保育園に通う四歳児の身体活動量と睡眠挙動の5通園日連続測定

川野　和子[1)]，瀬野　ゆめか[2)]，白水　重憲[3)]
正木　健雄[4)]，菅野久信[5)]

要旨：日本には、学校教育法と児童福祉法という異なる法律に支配される幼稚園と保育園という全く違うタイプのプレスクールが存在する。昼寝時間を設けなければいけない等、保育園の運営は行政の強い束縛を受け、この束縛が子ども達の在園時の身体活動量を減少させ、夜遅くの身体活動を増加させ、睡眠開始時刻を遅くし、睡眠の質を低下させると考えられている。このような保育園の弱点を克服する為に、横浜ナザレ幼稚園では在園時の子どもの身体活動量を増加させるための様々な努力をしてきた。我々は、保育園児の身体活動と睡眠挙動を測定し、先に報告された幼稚園児のものと比較した。

キーワード： 保育園、幼稚園、身体活動、睡眠挙動、昼寝

1.　序論

世界の学校年齢の子どもの10%が余分な体脂肪を持っており、慢性病になるリスクが増加している[1]。現在、子どもの肥満は公衆衛生における増加中の危機といわれている[1]。米国では多くの専門家が肥満を防ぐことは最も小さな子ども達から始めるべきと推奨した[2]。身体活動の減少が子ども時代の体重過多と肥満に寄与するのは確かと思われたので、米国公衆衛生当局は子どもと思春期の若者における身体活動の増加を薦めた[2]。

日本には、学校教育法と児童福祉法という異なる法律に支配される幼稚園[3]と保育園[4]という全く違うタイプのプレスクールが存在する。幼稚園は子どもを教育し、保育園は親の代わりに子どもの世話をする。児童福祉法に定められた午後2時からの90分間の昼寝時間の存在が、4歳、5歳の保育園児と幼稚園児の24時間の生活行動を大きく異なるものにしている。4,5歳児の昼寝時間の存在は、幼稚園児と比較して、保育園児の夜間の睡眠開始時間を遅くし、睡眠時間をより短くし、睡眠の質を悪くするものとして、睡眠の専門家から批判されてきた[5]。最近では、より少ない在園時の身体活動量、及び夜間の大きな身体活動の存在が報告されている[6]。

子ども時代初期は、顕著に発達する時期であり、また、健康な睡眠習慣を身につける為の重要な時期である。子ども時代初期の不充分な身体活動と、質の低い睡眠が、彼らのその後の人生全体に亘って悪い影響を与える事示す多くの研究が報告されている[7-10]。

保育園は行政によるコントロールが強く、経営に関しても強い制限を受ける[11]。働いている親の要望に応える為に、駅に近く交通の便が良い街の中心部に設置される事が多いが、そのような場所は、地価が高く、必然的に保育園の建物の大きさは小さくせざるを得ず、受け入れる事が出来る子どもの人数も少なくなる。子ども達を遊ばせるための園庭を持つ事も難しい。また、スクールバスを持つ事も出来ない。従って、子どもを遊ばせる事が出来るのは、狭い施設の中か、徒歩で行ける付近の公園のみである。

昼寝時間の存在による活動時間の減少と、上述のような活動場所の不足が、在園時の身体活動量を減少させ、夜間の身体活動を増大し、睡眠開始時刻を遅くし、睡眠の質を低下止せているものと考えられる[5,6]。

一方、幼稚園は比較的自由に経営できる。スクールバスを持つ事が出来るので、地価の高く無い場所で、広い建物と園庭を確保する事が出来る。更に、幼稚園から離れた場所に、子ども達を遊ばせる場所を確保し、スクールバスを活用して子ども達を運び遊ばせる事も可能である。例えば、最近4歳児に関して、十分な量の身体活動[12]と良好な睡眠挙動[13]が報告された学校法人四恩学園のナザレ幼稚園（横浜、日本）は、子ども達に里山の自然環境を取り入れた教育を行うために『からんこ山』を園外に持っており、子ども達をスクールバスで運んで活発に遊ばせている。

