

ACCEPTED: November 2015

PUBLISHED ONLINE: December 2015

DOI: 10.5960/dzsm.2015.210

Kuni B, Rühling NE, Wagner F, Hegar U, Roth C, Schmitt H. Das übergewichtige Kind – kann Ballsport Defizite ausgleichen? Dtsch Z Sportmed. 2015; 66: 328–331.

# Das übergewichtige Kind – kann Ballsport Defizite ausgleichen?

*The Overweight Child – Can Ball Sports Compensate for Deficits in Overweight Children?*

1. UNIVERSITÄTSKLINIKUM HEIDELBERG, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Zentrum für Orthopädie, Unfallchirurgie und Paraplegiologie, Heidelberg
2. ORTHO-ZENTRUM KARLSRUHE, Karlsruhe
3. UNIVERSITÄT HEIDELBERG, Institut für Sport und Sportwissenschaft, Heidelberg
4. ATOS KLINIK HEIDELBERG, Heidelberg

## Zusammenfassung

- › **Problemstellung:** Zahlreiche Studien belegen, dass eine Steigerung der körperlichen Aktivität bei übergewichtigen Kindern eine positive Wirkung auf internistische Parameter erzielen kann. Dagegen fehlen bisher Daten zum Einfluss spezifischer Interventionen wie Ballsport auf orthopädische Grundgrößen wie die Gelenkbeweglichkeit und Beinachsen. Ziel war es daher, prospektiv zu überprüfen, ob Ballsport Beweglichkeit und Stellung der unteren Extremitäten positiv verändern kann.
- › **Methoden:** 46 übergewichtige Kinder (Mädchen: Alter: 8J 9M±1J 2M, BMI-Perzentile: 97,7±3,0; Jungen: Alter: 9J 6M±1J 4M, BMI-Perzentile: 98,2±2,5 (Mittelwert ± Standardabweichung)) wurden vor und nach einem halben Jahr Intervention untersucht. 42 nicht-übergewichtige Kinder (Mädchen: Alter: 9J 3M±1J 3M, BMI-Perzentile: 26,9±20,8; Jungen: Alter: 9J 4M±1J 2M, BMI-Perzentile: 41,32±27,6) wurden einmalig untersucht. Das passive Bewegungsausmaß der unteren Extremitäten wurde mit Goniometer bestimmt, die Beinachsen mittels Digitalfotografie.
- › **Ergebnisse:** Ballsport führte zu einer Verbesserung der Hüftabduktion (re.: p=0,016, li.: p=0,003). Die übrigen Gelenkausmaße wurden nicht positiv beeinflusst. Zwischen beiden Messterminen nahm die valgische Beinachse zu (bei den Mädchen re.: p=0,029, li.: p=0,001, bei den Jungen nur li.: p=0,001), aufgeschlüsselt nach Interventionsgruppen war dies in der Gruppe ohne Intervention der Fall, nicht aber in der Ballsportgruppe.
- › **Diskussion:** Ballsport konnte begrenzt auf die unteren Extremitäten Einfluss nehmen. Aus orthopädischer Sicht ist dessen Einsatz auch als Anreiz zu einer Steigerung der körperlichen Aktivität im Rahmen von Interventionsprogrammen bei übergewichtigen Kindern zu befürworten.

## SCHLÜSSELWÖRTER:

Übergewicht, Koordination, Beinachsen, Bewegungsausmaß

## Summary

- › **Background and Aim:** Physical activity positively influences medical parameters in overweight children. However, the specific effect of ball sports on the range of motion and the axis of the lower extremities has not yet been explored. The aim was to prospectively investigate the effect of ball sports on joint mobility and axis of the lower extremities in overweight children.
- › **Methods:** In all, 46 overweight children (girls: age: 8y. 9m.±1y. 2m., BMI Percentile: 97.7±3.0; boys: age: 9y. 6m.±1y. 4m., BMI Percentile: 98.2±2.5 (mean value ± standard deviation) were tested before and after six months of intervention. Additionally, 42 non-overweight children (girls: age: 9y. 3 mo.±1 y. 3 mo., BMI Percentile: 26.9±20.8; boys: age: 9y. 4 mo.±1 y. 2 mo., BMI Percentile: 41.32±27.6) were examined once. The passive range of motion in hip, knee and ankle joint was assessed. Knee alignment was determined by digital photographs.
- › **Results:** Ball sports improved hip abduction (right: p=0.016, left: p=0.003), valgus leg axis increased overall (girls: right p=0.029, left p=0.001, boys: only left p=0.001); according to intervention group, valgus increased in the group without intervention, but not in the ball sports group.
- › **Discussion:** Ball sports showed some positive influence on the lower extremities. It could enhance the motivation for physical activity in programs for overweight children.

