質問紙法による小学生の身体活動評価の有用性

岡崎 勘造¹, 鈴木 宏哉², 坂本 譲¹, 佐々木 桂二¹

Usefulness of a self-reported physical activity questionnaire assessment for Japanese children

Kanzo Okazaki¹, Koya Suzuki², Yuzuru Sakamoto¹ and Keiji Sasaki¹

¹東北学院大学教養学部, 〒981-3193 宮城県仙台市泉区天神沢2-1-1 (*Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University, 2-1-1 Tenjinzawa, Izumi-ku, Sendai, Miyagi 981-3193, Japan*)

²順天堂大学スポーツ健康科学部, 〒270-1695 千葉県印西市平賀学園台1-1 (*Faculty of Health and Sports Science, Jun-tendo University, 1-1 Hiraka-gakuendai, Inzai-city, Chiba 270-1695, Japan*)

Received: March 22, 2017 / Accepted: September 7, 2017

Abstract The study aimed to assess a self-reported questionnaire about physical activity (PA) from the Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) using triaxial accelerometer as a criterion. Elementary school boys (N=292) and girls (N=313) in the fourth grade and higher completed the questionnaire and wore an accelerometer for at least 10 h/day for at least 4 days. The phi coefficients of the chi-square test 2-way tables (active/inactive as measured using the HBSC questionnaire × achievement/non-achievement of the recommended 60-min moderate to vigorous PA [MVPA] as measured using the accelerometer) were 0.25 ($P<0.001$), 0.17 ($P=0.009$), and 0.08 ($P=0.217$) for all children, boys, and girls, respectively. The sensitivity and specificity in boys were 82% (95% confidence interval [CI]=78-86%) and 34% (95% CI=26-41%) respectively, while the those of girls were 52% (95% CI=40-63%), 57% (95% CI=55-60%). The positive predictive value in boys was 70% (95% CI=66-73%) and negative predictive value in girls was 83% (95% CI=79-87%). The independent t-test showed that moderate PA (MPA), vigorous PA (VPA), and MVPA min/day of active children were significantly higher than those of inactive children (range of Cohen's $d=0.38$ to 0.71). Area under the curve (AUC) of the VPA (AUC = $0.60-0.73$) in girls was significantly higher than that of the MPA (AUC = $0.52-0.65$) and MVPA (AUC = $0.54-0.67$). Our results supported that the HBSC self-reported questionnaire has acceptable, but limited agreement for assessing achievement/non-achievement of the MVPA recommendation, and could estimate the differences in the MPA, VPA, and MVPA min/day of children.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 66(6): 407-416 (2017)

Keywords: physical activity, accelerometer, self-reported questionnaire, elementary school, Health Behaviour in School-aged Children survey

緒 言

活動的な日常生活が、学齢期の子どもの健康に恩恵をもたらすことが報告されており、例えば、身体活動による体力の向上、体脂肪の減少、肥満予防、骨密度の増加、抑うつ症状の減少に対する効果が期待できる¹⁻³⁾。これら効果への期待から、世界保健機関⁴⁾のGlobal recommendations on physical activityでは、5歳から17歳を対象に、少なくとも3 METs (metabolic equivalents) 強度以上の身体活動 (moderate-to-vigorous physical activity; MVPA) を、1日あたり60分以上行うことを推奨している。我が国の子どもにおいても、1日あたり60分以上身体を動かすことが推奨⁵⁾されており、MVPAを

少なくとも毎日60分間以上行う基準は、子どもの健やかな成長にとって重要な視点の一つである。

子どもを含むヒトの身体活動時間を推定する一つのツールとして、活動量計が利用されている。活動量計は、日内変動、日間変動など身体活動パターンや、強度別に身体活動時間を推定できる⁶⁾。この活動量計を用いれば、我が国の子どもが、上述したMVPAのガイドライン^{4,5)}に対し、充足、あるいは非充足など、身体活動時間について精度の高い推定と判別が可能となった。近年の活動量計の進歩は著しく、小学生においても、成人と同様に、強度別に身体活動を推定⁷⁾し、ガイドラインに対する充足の有無を評価できるようになった。

活動量計以外に、子どもの身体活動を推定する方法と

して, 例えば, 質問紙法がある. 質問紙法は, 安価で企画・実行しやすく, 短時間で実施が可能である^{8,9)} ため, 学校現場など研究機関でなくとも, 手軽に導入し, 評価に用いることもできる. したがって, 質問紙法によって推定された子どもの活動と, 近年, 注目されている活動量計との関連を検討し, その関連の程度を明らかにすることは, 身体活動を推定する手段の選択肢に, 有益な情報となり得る.

日本の子どもを対象とし, 活動量計と質問紙法の関連に関する先行研究について, 最近では, 児童を対象としたOkuda et al.¹⁰⁾の横断研究がみられる. Okuda et al.¹⁰⁾の研究では, 小学5年生を対象とし, 活動量計によるMVPA時間(分)の評価を基準に, 質問紙法のMVPA時間(分)との関連を検討していた. 質問紙法による調査項目は, 国民健康・栄養調査を参考に作成され, 男子(N=21)の相関は $r=0.404$ ($P=0.078$), 女子(N=26)は $r=0.312$ ($P=0.14$)であり, いずれにおいてもMVPA時間に有意な相関関係はみられず, 小学生の活動量計と質問紙法との妥当性に課題が残されていた. Okuda et al.¹⁰⁾以前の報告では, Chen et al.¹¹⁾が, 日本の小学生4年生から6年生の児童を対象とし, 活動量計と質問紙法との関連を検討していた. 質問紙の調査項目は, 独自の4項目が設問されており, 1つ目が「放課後スポーツクラブに通っているか(2件法)」, 2つ目が「身体活動または外遊びの頻度(3件法)」, 3つ目が「強度(3件法)」, 4つ目が「好み(3件法)」であった. いずれの調査項目においても, 活動量計から算出された1日あたりの活動量(kcal), 歩数(steps)において, 回答者の群間に有意差がみられ, すなわち, 活動量, 歩数に違いがあることが報告されていた. ただし, このChen et al.¹¹⁾の研究では, MVPA時間との関連は検討されていない.

