

**Körperliche Aktivität im Kindergartenalter: Direkte Accelerometrie im
Wochenverlauf und Assoziation zum Gewichtsstatus, dem Medienkonsum,
soziodemographischen und sozioökonomischen Faktoren**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. med.

an der Medizinischen Fakultät

der Universität Leipzig

Eingereicht von Yvonne Vorweg

31.08.1981 / Rochlitz

Angefertigt an der Universitätsklinik und Poliklinik für Kinder und Jugendliche, Leipzig

Betreuer: Prof. Dr. med. Wieland Kiess, Dr. med. Susann Blüher

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom 29.04.2014

Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung	5
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einführung	8
1.1 Körperliche Aktivität	9
1.1.1 Definition	9
1.1.2 Messung körperlicher Aktivität	9
1.1.3 Aktueller Stand der Wissenschaft	12
1.1.4 Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität bzw. Ursachen für Bewegungsmangel	13
1.1.5 Assoziation von regelmäßiger körperlicher Aktivität und Morbidität sowie Mortalität	13
1.2 Übergewicht und Adipositas	14
1.2.1 Definition	14
1.2.2 Prävalenzen	14
1.2.3 Folgen	17
1.2.4 Prävention im Kindes- und Jugendalter	17
2 Überleitung zum Publikationsmanuskript	19
2.1 Fragestellung	19
2.2 Methodik	19
2.3 Ergebnisse	20
3 Publikationsmanuskript	21
4 Zusammenfassung	22
5 Literaturverzeichnis	25
6 Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit	37
7 Lebenslauf	38
8 Danksagung	39

Bibliographische Beschreibung

Vorwerg, Yvonne

Körperliche Aktivität im Kindergartenalter: Direkte Accelerometrie im Wochenverlauf und Assoziation zum Gewichtsstatus, dem Medienkonsum, soziodemographischen und sozioökonomischen Faktoren

Universität Leipzig, Dissertation

47 Seiten, 139 Literaturangaben, 1 Tabelle(n)

Referat:

Regelmäßige körperliche Bewegung ist bereits im Kindesalter von erheblicher Bedeutung zur Erhaltung des körperlichen Wohlbefindens sowie zur Prävention von Übergewicht, Adipositas und weiteren Erkrankungen. Bisher stehen jedoch nur wenige Daten zur Verfügung zur objektiv gemessenen körperlichen Aktivität im Kindergartenalter. Ziel dieser prospektiven Studie war es daher, das Bewegungsverhalten von 119 Kindergartenkindern im Alter zwischen 3 und 6 Jahren mittels direkter Accelerometrie (SensewearPro® – Armband) an 7 aufeinanderfolgenden Tagen (incl. zwei Wochenendtagen) zu erfassen. Alle Kinder erhielten standardisierte Messungen von Körpergewicht und -länge zur Bestimmung des Gewichtsstatus. Zusätzlich zur objektiven Erfassung wurde die Dauer der körperlichen Aktivität im Zeitraum zwischen September 2007 und November 2009 mittels Fragebögen (Eltern sowie Erzieher) erfasst. Weiterhin wurden Daten zum sozioökonomischen Status der Eltern, dem Gewichtsstatus der Eltern sowie dem Lebensstil und Freizeitverhalten der teilnehmenden Kinder (Medienkonsum) erhoben. Die Accelerometerdaten von 92 Kindern (davon 40 Mädchen), die das Messgerät über mindestens 4 Tage inklusive einem Wochenendtag getragen haben, sowie 103 Elternfragebögen und 87 Erzieherfragebögen konnten ausgewertet werden. In der Gruppe der 92 analysierten Kinder wurden die Accelerometer im Median 7 Tage getragen mit einer medianen/mittleren Tragzeit von 23,5 bzw. 21,8 h/d. Insgesamt konnten 834.000 Minuten ausgewertet werden. Es zeigte sich, dass die körperliche Aktivität (MET>3) im Mittel 4,4 Stunden betrug. Jungen waren dabei im Schnitt pro Woche 52 Minuten aktiver als Mädchen (MET>6). Die körperliche Aktivität bei Kindern dieser Altersgruppe war insgesamt am Wochenende geringer als unter der

Woche (3,7 h/d vs. 4,5 h/d). Übergewichtige und adipöse Kinder waren genauso körperlich aktiv wie die normalgewichtigen Altersgenossen. Der tägliche Mediankonsum stieg mit abnehmendem sozialem Status sowohl an Wochentagen als auch am Wochenende, war jedoch nicht mit der Menge täglicher körperlicher Aktivität assoziiert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der negative Einfluss Adipositas-fördernder Verhaltensweisen im Vorschulalter noch eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint. Es gibt aber bereits in dieser Altersgruppe einen Gradienten in Bezug auf körperliche Aktivität zwischen Wochen- und Wochenendtagen.

Abkürzungsverzeichnis

Alphabetisch sortiert

BMI	Body-Mass-Index
MET	metabolisches Äquivalent
PA	Physical activity
SEM	Standard error of the mean
SES	Socio economic status

1 Einführung

Im aktuellen WHO Report werden körperliche Inaktivität sowie Übergewicht bzw. Adipositas neben Tabakkonsum als die Hauptrisiken für chronische Erkrankungen weltweit benannt (1). Die objektiv gemessene Menge täglicher körperliche Aktivität ist bereits im Kindesalter signifikant mit Markern der Glukosehomöostase, einer Hyperlipidämie, arteriellem Bluthochdruck sowie weiteren metabolisch-kardiovaskulären Risikofaktoren assoziiert (2-5). Regelmäßige körperliche Aktivität ist unerlässlich für die Aufrechterhaltung der Muskelfunktion, des metabolischen Gleichgewichts und der endokrinologischen wie auch der immunologischen Gesundheit (6, 7). Im Gegensatz dazu scheint körperliche Inaktivität bereits im Kindesalter mit der Entwicklung von Adipositas und schweren Folgeerkrankungen (8-10) assoziiert zu sein. Unter diesen Gesichtspunkten ist der sowohl auf nationaler Ebene als auch in internationalen Studien beschriebene Rückgang der körperlichen Aktivität und der damit verbundenen Leistungsfähigkeit äußerst bedenklich (11-14). Gleichsam befindet sich die Prävalenz von kindlichem Übergewicht und Adipositas auch weiterhin auf einem alarmierend hohen Niveau (15, 16) auch wenn ein internationaler Trend für eine Stabilisierung zu existieren scheint (17, 18). Die Pathogenese von Übergewicht und Adipositas ist eng mit dem Mangel an körperlicher Aktivität assoziiert (19). Die hohen Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas sind nicht nur in der pädiatrische Versorgung sondern auch für die medizinische Versorgung im Erwachsenenalter ein Problem, da bis zu 83% der übergewichtigen Kinder- und Jugendlichen auch im Erwachsenenalter übergewichtig bleiben (20-22). Diese Umstände machen eine gezielte Prävention und Therapie von Übergewicht und Adipositas bereits im Kindesalter notwendig. Ein möglicher Ansatzpunkt für die Adipositasprävention und -therapie ist die Steigerung der körperlichen Aktivität der Kinder und Jugendlichen, welche von Lebensstilfaktoren, Medienkonsum, familiären Vorbildern, Urbanisierung und auch von genetischen Determinanten beeinflusst wird (23, 24). Neben der körperlichen Aktivität sollten auch andere Faktoren, insbesondere der soziale Status (25) und eine sesshafte Lebensweise (6), (7), z.B. Medienkonsum, die bei der Entwicklung von Adipositas eine enge Beziehung haben bei Präventionsmaßnahmen beachtet werden.

Zur Beurteilung von körperlicher Aktivität wird die Messung mittels Accelerometer als „Goldstandard“ angesehen. Accelerometer ermöglichen eine zuverlässige und valide Beurteilung des Energieverbrauches und die Angabe der Zeiten die in sitzender/niedriger, mittlerer und hoher bzw. sehr hoher körperlicher Aktivität verbracht wurden (26, 27). Die körperliche Aktivität scheint sich mit dem Beginn des Schulalters um ca. 10% pro Jahr zu verringern (28, 29). Somit gilt das Vorschulalter als eine kritische Zeitspanne zur Förderung der körperlichen Aktivität (30). Eine Voraussetzung dafür ist es, die körperliche (In)Aktivität der Kinder im Vorschulalter zu verstehen. Valide Daten von Kindern in diesem Alter, mit einer Messdauer von mindestens 4 Tagen um Unterschiede zwischen einzelnen Tagen zu eruieren, sind limitiert (26, 2, 31).

In der vorliegenden Arbeit sollte daher das Bewegungs- und Aktivitätsverhalten von Kindergartenkindern im Alter zwischen 3 und 6 Jahren sowohl an Wochen- als auch an Wochenendtagen untersucht werden. Weiterhin sollte das Bewegungsverhalten von Kindern dieser Altersgruppe assoziiert werden mit dem Gewichtsstatus, dem Medienkonsum sowie soziodemographischen und sozioökonomischen Parametern und Faktoren des Lebensstils.

1.1 Körperliche Aktivität

1.1.1 Definition

Körperliche Aktivität ist definiert als „jede Körperbewegung, die mit einer Muskelkontraktion verbunden ist und bei der ein Energieverbrauch höher als im Ruhezustand benötigt wird“ (32). Diese Definition ist recht breit gefasst und schließt zahlreiche Formen körperlicher Aktivität ein.

Die Intensität körperlicher Aktivität kann mittels des metabolischen Äquivalentes (MET) charakterisiert werden. Ein MET wird definiert als der Anteil des metabolischen Energieumsatzes während einer spezifischen körperlichen Aktivität im Vergleich zu einem Referenzenergieumsatz in Ruhe, festgelegt auf $3,5 \text{ ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ oder äquivalent $1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Die Einteilung körperlicher Aktivität über MET skaliert von 0.9 (schlafend) bis 18 (rennen mit $17,5 \text{ km/h}$). Vier Kategorien mit altersspezifischen Grenzwerten wurden nachfolgend in der Studie verwendet: sitzend bzw. inaktiv ($\text{MET} \leq 1,4$), leichte körperliche Aktivität (1,5-2,9 METs), moderate körperliche Aktivität (3-5,9 METs), hohe bis sehr hohe körperliche Aktivität ($>6 \text{ METs}$) (33-35).

1.1.2 Messung körperlicher Aktivität

Körperliche Aktivität umfasst eine Vielzahl von Veränderungen, z.B. die des Energiestoffwechsels, der Herzfrequenz, des Verhaltens und der Bewegungen im Raum. Bei Messungen von körperlicher Aktivität sollte die Zeit, Intensität und Frequenz gemessen werden.

Die Vielzahl der Möglichkeiten körperliche Aktivität zu erfassen, wird in 3 Kategorien unterteilt (36):

1.1.2.1 Methoden erster Kategorie

Direkte Beobachtung

Bei der direkten Beobachtung wird die körperliche Aktivität der Probanden kontinuierlich von einer Person oder per Video dokumentiert. Die verschiedenen Beobachtungskonzepte unterscheiden sich in der Dauer der Beobachtungsintervallen, der Gesamtbeobachtungsdauer, des Differenzierungsgrads der Beschreibung von körperlicher Aktivität, des Anwendungsgebietes und des Evaluationsgrads (36).

Doubly labeled water

Eine Methode der Wahl um den Gesamtenergieumsatz über längere Zeiträume zu messen ist „doubly labeled water“. Nach Applikation einer definierten, mit einem Radioisotop ($2\text{H}_2(18)\text{O}$) angereicherten

Menge Wasser erfolgt die Elimination des Wasserstoffs/Deuteriums über Wasser und des schweren Sauerstoffs über Wasser und Kohlendioxid. Als Maß des Energieverbrauchs wird die Menge an produzierten CO₂ genutzt, welcher sich durch die Differenz der beiden Eliminationsraten ergibt (37).

Indirekte Kalorimetrie

Bei der indirekten Kalorimetrie wird der Energieverbrauch über die innerhalb eines definierten Zeitraumes gemessene Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe berechnet. Ursprünglich erfolgten die Messungen stationär, heutzutage können jedoch mittels portabler Messgeräte die Messungen ambulant erfolgen (36).

1.1.2.2 Methoden zweiter Kategorie

Herzfrequenzmessung

Zwischen der Herzfrequenz und der Sauerstoffaufnahme besteht über einen weiten Intensitätsbereich der körperlichen Aktivität ein linearer Zusammenhang. Aus diesem Grunde kann die Herzfrequenz als Maß für den Energieverbrauch genutzt werden. Zu beachten ist jedoch, dass die Herzfrequenz tageszeitlichen Schwankungen unterliegt und durch Umwelteinflüsse sowie emotionalen Reaktionen beeinflussbar ist (36).

Accelerometer

Körperliche Aktivität wird durch Accelerometer mittels piezo-elektrischer Signale gemessen. Es werden Beschleunigungsaktionen pro Zeiteinheit in einer oder mehreren Ebenen aufgezeichnet.

SenseWear-Armband

Das SenseWear-Armband (38) ist eines von mehreren auf dem Markt erhältlichen Accelerometern. Durch die Verwendung dieses Accelerometers im Rahmen der Studie zur Erfassung der körperlichen Aktivität bei Kindergartenkindern wird dieses hier nun näher erläutert.

Bei dem SenseWear-Armband handelt es sich um ein multi-sensorisches Messgerät, das bevorzugt am rechten Trizeps getragen wird. Es zeichnet sich vor allem durch seine geringe Größe und die Tatsache das physiologische Signale über einen Zeitraum von bis zu zwei Wochen (bei einer Tragdauer von 24 h/d) kontinuierlich aufgezeichnet werden können. Es verfügt über fünf Sensoren (Beschleunigungsmesser in 2 Achsen, Hauttemperatur, körpernahe Temperatur, Wärmefluss und Hautleitfähigkeit (GSR)) über die folgende Parameter in Kombination mit den Probandenangaben (Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, Händigkeit, Rauchverhalten) berechnet werden:

- Gesamter Energieumsatz (kcal)
- Aktiver Energieumsatz (kcal)
- Ruheumsatz (kcal)
- Metabolische Äquivalente (MET)

- Dauer der körperlichen Aktivität (Minuten)
- Schrittzahl
- Schlafdauer (Minuten)
- Liegedauer (Minuten)

Pedometer

Pedometer erfassen die körperliche Aktivität über die Gesamtschrittzahl. Pedometer können keine Geschwindigkeit oder Beschleunigung des menschlichen Körpers messen, sondern zählen über eine Mechanik oder Elektronik die Schritte. Über die nach einer festgelegten Messdauer gemessene Gesamtschrittzahl werden Aussagen über die körperliche Aktivität erzielt. Mittels eines Pedometers kann keine Aussage über die Intensität der jeweiligen Bewegung gemacht werden (37, 39).

1.1.2.3 Methoden dritter Kategorie

Diese subjektiven Messverfahren beschreiben die körperliche Aktivität über lange Zeiträume retrospektiv. Da die Kindergartenkinder kognitiv noch nicht in der Lage sind ihre körperliche Aktivität retrospektiv einzuschätzen, ist der sinnvolle Einsatz dieser Methoden auf Proxy-Verfahren eingeschränkt.

Selbstreportfragebogen

Selbstfragebögen verlangen die Wiedergabe des eigenen Verhaltens. Sie werden potentiell beeinflusst durch Irrtümer, willkürliche Fehlinterpretation und sozialkonformes Verhalten. Es ist auch schwierig zu entscheiden ab welchem Alter der Einsatz von Selbstfragebögen sinnvoll anwendbar ist. Jedoch ist bekannt das jüngere Kinder oft größere Schwierigkeiten im Verständnis der Fragen und dessen Beantwortung haben (36).