## KEY WORDS:

Overweight, Coordination, Leg Axis, Range of Motion

## Einleitung

Während bei übergewichtigen Kindern die Wirkung interdisziplinärer Interventionen auf internistische Parameter bereits umfassend untersucht wurde, ist die Datenlage zur Wirkung spezifischer Interventionen wie Ballsport und Ernährungsberatung auf orthopädische Grundparameter wie Bewegungsausmaß, Beinachsen und Koordination noch lückenhaft.

Gesichert findet sich ein Missverhältnis der körperlichen Fitness und motorischen Leistungsfähigkeit zwischen normal- und übergewichtigen Kindern (6, 11, 27). Die motorische Entwicklung ist stark abhängig von der körperlichen Beanspruchung (11).

Am häufigsten zielten Programme auf eine Reduktion der Inaktivität und/oder unausgewogene Ernährung ab, mit uneinheitlichen Resultaten (12, 22). Positive Effekte auf die Koordination und motorische Leistungsfähigkeit wurden beobachtet (17, 18), u.a. im Programm „Fitness für Kids“ (16), im CHILT-Projekt (Children's Health Interventional Trial) (12) und durch D'Hondt et al. (7). Die Kniegelenkbeweglichkeit ist bei mehr als einem Fünftel der übergewichtigen Kinder schmerzhaft eingeschränkt (23). Es wurden häufiger genua valga beobachtet als bei nicht-übergewichtigen Kindern (8, 23), z. T. jedoch ohne Quantifizierung (8), von Taylor et al. röntgeno-



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

## KORRESPONDENZADRESSE:

Dr. med. Benita Kuni  
Fachärztin für Orthopädie  
und Unfallchirurgie  
Ortho-Zentrum Karlsruhe  
Waldstr. 67, 76133 Karlsruhe  
✉: benita@kuni.org

logisch mittels Messung des Tibiofemoralwinkels bestätigt (23). Der klinische intermalleoläre Abstand korreliert ebenfalls mit dem Gewicht (2, 4, 9).

Langfristig kann wohl die Entstehung einer Kniegelenksarthrose durch Beinachsenabweichungen und Übergewicht begünstigt werden (10, 25).

Für übergewichtige Kinder konnte ein erhöhtes Verletzungs- (1) und Frakturrisiko aufgezeigt werden, u.a. durch Stürze und bei individuell erhöhter Vulnerabilität (23, 25). Auf dem Boden dieser Daten erscheint eine spezifische Intervention zur positiven Beeinflussung der Beweglichkeit, Achsausrichtung und Koordination indiziert, um Verletzungsrisiken und Langzeitkonsequenzen des kindlichen Übergewichts zu vermindern.

**Problem und Zielstellung**

Ziel war es daher, den Einfluss von Ballsport und Ernährungsberatung auf die Bewegungsausmaße, die Beinachsen (insbesondere auf eine etwaige Valgusfehlstellung) und auf die koordinativen Fähigkeiten bei übergewichtigen Kindern zu prüfen. Die Ausgangsdaten des ersten Messzeitpunkts wurden darüber hinaus mit einer Gruppe von nicht-übergewichtigen Kindern verglichen (Siehe: englisches Manuskript „Do overweight children stand on valgus knees?“).

**Methoden**

Insgesamt wurden 46 übergewichtige Kinder (ÜG, Tab. 1) in vier Interventionsgruppen randomisiert (Ballsport, Ernährungsberatung, Ballsport und Ernährungsberatung, Kontrollgruppe ohne Intervention) und ein halbes Jahr nach der Basismessung (M1) erneut untersucht (M2). Die Ballschule fand zweimal wöchentlich für je 90 min statt. Die Rekrutierung erfolgte mittels Pressemitteilungen, über Informationsveranstaltungen und Broschüren. Einschlusskriterium für die übergewichtige Gruppe war ein Body-Maß-Index (BMI) gleich oder größer der alters- und geschlechtsspezifischen 90. Perzentile (5, 19).