国外では, Chinapaw et al.¹²⁾が, 子どもを対象とし, 活動量計と質問紙法との関連についてまとめている. 小学生を対象に質問紙法の特性を検討した研究では, 25編がレビューされ, そのうち19編が活動量計との関連を比較していた. ただし, この中には, 紙媒体による調査だけでなく, 質問文への理解を促進させるため, コンピュータ画像を提供する方法も含まれている. 19編の論文における関連の度合いについては, いずれの質問紙による評価においても, 十分とは言い難く, 質問紙法による身体活動の推定について課題が残されていた. 19編の論文において, 一部, 低学年児童を対象とし, 親や教員が回答する子どもの身体活動の評価($r=0.53$)¹³⁾, および, ビデオを見ながら児童が回答する方法($r=0.40$)¹⁴⁾は, 比較的高い相関がみられたとレビュー研究¹²⁾で報告されていたが, 両者とも, 1990年代後半頃に実施, あるいは公表された論文であり, 垂直1軸方向の活動量計(caltrac accelerometer)¹⁵⁾から算出されたMVPA時間を

基準としているため, 近年の活動量計とは異なる. 活動量計の性能のうち, 例えば, エポック長は, 短時間に設定できるなどの性能が進歩しており, 現在の活動量計とは, 結果が異なる可能性が指摘¹²⁾されていた.

身体活動の質問紙法の一つとして, Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study (<http://www.hbsc.org/publications/international/>)の身体活動に関する項目がある. 身体活動に関する質問項目¹⁶⁾は, 頻度と時間の2項目で構成され, 頻度と時間それぞれの択一式回答から「active」「inadequately active」など2つに分類される. 上記URLのHBSCの説明部分(About HBSC)では, この質問紙による評価方法は, 世界保健機関でも導入されており, 現在, 欧米45か国の調査に利用されていることが記載されている. HBSC studyの調査自体は, 1982年から欧州を中心に, 学齢期の子どもの健康行動を調査するために始まったものであり, 身体活動以外の調査項目も含まれる. この質問紙法の身体活動に関する項目の精度は, 高倉ら¹⁷⁾により日本人小学生を対象に検証がなされ, 体力テストとの関連, および再現性が確認されている. しかしながら, HBSCの質問紙法と活動量計との関連性を検討した研究はみあたらない. HBSCの質問紙法と活動量計との身体活動評価に関連がみられれば, MVPAのガイドラインを基準とした子どもの身体活動状況の推測や, その他健康関連項目との関連性を検討できるツールとして役立つ. さらに, HBSCは, 国外で利用されており, 国外との比較から, 我が国の小学生の現状を推察することにも貢献できる.

以上より, 本研究では, 活動量計による身体活動を基準とし, HBSCの質問紙法によって評価された身体活動との関連を検討することを目的とした. 具体的には, HBSCの質問紙法で分類された2群(active, inactive)と, 活動量計によるMVPAガイドライン^{4,5)}充足・非充足による2群が一致するか, HBSCの質問紙法で分類された2群間の活動量計による身体活動時間に差があるか, さらには, その分類されたactive, inactiveの2群がどの強度の身体活動で予測されているかを検討した. 活動量計による身体活動は, 中等度強度(3 METs以上6.0 METs未満, moderate physical activity; MPA), 高強度(6 METs以上, vigorous physical activity; VPA), およびMVPAに分類し検討した.

方 法

調査対象および手順 調査対象者は, 2011年から2014年までの調査に参加した宮城県内の小学校3校いずれかに通う4年生以上の児童760名とした. 調査票には644名(85%)が回答し, 活動量のデータは732名(96%)から得ることができた. 分析対象は, 自記式による質問調査票に回答し, かつ活動量計の分析基準を満たした606名

(80%)とした。調査は、東北学院大学倫理委員会による承認(2011.R001)を受けており、児童には調査の説明を行い、保護者には書面で説明を行うとともに同意を得て調査を行った。調査は、教育委員会、学校、保護者の協力の下に行われた。

児童への調査説明について、児童は学校内の一堂に集合し、著者らが放課後などに説明した。児童には、資料を配付し、調査全体の概要、および活動量計の注意事項(装着期間、回収日、睡眠、お風呂・水泳などの水と関わる活動時には外すこと、着替え後の装着忘れ、洗濯時の外し忘れなど)を説明した。説明後に、著者らが、活動量計を各児童に配布し、その場で装着するようにした。自記式による質問紙調査票は、活動量計の装着と同時期に、担任教諭から児童に配布・回収するよう依頼した。児童は、調査票を自宅に持ち帰り回答し、後日学校に持参し、担任教諭が学校で回収した。

調査項目

基本属性として、性、学年、身長、体重を、自記式による質問紙調査法によって評価した。肥満度は、調査票の身長、体重を用いて算出した。肥満度を算出するに際して、標準体重は、先行研究¹⁸⁾を参考に、男女、年齢、身長別に算出した。肥満度は、20%以上を肥満と分類した¹⁹⁾。