Interview

Personell geführte Interviews haben den Vorteil, dass Irrtümer und unvollständige Informationen entfallen. Jedoch wird durch den direkten Kontakt das Risiko im Allgemeinen positiv bewertete, sozial konforme Antworten zu geben erhöht (36).

Elternfragebogen (Proxy-Report)

Es gilt die allgemeine Annahme, dass dritte Personen, z.B. Eltern hinreichend gut über die körperliche Aktivität von Kindern Aussagen machen können. Auf dieser Annahme basierend funktionieren Proxy-Reports. Jedoch birgt sich hierbei das gleiche Problem der eher sozial konformen Beantwortung der Fragen. Für die Validierung von Fragebögen ist es notwendig, die per Fragebogen ermittelten Selbstauskünfte mit Messwerten zu vergleichen, die zeitgleich bei denselben Personen mit Verfahren der ersten oder zweiten Kategorie erfasst wurden (36).

Im Rahmen dieser Studie wurde zur Erfassung der körperlichen Aktivität ein neu konzipierter und an den KIGGS-Fragebogen (40) angelehnter Fragebogen eingesetzt (siehe Anlage).

Tagebuch

Aktivitätstagebücher werden verwendet um einen Überblick über das Aktivitätsverhalten von Kindern- und Jugendlichen zu erhalten. Die Erfassung der täglichen körperlichen Aktivität in Form eines Aktivitätstagebuches erfolgt möglichst zeitnah, in vorgegebenen Zeitabständen, und nach definierten Kriterien (41).

1.1.3 Aktueller Stand der Wissenschaft

Die meisten Studien zur körperlichen Aktivität untersuchten Kinder im Schulalter. Studien mit Accelerometerdaten bei Kindergartenkindern im Alter zwischen 3 und 6 Jahren sind rar. Nachfolgend sind verfügbare aktuelle Daten zur Dauer der körperlichen Aktivität bei Vorschulkindern aufgelistet:

Autor	Probanden	Messmethodik	Ergebnisse
Metallinos-Katsaras et al. (42)	56 Kinder (2-5 Jahre)	CSA Accelerometer (7 Tage)	MVPA (min/d): Gesamt 272,2; Jungen 285,2; Mädchen 260,9; p=0,13 VPA (min/d): Gesamt 28,5; Jungen 33,9; Mädchen 23,7; p=0,02
Cardon et al. (43)	76 Kinder (4-5 Jahre)	Accelerometer (4 Tage inkl. Wochenende)	MVPA=34 min/d
Pfeiffer et al. (44)	331 Kinder (3-5 Jahre)	ActiGraph (7 Tage inkl. Wochenende)	MVPA: „African-American“ 7,9 min/h; „white American“ 7,3 min/h
Tanaka (34)	157 Kinder (4-6 Jahre)	ActivTracer (6 Tage inkl. Wochenende)	MVPA (min/d): Gesamt M=102,0; Jungen M=112,3; Mädchen M=88,8; p<0,05
Vale et al. (45)	281 Kinder (4-6 Jahre)	ActiGraph	TPA=134 min/d; MPA=58 min/d; VPA=38 min/d
Vale et al. (46)	245 Kinder (3,5-6 Jahre)	ActiGraph	Wochentag MVPA (min/d): Jungen: 155.4; Mädchen: 128.22 Wochenende MVPA (min/d): Jungen: 111.2; Mädchen: 90.5
Bornstein (26)	Vorschüler (3-5 Jahre)	Review / Meta-Analyse Accelerometer-Studien	MVPA (min/d) 40–100 min
Dolinsky et al. (47)	337 Kinder (2-5 Jahre)	Actical (3 Tage, inkl. Wochenende)	MVPA= 14,9 min/d
Jáuregui et al. (29)	217 Kinder (5-6 Jahre)	RT3 Accelerometer (5 Tage)	MVPA (min/d) Wochentag 149,2; Wochenende 128,1
Hinkley et al. (48)	1004 Kinder (M 4,5 Jahre)	Accelerometer	MVPA=127 min/d

Tabelle 1: Übersicht zu Studien zur direkten Accelerometrie im Kindesalter

1.1.4 Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität bzw. Ursachen für Bewegungsmangel

Die Ursachen wie auch die Folgen von Bewegungsmangel sind vielfältig. So wird die Dauer der körperlichen Aktivität neben dem Geschlecht (Jungen sind aktiver) auch vom Alter und vom Gewicht der Kinder und Jugendlichen, außer bei Kindern im Vorschulalter, beeinflusst (49, 23, 50). Aber auch die Vorbildwirkung der Eltern in Bezug auf körperliche Aktivität und deren Förderung, sowie das elterliche Gewicht können die körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen positiv beeinflussen (49-51). Nach Ergebnissen von Hinkley et al. (49) sind aber auch Kinder, die lange Zeit im Freien spielen, insgesamt aktiver gegenüber Altersgenossen, die wenig Zeit im Freien verbringen. Neben diesen Aspekten ist es für Kinder ebenso wichtig, genügend Orte, z.B. Spielplätze, und die elterliche Unterstützung für ihre körperliche Aktivität zu haben (52).

1.1.5 Assoziation von regelmäßiger körperlicher Aktivität und Morbidität sowie Mortalität

Der Benefit von körperlicher Aktivität ist immens. So wurde in verschiedenen Studien gezeigt, dass regelmäßige körperliche Aktivität das Risiko für die vorzeitige Mortalität aller Ursachen und speziell von der koronaren Herzkrankheit (KHK) senkt (53, 54, 6). Körperliche Aktivität hat einen positiven Einfluss auf die Muskel- und Gelenkfunktion, die Knochenmineralisierung, das kardiovaskuläre System, die metabolische Homöostase, endokrine und immunologische Gesundheit und erhöht die mentale Gesundheit, vor allem bei älteren Menschen. Körperliche Aktivität ist umgekehrt proportional zu den Prävalenzen von Adipositas, Diabetes mellitus Typ II und kardiovaskulären Erkrankungen (6, 55-58).

Körperliche Bewegung kann die Appetitkontrolle verbessern, erhöht die Insulinsensitivität und verbessert die Glukosetoleranz, hat einen senkenden Effekt auf das Körpergewicht, den Blutdruck und die Blutfette, reduziert Angst- und Depressionssymptome und kann das Selbstbewusstsein fördern, sowie die Lernleistung erhöhen. Desweiteren wurden positive Effekte auf eine vorliegende arterielle Hypertonie und Osteoporose festgestellt (6, 58, 55, 53).

Im Kindesalter kann eine eingeschränkte Wahrnehmungs- und Bewegungserfahrungen zu körperlichen Leistungsbeeinträchtigungen, motorischen Defiziten und Auffälligkeiten in anderen Bereichen führen, die sich wiederum negativ auf die Entwicklung des Sozialverhaltens auswirken (59). So kann Bewegungsmangel auch zu Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen und psychischen Problemen führen.

1.1.6 Übergewicht und Adipositas

Bewegungsmangel ist eng mit der Entstehung von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter, aber auch im Erwachsenenalter assoziiert (8, 60, 61). Nachfolgend soll daher die Thematik Übergewicht und Adipositas näher beschrieben werden.

1.1.7 Definition

Eine Adipositas liegt vor, wenn der Körperfettanteil an der Gesamtkörpermasse für das Alter und Geschlecht pathologisch erhöht ist (62), welches durch länger währendes Ungleichgewicht zwischen Energiezufuhr (v.a. hochkalorische Nahrung) und Energieverbrauch (z.B. körperliche Aktivität) bedingt ist. Die Balance zwischen beiden Determinanten wird zusätzlich durch biologische und Umweltfaktoren beeinflusst. Die Einteilung des Schweregrades einer Adipositas erfolgt mittels des Körpermassen-Index (Body-Mass-Index, BMI): $[BMI = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körpergröße (m)}^2]$ (63). Nach Empfehlung der Arbeitsgemeinschaft Adipositas (AGA) wird das 90. bzw. 97. alters- und geschlechtsspezifische Perzentil als Grenzwert für die Definition von Übergewicht bzw. Adipositas im Kindes- und Jugendalter verwendet. Ein BMI > 99,5. Perzentil definiert extreme Adipositas (64, 65).

1.1.8 Prävalenzen

Der Anteil der übergewichtigen bzw. adipösen Kinder wurde 2010 auf 43 Millionen (davon 35 Millionen in Entwicklungsländern) geschätzt. Die weltweite Prävalenz stieg von 4,2% (1990) auf 6,7% (2010) (66). Nach Daten der KIGGS-Studie sind 15% der 3-17 jährigen übergewichtig oder adipös, 6,3% sind adipös. Dies bedeutet einen Anstieg der Zahl der übergewichtigen und adipösen Kinder im Vergleich zu der Referenzpopulation aus den 1990er um 50% (67). Im weltweiten Vergleich zeigen sich die höchsten Prävalenzen in Malta (übergewichtig 25,4% und adipös 7,9%) und den USA (25,1% und 6,8%), in Litauen (5,1% und 0,4%) und Lettland (5,9% und 0,5%) sind diese am niedrigsten (68). Bei der Betrachtung des Kindergartenalters erhält man in Spanien die höchste Rate an übergewichtigen und adipösen Kindern (33,2%) (69), wobei es deutliche regionale Unterschiede innerhalb Europas gibt. Auch eine aktuelle Studie (70) zum Vergleich des Gewichtsstatus von Kindergartenkindern aus 6 europäischen Ländern zeigt ähnliche Prävalenzraten. Insgesamt betrachtet befinden sich die weltweiten Prävalenzraten von Übergewicht und Adipositas auf einem hohen Niveau, wobei sich aktuell ein internationaler Trend zu einer Stagnation der Prävalenzraten abzeichnet (18, 17, 71, 72).

1.1.8.1 Ursachen/Risikofaktoren

Die Ursachen und Risikofaktoren für Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter sind eben so vielfältig wie die Folgen einer bestehenden Adipositas. Ursächlich spielen sowohl genetische, biologische und physische Faktoren als auch Lebensstil- und Umwelteinfluss-assoziierte Faktoren (Dauer der körperlichen Aktivität, Medienkonsum, Schlafverhalten) in der Pathogenese der Adipositas eine Rolle. Weiterhin sind das elterliche Gewicht, der soziale Status, pränatale Einflüsse und das Geburtsgewicht und das Stillverhalten für die Entwicklung einer Adipositas im Kindesalter von

Bedeutung. Darüber hinaus können auch endokrine Störungen, Essstörungen oder die Einnahme von Medikamenten eine Ursache für Übergewicht oder Adipositas sein. Im Weiteren sollen einige Risikofaktoren näher erläutert werden.

Pränatale Faktoren

Risikofaktoren für eine Entwicklung einer Adipositas im Kindes- und Jugendalter wirken nicht erst postnatal sondern bereits pränatal. So werden neben einer intrauterinen Nikotinexposition (73, 74), Gestationsdiabetes und mütterliche Mangelernährung (75, 76) und eine vermehrte Gewichtszunahme in der Schwangerschaft als potentielle Risikofaktoren für eine kindliche Adipositas gesehen (77, 78).

Faktoren in der frühen Kindheit

Ein wichtiger Indikator für das postnatale Wachstum ist das Geburtsgewicht. In diversen Studien wird eine positive Assoziation zwischen einem hohen Geburtsgewicht und einer späteren Adipositas gezeigt (73, 79-81). Als weiterer Risikofaktor für kindliches Übergewicht und Adipositas gilt der Zeitpunkt des sogenannten „adiposity rebound“ (80, 82-84). Ein Faktor der nicht nur in der Schwangerschaft als Risikofaktor in Erscheinung tritt sondern auch in der frühen Kindheit eine Rolle spielt, ist die Exposition mit Tabakrauch (85).

Als ein protektiver Faktor in Bezug auf die Entwicklung von Übergewicht bzw. Adipositas wird in mehreren Studien das Stillen der Säuglinge diskutiert (86-88, 79).

Soziale Faktoren

Ebenfalls als Risikofaktoren für Übergewicht und Adipositas werden soziale Faktoren, wie der Bildungsstand der Eltern (89), der soziale Status (70) und ein familiärer Migrationshintergrund (73) diskutiert. So zeigt sich, dass die Adipositasprävalenz in Industrienationen mit steigendem sozialem Status sinkt, hingegen in Entwicklungsländer mit steigendem Einkommen bzw. sozialem Status ansteigt (90, 91).

Der stärkste, neben hohem Geburtsgewicht und elterlichen Übergewicht, unabhängige Risikofaktor für Adipositas im Vorschulalter war, laut Kieler Obesity Prevention Study (KOPS) (79) ein niedriger sozialer Status. Der Zusammenhang zwischen sozialem Status und Adipositasrisiko zeigt sich, wenn auch geschlechtsspezifisch unterschiedlich (79), in allen Altersklassen (92-95) und lässt sich bereits bei 3-monatigen Kindern nachweisen (98). Auch in der KIGGS-Studie zeigt sich ein erhöhtes Adipositasrisiko bei Kindern und Jugendlichen aus sozial niedrigen Schichten und mit Migrationshintergrund (67, 73). Daten von Kuepper-Nybelen et al. zeigen eine doppelt so hohe Prävalenz für Übergewicht bei Kindern von Migranten (96).

Faktoren des Lebensstils und der Familie

Auch Faktoren des Lebensstiles, wie z.B. körperliche Inaktivität, Medienkonsum, Schlafdauer. und der Familie, z.B. elterliches Übergewicht werden als Risikofaktoren für die Entwicklung von Übergewicht und Adipositas diskutiert.

Körperliche Aktivität

Körperliche Aktivität ist ein wichtiger Faktor zur Beeinflussung des Energiegleichgewichtes. Jedoch wird in Studien, wie auch ein aktuelles Review belegt (97), die Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und das Risiko der Entwicklung von Übergewicht und Adipositas nicht einheitlich diskutiert. Nachfolgend sollen ein paar Beispiele näher erläutert werden, die einen Einfluss von körperlicher Aktivität auf Übergewicht und Adipositas zeigen.

Aktuelle Reviews (8, 98) stützen die These, dass eine längere Dauer an körperlicher Aktivität sich protektiv auf die Entwicklung von Adipositas im Kindes- und Jugendalter auswirkt. In verschiedenen Studien ließen sich, zum Teil geschlechtsspezifische, signifikante Assoziationen zwischen der Dauer mittlerer und hoher körperlicher Aktivität und dem BMI bzw. dem Risiko einer Adipositas zeigen (60, 9, 99). In einer tschechischen Studie (100) konnte eine alters- und geschlechtsabhängige Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und dem BMI gezeigt werden. Jago et al. (101) konstatiert das Alter zwischen 6 und 7 Jahren, als das kritische Alter indem ein Effekt von körperlicher Aktivität und Fernsehverhalten auf den BMI zu erkennen ist. Eine britische Kohortenstudie (102) hingegen sieht diesen Einfluss vor allem bei jungen Jugendlichen und Erwachsenen.

Medienkonsum

Wie der Einfluss körperlicher Aktivität auf die Entwicklung von Adipositas wird der Konsum elektronischer Medien kritisch diskutiert.