四恩学園は同じ地域（東京郊外の高級住宅地）のより駅に近く交通の便が良い場所で保育園（横浜ナザレ保育園）も運営している。四恩学園では、保育園の弱点とされる在園時の子ども達の活動量が小さいという課題を解決する為に、幼稚園のスクールバスを活用し、子ども達を保育園から少し遠い所にある公園やからんこ山及びナザレ幼稚園の園庭に運んで遊ばせる

1）四恩学園横浜ナザレ保育園
2）四恩学園
3）NPO法人セルフケア総合研究所
4）日本体育大学名誉教授
5）産業医科大学名誉教授

等様々な努力をしている。本研究では、保育園児の身体活動と睡眠挙動を測定し、先に報告された幼稚園児のものと比較した。幼稚園児に関する先の報告[12,13]と同様に4歳児の身体活動と睡眠挙動を小型軽量のウェアラブルECG・加速度測定装置、M-BITで測定した。

2. 測定と解析

2-1 子ども達の測定

年中児（4歳児）を対象とした。在園する全ての４歳児を対象としたが、前述の理由により保育園は子どもの総数50名程度と規模が小さく、また、対象年齢が0歳から5歳までと広い為に、4歳児の総数は9名であった。彼らは全て健康で正常であった。

園庭を持たない保育園の場合、通常の子どもの活動場所は施設の建物内と園庭の代替である近隣の小さな公園までの歩行と屋外遊び及び散歩である。その場所、歩くコースは行政の認可が必要である。加えて、横浜ナザレ保育園では、スクールバスにより、ナザレ幼稚園・からんこ山・少し遠方の大きな公園に運んで子ども達を遊ばせている。どこで遊ばせるかは、週の曜日によって決まっており、曜日による身体活動量の大きな相違が予想された。

子ども達は親に連れられて登降園するが、家或いは最寄りの駅から歩いて来る場合もあり、また、車や自転車により運ばれる場合もある。どの方法で登降園するかは親の都合により、頻繁に変化する。これらも身体活動の量に大きく影響する事が考えられた。

このような日々のプログラムの変化等にともなう子ども達の身体活動と睡眠挙動の変化を把握するために、M-BITによる24時間の測定を5通園日連続して行った。水曜日の朝全ての子ども達が登園した後に測定を開始し、木曜日の同じ頃にMBITを交換した。金曜日に測定を開始したものは土曜日に両親に装置を外して貰い、月曜日の朝に回収し、次の測定を開始した。また、全期間で装置が途中で外れた場合には、両親に再装着して頂いた。このように、両親に研究の詳細を説明し、全面的なご協力を頂いて、水曜日の朝までの5通園日に亘る測定を行った。

この測定は、NPO法人セルフケア総合研究所の倫理委員会の承認を得た。

2-2 M-BIT

M-BITではサンプリング周波数128Hz（ECG）と1Hz（3軸加速度）で25時間の測定が可能であったが[12, 13]、本研究ではECGの測定結果は使用していない。

2-3 睡眠領域の推定

解析エポック長さは1分間とした。

胸部、M-BIT装着部位の姿勢ベクトル（上下、左右、前後）は3軸加速度から求められた。我々はこれらのエポック平均を求め、入床領域、上下方向の水平姿勢が続いている領域を求めた。入床領域の中で、我々は睡眠姿勢を仰臥位、左側臥位、うつぶせ、右側臥位に種類分けし、その分布と変化回数を求めた。

睡眠／覚醒推定では、まず、エポックを体動の有無で分類した。サンプリング毎に3軸の加速度の中で直前のサンプリングとの差が最大のものを“サンプリング差”として選択し、エポックの中の最大のサンプリング差を“エポック差（EPD）”とした。我々は解析領域全体に亘るEPDの平均を基に閾値を設定し、EPDが閾値以下の時に動きの無いエポック（ENMV）と判定した。

次に、我々は“非活動領域(IAAs)”、ENMVが連続した領域を探し、もし連続した２つの非活動領域の間隔が１エポックであるか、間隔の平均EPDが閾値の4倍以下ならば連結した。最終的に、これらのIAAの中から睡眠領域を選んだ。睡眠／覚醒推定の詳細は、既に報告している[14]。

