

Schwerin H¹, Gruber W², Molz E³, Holl RW³

Körperzusammensetzung und Motorik übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher anhand der APV-Daten

Body Composition and Motor Performance of Overweight Children on the Basis of the APV-Data

¹Dr. Becker PhysioGym Norddeich, Norden-Norddeich

²Gruber, Sportwissenschaft Sportberatung Sportpädagogik, Stahnsdorf

³Universität Ulm, Institut für Epidemiologie und medizinische Biometrie, Ulm

ZUSAMMENFASSUNG

In der Sport- und Bewegungstherapie dienen sportmotorische Tests der Evaluation der körperlichen Leistungsfähigkeit. Ziel der vorliegenden Studie ist es, den Zusammenhang zwischen der Körperzusammensetzung, aus Fettmasse (FM) und fettfreier Masse (FFM), und einzelner Aspekte der motorischen Leistungsfähigkeit im Verlauf einer Intervention zu untersuchen. Retrospektiv wurden Daten von insgesamt 425 Kindern und Jugendlichen (239 Mädchen, 56 %) im Alter zwischen 8 und 18 Jahren (MW: 13,3 ± 2,3 Jahre) aus einer multizentrischen Beobachtungsstudie (APV-Initiative) ausgewertet. In die statistische Analyse wurden neben den anthropometrischen Daten die motorischen Fähigkeiten sowie die Körperzusammensetzung (Bioelektrische Impedanzanalyse, BIA) einbezogen. Die motorischen Fähigkeiten wurden anhand des modifizierten Münchner Fitnessstests (mMFT) sowie des 6-Minuten Gehstests (6MGT) erfasst. Es kommt einerseits zu einer signifikanten ($p < .0001$) Abnahme an FM ($-4,23 \pm 2,73$ kg) und FFM ($-1,45 \pm 1,62$ kg) und andererseits zu einer signifikanten Verbesserung im mMFT und im 6MGT ($+44,28 \pm 59,70$ m). Die veränderte Körperzusammensetzung hängt, abhängig vom Geschlecht, mit den Ergebnissen im Ballprellen ($r = -0,175$; $p < .05$; Mädchen), Zielwerfen ($r = -0,250$; $p < .05$; Mädchen), Rumpfbeugen ($r = -0,191$; $p < .01$; Jungen) und, unabhängig vom Geschlecht, im 6MGT ($r = -0,251$; $p < .0001$) zusammen. Die Kraftfähigkeiten scheinen hingegen unbeeinflusst zu bleiben sein ($r = -0,046$, $p > .05$). Im Verlauf einer stationären Adipositasintervention werden die Körperzusammensetzung (zu Gunsten der FFM) und die motorische Leistungsfähigkeit signifikant verbessert. Die Abnahme an FFM (kg) scheint dabei die körperliche Leistungsfähigkeit nicht negativ zu beeinflussen. Die Ergebnisse fordern eine detaillierte Betrachtung der Sport- und Bewegungstherapie inwieweit die Art der Körperübungen die Körperzusammensetzung und die einzelnen Aspekte der motorischen Leistungsfähigkeit beeinflusst.

Schlüsselwörter: Adipositas, Münchner-Fitnessstest, Körperfettanalyse, motorische Fähigkeiten

EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten ist es zu einem Anstieg der Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im Kindes und Jugendalter gekommen. Nach den Zahlen der jüngst publizierten KIGGS-Studie (28) liegt der Anteil übergewichtiger Kinder und Jugendlicher bei 15% und der Anteil der Adipösen bei 6%. Und obwohl es Hinweise darauf gibt, dass die Zunahme in den meisten Bundesländern nicht mehr ansteigt bzw. sogar rückläufig ist (35), können Übergewicht und Adipositas, deren Ursache insbesondere im zunehmenden Bewegungsmangel liegt, schon im Kindes- und

SUMMARY

Aim of the present study was to evaluate the effects of an in-patient rehabilitation program on motor performance and body composition. A second question was to look at the impact of body composition on motor performance. In this retrospective study 425 children (239 female, 56%) and adolescents aged between 8 and 18 years (mean: 13,3 ± 2,3 years) were analyzed. Bioelectrical impedance analysis was used to assess body composition measurement (BIA). Motor performance was determined by the modified Münchner-Fitnessstest (mMFT) and the 6-minute-walk test (6mwt). On the one hand there is a significant ($p < .0001$) loss of FM ($-4,23 \pm 2,73$ kg) and FFM ($-1,45 \pm 1,62$ kg) and on the other hand a significant improvement in mMFT and 6mwt ($+44,28 \pm 59,70$ m). The changed body composition is, depend on sex, associated to the results in Ballprellen ($r = -0,175$; $p < .05$; girls), Zielwerfen ($r = -0,250$; $p < .05$; girls), stand and-reach-test ($r = -0,191$; $p < .01$; boys) and, independent of sex, in 6mwt ($r = -0,251$; $p < .0001$). The strength of the lower limbs seems to be unaffected ($r = -0,046$, $p > .05$). In process an inpatient obesity-intervention the body composition (towards the FFM) and the motor performance can be improved significantly. The loss of FFM seems to have no negative effect on the motor performance. The result of this study conveys a detailed view on physical exercises influencing the reduction of FM and minimizing the loss of FFM.

Key Words: Obesity, Münchner-Fitnessstest, body composition, motor performance

Jugendalter die motorische Leistungsfähigkeit einschränken und zu orthopädischen und kardiovaskulären Erkrankungen führen

accepted: March 2014

published online: April 2014

DOI: 10.5960/dzsm.2014.121

Schwerin H, Gruber W, Molz E, Holl RW: Körperzusammensetzung und motorische Fähigkeiten übergewichtiger Kinder und Jugendlicher anhand der APV-Daten. Dtsch Z Sportmed. 2014; 65: 102 - 110.

