

Sekundäre Fettstoffwechselstörungen im Kindesalter

Zur Häufigkeit der Dyslipoproteinämien bei übergewichtigen Kindern

Ulrike Korsten-Reck, Katrin Kromeyer-Hauschild*, Gerta Rücker, Manfred Baumstark, Hans-Hermann Dickhuth, Aloys Berg

Medizinische Universitätsklinik, Abt. Rehabilitative und Präventive Sportmedizin, Hugstetter Str. 55, 79106 Freiburg

*Institut für Humangenetik und Anthropologie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Kollegiengasse 10, 07740 Jena

Zusammenfassung

Fragestellung: Trotz des Wissens um den Krankheitswert der kindlichen Adipositas und des prognostischen Risikos für atherosklerotische Folgeerkrankungen fehlen Leitlinien oder Empfehlungen zur Beurteilung und Behandlung von Risikofaktoren im Kindesalter. Dies trifft insbesondere auf Normwerte für Blutlipide zu. Dabei ist nicht gesichert, ob bei übergewichtigen Kindern mit einer erhöhten Häufigkeit von Dyslipoproteinämie zu rechnen ist.

Methode: Orientiert an den Daten der LRC-Studien (Lipid Research Clinics Population studies) der Altersgruppe 10–14 Jahre wurden n=781 übergewichtige Kinder (BMI [Body Mass Index] >97. Perzentil) im Alter von $10,3 \pm 1,1$ Jahren zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung im Rahmen der Teilnahme am ambulanten Therapieprogramm FITOC (*Freiburg Intervention Trial for Obese Children*) auf ihr Lipidprofil (Gesamt-, LDL- und HDL-Cholesterin [C] und Triglyzeride [TG] überprüft und vier Fallgruppen zugeteilt: A: Normalbefund (HDL-C >40mg/dl, LDL-C <125mg/dl), B: Hyper-LDL-Cholesterinämie (HDL-C >40mg/dl, LDL-C >125mg/dl), C: Hypo-HDL-Cholesterinämie (HDL-C <40mg/dl, LDL-C <125mg/dl) und D: kombinierte Dyslipoproteinämie (HDL-C <40mg/dl, LDL-C >125mg/dl). Cholesterin wurde mit einem enzymatischen Farbttest (Cholesterin CHOD-PAP-Methode), LDL-Cholesterin sowie HDL-Cholesterin mit einem elektrophoretischen Verfahren (Helena REP Diagnostic, Greiner Bio Chemica) gemessen.

Ergebnisse: Im Gegensatz zur LRC-Verteilung und bei Festlegung des 90. LDL-Perzentils als abweichend erhöhte bzw. des 10. HDL-Perzentils als abweichend erniedrigte Werte finden sich bei den untersuchten Kindern 19,9% als Hyper-LDL-C-Typ, 19,6% als Hypo-HDL-C-Typ und 3,9% als kombinierter Dyslipoproteinämie-Typ; typischerweise zeigt der Hypo-HDL-C-Typ eine begleitende Hypertriglyzeridämie.

Schlussfolgerung: Die gefundenen Ergebnisse unterstreichen in erschreckender Weise die vermehrte Häufigkeit (41,2%) von nicht normalen Blutfettwerten bei übergewichtigen Kindern und charakterisieren diese als Risikogruppe für mögliche Fettstoffwechselstörungen

und deren Folgeerkrankungen. Übergewichtige Kinder bedürfen somit einer gezielten Diagnostik der Blutfette sowie einer hierauf ausgerichteten therapeutischen Konsequenz.

