

連載

運動・身体活動と公衆衛生(17)

「子どもの日常生活における身体活動評価の重要性」

桜美林大学 総合科学系 田中 千晶

1. 子どもの身体活動の特徴

1) 子どもの身体活動は間欠的である

運動 (exercise) とは「身体活動の一種であり、特に体力を維持・増進させるために行う計画的・組織的で継続性のあるもの」、身体活動 (physical activity) とは、「筋活動によって安静時よりエネルギー消費量の増大がもたらされる全ての営み」と定義されている¹⁾。成人と比較し、低年齢の子どもや、運動・スポーツを定期的に行っていない子どもでは、一定の運動を長時間連続的に行うことは少ない。6～10歳の子どもを対象に、観察法により日常生活における活動時間の分布を検討した報告によると、最頻値は3秒であり、「活動が間欠的」であった²⁾。このように、子どもの身体活動は、長時間にわたる規則的な活動が少ない。

2) 子どもの1日当たりの身体活動レベルは、主に高強度活動で決定される

Hoos et al.³⁾ は、3軸加速度計を用いて、8.6 ± 3.3歳のオランダ人男女における日常生活での活動強度分類を検討した。その結果、成人より高強度活動の時間が長いことを報告している。また、子どもの身体活動レベル (physical activity level: PAL = 総エネルギー消費量/基礎代謝量) は、低強度活動時間と負の相関関係を、また、高強度活動時間と正の相関関係を示した。一方、成人を対象とした Westerterp⁴⁾ の報告では、成人のPALが、中強度活動の時間とのみ正の相関を示している。これらは同じグループが同様の方法を用いて実施した検討であるが、成人と子どもでは異なる関係が見られた。このことは、子どもの身体活動は、高強度と低強度の活動が入り混じっており、活動強度別に分類を行うことが重要であることを意味している。

3) 子どもにとって、運動以外の身体活動は重要である

6.8～10.6歳のイギリス人を対象に、体育の授業を各々9.0時間/週 (S1)、2.2時間/週 (S2)、1.8時間/週 (S3) 行っている学校における身体活動量を、1軸加速度計を用いて比較した報告によると、7日

間にわたる学内の身体活動量は、S1が他の2校より高かったが、学外ではS2とS3がS1より高く、その結果、合計の活動量は、3校で類似していた⁵⁾。この結果は、1軸加速度計によるものであり、子どもの身体活動を十分にとらえていない可能性もあるが、体育の授業のあり方について警鐘を鳴らすものであると同時に、子どもにおいても運動以外の身体活動 (Nonexercise activity thermogenesis: NEAT) を評価することの重要性を示すものである。

4) 子どもの頃の生活習慣は、成人にまで引き継がれる?

子どもの頃の身体活動量とその後の身体活動量との関連を検討した報告によると、相関がみられることもあるが、それほど強い相関ではない⁶⁾。ただし、この点については、身体活動量を正確にとらえることができず、そのため強い相関が得られていないという可能性も否定できない。

さらに、最近では、幼児においても、活動的な時間だけでなくテレビ視聴などの不活動な時間に関して問題視されてきており、テレビの視聴時間が1日あたり2～3時間を超えると、過体重や肥満の増加と関連がみられる^{7,8)}。そして、幼児期のテレビの視聴時間が1日あたり2時間を超えると、就学後につながる事が報告されている⁷⁾。十分な知見が得られているとは言えないが、幼児期から学童期へ、ひいては成人に至るまで、幼い頃の生活習慣が後々まで引き継がれる可能性があることも、子どもの身体活動が重要視される理由の一つである。

2. 子どもの身体活動レベルは成人より低い

5年毎に改定されてきた日本人の食事摂取基準は、5月に「日本人の食事摂取基準 (2010年版)」が公表されたばかりである (厚生労働省, 2009)。小児の場合、成人と異なり組織増加分のエネルギーを余分に摂取する必要があるので、推定エネルギー必要量 (kcal/日) は、基礎代謝量 (kcal/日) × PAL + エネルギー蓄積量 (kcal/日) として算出される。

