiess, Antje Körner und Elena Sergeyev</i>	
7.1	Konzept der hypothalamen Adipositas	99
7.2	Ausgewählte Ursachen der hypothalamen Adipositas	104
	Weiterführende Literatur	107
8	Umgebungsfaktoren – Körperliche Aktivität	111
	<i>Johannes Hebebrand und Klaus Bös</i>	
8.1	Grundlagen	111
8.2	Bewegungsmangel	112
8.3	Zusammenhang zwischen Energieaufnahme und körperlicher Aktivität	114
8.4	Zusammenhang zwischen Energieverbrauch bzw. körperlicher Aktivität und anthropometrischen Variablen	115
8.5	Bedeutung des Fernsehkonsums	117
8.6	Ableitbare Empfehlungen	119
	Literatur	121
9	Umgebungsfaktoren – Ernährungsgewohnheiten	123
	<i>Mathilde Kersting</i>	
9.1	Ernährung im Wandel	123
9.2	Interpretation von Verzehrdaten	123
9.3	Energie, Nährstoffe	124
9.4	Energiedichte	125
9.5	Lebensmittel, Mahlzeiten	126

9.6	Ernährungsdaten aus Deutschland	129
9.7	Ernährungsempfehlungen	130
	Literatur.....	131

III Entwicklungsaspekte

10	Entwicklung von Energieaufwand und Körperzusammensetzung	135
	<i>Claudio Maffei, Yves Schutz und Martin Wabitsch</i>	
10.1	Einleitung	135
10.2	Gesamte Energieabgabe und ihre Komponenten	136
10.3	Gleichgewicht der Makronährstoffe (Substrat)	141
10.4	Zusammensetzung der Nahrung, Skelettmuskulatur und Adipositas	142
	Literatur.....	145
11	Entwicklung der körperlichen Aktivität in Abhängigkeit vom Lebensalter	147
	<i>Ulrike Korsten-Reck, Hilke Friesenborg und Katrin Röttger</i>	
11.1	Einleitung	147
11.2	Motopädagogische Grundlagen der körperlichen Aktivität	148
11.3	Medizinische Grundlagen der körperlichen Aktivität im Kindesalter	151
11.4	Ausblick.....	154
	Literatur.....	154
12	Entwicklung und Regulation des weißen Fettgewebes	157
	<i>Pamela Fischer-Posovszky, Julian Roos, Jan-Bernd Funcke und Martin Wabitsch</i>	
12.1	Wachstum des Fettgewebes während der körperlichen Entwicklung	157
12.2	Entwicklungsbiologische Ursprung der Fettzelle	158
12.3	Molekulare Mechanismen der adipogenen Differenzierung	160
12.4	Funktionen des Fettgewebes	161
12.5	Regulation des Fettzellstoffwechsels	162
12.6	Zellularität des Fettgewebes	163
	Literatur.....	164
13	Entwicklung und Regulation des braunen Fettgewebes	167
	<i>Daniel Tews und Martin Wabitsch</i>	
13.1	Historische Aspekte	167
13.2	Biologische Funktion des BAT und Thermogenese	169
13.3	Anatomische Lokalisation von BAT bei Kindern und Erwachsenen	169
13.4	Detektionsmethoden von BAT beim Menschen	170
13.5	BAT und Körpergewichtsregulation	172
13.6	BAT während des Kindes- und Jugendalters	173
13.7	Determination brauner Adipozyten und Plastizität von Fettgewebe	174
13.8	Hormonelle Regulation der braunen und beigen Adipozytendifferenzierung	175
	Literatur.....	176

14 Intrauterine und postnatale Prägung, Epigenetik	181
<i>Stephanie Brandt und Martin Wabitsch</i>	
14.1 Intrauterine Prägung – Rolle mütterlicher Faktoren	181
14.2 Postnatale Prägung – Rolle der frühkindlichen Ernährung	187
Literatur.....	188

IV Physiologische Regelsysteme

15 Physiologie der Körpergewichtsregulation	193
<i>Oliver Fricke, Martin Wabitsch und Eckhard Schönau</i>	
15.1 Zusammenhang zwischen Evolution und Regelung	193
15.2 Elemente und Modi der Regelung	194
15.3 Regelung des Körpergewichts.....	195
15.4 Hypothalamische Regelung der Nahrungsaufnahme	196
15.5 Modulation der Nahrungsaufnahme durch zentralwirksame Faktoren	196
15.6 Kybernetik der Gewichtsregulation.....	198
Literatur.....	199
16 Zentrale Regulation von Hunger, Sättigung und Energieverbrauch	201
<i>Peter Kühnen</i>	
16.1 Einführung	201
16.2 Neuroendokrine Regulation des Körpergewichts.....	201
16.3 Zentrale Regulation des Stoffwechsels und die Bedeutung von Neurotransmittern ...	204
16.4 Monogene Adipositas	205
16.5 Ausblick.....	207
Literatur.....	209
17 Regulation von Hunger, Sättigung und Stoffwechsel durch gastrointestinale Hormone	211
<i>Christian Roth und Thomas Reinehr</i>	
17.1 Einleitung	211
17.2 Regulierung des Appetits durch den GI-Trakt	213
17.3 Endokrinaktive Zellen im Darm	215
17.4 Hormone des Pankreas	217
17.5 Veränderung der Sekretion von GI-Hormonen bei Adipositas	218
17.6 Fazit	220
Literatur.....	220
18 Regulation von Hunger und Sättigung in Abhängigkeit von der Nahrungszusammensetzung	223
<i>Martin Wabitsch</i>	
18.1 Nahrungsbestandteile	223
Literatur.....	226