Einleitung

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) bezeichnet die Adipositas als globales Problem bzw. als eine Besorgnis erregende Epidemie. Daten der National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) von 1999 bis 2000 zeigen, dass in den USA gegenwärtig ca. 65% der Erwachsenen übergewichtig ($\text{BMI} > 25 \text{ kg/m}^2$) sind. Die Prävalenz der Adipositas ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$) stieg zwischen dieser Untersuchung und der vorhergehenden (NHANES III) aus den Jahren 1988 bis 1994 von 23 auf 31% [5]. Auch bei Kindern und Jugendlichen können derartige Zunahmen beobachtet werden [22;23;28]. Die Daten des englischen Health Survey (Joint Health Surveys Unit, 2002) zeigen z. B., dass bei Kindern im Alter von 6 bis 15 Jahren zwischen 1996 und 2001 die Häufigkeit von Übergewicht um 7% und die von Adipositas um 3,5% angestiegen ist. Auch in Deutschland nehmen Häufigkeit und Schweregrad von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen stetig zu [10;12;18;19]. Dies ist eine alarmierende Entwicklung, da die Adipositas bereits bei Kindern und Jugendlichen mit zahlreichen klinisch relevanten Folgen (z. B. kardiovaskulären, orthopädischen und psychischen Erkrankungen), welche therapiert werden müssen, einhergeht. In den letzten Jahrzehnten ist das Interesse an der Pathogenese der Atherosklerose im Kindes- und Jugendalter gewachsen [1;6;9;26]. So konnten in der Bogalusa-Heart-Study schon bei Jugendlichen mit hohen Gesamt- und LDL-Cholesterinwerten, die verstorben sind, frühzeitige atherosklerotische Läsionen nachgewiesen werden [27]. Zu dieser Konstellation scheinen vor allem fettreiche Überernährung, aber auch mangelnde körperliche Aktivität, die zur morbidem Adipositas führen, beizutragen. Das metabolische Syndrom, welches gekennzeichnet ist durch eine Kombination aus Insulinresistenz, Adipositas, Bluthochdruck und Dyslipoproteinämie, ist dabei ein hauptsächlicher Risikofaktor für die Entwicklung einer atherosklerotischen koronaren Herzerkrankung (KHK), die schon in der frühen Kindheit beginnen kann. Dabei kommt der Adipositas eine zentrale Rolle zu. Diese Beziehung von Adipositas und Risikoprofil im Fettstoffwechsel führte dazu, dass innerhalb des FITOC-Programms zwei Therapieziele im Vordergrund stehen: zum einen die Gewichtsreduktion oder -stabilisierung bei noch zu erwartendem Größenwachstum und zum zweiten die Normalisierung des Fettstoffwechsels bzw. des Lipidprofils [2;3].

Methoden und Statistik

Innerhalb des Therapieprogramms FITOC werden regelmäßig die Blutfettwerte der teilnehmenden Kinder untersucht. Eine detaillierte Beschreibung des FITOC-Programms erfolgte in vorangegangenen Publikationen [15;16]. Betrachtet werden sollen hier die Blutfettwerte aus der Eingangsuntersuchung der 9 bis 11 Jahre alten adipösen Kinder, die seit 1990 am Programm teilgenommen haben. Außer dem Gesamtcholesterin (TC), den Triglyzeriden (TG), dem HDL-Cholesterin (HDL-C) und dem LDL-Cholesterin (LDL-C) werden auch die Leistungsfähigkeit in Watt pro Kilogramm Körpergewicht (Watt/kg) und der Gewichtszustand (BMI und **BMI-SDS [Standard-deviation-Scores]**) erfasst (Tabelle 1). Orientiert an den Daten der LRC-Studien der Altersgruppe 10–14 Jahre (Tabelle 2) wurden n=781 untersuchte adipöse Kinder auf die Verteilung ihrer Blutfettwerte überprüft und in vier Fallgruppen eingeteilt: A: Normalbefund (HDL-C >40mg/dl, LDL-C <125 mg/dl), B: Hyper-LDL-Cholesterinämie (HDL-C >40 mg/dl, LDL-C >125 mg/dl), C: Hypo-HDL-Cholesterinämie (HDL-C <40 mg/dl, LDL-C <125 mg/dl) D: kombinierte Dyslipoproteinämie (HDL-C <40 mg/dl, LDL-C >125 mg/dl). Das Gesamtcholesterin wurde mit einem enzymatischen Farbttest (Cholesterin CHOD-PAP-Methode), LDL-C sowie HDL-C mit einem elektrophoretischen Verfahren (Helena REP Diagnostic, Greiner Bio Chemica) gemessen.

