

3歳児の睡眠時間がその後の肥満に与える影響の縦断的検討

タカハシ アヤサ スズキ コウタ サトウ ミリ ヤマガタ ゼンタロウ
高橋 彩紗*1 鈴木 孝太*2 佐藤 美理*4 山縣 然太郎*3

目的 近年、日本において肥満傾向児の割合は高く、そのリスクファクターとして食事や運動、睡眠時間などの生活習慣が注目されている。このうち睡眠時間に関しては、多くの先行研究において横断的に検討されているが、縦断的な研究は少ない。本研究では、幼児期の睡眠時間が学童期における肥満に与える影響を明らかにすることを目的とし、縦断データを用いて3歳時の睡眠時間が9～10歳時の肥満に与える影響を検討した。

方法 1991年4月1日から2000年3月31日までに山梨県甲州市（旧塩山市）で出生した児のうち3歳児健診時に肥満ではなく、その後、甲州市内の小学校において小学校4年生（9～10歳）のときに身体測定を受けた者を解析対象者とした。睡眠時間は、3歳児健診時に母親が記入した調査票における児の就寝時刻と起床時刻から算出した。肥満の指標には、3歳児健診および小学校4年生の身体測定データから算出したBody Mass Index (BMI) を用いて、成人の肥満 (BMI \geq 25) に相当する国際的な小児肥満の基準によって判定した。3歳時の睡眠時間と9～10歳時の肥満との関係について、 χ^2 検定および多重ロジスティックモデルによる多変量解析を行った。

結果 期間内に出生した児は2,083人であり、このうち肥満でなかった児は1,960人 (94.1%) であった。その児のうち、9～10歳時の身体測定データが存在した児は1,541人 (追跡率74.0%) であった。性別、3歳児健診時アンケート調査における食事回数、テレビ視聴時間で調整した結果、3歳時の睡眠時間が9時間の児に比べて、睡眠時間が11時間以上の児は肥満になるリスクが1.69倍 (95%信頼区間1.13–2.54) と有意に高かった。一方、3歳時の睡眠時間が9時間未満の児は、肥満になりやすい傾向を認めた (オッズ比1.74 (95%信頼区間0.87–3.46))。

結論 本研究では幼児期 (3歳時) の睡眠がその後の肥満に及ぼす影響を縦断的に検討し、長い睡眠時間はその後の肥満のリスクとなることが示された。幼児期の睡眠習慣を含む生活習慣が、その後の肥満に対して与える影響に関しては、今後もさらなる検討が必要である。

キーワード 3歳児, 9～10歳児, 睡眠時間, 肥満, 過体重, コホート研究

I 緒 言

肥満の増加は、今や世界における大きな健康問題となっている¹⁾²⁾。特に小児肥満の増加は、

成人に比べてより急速で深刻である。WHOによれば、世界の就学前過体重児および肥満児の割合は、1990年に4.2%であったが2010年には6.7% (4300万人) にまで急増し、今後も増加

* 1 山梨大学大学院医学工学総合研究部社会医学講座ライフサイエンス特進コース学生 (医学科5年生)

* 2 同准教授 * 3 同教授 * 4 山梨大学大学院医学工学総合研究部附属出生コホート研究センター特任助教

し続けると推測している³⁾。日本においては、肥満傾向児の割合は2000年ごろまで増加し続け、それ以降やや減少傾向を示すが、依然として高い水準で推移している⁴⁾⁵⁾。小児期の異常が成人期まで持ち越されるという現象を「トラッキング」といい⁶⁾⁷⁾、その一例として、Kuboらは小児期の肥満の度合いが成人期のBMIと相関することを報告している⁸⁾。こうしたことから、肥満対策は小児期より開始することが重要であると考えられている。

肥満は、いくつかの要因が組み合わさって生じると考えられている。その因子として、遺伝的要因⁹⁾、妊娠期間中の母親の喫煙¹⁰⁾、出生後の食事や運動などの生活習慣¹¹⁾が挙げられてきた。さらにここ10年、体重増加や肥満を引き起こす新たなリスク因子として「睡眠」¹²⁾⁻¹⁸⁾が注目されている。

睡眠時間と肥満に関するこれまでの研究では、成人と小児で異なった傾向が示唆されている¹²⁾¹³⁾。成人を対象とした研究では、睡眠時間と肥満の間にU字型の関連が報告されている¹⁴⁾¹⁵⁾。一方、小児を対象とした研究では、睡眠時間と肥満の間に負の相関が報告されている¹⁶⁾⁻¹⁸⁾。しかしながら、小児を対象とした睡眠時間と肥満に関する研究は少なく、中でも縦断研究はほとんどない。そこで本研究では、幼児期の睡眠時間がその後の肥満に与える影響について縦断的に明らかにすることを目的とし、日本の一地域における3歳時の睡眠時間が9～10歳時の肥満に与える影響について検討した。