19 Regulation des Energiestoffwechsels	227
<i>Claudio Maffeis und Yves Schutz</i>	
19.1 Energiebilanz	227
19.2 Nährstoff- bzw. Substratbilanz	231
19.3 Nahrungszusammensetzung, Skelettmuskulatur und Adipositas	232
Literatur.....	234
20 Regulation des Energieverbrauchs über körperliche Bewegung	237
<i>Helge Hebestreit</i>	
20.1 Energiebereitstellung bei körperlicher Belastung	237
20.2 Körperliche Leistungsfähigkeit	238
20.3 Energieumsatz bei verschiedenen Aktivitäten	238
20.4 Körperliche Aktivität und Adipositas	238
20.5 Einfluss einer verordneten Belastung auf die körperliche Aktivität	240
Literatur.....	240
21 Das Fettgewebe als endokrines Organ	243
<i>Hans Hauner und Martin Wabitsch</i>	
21.1 Zellularität des Fettgewebes	243
21.2 Crosstalk zwischen Fettgewebe und anderen Körperorganen	244
21.3 Adipokine und chronische Inflammation	245
21.4 Fettzellprodukte und Insulinresistenz	249
21.5 Regionale Unterschiede	249
21.6 Sekretorische Funktion von Fettzellen und Adipositaskomplikationen	250
21.7 Beeinflussung der sekretorischen Funktion von Fettzellen durch Ernährung und Medikamente	251
Literatur.....	252
 V Komorbidität	
22 Insulinresistenz und Insulinsensitivität	257
<i>Christian Denzer und Eberhard Heinze</i>	
22.1 Insulinresistenz	257
22.2 Messung der Insulinresistenz im Kindes- und Jugendalter	262
Literatur.....	266
23 Störungen der Glukosetoleranz und Diabetes mellitus Typ 2	269
<i>Thomas Reinehr, Eberhard Heinze und Martin Wabitsch</i>	
23.1 Vorbemerkungen	269
23.2 Pathophysiologie	269
23.3 Epidemiologie bei Jugendlichen	270
23.4 Klinische Präsentation	271
23.5 Diagnostische Kriterien	271
23.6 Differenzialdiagnose	272

23.7	Screening	273
23.8	Komplikationen	273
23.9	Behandlung	274
23.10	Prävention	274
	Literatur.....	276
24	Serumlipide/-lipoproteine bei Kindern und Jugendlichen mit Übergewicht und Adipositas	279
	<i>Kurt Widhalm und Wieland Kiess</i>	
24.1	Erhöhte Serumlipide und Lipoproteine.....	279
24.2	Häufigkeit und Epidemiologie.....	279
24.3	Definition und Diagnostik.....	280
24.4	Pathophysiologie.....	280
24.5	Risiko- und Folgeerkrankungen.....	280
24.6	Therapie.....	281
	Literatur.....	282
25	Adipositas und Hypertonie	283
	<i>Klaus Arbeiter</i>	
25.1	Definition.....	283
25.2	Relevanz.....	283
25.3	Epidemiologie.....	283
25.4	Entstehung und Pathophysiologie.....	283
25.5	Behandlung.....	286
	Literatur.....	287
26	Fettleber und Cholezystopathie	289
	<i>Tanja Kaltenbach und Wolfgang Kratzer</i>	
26.1	Fettleber (Steatosis hepatis) und „non-alcoholic fatty liver disease“ (NAFLD).....	289
26.2	Cholezystopathie.....	293
	Literatur.....	295
27	Metabolische Syndrom im Kindes- und Jugendalter	297
	<i>Martin Wabitsch, Anja Moss, Pamela Fischer-Posovszky und Christian Denzer</i>	
27.1	Einleitung.....	297
27.2	Definitionen.....	298
27.3	Referenzwerte für die einzelnen Komponenten des Mets.....	299
	Literatur.....	310
28	Respiratorische Veränderungen und Schlafapnoe	313
	<i>Nikolaus Netzer und Wolfgang Siegfried</i>	
28.1	Adipositas und Atmung.....	313
28.2	Pathophysiologie der gestörten Atmung bei extremer Adipositas.....	313

28.3	Adipositas und obstruktives Schlafapnoesyndrom	315
28.4	Seltene genetische Erkrankungen mit Adipositas und gestörter Atmung	316
28.5	Gewichtsverlust als Therapie	317
	Literatur	317
29	Orthopädische Komorbidität	319
	<i>Falk Thielemann und Klaus Peter Günther</i>	
29.1	Vorbemerkungen	319
29.2	Fußdeformitäten	319
29.3	O- und X-Beinfehlstellungen	320
29.4	Epiphyseolysis capitis femoris (ECF, kindliches Hüftkopfgleiten)	322
29.5	Zusammenhang von Adipositas und Knie- bzw. Hüftarthrose	325
	Literatur	326
30	Endokrinologische Auffälligkeiten bei Adipositas im Kindesalter	329
	<i>Martin Wabitsch und Thomas Reinehr</i>	
30.1	Hintergrund	329
30.2	Wachstum und Körperhöhe	329
30.3	Schilddrüse	331
30.4	Nebennierenrindenfunktion	332
30.5	Pubertätsentwicklung	333
30.6	Gynäkomastie bei Jungen	333
30.7	Polyzystisches Ovarsyndrom	334
	Literatur	336
31	Psychiatrische Komorbidität einschließlich Essstörungen	339
	<i>Johannes Hebebrand</i>	
31.1	Psyche und Gewichtsregulation: Übergeordnete Gesichtspunkte	339
31.2	Stigmatisierung und deren Folgen	340
31.3	Assoziationen zwischen Adipositas und psychischen Störungen	341
31.4	Mögliche Ursachen für die Assoziation von psychischen Störungen mit Adipositas ...	348
	Literatur	350
32	Ist Adipositas bei Kindern und Jugendlichen eine Krankheit?	353
	<i>Martina Schmidhuber</i>	
32.1	Der Krankheitsbegriff als umstrittener Begriff	353
32.2	Zur Subjektivität und Intersubjektivität von Krankheit	354
32.3	Soziale Ursachen von Adipositas	355
32.4	Lebensqualität	355
32.5	Adipositas als Krankheit nach dem deutschen Sozialgesetzbuch	356
	Literatur	356