Variable:	Gesamt MW±SD (N=425)	w MW±SD (N=239)	m MW±SD (N=186)	AK I MW±SD (N=75)	AK II MW±SD (N=247)	AK III MW±SD (N=103)
w/m	239/186			39/36	137/110	63/40
Alter (J)	13.26±2.3	13.40±2.24	13.07±2.13	9.83±0.92	13.12±1.11	16.09±0.81
Größe (cm)	161.26±11.92	160.08±10.79	162.82±13.11	145.60±8.42	162.80±8.99	169.57±8.47
Gewicht (kg)	81.32±21.85	80.22±20.16	82.76±23.86	56.74±12.67	81.76±17.03	98.61±19.31
BMI (kg/m ²)	30.75±5.31	30.86±5.34	30.60±5.28	26.50±3.71	30.63±4.66	34.15±5.32
BMISDS (KIGGS)	2.00±0.45	1.98±0.45	2.03±0.45	2.01±0.42	1.95±0.45	2.10±0.46
FM (kg)	38.10±12.32	38.07±11.86	38.14±12.92	25.76±7.47	38.40±10.33	46.62±11.63
FM (%)	46.28±3.88	46.83±3.71	45.56±3.99	44.87±3.59	46.49±3.89	46.88±3.87
FFM (kg)	43.22±10.24	42.14±8.88	44.65±11.66	30.98±5.54	43.38±7.54	51.97±8.73
FFM (%)	53.73±3.89	53.16±3.70	54.48±4.01	55.13±3.59	53.53±3.91	53.10±3.84
BP (Pkt)	30.26±7.27	29.82±6.85	30.84±7.77	24.26±6.53	30.59±6.45	33.90±6.75
ZW (Pkt)	9.46±3.15	9.32±3.11	9.76±3.19	6.88±3.06	9.67±2.97	10.92±2.39
RB (cm)	-0.18±7.43	1.94±7.23	-2.99±6.73	0.36±5.89	-0.89±7.29	0.92±8.52
SHS (cm)	23.72±6.20	23.33±5.52	24.22±6.96	19.21±5.64	23.75±5.23	27.02±6.45
6MGT (m)	651.80±69.10	642.76±61.77	663.72±76.21	650.06±75.40	657.82±66.23	640.13±69.22
BP (TW)	32.56±16.37	35.45±14.73	28.65±17.58	36.22±15.18	31.69±16.70	31.74±16.21
ZW (TW)	43.63±13.02	44.37±12.52	42.65±13.62	41.91±12.54	43.11±14.10	46.02±10.43
RB (TW)	40.61±17.05	41.63±16.40	39.26±17.80	47.51±11.34	39.71±16.81	37.42±19.59
SHS (TW)	34.73±14.54	37.38±12.74	31.23±15.98	39.75±10.60	34.60±14.26	31.28±16.55

Tabelle 1: Daten aus Anthropometrie, Körperzusammensetzung und mMFT von 8-18-jährigen übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen getrennt nach Geschlecht und Altersklasse zum Zeitpunkt t1. MW=Mittelwert; SD=Standardabweichung; TW=Testwert; w / m=weiblich / männlich; AK I = 7 bis <11Jahre; AK II = 11 bis <15Jahre; AK III = 15 bis 18 Jahre; Pkt = Punkte.

(2). Zudem konnte gezeigt werden, dass viele übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche auch im Erwachsenenalter übergewichtig bzw. adipös bleiben (7). Diesem Risiko und der damit verbundenen Milliardenbelastung für das Gesundheitssystem (27) sollte frühzeitig durch eine mehrwöchige oder mehrmonatige multidisziplinäre Adipositasintervention auf ambulanter oder stationärer Ebene entgegengewirkt werden (46). Dabei sollte die Sport- und Bewegungstherapie fester Bestandteil dessen sein, denn neben der Reduktion der Fettmasse einhergehend mit der Senkung von Gesundheitsrisiken (8) wird die Veränderung des Bewegungsverhaltens im Sinne einer gesteigerten körperlichen Aktivität angestrebt (16).

PROBLEM UND ZIELSTELLUNG

Bisher konnte ein negativer Zusammenhang zwischen Übergewicht und Adipositas und den motorischen Fähigkeiten (wie Ausdauerleistungsfähigkeit und Kraft) beobachtet werden (34). Es konnte zudem gezeigt werden, dass körperliche Aktivität im Rahmen einer Gewichtsreduktion den Verlust an fettfreier Körpermasse (FFM) reduzieren kann (3,40). Es wurde jedoch bislang

nicht untersucht, welchen Einfluss die Veränderung der Körperzusammensetzung auf die motorischen Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen hat. Für die vorliegende Studie ergeben sich zwei Fragestellungen. Inwieweit ändert sich die Körperzusammensetzung während einer 4- bis 6-wöchigen stationären Adipositasintervention bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen? Welcher Zusammenhang besteht zwischen der veränderten Körperzusammensetzung und der motorischen Leistungsfähigkeit der Probanden?

MATERIAL UND METHODEN

Für die vorliegende Studie wurden retrospektiv aus der multizentrischen Adipositas-Patienten-Verlaufsdokumentation (APV; 31) der Universität Ulm (Stand: Mai 2011) die Daten von insgesamt 425 übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen (239 Mädchen, 56%) im Alter zwischen 8 und 18 Jahren (MW=13,3±2,3 Jahre) herangezogen. Die Probanden wurden in drei alters- und entwicklungspezifische Cluster/ Altersklassen (AK) eingeteilt (50), mittleres Kindesalter (AK I, 7 bis <11Jahre, N=75), spätes Kindesalter/ frühes Jugendalter (AK II, 11 bis

Variable:	MW±SD (N=425)	w MW±SD (N=239)	m MW±SD (N=186)	AK I MW±SD (N=75)	AK II MW±SD (N=247)	AK III MW±SD (N=103)
Δ KG_diff (kg)	-5,69±3,20***	-4,64±2,64***	-7,03±3,34***	-4,37±1,95***	-5,67±3,13***	-6,68±3,72***
Δ BMI_diff	-2,15±1,11***	-1,82±1,04***	-2,59±1,03***	-2,07±0,83***	-2,14±1,12***	-2,24±1,23***
Δ BMISDS_diff	-0,24±0,13***	-0,21±0,12***	-0,29±0,13***	-0,29±0,12***	-0,24±0,12***	-0,21±0,13***
Δ FM_diff (kg)	-4,23±2,73***	-3,32±2,00***	-5,39±3,08***	-3,06±1,66***	-4,16±2,50***	-5,24±3,46***
Δ FM_diff (%)	-2,01±1,81***	-1,46±1,43***	-2,71±2,00***	-2,01±1,89***	-1,94±1,65***	-2,17±2,10***
Δ FFM_diff (kg)	-1,45±1,62***	-1,30±1,47***	-1,64±1,78***	-1,29±1,10***	-1,51±1,58***	-1,43±2,00***
Δ FFM_diff (%)	+2,02±1,82***	+1,49±1,46***	+2,71±2,00***	2,06±1,92***	1,95±1,66***	+2,17±2,10***
Δ BP_diff	+5,11±5,92***	+4,81±5,31***	+5,50±6,61***	+4,24±5,67***	+5,31±5,86***	+5,26±6,25***
Δ ZW_diff (Pkt)	+0,82±3,21***	+0,75±3,21**	+0,90±3,22**	+1,18±3,22**	+0,75±3,43**	+0,72±2,64**
Δ RB_diff (cm)	+1,41±3,44***	+1,78±3,43***	+0,94±3,41**	-0,21±3,64	+1,56±3,22***	+2,23±3,48***
Δ SHS_diff (cm)	+0,29±4,21	+0,11±3,96	+0,51±4,50	-0,56±4,62	+0,63±4,15*	+0,10±3,94
Δ 6MGT_diff (m)	+44,28±59,70***	+43,10±56,79***	+45,79±63,33***	+24,66±57,37**	+42,65±58,05***	+62,32±60,65***
Δ BP_diff (TW)	+4,81±20,87***	+3,94±19,77**	+5,92±22,20**	+5,12±20,99*	+5,55±20,14***	+2,80±22,52
Δ ZW_diff (TW)	+3,83±14,28***	+3,54±13,76***	+4,20±14,95**	+3,81±14,62*	+4,17±15,11***	+3,02±11,88*
Δ RB_diff (TW)	+2,31±17,38**	+3,05±16,02**	+1,37±19,00	-1,45±14,59	+2,58±17,28*	+4,42±19,15*
Δ SHS_diff (TW)	-0,73±16,03	-1,18±14,56	-0,16±17,77	-0,35±10,68	0,67±15,31	-4,37±20,05*

Tabelle 2: Veränderung in Anthropometrie, Körperzusammensetzung und mMFT bei 8-18-jährigen übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen getrennt nach Geschlecht und Altersklasse (im Verlauf von t1 zu t2). MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, TW=Testwert; w / m=weiblich / männlich, *= $p < .05$; **= $p < .01$; ***= $p < .0001$; AK I = 7 bis <11Jahre; AK II = 11 bis <15Jahre; AK III = 15 bis 18 Jahre; Pkt = Punkte.