質問紙法による身体活動 質問紙法による活動状況は、HBSC studyの先行研究^{16,17)}を参考に調査項目を作成した。HBSC studyの調査項目は、頻度と時間の2項目で構成されている。頻度の質問文は、「あなたは、ふだん、授業以外で息切れしたり汗をかいたりするくらいの運動・スポーツ活動を何回しますか」とし、「毎日」、「週に4~6回」、「週に2~3回」、「週に1回」、「月に1回」、「月に1回未満」、「まったくしない」の7項目で評定した。一方、時間は「あなたは、ふだん、授業以外で息切れしたり汗をかいたりするくらいの運動・スポーツ活動を1週間に何時間しますか」とし、「ぜんぜんしない」、「週に約30分」、「週に約1時間」、「週に約2~3時間」、「週に約4~6時間」、「週に7時間以上」の6項目で評定した。

対象者は、これら頻度と時間の2項目からactiveとinactiveに分類され、すなわち、頻度が「週に2~3回」以上、かつ時間が「週に約1時間」以上と回答した児童はactiveとし、それ以外の「週に1回」以下、または「週に約30分」以下と回答した児童はinactiveと分類した。この分類は、先行研究^{16,17)}に準じて分類した。

HBSC studyの日本語版における信頼性、妥当性は、高倉ら¹⁷⁾の研究によって報告されており、信頼性では、評定一致割合が87%から98%を示し、妥当性では、体力テストとの関連が検討され、activeに分類された児童は、inactiveと分類された児童に比べ、体力テストの総合得

点、持久力が高いと報告されている。

活動量計による身体活動 活動量計は、オムロン・ヘルスケア社の活動量計Active style Pro(HJA350IT)を用いた。この活動量計は、測定軸が3軸あり、歩・走行活動、および生活活動による強度別の活動時間を算出できる⁶⁾。精度は、ヒトの活動を推定できる機器として既に確認されており²⁰⁻²²⁾、小学生の身体活動においても強度別に推定が可能である⁷⁾。本研究においても、Hikiharaら⁷⁾を参考に、活動量計の値を子どもに推定した。具体的には、活動量計で推定できる歩行活動とそれ以外の活動について、歩行活動は、 $0.6237 \times \text{活動量計によるMETs評価} + 0.2411$ とし、歩行以外の活動は、 $0.6415 \times \text{活動量計によるMETs評価} + 0.5573$ とし推定した。

活動量計の装着、エポック長は、Cain et al.²³⁾を参考に以下のように設定した：活動量計の装着部位は、腰部とし、装着期間は休日2日間を含む7日間以上とした。活動量計の腰部への装着側は、左右いずれか装着しやすい方に装着するよう指示した。実際に装着していたかは、本研究では、10分以上連続して計測なしの場合、装着していない時間とみなし、装着時間が、1日あたり60分以上みられた日のデータを装着ありとみなした。この装着ありとみなされた日数が、平日3日間以上、かつ休日1日間以上みられた対象者のデータを採用し、平均的な1週間の1日あたりMPA、VPAの各時間を算出した。各時間の算出は、平日採用日数の時間の和と休日採用日数の和を加え、平日・休日の採用日数で除した。MVPA時間は、MPAとVPAの各時間の和とし、MVPA時間が、1日あたり60分以上の児童を、先行研究^{4,5)}に準じてガイドライン充足とした。児童の装着状況について、紙媒体などによる記録はしていない。活動量計のエポック長は10秒間に設定し、10秒単位で評価された活動強度(METs)から、MPA、VPAの各活動時間を算出した。エポック長は、60秒間に設定されることが多いが、近年、子どもの複雑な動きに対しては、エポック長を10秒間に設定されることが推奨されている^{9,12)}。活動量計のデータ処理について、回収された活動量計のデータをパソコンにダウンロードし、エクセルで処理した。

分析方法 統計解析には、SPSS 22.0J for windows、およびBellCurve for Excel 2.02を用いて分析した。統計学的有意水準は、全て5%未満とした。

身体活動状況の性差が報告²⁴⁻²⁶⁾されているため、本研究においても、身体活動の男女差を確認後分析した。男女差の分析について、体型に関する肥満度、HBSCの質問紙法による活動状況(active, inactive)、および活動量計によるガイドライン充足の有無に対する分布割合は、 χ^2 検定を用いて分析し、1日あたりのMPA、VPA、

MVPAの各時間における男女差は、各平均時間を対応のないt検定で分析した。

HBSCの質問紙法によって分類された2群間 (active, inactive) におけるMPA, VPA, MVPAの各時間の差を検討するため、対応のないt検定を用いて分析した。

対応のないt検定において、等分散性が棄却された場合には、Welchの検定を用いた。

HBSCの質問紙法で分類された2群 (active, inactive) と、活動量計で分類された2群 (ガイドライン充足, 非充足) との一致の度合いを検討するため、活動量計を基準とし、質問紙による分類の感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、および一致率の ϕ 係数を算出した。感度は、ガイドラインを充足している児童のうち、質問紙の評価においても充足と判別される割合を示し、特異度は、ガイドライン非充足の児童のうち、質問紙の評価においても非充足と判別される割合を示す。陽性的中率は、質問紙でガイドライン充足と判別された児童が、実際にガイドラインを充足している確率を示し、陰性的中率は、質問紙でガイドライン非充足と判別された児童が、実際に非充足と判別される確率を示す。これら感度、特異度と同じく、実際の学術調査等で利用する場合には、実際に基準に対する充足、非充足かどうかに関心ごとになることもあり、陽性および陰性的中率の高さも示した²⁷⁾。