33	Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen mit Adipositas	357
	<i>Ulrike Ravens-Sieberer und Anne Kaman</i>	
33.1	Begriffsbestimmung von gesundheitsbezogener Lebensqualität	357
33.2	Standardisierte Erfassung von Lebensqualität	357
33.3	Lebensqualitätsforschung für Kinder und Jugendliche mit Adipositas.	358
	Literatur.....	364
34	Polyzystisches Ovarsyndrom	365
	<i>Thomas Reinehr</i>	
34.1	Definition	365
34.2	Klinische Leitsymptome	366
34.3	Hyperandrogenämie	366
34.4	Genese des PCOS.....	367
34.5	Assoziierte Komorbidität	368
34.6	Rationale Diagnostik	369
34.7	Therapie	371
	Literatur.....	373
VI	Diagnostik	
35	Somatische und laborchemische Diagnostik	377
	<i>Thomas Reinehr und Martin Wabitsch</i>	
35.1	Erfassung des Ausmaßes des Übergewichts.....	377
35.2	Ausschluss von Grundkrankheiten	377
35.3	Erfassung von Folgeerkrankungen durch das Übergewicht.....	381
	Literatur.....	384
36	Psychosoziale und Verhaltensdiagnostik	385
	<i>Petra Warschburger</i>	
36.1	Diagnostische Zielsetzungen.....	385
36.2	Überprüfen von Kontraindikationen.....	385
36.3	Diagnostik zur Steuerung des Therapieprozesses	387
36.4	Evaluationsdiagnostik	388
36.5	Resümee	389
	Literatur.....	390
37	Messung der Körperzusammensetzung	393
	<i>Christoph Fusch</i>	
37.1	Einleitung.....	393
37.2	2-, 3- und 4-Kompartiment-Modelle	393
37.3	Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung	395
	Literatur.....	402

38	Messung des Energieverbrauchs	405
	<i>Claudio Maffei, Yves Schutz und Martin Wabitsch</i>	
38.1	Gesamtenergieverbrauchsmessung	405
	Literatur	406
39	Messung der körperlichen Aktivität und Leistungsfähigkeit	407
	<i>Holger Förster und Susi Kriemler</i>	
39.1	Messmethoden der körperlichen Aktivität	407
39.2	Messmethoden der körperlichen Leistungsfähigkeit	411
	Literatur	414
40	Erfassung der Ernährung und Messung der Energiezufuhr	415
	<i>Plachta-Danielzik Sandra und Manfred Müller</i>	
40.1	Einleitung	415
40.2	Etablierte Methoden zur Erfassung der Ernährung und Energiezufuhr	415
40.3	Neue Methoden zur Erfassung der Ernährung und Energiezufuhr	418
40.4	Auswertungsmöglichkeiten	419
40.5	Validität von Ernährungserhebungen	419
40.6	Zusammenfassung und Empfehlung	420
	Literatur	421
 VII Therapie		
41	Grundsätzliche Überlegungen zu Grenzen und Möglichkeiten der Therapie	427
	<i>Johannes Hebebrand, Wieland Kiess, Karl Zwiauer und Martin Wabitsch</i>	
41.1	Vorbemerkungen	427
41.2	Indikationsstellung zur Therapie	428
41.3	Perspektiven und Forderungen	431
	Literatur	432
42	Indikation zur Behandlung und Therapieziele	433
	<i>Thomas Reinehr und Martin Wabitsch</i>	
42.1	Vorbemerkung	433
42.2	Indikation zu therapeutischen Maßnahmen	433
42.3	Indikationen zur Therapie der Komorbidität	434
42.4	Therapieziele	434
	Weiterführende Literatur	436
43	Konventionelle Therapiemöglichkeiten	437
	<i>Thomas Reinehr</i>	
43.1	Leitlinien	437
43.2	Therapiebausteine	438

43.3	Setting	440
43.4	Evaluation von Lebensstilinterventionen	442
43.5	Ausblick	444
	Literatur	445
44	Bewegung und Sport beim adipösen Kind und Jugendlichen	447
	<i>Christine Joisten</i>	
44.1	Einleitung	447
44.2	Nutzen von Sport	448
44.3	Sportprogramm	450
	Literatur	454
45	Körperliche Fitness und Gesundheitsrisiko	457
	<i>Ulrike Korsten-Reck, Hilke Friesenborg und Katrin Röttger</i>	
45.1	Einleitung	457
45.2	Stellenwert der körperlichen Leistungsfähigkeit	457
45.3	Risikofaktoren	459
45.4	Ziele eines Sportprogramms	462
	Literatur	464
46	Reduktion der Energiezufuhr	467
	<i>Mathilde Kersting</i>	
46.1	Ernährung in der Adipositas therapie bei Kindern und Jugendlichen	467
46.2	Allgemeine Ernährungsempfehlungen	469
46.3	Empfehlungen für die Lebensmittelauswahl	472
46.4	Mahlzeiten	476
46.5	Umsetzung	476
	Literatur	476
47	Verhaltenstherapie	479
	<i>Petra Warschburger</i>	
47.1	Einleitung	479
47.2	Ziele	479
47.3	Allgemeine Prinzipien der Verhaltenstherapie	480
47.4	Verhaltenstherapeutische Techniken	481
47.5	Komplexe Schulungsprogramme	487
47.6	Studien zur Wirksamkeit	489
47.7	Neuere Entwicklungen	490
	Literatur	491