<15Jahre, N=247) sowie spätes Jugendalter/ Adoleszenz (AK III, 15 bis 18Jahre, N=103).

Die Daten stammen aus vier stationären Adipositaszentren, die sowohl zu Beginn (t1) als auch am Ende (t2) der 4- bis 6-wöchigen Intervention erfasst wurden. Eingeschlossen wurden nur solche Datensätze, bei denen neben den anthropometrischen Daten auch eine Analyse der Körperzusammensetzung mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA) sowie die Testung der motorischen Fähigkeiten mittels modifiziertem Münchner Fitnesstest und 6-Minuten Gehstest (6MGT) vorlagen. Der durchschnittliche Body-Mass-Index (BMI) liegt bei $30,8 \pm 5,3 \text{ kg/m}^2$ (Tab.2). Der BMISDS (Standard-Deviation-Score), hier dienen die KIGGS-Referenzwerte (38) als Grundlage, beträgt $2,00 \pm 0,45$ (Tab.1).

Die Körperzusammensetzung aus Fettmasse (FM), fettfreie Masse (FFM) und Körperwasser (KW) wurde nach Wabitsch (45) ermittelt: $TBW = 0,35 \times (\text{Ht}^2/\text{R}) + 0,27 \times \text{age} + 0,14 \times \text{wt} - 0,12$ (Ht in m).

Der Münchner-Fitnesstest

Zur Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei adipösen und übergewichtigen Kinder und Jugendliche wurde der MFT (39) modifiziert (mMFT) und umfasst lediglich 4 von 6 Test-Items: Zielwerfen (ZW, Auge-Hand-Koordination), Ballprellen (BP, Gleichgewichtsfähigkeit), Rumpfbeugen (RB, Dehnfähigkeit der hinteren Oberschenkelmuskulatur) und Standhochsprung (SHS, Schnell-/ Sprungkraft). Um die Ergebnisse mit einer Norm-

population (26) vergleichen zu können wurden die Rohwerte in alters- und geschlechtsspezifische Testwerte umgewandelt. Die Berechnung statistischer Zusammenhänge erfolgte jedoch auf Basis der Rohwerte.

Die Ausdauerleistungsfähigkeit wurde mithilfe des 6MGT (30) gemessen. Die erfassten Ergebnisse wurden mit denen von gesunden Kindern und Jugendlichen (N=353) verglichen (18). Die durchschnittliche Gehstrecke liegt hier bei $674,4 \pm 69,8 \text{ m}$ (Mädchen, (N=166): $658,8 \pm 54,5 \text{ m}$; Jungen (N=187): $688,9 \pm 78,5 \text{ m}$).

Statistische Aufbereitung

Die Daten wurden mithilfe des Datenverarbeitungsprogramms SAS 9.3 aufbereitet und ausgewertet. Dabei wurde auf die deskriptive und analytische Statistik zurückgegriffen. Der Kolmogorov-Smirnov-Test diente zur Überprüfung der Daten auf Normalverteilung und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßstab für den Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Als kritisches Signifikanzniveau wurde $p = .05$ festgelegt. Die Mittelwerte wurden mithilfe des t-Test verglichen.

ERGEBNISSE

Anthropometrie

Die erhobenen Daten der weiblichen Probanden weichen zu Beginn der Intervention (t1) nur sehr geringfügig von den männ-

Variable:	FM (in kg)	FM (in %)	FFM (in kg)	FFM (in %)
BP (Pkt)	r=0.273***	r=0.010	r=0.369***	r=-0.007
w	r=0.288***	r=0.045	r=0.376***	r=-0.048
m	r=0.254***	r=-0.018	r=0.346***	r=0.029
ZW (Pkt)	r=0.316***	r=0.044	r=0.405***	r=-0.042
w	r=0.324***	r=0.082	r=0.410***	r=-0.084
m	r=0.314***	r=0.030	r=0.385***	r=-0.024
RB (cm)	r=-0.001	r=-0.008	r=0.009	r=0.003
w	r=0.066	r=-0.013	r=0.104*	r=0.012
m	r=-0.075	r=-0.108	r=-0.041	r=0.097
SHS (cm)	r=0.263***	r=-0.137**	r=0.445***	r=0.137**
w	r=0.217***	r=-0.093	r=0.372***	r=0.095
m	r=0.311***	r=-0.184**	r=0.498***	r=0.180**
6MGT (m)	r=-0.277***	r=-0.399***	r=-0.119**	r=0.396***
w	r=-0.264***	r=-0.316***	r=-0.162**	r=0.315***
m	r=-0.300***	r=-0.464***	r=-0.113	r=0.455***

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Körperzusammensetzung und Test-Items (Rohwerte) bei 8-18-jährigen übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen zum Zeitpunkt t1. r=Spearman'scher Korrelationskoeffizient; * = p < .05; ** = p < .01; *** = p < .0001; AK I = 7 bis <11Jahre; AK II = 11 bis <15Jahre; AK III = 15 bis 18Jahre; Pkt = Punkte; w = weiblich; m = männlich.

lichen ab. Mit zunehmender Altersklasse sind höhere anthropometrische Werte zu beobachten. Demgegenüber ist der BMISDS in der AK III am größten und in der AK II am geringsten (Tab. 1).

Zum Zeitpunkt t2 (Tab.2) konnte unabhängig von Geschlecht (bei den Jungen jedoch größer als bei den Mädchen) und Altersklasse eine signifikante Abnahme von KG, BMI sowie BMI_{SDS} beobachtet werden (p<.0001). In Bezug auf die Altersklassen ist die Abnahme von KG und BMI in der AK III und die Abnahme des BMISDS in der AK I am größten (jeweils p<.0001).

Körperzusammensetzung

In Bezug auf die FM unterscheiden sich die weiblichen Probanden zum Zeitpunkt t1 kaum von den männlichen. In der AK III ist der Anteil an FM am größten. Die FFM ist bei den Jungen höher als bei den Mädchen und ist in der AK III real (in kg) am größten und prozentual am geringsten (Tab. 1).