ROC (receiver operating characteristic) 曲線のAUC (area under the curve) を用いて、HBSCの質問紙法で分類された2値 (active, inactive) に対するMPA, VPA, MVPAの各時間の予測能を比較検討した。AUCは、0.5から1.0の値を取り、値が大きいほど予測能が高い。従属変数は、HBSCの2値 (active, inactive) とし、独立変数はMPA, VPA, MVPAの各活動時間とした。各活動時間のROC曲線と曲線下の面積AUCの面積を算出し、HBSCの質問紙法がいずれの強度の活動時間を最も予測しているのか、AUCを比較検討した²⁸⁾。AUCの比較は、面積の差を標準誤差で除した値の2乗が、自由度1の χ^2 分布に準ずることを利用し分析した。

効果量について、 χ^2 検定では2×2のクロス集計のため ϕ 係数を用いて評価し、対応のないt検定では、Cohen's dを用いて評価した。効果量の小, 中, 大の目安²⁹⁾として、 ϕ 係数は、0.10, 0.30, 0.50とし、Cohen's dは0.20, 0.50, 0.80とした。

なお、分析対象者のうち、一部空白、記入ミス等がみられた項目については、その箇所を欠損値とし、すべてを除外せずに分析した。

結 果

基本属性および身体活動の性差 性差について (Table 1), 体型の肥満度 ($\chi^2=4.9$, $df=1$, $P=0.027$, ϕ 係数=0.11), HBSCによるactive, inactive ($\chi^2=52.6$, $df=1$, $P<0.001$,

ϕ 係数=0.32), 活動量計によるガイドライン充足, 非充足 ($\chi^2=118.3$, $df=1$, $P<0.001$, ϕ 係数=0.44) の分布, およびMPA ($t=12.7$, $df=453$, $P<0.001$, Cohen's $d=1.05$), VPA ($t=11.5$, $df=393$, $P<0.001$, Cohen's $d=0.96$), MVPA ($t=13.0$, $df=437$, $P<0.001$, Cohen's $d=1.08$) の各時間の全てに有意差がみられた。すなわち、男子は、女子に比べて、肥満児が多いが、身体活動を行っていた。活動量計の装着日数の平均日数および標準偏差は、 6.1 ± 1.2 (平日 4.2 ± 0.7 , 休日 2.0 ± 0.7) 日間であり、1日あたりの装着時間 (分) は 935 ± 107 であった。欠損値は、それぞれ性別1名, 学年1名, 肥満度による体型203名, HBSCによる分類103名であった。

質問紙法によって分類された2群の強度別活動時間の違い Table 2に、男女別に、HBSCで分類された2群 (active, inactive) の1日あたりのMPA, VPA, MVPAの各時間の平均値と分析の結果を示した。男女混合、男子のみ、女子のみの集団において、MPA, VPA, MVPAの各時間全てにおいて有意差がみられ、すなわち、HBSCの質問紙によるactive群の児童は、inactive群よりも、MPA, VPA, MVPAの各時間が長かった。効果量Cohen's dは、MPA, VPA, MVPAの各時間の順に、男女混合が0.67, 0.70, 0.71, 男子が0.60, 0.53, 0.60であり、女子が0.30, 0.60, 0.38であった。

活動量計によるMVPAガイドライン分類とHBSCによる活動分類の関連 先行研究^{4,5)}よりMVPA時間が1日あたり60分以上を基準に分類し、HBSCの質問紙法によるactive, inactiveとの一致の度合い、および分布をTable 3に示した。一致率の ϕ 係数は、男女混合、男子、女子がそれぞれ0.25 ($P<0.001$), 0.17 ($P=0.009$), 0.08 ($P=0.217$) であり、男女混合、男子では有意な関連がみられた。男子は、感度82% (95%信頼区間 [Confidence Interval, CI]=78%-86%) が、特異度34% (95%CI=26%-41%) に比べ高く、陽性的中率が70% (95%CI=66%-73%) であり、陰性的中率の50% (95%CI=39%-61%) に比べ高かった。一方、女子は、感度52% (95%CI=40%-63%) と特異度57% (95%CI=55%-60%) は、ほぼ変わらず、陰性的中率が83% (95%CI=79%-87%) であり、陽性的中率の23% (95%CI=18%-28%) に比べ高かった。男女混合の場合には、感度74% (95%CI=69%-79%) が、特異度51% (95%CI=48%-54%) に比べ高く、陰性的中率が74% (95%CI=69%-79%) であり、陽性的中率の50% (95%CI=47%-54%) に比べ高かった。

ROC曲線によるAUCとその比較 Fig. 1には、HBSCの質問紙法で分類された2群を従属変数、各強度別の

Table 1. Demographic distribution and physical activity and its gender differences

Variable	All (n = 606)	Boys (n = 292)	Girls (n = 313)	
Grade, n (%)				
4 th	176 (29)	84 (29)	92 (29)	
5 th	208 (34)	105 (36)	103 (33)	
6 th	221 (37)	103 (35)	118 (38)	
Obesity [†] , n (%)				
DO < 20	345 (86)	154 (81)	191 (89)	*
DO ≥ 20	58 (14)	35 (19)	23 (11)	
Self-reported PA from the HBSC, n (%)				
Active	296 (59)	174 (76)	122 (44)	***
Inactive	207 (41)	54 (24)	153 (56)	
Objective PA using accelerometer, minutes per day (SD)				
MPA	53 (25)	65 (28)	42 (16)	***
VPA	8 (7)	11 (8)	5 (4)	***
MVPA	61 (31)	76 (35)	46 (18)	***
the recommended 60-min per day of MVPA [‡] , n (%)				
Achievement	251 (41)	187 (64)	64 (20)	***
Non-achievement	355 (59)	105 (36)	249 (80)	

PA: Physical activity, MPA: Moderate PA, VPA: Vigorous PA, MVPA: Moderate to vigorous PA, HBSC: Health-related behaviour of school aged children. [†]Obesity is classified from degree of obesity (DO). [‡]the recommended 60-min per day of MVPA is based on the guideline^{4,5)}. *p<0.05, ***p<0.001.