48	Pharmakologische Therapie	493
	<i>Martin Wabitsch, Thomas Reinehr, Christian Denzer, Wolfgang Siegfried und Wieland Kiess</i>	
48.1	Grundsätzliche Überlegungen	493
48.2	Wirkmechanismus von gewichtsreduzierenden Medikamenten und deren aktueller Einsatz	493
48.3	Ernährungszusätze und pflanzliche Präparate	496
48.4	Andere Medikamente mit gewichtsreduzierendem Potenzial	496
48.5	Ausblick	497
	Literatur	498
49	Chirurgische Maßnahmen	499
	<i>Martin Wabitsch</i>	
49.1	Wirkprinzip der Adipositaschirurgie	499
49.2	Wirksamkeit adipositaschirurgischer Maßnahmen bei Jugendlichen	500
49.3	Mögliche Anwendung von adipositaschirurgischen Maßnahmen bei Jugendlichen mit extremer Adipositas	501
49.4	Ethische Überlegungen	505
	Literatur	506
50	Bedeutung der Adipositasschulung	507
	<i>Ines Gellhaus, Benjamin Koch und Uwe Tiedjen</i>	
50.1	Einführung und Definition	507
50.2	Indikation	508
50.3	Ziele	509
50.4	Struktur	510
50.5	Inhalte	511
50.6	Organisation	512
50.7	Zusammenfassung und Perspektiven	513
	Literatur	513
51	Rehabilitation und soziale Integration	515
	<i>Stephan Springer</i>	
51.1	Einleitung	515
51.2	Grundlagen der Rehabilitation	515
51.3	Beratung und Zuweisung	517
51.4	Rehabilitationsdiagnostik	517
51.5	Therapie	518
51.6	Rehabilitationsergebnis	520
51.7	Vernetzung und Nachsorge	521
51.8	Chancen, Grenzen und Wirksamkeit der Rehabilitation	521
	Literatur	522

VIII Soziale Aspekte, Prävention und Perspektiven

52 Adipositas und Migrationsstatus	525
<i>Susanna Wiegand</i>	
52.1 Vorbemerkung	525
52.2 Einführung	525
52.3 Bedeutung und Einfluss kultureller Unterschiede	527
52.4 Migration und Ernährung	530
52.5 Ethnizität und Komorbidität der Adipositas	531
Literatur	534
53 Stigmatisierung und Diskriminierung	537
<i>Anja Hilbert und Hans-Christian Puls</i>	
53.1 Einleitung	537
53.2 Prävalenz gewichtsbezogener Stigmatisierung	537
53.3 Korrelate gewichtsbezogener Stigmatisierung bei Kindern und Jugendlichen	540
53.4 Implikationen	541
Literatur	541
54 Prävention von Übergewicht	545
<i>Manfred Müller und Sandra Plachta-Danielzik</i>	
54.1 Einleitung	545
54.2 Strategien zur Prävention	545
54.3 Geeignete Zeiträume für die Prävention	547
54.4 Determinanten von Übergewicht und Empfehlungen für seine Prävention	548
54.5 Sollten Strategien der Prävention gezielt an eine Risikogruppe gerichtet sein?	550
54.6 „Endpunkte“ von Präventionsmaßnahmen	551
54.7 Ergebnisse kontrollierter Studien	551
54.8 Realistische Erwartungen	553
54.9 Zusammenfassung	554
Literatur	555
55 Gesundheitsökonomische Betrachtungen und Finanzierung von Prävention und Therapie	557
<i>Diana Sonntag und Freia de Bock</i>	
55.1 Einleitung	557
55.2 Methoden zur Beschreibung und Messung der ökonomischen Krankheitslast	558
55.3 Krankheitskostenstudien von Adipositas im Kindesalter	559
55.4 Gesundheitsökonomische Evaluation: Methodik	561
55.5 Gesundheitsökonomische Evaluation präventiver und therapeutischer Adipositasinterventionen	563
55.6 Fazit	564
Literatur	565

IX Empfehlungen und Hilfen

56	Erstkontakt mit dem Patienten und seinen Eltern	569
	<i>Martin Wabitsch</i>	
56.1	Grundsätzliche Empfehlungen zum Umgang mit dem Patienten und seinen Eltern ...	569
56.2	Basisinformationen für Patienten und Eltern	569
57	Diagnostik	571
	<i>Thomas Reinehr, Martin Wabitsch und Susanna Wiegand</i>	
57.1	Diagnostikempfehlungen	571
58	Therapeutisches Vorgehen	577
	<i>Martin Wabitsch</i>	
58.1	Empfehlungen zum therapeutischen Vorgehen	577
58.2	Lebensmittelliste	579
59	Informationen für Lehrer	585
	<i>Martin Wabitsch</i>	
59.1	Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen	585
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis	589

Über die Herausgeber

Prof. Dr. med. Martin Wabitsch Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. med. Johannes Hebebrand Kinder- und Jugendpsychiatrie, Rheinische Kliniken der Universität Duisburg-Essen, Essen, Deutschland

Prof. Dr. med. Wieland Kiess Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

Prof. Dr. med. Thomas Reinehr Endokrinologie und Diabetologie, Vestische Kinderklinik, Datteln, Deutschland

Dr. med. Susanna Wiegand Sozialpädiatrisches Zentrum, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. med. Klaus Arbeiter Abteilung für Pädiatrische Nephrologie und Gastroenterologie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

Dr. med. Freia de Bock Mannheimer Institut für Public Health, Sozial- und Präventivmedizin, Medizinische Fakultät der Universität Mannheim, Mannheim, Deutschland

Prof. Dr. med. Klaus Bös Institut für Sport und Sportwissenschaften, Universität Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland

Dr. biol. hum. Stephanie Brandt Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

PD Dr. Franziska Degenhardt Klinik für Kinderheilkunde II, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

Dr. med. Christian Denzer Sektion Pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin Ulm, Ulm, Deutschland

Dr. med. Pamela Fischer-Posovszky Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Dr. med. Holger Förster Landesklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Landeskliniken Salzburg, Salzburg, Österreich

Prof. Dr. med. Oliver Fricke Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke, Herdecke, Deutschland

Dr. Jan-Bernd Funcke Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. med. Christoph Fusch Klinik für Neugeborene, Kinder und Jugendliche, Klinikum Nürnberg, Nürnberg, Deutschland

Dr. rer. medic. Ines Gellhaus Praxis für Ernährung, Paderborn, Deutschland

Prof. Dr. med. Klaus Peter Günther Orthopädische Klinik, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