Der Gewichtszustand wurde dabei anhand des BMI-SDS beurteilt. Der BMI-SDS wird wie folgt berechnet: $SDS = [(BMI/M(t))^{L(t)} - 1] / L(t)S(t)$, wobei BMI der individuelle BMI-Wert [Gewicht(kg)/Größe²(m²)] des Kindes ist; L(t), M(t), S(t) sind die L- (Box-Cox-Transformation), M- (Median) und S-Werte (Variationskoeffizient) der Referenzgruppe für das jeweilige **Alter (t entsprechend der Literaturstelle)** und Geschlecht. Als Referenzwerte wurden dabei die in den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter empfohlenen BMI-Perzentile deutscher Kinder [18] herangezogen.

Unter Anwendung einer standardisierten Fahrradergometrie (Lode, Groningen NL, drehzahlunabhängiger Fahrradergometer, EKG, Hellige Sechsfachsreiber, 3-Minuten-Schema) wurde die körperliche Fitness gemessen.

Statistik: Wir überprüften die Abhängigkeit der Variablen BMI-SDS, Fitness (Watt/kg), und Werte des Fettstoffwechsels im Gruppenvergleich mittels ANOVA (Analysis of Variance) mit anschließendem Scheffé – Test zur Überprüfung der Unterschiede zwischen den Paaren der einzelnen Gruppen. Alle statistischen Analysen wurden mittels SPSS 11.5.2.1 durchgeführt.

Ergebnisse

Die erhobenen Daten der adipösen Kinder gehen aus Tabelle 1 und Tabelle 5 hervor. Es fanden sich keine geschlechtsabhängigen Differenzen (Tabelle 2). Bei allen Kindern wurden erhöhte Triglyzeridwerte bezogen auf die LRC-Werte gemessen. In Anlehnung an die Ergebnisse der LRC-Studien (Tabelle 3) wurden die Kinder hinsichtlich erhöhter LDL-C und erniedrigter HDL-C in vier Gruppen unterteilt (Tabelle 4). Danach weisen 58,8% (n=459) der adipösen Kinder tolerable HDL-C- und LDL-C-Spiegel auf, 19,6% (n=141) erhöhte LDL-C-Werte, 18,1% (n=153) erniedrigte HDL-C-Werte und 3,6% (n=28) sogar sowohl niedrige HDL-C, als auch hohe LDL-C-Spiegel auf. Damit zeigen 41,2% der erfassten FITOC-Kinder zu Beginn der Intervention eine Dyslipoproteinämie mit im Mittel erhöhten Gesamtcholesterinwerten, zu hohen Triglyzerid- (TG) und LDL-C-Werten und zu niedrigen HDL-C-Werten (Tabelle 4). Erwartungsgemäß ist auch die körperliche Leistungsfähigkeit der Kinder reduziert (Tabelle 1). Die „HDL-Typ“-Gruppe C zeigt einen signifikant erhöhten BMI-SDS gegenüber der Gruppe „Tolerabel,, und der „LDL-Typ“-Gruppe (Abb. 1). Diejenigen Kinder, die einen hohen BMI-SDS aufweisen, haben auch vermehrt erniedrigte HDL-C-Werte. Darüber hinaus korreliert zusätzlich die körperliche Leistungsfähigkeit signifikant mit dem HDL-C-Spiegel (Abb. 2). Aus der Aufteilung auf die vier Gruppen, nach Geschlecht differenziert, geht hervor, dass zu der Gruppe mit erhöhtem LDL-C signifikant mehr Mädchen als Jungen gehören. In den anderen Gruppen sind geschlechtsspezifische Unterschiede nicht offensichtlich (Tabelle 4).