Table 2. Differences in objectively measured daily PA between active and inactive children classified from the HBSC

Objective PA using accelerometer		Self-reported PA from the HBSC								t-value	Cohen's d	
		Active				Inactive						
		n	mean	±	SD	n	mean	±	SD			
MPA	All	296	59.3	±	27.5	207	43.2	±	17.9	P < 0.001	7.96	0.67
	Boys	174	69.9	±	29.0	54	53.8	±	20.5	P < 0.001	4.55	0.60
	Girls	122	44.1	±	15.5	153	39.4	±	15.3	P = 0.013	2.49	0.30
VPA	All	296	9.6	±	7.9	207	4.8	±	4.6	P < 0.001	8.41	0.70
	Boys	174	12.1	±	9.0	54	7.7	±	6.7	P < 0.001	3.90	0.53
	Girls	122	5.9	±	3.9	153	3.8	±	3.0	P < 0.001	4.82	0.60
MVPA	All	296	68.9	±	34.2	207	47.9	±	21.4	P < 0.001	8.42	0.71
	Boys	174	82.1	±	36.5	54	61.5	±	25.2	P < 0.001	4.67	0.60
	Girls	122	50.0	±	18.4	153	43.1	±	17.7	P = 0.002	3.13	0.38

PA: Physical activity, MPA: Moderate PA, VPA: Vigorous PA, MVPA: Moderate to vigorous PA, HBSC: Health-related behaviour of school aged children.

Table 3. Assessment of recommendation related agreement between the self-reported PA and objectively measured PA.

Self-reported PA from the HBSC		the recommended 60-min per day of MVPA [‡] , n (%)		ϕ coefficient	sensitivity	specificity
		Achievement	Non-achievement			
All	Active	149 (50)	147 (50)	0.25***	74%	51%
	Inactive	53 (26)	154 (74)			
	Total	202 (40)	301 (60)			
Boys	Active	121 (70)	53 (30)	0.17**	82%	34%
	Inactive	27 (50)	27 (50)			
	Total	148 (65)	80 (35)			
Girls	Active	28 (23)	94 (77)	0.08	52%	57%
	Inactive	26 (17)	127 (83)			
	Total	54 (20)	221 (80)			

PA: Physical activity, MVPA: Moderate to vigorous PA, HBSC: Health-related behaviour of school aged children. [‡]the recommended 60-min per day of MVPA is based on the guideline^{4,5)}. * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

活動時間を独立変数としたROC曲線とAUCを示した。AUCを比較すると、男女混合ではVPAの予測能が、MPA, MVPAに比べ有意に最も高い値を示した(VPA vs MPA, $\chi^2 = 6.3$, $df = 1$, $P = 0.012$; VPA vs MVPA, $\chi^2 = 4.6$, $df = 1$, $P = 0.032$)。女子においても、VPAにおける予測能が高く、HBSCの質問紙による分類との関連が最も高かった(VPA vs MPA, $\chi^2 = 8.5$, $df = 1$, $P = 0.003$; VPA vs MVPA, $\chi^2 = 6.8$, $df = 1$, $P = 0.009$)。一方、男子では有意差がみられなかった。

考 察

活動量計で算出された活動時間を基準とし、HBSCの質問紙法との関連を検討した。その結果、一致率の程度を示す ϕ 係数では、男女混合、男子、女子が、0.25, 0.17, 0.08であり、男女混合、男子では、有意な関連がみられた。ただし、有意ではあるが、一致率が高いとは言いがかった。また、HBSCの質問紙法によって分類されたactive, inactive群には、男女混合、男子、女子において、一日あたりのMPA, VPA, MVPAの各時間に差がみられた。

活動量計のMVPA時間を基準とし、男女別に、質問紙の身体活動評価との関連を検討した先行研究がいくつかみられる。例えば、我が国では、Okuda et al.¹⁰⁾が小学5年生を対象に男女別に検討しているが、男女とも、有意な相関がないと報告していた。一方、国外では、Janz et al.³⁰⁾の報告がみられ、1軸活動量計を基準に、質問紙PAQ-C (Physical Activity Questionnaire for Children)との関連を男女別に検討し、スピアマンの順位相関において、男子(N=216名)が0.38, 女子(N=233)が0.24と報告しており、男女とも、有意ではあるが低い相関が

みられ、男子が女子に比べ高い相関を示していた。最近では、Benítez-Porres et al.³¹⁾が、スペインの男女混合の小学生を対象(N=83)とし、3軸活動量計によるMVPA時間を基準に、PAQ-Cとの関連を検討しており、男女混合の対象児童において、スピアマンの順位相関の値が0.25と低い相関($P < 0.05$)を示していた。これら先行研究の質問紙法の特性と比べ、本研究の結果は、確かに活動量計の種類に違いがあり、また、HBSCの質問紙の値が量的ではなく、2群に分類する質的な値との比較ではあるものの、男女混合、男子では、同等程度の一致率の関連を示し、さらには、男子の方が女子に比べ精度が高い特性も、同様の結果を示した。先行研究^{30,31)}では、質問紙法の一致の度合いが十分とは言いがたく、さらに精度を高めることが課題として述べられており、本研究のHBSCによる質問紙においても、関連の度合いが高いとは言えず、課題が残された。

本研究の男子の ϕ 係数が高くなかった要因には、HBSCの質問紙が、MVPA時間を過大評価していると考えられる。過大評価は、偽陽性(active, かつ、ガイドライン非充足)の分布にみられ、男子の偽陽性は53名であり、この人数は、ガイドライン非充足の66%(80名中53名)に相当した。つまり、活動量計では、ガイドライン非充足に分類される男子が、HBSCの質問紙では、activeに分類された。ガイドライン非充足であるが、activeと過大評価した男子の多さが、 ϕ 係数に影響していると考えられる。

過大評価していたことと関連し、男子の特異度は、34%と低い割合であった。ただし、その一方で、感度は82%と特異度に比べ高い割合を示した。感度が高かった

Fig. 1 Comparison with area under the curve (AUC) of receiver operating characteristic (ROC) analysis. MPA: moderate physical activity, VPA: vigorous PA, MVPA: moderate and vigorous PA.