2-4 身体活動

身体活動の指標（MPA）としては、加速度ベクトルを0.1Hzでリサンプルし、連続した２つの加速度ベクトルの長さの差のエポック総和を求めた。先に報告した換算式を使用してこのMPAの値からMETsを求めた。

全覚醒エポックの身体活動（PA）を求め、文献値を基にMETsの値により覚醒エポックを 座位活動(SPA、1.5 METs以下)，軽強度活動(LGTPA、1.5 METsから3 METs)、中強度活動(MVPA, 3 METsから6METs) 及び 高強度活動（VPA, 6 METs 以上)の４つのカテゴリーに分類した。通常、身体活動はこの４つのカテゴリーに属するエポック（分）数で表現されてきた。

子どもの運動能力や心肺機能を発達させるのに有効であるのは中強度活動と高強度活動のみとされているので、この両者を総称して有効強度活動と称した。子どもたちの身体活動をより詳細に解析する為に、10時から34時（次の日の10時）まで60分毎に、有効強度活動のエポックのパーセンテージを求め、身体活動のパターンと呼んだ。便宜上、各60分間の%値は、終わりの時刻に関係づけた。

2-5 統計解析

統計解析の為にはフリーソフトのR(Ver.2.14.2)を使用した[13]。我々の先の報告では性別に有意差は認められなかったので性別を分けなかった。測定日を因子として身体活動と睡眠パラメータに対して一元配置分散分析を行った。P値が0.05未満の時に有意とした。

３．結果と考察

3-1　特徴的な子どもの睡眠覚醒と身体活動のパターン

図１から３に特徴的な子どもの全５日間の睡眠覚醒パターン(黄色:覚醒、水色:睡眠)と、時間毎の有効活動パーセンテージ(実線)を示す。

前述したように保育園では 14 時ころ 90 分間の昼寝の時間がある。4 歳児になると必ずしも全ての子どもが眠る訳では無いが、横になり活動しないことを強いられる。これを反映して、殆どの子どもは全ての測定した日に、この時間帯で非常に小さな有効強度活動パーセンテージを示した。

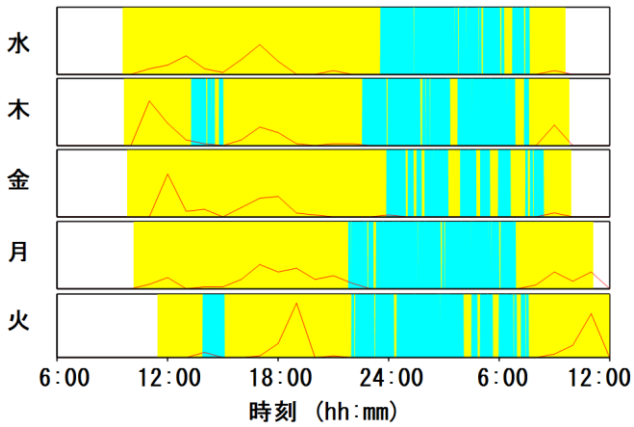

図１　子どもＣの睡眠覚醒と身体活動のパターン　（黄色；覚醒、水色：睡眠、赤実線：身体活動のパターン）

図１の子どもＣでは、5 日とも充分な長さのデータを得る事が出来た。木曜日と火曜日は眠ったが、その他の日は、活動はしていないものの眠っていない。金曜日の夜間睡眠には、多くの途中覚醒が存在し、睡眠効率は 0.586 と低く、睡眠時間長さは 5.5 時間と短い。測定への参加と継続は子どもと両親の意思によるものであった為に、子どもＣの様に全てのデータが得られた子どもは少ない。