Diskussion

Kürzlich veröffentlichte Studien im Kindes- und Jugendalter weisen darauf hin, dass die Veränderungen der Atherosklerose schon im frühen Lebensalter einsetzen und einen engen Bezug zur Adipositas haben. Auch die weiteren Faktoren des metabolischen Syndroms sind schon im Kindesalter nachweisbar [4]. Die Daten der Framingham-Studie haben gezeigt, dass es eine zunehmende Inzidenz von kardiovaskulären Ereignissen mit zunehmendem Körpergewicht bei beiden Geschlechtern gibt [11]. Vor diesem Hintergrund ist die dramatische Zunahme der Zahl von massiv übergewichtigen Kindern (>97. Perzentil) auch in Deutschland äußerst besorgniserregend und sollte dazu führen, so früh wie möglich gefährdete Kinder zu erfassen und eine geeignete Intervention zu beginnen. Das massive Übergewicht im Kindesalter prädispositioniert zu allen im Erwachsenenalter bekannten Risiken des metabolischen Syndroms, bestehend aus Bluthochdruck, verändertem

Glukosemetabolismus und der Dyslipoproteinämie [13;14;20]. Die Verbindung der Adipositas mit dem kardiovaskulären Risiko bezieht sich nicht nur auf das Ausmaß der Adipositas, sondern auch auf die Fettverteilung. Den Erwachsenen entsprechend konnte auch gezeigt werden, dass Kinder mit einem größeren Anteil an viszeralem Fett häufiger ein metabolisches Syndrom entwickeln als solche, deren Fettansatz eher peripher besteht [21]. Studien zeigen, dass übergewichtige Kinder im Gegensatz zu normalgewichtigen Kindern neben der Insulinresistenz auch eine Dyslipoproteinämie entwickeln, die dabei in direkter Verbindung zum Schweregrad der Adipositas steht [7]. Eine Studie von Ogden et al. weist darauf hin, dass die Adipositas nicht nur mit einer Dyslipoproteinämie assoziiert ist, sondern auch den atherosklerotischen Prozess bei Heranwachsenden und jungen Erwachsenen beschleunigt [23]. In Anbetracht dieser Befundlage kommt der Screening-Untersuchung von übergewichtigen Kindern, wie hier zu Beginn des Interventionsprogramms FITOC bezüglich der Lipidwerte, eine grundlegende Bedeutung zu. Außer den herangezogenen Daten der LRC-Studien gibt es zur Beurteilung der erhobenen Lipidbefunde keine repräsentativen Richtwerte, die zum Vergleich der FITOC-Stichprobe herangezogen werden könnten. Dabei diene die Festlegung des 90. LDL-Perzentils als abweichend erhöhter, bzw. das 10. HDL-Perzentil als abweichend erniedrigter Wert.

Für die Beurteilung der Triglyzeride (TG) wurde ebenfalls das 90. Perzentil der LRC herangezogen. Nach dieser Einteilung besteht ein abnormes Lipidprofil aus erhöhtem LDL-C und erhöhten TG bei niedrigem HDL-C. Dieses Kriterium trifft bei 41,2% der untersuchten Kindern zu. Es konnte in anderen Studien gezeigt werden, dass diese Dyslipoproteinämie mit der Abnahme der Insulinresistenz korreliert und dass die Abnahme der Insulinresistenz einen signifikanten Anteil in der Varianz der TG, des LDL-C und des HDL-C erklärte [8]. Die Bogalusa Heart Study zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit bei übergewichtigen Schulkindern im Vergleich mit ihren normalgewichtigen Mitschülern 2,4 bis 7,1 mal höher liegt, höhere TG-, Gesamtcholesterin- als auch LDL-C-Werte zu entwickeln. Die Mechanismen der Lipidveränderungen können folgende sein: Die Hyperinsulinämie induziert die hepatische VLDL-Synthese und führt somit direkt zu erhöhten TG- und LDL-C-Spiegeln. Die mangelnde Wirkung des Insulins auf die Lipoproteinlipase im peripheren Gewebe kann ebenfalls zu einer Erhöhung der TG und des LDL-C beitragen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Hyperinsulinämie bei Kindern dazu führt, dass die Fettsäureoxidation und die Konzentration der freien Fettsäuren nachträglich beeinträchtigt werden [24]. Andere metabolische Faktoren wie Erhöhung des Apolipoprotein B, Anstieg von Homocystein und