In verschiedenen Studien zeigt sich ein zum Teil geschlechtsabhängiger Zusammenhang zwischen der Dauer des Fernsehkonsum und dem Risiko für Übergewicht und Adipositas (103-106). Ein aktuelles Review (98) zeigt einen moderaten Beweis für den positiven Zusammenhang zwischen TV/Video/Computerzeit und kindlichem Übergewicht bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren. Laut Daten der KIGGS Studie (73) waren Kinder die viel fernsahen häufiger adipös als Kinder die wenig fernsahen. So kann bereits die Reduktion der Fernsehdauer auf < 1 Stunde/Tag zu einer Senkung der Adipositasprävalenz führen (107). Auch Blair et al. (108) konnte zeigen, dass die Dauer des Fernsehens ein signifikanter und potentiell beeinflussbarer Risikofaktor für kindliche Adipositas ist. Nach Jackson et al. (109) waren zudem die untersuchten Vorschüler, die viel fernsahen auch körperlich inaktiver.

Schlafdauer

Der rasante Anstieg der Adipositasprävalenz in den letzten Jahrzehnten und ein gleichzeitiger Abfall der Schlafdauer (110) lässt einen Zusammenhang vermuten. So zeigt sich in verschiedenen Studien ein

Zusammenhang zwischen Schlafdauer und Risiko der Entwicklung von Übergewicht und Adipositas (111-113). In der KiGGS Studie (73) konnte diese Beziehung nur bei 3 bis 10 jährigen Kindern gesehen werden. Diesen altersabhängigen Einfluss bestätigen auch aktuelle Reviews (114, 115).

Elterliches Übergewicht

Ein weiterer wichtiger Risikofaktor für kindliches Übergewicht bzw. Adipositas ist das elterliche Gewicht (73, 74, 89). So mit zeigt sich ein Anstieg der Prävalenz der adipösen Kinder mit dem elterlichen BMI (z.B. normalgewichtige Mutter: 5%; adipöse Mutter: 30,3%). Kleiser et al. (73) zeigt das elterliche Gewicht neben dem sozialen Status als stärksten Risikofaktor für die Entwicklung kindlichen Übergewichtes. Auch Semmler et al. (116) zeigt vor allem in sozial schwach situierten Familien einen negativer Effekt des elterlichen Übergewichtes.

1.1.9 Folgen

Bei den Folgeerkrankungen von Übergewicht und Adipositas muss man zwischen den kurzfristigen, d.h. Erkrankungen die bereits im Kindesalter zu Symptomen führen und den längerfristigen, d.h. Erkrankungen die im Kindesalter symptomlos bzw. symptomarm verlaufen, aber die Sterblichkeit vor allem durch Gefäßveränderungen maßgeblich bestimmen. Adipositas im Kindes- und Jugendalter ist mit bekannten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen, wie Bluthochdruck, Dyslipidämie, metabolisches Syndrom, Diabetes mellitus Typ II, strukturelle und funktionelle Veränderungen am Herzen, und dem Schlaf-Apnoe-Syndrom assoziiert (117). Weiterhin sind das Polyzystisches Ovarialsyndrom, die alkoholische Fettleber, die gastroösophageale Refluxkrankheit (GERD), Gallensteine und Hyperurikämie mit einer bestehenden Adipositas assoziiert (118-121). Aber auch im Muskuloskelettsystem kann eine bestehende Adipositas zu verschiedenen Folgeerkrankungen, Arthrose, Gelenkfehlstellungen (z.B. X-Beine, Plattfuß) und Abgleiten des Femurkopfes (Epiphyseolyses capitis femoris), führen (19, 122). Bei den psychosozialen und psychiatrischen Erkrankungen ist es schwierig zu unterscheiden, ob Adipositas die Folge oder die Ursache für die jeweilige Erkrankung ist. In diesem Bereich treten folgende Erkrankungen bei adipösen Kindern vermehrt auf: Depression, Essstörungen, Angststörungen, Verhaltensauffälligkeiten, geringes Selbstwertgefühl meist auch als Folge einer Diskriminierung und Stigmatisierung (123).

1.1.10 Prävention im Kindes- und Jugendalter

Durch die vielfältigen Folgeerkrankungen von Übergewicht und Adipositas, welche zum Teil bereits im Kindesalter auftreten, und das erhöhte Risiko der Persistenz der Adipositas ins Erwachsenenalter (124) hinein, mit den damit verbundenen Folgen, machen eine gezielte Prävention und frühzeitige Therapie im Kindesalter notwendig. Aktuell werden die Präventionsarten modifiziert nach primärer, sekundärer und tertiärer Prävention wie folgt unterschieden (125, 126):

- universelle oder allgemeine Prävention, hierbei sollen möglichst viele Personen erreicht werden, um der Entstehung von Adipositas entgegenzuwirken

- selektive Prävention, dient der Erkennung und Betreuung von Personen aus Risikogruppen, z.B. normal- oder übergewichtige Kinder von übergewichtigen bzw. adipösen Eltern um bekannte Risikofaktoren zu minimieren
- gezielte oder indizierte Prävention, beinhaltet die gezielte Therapie mit dem Ziel Folgeerkrankungen zu verhindern

Als Ziele der Adipositasprävention werden nach Müller et al. (126) folgende angestrebt:

- Stabilisierung bzw. Senkung der Adipositasinzidenz
- Vermeidung der metabolischen, kardiovaskulären und orthopädischen Risiken und Folgeschäden
- Individuelle Gewichtsreduktion und Senkung des mittleren BMI in der Bevölkerung
- Verbesserung eines gesundheitsrelevanten Verhaltens

2 Überleitung zum Publikationsmanuskript

2.1 Fragestellung

Im Rahmen dieser Arbeit sollten folgende Fragen zur körperlichen Aktivität von Kindergartenkindern beantwortet werden.

1. Wie viel Stunden pro Tag verbringen Kindergartenkinder im Alter von 3 bis 6 Jahren mit körperlicher Aktivität?
2. Gibt es in dieser Altersgruppe geschlechtsspezifische Unterschiede?
3. Gibt es einen Unterschied in der Dauer der körperlichen Aktivität zwischen normalgewichtigen und übergewichtigen/adipösen Kindern im Vorschulalter?
4. Gibt es einen Unterschied zwischen der Dauer der körperlichen Aktivität an Wochen- und an Wochenendtagen bei Kindern im Vorschulalter?
5. Hat das elterliche Gewicht einen Einfluss auf die körperliche Aktivität von Kindern dieser Altersgruppe?
6. Haben sozioökonomische Faktoren einen Einfluss auf die körperliche Aktivität von Kindern dieser Altersgruppe?
7. Hat die Menge des täglichen Medienkonsums (Fernsehen bzw. Computer) einen Einfluss auf die körperliche Aktivität von Kindern dieser Altersgruppe?
8. Wie aktiv sind Kinder in dieser Altersgruppe nach Einschätzung der Eltern bzw. der Erzieher?
9. Korrelieren die objektiven Messwerte mit den subjektiven Fragebogendaten?

2.2 Methodik

Die körperliche Aktivität wurde von insgesamt 119 Kindern im Alter von 3-6 Jahren mittels direkter Accelerometrie gemessen. Für die Auswertung konnten die Daten von 92 Kindern, die das Accelerometer über mindestens 4 Tage inklusive eines Wochenendtages getragen haben, und die Fragebögen von 103 Eltern (16 Fragebögen wurden unzureichend ausgefüllt) genutzt werden.

Die Messung der anthropometrischen Daten wurden mittels eines digitalem Stadiometer ("Dr. Keller III", Günter GmbH, Tauscha, Germany; Messabweichung ± 2 mm), und einer digitalen Waage (SECA-Waage, Vogel & Halke GmbH, Hamburg, Germany; Messabweichung ± 100 g) gemessen. Der BMI wurde aus den Messwerten berechnet und nach aktuellen nationalen BMI-Perzentilen interpretiert (64). Die Messung der körperlichen Aktivität erfolgte mittels Accelerometer über einen Zeitraum von 7 Tagen inklusive einem Wochenende (SenseWear Pro 2, Bodymedia, SMT medical GmbH&Co Würzburg, Germany) (127, 38).

Zudem wurden Daten zu der Dauer und Art der körperlichen Aktivität, Umgebungsfaktoren, Familienstatus, tägliche Dauer (in Stunden) von Fernsehen und Computernutzung und soziale Faktoren an

Hand eines Fragebogens für die Eltern, der an den validierten Elternfragebogen aus der KIGGS-Studie (128) angelehnt war, erfasst. Der soziale Status wurde aus den Parametern Bildung der Eltern, Beruf der Eltern und Haushaltsnettoeinkommen gebildet (129). Neben den Eltern wurden auch die Erzieher mittels Fragebogen zu den körperlichen Aktivitäten der Kinder befragt. Die Erzieher wurden gebeten die tägliche körperliche Aktivität einzuschätzen, insbesondere aber auch die Vorlieben (Toben, Malen, Basteln) und das Einbringen der Eltern zu beurteilen.

Nach einer durchgeführten Pilotphase an 20 Kindern wurden die erstellten Fragebögen zu Beginn der körperlichen Messung mittels Accelerometer ausgehändigt und beim Ablegen der Geräte wieder eingesammelt.

2.3 Ergebnisse

Die mediane Dauer der körperlichen Aktivität (MET>3) betrug 4,3 Stunden (Mittelwert: 4,4 Stunden). Jungen waren pro Woche 52 Minuten länger in hohen körperlichen Aktivitäten (MET>6) aktiv als Mädchen (95% Konfidenzintervall [6, 96] min/Woche, $p=0,02$) Kinder waren an Wochentagen (4,5 h/d) im Vergleich zu Wochenenden (3,7 h/d) aktiver ($p=3 \times 10^{-6}$, 95% Konfidenzintervall [0,5, 1,0] h/d). Der Vergleich der täglichen körperlichen Aktivität von normalgewichtigen (Median 4,2 h/d) und übergewichtigen/adipösen Kindern (Median 4,7 h/d) ergab keinen signifikanten Unterschied. Es zeigt sich eine mit zunehmend niedriger sozialer Schicht steigende tägliche Nutzung der elektronischen Medien an Wochentagen ($p=0,05$) und an Wochenenden ($p=0,01$) unabhängig von der körperlichen Aktivität.

3 Publikationsmanuskript

Physical Activity in 3–6 Year Old Children Measured by SenseWear Pro[®]: Direct Accelerometry in the Course of the Week and Relation to Weight Status, Media Consumption, and Socioeconomic Factors

Yvonne Vorwerk^{1,2}, David Petroff^{1,3}, Wieland Kiess², Susann Blüher^{1,2*}

1 Integrated Research and Treatment Center (IFB) Adiposity Diseases, University of Leipzig, Leipzig, Germany, **2** Department of Women and Child Health, Hospital for Children and Adolescents, University Hospital of Leipzig, Leipzig, Germany, **3** Clinical Trial Centre, University of Leipzig, Leipzig, Germany

Abstract

Background: Data on objectively measured physical activity (PA) in preschoolers are controversial. Direct accelerometry was performed in children aged 3–6 years, and differences in PA patterns over the course of the week were evaluated. Data were analyzed with gender, BMI, lifestyle, and socioeconomic parameters as covariates.

Methods: PA was measured in 119 children by the SenseWear Pro[®] accelerometer and analyzed in the 92 (40 girls) that wore it for at least 4 days including one day of the weekend. Median measuring time in this group was 7 consecutive days (median/mean daily measuring time: 23.5 h/d and 21.8 h/d, respectively), corresponding to 834,000 analyzed minutes. PA questionnaires were completed by 103 parents and 87 preschool teachers to collect anthropometric, lifestyle, and socioeconomic data.

Results: Median daily PA (MET>3) was 4.3 hours (mean: 4.4 hours). Boys spent an estimated 52 min/week more being very active (MET>6) than girls (95% CI [6, 96] min/week, $p=0.02$). PA was lower during the weekend (3.7 h/d) compared to weekdays (4.5 h/d), $p=3\times 10^{-6}$, where a 95% CI for the difference is [0.5, 1.0] h/d. PA levels did not differ between overweight/obese children (median 4.7 h/d) and normal-weight peers (median 4.2 h/d). Daily media consumption increased with decreasing social class on weekdays ($p=0.05$) and during the weekend ($p=0.01$), but was not related to the amount of daily PA. A multivariate regression with BMI-SDS as independent variable and gender, age, amount of PA>6 MET, parental BMI, media time and socioeconomic status as explanatory variables revealed that only SES had a significant contribution.

Conclusion: The negative impact of obesity-promoting factors in older children is rather low for preschoolers, but there is evidently a gradient in PA between weekdays and weekends already in this age group. Weight status of preschoolers is already considerably influenced by SES, but not physical activity levels.

Citation: Vorwerk Y, Petroff D, Kiess W, Blüher S (2013) Physical Activity in 3–6 Year Old Children Measured by SenseWear Pro[®] Direct Accelerometry in the Course of the Week and Relation to Weight Status, Media Consumption, and Socioeconomic Factors. PLoS ONE 8(4): e60619. doi:10.1371/journal.pone.0060619

Editor: Qamaruddin Nizami, Aga Khan University, Pakistan

Received: January 16, 2013; **Accepted:** February 28, 2013; **Published:** April 3, 2013

Copyright: © 2013 Vorwerk et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Funding: This work was supported by the Federal Ministry of Education and Research, Germany (Integrated Research and Treatment Center IFB “AdiposityDiseases,” FKZ: 01E01001, to SB, DP and WK), as well as the Roland-Ernst-Stiftung für Gesundheitsforschung, Dresden, Germany, and the German National Forum for Diabetes Mellitus (NAFDM) (SB and WK). WK is also being supported by a grant from the Federal Ministry of Education and Research (BMBF, Kompetenznetz “Adipositas,” Konsortium “LARGE”) and by the German Research Foundation (DFG, KFO 152 “Atherobesity,” Bonn, Germany). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

* E-mail: susann.blueher@medizin.uni-leipzig.de

Introduction

Objectively measured physical activity (PA) is inversely associated with markers of insulin resistance, hyperlipidemia, arterial hypertension, and clustered metabolic risk even in children. These associations are partly independent of weight status and are also observed in healthy, normal weight children. Regular PA is essential for maintaining muscular function, metabolic homeostasis and endocrinological as well as immunological health [1–3]. In contrast, physical inactivity seems to promote the development of obesity and profound sequelae already at a young age, and this fact is of special importance since physical performance/PA in children has declined significantly over the past decades [4]. The

prevalence of childhood overweight and obesity is at an alarmingly high level, and the development of overweight and obesity is closely associated with lack of PA [5,6]. Physical inactivity seems to track from childhood into adulthood, and up to 80% of overweight or obese children remain obese in adulthood with significant impact on adult health [7]. However, obesity and associated sequelae such as type 2 diabetes are preventable: Following relatively modest changes in lifestyle patterns that include healthy eating patterns and increasing physical activity can reduce the risk of developing diabetes by over 50% in subjects with impaired glucose tolerance. Thus, a comprehensive approach to obesity and diabetes prevention has been suggested that combines population

based primary prevention programs. The use of accelerometers in the prevention of chronic disease has also been recommended [8]. Thus, objectively measured levels of PA and promotion of PA in childhood may have long-term implications for interventions aimed at improving physical fitness and preventing obesity later in life. Additional factors that are closely involved in the development of childhood obesity and should thus be taken into consideration include socioeconomic status [9] and a sedentary lifestyle. A significant influence on children's day-to-day activity levels seems to be provided by the "shared environment" or specific environmental characteristics, such as preschool or school environments [10].