Prof. Dr. med. Hans Hauner Klinikum rechts der Isar TU München, Else-Kröner-Fresenius-Zentrum für Ernährungsmedizin, München, Deutschland

Prof. Dr. med. Helge Hebestreit Universitäts-Kinderklinik, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. med. Eberhard Heinze Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. med. Anja Hilbert Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

Dr. med. Anke Hinney Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters, Universität Duisburg-Essen, Essen, Deutschland

Dr. med. Raphael Hirtz Klinik für Kinderheilkunde II, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

Prof. Dr. med. Denise Horn Institut für Medizinische Genetik und Humangenetik, Universitäts Medizin der Charité, Berlin, Deutschland

Prof. Dr. med. Christine Joisten Deutsche Sporthochschule Köln, Köln, Deutschland

Tanja Kaltenbach Innere Medizin I, Universitätsklinikum Ulm, Ulm, Deutschland

Dr. Anne Kaman Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, -psychotherapie und – psychosomatik, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Prof. Dr. med. Mathilde Kersting Forschungsinstitut für Kinderernährung, Dortmund, Deutschland

Dr. Benjamin Koch ZABS – Zentrum für Adipositaschulung, Bremen, Deutschland

Prof. Dr. med. Antje Körner Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

Prof. Dr. med. Ulrike Korsten-Reck c/o Badischer Sportbund Freiburg, Adipositas Akademie Freiburg e.V., Freiburg, Deutschland

Hilke Friesenborg Institut für Sport und Sportwissenschaft, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland

Prof. Dr. med. Wolfgang Kratzer Zentrum für Innere Medizin, Universitätsklinikum Ulm, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. Susi Kriemler Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention, Universität Zürich, Zürich, Schweiz

Prof. Dr. med. Rüdiger von Kries Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin, München, Deutschland

Dr. rer. nat. habil. Katrin Kromeyer-Hauschild Institut für Humangenetik, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland

Prof. Dr. Peter Kühnen Charité, Uniklinik Berlin, Berlin, Deutschland

Prof. Dr. med. Claudio Maffei UOC Pediatrica Diabetologia, Universität Verona, Verona, Italy

Dr. Anja Moss Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. med. Manfred Müller Institut für Humanernährung u. Lebensmittelkunde, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland

Prof. Dr. med. Nikolaus Netzer Hermann Buhl Institut für Hypoxie und Schlafmedizinforschung des Institut für Sportwissenschaft, Leopold Franzens Universität Innsbruck, Bad Aibling, Deutschland

Prof. Dr. med. Rainer Pankau Kinderklinik, Ostseekliniken Stralsund, Stralsund, Deutschland

Dr. oec. troph. Sandra Plachta-Danielzik Kompetenznetz Darmerkrankungen e.V., Kiel, Deutschland

Dipl.-Psych. Hans-Christian Puls Klinik und Poliklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

Prof. Dr. med. Ulrike Ravens-Sieberer Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Dr. Julian Roos Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. med. Christian Roth Division of Endocrinology and Diabetes, Pediatrics, University of Washington, Seattle, USA

Katrin Röttger Institut für Sport und Sportwissenschaft, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland

Univ.-Prof. Dr. Martina Schmidhuber Karl-Franzen-Universität Graz, Graz, Austria

Dr. med. Julia von Schnurbein Sektion Pädiatrische Endokrinologie u. Diabetologie, Universitätsklinik für Kinder und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Prof. Dr. med. Eckhard Schönau Universitäts-Kinderklinik Köln, Köln, Deutschland

Prof. Dr. med. Yves Schutz Departement de Medine/Physiologie, Université de Fribourg, Fribourg, Schweiz

Dr. med. Elena Sergejev Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

Dr. med. Wolfgang Siegfried Adipositas-Zentrum, Evang.-Luth. Diakoniewerk Hohenbrunn, Riemering, Deutschland

Dr. rer. pol. Diana Sonntag Mannheimer Institut für Public Health, Sozial- und Präventivmedizin, Medizinische Fakultät der Universität Mannheim, Mannheim, Deutschland

Dr. med. Stephan Springer Krankenhaus Auf der Bult, Hannoversche Kinderheilstalt, Hannover, Deutschland

Dr. rer. nat. Daniel Tews Endokrinologisches Forschungslabor, Universitätsklinik für Kinder und Jugendmedizin, Ulm, Deutschland

Dr. med. Falk Thielemann Orthopädische Klinik, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

Uwe Tiedjen Rehaforschung Fachklinik Sylt e.V., Sylt/Westerland, Deutschland

Prof. Dr. Petra Warschburger Institut für Psychologie, Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

Prof. Dr. med. Kurt Widhalm Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde Wien, Wien, Austria

Prof. Dr. med. Karl Zwiauer Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Landesklinikum St. Pölten-Lilienfeld, St. Pölten, Österreich

Definition und Epidemiologie

Erst seit wenigen Jahren wird international der Body Mass Index (BMI; kg/m^2) als weitgehend körperhöhenbereinigtes Maß für das Körpergewicht sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern herangezogen. Übergewicht und Adipositas im Erwachsenenalter werden gemäß der WHO durch BMI-Werte ≥ 25 bzw. $\geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$ definiert. Im Kindes- und Jugendalter werden international nach wie vor unterschiedliche Definitionen benutzt. In Deutschland hat die Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter die 90. bzw. 97. BMI-Perzentile als Schwellenwerte für die Definitionen dieser Gewichtsklassen vorgeschlagen. Die Perzentile basieren auf mehreren Querschnittsstudien, deren Daten gemeinsam analysiert wurden. Bislang existiert in Deutschland keine national repräsentative Studie; nach Abschluss des noch laufenden Kinder- und Jugend-Surveys des Robert-Koch-Instituts werden erstmalig solche für ganz Deutschland repräsentative Daten vorliegen. Es ist zu hoffen, dass ähnlich zu den „National Health and Nutrition Examination Surveys“ in den USA auch in Deutschland in mehrjährigen Abständen der Kinder- und Jugend-Survey wiederholt wird. Hierdurch wäre ein wichtiges gesundheitspolitisches Ziel erreicht: Es könnte systematisch erfasst werden, wie sich die BMI-Verteilung bei Kindern und Jugendlichen im Verlauf der Zeit verändert.