Erhöhung von CRP gelten ebenfalls als Risikofaktoren für die Entstehung der atherosklerotisch bedingten KHK [25].

Die Daten der FITOC-Kinder zeigen, dass schon bei 41,2% der neun- bis elfjährigen Kinder, sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen, Dyslipoproteinämien vorliegen. Sie zeigen zudem, dass in jedem Fall – auch bei normalen HDL- und LDL-C-Werten – das Übergewicht im Kindesalter mit erhöhten Triglyzeridwerten einhergeht und das Ausmaß des Befundes, hier sichtbar am BMI-SDS und der Leistungsfähigkeit innerhalb der vier Gruppen, für das Vorliegen des Hypo-HDL-Typs im Sinne des metabolischen Syndroms mitverantwortlich ist. Da der atherosklerotische Prozess nachweislich bereits im Kindesalter beginnt, wird klar, wie wichtig eine Therapie der Adipositas und damit der Dyslipoproteinämie bereits zu diesem Zeitpunkt ist. Die Therapie in diesem Alter ist besonders günstig, da ein falsches Ernährungs- und Bewegungsverhalten sich noch nicht verfestigt hat, so dass eine Umstellung erfolgreich durchzuführen ist; gleichzeitig sind die betroffenen Kinder alt genug, um selbständig ihr Ess- und Bewegungsverhalten zu kontrollieren. Die Ergebnisse zeigen auch, dass in der pädiatrischen Praxis der Dyslipoproteinämie im Kindesalter mit besonderer Berücksichtigung von sekundären Fettstoffwechselstörungen in der Risikogruppe der Übergewichtigen zu wenig Aufmerksamkeit beigemessen wird.

Schlussfolgerung

In Anbetracht der volkswirtschaftlichen Bedeutung der zunehmenden Prävalenz der Adipositas und der daraus sich entwickelnden KHK im Erwachsenenalter muss der im Kindesalter früheste Zeitpunkt der Entwicklung der Atherosklerose im Sinne eines Screenings begegnet werden. Besonderes Augenmerk gilt der frühzeitigen Prävention der kindlichen Adipositas und der damit verbundenen Neigung zu sekundären Fettstoffwechselstörungen. Risikogruppen müssen identifiziert und einer gezielten Intervention zugeführt werden.

Dies bedeutet für die ärztliche Praxis eine genaue Diagnostik und Behandlung der Dyslipoproteinämie. Nur so erscheint es mit Blick auf die atherosklerotische Herzerkrankung möglich, signifikant die Morbidität und die Mortalität zu senken, Kosten im Gesundheitswesen einzusparen und gleichzeitig die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern.