42 nicht-übergewichtige Kinder (NÜG, Tab. 1) wurden einmalig ohne Intervention untersucht. Die NÜG wurden in einer Grundschule im Rhein-Neckar-Kreis nach Zustimmung des Elternbeirats und der Erziehungsberechtigten durch die Schulleiterin zusammengestellt.

Für alle Probanden lag eine schriftliche Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten vor.

Für das interdisziplinäre Gesamtprojekt des Universitätsklinikums Heidelberg mit dem Institut für Sport und Sportwissenschaft Heidelberg (15) sowie für das orthopädische Teilprojekt lag das positive Votum der Ethikkommission der Universität Heidelberg vor.

Körpergröße und -gewicht wurden bei den ÜG in der Eingangsuntersuchung des Zentrums für Kinder- und Jugendmedizin der Universität Heidelberg erhoben, bei den NÜG während der orthopädischen Untersuchung. In einem Anamnesege-spräch wurde das aktuelle sportliche Aktivitätsniveau erfragt.

Das passive Bewegungsausmaß der Hüft-, Knie- und Sprunggelenke erfolgte in Rückenlage auf einer Turnmatte mittels Goniometer. Um eine generalisierte, angeborene Hypermobilität festzustellen, wurde der Beighton Score (3) mit einer Grenze von >=5 Punkten für eine positive Wertung angewendet. Die Brighton Criterias (13) wurden ebenfalls erfasst.

Die Beinachsenbestimmung erfolgte nach dem bereits beschriebenen Verfahren (21) wie folgt: Es wurden digitale, frontale Fotografien mittels der Kamera Nikon Coolpix 990 (3,34 MP) standardisiert angefertigt. Position: barfuß mit nach vorn

**Tabelle 1**

Antropomorphe Daten der übergewichtigen (Mädchen n=26, Jungen n=20) und nicht-übergewichtigen Kinder (Mädchen n= 23, Jungen n=19). MW=Mittelwert, SA=Standardabweichung, J=Jahre, M=Monate, BMI-Perzentile=Perzentile des Body-Mass-Index.

		ÜBERGEWICHTIGE MW ± SA	NICHT ÜBERGEWICHTIGE MW ± SA
<b>Alter [Jahre &amp; Monate]</b>	Mädchen	8J 9M ± 1J 2M	9J 3M ± 1J 3M
	Jungen	9J 6M ± 1J 4M	9J 4M ± 1J 2M
<b>BMI-Perzentile</b>	Mädchen	97,7 ± 3,0	26,9 ± 20,8
	Jungen	98,2 ± 2,5	41,32 ± 27,6

**Tabelle 2**

Biomechanische Beinachsen der übergewichtigen Kinder in Winkelgrad. M1=Messzeitpunkt 1, M2=Messzeitpunkt 2, MW=Mittelwert, SA=Standardabweichung, Min=Minimum, Max=Maximum.

ÜBERGEWICHTIGE MÄDCHEN					VERGLEICH M2 VS. M1	
Zeitpunkt	M1	M2	M1	M2		
[Grad]	rechts		links		p	p
	MW±SA	MW±SA	MW±SA	MW±SA		
	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)		
<b>Biomechan. Beinachse [Grad]</b>	4,7±2,9 (-2-11)	5,9±3,0 (0-11)	4,9±3,5 (-3-12)	7,0±2,9 (-1-11)	0,029	0,001

  

ÜBERGEWICHTIGE JUNGEN					VERGLEICH M2 VS. M1	
Zeitpunkt	M1	M2	M1	M2		
[Grad]	rechts		links		p	p
	MW±SA	MW±SA	MW±SA	MW±SA		
	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)		
<b>Biomechan. Beinachse [Grad]</b>	3,8±3,2 (-1-8)	4,7±3,7 (0-10)	2,6±3,7 (-4-8)	5,7±3,8 (-1-12)	0,087	0,001