Accelerometry is regarded the "gold standard" for assessing objectively measured PA, as it provides a reliable and valid estimate of energy expenditure as well as the amount of time spent in sedentary/light PA, moderate PA, and vigorous PA [11,12]. PA seems to decline starting at school age, with children spending approximately 10% less time in physical activity for each advancing year of age [13]. Thus, preschool age is regarded as a critical period to intervene and to promote physical activity [14]. However, a prerequisite is to understand the physical (in)activity level of preschool-aged children. Valid data on PA levels in children of this age group, covering more than 4 days in order to identify patterns of children's PA between days, are limited [3,12]. In addition, daily PA seems to be lower during the weekend compared to weekdays in older children [3,15,16]. The aim of this study was to evaluate objectively measured PA in 3–6 year old children to examine differences in PA patterns among weekdays and weekends. Associations were also analyzed between PA data and gender, Body-Mass-Index (BMI) as marker of weight status, lifestyle, and socioeconomic parameters.

Methods

Subjects

PA was measured in a total of 119 children aged 3–6 years attending preschools by direct accelerometry. Data from 92 children who wore the device for at least 4 days including one day of the weekend, from 103 parents (16 parents did not complete the questionnaires), and from 87 preschool teachers were utilized for the analyses.

Ethics Statement

The study has been approved by the Institutional Review Board of the University of Leipzig. Written informed consent was obtained by all parents prior to the study.

Measurements

Anthropometry. Height was measured using a digital stadiometer ("Dr. Keller III", Günter GmbH, Tauscha, Germany; precision ± 2 mm), and weight was determined using a digital scale, with children only wearing light underwear (SECA®-scale, Vogel & Halke GmbH, Hamburg, Germany; precision ± 100 g). Body mass index (BMI) was calculated and was interpreted according to German reference BMI percentiles [17]. Overweight was defined as BMI $>90^{\text{th}}$ percentile, and obesity was defined as BMI above the 97^{th} percentile. Normal weight was defined as BMI between the 10^{th} and the 90^{th} percentiles [17].

Assessment of physical activity. Accelerometers have been shown to provide valid and reliable assessments of PA in preschoolers-aged children, and direct accelerometry can be appropriately used as a measure of PA in this age group [11,18]. Especially triaxial accelerometers are valid devices with similar classification accuracy for sedentary, light, and moderate-to-

vigorous levels of PA in preschoolers [19]. However, in order to obtain reliable data, a minimum amount of measured days/daily hours of measurement should be obtained, and at least one weekend day should be included in analyses to reliably estimate physical activity levels for preschool children [20]. In our study, PA was measured by accelerometers (SenseWear Pro 2, Bodymedia, SMT medical GmbH&Co Würzburg, Germany [21,22]) over a period of 7 consecutive days, thereby including one weekend. The device acquires and records data from four fundamental sensors: skin temperature, heat flux, galvanic skin response, and tri-axial acceleration (i.e. movement) [22]. The intensity of PA was categorized as *metabolic equivalent* (MET), a physiological concept expressing the energy cost of physical activities as multiples of the resting metabolic rate. MET is defined as the ratio of the metabolic rate (i.e., the rate of energy consumption) during a specific physical activity to a reference rate of the metabolic rate at rest, set by convention to $3.5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ or equivalently $1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. A measurement of 1 MET is considered to be the resting metabolic rate obtained during quiet sitting. Four categories with age-specific count cutoffs were analyzed: sedentary activity (MET ≤ 1.4), light physical activity (1.5–2.9 METs), moderate physical activity (3–5.9 METs), and vigorous physical activity (>6 METs) [16,23]. Sensitivity and specificity for accelerometer-defined boundaries have been shown to be high for sedentary and vigorous physical activity and still acceptable for light and moderate physical activity in young children [24].

Questionnaires

Data on length and type of PA, environmental factors, family status, number of hours of media consumption and social factors were assessed by parental questionnaires used in the national KIGGS survey [25]. With regard to daily media consumption, parents were given the option of saying that the amount of TV their child watched daily was a) never, b) roughly 30 minutes, c) 1–2 hours, d) 3–4 hours, e) more than 4 hours. Social status was evaluated based on parental education, occupation and household net income [9]. Preschool teachers were also asked to complete a questionnaire to evaluate the daily PA of participating children, including information on playing habits, length and type of PA, behavioral patterns and parental influence. They were also asked to rate the child's favorite activities on an 11 point scale ranging from "coloring and arts and crafts" (0 points) to "playing centering on physical activity" (10 points).

To prove whether the accelerometers are accepted by children of this age group and whether the study design and the applied questionnaires are feasible, 20 preschool-aged children were acquired to wear the accelerometer for one complete day (from 9 am to 9 am). Out of these 20 children, 18 children wore the accelerometer for at least 90% of the time. The questionnaires were tested by their parents and preschool teachers. Interviews with parents and teachers revealed that the acceptance of the accelerometers by the children was good, and that parents and preschool teachers had no difficulties with the study design and with completing the questionnaires. Participating children of the pilot phase were not included in the study population. After the feasibility check, the questionnaire was handed out to all participating parents and preschool teachers and was completed in parallel with the assessment of direct accelerometry.

Statistical analyses

Data are described by median, interquartile range (IQR), mean and standard deviation (SD). To test for differences in a parameter between groups, a Wilcoxon test is used. In assessing the relation

between a continuous and a semi-discrete variable (such as a scale in a questionnaire running from 1 to 10), a Spearman rank correlation was used. The differences in proportions between two groups were compared with a chi-squared test and for an ordered set of more than two groups, a test for trends in proportions was used. A multivariate analysis of terms potentially affecting children's weight status was included and described below. A p -value ≤ 0.05 was considered to be significant. Analyses were carried out using R version 2.11.1 [26] and PASW 18 (IBM SPSS Statistics 18).

Results

Response rates

A total of 1053 families from 13 different preschools were asked to participate. Of these, 119 children from 8 preschools participated in this study (66 boys). One major problem in recruiting children in this age group was that many of the parents would not allow their children to wear the accelerometers over a consecutive period of 7 days. In addition, the proposed duration of 7 consecutive days of measurement could only be reached by 92 out of the 119 participating children. Reasons for wearing the device for less than 4 days, as indicated by parents, included: discomfort with the device, technical problems with the accelerometer, device was worn only during days but not during nights, acute illness, spontaneous vacation, red spots at the wearing site and refusal to wear the device for more than 4 days by children. These children were excluded from further analyses. Thus, measurements from 92 children (40 girls) who wore the device for at least 4 consecutive days and nights, including one day of the weekend, were further evaluated. Within these 92 children, median measuring time was 7 consecutive days (median/mean daily measuring time: 23.5 h/d and 21.8 h/d, respectively), corresponding to 834,000 analyzed minutes. Out of the 119 participating families, questionnaires of 103 parents were returned and could be used for the analyses.

Anthropometric characteristics

The median age of the study cohort was 5.3 years for boys and 5.0 years for girls. Median BMI-SDS was 0.26 for boys and 0.42 for girls. Detailed baseline characteristics of the study group are provided in Table 1. The number of overweight and obese children in the study population (BMI $> 90^{\text{th}}$ percentile) was 13 (14%). Out of them, 8 children were overweight (BMI 90^{th} – 97^{th} percentile), and 5 children were obese (BMI $> 97^{\text{th}}$ percentile). 7 children had a BMI between the 3^{rd} and 10^{th} percentile (threshold of being underweight). For further analyses, overweight and obese children were combined into one study group (ov/ob), and all children with a BMI between the 3^{rd} and the 90^{th} percentile were regarded as one group.

Socioeconomic characterization

Out of the 103 parents who returned the questionnaires, complete data on parental education, occupation and household-net-income to calculate the social status were obtained from 83 parents. Out of them, 21 families belonged to the lower social class, 42 to the middle social class, and 20 to the upper social class, as defined by Winkler [9]. 20 participating families could not be classified, as data were incomplete.

With increasing social status, the number of ov/ob children significantly declined: The ratio of ov/ob children to the remaining children was highest in families with low social status (7:14), in the middle for families with an intermediate social status

(4:38) and was lowest in families with high social status (1:19), ($p = 0.009$).

Physical activity

Daily physical activity. Direct accelerometry was assessed based on PA data obtained from accelerometers *SenseWear Pro*[®]. Median daily PA (MET >3) of all investigated children was 4.3 hours (IQR [3.1, 5.5] hours) and the mean was 4.4 hours (SD 1.8 hours). The suggested minimum amount of 60 minutes per day for this age group spent at moderate-to-vigorous physical activity was achieved by all children participating in our study when averaging their weekly values.

Gender differences in PA in preschoolers-aged children. There were significant differences in weekly PA (amount of time being very active, MET >6) in children aged 3–6 years between girls and boys: Boys spent an estimated 52 min/week (95% CI [6, 96] min/week, $p = 0.02$) more performing vigorous activities (MET >6) than girls (boys: median 176 min, mean 210 min; girls: median 121 min, mean 150 min) (Fig. 1). However, total PA (MET >3) did not depend significantly on gender (boys: median PA 4.4 h/d, IQR [3.2, 5.5], mean PA 4.4 h/d, SD 1.7; girls: median PA 4.1 h/d, IQR [3.0, 5.6], mean PA 4.4 h/d, SD 2.0, $p = 0.5$).

Differences in physical activity between weekdays and weekends. Analysis of PA over the course of the week showed that PA was considerably and significantly lower during the weekend compared to weekdays (weekend median: 3.7 h/d, weekday median: 4.5 h/d, 95% CI for location shift = [0.5, 1.0] h/d, $p = 3 \times 10^{-6}$). As can be seen in Fig. 2, the median on any given weekday was higher than that on the weekend. The magnitude of the difference between weekdays and the weekend was estimated to be similar over all social classes, though the number of data available was too small to show the difference significantly for the lower and upper social classes alone: the location shift was 0.8 h/d for the lower class (95% CI = [0, 1.5] h/d, $p = 0.07$, $n = 14$), 0.5 h/d for the middle class (95% CI = [0.2, 0.9] h/d, $p = 0.004$, $n = 36$), and 0.7 h/d for the upper class (95% CI = [−0.4, 1.6] h/d, $p = 0.1$, $n = 11$). Steps per weekday were also significantly lower compared to steps per weekend (mean of 14,060 steps vs. 15,860 steps, estimated location shift 1,850 steps, 95% CI = [900, 2780] steps, $p = 0.0002$).

Level of PA and weight status. Direct accelerometry did not reveal significant differences between the amount of PA in overweight/obese children (median 4.7 h/d, IQR = [3.4, 6.4] h/d, mean 4.8 h/d, SD = 2.1) and the remaining peers (median 4.2 h/d, IQR = [3.1, 5.4] h/d, mean 4.4 h/d, SD = 1.8). The estimated location shift is 0.4 h/d, 95% CI = [−0.3, 1.2] h/d, $p = 0.3$.

Parental questionnaires. Parents were asked how many days per week their children were physically active for at least 60 minutes. A total of 79 parents answered “almost daily.” A comparison of PA from the “almost daily” group to the rest does not indicate any interrelation between the two (estimated location shift = 0.1 h/d, 95% CI = [−0.6, 0.7] h/d, $p = 0.9$): Only 66 of 95 children whose parents answered the pertinent questions participated in sports regularly, whereas 13 children never participated in sports, and 16 children participated in sports irregularly.

Preschool teachers' questionnaires. A total of 87 preschool teachers' questionnaires were evaluated. The evaluation of physical performance by preschool teachers was significantly correlated to the data obtained by direct accelerometry: Children who were evaluated as spending more time running around outside at the preschool also had higher values for PA using direct accelerometry ($r = 0.28$; $p = 0.01$). The correlation with the

Table 1. Baseline characteristics of study population used for PA analyses.

		Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI- SDS	Measuring time (h)
Boys N = 52	median	5.3	115	19.6	0.26	23.5
	IQR	[4.6, 6.0]	[106.8, 117.0]	[17.3, 21.6]	[-0.37, 0.80]	[22.3, 23.9]
	mean	5.3	112.4	20.1	0.08	21.7
	SD	0.9	6.7	3.7	1.1	4.1
Girls N = 40	median	5.0	109	18.3	0.42	23.6
	IQR	[4.4, 5.7]	[105.8, 115.5]	[17.4, 23.0]	[-0.26, 1.27]	[22.5, 24.0]
	mean	5.3	110.1	20.0	0.42	21.8
	SD	0.9	6.9	3.9	1.0	4.3
p-value Wilcoxon test (boys vs.girls)		0.3	0.1	1.0	0.2	0.7

doi:10.1371/journal.pone.0060619.t001

number of steps taken was just shy of being significant ($r = 0.20$, $p = 0.06$). Children who were evaluated as spending more time engaged in quiet activities (e.g. handicraft work or painting) took significantly fewer steps per day as measured by direct accelerometry ($r = -0.28$; $p = 0.009$), but did not show a significant correlation to PA ($r = -0.13$, $p = 0.2$). According to the evaluation completed by preschool teachers, boys participated significantly more often in leisure-time activities offered by preschools than girls did ($p = 0.003$). Boys were also evaluated as being more physically active than girls ($p = 0.0005$) and spending more time at outdoor activities ($p = 5 \times 10^{-6}$). By contrast, girls were reported to show significantly better performance in quiet activities than boys ($p = 0.03$) and had more balance between “playing centering on physical activity” vs. “arts and crafts and coloring” ($p = 10^{-6}$). Like preschool teachers, parents also tended to evaluate boys to be more physically active than girls ($p = 0.03$).

Preschool teachers evaluated heavier children as being less physically active: With increasing BMI, children were judged to spend less time participating in “active playtime” ($r = -0.22$, $p = 0.05$), and to have parents who do not provide sufficient opportunity for running around ($r = -0.28$, $p = 0.01$). The preschool teachers reported that heavier children prefer games that do not involve physical activity ($r = -0.23$, $p = 0.03$). There is

not a significant correlation between time spent in outdoor activities and weight status ($r = -0.17$, $p = 0.1$).

Influence of parental weight status on PA of children. The daily amount of PA in children with normal-weight parents ($n = 23$) was somewhat higher than that of children with at least one ov/ob parent ($n = 44$) (median 4.6 hours vs. 4.1 hours, though not significantly different (estimated location shift 0.6 hours, 95% CI = [-0.1, 1.1] hours, $p = 0.1$).

Media consumption and correlation to daily PA. Daily hours of media consumption and computer playtime were evaluated by parental questionnaires, with data evaluated separately for weekdays and weekends. Media consumption was higher during the weekend. The proportion of children who watch more than 1 hour of TV daily was significantly higher on the weekend compared to weekdays ($p = 0.005$) and increased with decreasing social class, both on weekdays ($p = 0.05$) and during the weekend ($p = 0.01$) (Fig. 3). However, there was no significant correlation between daily media consumption and the amount of daily PA, neither on weekdays nor on weekends (week: $r = 0.10$, $p = 0.4$, weekend: $r = -0.01$, $p = 0.9$); nor between PA and playtime on the computer (week: $r = -0.11$; $p = 0.3$; weekend: $r = 0.00$; $p = 1.0$).