Literatur

1. Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960–1994. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 39–47.
2. Ogden CL, Carroll MD, Flegal KM. Epidemiologic trends in overweight and obesity. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2003; 32: 741–60.
3. Ogden CL, Flegal KM, Carroll MD, Johnson CL. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999–2000. *JAMA* 2002; 288: 1728–1732.
4. Troiano RP, Flegal KM, Kuczmarski RJ, Campbell SM, Johnson CL. Overweight prevalence and trends for children and adolescents. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995; 149: 1085–1091.
5. Frye C, Heinrich J. Trends and predictors of overweight and obesity in East German children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27: 963–969.
6. Kalies H, Lenz J, von Kries R. Prevalence of overweight and obesity and trends in body mass index in German pre-school children, 1982–1997. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 1211–1217.
7. Kromeyer-Hauschild K, Zellner K, Jaeger U, Hoyer H. Prevalence of overweight and obesity among school children in Jena (Germany). *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 1143–1150.
8. Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst NRW. Schulärztliche Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen – Jahresbericht 2002. 2003. Bielefeld, lög.
9. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, III, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998; 338: 1650–1656.
10. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999; 103: 1175–1182.
11. Frontini MG, Srinivasan SR, Berenson GS. Longitudinal changes in risk variables underlying metabolic Syndrome X from childhood to young adulthood in female subjects with a history of early menarche: the Bogalusa Heart Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27: 1398–1404.
12. Srinivasan SR, Frontini MG, Berenson GS. Longitudinal changes in risk variables of insulin resistance syndrome from childhood to young adulthood in offspring of parents with type 2 diabetes: the Bogalusa Heart Study. *Metabolism* 2003; 52: 443–450.
13. Tracy RE, Newman WP, III, Wattigney WA, Berenson GS. Risk factors and atherosclerosis in youth autopsy findings of the Bogalusa Heart Study. *Am J Med Sci* 1995; 310 (Suppl 1): S37–S41.
14. Berg A, Halle M, Bauer U, Korsten-Reck U, Keul J. Körperliche Aktivität und Eßverhalten. Strategien zur Verbesserung des Serumlipidprofils bei Kindern und Jugendlichen. *Wien Med Wochenschr* 1994; 144: 138–144.
15. Berg A, Korsten-Reck U. Strategien zur Verbesserung des Aktivitäts- und Ernährungsverhaltens bei Kindern und Jugendlichen. *Der Lipidreport* 1995; 4: 15–22.
16. Korsten-Reck U, Bauer U, Keul J. Sport und Ernährung – ein ambulantes Programm für adipöse Kinder. *Paediatr Paedol* 1993; 28: 145–152.
17. Korsten-Reck U, Bauer U, Keul J. Sports and nutrition – an out-patient program for adipose children (long-term experience). *Int J Sports Med* 1994; 15: 242–248.
18. Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D, et al. Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschr Kinderheilkd* 2001; 149: 807–818.
19. Caprio S. Insulin resistance in childhood obesity. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2002; 15 (Suppl 1): 487–492.
20. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983; 67: 968–977.
21. Kaufman FR. Type 2 diabetes mellitus in children and youth: a new epidemic. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2002; 15 (Suppl 2): 737–744.
22. Kavey RE, Daniels SR, Lauer RM, Atkins DL, Hayman LL, Taubert K. American Heart Association guidelines for primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Circulation* 2003; 107: 1562–1566.
23. McGill HC, McMahan CA, Herderick EE, et al. Obesity accelerates the progression of coronary atherosclerosis in young men. *Circulation* 2002; 105: 2712–2718.
24. Moreno LA, Pineda I, Rodriguez G, Fleta J, Sarria A, Bueno M. Waist circumference for the screening of the metabolic syndrome in children. *Acta Paediatr* 2002; 91: 1307–1312.
25. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999; 103: 1175–1182.
26. Freemark M, Bursey D. The effects of metformin on body mass index and glucose tolerance in obese adolescents with fasting hyperinsulinemia and a family history of type 2 diabetes. *Pediatrics* 2001; 107: E55.
27. Sinaiko AR, Steinberger J, Moran A, Prineas RJ, Jacobs DR. Relation of insulin resistance to blood pressure in childhood. *J Hypertens* 2002; 20: 509–517.
28. Sinha R, Fisch G, Teague B, et al. Prevalence of impaired glucose tolerance among children and adolescents with marked obesity. *N Engl J Med* 2002; 346: 802–810.

Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1
Statistik der Untersuchungsgruppen

Variable	n	Minimum	Maximum	Mittelwert ± Standardabweichung
Alter [t]	781	8,0	12,0	10,3±1,1
BMI [kg/m ²]	781	18,6	43,3	26,5±3,5
BMI-SDS	781	0,59	3,58	2,24±0,49
Cholesterin [mg/dl]	781	63,0	298,0	184,2±34,0
LDL-C [mg/dl]	781	33,2	208,3	105,8±27,3
HDL-C [mg/dl]	781	16,1	96,7	48,9±11,9
Triglyzeride [mg/dl]	777	23,0	551,0	113,4±62,1
Ergometr. Leistung [Watt/kg]	603	0,5	3,7	1,8±0,4

Zusammenfassung der anthropometrischen, leistungsphysiologischen und Fettstoffwechsel-Parameter der untersuchten FITOC- Kinder zu Beginn der Intervention.

Tabelle 2
Statistik, geschlechtsabhängig

Variable	Geschlecht	n	Mittelwert ± Standardabweichung
Alter [t]	Jungen	356	10,3±1,1
	Mädchen	425	10,3±1,1
BMI [kg/m ²]	Jungen	356	26,8±3,7
	Mädchen	425	26,2±3,5
BMI-SDS	Jungen	356	2,28±0,49
	Mädchen	425	2,21±0,50
Cholesterin [mg/dl]	Jungen	356	186,3±33,3
	Mädchen	425	182,3±34,4
LDL-C [mg/dl]	Jungen	356	108,0±27,1
	Mädchen	425	103,9±27,4
HDL-C [mg/dl]	Jungen	356	49,9±11,2
	Mädchen	425	48,1±12,3
Triglyzeride [mg/dl]	Jungen	355	109,0±62,6
	Mädchen	422	117,1±61,6
Ergometr. Leistung [Watt/kg]	Jungen	272	1,9±0,4
	Mädchen	331	1,8±0,4

Tabelle 3

Darstellung des 90. Perzentils bezogen auf Alter, Geschlecht und Rasse für Cholesterin, LDL-Cholesterin und der Tridyzeride, zusätzlich des 10. Perzentils für das HDL-Cholesterin.

(HDL = high-density lipoprotein, 10. Perzentil; LDL= low-density lipoprotein, 90. Perzentil
Quelle: The Lipid Research Clinics' Population Studies Data Book, Vol. 1)

Alter	Männlich/weiß				Weiblich/weiß			
	5–9	10–14	15–19	20–24	5–9	10–14	15–19	20–24
TC	191	190	183	204	195	190	191	214
LDL-C	117	122	123	138	125	126	129	141
TG	85	102	120	165	90	114	114	141
HDL-C	42	40	34	32	38	40	38	37

Tabelle 4

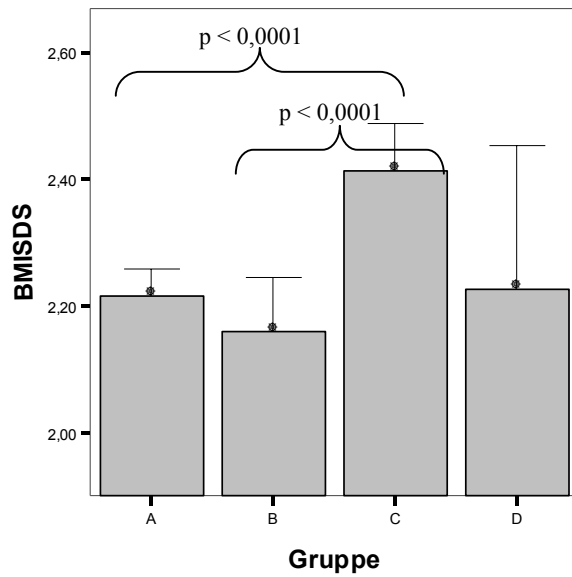
Aufteilung nach Gruppenkriterien in 4 Gruppen