Zum Zeitpunkt t2 (Tab.2) verändert sich die Körperzusammensetzung signifikant (p<.0001). Die FM (kg) nimmt bei den männlichen Probanden deutlich stärker ab als bei den weiblichen und ist bezüglich der Altersklasse in der AK III am größten. Unabhängig von Geschlecht und Altersklasse ist ebenso ein Verlust an FFM (kg) zu beobachten (jeweils p<.0001). Die prozentuale Zunahme an FFM ist jedoch bei den Jungen (+2.71%) deutlich größer als bei den Mädchen (+1.49%). Die Abnahme an FFM (kg) ist in der AK II am größten. Prozentual nimmt die FFM besonders in der AK III zu.

Die statistischen Zusammenhänge zwischen FM und FFM sind in Tab.5 dargestellt.

Ergebnisse mMFT

Zum Zeitpunkt t1 (Tab.1) erzielen die männlichen Probanden im BP, ZW und SHS geringfügig bessere Ergebnisse als die weib-

lichen. Im RB sind die Ergebnisse der Mädchen deutlich besser. Im BP, ZW und SHS erzielen die Probanden mit zunehmender Altersklasse höhere Ergebnisse. In Bezug auf die Altersklassen erzielt die AK III im RB die höchsten und die AK II die niedrigsten Testergebnisse.

Unabhängig von Geschlecht und Altersklasse konnten zum Zeitpunkt t2 im BP und ZW signifikante Verbesserungen (p<.0001) beobachtet werden. Signifikante Veränderungen im RB weisen die AK II und AK III auf (p<.0001). In der AK I konnte im RB und SHS zudem eine Verschlechterung beobachtet werden. Lediglich in AK II gab es im SHS eine statistisch signifikante Veränderung (Tab.2).

Die weiblichen Probanden erzielen in den Testwerten zum Zeitpunkt t1 in allen Test-Items bessere Ergebnisse als die männlichen. Die AK I erzielt im BP, RB und SHS die höchsten Testwerte, im ZW die AK III (Tab. 1). Zum Zeitpunkt t2 konnten mehrheitlich signifikante Verbesserungen im BP, ZW und RB beobachtet werden. Im ZW wurden vorwiegend schlechtere Testwerte erzielt (Tab.2).

Im 6MGT weichen die Ergebnisse der Jungen zum Zeitpunkt t1 um etwa 3% von denen der Mädchen ab. Die AK II legt die längste Gehstrecke zurück, die AK III die kürzeste. Unabhängig von Geschlecht und Altersklasse kommt es zum Zeitpunkt t2 zu signifikanten Verbesserungen (Tab. 2).

Körperzusammensetzung und mMFT

Zum Zeitpunkt t1 weisen die Ergebnisse in den Test-Items BP, ZW, SHS und 6MGT unabhängig vom Geschlecht signifikante Zusammenhänge mit FM (kg) und FFM (kg) auf. FM (%) und FFM (%) korrelieren zudem signifikant mit den Ergebnissen im SHS (Tab.3).

In Abhängigkeit von Geschlecht und Altersklasse konnten vereinzelt signifikante Zusammenhänge zwischen der veränderten

Körperzusammensetzung und der veränderten Leistungsfähigkeit (im BP, ZW und RB) beobachtet werden (Tab. 4).

Im 6MGT konnten, insbesondere in AK II und III, signifikante Zusammenhänge zwischen der Veränderung der FM (kg) und den Ergebnissen im 6MGT beobachtet werden (jeweils $p < .01$). Die Veränderung von FM (%) und FFM (%) korreliert, vor allem in der AK III, mit den Ergebnissen im 6MGT (jeweils $p < .01$, Tab. 4).

DISKUSSION

Körperzusammensetzung

Im Mittelpunkt der vorliegenden Studie stand zunächst die Veränderung der Körperzusammensetzung während einer stationären Adipositasintervention. Einige Studien konnten zeigen, dass die Körperzusammensetzung währenddessen unbeeinflusst bleibt (6,25,44). Andere Autoren berichten jedoch von einer Abnahme der FM und einer Zunahme der FFM (12,47). Wie auch bei Dao (11) ist der Verlust an FM in der vorliegenden Studie bei den Jungen deutlich höher als bei den Mädchen. Es konnte jedoch, unabhängig von Geschlecht und Altersklasse, nicht nur eine Abnahme an FM (kg), sondern ebenso, wie bei Webster (48), eine Abnahme an FFM (kg) beobachtet werden. Dass die Abnahme an FM unmittelbar mit der Abnahme an FFM wie bei Tershakovec (43) statistisch zusammenhängt, was ebenso von Karner-Rezek (24) bei übergewichtigen Mädchen (MW: 15.1 ± 1.5 Jahre) beobachtet wurde, zeigten ebenso in sehr geringem Maße die Ergebnisse der vorliegenden Studie (Tab. 5). So könnte der Verlust an FFM (kg) (insbesondere bei den männlichen Probanden) mit dem Verlust an FM (kg) erklärt werden.

Untersuchungen an 14- bis 60-jährigen Frauen haben ergeben, dass der Verlust an FFM nicht größer als 22% vom Gewichtsverlust insgesamt sein sollte (48). In der vorliegenden Studie wird dieser Anteil vor allem in AK I (ca. 30%) und AK II (ca. 27%) deutlich überschritten, in der AK III liegt der Anteil bei ca. 21%. Die FFM spiegelt nicht nur Muskel-, sondern ebenso Organmasse wieder (13). Sollte der hohe Verlust an FFM (kg) vor allem Muskelmasse implizieren, so muss aus sporttherapeutischer Sicht die Erreichung der geforderten sportmedizinischen Ziele einer Adipositasintervention, im Speziellen den Erhalt (bzw. Minimierung des Abbaus) der Muskelmasse während einer Gewichtsreduktion (3,21,40), anhand der vorliegenden Studie in Frage gestellt werden.

Der Verlust an FFM (kg) kann aus muskelphysiologischer Sicht möglicherweise mit einer verbesserten neuralen Muskelaktivierung und damit mit einer ökonomisierten Muskelarbeit erklärt werden (20). Es muss ebenso auf die Ernährung, die als Therapiebaustein in der Adipositasintervention Anwendung findet (33), hingewiesen werden, denn eine strikte Ernährungsumstellung kann den Verlust an FFM mit begründen (10) und durch eine eiweißreiche Ernährung möglicherweise entgegengewirkt werden (17).

Modifizierter Münchner Fitnesstest

Der mMFT ermöglicht es mit einem geringen Aufwand an Zeit, Material und Personal die einzelnen Aspekte der motorischen Fähigkeiten abzubilden (9). Die alters- und geschlechtsspezifischen Testwerte zeigen, dass das durchschnittliche Leistungsvermögen der weiblichen Probanden insgesamt höher ist, als das der männlichen und mit zunehmender Altersklasse scheinbar abnimmt. Im ZW scheint demgegenüber ein (alters- und entwicklungs-) spezifisches

Tabelle 4: Zusammenhang zwischen veränderter Körperzusammensetzung und veränderten Test-Items (Rohwerte) bei 8-18-jährigen übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen getrennt nach Geschlecht und Altersklasse. r =Spearman'scher Korrelationskoeffizient; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .0001$; AK I = 7 bis <11 Jahre; AK II = 11 bis <15 Jahre; AK III = 15 bis 18 Jahre; verändert=im Verlauf von t1 zu t2; Pkt = Punkte; w = weiblich; m = männlich.