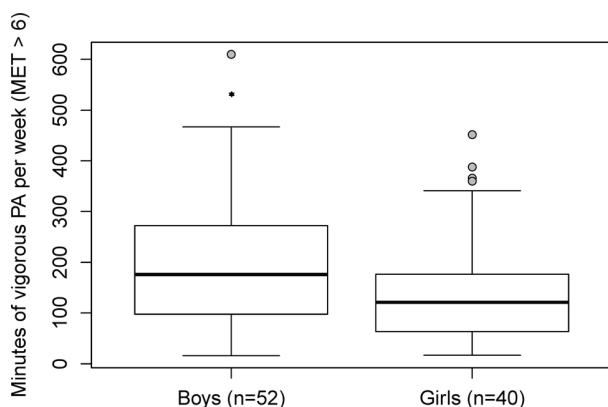


Figure 1. Gender differences in weekly vigorous physical activity (amount of time being very active, MET>6) in preschoolers children aged 3–6 years (*: $p = 0.02$).
doi:10.1371/journal.pone.0060619.g001

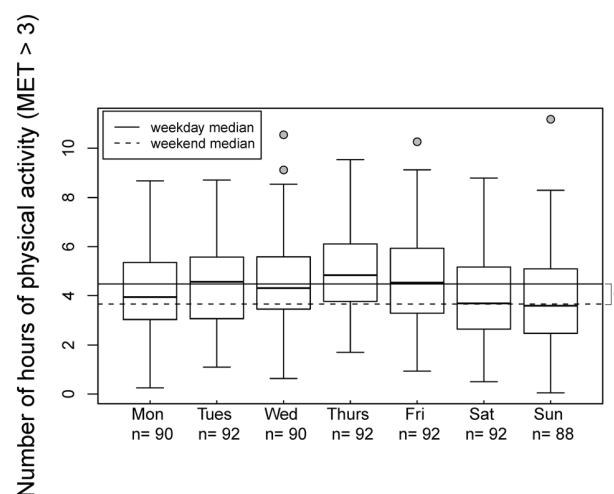


Figure 2. Daily hours of total physical activity (MET>3) in preschool children aged 3–6 years over the course of the week. (Median on weekends 3.7 h/d and on weekdays 4.5 h/d; *: $p = 3 \times 10^{-6}$).
doi:10.1371/journal.pone.0060619.g002

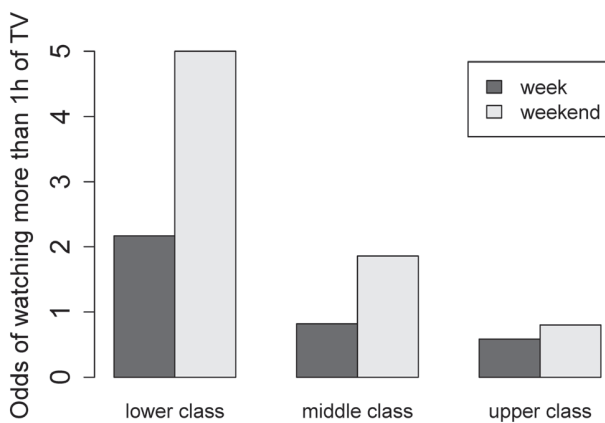


Figure 3. Odds ratio for TV consumption in preschool children aged 3–6 years for more than one hour on weekends and weekdays depending on social class (completed questionnaires on socioeconomic data were available from 78 families): The proportion of children who watch more than 1 hour of TV daily was significantly higher on the weekend compared to weekdays ($p=0.005$) and increased with decreasing social class, both on weekdays ($p=0.05$) and during the weekend ($p=0.01$).

doi:10.1371/journal.pone.0060619.g003

Predictive value of several parameters on BMI-SDS in preschool children. To test potential multivariate effects on childrens' weight status, a linear model was fit minimizing the sum of squares and where Akaike's information criterion as well as F-tests were used to assess the importance of each variable. Terms were dropped and added successively to optimize the AIC. The full linear model that was considered here took BMI-SDS as the independent variable and gender, age, amount of physical activity, amount of vigorous activity (> 6 MET), father's BMI, mother's BMI, the mother's age and socioeconomic status as explanatory variables. Akaike's information criterion suggested that only SES yields a considerable positive contribution whereby the mother's age and father's BMI were slightly informative, but not significant in a reduced linear model containing only these terms. This analysis was corroborated by an ANOVA for the model in which an F-test produced a p-value of 0.01 for SES, but in which each of the others p-values was above 0.3.

Discussion

The present study has analyzed objectively measured PA data from 92 children aged 3–6 years attending German preschools over a median measuring period of 7 consecutive days and with a median measuring time of 23.5 h/d. Results reveal a significant difference between PA levels during the weekend (3.7 h/d) compared to weekdays (4.5 h/d) in children of this age group.

Averaged median daily PA was 4.3 hours/d ($MET>3$), and boys were consistently more physically active than girls when performing vigorous activities ($MET>6$). Objectively measured PA levels were neither related to weight status nor to the number of hours of daily media/computer consumption in this age group.

The suggested minimum amount of 60 minutes per day for this age group spent at moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) was achieved by all children participating in our study when averaging their weekly values. All participating children were recruited from preschools from the Leipzig region, were 95% of 3–6 year old children attend preschools [27]. Thus, we may assume that data obtained from our study cohort resemble the "typical"

PA behavior of children of this age group from this region. Several groups have assessed accelerometer-acquired estimates of MVPA in preschool-aged children, and values include 39.5 ± 22.5 min/day (Puyau et al.), 46.8 ± 27.6 min/d (Sirard et al.), 102.2 ± 40.6 (Pate et al.) and 269.0 ± 70.8 min/d (Freedson et al.) [28]. Due to variations in accelerometer cut points for activity levels among available studies regarding PA levels in preschool children, comparisons of accelerometer-derived MVPA estimates across studies remains a challenge [12,28,29].

Several studies have investigated objectively measured PA in children older than 6 years: A decline in PA, starting at school age (6–9 years), has been described by several groups [3,4,15,25,30], and PA levels measured by direct accelerometry have been reported to be lower in adolescents compared to school-aged children [31]. Interestingly, PA levels are still appropriately high in children at preschool age, matching or exceeding the recommendations of the scientific associations. Our results confirm and extend these previous observations by showing that PA levels in children aged 3–6 years are appropriately high, but that vigorous PA ($MET>6$) is already significantly higher in boys than in girls in this age group, although total physical activity ($MET>3$) is not different between genders. We also show that there are considerable differences in PA levels between weekdays and weekend days. In interpreting these results, cultural aspects in the former East Germany have to be considered: The vast majority of children in the investigated group attend a preschool. Generally, this involves play time outdoors and significant amounts of running around. Our results demonstrate that this level of activity is not maintained by parents on the weekends in general. On the weekend, the children are also likely to be spending less time with outdoor activities with other children of the same age.

The phenomenon of higher PA levels on weekdays compared to weekends has been previously reported for children older than 6 years, but most of them utilized accelerometer data from ≤ 4 days [3,30,32]. Only one study has previously reported a similar pattern of weekday and weekend day variability in preschool-aged children, however, mean duration of monitoring was only 12.5 h/d [33]. Thus, to the best of our knowledge, this is the first study to report differences in objectively measured PA levels over the course of the week in preschool-aged children over a period of 7 consecutive days with a median measuring time of 23.5 hours.

Studies that have investigated PA levels in children younger than 6 years, considering weight status and socioeconomic factors, are limited [12,34]. SES did not seem to be a significant factor in explaining the amount of time spent in PA or sedentary behavior [34]. However, although SES does not seem to be a predictor of daily physical activity of children in that age group, we show that SES seems to influence weight status already in preschoolers. A recent meta-analysis that has evaluated 29 articles representing 6,309 children aged 3–5 years has shown that children of this age engaged on average in 42.8 min moderate-to-vigorous physical activity, 54.4 min for boys and 45.4 min for girls [12]. Although children of our study group had higher daily values for moderate-to-vigorous physical activity, our results confirm the previous findings of boys in this age group being more physically active than girls [12,16].

There is still no "gold standard" in defining the different activity levels in childhood and there are considerable variations in accelerometer cut points for activity levels among available studies regarding PA in preschool-aged children [12,28,29,35,36]. Thus, we had to choose one system based on validated data available in the literature to define the activity levels in our study cohort. We are aware of the fact that this choice can affect results significantly,

but we choose values that were established and validated for this age group by Pate et al. and that are widely used by other groups [16,23]. To validate this model in more detail, we have compared the total energy expenditure estimated using the SenseWear Pro[®] armband with values published by Reilly et al [37]. The results suggest that the assigned values for METs are reasonably good, but that there is likely even more moderate physical activity than we reported, based on the definitions available in the literature. However, total energy expenditure of our study cohort is comparable to that published by Reilly's group [37]. Since we have analyzed a total of 834,000 minutes, one of the main findings of our study, namely the differences in activity patterns between weekdays and weekend days, provide a robust analysis of physical activity patterns during the course of the week and does not seem to be influenced by the chosen cut points or model for activity levels in this age group.

A sub-analysis of our study has compared PA levels in normal-weight and overweight/obese children. Prevalence rates for overweight and obesity in our study population are in accordance with data from the national KIGGS survey [25] and a recent national evaluation [5]. Our results confirm previous findings, as the weight of the children was affected by social status already in this age group, with more overweight/obese children living in families of low social status. Maternal weight status seems to have a significant impact on the weight status of their children. However, this association was not statistically significant in our study.

Our results revealed no significant differences in PA levels among normal-weight and overweight/obese children in this age group. Similar data were presented in a Portuguese study with children of equivalent ages [32]. In contrast, one study in children of similar age showed that age, gender, race, and BMI z-score were correlated to moderate-to-vigorous physical activity in this age group, and several studies performed in older children (>6 years) showed a close and significant relationship between weight status and level of physical activity, with overweight and obese children being significantly less physically active than their normal-weight peers [38–40]. Extending these findings in older children, a recent study revealed a close relationship between percent body fat and the level of physical activity, measured as steps per day and moderate and vigorous physical activity in both genders of children aged 8, 10 and 12 years old [41]. The fact that we did not find a correlation between weight status and level of PA in children of this age group leads us to the conclusion that in younger children the natural drive to move is not influenced yet by higher body weight, as it seems to be in older children. Therefore, it is essential to start preventive interventions already at this age. The urgent need for early intervention is underlined by the fact that PA levels seem to decrease from childhood to adolescence, as discussed above. As there are no validated obesity prevention strategies in childhood and adolescence, early identification of potential risk factors are crucial. In adults, the physical activity status of an individual may predict the risk for developing chronic diseases in the future. However, our results suggest that risk prediction for obesity and associated diseases may not be assumed by the level of physical activity in preschool-aged children, but physical activity patterns may be of increasing importance during the course of childhood development [42]. Thus, promotion of physical activity that starts as early in life as possibly may prevent chronic diseases later in life.

Additional variables that seem to have an impact on the child's PA level include parental level of PA, preschool quality, home PA equipment, and child's enjoyment of PA. Whereas there is a significant relationship between the family support, quality of preschool attended, home PA equipment, child's enjoyment of PA

and the daily amount of the child's PA, there does not seem to be a direct relationship between parent's and the child's level of physical activity [43]. In addition, the amount of daily media consumption is assumed to influence physical activity in children [44]. However, our data showed no significant correlation between the hours of daily media consumption and number of hours of daily physical exercise, which is in accordance with a previous study, showing that increased TV viewing is not associated with lower total energy expenditure in children [45]. In our study, TV consumption and computer playtime (including gameboy and playstation) of participating children were evaluated, both, during weekdays and on the weekend, based on parental questionnaires. However, additional factors that might influence sedentary behavior in this age group, such as books, drawing and coloring, playing board games and listening to stories on CD, were not addressed in the parental questionnaires. Neither TV consumption nor playtime on the computer was related to the amount of daily physical activity. The potential effects of the above mentioned additional factors of sedentary behavior, which have not been addressed by the applied questionnaires, cannot be ruled out. On the other hand, media consumption provides only one aspect of an individual's sedentary behavior habits, which are potentially correlated to a variety of factors, including the number of siblings living in the home, parental enjoyment of PA, child's enjoyment of PA, child's athletic coordination compared with peers, distance to the nearest park, and others [46]. These factors have not been considered in the present study, which might as well – at least in part – explain the missing relationship between PA and media consumption in our study cohort.

Strengths of this study

To the best of our knowledge, this is the first study that has analyzed objectively measured PA levels using SenseWearPro[®] accelerometers in a cohort of 92 children aged 3–6 years over a median measuring period of 7 consecutive days, including one day of the weekend, with a median measuring time of 23.5 h/d. We did not find comparable studies in the literature that continuously examined such a large cohort of children of comparable age over such a long period of time, providing a total of 834,000 analyzed minutes of accelerometry. A 4–7-day monitoring protocol allows reliable estimates of PA behavior and activity patterns [47]. This study combined 3 different sources to consolidate the activity data of children: direct accelerometer data, data from parental questionnaires, and data from preschool teachers' questionnaires and included sub-analyses taking into consideration the weight status and the socioeconomic status of the family.

Limitations of this study

The participation rate of the recruited preschoolers was between 6% and 70% and seemed to be influenced by the social status of the screened families and by the commitment of preschool teachers. A limiting factor for the value of the collected questionnaire data might have been the subjective perception of the parents regarding the physical activity of their children. In addition, the fact the preschool teachers spend more time with the children over the course of the week than parents do might have led to some bias in terms of evaluating "real activity levels" of participating children. Another aspect that might have influenced the quality of the data was the duration of the recruiting period (i.e. spanning all seasons), which might have led to a potential seasonal bias on the obtained data, though an analysis of this data did not reveal one. Supporting this, a study on seasonality and preschoolers' PA engagement revealed that differences in PA across seasons were much less evident during the time the children

attended preschools [48]. An additional limitation might arise from the point that variations in accelerometer cut points for activity levels among available studies regarding PA in preschool children may result in disparate estimates of PA levels and may bias comparisons across studies, as discussed in more detailed above [12,29].

Summary and conclusions

The level of PA in children aged 3–6 years was measured by direct accelerometry over a median of 7 consecutive days. Median daily PA (MET>3) was 4.3 hours, and the suggested minimum amount of PA for this age group of 60 min/d spent at moderate-to-vigorous physical activity was achieved by every child when its values for the week were averaged. Boys were more vigorously active than girls. Daily PA was higher during weekdays compared to weekends in this age group. No external factors or environmental conditions that are known to affect PA of older children, such as BMI or media consumption, influenced activity behavior in preschool-aged children. Our data demonstrate that preschool-aged children seem to be active enough, as suggested by the scientific communities, independent of weight status and TV

consumption. However, studies of older children do indicate associations between weight status and both physical activity and TV consumption. Presumably habits are formed at this early age. It may not be as important then to increase the amount of physical activity in preschool-aged children participate in as it is to foster the awareness of its importance and turn it into a regular part of daily habit especially on the weekends. Long-term follow-up studies are necessary to further investigate such questions.

Acknowledgments

We are grateful to all preschool teachers at the participating nursery schools, especially to Hiltrud Schlegel. Finally, we would like to express our gratitude to all the children and their parents who participated in this project.

Author Contributions

Provided statistical expertise: DP. Conceived and designed the experiments: YV SB WK. Performed the experiments: YV. Analyzed the data: YV DP SB. Contributed reagents/materials/analysis tools: SB. Wrote the paper: SB YV DP WK.