ことは、HBSCの質問紙による評価が、活動量計によるガイドライン充足の男子に対し、真にガイドライン充足となる児童が多く含まれることを示し、その反面、偽陰性 (inactive, かつ、ガイドライン充足) が少ないことも示している。すなわち、本研究の調査法は、ガイドライ

ン充足の男子を拾得することに優れているため、拾得されなかったinactiveの男子が、ガイドライン非充足である確率が高いことを示している。したがって、HBSCの調査紙による評価は、男子では、感度 (82%) が特異度 (34%) に比べ高く、ガイドライン非充足を見分けるこ

とに優れていると考えられた。

女子では、有意ではない低い一致率であり、HBSCの質問紙による評価は、ガイドライン充足、非充足との関連の度合いが高いとは言い難かった。感度、特異度についても、感度が52%、特異度が57%と、わずかに特異度の割合が5ポイント高いものの、男子ほどの違いはみられなかった。感度、特異度の割合と関連し、女子では、偽陽性（active, かつ、ガイドライン非充足）が43%（221名中94名）、偽陰性（inactive, かつ、ガイドライン充足）が48%（54名中26名）と同程度の割合を示していた。

感度、特異度について、男女による違いがみられた。男子では、感度82%、特異度34%と感度が高く、女子では感度52%、特異度57%とわずかに特異度が高かった。この値について、我が国の児童を対象とし、比較できる研究はみあたらず、今後の研究によってその性能を比較することが必要であるが、最近の国外の研究³²⁾においては、質問紙法PCE+³³⁾の精度を活動量計（ActiGraph）と比較し、男女混合の集団に対し、感度53.6%、特異度62.7%を示していた。PACE+³³⁾は、過去7日間、および典型的な1週間における60分以上の活動的な日数を問い（回答の選択肢は0から7日間の8件法）、その回答からガイドライン充足、非充足に対象者を分類する調査法である。対象者は、本研究とほぼ同年代の小学生87名（11.4±0.4歳、女子67.8%）であった。この研究における感度、特異度による精度を本研究の結果と比較すると、本研究の男子では、感度が高い値を示し、女子では、感度、特異度がほぼ同じ割合の精度であった。先行研究³²⁾では、59%から100%の感度、特異度による予測精度を中等度（moderate）あるいは高い（high）としており、本研究で利用したHBSCの質問紙においても、ある程度の予測精度があると考えられた。

偽陽性、あるいは偽陰性と判別される男女児童を少なくし、より精度を高めるためには、質問紙の分類基準を再考することが、方法の一つとして考えられる。本研究では、先行研究¹⁷⁾を参考に、授業外の運動の頻度が「週に2～3回」以上、かつ時間が「週に約1時間」以上と回答した児童をactiveとし、それ以外をinactiveとした。したがって、ガイドライン充足、非充足を評価するための質問紙とは別様である。本研究では、比較が可能なことを鑑み、先行研究¹⁷⁾と同じ方法を用いており、従来の分類方法において、活動量計によるガイドラインとの関連を検討した。しかしながら、先行研究¹⁷⁾の分類では、活動量計によるガイドライン充足、非充足に対し、偽陽性、あるいは女子では偽陰性も比較的多くなることが本研究により示された。さらに精度を高めるためには、新たに頻度、時間による質問項目の組み合わせ、または、いずれかの項目のみによるガイドライン充足、非充足との関連を検討していくことも有用であると考えられた。

全体、男子、女子の1日あたりMPA、VPA、MVPAの各時間において、HBSCによるactive群の児童が、inactive群と比べ、全て有意に高い値を示した。したがって、HBSCの質問紙法は、男女児童において、VPA、MPA、MVPAの各時間に差がある集団を分類することには適していると考えられた。差の大きさを示す効果量Cohen's dの目安として、小さな効果量、中くらいの効果量、大きな効果量は、それぞれ順に0.2、0.5、0.8と言われており²⁹⁾、この基準に照らし合わせると、男女混合、男子の差は、全て中程度以上の効果量（0.53から0.71）を示した。一方、女子においては、VPAの効果量が0.60であったが、MPA、MVPAの効果量は0.30、0.38と比較的小さい効果量であった。すなわち、男子においては、HBSCの質問紙法によるactive群は、inactive群に比べ、中等度以上強度の活動時間の差は大きく、女子では、VPA時間において差が大きい、という特徴が考えられた。女子のVPA時間については、ROC曲線によるAUCが、MPA時間、MVPA時間よりも有意に高い値を示し、関連が強いことが考えられた。このことは、女子のHBSCの質問紙による評価は、特にVPAの差がある集団を判別することに適していると考えられた。