但し、生後間もなくの数か月を除くと、エネルギー蓄積量はそれほど大きくない(10~40 kcal/日)ため、小児についてもPALによって、エネルギー必要量がほぼ決定される。

「第六次改定 日本人の栄養所要量—食事摂取基準—」(1999年)では、子どもの標準のPALは1.7であり、成人の1.5より高く設定されていた。これは、「子どもの身体活動量は成人より大きい」と考えたことによるが、その根拠は明示されていない。それに対し、2005年版からは、日常生活の総エネルギー消費量を最も正確に評価可能な二重標識水(doubly labeled water: DLW)法を用いたものに限って系統的レビューが実施されている。2010年版における系統的レビューの結果によると、子どものPALは成人より低く、発育に伴って高くなっている。小児に関して、2005年版からの主な変更点として、身体活動量の区分が増えたことがあげられる。2005年版においても、8~11歳までは、レベルⅡ(ふつう)とレベルⅢ(高い)の2区分だけであった。これは、①この年代の子どもは、体育の授業があるため、活動的でない子はほとんどいないと考えたこと、②逆に、部活動やスポーツクラブなどで、特に活動的な子は存在し、食事調査においてもエネルギー摂取量の分布が二峰性となることがある、という点が背景としてあった。しかし、これはDLW法のデータに基づいた判断ではなかった。それに対し、2010年版策定のために実施されたレビューによって抽出された文献の多くでは、標準偏差が示されており、それぞれの報告におけるPALの分布は正規分布に近かったと推察される。また、上下に偏った分布あるいは二峰性であったという報告はみられなかった。したがって、子どもにおいても、PALは平均値を中心に上下に大きなバラツキがあると考えるのが自然である。そこで、2010年版では初めて、6歳以降については、成人と同様、個人差が考慮され、レベルⅠ(低い)とレベルⅢ(高い)が設けられ、3区分の策定となっている。なお、1~2歳と3~5歳では、身体活動レベルの個人差はみられるものの、個人や集団について、それを分類した報告がないことから、身体活動レベルの区分はされていない。また、身体活動レベルのレベルⅡ(ふつう)は、2005年版から1~14歳までのそれぞれ0.05程度減少している。乳児については、FAO/WHO/UNUが報告している回帰式に日本人の基準体重を代入して、総エネルギー消費量(kcal/日)が求められている。ただし、推定エネルギー必要量としては、母乳栄養の場合の値が提示されており、母乳より人工乳の方がエネルギー消費量が大きいことに留意する

必要がある。

なお、2010年版の策定にあたっては、足立ら⁹⁾を除いて、子どものPALに関する国内のデータがなかったため、事実上、欧米の報告に基づいて決定されている。すなわち、日本の子どもがに特有な通学や遊び、部活動やスポーツクラブ、その他の生活スタイルについては一切考慮されていない。したがって、今後、DLW法による日本人の子どもに関するデータの蓄積が必要であるとともに、様々な生活スタイルが一日の身体活動量にどの程度影響を与えているか検討することも重要である。

また、第六次改定(1999年)では、子どものPALの方が成人より大きく設定されていたことにも表れているように、子どものPALは成人より小さく、年齢とともに大きくなることについては、違和感のある人も少なくないだろう。加速度計を用いた検討によると、子どもの方が平均加速度により評価された一日の身体活動量が大きいという報告もみられる¹⁰⁾。Hoos et al.¹¹⁾も指摘しているように、子どもの方が睡眠時間が長く、そのことがPALにも影響している可能性はあるが、この点についても検討が必要であろう。