II 方 法

(1) 研究デザイン

本研究は、1991年4月1日から2000年3月31日の間に山梨県甲州市（旧塩山市）で出生し、3歳児健診時に肥満と判定されなかった児を対象としたコホート研究である。対象とした児は、著者らが行う甲州プロジェクト（甲州市母子保健縦断調査）の参加者である。甲州プロジェクトとは、山梨県甲州市において1988年より開始された出生コホート研究であり、現在も継続し

て調査が行われている。本プロジェクトは、甲州市（旧塩山市）において妊娠届出を行った母親および各乳幼児健診を受診した児とその母親を対象としている。妊娠届出時および各乳幼児健診時に、全例を対象に生活習慣に関する質問票調査を実施し、また身体測定データも同時に収集している。2006年からは市内全小中学校において、小学校4年生から中学校3年生の全児童・生徒を対象に生活習慣に関する質問票調査を毎年実施し、また4月に行われている身体測定データを見守り健康診断票から収集している。なお、調査の詳細については既報を参照されたい¹⁹⁾⁻²¹⁾。

(2) 調査内容

3歳児健診時に、児の健康状態および生活習慣に関するアンケート調査を実施した。調査用紙は健診受診予定者にあらかじめ郵送し、保護者が記入し健診時に持参してもらう方法で行った。調査内容は、児の家族構成、育児状況、睡眠状況、食事摂取状況、野外および室内遊びなどである。また、3歳時の身体データは、健診時に測定されたものを用いた。9～10歳における身体データは、甲州市内の小学校において毎年4月に行われる身体測定で測定され児童生徒健康診断票に記録されているものを用いた。これらの調査は、山梨県甲州市との共同研究として行っている。また、本研究は、山梨大学医学部倫理委員会の承認を得ており、疫学研究における倫理指針に沿って行われている。

(3) 解析方法

上記の児のうち、甲州市内の小学校にて小学校4年生（9～10歳）の身体測定を受けた者を解析対象者とした。

説明変数を3歳時の睡眠時間とし、目的変数を9～10歳における肥満として解析を行った。3歳時の睡眠時間は、3歳児健診時に保護者へ実施したアンケート調査における児の就寝時刻および起床時刻（○時○分）から算出した。さらに、Chenらによる小児睡眠時間の評価基準を採用し²²⁾、3歳時の睡眠時間を「9時間未

満」「9～10時間」「10～11時間」「11時間以上」の4つの群に分類した。肥満の指標として、3歳時および小学校4年生の身体測定による身長・体重データからBMIを算出した。肥満の判定には、Coleらによって報告された小児肥満の国際基準を採用し²³⁾、成人の肥満 (BMI \geq 25) に相当する3歳および9～10歳のBMIを基準値とした。

3歳児健診時に実施したアンケート調査の項目のうち、9～10歳における肥満との間に、 χ^2 検定において $p < 0.2$ となった変数を共変量として多重ロジスティック回帰モデルによる多変量解析に用いた。統計解析には、SAS Ver. 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, USA) を用いた。

Ⅲ 結 果

期間内に出生した児は2,083人であり、3歳児健診時に肥満でなかった児は1,960人 (94.1%) であった。このうち、9～10歳時の身体測定データが存在した児は1,541人 (追跡率74.0%) であった。

解析対象者の属性を表1に示した。9～10歳におけるBMIにより肥満と判定された児は、251人 (16.3%)

であった。また、解析対象者における3歳時の睡眠時間は、9時間未満が54人 (3.5%)、9～10時間が532人 (34.5%)、10～11時間が724人 (47.0%)、11時間以上が231人 (15.0%) であった。

3歳児健診時に実施したアンケート調査の項目のうち「性別」「食事回数 (欠食なし/あり)」「テレビ視聴時間 (0～2時間/2時間以上)」は、 χ^2 検定において肥満との間で $p < 0.2$ となった。しかし、「出生順位 (第1子/その