ROC曲線において、女子のVPA時間に対し、AUCが高い値を示したのは、HBSCの質問文のワーディングによる影響が考えられる。本研究では、先行研究¹⁷⁾の項目を利用し、「運動・スポーツ活動」に対する回答を得た。運動・スポーツ活動は、比較的強度の高い活動に分類され、VPAに相当することが多い。HBSCの質問紙法を用いて、ガイドラインに沿う分類をするためには、日常生活での活動も含め、中等度強度の身体活動に対する小学生の理解を促進させる調査法への発展が、さらに必要であると考えられた。このことは、女子のVPAに限らず、ガイドラインに対し高い一致率ではなかったことから、男女共通の課題である。理解の促進については、例えば、先行研究¹⁴⁾では、ビデオを見ながら回答する方法において精度が高かったことが報告されている。近年、ニューメディアの発展が著しく、それらメディアによる映像、あるいは画像を用いた調査法のキャリブレーションを検討した研究もみられる³⁴⁾。

本研究には、いくつかの限界がある。1つは、活動量計について、活動量計の軸、装着期間、エポック長によって、MVPA時間は異なる可能性がある¹²⁾。本研究では、3軸活動量計を10秒エポックに設定し、少なくとも平日3日間、休日1日間の計4日間、600分以上装着した日にちのデータを分析した。この基準は、先行研究²³⁾を参考に設定しているが、これまでの研究では、60秒エポックの設定で採取したデータを分析したものが多く¹²⁾、エポック長が異なる活動量計を用いた研究との比較には限界がある。ただし、近年では、短いエポックの方が、子どもの活

動を評価するには好ましいことが言われており^{9,12)}、本研究の10秒エポックによる評価は、子どもの身体活動を推定するのに適しているものと考えられる。2つ目に、4年生以上の児童を対象としているため、質問紙による評価が、低学年の児童に適しているかは不明である。低学年の児童では、自分自身で回答が難しいことが考えられ、低学年の児童が自ら答える質問紙法を開発し、あるいは保護者、教員など身近な大人が答える方法においても、関連を検討する必要がある。3つ目に、特定の地方の小学生のみを対象としており、気候等の違いが身体活動に影響することが考えられ、他地域における小学生を対象に、関連を検討することも課題である。最後に、質問紙法の翻訳について、先行研究¹⁷⁾では、「翻訳はバイリンガルを含む研究チーム」によって行われたことが記載されていたが、具体的な翻訳の手順については記載されていない。本研究では、原盤から逆翻訳を行っておらず、先行研究の項目を用いており、例えば、異文化による尺度との諸調性と関連することも考えられる³⁵⁾。作成されてから時間も経過しており、新たに翻訳するなどし、性能を高める試みも今後の課題である。

結 論

本研究の結果より、HBSCの質問紙法は、小学4年生以上を対象に用いた場合、男女混合、男子では、感度が特異度より高く、ガイドラインを満たさない児童を見分けることに優れており、一方、女子では特異度が感度よりもわずかに高かった。男女混合、男子においては、低い値であるが有意な一致率が認められた。女子では、有意な一致率を示さず、VPAの予測能が高かった。HBSCの質問紙法で分類されたactive群とinactive群には、男女混合、男子、女子のすべてにおいて、MPA、VPA、MVPAの各活動時間に有意差がみられ、active群がinactive群に比べ有意に高かった。

以上より、HBSCの質問紙法による評価は、男女混合、あるいは男女によって、感度、特異度による特性の違いを考慮した上で、身体活動のガイドライン充足・非充足に対する予測が、ある程度可能であり、強度別活動(MPA, VPA, MVPA)時間に差がある集団を分類する一つのツールとして役立つと考えられた。ただし、偽陽性の男女児童、偽陰性の女子がみられ、ガイドライン充足・非充足のスクリーニングとしては今後さらに改善の必要性があった。

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

謝 辞

本研究は、JSPS科研費(17K01791, 26750323, 23700810, 24680065)、東北学院大学学長研究助成金の助成を一部受けて行われた。

引用文献

- 1) Janssen I. Physical activity guidelines for children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab* 32: S109-S121, 2007. doi: 10.1139/H07-109.
- 2) 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. doi: 10.1186/1479-5868-7-40.
- 3) Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical activity guidelines advisory committee report, 2008. Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2008. www.health.gov/paguidelines/reports/pdf/committeeReport.pdf.
- 4) World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. *Geneva*: 60, 2010. doi: 10.1080/11026480410034349.
- 5) 竹中晃二. アクティブ・チャイルド60 min. -子どもの身体活動ガイドライン, サンライフ企画, 東京, 2010.
- 6) 笹井浩行, 引原有輝, 岡崎勘造, 中田由夫, 大河原一憲: 加速度計による活動量評価と身体活動増進介入への活用, 運動疫学研究, 17: 6-18, 2015.
- 7) Hikiyama Y, Tanaka C, Oshima Y, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tanaka S. Prediction models discriminating between nonlocomotive and locomotive activities in children using a triaxial accelerometer with a gravity-removal physical activity classification algorithm. *PLoS ONE* 9: e94940, 2014. doi: 10.1371/journal.pone.0094940.
- 8) 内藤義彦: 日常生活における身体活動量の評価: 質問紙による身体活動量評価法, 運動疫学研究, 3: 7-17, 2001.
- 9) 田中千晶, 田中茂穂: 身体活動評価からみた発育発達研究の課題, 子どもと発育発達, 14: 118-128, 2016.
- 10) Okuda M, Yoshitake N, Tanaka S, Kunitsugu I, Tan N, Uechi H, Sasaki S, Hobara T. Validity and reliability of physical activity questionnaire for Japanese students. *Pediatr Int* 53: 956-963, 2011. doi: 10.1111/j.1442-200X.2011.03434.x.
- 11) Chen X, Sekine M, Hamanishi S, Wang H, Gaina A, Yamagami T, Kagamimori S. Validation of a self-reported physical activity questionnaire for schoolchildren. *J Epidemiol* 13: 278-287, 2003. doi: 10.2188/jea.13.278.
- 12) Chinapaw MJ, Mokkink LB, van Poppel MN, van Mechelen W, Terwee CB. Physical activity questionnaires for youth: a systematic review of measurement properties. *Sports Med* 40: 539-563, 2010. doi: 10.2165/11530770-000000000-00000.
- 13) Harro M. Validation of a questionnaire to assess physical activity of children ages 4-8 years. *Res Q Exerc Sport* 68: 259-268, 1997.
- 14) Tremblay MS, Inman JW, Willms JD. Preliminary evaluation of a video questionnaire to assess activity levels of children. *Med Sci Sports Exerc* 33: 2139-2144, 2001.
- 15) Sallis JF, Buono MJ, Roby JJ, Carlson D, Nelson JA. The Caltrac accelerometer as a physical activity mon-