References

- Andersen L, Harro M, Sardinha L, Froberg K, Ekelund U, et al. (2006) Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study. *Lancet* 368: 299–304.
- Ekelund U, Anderssen S, Froberg K, Sardinha L, Andersen L, et al. (2007) Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 50: 1832–1840.
- Nyberg G, Nordenfelt A, Ekelund U, Marcus C (2009) Physical activity patterns measured by accelerometry in 6- to 10-yr-old children. *Med Sci Sports Exerc* 41: 1842–1848.
- Rizzo N, Ruiz J, Hurtig-Wennlöf A, Ortega F, Sjöström M (2007) Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr* 150: 388–394.
- Blüher S, Meigen C, Gausche R, Keller E, Pfäffle R, et al. (2011) Age-specific stabilization in obesity prevalence in German children: A cross-sectional study from 1999 to 2008. *Int J Pediatr Obes* 6: e199–206.
- Han JC, Lawlor DA, Kim SY (2010) Childhood obesity. *Lancet* 375:1737–1748.
- Yang X, Telama R, Viikari J, Raitakari O (2006) Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. *Med Sci Sports Exerc* 38: 919–925.
- Lindström J, Neumann A, Sheppard K, Gilis-Januszewska A, Greaves C, et al. (2010) Take action to prevent diabetes—the IMAGE toolkit for the prevention of type 2 diabetes in Europe. *Horm Metab Res* 42: S37–55.
- Winkler J, Stolzenberg H (1999) Social class index in the Federal Health Survey. *Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. Gesundheitswesen* 61: s178–s183.
- Fisher A, van Jaarsveld CH, Llewellyn C, Wardle J (2010) Environmental influences on children's physical activity: quantitative estimates using a twin design. *PLoS One* 21: e10110.
- Pate R, O'Neill J, Mitchell J (2010) Measurement of physical activity in preschool children. *Med Sci Sports Exerc* 42: 508–512.
- Bornstein D, Beets M, Byun W, McIver K (2011) Accelerometer-derived physical activity levels of preschoolers: A meta-analysis. *J Sci Med Sport* 14: 504–511.
- Hinkley T, Salmon J, Okely A, Hesketh K, Crawford D (2012) Correlates of preschool children's physical activity. *Am J Prev Med* 43: 159–167.
- Goldfield G, Harvey A, Grattan K, Adamo K (2012) Physical activity promotion in the preschool years: a critical period to intervene. *Int J Environ Res Public Health* 9: 1326–1342.
- Trost S, Pate R, Sallis J, Freedson P, Taylor W, et al. (2002) Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Med Sci Sports Exerc* 34: 350–355.
- Pate R, Pfeiffer K, Trost S, Ziegler P, Dowda M (2004) Physical activity among children attending preschools. *Pediatrics* 114: 1258–1263.
- Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D, Geller F, Geiß HC, et al. (2001) Percentiles of body mass index in children and adolescents evaluated from different regional German cohorts. *Monatsschr Kinderheilkd* 149: 807–818.
- Pate R, Almeida M, McIver K, Pfeiffer K, Dowda M (2006) Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity (Silver Spring)* 14: 2000–2006.
- Adolph A, Puyau M, Vohra F, Nicklas T, Zakeri I, et al. (2012) Validation of uniaxial and triaxial accelerometers for the assessment of physical activity in preschool children. *J Phys Act Health* 9: 944–953.
- Hinkley T, O'Connell E, Okely A, Crawford D, Hesketh K, et al. (2012) Assessing volume of accelerometry data for reliability in preschool children. *Med Sci Sports Exerc* 44: 2436–2441.
- Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthén L (2009) Energy cost in children assessed by multisensor activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 41: 603–611.
- Calabró M, Welk G, Eisenmann J (2009) Validation of the SenseWear Pro Armband algorithms in children. *Med Sci Sports Exerc* 41: 1714–1720.
- Tanaka C, Tanaka S (2009) Daily physical activity in Japanese preschool children evaluated by triaxial accelerometry: the relationship between period of engagement in moderate-to-vigorous physical activity and daily step counts. *J Physiol Anthropol* 28: 283–288.
- Pulsford R, Cortina-Borja M, Rich C, Kinnaefck F, Dezateux C, et al. (2011) Actigraph accelerometer-defined boundaries for sedentary behaviour and physical activity intensities in 7 year old children. *PLoS One* 6: e21822.
- Lampert T, Mensink GB, Romahn N, Woll A (2007) Physical activity among children and adolescents in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 50: 634–642.
- Team. RDC (2010) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Website of the Federal office for statistics, city of Leipzig. *Statistical Yearbook: 114-115* (2011). Available: http://www.leipzig.de/imperia/md/content/51_jugendamt/broschueren_praesentationen/sozialreport_2010.pdf#search=%22besuchsquote%20Kindertageseinrichtung%22. Accessed: 2012 December 28.
- Bornstein D, Beets M, Byun W, Welk G, Bottai M, et al. (2011) Equating accelerometer estimates of moderate-to-vigorous physical activity: in search of the Rosetta Stone. *J Sci Med Sport* 14: 404–410.
- Ojiambo R, Cuthill R, Budd H, Konstabel K, Casajús J, et al. (2011) Impact of methodological decisions on accelerometer outcome variables in young children. *Int J Obes (Lond)* 35: 98–103.
- Blaes A, Baquet G, Van Praagh E, Berthoin S (2011) Physical activity patterns in French youth-from childhood to adolescence-monitored with high-frequency accelerometry. *Am J Hum Biol* 23: 353–358.
- Troiano R, Berrigan D, Dodd K, Mâsse L, Tilert T, et al. (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 40: 181–188.
- Vale S, Santos R, da Cruz Soares-Miranda L, Moreira C, Ruiz J, et al. (2010) Objectively measured physical activity and body mass index in preschool children. *Int J Pediatr*.
- Verbestel V, Van Cauwenberghe E, De Coen V, Maes L, De Bourdeaudhuij I, et al. (2011) Within- and between-day variability of objectively measured physical activity in preschoolers. *Pediatr Exerc Sci* 23: 366–378.
- Kelly L, Reilly J, Fisher A, Montgomery C, Williamson A, et al. (2006) Effect of socioeconomic status on objectively measured physical activity. *Arch Dis Child* 91: 35–38.
- Beets M, Bornstein D, Dowda M, Pate R (2011) Compliance with national guidelines for physical activity in U.S. preschoolers: measurement and interpretation. *Pediatrics* 127: 658–664.
- Kim Y, Beets M, Pate R, Blair S (2013) The effect of reintegrating Actigraph accelerometer counts in preschool children: Comparison using different epoch lengths. *J Sci Med Sport* 16 (2):129–34.

37. Reilly J, Jackson D, Montgomery C, Kelly L, Slater C, et al. (2004) Total energy expenditure and physical activity in young Scottish children: mixed longitudinal study. *Lancet* 17: 211–212.
38. Cleland V, Crawford D, Baur L, Hume C, Timperio A, et al. (2008) A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. *Int J Obes (Lond)* 32: 1685–1693.
39. Deforche B, De Bourdeaudhuij I, D'hondt E, Cardon G (2009) Objectively measured physical activity, physical activity related personality and body mass index in 6- to 10-yr-old children: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 14: 6–25.
40. Dorsey K, Herrin J, Krumholz H (2011) Patterns of moderate and vigorous physical activity in obese and overweight compared with non-overweight children. *Int J Ped Obes* 6: e547–555.
41. Telford R, Cunningham R, Telford R, Riley M, Abhayaratna W (2012) Determinants of Childhood Adiposity: Evidence from the Australian LOOK Study. *PLoS One* 7: e50014.
42. Blüher S, Markert J, Herget S, Yates T, Davis M, et al. (2012) Who should we target for diabetes prevention and diabetes risk reduction? *Curr Diab Rep* 12: 147–156.
43. Dowda M, Pfeiffer K, Brown W, Mitchell J, Byun W, et al. (2011) Parental and environmental correlates of physical activity of children attending preschool. *Arch Pediatr Adolesc Med* 165: 939–944.
44. Pagani L, Fitzpatrick C, Barnett T, Dubow E (2010) Prospective associations between early childhood television exposure and academic, psychosocial, and physical well-being by middle childhood. *Arch Pediatr Adolesc Med* 164: 425–431.
45. Jackson D, Djafarian K, Stewart J, Speakman J (2009) Increased television viewing is associated with elevated body fatness but not with lower total energy expenditure in children. *Am J Clin Nutr* 89: 1031–1036.
46. Byun W, Dowda M, Pate R (2011) Correlates of objectively measured sedentary behavior in US preschool children. *Pediatrics* 128: 937–945.
47. Trost S, Pate R, Freedson P, Sallis J, Taylor W (2000) Using objective physical activity measures with youth: how many days of monitoring are needed? *Med Sci Sports Exerc* 32: 426–431.
48. Shen B, Alexander G, Milberger S, Jen K (2012) An Exploratory Study of Seasonality and Preschoolers' Physical Activity Engagement. *J Phys Act Health*. Epub 2012 Nov 5 [Epub ahead of print].

4 Zusammenfassung

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. med.

Körperliche Aktivität im Kindergartenalter: Direkte Accelerometrie im Wochenverlauf und Assoziation zum Gewichtsstatus, dem Medienkonsum, soziodemographischen und sozioökonomischen Faktoren

eingereicht von: Yvonne Vorwerg

angefertigt an der Universitätsklinik und Poliklinik für Kinder und Jugendliche, Leipzig

betreut von Prof. Dr. med. Wieland Kiess, Dr. med. Susann Blüher

eingereicht im Juni 2013

Körperliche Inaktivität ist ein Risikofaktor für die Entwicklung von Übergewicht und Adipositas. Bisher verfügbare Daten zur objektiv gemessenen körperlichen Aktivität im Vorschulalter, sind unzureichend. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Studie die objektive körperliche Aktivität mittels Accelerometer (SenseWearPro2, Bodymedia/SMT) bei 119 Kindergartenkindern über 7 Tage gemessen. Die Messungen erfolgten im Zeitraum von September 2007 bis November 2009. Alle teilnehmenden Kinder wurden in Kindergärten in der Region Leipzig, wo 95% der 3-6 jährigen Kinder einen Kindergarten besuchen, rekrutiert (130). Daher kann man sagen, dass die Daten aus der Studie ein „typisches“, Bewegungsverhalten von Kindern im Kindergartenalter repräsentieren. Ausgewertet und auf mögliche Einflussfaktoren hin untersucht werden konnten die Accelerometerdaten von 92 (40 Mädchen) Kindern, die das Messgerät für mindestens 4 Tage inklusive einem Wochenendtag getragen hatten. Die Daten der körperlichen Aktivität wurden in Bezug auf das Geschlecht, die anthropometrischen, sozioökonomischen und Lebensstil Parametern ausgewertet. Neben der objektiven Messung der körperlichen Aktivität wurden Fragebögen zur Erfassung des Aktivitätsverhaltens sowie der familiären Situation an die Eltern und die Erzieher ausgehändigt. Vor der Messung der körperlichen Aktivität wurden bei allen teilnehmenden Kindern die anthropometrischen Daten erfasst.

Die vorliegende Untersuchung ist nach unserem Wissen die erste Studie, die einen signifikanten Unterschied in der mittels Accelerometer gemessenen Dauer der körperlichen Aktivität am Wochenende (3,7 h/d) im Vergleich zu Wochentagen (4,5 h/d) bei Kindergartenkindern, mit einer medianen Messdauer von 23,5 h/d über 4 zusammenhängende Tage, zeigt. Die mediane tägliche Dauer der körperlichen Aktivität (MET>3) betrug 4,3 Stunden. Die empfohlene Dauer (131) von mindestens 60 Minuten täglicher körperlicher Aktivität wurde von allen gemessenen Kindern erfüllt, obwohl 19,5% der Eltern einschätzten, dass ihre Kinder weniger als 60 Minuten pro Tag körperlich aktiv sind. Im Bereich hoher körperlicher Aktivität (MET>6) waren Jungen signifikant länger aktiv als Mädchen.

Kein geschlechtsspezifischen Unterschied konnte bei der gesamten körperlichen Aktivität ($MET > 3$) gemessen werden. Analog zu (132) konnte kein signifikanter Unterschied in der körperlichen Aktivität im Vergleich Stadt-Land gemessen werden. Weiterhin gab es wie auch von Kelly et al. (133) beschrieben keinen signifikanten Einfluss des sozialen Status auf die Dauer der körperlichen Aktivität. Ein weiterer Parameter, der die körperliche Aktivität von Kindern beeinflusst ist die Dauer des täglichen Medienkonsums (134). Die Daten unserer Studie konnten den Sachverhalt, dass mit zunehmender Anzahl an Stunden des Medienkonsums die Anzahl der Stunden der körperlichen Aktivität abnimmt, nicht bestätigen.

In Anbetracht der Tatsache, dass mangelnde Bewegung als ein Risikofaktor für die Entstehung für Adipositas angesehen wird, sollte in dieser Studie auch die Frage beantwortet werden, ob es bereits im Vorschulalter Unterschiede im Bewegungsverhalten der Kinder in Bezug auf ihr Gewicht gibt. Die Prävalenzraten von Übergewicht und Adipositas in unserer Studienpopulation zeigte ähnliche Ergebnisse wie die deutschlandweite KIGGS-Studie (67) und eine weitere kürzlich erschienene nationale Studie zur Adipositas im Kindesalter (17). Wie auch von einer anderen Studiengruppe (135), beschrieben, zeigte sich bereits in diesem Alter ein Einfluss des sozialen Status auf das Gewicht der Kinder, mit einem höheren Anteil an übergewichtigen/adipösen Kindern aus Familien mit einem niedrigen sozialen Status. Das mütterliche Gewicht, welches einen Einfluss auf das Gewicht der Kinder zu haben scheint (79), zeigte in unserer Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf das kindliche Gewicht.

Nach der Analyse unserer Daten unterschied sich die Dauer der körperlichen Aktivität von normalgewichtigen und übergewichtigen/adipösen Kindern nicht. Weitere Studien (45, 49) mit Kindern im gleichen Alter kam zu einem äquivalenten Ergebnis. Im Gegensatz dazu konnte eine Studie an Kindergartenkindern (44) und weitere Studien an Kindern über 6 Jahren (136-138) einen Zusammenhang zwischen dem kindlichen Gewicht und der körperlichen Aktivität gezeigt werden. Dieser Aspekt lässt die Vermutung zu, dass im Kindergartenalter der natürliche Bewegungsdrang noch nicht durch das höhere Gewicht beeinflusst wird und dieses Alter für Präventionsmaßnahmen ideal erscheinen lässt.

Als die größte Barriere für die Durchführung dieser Studie hat sich die Problematik der Rekrutierung der Probanden erwiesen. In der erreichten Teilnehmerquote gab es hierbei deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Kindergärten (6% - 70%). In zwei Kindergärten, aus „sozialen Brennpunkten“ der Stadt (hoher Anteil an Arbeitslosen, viel Wohnungsleerstand) (139), konnten keine Kinder rekrutiert werden. Die in einem Kindergarten erreichte Teilnehmerquote von 70% zeigt aber auch das Potential, welches man mit einem motivierten Erzieherkollektiv erlangen kann. Künftig ähnlich gelagerte Studien sollten vor dem Hintergrund der Vielzahl der aktuell laufenden Forschungsprojekte in Leipziger Kindertagesstätten, gezielt die Leitung der Kindertagesstätten ansprechen und gegebenenfalls auch mit Anreizen zur Teilnahme möglichst vieler Eltern zu motivieren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass kein Einfluss von externen Faktoren und Umgebungsbedingungen, welche bekannt sind die körperliche Aktivität von älteren Kindern zu beeinflussen, wie z.B. der BMI oder der Medienkonsum, auf die körperliche Aktivität im Vorschulalter gesehen wurde. Nach unseren Daten sind die Kindergartenkinder in Bezug auf die empfohlene Dauer der täglichen körperlichen Aktivität unabhängig von ihrem Gewichtsstatus und des Fernsehverhaltens ausreichend aktiv. Aber Studie an älteren Kindern zeigen Assoziationen zwischen Gewichtsstatus und sowohl der körperlichen Aktivität als auch dem Fernsehverhalten. Vermutlich werden Gewohnheiten in Bezug auf die körperliche Aktivität in diesem frühen Alter geformt. Nach unseren Daten ist es nicht wichtig die körperliche Aktivität der Kindergartenkinder zu insgesamt zu erhöhen, sondern körperliche Bewegung als einen wichtigen Bestandteil im Tagesablauf, insbesondere an den Wochenenden, zu integrieren und zu fördern.