Variable	Gesamt (N=425)				AK I (N=75)
	Δ FM_diff (in kg)	Δ FM_diff (in %)	Δ FFM_diff (in kg)	Δ FFM_diff (in %)	Δ FM_diff (in kg)
Δ BP_diff (Pkt)	$r = -0.072$	$r = -0.093$	$r = 0.068$	$r = 0.093$	$r = -0.028$
w	$r = -0.102$	$r = -0.121$	$r = 0.121$	$r = 0.118$	$r = -0.193$
m	$r = -0.020$	$r = -0.042$	$r = 0.029$	$r = 0.042$	$r = 0.049$
Δ ZW_diff (Pkt)	$r = -0.009$	$r = -0.045$	$r = 0.056$	$r = 0.045$	$r = 0.090$
w	$r = -0.037$	$r = 0.011$	$r = 0.025$	$r = -0.013$	$r = 0.083$
m	$r = -0.057$	$r = -0.093$	$r = 0.085$	$r = 0.093$	$r = -0.011$
Δ RB_diff (cm)	$r = -0.068$	$r = 0.006$	$r = -0.044$	$r = -0.015$	$r = 0.146$
w	$r = -0.048$	$r = 0.025$	$r = -0.017$	$r = -0.044$	$r = 0.170$
m	$r = -0.191^{**}$	$r = -0.075$	$r = -0.099$	$r = 0.075$	$r = 0.115$
Δ SHS_diff (cm)	$r = -0.046$	$r = -0.089$	$r = 0.075$	$r = 0.088$	$r = -0.037$
w	$r = -0.030$	$r = -0.090$	$r = 0.112$	$r = 0.090$	$r = -0.028$
m	$r = -0.032$	$r = -0.064$	$r = 0.037$	$r = 0.064$	$r = 0.007$
Δ 6MGT_diff (m)	$r = -0.251^{***}$	$r = -0.147^{**}$	$r = -0.055$	$r = 0.144^{**}$	$r = -0.052$
w	$r = -0.205^{**}$	$r = -0.111$	$r = -0.006$	$r = 0.107$	$r = 0.008$
m	$r = -0.308^{***}$	$r = -0.154^*$	$r = -0.108$	$r = 0.154^*$	$r = -0.084$

Fähigkeits- und Fertigniveau notwendig. Das durchschnittliche Leistungsvermögen einer gesunden Normpopulation liegt laut Klaes (26) bei einem Testwert von 50. Auch wenn die Probanden zum Zeitpunkt t2 ihre Leistungsfähigkeit teilweise um mehr als 5 Testpunkte steigern konnten, liegen sie insbesondere im BP und SHS deutlich unter dem Durchschnitt. Demgegenüber werden zum Zeitpunkt t2 im ZW (AK III) und RB (AK I) zum Teil Testwerte erreicht, die nur geringfügig vom durchschnittlichen Leistungsvermögen abweichen.

Die Beweglichkeit ist abhängig vom Geschlecht (50), was in der vorliegenden Studie ebenso beobachtet werden konnte. Die Beweglichkeit konnte zudem in den Altersklassen II und III signifikant verbessert werden, was sich mit den Ergebnissen von Pienaar (36) deckt.

Im Gegensatz zu Dao (12) konnte in der vorliegenden Studie lediglich in der AK II eine statistisch relevante Verbesserung im vertikalen Sprung beobachtet werden ($p < .05$). Die Veränderung der Muskelkraft in den unteren Extremitäten ist abhängig vom Alter der Probanden und der Art des Trainings (5). Zudem sollte diesbezüglich die Relativkraft betrachtet werden. Diese beschreibt die

			AK II (N=247)				AK III (N=103)			
Δ FM_diff (in %)	Δ FFM_diff (in kg)	Δ FFM_diff (in %)	Δ FM_diff (in kg)	Δ FM_diff (in %)	Δ FFM_diff (in kg)	Δ FFM_diff (in %)	Δ FM_diff (in kg)	Δ FM_diff (in %)	Δ FFM_diff (in kg)	Δ FFM_diff (in %)
r=-0.049	r=0.152	r=0.084	r=-0.106	r=-0.125	r=0.020	r=-0.118	r=-0.012	r=-0.063	r=0.157	r=0.057
r=-0.126	r=0.144	r=0.162	r=-0.164	r=-0.175*	r=0.088	r=0.162	r=0.058	r=0.007	r=0.183	r=-0.020
r=-0.066	r=0.202	r=0.066	r=0.001	r=-0.033	r=-0.015	r=0.033	r=-0.126	r=-0.091	r=0.177	r=0.091
r=0.062	r=0.123	r=-0.061	r=-0.027	r=-0.077	r=0.072	r=0.073	r=-0.092	r=-0.036	r=-0.075	r=0.045
r=0.101	r=0.145	r=-0.112	r=0.025	r=-0.064	r=0.109	r=0.057	r=-0.060	r=0.119	r=-0.250*	r=-0.103
r=0.005	r=0.136	r=-0.005	r=-0.065	r=-0.084	r=0.033	r=0.084	r=-0.111	r=-0.207	r=0.101	r=0.207
r=0.150	r=0.117	r=-0.142	r=-0.010	r=0.010	r=-0.007	r=-0.017	r=-0.142	r=-0.113	r=-0.120	r=0.101
r=0.143	r=0.152	r=-0.142	r=0.024	r=0.079	r=-0.056	r=-0.095	r=-0.089	r=-0.098	r=-0.034	r=0.073
r=0.221	r=0.095	r=-0.221	r=-0.143	r=-0.146	r=0.003	r=0.146	r=-0.216	r=-0.136	r=-0.191	r=0.136
r=-0.188	r=0.134	r=0.160	r=0.001	r=-0.025	r=0.044	r=0.031	r=-0.112	r=-0.149	r=-0.124	r=0.149
r=-0.155	r=0.219	r=0.128	r=0.064	r=0.012	r=0.100	r=-0.002	r=-0.177	r=-0.231	r=0.081	r=0.230
r=-0.271	r=0.023	r=0.271	r=-0.025	r=-0.039	r=-0.013	r=0.038	r=-0.087	r=-0.001	r=0.167	r=0.001
r=-0.079	r=0.088	r=0.090	r=-0.202**	r=-0.101	r=-0.044	r=0.097	r=-0.344**	r=-0.297**	r=0.125	r=0.288**
r=0.015	r=0.035	r=0.023	r=-0.149	r=-0.043	r=-0.031	r=0.035	r=-0.342**	r=-0.324*	r=-0.003	r=0.306*
r=0.006	r=0.099	r=-0.006	r=-0.272**	r=-0.172	r=-0.085	r=0.172	r=-0.240	r=-0.086	r=-0.179	r=0.086

maximale Last im Verhältnis zur Körpermasse und ist dann von Bedeutung, wenn der eigene Körper (z.B. beim Laufen oder Springen) bewegt werden muss (50).