表1 3歳児健診時アンケート調査項目ごとみた9～10歳時の正常/肥満の関係

	人数 (%)		オッズ比 (95%信頼区間)	p 値
	正常	肥満		
総数	1 290 (83.7)	251 (16.3)		
睡眠時間				
9時間未満	42 (77.8)	12 (22.2)	1.77 (0.89-3.52)	
9～10時間	458 (86.1)	74 (13.9)	1.00	
10～11時間	608 (84.0)	116 (16.0)	1.18 (0.86-1.62)	
11時間以上	182 (78.8)	49 (21.2)	1.67 (1.12-2.49)	
性別				
女子	634 (85.7)	106 (14.3)		
男子	656 (81.9)	145 (18.1)	1.32 (1.01-1.74)	0.04
食事回数				
欠食なし	1 194 (84.3)	28 (15.7)		
欠食あり	95 (77.2)	222 (22.8)	1.59 (1.02-2.47)	0.04
テレビ視聴時間				
0～2時間	578 (85.4)	99 (14.6)		
2時間以上	707 (82.3)	152 (17.7)	1.26 (0.95-1.65)	0.11
出生順位				
第1子	541 (85.1)	95 (14.9)		
その他	744 (82.7)	156 (17.3)	1.19 (0.90-1.58)	0.21
通園(幼稚園/保育園)				
あり	719 (84.2)	135 (15.8)		
なし	555 (83.1)	113 (16.9)	1.08 (0.83-1.43)	0.56
出産時の母親の年齢				
32歳未満	540 (84.2)	101 (15.8)		
32歳以上	750 (83.3)	150 (16.7)	1.07 (0.81-1.41)	0.63
母親の職業				
なし	570 (84.1)	108 (15.9)		
あり	645 (83.3)	129 (16.7)	1.06 (0.80-1.40)	0.70
家族構成				
核家族	662 (83.9)	127 (16.1)		
その他	628 (83.5)	124 (16.5)	1.03 (0.79-1.35)	0.83

表2 3歳時の睡眠時間と9～10歳時の肥満の関係

	オッズ比 ¹⁾ (95%信頼区間)		
	全体	男児	女児
睡眠時間			
9時間未満	1.74 (0.87-3.46)	1.68 (0.74-3.82)	1.82 (0.49-6.72)
9～10時間	1.00	1.00	1.00
10～11時間	1.21 (0.88-1.66)	1.00 (0.66-1.51)	1.60 (0.96-2.68)
11時間以上	1.69 (1.13-2.54)	1.44 (0.83-2.49)	2.21 (1.19-4.10)

注 1) 性別、食事回数、テレビ視聴時間で調整

他)」「通園 (幼稚園/保育園) (あり/なし)」「出産時の母親の年齢 (32歳未満/32歳以上)」「母親の職業 (なし/あり)」「家族構成 (核家族/その他)」は χ^2 検定において有意な差は認められなかった。

3歳時の睡眠時間と9～10歳時における肥満の関係を表2に示す。男女合わせた解析では、3歳時の睡眠時間が9～10時間の児に比べて睡眠時間が11時間以上の児は、9～10歳時に肥満になるリスクが1.69倍 (95%信頼区間、以下、

CI: 1.13-2.54) と有意に高かった。また、3歳時の睡眠時間が9時間未満であった児は、9~10歳時に肥満になるリスクが有意ではなかったが1.74倍 (CI: 0.87-3.46) 高かった。男女別による解析では、3歳時の睡眠時間が9~10時間の児と比べて睡眠時間が9時間未満、10~11時間、11時間以上であった児が9~10歳時に肥満になるリスクは、男児では1.68倍 (CI: 0.74-3.82), 1.00倍 (CI: 0.66-1.51), 1.44倍 (CI: 0.83-2.49) であるのに対し、女児では1.82倍 (CI: 0.49-6.72), 1.60倍 (CI: 0.96-2.68), 2.21倍 (CI: 1.19-4.10) であった。

IV 考 察

本研究によって、3歳時の睡眠時間は9~10歳時における肥満に影響を与えることが示唆された。特に、3歳時の睡眠時間が9~10時間の児に比べて睡眠時間が11時間以上の児は、9~10歳時に有意に肥満になる傾向が示された。また、3歳時の睡眠時間が10~11時間および11時間以上の児も9~10歳時に肥満になる傾向が示唆された。このことから、3歳時の睡眠時間と9~10歳時における肥満の間にはU字型の関連が存在することが示唆された。これまでの研究では、小児の長い睡眠時間と肥満の関係性について示唆されていない。これは、Gallandらが示すように小児期は年齢によって必要な睡眠時間が異なっており²⁴⁾、研究によって睡眠時間の分類が大きく異なること、また、長時間睡眠と通常睡眠を区別していないことが考えられる。一方、短い睡眠時間に関しては、これまでの研究により睡眠時間が短いと肥満になりやすい傾向が報告されている¹⁶⁾⁻¹⁸⁾。本研究において著者らが行った縦断的な検討においても同様の傾向が示唆されたが、有意な差は得られなかった。その理由として、3歳時の睡眠時間が9時間未満であった児の人数が他の睡眠時間群に比べて少なかったことによるType IIエラー（第二種の過誤）の可能性が考えられる。