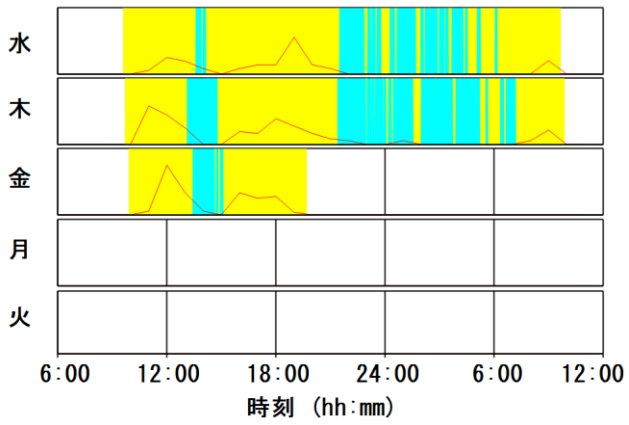

図２　子どもＨの睡眠覚醒と身体活動のパターン　（黄色；覚醒、水色：睡眠、赤実線：身体活動のパターン）

図２の子どもＨは、『僕は自分の睡眠が良くない事を知っている。それを測定されたくない。』と、金曜日の夜から睡眠測定を拒否した。子どもＨの２つの夜間睡眠は、多くの途中覚醒が存在する質の低いものであった(睡眠時間 5.8 時間と 6.8 時間、睡眠効率 0.621 と 0.768)。ここに、彼は測定した３日間とも昼寝をしている。

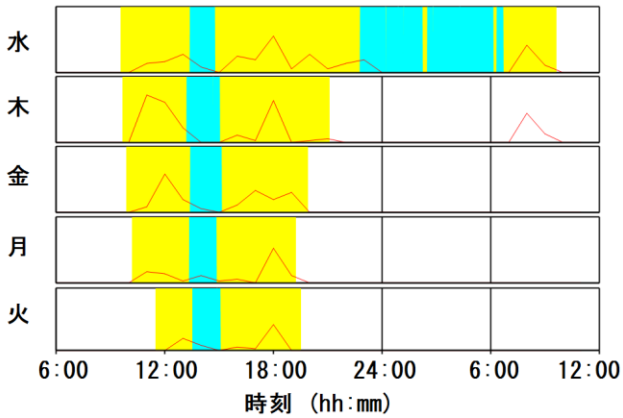

図３　子どもＦの睡眠覚醒と身体活動のパターン　（黄色；覚醒、水色：睡眠、赤実線：身体活動のパターン）

図３の子どもＦは、全ての日に測定を開始したものの、木曜日以降は睡眠を始める前にＭＢＩＴを外している。木曜日の測定では、覚醒後再び装着した。その後は外したままであった。彼は、毎日昼寝した。

この様な事情により、夜間の睡眠全体と翌朝の身体活動を含む充分な長さのデータが得られたのは、水曜日が６名、木曜日と金曜日が８名、月曜日と火曜日が３名であった。

3-2　子ども達の身体活動パターンの比較

図４に、子ども達の身体活動を大きくする為に、からんこ山で遊ばせた日（木曜日）の保育園児達の身体活動パターンを示した。また、比較の為に、Nday(通常の日)とLday(からんこ山の遊びがある日)の幼稚園児の身体活動パターンの平均も示した。

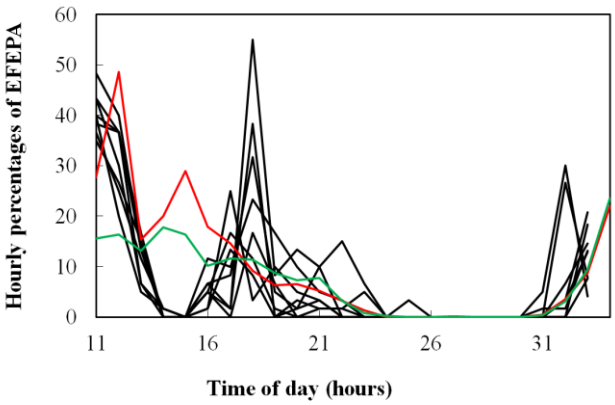

図４　からんこ山での遊びがある日の身体活動パターン　（黒色：各保育園児、赤：幼稚園児Lday、緑：幼稚園児Nday）

からんこ山での遊びの時（11-12時頃）の活動は全ての保育園児が同じように大きな活動を示し、幼稚園児のからんこ山での遊びの場合と同様である。しかしながらその後の14-15時頃、幼稚園児が課業終了後の園庭での外遊びの大きな活動を示すのに対し、昼寝時