Jüngere Untersuchungen beschreiben den 6MGT als aussagekräftiges Instrument für die Beurteilung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit übergewichtiger Kinder und Jugendlicher (15,19). Im Vergleich zur Normpopulation (18) liegen die Testergebnisse zum Zeitpunkt t1 insgesamt um ca. 3.4% (Mädchen ca. 2.5%, Jungen ca. 3.7%) unter denen gesunder Kinder und Jugendlicher. Nach der Intervention (t2) erreichen die Probanden sogar Ergebnisse, die über der Norm liegen, was einerseits mit einer verbesserten kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit (41) und andererseits mit einer verbesserten Muskelökonomie erklärt werden kann (20,24).

In mehreren Studien konnte bei adipösen Kindern und Jugendlichen die positive Wirkung von körperlicher Aktivität auf die motorische Leistungsfähigkeit belegt werden (6,22,47). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen größtenteils, dass neben den geforderten sportlichen Zielen (23) einer Adipositasintervention, nämlich die Verbesserung der Ausdauer (6MGT) und der Koordination

(ZW, BP), ebenso eine geringfügige Verbesserung in der Beweglichkeit (RB) und der Sprungkraft (SHS) erreicht werden konnte. Die verbesserte körperliche Leistungsfähigkeit kann dazu beitragen das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen zu vermindern (21,22), die positiven Therapieergebnisse längerfristig aufrechtzuerhalten (32) und kann den Grundstein für eine langanhaltende Bewegungsfreude legen.

Tabelle 5: Zusammenhang zwischen Fettmasse und fettfreier Masse bei 8-18-jährigen übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen. * = p<.05; **=p<.01; ***=p<.0001.

Variable:	FFM (kg)	FFM (%)	Δ FFM_diff (kg)	Δ FFM_diff (%)
FM (in kg)	r=0.887***	r=-0.703***	r=-0.157**	r=0.082
FM (in %)	r=0.319***	r=-0.910***	r=0.070	r=0.084
Δ FM_diff (kg)	r=-0.514***	r=0.346***	r=0.111*	r=-0.734***
Δ FM_diff (%)	r=-0.060	r=0.088	r=-0.419***	r=-0.994***

Körperzusammensetzung und motorische Leistungsfähigkeit

Die vorliegende Studie sollte, ausgehend von einer mehrwöchigen stationären Adipositasintervention, den Zusammenhang zwischen einer veränderten Körperzusammensetzung und der motorischen Leistungsfähigkeit untersuchen. Ausgehend von der Tatsache, dass zu Beginn der Intervention (t1) die Ergebnisse im BP und ZW, unabhängig vom Geschlecht, signifikant von der FM (kg) und der FFM (kg) abhängen, lässt sich am Ende der Intervention (t2) beobachten, dass die veränderte Körperzusammensetzung, in Abhängigkeit von der Altersklasse, scheinbar nur bei den Mädchen mit der Verbesserung der Auge-Hand-Koordination (AK II) und der Gleichgewichtsfähigkeit (AK III) zusammenhängt.

Es kann weiterhin angenommen werden, dass die Abnahme an FM (kg) bei Jungen mit einer verbesserten Beweglichkeit der hinteren Oberschenkelmuskulatur bzw. mit einer verbesserten Hüftbeugfähigkeit einhergeht. Da der größte Anteil an FM im abdominalen Bereich angesiedelt ist (45,12) und der Rumpf in Bezug auf die Körperfettmasse wahrscheinlich der höchsten Variabilität bei einer Gewichtsintervention unterliegt (1), sollte der Faktor Bauchumfang als Einflussfaktor für die Beweglichkeit weiter untersucht werden.

Zu Beginn der vorliegenden Untersuchung (t1) korrelierten wie auch bei Dao (12) nicht nur die Ergebnisse im SHS mit FM (kg), sondern ebenso mit FFM (kg). Im Gegensatz zur genannten Literatur konnten im Verlauf jedoch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der veränderten Körperzusammensetzung und den Testergebnissen zum Zeitpunkt t2 beobachtet werden. Da die FM im Allgemeinen als bedeutendster Einflussfaktor für das motorische Fähigkeit- und Fertigkeitenniveau der unteren Extremitäten angesehen wird (29), kann für die vorliegende Studie angenommen werden, dass eine exzessive FM die Schnell-/ Sprungkraft zwar limitiert, die Abnahme der FM während einer stationären Intervention jedoch scheinbar keinen Einfluss auf die Kraftfähigkeit der unteren Extremitäten hat.

In Bezug auf den 6MGT lassen die vorliegenden Ergebnisse vermuten, dass, konform mit der Literatur (42), die Veränderung der Körperzusammensetzung zu Gunsten der FFM mit einer verbesserten Ausdauerleistungsfähigkeit einhergeht. Die Ursachen können auch hier einerseits auf eine höhere kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit (41) und andererseits auf eine verbesserte Muskelökonomie zurückgeführt werden (20).

Obwohl in der vorliegenden Studie eine signifikante Abnahme der FFM (kg) beobachtet werden konnte, scheint dies, unabhängig von Alter und Geschlecht, die motorische Leistungsfähigkeit nicht negativ zu beeinflussen. Inwieweit mit dem Verlust an FFM (kg) ebenso ein tatsächlicher Verlust an Muskelmasse verbunden ist und welche Auswirkungen dies auf die einzelnen Aspekte der motorischen Leistungsfähigkeit hat, sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Einschränkungen:

Die Daten für die vorliegende Studie wurden in vier zertifizierten Adipositaszentren erhoben und in der APV-Datenbank der Universität Ulm gesammelt. Aus diesem Grund lässt sich die Einhaltung der Testgütekriterien nicht endgültig zurückverfolgen (37).

Adipositas verursacht möglicherweise pathologische Störungen im Wasser- und Elektrolythaushalt, was bei der Berechnung und Bewertung der Körperzusammensetzung berücksichtigt werden sollte (4,14,49).

Ebenso muss die Motivation der Probanden, die zu verschiedenen (Mess-)Zeitpunkten unterschiedlich ausgeprägt sein kann, kritisch hinterfragt werden. Zudem kann der Kenntnisstand der Kinder und Jugendlichen bzgl. der Testübungen zum Zeitpunkt t2 das Messergebnis beeinflussen (24).

Studien belegen, dass die Veränderung der Körperzusammensetzung von der Art der Körperübung (Kraft- vs. Ausdauertraining) abhängig ist (21,32). In der APV-Datenbank wird zwar die Häufigkeit, jedoch nicht der Inhalt der sport- und bewegungstherapeutischen Einheiten dokumentiert, was die Vergleichbarkeit der Messergebnisse erschwert.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine stationäre Rehabilitationsmaßnahme bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen führt zu einer signifikanten Änderung der Körperzusammensetzung. Dabei kommt es neben der Reduktion an Fettmasse zu einem Verlust an fettfreier Körpermasse, was jedoch die körperliche Leistungsfähigkeit nicht negativ zu beeinflussen scheint. Insgesamt scheint eine veränderte Körperzusammensetzung in geringem Maße bei Mädchen mit einer verbesserten Feinmotorik und bei Jungen mit einer verbesserten Beweglichkeit zusammenzuhängen. Im Allgemeinen scheint unabhängig vom Geschlecht ein weitaus größerer Zusammenhang zwischen der Veränderung der Körperzusammensetzung und der Ausdauerleistungsfähigkeit zu bestehen. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einer veränderten Körperzusammensetzung und der Kraftfähigkeit scheint jedoch nicht zu existieren.