ausgerichteten Füßen, hüftbreiter Beinstand, frei vor einer Wand, das Körpergewicht gleichmäßig auf beide Beine verteilt. Die Kamera war auf einem Stativ aus drei Metern Entfernung auf Beckenhöhe des Probanden ausgerichtet. Die biomechanische Beinachse wurde mit Hilfe des Programms „Mechanical Desktop Power Pack / AutoCAD 2000“ bestimmt. Als Markierungslinien wurden drei zur Bildachse horizontale Linien gesetzt: 1. Oberschenkel: die maximale Breite des Oberschenkels; 2. Kniegelenke: Wendepunkt der mediaseitig gelegenen, s-förmigen Verjüngung der Weichteile am Übergang von Femur zu Tibia (Kniedurchmesser); 3. Malleolen: jeweils breiteste Stelle. Die Mittelpunkte der benachbarten Linien (Oberschenkel-Knie, Knie-Malleoli) wurden durch die Software zur Beinachse verbunden. Die Winkelermessung erfolgte durch Markieren der beiden Winkelschenkel in Grad (positiv: valgisch, negativ: varisch).

Der Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) wurde im Rahmen der Gesamtstudie bestimmt (15): Balancieren rückwärts, monopedaes Überhüpfen, seitliches Hin- und Herspringen, seitliches Umsetzen. Der daraus berechnete motorische Quotient (MQ) streut alters- und geschlechtsspezifisch mit 15 MQ-Punkten um den Mittelwert von 100, ähnlich dem Intelligenzquotienten. Kinder mit MQ <=85 gelten als auffällig in der Körperbeherrschung, mit MQ <=70 als gestört.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, USA) nach Prüfung auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov Test) für den prospektiven Vergleich der übergewichtigen Kinder mittels T-Test für abhängige Stichproben, für Gruppenvergleiche ÜG versus NÜG mittels T-Test für unabhängige Stichproben und Vierfeldertafeln (Chi-Quadrat). ➤

Tabelle 3

Verteilung des Beighton Scores bei Übergewichtigen und Nicht-Übergewichtigen. Beighton Score positiv=Beightonwert  $\geq 5$ , negativ  $< 5$ .

BEIGHTON	MÄDCHEN		JUNGEN	
	Übergewichtige (n=26)	Nicht-Übergewichtige (n=23)	Übergewichtige (n=20)	Nicht-Übergewichtige (n=19)
Score	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
negativ	14	15	16	16
positiv	12	8	4	3

Das Signifikanzniveau wurde aufgrund des explorativen Charakters der Studie auf  $\alpha=0,05$  festgelegt.

## Ergebnisse

Dreimal mehr übergewichtige (ÜG) als nicht-übergewichtige Kinder (NÜG) übten keinen weiteren Sport als Schulsport aus. Die Restlichen betrieben pro Woche zusätzlich 1,4h (ÜG) versus 1,9h (NÜG) Sport. Die ÜG machten weniger häufig Turnen/Tanzen als die NÜG, während doppelt so viele an Kampfsportarten und fünfmal so viele am Schwimmen teilnahmen. Ballsportarten waren in beiden Gruppen ähnlich beliebt.

Im prä-postinterventionellen Vergleich konnte allein in der Ballsportgruppe eine Verbesserung der Hüftabduktion (re.:  $p=0,016$ , li.:  $p=0,003$ ) beobachtet werden. Andere Bewegungsmaße änderten sich nicht zum Positiven. In den anderen Interventionsgruppen und in der ÜG-Kontrollgruppe war keine Verbesserung zu verzeichnen.

Die valgische Beinachse nahm von M1 bis M2 bei den übergewichtigen Mädchen beidseits, bei den übergewichtigen Jungen links signifikant zu (Tab. 2). Nach Interventionsgruppen aufgeschlüsselt war in der Ballschulgruppe keine Zunahme der Valgusstellung zu verzeichnen, während sich in der ÜG ohne Intervention eine Zunahme rechts ( $p=0,016$ ) und links ( $p=0,015$ ) zeigte. Kinder mit valgischen Beinachsen wiesen keine Unterschiede in der Hüftgelenkbeweglichkeit auf und schnitten in den übrigen Tests nicht schlechter ab als Kinder mit unauffälligen Beinachsen.

Bei M2 erreichten die übergewichtigen Kinder im KTK bessere Ergebnisse als bei M1:

M2:  $83,93 \pm 18,57$  (MW  $\pm$  SA), M1:  $77,33 \pm 18,1$  ( $p=0,01$ ,  $T=2,72$ ,  $n=39$ ).