表2　睡眠パラメータ

	人数	入床時刻 (h)	在床時間 (hours)	入眠潜時 (min)	睡眠時間 (hours)	途中覚醒回数	睡眠効率	姿勢変動回数	全睡眠時間 (hours)
保育園児									
水	6	22.0±1.0	9.2±1.2	14.7±13.2	7.7±1.5	12.2±3.3	0.834±0.109	31.3±7.6	8.1±1.4
木	7	21.5±0.9	9.7±1.0	26.0±18.3	8.1±1.0	12.4±3.5	0.830±0.046	32.3±19.3	9.4±1.1
金	7	21.0±1.2	9.9±0.8	31.9±20.0	7.8±1.4	12.7±2.9	0.783±0.096	25.1±8.5	8.7±1.6
月	3	23.0±2.6	8.5±3.2	13.3±1.5	7.1±2.7	14.7±7.1	0.828±0.025	25.3±15.0	8.5±0.5
火	3	21.8±0.4	9.8±0.5	12.3±2.5	8.2±0.4	15.0±2.6	0.830±0.054	33.0±8.5	9.0±0.7
合計	26	22.0±1.2	9.5±1.3	21.9±16.7	7.8±1.6	13.0±3.6	0.818±0.076	29.4±12.4	8.8±1.3
幼稚園児									
L day	32	21.3±1.2	10.0±1.1	17.9±17.1	8.4±0.7	17.3±4.4	0.858±0.068	28.3±10.9	8.4±0.7
N day	26	21.6±1.2	9.9±0.8	15.0±11.1	8.5±0.8	16.8±5.5	0.872±0.066	29.8±9.4	8.5±0.8

間の為に、保育園児の活動は揃って0レベルになっている。14-15時頃をピークに幼稚園時の活動は減少する。一方、保育園児の場合には、18時頃に揃ってみられる大きなピークが歩いて降園する時のものであるが、その後も大きな活動がみられ、子どもによっては、深夜まで出現する。

保育園児に関する先の報告と同様に、昼寝の時間帯の小さな身体活動と放課後及び夜遅くの大きな身体活動は全ての測定日に観察された。

3-3　身体活動

表1に身体活動をまとめた。測定日を因子として一元配置分散分析を行ったが、有意ではなかった。そこで、保育園児の全体と、幼稚園児のLday、Ndayを比較した。MVPA ($F_{(2, 81)}$=16.78)、VPA ($F_{(2, 81)}$=11.48)およびEFEPA ($F_{(2, 81)}$=17.57)とも有意であった。MVPA、VPAおよびEFEPAとも幼稚園児のLdayよりも有意に小さく、Ndayとは有意差無しであった。

表１　身体活動

	人数	MVPA	VPA	EFEPA
保育園児				
水	6	66.0±14.1	23.3±5.1	89.3±17.8
木	7	85.1±18.6	23.1±9.2	108.3±26.6
金	7	67.9±22.8	27.4±11.7	95.3±29.9
月	3	64.7±15.9	30.0±1.7	94.7±16.9
火	3	80.7±17.8	26.3±3.8	107.0±19.9
合計	26	73.2±19.2	25.5±8.1	98.7±23.7
幼稚園児				
L day	32	102.0±18.9	38.8±16.9	140.7±31.7
N day	26	82.6±26.5	21.7±9.9	104.3±34.5

幼稚園児のNdayは雨天であった事、また、幼稚児の活動は在園時に集中しており夜間の活動が無かった事を考えると、保育園児の在園時の身体活動はまだ小さいと言わざるをえない

3-4　睡眠パラメータ

夜間睡眠のパラメータと測定時間中の全睡眠時間長を表2にまとめた。これらのパラメータに対して測定日を因子として一元配置分散分析を行ったが有意で無かった。保育園児全体を一つのグループとして幼稚園児のLday及びNdayと比較した。

途中覚醒回数($F_{(2, 81)}$=9.69)と睡眠効率($F_{(2, 81)}$=3.81)のみが有意であった。保育園児の途中覚醒回数と睡眠効率は幼稚園児のLdayとNdayのものに比して有意に小さかった。

４．結論

保育園児の身体活動は幼稚園児の Lday に比して有意に小さく、Nday とは有意差が無かった。しｓかしながら、保育園児は保育園からの降園後や夜遅くに大きな身体活動を示しており、保育園児の身体活動は幼稚園児の Nday のものよりも未だに小さい。夜間睡眠の睡眠効率も有意に小さかった。