Gegenwärtig wird allgemein davon ausgegangen, dass der Trend zu zunehmend höheren BMI-Werten in den nächsten Jahren anhalten wird. Bei der so genannten „Adipositas-Epidemie“, die sowohl in Industrie- als auch in Schwellenländern seit ca. 20–30 Jahren ihren Lauf nimmt, ist zu berücksichtigen, dass die absoluten BMI-Zunahmen im oberen Perzentilbereich deutlich stärker ausfallen als im unteren oder vereinfacht ausgedrückt: Die Dicken werden immer dicker.

Eine elterliche Belastung mit Adipositas stellt den Hauptrisikofaktor für Übergewicht im Kindes- und Jugendalter dar; alle anderen Faktoren sind im Vergleich hierzu von deutlich geringerer Bedeutung; kausal ist an genetische Effekte und Umweltfaktoren zu denken. Am einheitlichsten findet sich sonst noch in Industriestaaten eine niedrige soziale Schichtzugehörigkeit mit Übergewicht und Adipositas assoziiert. Ein niedriger Bildungsstatus der Eltern und insbesondere der Mütter ist hier offenbar der maßgebliche Faktor. Alle anderen Assoziationen – wie z. B. Nicht-Stillen, so genanntes „catch-up growth“ und körperliche Inaktivität – wurden zwar wiederholt, aber nicht einheitlich, in allen Studien nachgewiesen.

Inhaltsverzeichnis

- Kapitel 1** **Definition, Anthropometrie und deutsche Referenzwerte für BMI, Körperumfänge, Hautfalten und Fettmasse – 3**
Katrin Kromeyer-Hauschild
- Kapitel 2** **Epidemiologie – 25**
Rüdiger von Kries
- Kapitel 3** **Entwicklung der Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas in Deutschland und international – 35**
Anja Moss, Katrin Kromeyer-Hauschild, und Martin Wabitsch



Definition, Anthropometrie und deutsche Referenzwerte für BMI, Körperumfänge, Hautfalten und Fettmasse

Katrin Kromeyer-Hauschild

1.1 Vorbemerkungen

Eine Adipositas besteht, wenn der Anteil des Fettgewebes an der Gesamtkörpermasse über eine definierte Grenze kritisch erhöht ist.

Die Begriffe Adipositas und Übergewicht werden oftmals synonym verwendet, obwohl dies aus medizinischer Sicht nicht korrekt ist und eine saubere Trennung erfolgen sollte. Während bei der Adipositas die erhöhte Fettmasse ausschlaggebend ist, liegt ein Übergewicht vor, wenn das körperhöhenbezogene Körpergewicht ein bestimmtes Maß übersteigt. Adipositas ist in den meisten Fällen mit Übergewicht verbunden, aber Übergewichtige sind nicht zwangsläufig adipös.

Die Definition der Adipositas erfordert somit einerseits die Bestimmung der Fettmasse und andererseits muss eine Festlegung erfolgen, ab welchem Ausmaß eine erhöhte Fettmasse vorliegt. Die exakte Bestimmung der Körperfettmasse ist nur mit aufwändigen und kostspieligen Methoden möglich (► Kap. 37). Es gibt deshalb zahlreiche indirekte Methoden zur Ermittlung der Fettmasse. Neben Hautfaltenmessungen kommen Messungen von Körperumfängen und verschiedene

Körpergewichts-Körperhöhen-Indizes zur Anwendung. Eine ideale Methode bzw. ein idealer Index sollte eng mit der Fettmasse korrelieren und unabhängig von der Körpergröße sein. Obwohl Hautfaltenmessungen diese Forderungen erfüllen, kommen diese nicht routinemäßig zum Einsatz. Dies ist u. a. auf methodische Probleme, wie z. B. Unterschiede zwischen einzelnen Untersuchern, schlechte Reproduzierbarkeit der Messungen bzw. Messstellen, großer Messfehler bei geringer messpraktischer Erfahrung und Zunahme des Messfehlers mit zunehmender Hautfaldendicke, zurückzuführen. Im ärztlichen Alltag hat sich die Verwendung der einfach messbaren Parameter Körpergröße und Körpergewicht und des daraus abgeleiteten Body Mass Index (BMI) zur Abschätzung der Fettmasse bei Erwachsenen sowie in den letzten Jahren auch bei Kindern und Jugendlichen durchgesetzt.

In zahlreichen Untersuchungen (Micozzi et al. 1986; Spyckerelle et al. 1988; Daniels et al. 1997; Pietrobelli et al. 1998) konnte gezeigt werden, dass der BMI sowohl für Erwachsene als auch für Kinder und Jugendliche ein akzeptables Maß für die Gesamtkörperfettmasse darstellt. Für

die Verwendung des BMI bei Kindern und Jugendlichen spricht die Tatsache, dass die Altersveränderungen beim BMI denen beim Körperfett ähnlich sind (Cole und Rolland-Cachera 2002). Im Vergleich zu anderen Gewichts-Größen-Indizes weist er bei Kindern und weiblichen Jugendlichen darüber hinaus die geringste Korrelation zur Körpergröße auf (Rolland-Cachera et al. 1982; Cole 1991). Die Verwendung des BMI für die Identifizierung von therapiebedürftigen Kindern und Jugendlichen sichert eine hohe Spezifität bei geringer Sensitivität (Himes und Bouchard 1989). Das bedeutet, dass alle wirklich adipösen Kinder als solche identifiziert werden, wobei aber in Kauf genommen wird, dass einige weniger adipöse Kinder als nicht adipös eingestuft werden könnten.

Praxistipp

Der BMI ist ein geeignetes Screening-instrument zur Feststellung für Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter.