Nach Interventionsgruppen getrennt war dies auf eine Teilnahme an der Ballschule zurück zu führen ( $p=0,029$ ,  $T=2,382$ ,  $n=18$ ), in der Kontrollgruppe und mit Ernährungsberatung allein fand keine Änderung statt ( $p=0,148$ ,  $T=1,105$ ,  $n=21$ ). Hypermobilität war in den Gruppen ÜG und NÜG gleich häufig vertreten (Tab. 3). Es fand sich kein Einfluss der Hypermobilität auf die erhobenen Parameter.

## Diskussion

Diese Arbeit bezieht sich auf dieselbe Gruppe, die im begleitenden Artikel zur Beinstatik beschrieben wird. Bereits im Grundschulalter beteiligten sich die übergewichtigen Kinder seltener an außerschulischen Sportaktivitäten. Eine halbjährige Ballschulintervention konnte bei ihnen die Hüftgelenkbeweglichkeit und die Koordination verbessern. Ein positiver Einfluss auf die Beinachsen war nicht zu verzeichnen.

Bisher gab es bereits eine Vielzahl an Interventionsansätzen zur Bewegungsförderung bei übergewichtigen Kindern (24). Unsere Arbeit fasst erstmalig den Einfluss von spezifischem

Ballschultraining auf orthopädische Parameter zusammen. Dabei ist der Ansatz der fotografischen Beinachsenvermessung als strahlenfreie Möglichkeit des Monitorings innovativ.

Eine Valgus-Beinachsenveränderung kann für die Entwicklung einer Arthrose prädestinieren. Daher erscheint eine frühzeitige Überprüfung angezeigt. Eine Korrektur gelang durch die getroffenen Maßnahmen bedingt. Zumindest konnte in der Ballschulgruppe, im Gegensatz zu der übergewichtigen Gruppe ohne Intervention, eine Zunahme der Valgusstellung verhindert werden (wobei die Aufschlüsselung nach Interventionsgruppen aufgrund der geringen Fallzahl nur eingeschränkt interpretierbar ist).

In einer Folgestudie könnte der Einsatz gezielter physiotherapeutischer/gymnastischer Übungsmaßnahmen zur langfristigen Achskorrektur überprüft werden. Im Kleinkindalter gilt ein anatomischer Winkel von ca. +10 Grad als physiologisch, während sich die +5 bis +7 Grad (Valgus) des Erwachsenen normalerweise mit ca. 8 bis 10 Jahren einstellen (14, 26). Daher könnte auch eine verzögerte Entwicklung eine Rolle spielen, wenn in der vorliegenden Altersgruppe noch ein wachsender Tibiofemoralwinkel gefunden wird. Jedoch lag die Körpergröße der übergewichtigen Kinder im Mittel oberhalb der 80. Perzentile, was gegen eine Retardierung spricht. Daher kann dieses Erklärungsmodell nicht herangezogen werden, sondern eher das erhöhte Körpergewicht.

Auch die verminderte Beweglichkeit der Hüftgelenke könnte eine Rolle spielen. Der Zeitraum von sechs Monaten Ballschultraining war möglicherweise zu gering, um eine klinische Verbesserung der Beinachse beobachten zu können. Diese Wahl der Beobachtungsperiode war jedoch aufgrund des Schuljahres und des Ballschulplans notwendig. Die Verstärkung der Valgusstellung zeigt, dass eine Veränderung durch die Messmethode erfassbar und somit der Beobachtungszeitraum nicht per se zu kurz war, sondern nur gegebenenfalls die Intervention nicht nachhaltig. Das Ausmaß der Achsabweichung war noch so gering, dass Motorik und posturale Stabilität nicht negativ beeinflusst wurden. Dies spricht für eine gute neuromuskuläre Kompensation.

Dagegen wiesen Pretkiewicz-Abacjew 2003 bereits bei sechsjährigen Kindern eine Gangbildveränderung durch die Valgusstellung mit nach lateral verschobenen Achsen nach (20). Eine detaillierte funktionelle Untersuchung in einem 3D-Bewegungsanalyselabor sowie eine längerfristige Beobachtung bis hin zum Jugendlichenalter wären daher sinnvoll.