AUSBLICK

Die Sport- und Bewegungstherapie kann einerseits die körperliche Leistungsfähigkeit nachweislich verbessern und andererseits das prozentuale Verhältnis der Körperzusammensetzung zu Gunsten der fettfreien Masse positiv beeinflussen. Dennoch sollten in weiteren Studien die speziellen sport- und bewegungstherapeutischen Inhalte (Ausdauer- vs. Krafttraining) und deren Einfluss auf die Körperzusammensetzung detailliert betrachtet werden.

Danksagung

Die Arbeit wurde unterstützt durch das Kompetenznetz Adipositas gefördert vom Deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen 01GI1130). Für die Unterstützung und Hilfe bei der Anfertigung des Manuskripts bedanke ich mich vielmals bei Frau Uta Remmers (Leiterin Dr. Becker PhysioGym Norddeich), Herrn Dr. Thomas Drüke (Chefarzt der Orthopädie in der Dr. Becker Klinik Norddeich), Frau Christin Dräger (Dr. Becker PhysioGym Norddeich) und bei Herrn Dr. Stefan Berghem (Chefarzt Ostseestrandklinik Klaus Störtebeker Kölpinsee/Usedom).

LITERATUR

1. ARA I, VICENTE-RODRIGUEZ G, PEREZ-GOMEZ J, JIMENEZ-RAMIREZ J, SERRANO-SANCHEZ JA, DORADO C, CALBET JAL. Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys:

- a3-year longitudinal study. *Int J Obes.* 2006;30:1062-1071. doi:10.1038/sj.ijo.0803303
2. **BAKER JL, OLSEN LW, SØRENSEN TI.** Childhood body mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med.* 2007;357:2329-2337 Medline. doi:10.1056/NEJMoa072515
 3. **BALLOR DL, POEHLMANN ET.** Exercise-training enhances fat-free mass preservation during diet induced weight loss: a meta-analytical finding. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1994;18:35-40 Medline.
 4. **BATTISTINI N, VIRGILI F, SEVERI S, BRAMBILLA P, MANZONI P, BECCARIA L, CHIUMELLO G.** Relative expansion of extracellular water in obese vs normal children. *J Appl Physiol.* 1995;79:94-96 Medline.
 5. **BEHRINGER M, VOM HEEDE A, YUE Z, MESTER J.** Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics.* 2010;126:1199-1210. doi:10.1542/peds.2010-0445
 6. **BELL LM, WATTS K, SIAFARIKAS A, THOMPSON A, RATMAN N, BULSARA M, FINN J, O'DRISCOLL G, GRENN DJ, JONES TW, DAVIS EA.** Exercise alone reduces insulin resistance in obese children independently of changes in body composition. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92:4230-4235 Medline. doi:10.1210/jc.2007-0779
 7. **BIRO FM, WIEN M.** Childhood obesity and adult morbidities. *Am J Clin Nutr.* 2010;91:1499-1505. doi:10.3945/ajcn.2010.28701B
 8. **BÖHLER T, WABITSCH M, WINKLER U.** Qualitätskriterien für Programme zur Prävention von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. Konsensuspapier Patientenschulungsprogramme für Kinder und Jugendliche mit Adipositas. BZgA – Bundeszentrale für Gesundheitliche Aufklärung. Köln (2005) 37-55
 9. **BÖS K, TITTLBACH S.** Motorische Tests für Schule und Verein. *Sportpraxis.* 2002;43:42-50.
 10. **CHASTON TB, DIXON JB, O'BRIEN PE.** Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systemic review. *Int J Obes.* 2007;31:743-750.
 11. **DAO HH, FRELUT ML, OBERLIN F, PERES G, BOURGEOIS P, NAVARRO J.** Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on body composition in obese adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:290-299 Medline. doi:10.1038/sj.ijo.0802542
 12. **DAO HH, FRELUT ML, OBERLIN F, PERES G, BOURGEOIS P, NAVARRO J.** Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:870-878 Medline. doi:10.1038/sj.ijo.0802535
 13. **DATA INPUT.** GmbH (2012). http://www.data-input.de/_site/german/methode/
 14. **DEURENBERG P.** Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:449.
 15. **ELLOUMI M, MAKNI E, OUNIS OB, MOALLA W, ZBIDI A, ZAOUELI M, LAC G, TABKA Z.** Six-minute walking test and the assessment of cardiorespirators responses during weight loss programmes on obese children. *Phys Res Int.* 2011;16:32-42.
 16. **EPSTEIN LH, PALUCH RA, GORDY CC, DORN J.** Decreasing sedentary behaviours in treating pediatric obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2000;154:220-226 Medline. doi:10.1001/archpedi.154.3.220
 17. **EVANS EM, MOJTAHEDI MC, THORPE MP, VALENTINE RJ, KRIS-ETHERTON PM, LAYMAN DK.** Effects of protein intake and gender on body composition changes: a randomized clinical weight loss trial. *Nutr Metab (Lond).* 2012;9:55 Medline. doi:10.1186/1743-7075-9-55
 18. **GEIGER R, STRASAK A, TREML B, GASSER K, KLEINSASSER A, FISCHER V, GEIGER H, LOECKINGER A, STEIN J.** Six-minute Walk Test in Children and Adolescents. *J Pediatr.* 2007;150:395-399 Medline. doi:10.1016/j.jpeds.2006.12.052
 19. **GEIGER R, WILLEIT J, RUMMEL M, HÖGLER W, STÜBING K, STRASAK A, GEIGER H, STEIN J, RAUCHENZAUNER M.** Six-Minute Walk Distance in overweight children and adolescents: effects of a weight-reducing program. *J Pediatr.* 2011;158:447-451 Medline. doi:10.1016/j.jpeds.2010.08.020
 20. **GUNKEL J, HEBESTREIT H.** Auswirkungen von Training im Kindes- und Jugendalter. In: *Kinder- und Jugendsportmedizin. Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie.* Hebestreit et al. (Hrsg.) Georg Thieme Verlag (2002) 21-26
 21. **GUTIN B, CUCUZZO N, ISLAM S, SMITH C, STACHURA ME.** Physical training, lifestyle education and coronary risk factors in obese girls. *MSSE.* 1995;28:19-23.
 22. **GUTIN B, BARBEAU P, OWENS S, LEMMON CR, BAUMAN M, ALLISON J, KANG HS, LITAKER MS.** Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:818-826 Medline.
 23. **JAESCHKE R, LAWRENZ A, GIESSER T, GRUBER W, GRUPPE M, HASMANN R, JAESCHKE S, KAYSER R, KRETSCHMANN-KANDEL E, LAWRENZ W, LINSE P, MÖTTIG J, RIEL-HECKHAUSEN B, SCHAAR B, SCHACHER S, SCHUSTER W, SCHWITTERS P, STÜBING K, UHENMAYR K, WIEGAND S.** Schulungsbereich Körperliche Aktivität und Sport. *Trainermanual Aktiver Leichter Gesünder. Interdisziplinäres Konzept für die Schulung übergewichtiger oder adipöser Kinder und Jugendlicher 2ed.* Aid infodienst, DGE, Bonn (2007) 430-614
 24. **KARNER-REZEK K, KNECHTLE B, FENZL M, SCHLEGEL C, KONRAD M, ROSEMANN T.** The effects of an 8-week multicomponent inpatient treatment program on body composition and anaerobic fitness in overweight and obese children and adolescents. *Int J Gen Med.* 2013;6:159-166 Medline.
 25. **KELLY DE, GOODPASTER BH.** Effects of physical activity on insulin action and glucose tolerance in obesity. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(Suppl):619-623. doi:10.1097/00005768-199911001-00021
 26. **KLAES L, COSLER D, ROMMEL R, ZENS YC.** WIAD-AOK-DSB-studies II. Bonn: Deutscher Sportbund; 2003
 27. **KNOLL KP, HAUNER H.** Kosten der Adipositas in der Bundesrepublik Deutschland – eine aktuelle Krankheitskostenstudie. *Nucl Med (Stuttg).* 2008;47:181-187.
 28. **KURTH BM, SCHAFFRATH ROSARIO A.** Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2010;53:643-652 Medline. doi:10.1007/s00103-010-1083-2
 29. **LAFORTUNA CL, FUMAGALLI E, VANGELI V, SARTORIO A.** Lower limb alactic anaerobic power output assessed with different techniques in morbid obesity. *J Endocrinol Invest.* 2002;25:134-141 Medline.
 30. **LI AM, YIN J, YU CCW, TSANG T, SO HK, WONG E, CHAN D, HON EKL, SUNG R.** The six minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005;25:1057-1060 Medline. doi:10.1183/09031936.05.00134904
 31. **LOB-CORZILIUS T, REINEHR T, WABITSCH M, HOLL RW.** Standardisierte Dokumentation der medizinischen Versorgung adipöser Kinder und Jugendlicher in Deutschland, Österreich und der Schweiz: Software zur Adipositas-Patienten-Verlaufsdokumentation „APV“. *Kinder und Jugendarzt.* 2005;36:450-455.
 32. **MAZIEKAS MT, LEMURA LM, STODDARD NM, KAERCHER S, MARTUCCI T.** Follow up exercise studies in pediatric obesity: implications for long term effectiveness. *Br J Sports Med.* 2003;37:425-429 Medline. doi:10.1136/bjism.37.5.425
 33. **MOSS A, KUNZE D, WABITSCH M.** Evidenzbasierte Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter zur Therapie der Adipositas im Kindes- und Jugendalter. *Bundesgesundheitsbl.* 2011;45:584-590.
 34. **OKELY AD, BOOTH ML, CHEY T.** Relationships between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. *Res Q Exerc Sport.* 2004;75:238-247 Medline. doi:10.1080/02701367.2004.10609157
 35. **ORSI CM, HALE DE, LYNCH JL.** Pediatric obesity epidemiology. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2011;18:14-22 Medline. doi:10.1097/MED.0b013e32832423de1
 36. **PIENAAR AE, DU TOIT D, TRUTER L.** The effect of a multidisciplinary physical activity intervention on the body composition and physical fitness of obese children. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53:415-427 Medline.
 37. **PIETROBELLI A.** Outcome measurements in paediatric obesity prevention trials. *Int J Obes.* 2004;28:86-89. doi:10.1038/sj.ijo.0802799
 38. **ROBERT KOCH INSTITUT.** Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) 2003-2006. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Berlin 2011