5 Literaturverzeichnis

1. **Organization, World Health.** World health statistics 2011. [Online] 2011.
http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2011/en/index.html.
2. **Nyberg GA, Nordenfelt AM, Ekelund U, Marcus C.** Physical activity patterns measured by accelerometry in 6- to 10-yr-old children. *Med Sci Sports Exerc.* 41(10), 2009, S. 1842-1848.
3. **Ekelund U, Luan J, Sherar LB, Esliger DW, Griew P, Cooper A und Collaborators., International Children's Accelerometry Database (ICAD).** Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA.* 307(7), 2012, S. 704-712.
4. **Guinhouya BC, Samouda H, Zitouni D, Vilhelm C, Hubert H.** Evidence of the influence of physical activity on the metabolic syndrome and/or on insulin resistance in pediatric populations: a systematic review. *Int J Pediatr Obes.* 6(5-6), 2011, S. 361-388.
5. **Andersen LB, Riddoch C, Kriemler S, Hills AP.** Physical activity and cardiovascular risk factors in children. *Br J Sports Med.* 45(11), 2011, S. 871-876.
6. **Keim NL, Blanton CA, Kretsch MJ.** America's obesity epidemic: measuring physical activity to promote an active lifestyle. *J Am Diet Assoc.* 2004, Bd. 104, S. 1398-1409.
7. **Molnár D, Livingstone B.** Physical activity in relation to overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr.* 159, 2000, S. S45-S55.
8. **Jiménez-Pavón D, Kelly J, Reilly JJ.** Associations between objectively measured habitual physical activity and adiposity in children and adolescents: Systematic review. *Int J Pediatr Obes.* 5, 2010, S. 3-18.
9. **Wittmeier KD, Mollard RC, Kriellaars DJ.** Physical activity intensity and risk of overweight and adiposity in children. *Obesity (Silver Spring).* 16(2), 2008, S. 415-420.
10. **Reinehr T, Kiess W, de Sousa G, Stoffel-Wagner B, Wunsch R.** Intima media thickness in childhood obesity: relations to inflammatory marker, glucose metabolism, and blood pressure. *Metabolism.* 55, 2006, S. 113-118.
11. **Knuth AG, Hallal PC.** Temporal trends in physical activity: a systematic review. *J Phys Act Health.* 6, 2009, S. 548-559.
12. **Walter U, Kramer S, Röbl M.** Physical (in)activity in childhood and adolescence. *Deutsche Medizinische Wochenschrift.* Dec 2005, 130, S. 2876-2878.

13. **Sonkin B, Edwards P, Roberts I, Green J.** Walking, cycling and transport safety: an analysis of child road deaths. *J R Soc Med.* 99, 2006, S. 402-405.
14. **Bös, K.** Bewegungswelt und motorische Kompetenzen von Kindern. *Kinderärztliche Praxis.* 2006, S. 29-31.
15. **Meigen C, Keller A, Gausche R, Kromeyer-Hauschild K, Blüher S, Kiess W, Keller E.** Secular trends in body mass index in German children and adolescents: a cross-sectional data analysis via CrescNet between 1999 and 2006. *Metabolism.* 57, 2008, S. 934-949.
16. **Han JC, Lawlor DA, Kimm SY.** Childhood obesity. *Lancet.* 375, 2010, S. 1737-1748.
17. **Blüher S, Meigen C, Gausche R, et al.** Age-specific stabilization in obesity prevalence in German children: A cross-sectional study from 1999 to 2008. *Int J Pediatr Obes.* 6(2-2):e199-206. Epub 2010 Nov 23., 2011.
18. **Olds T, Maher C, Zumin S, Péneau S, Lioret S, Castetbon K, Bellisle, de Wilde J, Hohepa M, Maddison R, Lissner L, Sjöberg A, Zimmermann M, Aeberli I, Ogden C, Flegal K, Summerbell C.** Evidence that the prevalence of childhood overweight is plateauing: data from nine countries. *Int J Pediatr Obes.* 6, 2011, S. 342-360.
19. **Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS.** Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet.* Aug 2002, 360, S. 473-482.
20. **Yang X, Telama R, Viikari J, Raitakari OT.** Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. *Med Sci Sports Exerc.* 38(5), 2006, S. 919-925.
21. **Singh AS, Mulder C, Twisk JW, van Mechelen W, Chinapaw MJ.** Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obes Rev.* 9, 2008, S. 474-488.
22. **Herman KM, Craig CL, Gauvin L, Katzmarzyk PT.** Tracking of obesity and physical activity from childhood to adulthood: the Physical Activity Longitudinal Study. *Int J Pediatr Obes.* 4, 2009, S. 281-288.
23. **Van Der Horst K, Paw MJ, Twisk JW, Van Mechelen W.** A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. *Med Sci Sports Exerc.* 39, 2007, 8, S. 1241-1250.
24. **Simonen RL, Levälahti E, Kaprio J, Videman T, Battie MC.** Multivariate genetic analysis of lifetime exercise and environmental factors. *Med Sci Sports Exerc.* 2004, 36, S. 1559-1566.
25. **Krassas GE, Tzotzas T.** Do obese children become obese adults: childhood predictors of adult disease. *Pediatr Endocrinol Rev.* Aug 2004, 1 Suppl 3, S. 455-459.

26. **Bornstein DB, Beets MW, Byun W, McIver K.** Accelerometer-derived physical activity levels of preschoolers: a meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 14, 2011, S. 504-511.
27. **Pate RR, O'Neill JR, Mitchell J.** Measurement of physical activity in preschool children. *Med Sci Sports Exerc.* 42, 2010, S. 508-512.
28. **Hinkley T, Salmon J, Okely AD, Hesketh K, Crawford D.** Correlates of preschool children's physical activity. *Am J Prev Med.* . 43(2), 2012, S. 159-167.
29. **Jáuregui A, Villalpando S, Rangel-Baltazar E, Castro-Hernández J, Lara-Zamudio Y, Méndez-Gómez-Humarán I.** The physical activity level of Mexican children decreases upon entry to elementary school. *Salud Publica Mex.* 53, 2011, S. 228-236.
30. **Goldfield GS, Harvey A, Grattan K, Adamo KB.** Physical activity promotion in the preschool years: a critical period to intervene. *Int J Environ Res Public Health.* 9(4), 2012, S. 1326-1342.
31. **Verbestel V, Van Cauwenberghe E, De Coen V, Maes L, De Bourdeaudhuij I, Cardon G.** Within- and between-day variability of objectively measured physical activity in preschoolers. *Pediatr Exerc Sci.* 23, 2011, S. 366-378.
32. **Bouchard C, Blair S, Haskell W.** *Physical activity and Health.* s.l. : Human Kinetics, 2006. Bd. Auflage: 1.
33. **Pate RR, Pfeiffer KA, Trost SG, Ziegler P, Dowda M.** Physical activity among children attending preschools. *Pediatrics.* 114, Nov 2004, 5, S. 1258-1263.
34. **Tanaka C, Tanaka S.** Daily physical activity in Japanese preschool children evaluated by triaxial accelerometry: the relationship between period of engagement in moderate-to-vigorous physical activity and daily step counts. *J Physiol Anthropol.* 28(6), 2009, S. 283-288.
35. **Gutin B, Yin Z, Humphries MC, Barbeau P.** Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr.* 81(4), 2005, S. 746-750.
36. **Beneke R, Leithäuser RM.** Körperliche Aktivität im Kindesalter – Messverfahren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.* 2008, 10, S. 215-222.
37. **Müller C, Winter C, Rosenbaum D.** Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden. *Dtsch Z Sportmed.* 61, 2010, S. 11-18.
38. **Calabro MA, Welk GJ, Eisenmann JC.** Validation of the SenseWear Pro Armband algorithms in children. *Med Sci Sports Exerc.* 41, Sep 2009, 9, S. 1714-1720.

39. **Bant H, Haas HJ, Opey M, Steverding M.** *Sportphysiotherapie*. s.l. : Thieme, Stuttgart, 2011. Bd. Auflage: 1.
40. **Robert-Koch-Institut.** Eltern-Fragebögen des Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). Berlin : s.n., 2003-2006.
41. **Gossar, Kathrin.** Erfassen der körperlichen Aktivität bei Kindern mit Hilfe eines Pedometers. [Diplomarbeit]. Graz : s.n., 2010.
42. **Metallinos-Katsaras ES, Freedson PS, Fulton JE, Sherry B.** The Association Between an Objective Measure of Physical Activity and Weight Status in Preschoolers. *Obesity (Silver Spring)*. 15, 2007, S. 686-694.
43. **Cardon GM, De Bourdeaudhuij IM.** Are preschool children active enough? Objectively measured physical activity levels. *Res Q Exerc Sport*. 79, 2008, S. 326-332.
44. **Pfeiffer KA, Dowda M, McIver KL, Pate RR.** Factors related to objectively measured physical activity in preschool children. *Pediatr Exerc Sci*. 21, 2009, S. 196-208.
45. **Vale SM, Santos RM, da Cruz Soares-Miranda LM, Moreira CM, Ruiz JR, Mota JA.** Objectively measured physical activity and body mass index in preschool children. *Int J Pediatr*. 2010.
46. **Vale S, Silva P, Santos R, Soares-Miranda L, Mota J.** Compliance with physical activity guidelines in preschool children. *J Sports Sci*. 28, 2010, S. 603-608.
47. **Dolinsky DH, Brouwer RJ, Evenson KR, Siega-Riz AM, Østbye T.** Correlates of sedentary time and physical activity among preschool-aged children. *Prev Chronic Dis*. 8(6):A131, 2011.
48. **Hinkley T, Salmon J, Okely AD, Crawford D, Hesketh K.** Preschoolers' Physical Activity, Screen Time and Compliance with Recommendations. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Sep 3. [Epub ahead of print].
49. **Hinkley T, Crawford D, Salmon J, Okely AD, Hesketh K.** Preschool children and physical activity: a review of correlates. *Am J Prev Med*. 34, 2008, S. 435-441.
50. **Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC.** A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 32, 2000, S. 963-975.
51. **Fuemmeler BF, Anderson CB, Mâsse LC.** Parent-child relationship of directly measured physical activity. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 8:17, 2011.

52. **Heitzler CD, Martin SL, Duke J, Huhman M.** Correlates of physical activity in a national sample of children aged 9-13 years. *Prev Med.* 42, 2006, S. 254-260.
53. **Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS.** Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ.* 174, 2006, S. 801-809.
54. **Barengo NC, Hu G, Lakka TA, Pekkarinen H, Nissinen A, Tuomilehto J.** Low physical activity as a predictor for total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men and women in Finland. *European Heart Journal.* Dec 2004, 25, S. 2204-2211.
55. **Janssen I, Leblanc AG.** Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 7:40, 2010.
56. **Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, Anderssen SA.** Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet.* 368, 2006, S. 299-304.
57. **Ekelund U, Brage S, Froberg K, Harro M, Anderssen SA, Sardinha LB, Riddoch C, Andersen LB.** TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: The European Youth Heart Study. *PLoS Med.* 3(12), 2006, S. 2449-2457.
58. **Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S, Trudeau F.** Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr.* 146, 2005, S. 732-737.
59. **Meyer-Nürnberg, M.** Gesundheit von Kindern. Eine Sichtung regionaler und lokaler Gesundheitsberichterstattung. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz.* 45, 2002, S. 859-865.
60. **Fisher A, Hill C, Webber L, Purslow L, Wardle J.** MVPA is associated with lower weight gain in 8-10 year old children: a prospective study with 1 year follow-up. *PLoS One.* 6(4):e18576, 2011.
61. **Dunton GF, Berrigan D, Ballard-Barbash R, Graubard B, Atienza AA.** Joint associations of physical activity and sedentary behaviors with body mass index: results from a time use survey of US adults. *Int J Obes.* 33, 2009, S. 1427-1436.
62. **Jugendalter, Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und.** www.aga.adipositas-gesellschaft.de/index.php?id=39. [Online]
63. **Dietz WH, Robinson TN.** Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *Journal of Pediatrics* 132. Februar 1998, S. 191-193.

64. **Kromeyer-Hauschild K, Kunze D, Wabitsch M, et al.** Perzentile für den Body-Mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 149. 2001, S. 807-818.
65. **Korsten-Reck U, Widhalm K, Müller MJ, Rudloff C, Kromeyer-Hauschild K, Berg A, Wabitsch M, Kunze D, Mayer H.** *Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA)*. 2006.
66. **de Onis M, Blössner M, Borghi E.** Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr.* 92, 2010, S. 1257-1264.
67. **Kurth BM, Schaffrath Rosario A.** The prevalence of overweight and obese children and adolescents living in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz.* 50 (5-6), 2007, S. 736-743.
68. **Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, Currie C, Pickett W und Group., Health Behaviour in School-Aged Children Obesity Working.** Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev.* 2005, Bd. 6(2), S. 123-132.
69. **Cattaneo A, Monasta L, Stamatakis E, Lioret S, Castetbon K, Frenken F, Manios Y, Moschonis G, Savva S, Zaborskis A, Rito AI, Nanu M, Vignerová J, Caroli M, Ludvigsson J, Koch FS, Serra-Majem L, Szponar L, van Lenthe F, Brug J.** Overweight and obesity in infants and pre-school children in the European Union: a review of existing data. *Obes Rev.* 11, 2010, S. 389-398.
70. **van Stralen MM, te Velde SJ, van Nassau F, Brug J, Grammatikaki E, Maes L, De Bourdeaudhuij I, Verbestel V, Galcheva S, Iotova V, Koletzko BV, von Kries R, Bayer O, Kulaga Z, Serra-Majem L, Sánchez-Villegas A, Ribas-Barba L, Manios Y, Chinapaw MJ.** Weight status of European preschool children and associations with family demographics and energy balance-related behaviours: a pooled analysis of six European studies. *Obes Rev.* 13 Suppl 1, 2012, S. 29-41.
71. **Ledergerber M, Steffen T.** [Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents from 1977 to 2009 - examination of the school medical data of more than 94,000 school-age children in the city of Basel (Switzerland)]. *Gesundheitswesen.* 73, 2011, S. 46-53.
72. **Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM.** Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. *JAMA.* 307, 2012, S. 483-490.