Gruppe	HDL [mg/dl]	LDL [mg/dl]	Größe der Stichprobe	Geschlecht		Gesamt
				männl.	weibl.	
A „Tolerabel“	>40	<125	n % je Geschlecht	220 61,8%	239 56,2%	459 58,8%
B „LDL-Typ“	>40	>125	n % je Geschlecht	74 13,5%	67 24,7%	141 19,6%
C „HDL-Typ“	<40	<125	n % je Geschlecht	48 20,8%	105 15,8%	153 18,1%
D „Komb. Typ“	<40	>125	n % je Geschlecht	14 3,9%	14 3,3%	28 3,6%
Gesamtzahl			n	356	425	781

Tabelle 5
Gesamtstatistik der Gruppen

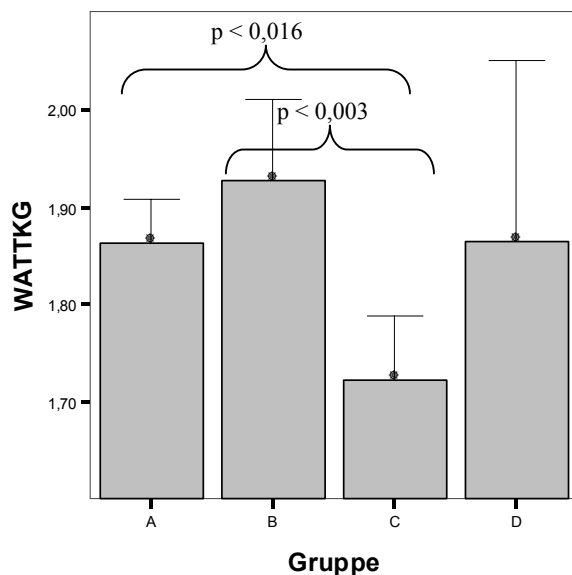
Variable		A „Tolerabel“	B „LDL-Typ“	C „HDL-Typ“	D „Kombinierter Typ“	Gesamt
Alter	n	459	141	153	28	781
	m ± s	10,2±1,1	10,3±1,0	10,3±1,1	10,7±0,9	10,3±1,1
BMI	n	459	141	153	28	781
	m ± s	26,2±3,4	26,0±3,5	27,7±3,7	27,1±4,5	26,5±3,6
BMI-SDS	n	459	141	153	28	781
	m ± s	2,2±0,5	2,2±0,5	2,4±0,5	2,2±0,6	2,2±0,5
Cholesterin	n	459	141	153	28	781
	m ± s	176,7±24,2	227,8±23,3	159,6±26,9	220,0±30,4	184,2±34,0
LDL- Cholesterin	n	459	141	153	28	781
	m ± s	96,1±17,5	144,1±14,7	91,2±19,3	150,5±24,0	105,8±27,3
HDL- Cholesterin	n	459	141	153	28	781
	m ± s	53,7±9,7	52,4±8,4	33,6±4,8	36,1±4,3	48,9±11,9
Triglyzeride	n	457	140	153	27	777
	m ± s	96,0±45,4	122,0±71,7	147,7±71,4	168,9±77,1	113,4±62,1
Watt/kg	n	350	109	124	20	603
	m ± s	1,9±0,4	1,9±0,4	1,7±0,4	1,9±0,4	1,8±0,4

Abb. 1 BMI-SDS innerhalb der vier Gruppen



Die „HDL-Typ“-Gruppe C zeigt einen signifikant erhöhten BMI-SDS gegenüber den beiden anderen Gruppen „Tolerabel, und dem „LDL-Typ“. Keine Signifikanz ergibt sich gegenüber der „Kombinierten Gruppe“ aufgrund der großen Standardabweichung.

Abb. 2 Beziehung von Leistungsfähigkeit und Gruppenzugehörigkeit



Diejenigen Kinder, die einen hohen BMI-SDS aufweisen (Gruppe C; „HDL-Typ“), weisen im Vergleich zur Gruppe A „Tolerabel“ und zur Gruppe B „LDL-Typ“ eine signifikant niedrigere körperliche Leistungsfähigkeit auf.