Die Gelenkbeweglichkeit der unteren Extremitäten wurde nicht in allen Gelenken und Freiheitsgraden durch die Intervention verändert. Möglicherweise trainiert die Ballschule stärker motorische Grundaktivitäten wie Springen und Laufen sowie die oberen Gliedmaßen als über Dehnübungen die Flexibilität zu erhöhen. In einer Folgestudie untersuchten wir daher auch den Einfluss von Ballsport auf die oberen Extremitäten bei übergewichtigen und nicht-übergewichtigen Kindern. Dass die Hüftabduktion verbessert wurde, spricht für einen direkten Einfluss des Sports, da diese nicht durch Weichteilhemmung, sondern tatsächlich durch eine verminderte Gelenkfunktion eingeschränkt sein musste. Eine verminderte Weichteilhemmung und somit Verbesserung anderer Gelenkparameter wie der Hüft- und Knieflexion wäre nur bei einer signifikanten BMI-Reduktion zu erwarten gewesen, welche ausgeblieben war.

## Zusammenfassung

Insgesamt zeigt ein halbjähriges Ballschulangebot bedingt einen spezifischen Einfluss auf die Funktion und Biomechanik

der unteren Extremitäten. Dessen Einsatz kann durchaus im Rahmen interdisziplinärer Interventionsprogramme befürwortet werden. Gerade in dieser Altersstufe mag ein spielerischer Ansatz für die Compliance und langfristige Verhaltensänderung förderlich sein. ■

## Danksagung

Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie sowie ihren Erziehungsberechtigten für die große Motivation und gute Zusammenarbeit.