DLW法は、日常の身体活動量を評価する上で、最も測定精度が高いものの、身体活動の強度や種類については全く考慮できない。また、測定機器を設置している施設が世界的にみても少なく、高額な費用がかかる。さらに、測定期間中、数回にわたり採尿を行う必要があるため、子どもを対象に実施するのはた易い事ではない。全ての身体活動量を評価する上では、質問紙より歩数計、歩数計より加速度計、加速度計よりDLW法の方が妥当性は高くなると考えられる一方で、簡便性の点では劣り、またコストがかかる。今後、DLW法以外の方法を用いてPALを推定する方法についても検討が必要である。

3. 加速度計を用いた子どもの身体活動量の測定の留意点

成人においても、身体活動の定量化において、質問紙法あるいは活動記録では、活動の種類をとらえられるというメリットはあるものの、強度の個人差を判別するのは難しい¹²⁾。子どもについては、先に述べたような間欠的で評価がしづらい身体活動の特徴に加え、質問紙法などの実施が困難であることも考えると、成人以上に、客観的な方法が重要ではないかと考えられる。

ただし、加速度計法は、加速度計の種類による差はもちろん、同じ加速度計を使っても、推定式やepoch length(任意に設定したデータの選択時間の

長さ)などによって、結果に大きな違いが出ることもあることも事実である¹³⁾。そのため、利用にあたっては、それぞれの加速度計の特性をよく理解して用いる必要がある。例えば、日本で広く用いられている Lifecorder EX の場合、“運動強度”から成人用の推定式を用いて幼児の活動強度を推定すると、歩行・走行では過大評価になる一方で、ボール投げのような活動は過小評価になることが報告されている¹⁴⁾。

特に、低年齢の子どもの身体活動は、児童期の子どもと比較しても垂直方向への動きが少なく、遊びの中に、不規則な動きが多いことが指摘されている。歩行中の動作パターンについても、幼児の場合は、より水平方向への動きが大きい¹⁵⁾。このような動作特性から考えると、成人以上に、1軸よりも複数の軸を持つ加速度計の意義は大きいと考えられることから、日本で製造されている3軸加速度計の ActivTracer の妥当性が、幼児を対象に、遊びを含む子どもの様々な身体活動を考慮して検討されている¹⁶⁾。

また、前述したように、特に間欠的に高強度の身体活動を行うことが多い子どもでは、epoch を短くする(10秒以下)ことが望ましいことが指摘されているものの¹⁷⁾、既存の加速度計では、装置のメモリの問題で、特に海外の多くの研究においては、1分間毎にしかデータが収集されてきていない。そのため、1分間値では、高強度の活動を中強度の活動として誤った分類がなされているかもしれない。このように、加速度計を用いた子どもの身体活動の評価法については、方法論の検討が進められている最中である。

また、より簡便に1日の身体活動量を評価する指標として、歩数は古くから用いられ、日本人の子どものデータが蓄積されてきた。最近、幼児を対象とした場合、歩数は、3軸加速度計より評価した中～高強度活動の時間を反映するものの、高めの強度は十分に捉えられないことが指摘されている¹⁸⁾。

4. 子どもにおける身体活動の目標量とその問題点

現在、子どもについては、諸外国においていくつかのガイドラインが存在するが、成人と比べ、生活習慣病などの“リスク”が低くなる境界値を決定するというよりは、身体活動が生活習慣病の“リスクファクター”等に有効であること、およびそのために必要な強度・時間を踏まえて、現在の身体活動量を増加させようという意図で、「1日最低60分から数時間に及ぶ中～高強度活動」などとなってい

る^{19~21)}。

子どものうちは生活習慣病の発症に至る割合が低く、成人まで追跡するのは困難である。肥満を含むそれらのリスクファクターとの関連についても根拠が弱い。また、成人における身体活動量につながるとして子どもの身体活動量を増やすという考え方もありうるが、現時点で、長期間の身体活動量のトラッキング(移行)については、それほど関連が強くないと考えられている⁶⁾。こうしたことから、成人以上に、目標設定の根拠が希薄である²²⁾。