睡眠と肥満を結ぶメカニズムは、動物実験や

人間を対象とした介入研究によって明らかになりつつある。Spiegelらは断眠によって、血清レプチン濃度の増加とレプチン濃度の上昇が起きることを報告しており²⁵⁾、これらのホルモンは空腹をつかさどる大脳辺縁系に作用し、空腹感が増強されカロリー摂取量が増加するものと考えられている¹⁷⁾²⁵⁾。しかしながら、断眠による短期間の介入が及ぼす生理的変化が、慢性的な短時間睡眠時の場合にも同様に起きているかに関しては明らかにされていない。

さらに、睡眠時間が肥満に与える影響の性差について言及している研究もある²⁶⁾²⁷⁾。Knutsunらは、男児は女児に比べて睡眠不足の影響を受けやすい傾向がみられたことを報告している²⁸⁾。本研究においても、3歳時の睡眠時間と9~10歳時における肥満の関係性には性差がみられたが、3歳時のいずれの睡眠時間群においても9~10歳時に肥満になるリスクは、男児よりも女児の方が高かった。性別で層化した場合のサンプル数が少ないことから、この結果はType IIエラーである可能性があり、今後さらなる検討が必要である。

本研究は、山梨県甲州市という比較的人口移動が少ない地域性を生かした高い追跡率によるコホート研究であることが、最大の利点である。また、甲州市におけるこれまでの乳幼児健診受診率は90~95%であり、本研究における3歳児健診時のアンケート調査もほぼ悉皆調査であることも特筆すべき点である。

一方で、本研究にはいくつかの限界もある。今回、著者らが解析に用いた情報、特に3歳時の生活習慣についてはアンケート調査により収集されており、情報に偏りが生じた可能性がある。特に、睡眠時間の測定に関して、アンケート調査から算出した児の睡眠時間は、実際の睡眠時間との間に測定誤差が生じた可能性がある。しかしながら、アンケート調査による睡眠時間の測定は最も多くの研究で用いられている方法である¹²⁾¹³⁾。また、アンケート調査による情報の信頼性から、多変量解析に用いた交絡因子が限られてしまった。その1つが、両親の肥満である。アンケート調査用紙に記載された両親の

身体データは実測値ではないため、測定誤差が大きいと考え除外した。

今後は、コホート研究であることを生かし、幼児期の睡眠時間の変化がその後の肥満におよぼす影響について検討する必要がある。さらに、睡眠時間がその後の肥満に与える影響には、性差があることを踏まえた解析を行うことが望ましいと考えられる。

V 結 語

本研究により、幼児期の睡眠時間がその後の肥満に影響を与えることが示唆された。今後も、成長過程における小児肥満対策を視野に入れて、どのような睡眠習慣が肥満に影響を与えるのか検討していく必要がある。

謝辞

甲州プロジェクトの参加者、また共同研究を行っている甲州市の母子保健担当者に深く感謝致します。また、本研究は科研費（20590639）および科研費（23590785）の助成を受け、さらに平成21年度厚生労働科学研究「健やか親子21の推進のための母子保健情報の利活用に関する研究（H21-子ども-一般-004）」の成果の一部である。