39. RUSCH H, IRRGANG W. Auswahltest Sportförderunterricht.Haltung und Bewegung. 1994;14:4-17.
40. SCHWINGSHANDL J, SUDI K, EIBL B, WALLNER S, BORKENSTEIN M. Effect of an individualised training programme during weight reduction on body composition: a randomised trial. Arch Dis Child. 1999;81:426-428 Medline. doi:10.1136/adc.81.5.426
41. SIEGFRIED W, SIEGFRIED A, RABENAUER M, HEBEBRAND J. Die stationäre Langzeittherapie extrem adipöser Jugendlicher zeigt eine deutliche Verbesserung der respiratorischen Parameter und der Körperzusammensetzung. Aktuel Ernaehr Med.2000;25:258.
42. STIGMAN S, RINTALA P, KUKKONEN-HARJULA K, KUJALA U, RINNE M, Fogelholm M. Eight-year-old children with high cardiorespiratory fitness have lower overall and abdominal fatness. Int J Pediatr Obes. 2009;4:98-105 Medline. doi:10.1080/17477160802221101
43. TERSHAKOVEC AM. Body composition and metabolic factors in obese children and adolescents.Int J Obes. 2003;27:19-24. doi:10.1038/sj.jo.0802185
44. TREUTH MS, HUNTER GR, FIGUEROA-COLON R, GORAN MI. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. Med Sci Sports Exerc. 1998;30:1738-1743 Medline. doi:10.1097/00005768-199812000-00013
45. WABITSCH M, BRAUN U, HEINZE E, MUCHE R, MAYER H, TELLERE W, FUSCH C. Body Composition in 5-18-y-old obese children and adolescents before and after weight reduction as assessed by deuterium dilution and bioelectrical impedance analysis. Am J Clin Nutr. 1996;64:1-6 Medline.
46. WABITSCH M, STÜBING K. Grundlagen des Schulungskonzepts. Trainermanual Aktiver Leichter Gesünder. Interdisziplinäres Konzept für die Schulung übergewichtiger oder adipöser Kinder und Jugendlicher 2ed. Aid infodienst, DGE, Bonn (2007) 2-108
47. WATTS K, JONES TW, DAVIS EA, GREEN DJ. Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. Sports Med. 2005;35:375-392 Medline. doi:10.2165/00007256-200535050-00002
48. WEBSTER JD, HESP R, GARROW JS. The composition of excess weight in obese women estimated by body density, total body water and total body potassium. Hum Nutr Clin Nutr. 1984;38:299-306 Medline.
49. WELLS JC, FEWTRELL MS, WILLIAMS JE, HAROUN D, LAWSON MS, COLE TJ. Body composition in normal weight, overweight and obese children: matched case-control analyses of total and regional tissue masses, and body composition trends in relation to relative weight. Int J Obes. 2006;30:1506-1513. doi:10.1038/sj.jo.0803402
50. WINTER R, HARTMANN C. Die motorische Entwicklung des Menschen von der Geburt bis ins hohe Alter (Überblick). In: Bewegungslehre – Sportmotorik, K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), Aachen (2007) 243-373

Korrespondenzadresse:

Heiko Schwerin
Dr. Becker PhysioGym Norddeich
Badestraße 14
26506 Norden-Norddeich
E-Mail: heiko.schwerin@posteo.de