そもそも、中強度(moderate intensity)活動の定義は、成人²³⁾と同様に、3~6 METs とするもの¹⁹⁾、5~8 METs とするもの²⁴⁾など、定まっていない。そのため、中強度活動の定義、評価法の標準化、妥当性の検証が必要である。

日本ではまだ子どもを対象としたガイドラインの作成は行われていないものの、重要性が指摘されている(日本学術会議, 2008)。本来、生活習慣病やメンタルヘルスなどのリスクあるいはリスクファクターの方がアウトカムとしてふさわしいのではないかと考えられるものの、これらのアウトカムを用いて縦断的な検討を行うのは容易ではない²²⁾。その点で、一部の体力は、生活習慣病や身体活動習慣との関連も指摘されている。そのため、長期的には生活習慣病などをアウトカムとした縦断的な検討を実施し、その結果に基づいて目標値を設定すべきであるが、短期的には、体力をアウトカムとした検討に基づいて目標値を決定するのが現実的ではないかと考えられる。現在、少しでも根拠のある目標値とするために、日本人幼児を対象に、運動に限定しない身体活動量と体力間の関係を検討しているところである²⁵⁾。

5. 子どもにおいても身体活動量は一般に生活環境の影響を受ける

子どもの身体活動量とその関連要因に関するレビューによると、3~12歳の子どもでは、父親の身体活動量や屋外で過ごす時間などが、12歳以降18歳までの思春期では、母親の教育レベルや近所で犯罪が少ないことなどが、身体活動の潜在的な決定要因として報告されている²⁶⁾。このように、生活環境の影響は子どもの年齢によって異なる。これら諸外国における研究の身体活動の評価は、個人差を抽出するには問題があると考えられる質問紙が用いられ、加速度計などの客観的な方法を用いた、日常生活全般を捉えた上で関連要因を検討した報告は未だ少ないのが現状である。なお、先に述べたレビューでとりあげられているデータは、北米、ヨーロッパ、オセ

アニアが中心であり、日本の論文は含まれていない。

一方、国内では、体力との関連に焦点が当てられてきた（文部科学省など）。最近、3軸加速度計を用いて評価した強度別の身体活動量および歩数について、幼稚園児および保育所児の比較がなされ、保育環境というよりも、休日の家庭での過ごし方や幼稚園でのカリキュラムが影響する可能性が指摘されている²⁷⁾。本連載においても環境要因の重要性について井上²⁸⁾が指摘している通り、諸外国とは生活環境の異なる日本の子どもについて今後検討することは意義深い。

6. まとめ

本稿をまとめると以下の通りである。

- 子どもの身体活動は、低年齢ほど、一定の運動を継続することが少なく、運動以外の身体活動（NEAT）が多い間欠的な活動で構成されている
- 成人と比較し、子どもの身体活動レベル（一日全体の身体活動量）は低い、低強度と高強度の活動が入り混じっている
- このように、とらえづらいう子どもの身体活動は、加速度計や歩数計、DLW法など、なるだけ客観的かつ正確な方法を用いて評価する必要がある
- 日本における子どもの身体活動のガイドラインは検討中である
- 環境要因の影響は、子どもの中でも年齢によって異なる

子どもにおける身体活動については、十分に妥当性が確立された方法を用いて検討されてこなかっただけに、今後は、これらの評価法や体力・肥満・生活習慣病との関連を検討し、子どもの身体活動のガイドラインの策定が待たれる。