1.2 Besonderheiten bei der Anwendung des BMI im Kindes- und Jugendalter

Für Erwachsene wurde anhand des Morbiditäts- und Mortalitätsrisikos festgelegt, dass ab einem BMI $>25 \text{ kg/m}^2$ Übergewicht und ab einem BMI $>30 \text{ kg/m}^2$ Adipositas vorliegt (WHO 1997). Diese risikobezogenen BMI-Grenzwerte der Erwachsenen können bei Kindern und Jugendlichen nicht angewendet werden. Durch das Wachstum und die Pubertätsentwicklung und den damit verbundenen Änderungen der Körperzusammensetzung unterliegt der BMI typischen alters- und geschlechtsspezifischen Veränderungen.

Im Wachstumsalter sollte die Bestimmung von Übergewicht und Adiposi-

tas anhand des altersbezogenen BMI – in Form von populationsvspezifischen BMI-Perzentilen für Jungen und Mädchen – erfolgen.

Derartige BMI-Perzentilkurven gibt es z. B. für Kinder und Jugendliche in Frankreich (Rolland-Cachera et al. 1991), England (Cole et al. 1995), Schweden (Lindgren et al. 1995), den Niederlanden (Cole und Roede 1999) und den USA (Kuczmarski et al. 2002). Zur Verbesserung der Vergleichbarkeit von Prävalenzangaben zu Übergewicht und Adipositas aus verschiedenen Ländern wurde von Cole et al. (2000) darüber hinaus eine internationale BMI-Referenzkurve aus den Daten von 6 nationalen Untersuchungen erstellt.

Praxistipp

Zur Beurteilung des körperhöhen-adjustierten Gewichts eines Kindes oder Jugendlichen sollte der individuelle BMI bestimmt werden und mit geschlechts- und altersbezogenen BMI-Perzentilwerten des Kindes verglichen werden.

1.3 BMI-Referenzwerte für deutsche Kinder und Jugendliche

In Deutschland wird von der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) die Benutzung einheitlicher BMI-Perzentile (Kromeyer-Hauschild et al. 2001; ► www.a-g-a.de) empfohlen. Diese basieren auf Querschnittsdaten von 17.147 Jungen und 17.275 Mädchen aus 17 Untersuchungen in verschiedenen Regionen Deutschlands und spiegeln die BMI-Verteilung im Altersbereich von 0–18 Jahren nach 1985 wider. Die Perzentilberechnung erfolgte mittels LMS-Methode (Cole 1990). Die AGA schlägt für den Altersbereich von 15–18 Jahren eine nachträgliche Modifikation dieser im Jahr 2001 vorgestellten

BMI-Perzentile vor (Kromeyer-Hauschild et al. 2015). Diese Modifikation beruht auf einer Zusammenführung der AGA-Daten dieser Altersgruppe mit den Daten des Bundes-Gesundheitssurvey 1998 (BGS98). Die daraus mittels o. g. LMS-Methode erstellten BMI-Perzentile für 15- bis 79-Jährige ermöglichen – in Kombination mit den bisherigen AGA-Perzentilen für 0- bis 15-Jährige – eine kontinuierliche Betrachtung der BMI-Entwicklung von der Kindheit bis ins Erwachsenenalter.

■ ■ Perzentile

In den ■ Abb. 1.1 und 1.2 sind die BMI-Perzentile (3., 10., 25., 50., 75., 90., 97. Perzentile) für o. g. Jungen/Männer und Mädchen/Frauen dargestellt.

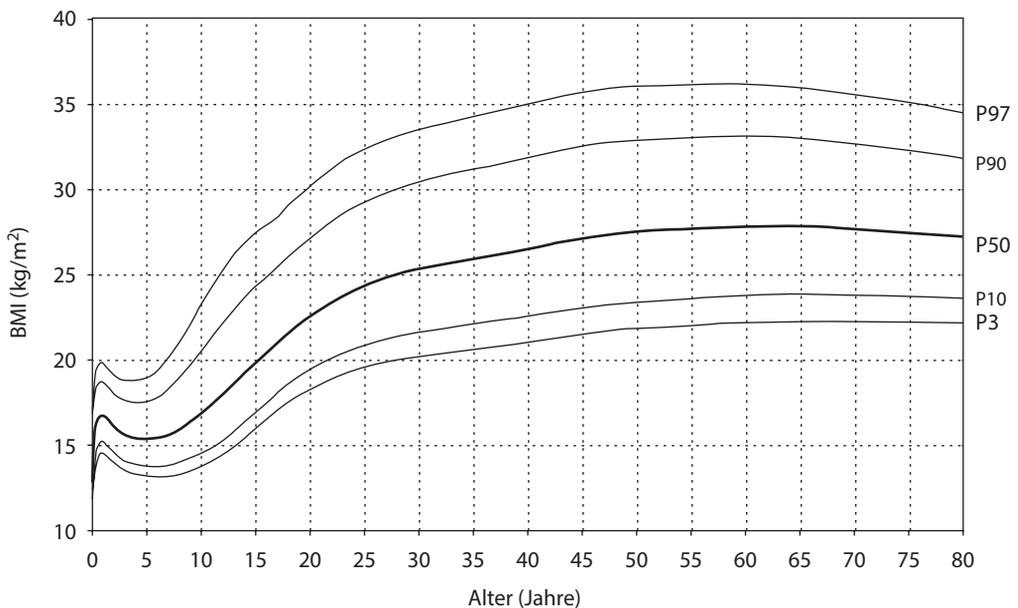
Detaillierte Tabellen mit monatsgenauen Perzentilwerten für den BMI können auf der Homepage der AGA (► www.a-g-a.de) eingesehen werden. In wobei $M(t)$, $L(t)$ und

$S(t)$ die entsprechenden Parameter in einem bestimmten Alter (t) sind. Z_a ist der SD-Score bzw. Z-Score der Standardnormalverteilung (z. B. $\acute{a} = 97\%$, $z_a = 1,881$; $\acute{a} = 90\%$, $z_a = 1,282$; $\acute{a} = 75\%$, $z_a = 0,674$; $\acute{a} = 50\%$, $z_a = 0$; $\acute{a} = 25\%$, $z_a = -0,674$; $\acute{a} = 10\%$, $z_a = -1,281$; $\acute{a} = 3\%$, $z_a = -1,881$).