文 献

- 1) Philip T. James, Rachel Leach, Eleni Kalamara, et al. The Worldwide Obesity Epidemic. *Obes Res* 2001 Nov ; 9 Suppl 4 : 228S-233S.
- 2) Prentice AM. The emerging epidemic of obesity in developing countries. *Int J Epidemiol* 2006 Feb ; 35 (1) : 93-9.
- 3) Philip T. James, Rachel Leach, Eleni Kalamara, et al. The Worldwide Obesity Epidemic. *Obes Res* 2001 Nov ; 9 Suppl 4 : 228S-233S.
- 4) Yoshinaga M, Ichiki T, Tanaka Y, et al. Prevalence of childhood obesity from 1978 to 2007 in Japan. *Pediatr Int* 2010 Apr ; 52 (2) : 213-7.
- 5) 文部科学省ホームページ (<http://www.mext.go.jp/>) 2012.3.16.
- 6) Nakano T, Sei M, Ewis AA, et al. Tracking overweight and obesity in Japanese children: a six years longitudinal study. *J Med Invest*. 2010 Feb ; 57 (1-2) : 114-23.
- 7) Singh AS, Mulder C, Twisk JW, et al. Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obes Rev* 2008 Sep ; 9 (5) : 474-88.
- 8) Toshihide Kubo, Mahoko Furujo, Yuko Ueda, et al. Predicting obesity in early adulthood in Japanese women. *J Paediatr Child Health* 2008 Jan ; 44 (1-2) : 33-7.
- 9) Rankinen T, Zuberi A, Chagnon YC, et al. The human obesity gene map: the 2005 update. *Obesity* (2006) 14, 529-644.
- 10) Mizutani T, Suzuki K, Kondo N, et al. Association of maternal lifestyles including smoking during pregnancy with childhood obesity. *Obesity* (2007) 15, 3133-9.
- 11) Reilly JJ, Armstrong J, Dorosty AR, et al. Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ* 2005 Jun 11 ; 330 (7504) : 1357.
- 12) Magee L, Hale L. Longitudinal associations between sleep duration and subsequent weight gain: A systematic review. *Sleep Med Rev*. (2011) 1-11.
- 13) Francesco P. Cappuccio, Frances M. Taggart, Ngianga-Bakwin Kandala, et al. Meta-Analysis of Short Sleep Duration and Obesity in Children and Adults. *Sleep* 2008 May 1 ; 31 (5) : 619-26.
- 14) Daniel J. Gottlieb, Susan Redline, F. Javier Nieto, et al. Association of Usual Sleep Duration With Hypertension: The Sleep Heart Health Study. *Sleep* 2006 Aug ; 29 (8) : 1009-14.
- 15) Vorona RD, Winn MP, Babineau TW, et al. Overweight and obese patients in a primary care population report less sleep than patients with a normal body mass index. *Arch Intern Med*. 2005 Jan 10 ; 165 (1) : 25-30.
- 16) Padez C, Mourão I, Moreira P, et al. Prevalence and risk factors for overweight and obesity in Portuguese children. *Acta Paediatr* 2005 Nov ; 94

- (11) : 1550-7.
- 17) Chaput JP, Brunet M, Tremblay A. Relationship between short sleeping hours and childhood overweight/obesity: results from the 'Québec en Forme' Project. *Int J Obes (Lond)* 2006 Jul ; 30 (7) : 1080-5.
- 18) Sekine M, Yamagami T, Handa K, et al. A dose-response relationship between short sleeping hours and childhood obesity: results of the Toyama Birth Cohort Study. *Child Care Health Dev* 2002 Mar ; 28 (2) : 163-70.
- 19) Mizutani T, Suzuki K, Kondo N, et al. Association of maternal lifestyles including smoking during pregnancy with childhood obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2007 Dec ; 15 (12) : 3133-9.
- 20) 石原融, 武田康久, 水谷隆史, 他. 思春期の肥満に対する乳幼児期の体格と生活習慣の関連 - 母子保健長期縦断研究から - . *日本公衆衛生雑誌* 2003 ; 50 (2) : 106-16.
- 21) 鈴木孝太. 甲州プロジェクト (甲州市母子保健長期縦断調査) の概要. *保健の科学* 2011 ; 53 (2) : 76-80.
- 22) Chen X, Beydoun MA, Wang Y. Is sleep duration associated with childhood obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)* 2008 Feb ; 16 (2) : 265-74.
- 23) Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000 May 6 ; 320 (7244) : 1240-3.
- 24) Galland BC, Taylor BJ, Elder DE, et al. Normal sleep patterns in infants and children : A systematic review of observational studies. *Sleep Med Rev* 2011 Jul 22.
- 25) Spiegel K, Leproult R, L'hermite-Balériaux M, et al. Leptin levels are dependent on sleep duration: relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin. *J Clin Endocrinol Metab* 2004 Nov ; 89 (11) : 5762-71.
- 26) Tatone-Tokuda F, Dubois L, Ramsay T, et al. Sex differences in the association between sleep duration, diet and body mass index: a birth cohort study. *J Sleep Res.* 2011 Dec 12.
- 27) Simpson L, Mukherjee S, Cooper MN, et al. Sex differences in the association of regional fat distribution with the severity of obstructive sleep apnea. *Sleep* 2010 Apr ; 33 (4) : 467-74.
- 28) Knutson KL. Sex differences in the association between sleep and body mass index in adolescents. *J Pediatr* 2005 Dec ; 147 (6) : 830-4.