文 献

- 1) Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985; 100: 126-131.
- 2) Bailey RC, Olson J, Pepper SL, et al. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1033-1041.
- 3) Hoos MB, Kuipers H, Gerver WJ, et al. Physical activity pattern of children assessed by triaxial accelerometry. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 1425-1428.
- 4) Westerterp KR. Pattern and intensity of physical activity. *Nature* 2001; 410 (6828): 539.
- 5) Wilkin TJ, Mallam KM, Metcalf BS, et al. Variation in physical activity lies with the child, not his environment: evidence for an 'activitystat' in young children (*EarlyBird* 16). *Int J Obes* 2006; 30: 1050-1055.
- 6) Malina RM. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol* 2001; 13: 162-172.
- 7) Proctor MH, Moore LL, Gao D, et al. Television viewing and change in body fat from preschool to early adolescence: the Framingham Children's Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27: 827-833.
- 8) Rose D, Bodor JN. Household food insecurity and overweight status in young school children: results from the Early Childhood Longitudinal Study. *Pediatrics* 2006; 117: 464-473.
- 9) 足立 稔, 笹山健作, 引原有輝, 他. 小学生の日常生活における身体活動量の評価: 二重標識水法と加速度計法による検討. *体力科学* 2007; 56: 347-356.
- 10) Ekelund U, Yngve A, Brage S, et al. Body movement and physical activity energy expenditure in children and adolescents: how to adjust for differences in body size and age. *Am J Clin Nutr* 2004; 79: 851-856.
- 11) Hoos MB, Gerver WJ, Kester AD, et al. Physical activity levels in children and adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27: 605-609.
- 12) 山村千晶, 田中茂穂, 柏崎 浩. 身体活動量に関する質問票の妥当性について. *栄養学雑誌* 2002; 60: 265-276.
- 13) 田中千晶, 田中茂穂. 加速度計と幼児の身体活動量評価. *臨床スポーツ医学* 2009; 印刷中.
- 14) 田中千晶, 田中茂穂, 河原純子, 他. 一軸加速度計を用いた幼児の身体活動量の評価精度. *体力科学* 2007; 56: 489-500.
- 15) Oliver M, Schofield GM, Kolt GS. Physical activity in preschoolers: understanding prevalence and measurement issues. *Sports Med* 2007; 37: 1045-1070.
- 16) Tanaka C, Tanaka S, Kawahara J, et al. Triaxial accelerometry for assessment of physical activity in young children. *Obesity* 2007; 15: 1233-1241.
- 17) Rowlands AV. Accelerometer assessment of physical activity in children: an update. *Pediatr Exerc Sci* 2007; 19: 252-266.
- 18) 田中千晶, 田中茂穂. 幼児における歩数による身体活動量評価—加速度計を基準として—. 平成20年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. IV 子どもの発達段階に応じた体力向上プログラムの開発事業—文部科学省委託事業— 2009; 66-73.
- 19) National Association for Sport and Physical Education. *Active Start: a Statement of Guidelines for Children Birth to Five Years*, Reston, VA: Author, 2002.
- 20) National Association for Sport and Physical Education. *Physical Activity for Children: a Statement of Guidelines* (2nd ed.), Reston, VA: Author, 2004.
- 21) Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 2005; 146: 732-737.
- 22) Twisk JWR. Physical activity guidelines for children and adolescents: a critical review. *Sports Med* 2001; 31: 617-627.

- 23) Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273 (5): 402-407.
- 24) Pate RR, Trost SM, Williams C. Critique of existing guidelines for physical activity in young people. In: Bidle SJ, Sallis JF, Cavill N, editors. *Young and Active: Young People and Physical Activity*. London: Health Education Authority; 1998. p. 3-16.
- 25) 田中千晶, 引原有輝, 大河原一憲, 他. 幼児における日常の身体活動量と体力との関係. 平成20年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 I 日本の子どもにおける身体活動・運動の行動目標設定と効果の検証—第3報— 2009; 6-12.
- 26) Ferreira I, van der Horst K, Wendel-Vos W, et al. Environmental correlates of physical activity in youth—a review and update. *Obes Rev* 2007; 8: 129-154.
- 27) 田中千晶, 田中茂穂. 幼稚園および保育所に通う日本人幼児における日常の身体活動量の比較. *体力科学* 2009; 58: 123-129.
- 28) 井上 茂. 身体活動と環境要因 (連載: 運動・身体活動と公衆衛生(4)). *日本公衛誌* 2008; 55: 403-406.
-