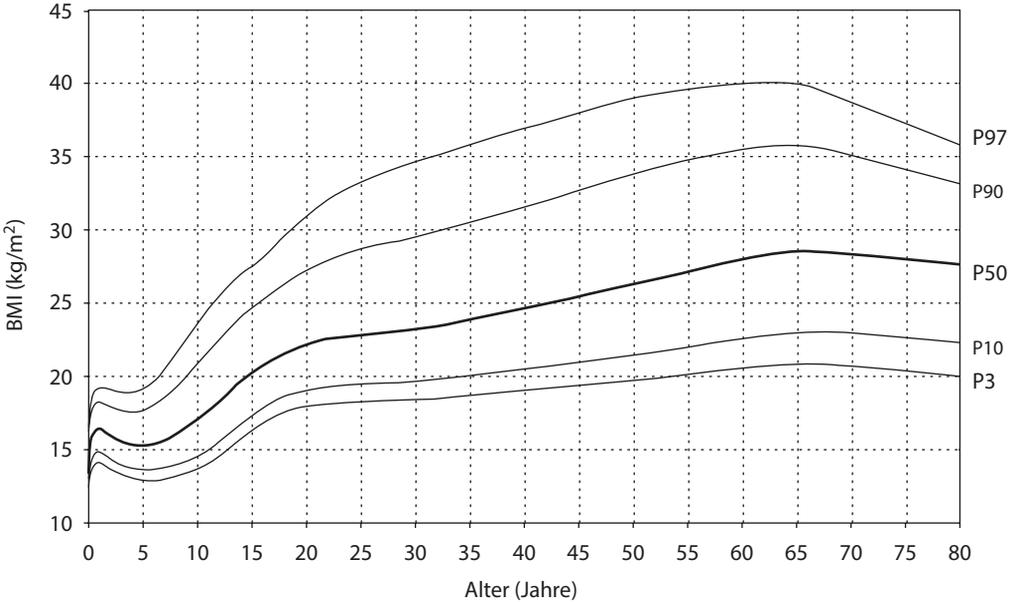
■ ■ BMI-SDS-Werte

Durch die LMS-Methode ist auch bei nicht normalverteilten Merkmalen – wie dem BMI – die Berechnung von „Standard Deviation Scores“ (SDS_{LMS}) möglich. Die Ermittlung des SDS_{LMS} ist u. a. sinnvoll, wenn die Werte im untersten bzw. im obersten BMI-Bereich liegen. Während die Perzentilwerte hier keine adäquate Vergleichsmöglichkeit bieten, kann durch die SDS-Werte eine genaue Differenzierung erfolgen.

■ Tab. 1.1 sind die die BMI-Perzentile für 0- bis 23-Jährige in Halbjahresabständen aufgelistet.



■ Abb. 1.1 Perzentile für den Body-Mass-Index (BMI) von Jungen und Männern im Alter von 0–79 Jahren. (Mit freundl. Genehmigung aus: Kromeyer-Hauschild et al. 2015)



■ **Abb. 1.2** Perzentile für den Body-Mass-Index (BMI) von Mädchen und Frauen im Alter von 0–79 Jahren. (Mit freundl. Genehmigung aus: Kromeyer-Hauschild et al. 2015)

➤ **Wichtig**

Das jeweilige Perzentil gibt an, wie viel Prozent der gleichaltrigen Kinder gleichen Geschlechts einen niedrigeren BMI-Wert aufweisen (z. B. haben bei P3 3 %, bei P97 97 % der Kinder einen kleineren BMI).

Durch die Verwendung der LMS-Methode zur Perzentilberechnung wird die Verteilung des BMI in der Stichprobe über das Alter durch 3 Parameter charakterisiert:

- die Box-Cox-Powertransformation (Lambda = L),
- den Median (M) und
- den Variationskoeffizienten (Sigma = S).

Die ermittelten altersspezifischen Parameter für L, M und S (wobei M(t), L(t) und S(t) die entsprechenden Parameter in einem bestimmten Alter (t) sind. $Z_{\dot{a}}$ ist der SD-Score bzw. Z-Score der Standardnormalverteilung (z. B. $\dot{a} = 97 \%$, $Z_{\dot{a}} = 1,881$; $\dot{a} = 90 \%$, $Z_{\dot{a}} = 1,282$; $\dot{a} = 75 \%$, $Z_{\dot{a}} = 0,674$; $\dot{a} = 50 \%$,

$Z_{\dot{a}} = 0$; $\dot{a} = 25 \%$, $Z_{\dot{a}} = -0,674$; $\dot{a} = 10 \%$, $Z_{\dot{a}} = -1,281$; $\dot{a} = 3 \%$, $Z_{\dot{a}} = -1,881$).

■ **BMI-SDS-Werte**

Durch die LMS-Methode ist auch bei nicht normalverteilten Merkmalen – wie dem BMI – die Berechnung von „Standard Deviation Scores“ (SDS_{LMS}) möglich. Die Ermittlung des SDS_{LMS} ist u. a. sinnvoll, wenn die Werte im untersten bzw. im obersten BMI-Bereich liegen. Während die Perzentilwerte hier keine adäquate Vergleichsmöglichkeit bieten, kann durch die SDS-Werte eine genaue Differenzierung erfolgen.

■ **Tab. 1.1** ermöglichen die Berechnung jedes beliebigen Perzentils nach der folgenden Formel:

$$C_{\infty}(t) = M(t) \times [1 + L(t) \times S(t) \times z_{\dot{a}}]^{1/L(t)}$$

wobei M(t), L(t) und S(t) die entsprechenden Parameter in einem bestimmten Alter (t)