## Literatur

- (1) ADAMS AL, KESSLER JI, DERAMERIAN K, SMITH N, BLACK MH, PORTER AH, JACOBSEN SJ, KOEBNICK C. Associations between childhood obesity and upper and lower extremity injuries. *Inj Prev*. 2013; 19: 191-197. doi:10.1136/injuryprev-2012-040341
- (2) ARAZI M, OGUN TC, MEMIK R. Normal development of the tibiofemoral angle in children: a clinical study of 590 normal subjects from 3 to 17 years of age. *J Pediatr Orthop*. 2001; 21: 264-267. doi:10.1097/01241398-200103000-00027
- (3) BEIGHTON P. Hypermobility scoring. *Br J Rheumatol*. 1988; 27: 163. doi:10.1093/rheumatology/27.2.163
- (4) BONET SERRA B, QUINTANAR RIOJA A, ALAVES BUFORN M, MARTINEZ ORGADO J, ESPINO HERNANDEZ M, PEREZ-LESCURE PICARZO FJ. Presence of genu valgum in obese children: cause or effect? *An Pediatr (Barc)*. 2003; 58: 232-235. doi:10.1016/S1695-4033(03)78043-6
- (5) COLE TJ, BELLIZZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000; 320: 1240-1243. doi:10.1136/bmj.320.7244.1240
- (6) D'HONDT E, DEFORCHE B, VAEYENS R, VANDORPE B, VANDENDRIESSCHE J, PION J, PHILIPPAERTS R, DE BOURDEAUDHUIJ I, LENOIR M. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*. 2011; 6: e556-e564. doi:10.3109/17477166.2010.500388
- (7) D'HONDT E, GENTIER I, DEFORCHE B, TANGHE A, DE BOURDEAUDHUIJ I, LENOIR M. Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity (Silver Spring)*. 2011; 19: 1999-2005. doi:10.1038/oby.2011.150
- (8) DE SA PINTO AL, DE BARROS HOLANDA PM, RADU AS, VILLARES SM, LIMA FR. Musculoskeletal findings in obese children. *J Paediatr Child Health*. 2006; 42: 341-344. doi:10.1111/j.1440-1754.2006.00869.x
- (9) FABRIS DE SOUZA SA, FAINTUCH J, VALEZI AC, SANT'ANNA AF, GAMARODRIGUES JJ, DE BATISTA FONSECA IC, DE MELO RD. Postural changes in morbidly obese patients. *Obes Surg*. 2005; 15: 1013-1016. doi:10.1381/0960892054621224
- (10) FELSON DT, NIU J, GROSS KD, ENGLUND M, SHARMA L, COOKE TD, GUERMAZI A, ROEMER FW, SEGAL N, GOGGINS JM, LEWIS CE, EATON C, NEVITT MC. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Rheum*. 2013; 65: 355-362. doi:10.1002/art.37726
- (11) GRAF C, KOCH B, KRETSCHMANN-KANDEL E, FALKOWSKI G, CHRIST H, COBURGER S, LEHMACHER W, BJARNASON-WEHRENS B, PLATEN P, TOKARSKI W, PREDEL HG, DORDEL S. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28: 22-26. doi:10.1038/sj.ijo.0802428
- (12) GRAF C, KOCH B, FALKOWSKI G, JOUCK S, CHRIST H, STAUDENMAIER K, TOKARSKI W, GERBER A, PREDEL HG, DORDEL S. School-based prevention: effects on obesity and physical performance after 4 years. *J Sports Sci*. 2008; 26: 987-994. doi:10.1080/02640410801930176
- (13) GRAHAME R, BIRD HA, CHILD A. The revised (Brighton 1998) criteria for the diagnosis of benign joint hypermobility syndrome (BJHS). *J Rheumatol*. 2000; 27: 1777-1779.
- (14) HEFTI F. Deviations in the axes of the lower extremities. *Orthopäde*. 2000; 29: 814-820. doi:10.1007/s001320050531
- (15) HEGAR U. Ballschule - leicht gemacht: Auswirkungen eines Ernährungs- und Bewegungsprogramms auf entwicklungsrelevante Parameter bei übergewichtigen und adipösen Kindern. Hamburg: Kovač; 2012: 118-120.
- (16) KETELHUT K, MOHASSEB I, GERICKE C, SCHEFFLER C, KETELHUT R. Verbesserung der Motorik und des kardiovaskulären Risikos durch Sport im frühen Kindesalter. *Dtsch Arztebl Int*. 2005; 102: 1128-1137.
- (17) KORSTEN-RECK U, KASPAR T, KORSTEN K, KROMEYER-HAUSCHILD K, BÖS K, BERG A, DICKHUTH HH. Motor abilities and aerobic fitness of obese children. *Int J Sports Med*. 2007; 28: 762-767. doi:10.1055/s-2007-964968
- (18) KRIEMLER S, PUDER J. Bewegung und Adipositas. *Ther Umsch*. 2012; 69: 483-490. doi:10.1024/0040-5930/a000319
- (19) KROMEYER-HAUSCHILD K, WABITSCH M, KUNZE D, GELLER F, GEISS HC, HESSE V, VON HIPPEL A, JAEGER U, JOHNSEN D, KORTE W, MENNER K, MÜLLER G, MÜLLER JM, NIEMANN-PILATUS A, REMER T, SCHAEFER F, WITTCHE HU, ZABRANSKY S, ZELLNER K, ZIEGLER A, HEBEBRAND J. Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschr Kinderheilkd*. 2001; 149: 807-818. doi:10.1007/s001120170107
- (20) PRETKIEWICZ-ABACJEW E. Knock knee and the gait of six-year-old children. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003; 43: 156-164.
- (21) SCHMITT H, KAPPEL H, MOSER MT, CARDENAS-MONTEMAYOR E, ENGELLEITER K, KUNI B, CLARIUS M. Determining knee joint alignment using digital photographs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008; 16: 776-780. doi:10.1007/s00167-008-0570-6
- (22) SUMMERBELL CD, WATERS E, EDMUNDS LD, KELLY S, BROWN T, CAMPBELL KJ. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005; CD001871.
- (23) TAYLOR ED, THEIM KR, MIRCH MC, GHORBANI S, TANOFSKY-KRAFF M, ADLER-WAILES DC, BRADY S, REYNOLDS JC, CALIS KA, YANOVSKI JA. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*. 2006; 117: 2167-2174. doi:10.1542/peds.2005-1832
- (24) WATERS E. Preventing childhood obesity: Evidence, policy and practice. Chichester, West Sussex, Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell BMJ Books; 2010.
- (25) WEARING SC, HENNIG EM, BYRNE NM, STEELE JR, HILLS AP. Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obes Rev*. 2006; 7: 239-250. doi:10.1111/j.1467-789X.2006.00251.x
- (26) WESTHOFF B, JAGER M, KRAUSPE R. Axes of the legs in childhood. What is pathologic? *Orthopäde*. 2007; 36: 485-500. doi:10.1007/s00132-007-1088-1
- (27) WOLL A, WORTH A, MUNDERMANN A, HOLLING H, JEKAUC D, BOS K. Age- and sex-dependent disparity in physical fitness between obese and normalweight children and adolescents. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013; 53: 48-55.