73. **Kleiser C, Schaffrath Rosario A, Mensink GB, Prinz-Langenohl R, Kurth BM.** Potential determinants of obesity among children and adolescents in Germany: results from the cross-sectional KiGGS study. *BMC Public Health*. 9:46, 2009, doi: 10.1186/1471-2458-9-46.
74. **Griffiths LJ, Hawkins SS, Cole TJ, Dezateux C.** Risk factors for rapid weight gain in preschool children: findings from a UK-wide prospective study. *Int J Obes*. 34, 2010, S. 624-632.
75. **Huang JS, Lee TA, Lu MC.** Prenatal programming of childhood overweight and obesity. *Matern Child Health J*. 11(5), 2007, S. 461-473.
76. **Gillman MW, Rifas-Shiman S, Berkey CS, Field AE, Colditz GA.** Maternal gestational diabetes, birth weight, and adolescent obesity. *Pediatrics*. 111(3), 2003, S. e221-226.
77. **Olson CM, Strawderman MS, Dennison BA.** Maternal weight gain during pregnancy and child weight at age 3 years. *Matern Child Health J*. 13(6), 2009, S. 839-846.
78. **Oken E, Rifas-Shiman SL, Field AE, Frazier AL, Gillman MW.** Maternal gestational weight gain and offspring weight in adolescence. *Obstet Gynecol*. 112(5), 2008, S. 999-1006.
79. **Danielzik S, Czerwinski-Mast M, Langnäse K, Dilba B, Müller MJ.** Parental overweight, socioeconomic status and high birth weight are the major determinants of overweight and obesity in 5-7 y-old children: baseline data of the Kiel Obesity Prevention Study (KOPS). *International Journal of Obesity*. 2004, S. 1494-1502.
80. **Reilly JJ, Armstrong J, Dorosty AR, Emmett PM, Ness A, Rogers I, Steer C, Sherriff A und Team., Avon Longitudinal Study of Parents and Children Study.** Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ*. 2005 Jun 11;330(7504):1357. Epub 2005 May 20. 2005.
81. **Ong, KK.** Size at birth, postnatal growth and risk of obesity. *Horm Res*. 65 Suppl 3, 2006, S. 65-69.
82. **Williams SM, Goulding A.** Patterns of growth associated with the timing of adiposity rebound. *Obesity (Silver Spring)*. 17(2), 2009, S. 335-341.
83. **Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Maillot M, Bellisle F.** Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *Int J Obes (Lond)*. 30 Suppl 4, 2006, S. S11-17.
84. **Whitaker RC, Pepe MS, Wright JA, Seidel KD, Dietz WH.** Early adiposity rebound and the risk of adult obesity. *Pediatrics*. 101(3):E5, 1998.
85. **Mangrio E, Lindström M, Rosvall M.** Early life factors and being overweight at 4 years of age among children in Malmö, Sweden. *BMC Public Health*. 10:764, 2010.

86. **Papandreou D, Malindretos P, Rousso I.** Risk factors for childhood obesity in a Greek paediatric population. *Public Health Nutr.* 2010, 13, S. 1535-1539.
87. **Simon VG, Souza JM, Souza SB.** Breastfeeding, complementary feeding, overweight and obesity in pre-school children. *Rev Saude Publica.* 43(1), 2009, S. 60-69.
88. **Arenz S, Ruckerl R, Koletzko B, von Kries R.** Breast-feeding and childhood obesity--a systematic review. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 28(10), 2004, S. 1247-1256.
89. **Lazzeri G, Pammolli A, Pilato V, Giacchi MV.** Relationship between 8/9-yr-old school children BMI, parents' BMI and educational level: a cross sectional survey. 10:76, 2011.
90. **Pampel FC, Denney JT, Krueger PM.** Obesity, SES, and economic development: A test of the reversal hypothesis. *Soc Sci Med.* 74, 2012, S. 1073-1081.
91. **Gupta N, Goel K, Shah P, Misra A.** Childhood obesity in developing countries: epidemiology, determinants, and prevention. *Endocr Rev.* 33, 2012, S. 48-70.
92. **Grøholt EK, Stigum H, Nordhagen R.** Overweight and obesity among adolescents in Norway: cultural and socio-economic differences. *J Public Health.* 30, 2008, S. 258-265.
93. **Singh GK, Kogan MD, Van Dyck PC, Siahpush M.** Racial/ethnic, socioeconomic, and behavioral determinants of childhood and adolescent obesity in the United States: analyzing independent and joint associations. *Ann Epidemiol.* 18, 2008, S. 682-695.
94. **Singh GK, Siahpush M, Kogan MD.** Rising social inequalities in US childhood obesity, 2003-2007. *Ann Epidemiol.* 20, 2010, S. 40-52.
95. **Dupuy M, Godeau E, Vignes C, Ahluwalia N.** Socio-demographic and lifestyle factors associated with overweight in a representative sample of 11-15 year olds in France: results from the WHO-Collaborative Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) cross-sectional study. *BMC Public Health.* 11:442, 2011.
96. **Kuepper-Nybelen J, Lamerz A, Bruning N, Hebebrand J, Herpertz-Dahlmann B, Brenner H.** Major differences in prevalence of overweight according to nationality in preschool children living in Germany: determinants and public health implications. *Arch Dis Child.* 90, 2005, S. 359-363.
97. **Prentice-Dunn H, Prentice-Dunn S.** Physical activity, sedentary behavior, and childhood obesity: A review of cross-sectional studies. *Psychol Health Med.* 2011 Oct 14. [Epub ahead of print].
98. **te Velde SJ, van Nassau F, Uijtdewilligen L, van Stralen MM, Cardon G, De Craemer M, Manios Y, Brug J, Chinapaw MJ und group., ToyBox-study.** Energy balance-related behaviours

- associated with overweight and obesity in preschool children: a systematic review of prospective studies. *Obes Rev.* 13 Suppl 1, 2012, S. 56-74.
99. **Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells J, Ingle S, Tilling K, Smith GD, Riddoch C.** Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Med.* 4(3):e97, 2007.
100. **de Gouw L, Klepp KI, Vignerová J, Lien N, Steenhuis IH, Wind M.** Associations between diet and (in)activity behaviours with overweight and obesity among 10-18-year-old Czech Republic adolescents. *Public Health Nutr.* 13(10A), 2010, S. 1701-1707.
101. **Jago R, Baranowski T, Baranowski JC, Thompson D, Greaves KA.** BMI from 3–6 y of age is predicted by TV viewing and physical activity, not diet. *Int J Obes.* 29, 2005, S. 557-564.
102. **Parsons TJ, Power C, Manor O.** Physical activity, television viewing and body mass index: a cross-sectional analysis from childhood to adulthood in the 1958 British cohort. *Int J Obes (Lond).* 29(10), 2005, S. 1212-1221.
103. **Richmond TK, Walls CE, Gooding HC, Field AE.** Television viewing is not predictive of BMI in Black and Hispanic young adult females. *Obesity (Silver Spring).* 18(5), 2010, S. 1015-1020.
104. **Vicente-Rodríguez G, Rey-López JP, Martín-Matillas M, Moreno LA, Wärnberg J, Redondo C, Tercedor P, Delgado M, Marcos A, Castillo M, Bueno M und Group., AVENA Study.** Television watching, videogames, and excess of body fat in Spanish adolescents: the AVENA study. *Nutrition.* 24, 2008, S. 654-662.
105. **Lazarou C, Soteriades ES.** Children's physical activity, TV watching and obesity in Cyprus: the CYKIDS study. *Eur J Public Health.* 20, 2010, S. 70-77.
106. **Heelan KA, Eisenmann JC.** Physical activity, media times, and body composition in young children. *J Phys Act Health.* 1:1-14, 2006.
107. **Wijga AH, Scholtens S, Bemelmans WJ, Kerkhof M, Koppelman GH, Brunekreef B, Smit HA.** Diet, Screen Time, Physical Activity, and Childhood Overweight in the General Population and in High Risk Subgroups: Prospective Analyses in the PIAMA Birth Cohort. *J Obes.* Epub 2010 Jun 17., 2010, doi: 10.1155/2010/423296.
108. **Blair NJ, Thompson JM, Black PN, Becroft DM, Clark PM, Han DY, Robinson E, Waldie KE, Wild CJ, Mitchell EA.** Physical activity, media times, and body composition in young children. *Arch Dis Child.* 92, 2007, S. 866-871.

109. **Jackson DM, Djafarian K, Stewart J, Speakman JR.** Increased television viewing is associated with elevated body fatness but not with lower total energy expenditure in children. *Am J Clin Nutr.* 89, 2009, S. 1031-1036.
110. **Iglowstein I, Jenni OG, Molinari L, Largo RH.** Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends. *Pediatrics.* 111(2), 2003, S. 302-307.
111. **Carter PJ, Taylor BJ, Williams SM, Taylor RW.** Longitudinal analysis of sleep in relation to BMI and body fat in children: the FLAME study. *BMJ.* . 342:d2712. doi: 10.1136/bmj.d2712., 2011.
112. **Chen X, Beydoun MA, Wang Y.** Is sleep duration associated with childhood obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring).* 16(2), 2008, S. 265-274.
113. **Hitze B, Bosy-Westphal A, Bielfeldt F, Settler U, Plachta-Danielzik S, Pfeuffer M, Schrezenmeir J, Mönig H, Müller MJ.** Determinants and impact of sleep duration in children and adolescents: data of the Kiel Obesity Prevention Study. *Eur J Clin Nutr.* 63(6), 2009, S. 739-746.
114. **Patel SR, Hu FB.** Short sleep duration and weight gain: a systematic review. *Obesity (Silver Spring).* 16(3), 2008, S. 643-653.
115. **Nielsen LS, Danielsen KV, Sørensen TI.** Short sleep duration as a possible cause of obesity: critical analysis of the epidemiological evidence. *Obes Rev.* 12(2), 2011, S. 78-92.
116. **Semmler C, Ashcroft J, van Jaarsveld CH, Carnell S, Wardle J.** Development of overweight in children in relation to parental weight and socioeconomic status. *Obesity.* 17, 2009, S. 814-822.
117. **Raj, M.** Obesity and cardiovascular risk in children and adolescents. *Indian J Endocrinol Metab.* 16, 2012, S. 13-19.
118. **Nathan BM, Moran A.** Metabolic complications of obesity in childhood and adolescence: more than just diabetes. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 15, 2008, S. 21-29.
119. **Koebnick C, Smith N, Black MH, Porter AH, Richie BA, Hudson S, Gililand D, Jacobsen SJ, Longstreth GF.** Pediatric Obesity And Gallstone Disease: Results From A Cross-Sectional Study of Over 510,000 Youth. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* Feb 6. [Epub ahead of print], 2012 .
120. **Koebnick C, Getahun D, Smith N, Porter AH, Der-Sarkissian JK, Jacobsen SJ.** Extreme childhood obesity is associated with increased risk for gastroesophageal reflux disease in a large population-based study. *Int J Pediatr Obes.* 6, 2011, S. e257-263.
121. **Shipley, M.** Hyperuricaemia and gout. *J R Coll Physicians Edinb.* 41, 2011, S. 229-233.

122. **AGA - Arbeitsgemeinschaft für Adipositas im Kindes- und Jugendalter.** Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Prävention der Adipositas. Deutsche Adipositas-Gesellschaft. <http://www.a-g-a.de>. [Online] 2004.
123. **Warschburger, P.** The unhappy obese child. 29 Suppl 2, 2005, S. S127-129.
124. **Singh AS, Mulder C, Twisk JW, van Mechelen W, Chinapaw MJ.** Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obes Rev.* 9(5), 2008, S. 474-488.
125. *Obesity: Preventing and managing a global epidemic. Report of a WHO Consultation . WHO Technical Report Series.* **WHO.** Geneva : s.n., 2000.
126. **Müller MJ, Reinehr T, Hebebrand J.** Prävention und Therapie von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter. *Dtsch Ärztebl.* 103, 2006, S. A334-A340.
127. **Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthén L.** Energy cost in children assessed by multisensor activity monitors. *Med Sci Sports Exerc.* 41, Mar 2009, 3, S. 603-611.
128. **Lampert T, Mensink GBM, Romahn N, Woll A.** Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz.* 2007, S. 634-642.
129. **Winkler J, Stolzenburg H.** *Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) 2003/2006.* s.l. : Hochschule Wismar University of Technology, Business and Design;, 2009.
130. **Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen.** Statistisches Jahrbuch 2011. [Online] 2011. http://www.leipzig.de/imperia/md/content/12_statistik-und-wahlen/lz_jb2011.pdf.
131. *Inequalities in young people's health: international report from the HBSC 2005/06 survey.* **World Health Organization, WHO.** WHO Regional Office for Europe, Copenhagen : s.n., 2008. WHO Policy Series: Health policy for children and adolescents Issue 5.
132. **Hodgkin E, Hamlin MJ, Ross JJ, Peters F.** Obesity, energy intake and physical activity in rural and urban New Zealand children. *Rural Remote Health.* 10, 2010, <http://www.rrh.org.au> .
133. **Kelly LA, Reilly JJ, Fisher A, Montgomery C, Williamson A, McColl JH, Paton JY, Grant S.** Effect of socioeconomic status on objectively measured physical activity. *Arch Dis Child.* Jan 2006, S. 35-38.
134. **Pagani LS, Fitzpatrick C, Barnett TA, Dubow E.** Prospective associations between early childhood television exposure and academic, psychosocial, and physical well-being by middle childhood. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 164 (5), 2010, S. 425-431.

135. **Lamerz A, Kuepper-Nybelen J, Wehle C, Bruning N, Trost-Brinkhues G, Brenner H, Hebebrand J, Herpertz-Dahlmann B.** Social class, parental education, and obesity prevalence in a study of six-year-old children in Germany. *Int J Obes.* 29, 2005, 4, S. 373-380.
136. **Dorsey KB, Herrin J, Krumholz HM.** Patterns of moderate and vigorous physical activity in obese and overweight compared with non-overweight children. *Int J Pediatr Obes.* 6, Okt 2011, S. e547-555.
137. **Deforche B, De Bourdeaudhuij I, D'hondt E, Cardon G.** Objectively measured physical activity, physical activity related personality and body mass index in 6- to 10-yr-old children: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 6, 2009, <http://www.ijbnpa.org/content/6/1/25>.
138. **Cleland V, Crawford D, Baur LA, Hume C, Timperio A, Salmon J.** A prospective examination of children`s time spent outdoors objectively measured physical activity and overweight. *Int J Obes.* 23, 2008, 11, S. 1685-1693.
139. **Leipzig-Informationsservice.** Kleinräumige Daten. [Online]
<http://statistik.leipzig.de/%28S%28a4fuw355t5gldneeknfe4qfy%29%29/statdist/index.aspx>.

6 Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

Leipzig, 01.06.2013

Yvonne Vorweg

7 Lebenslauf

Geburtsdatum 31.08.1981

Geburtsort Rochlitz

Staatsangehörigkeit deutsch

Familienstand ledig

Schulausbildung

1988 - 1992 Grundschule, Königsfeld

1992 - 1994 Realschule „Am Regenbogen“, Rochlitz

1994 - 2000 „Johann Mathesius Gymnasium“, Rochlitz

2000 – 2001 Freiwilliges soziales Jahr

Studium

2001-2010 Humanmedizin an der Universität Leipzig

2004 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

2009 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Praktisches Jahr

08/2007 bis 12/2007 Medizinische Klinik West, St. Georg Leipzig

12/2007 bis 04/2008 Universitätsklinik und Poliklinik für Kinder und Jugendliche, Leipzig

04/2008 bis 06/2008 Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie, Universitätsklinikum Leipzig

06/2008 bis 07/2008 Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Plastische Chirurgie,
Universitätsklinikum Leipzig

Berufliche Tätigkeit

seit Juni 2012 Pleißenal-Klinik Werdau GmbH, Abteilung Kinder- und Jugendmedizin

Leipzig, Juni 2013

Yvonne Vorweg

8 Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei all denen, die mich bei der Erstellung dieser Promotion unterstützt haben.

Zuerst möchte ich Prof. Wieland Kiess danken, der mir das Thema der Arbeit zur Verfügung gestellt hat und mir mit Hilfe und Anleitung zur Seite stand.

Einen besonderen Dank gebührt Frau Dr. Blüher die mir mit umfangreicher Hilfe stets zur Seite stand.

Herrn David Petroff danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten.

Schließlich möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, welche mir mit aufmunternden Worten stets zur Seite standen.