昼寝時間、活動の無いゾーンの存在の影響はとても大きい。保育園の毎日のプログラムから昼寝時間を無くす事が望ましい[5, 6]。しかしながら行政の束縛は強く[1, 12]、4、5 歳児には昼寝時間の無い保育園は、達成するのが難しいゴールである。現時点では横浜ナザレ保育園は、もっと園児たちの身体活動を増加する為の努力を行う必要がある。

毎日の睡眠パラメータの大きな個人差と、全体及び毎日の測定した子どもの人数の小ささにより、睡眠パラメータの統計的比較は不明瞭な結果であった。更に、我々は測定日による差、どの努力がより有効化か、を統計的に議論できなかた。

この測定の後も、横浜ナザレ保育園では在園時の身体活動を増加させる為の努力を続けている。子どもとその両親に我々の研究の有意義さと重要性をより良く説明し、より彼らの協力を得た次の測定を計画している。

参考文献

[1] T. Lobstein, L. Baur and R. Uauy, “Obesity in children and young people: a crisis in public health,” *Obesity Reviews*, vol.5, pp.4-85, Suppl.1, 2004.

[2] R. R. Pate, K. A. Pfeiffer, S. G. Trost et al., “Physical Activity Among Children Attending Preschools,” *Pediatrics*, vol.114 pp.1258-1263, No.5, 2004.

[3] Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/youchien/index.htm

[4] Ministry of Health, Labor and Welfare, Japan, http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kodomo/kodomo_kosodate/hoiku/index.html

[5] K. Fukuda, “Nap makes preschoolers staying late at night,” *I want sleep, but I cannot sleep. Ed. T. Hori*, Syouwadou, Kyouto, Japan, 2001. (In Japanese)

[6] S. Shirouzu, S. Katayama and T. Masaki, “Physical Activity of Nursery Schoolers,” Human Development for ALL, vol.1, pp.176-187, No.1, 20131. (in Japanese)
[7] N. Michels, E. Clays, M. De Buyzere, B. Vanaelst et al., “Children's sleep and autonomic function: low sleep quality has an impact on heart rate variability,” SLEEP, vol. 36, pp. 1939-1946, No.12, 2013.
[8] Institute of Medicine (U.S.), “Extent and Health Consequences of Chronic Sleep Loss and Sleep Disorders,” Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem, in H. R.Colten, B. M. Altevogt Eds. Washington: National Academies Press, 2006, pp.55-135.
[9] E. Touchette, D.Petit D, R. E.Tremblay et al., “Associations between sleep duration patterns and overweight/obesity at age 6,” SLEEP, vol. 31, pp.1507-1514, No.11, 2008.
[10] J.P. Chaput, M. Brunet and A. Tremblay, “Relationship between short sleeping hours and childhood overweight/obesity: results from the ‘Que´bec en Forme’ Project,” International Journal of Obesity, vol.30, pp.1080–1085, 2060.
[11] Nursing Law Study Group, “Handbook of Operating Nursing school”, Cyuohouki, Tokyo, Japan, 2011. (in Japanese)
[12] S. Shirouzu, E. Shirouzu, Y. Seno et.al., “Four Years Old Children’s Physical Activity: Can we confirm the difference of physical activity due to the difference of educational program?,” 2014 Health Innovations and Point-of-Care Technologies Conference, pp.129-132, 2014.
[13] S. Shirouzu, E. Shirouzu, S. Fujitani et.al., “Four Years Old Children’s Sleep: What can we obtain by using wearable measuring devices at their home?,” *2014 Health Innovations and Point-of-Care Technologies Conference*, pp.189-192, 2014.
[14] S. Shirouzu, H. Narisawa, S. Katayama et al., “A case Study Comparison of Sleep Stages from Polygraph Data Based on the International Standardized Scoring System, and Sleep Analysis Results from a Small, Lighteight ECG and Acceleration Data Logger (M-BIT),” Human Development for ALL, vol.2, pp.8-18, No.1, 2012. (in Japanese)
[15] R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.