- itor for school-age children. *Med Sci Sports Exerc* 22: 698-703, 1990.
- 16) Booth ML, Okely AD, Chey T, Bauman A. The reliability and validity of the physical activity questions in the WHO health behaviour in schoolchildren (HBSC) survey: a population study. *Br J Sports Med* 35: 263-267, 2001.
 - 17) 高倉 実, 小林 稔, 宮城政也, 小橋川久光, 加藤種一: 児童における身体活動質問項目の信頼性と妥当性: WHO Health Behaviour in School-aged Children Survey 日本語版の場合, 琉球大学教育学部紀要, 69: 199-205, 2006.
 - 18) 山崎公恵, 松岡尚史, 川野辺重之, 藤田幸子, 村田光範: 1990年版性別年齢別身長別体重の検討, 日本小児科学会雑誌, 98: 96-102, 1994.
 - 19) 日本肥満学会編. I 子どもの肥満症の正しい理解, 肥満をどのように判定・評価するか, 体重の増加の判定, 小児の肥満症マニュアル (第1版), 医歯薬出版, 2-11, 2008.
 - 20) Ohkawara K, Oshima Y, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S. Real-time estimation of daily physical activity intensity by a triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *Br J Nutr* 105: 1681-1691, 2011. doi: 10.1017/S0007114510005441.
 - 21) Park J, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Ohkawara K, Watanabe S, Miyachi M, Morita A, Aiba N, Tabata I. Relation of body composition to daily physical activity in free-living Japanese adult women. *Br J Nutr* 106: 1117-1127, 2011. doi: 10.1017/S0007114511001358.
 - 22) Tripette J, Ando T, Murakami H, Yamamoto K, Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M. Evaluation of active video games intensity: comparison between accelerometer-based predictions and indirect calorimetric measurements. *Technol Health Care* 22: 199-208, 2014. doi: 10.3233/THC-140817.
 - 23) Cain KL, Sallis JF, Conway TL, Van Dyck D, Calhoun L. Using accelerometers in youth physical activity studies: a review of methods. *J Phys Act Health* 10: 437-450, 2013.
 - 24) Trost SG, Pate RR, Sallis JF, Freedson PS, Taylor WC, Dowda M, Sirard J. Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Med Sci Sports Exerc* 34: 350-355, 2002.
 - 25) Ishii K, Shibata A, Adachi M, Nonoue K, Oka K. Gender and grade differences in objectively measured physical activity and sedentary behavior patterns among Japanese children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 18: 1254, 2015. doi: 10.1186/s12889-015-2607-3.
 - 26) Van Hecke L, Loyen A, Verloigne M, van der Ploeg HP, Lakerveld J, Brug J, De Bourdeaudhuij I, Ekelund U, Donnelly A, Hendriksen I, Deforche B. Variation in population levels of physical activity in European children and adolescents according to cross-European studies: a systematic literature review within DE-DIPAC. *Int J Behav Nutr Phys Act* 13: 70, 2016. doi: 10.1186/s12966-016-0396-4.
 - 27) 新谷 歩. 感度・特異度, 今日から使える医療統計 (第1版), 医学書院, 東京, 135-159, 2016.
 - 28) DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics* 44: 837-845, 1988.
 - 29) Cohen J. A power primer. *Psychol Bull* 112: 155-159, 1992.
 - 30) Janz KF, Medema-Johnson HC, Letuchy EM, Burns TL, Gilmore JM, Torner JC, Willing M, Levy SM. Subjective and objective measures of physical activity in relationship to bone mineral content during late childhood: the Iowa Bone Development Study. *Br J Sports Med* 42: 658-663, 2008. doi: 10.1136/bjsm.2008.047779.
 - 31) Benítez-Porres J, López-Fernández I, Raya JF, Álvarez Carnero S, Alvero-Cruz JR, Álvarez Carnero E. Reliability and Validity of the PAQ-C Questionnaire to Assess Physical Activity in Children. *J Sch Health* 86: 677-685, 2016. doi: 10.1111/josh.12418.
 - 32) Murphy MH, Rowe DA, Belton S, Woods CB. Validity of a two-item physical activity questionnaire for assessing attainment of physical activity guidelines in youth. *BMC Public Health* 15: 1080, 2015. doi: 10.1186/s12889-015-2418-6.
 - 33) Prochaska JJ, Sallis JF, Long B. A physical activity screening measure for use with adolescents in primary care. *Arch Pediatr Adolesc Med* 155: 554-559, 2001.
 - 34) Web-based assessments of physical activity in youth: considerations for design and scale calibration. *J Med Internet Res* 16: e269, 2014. doi: 10.2196/jmir.3626.
 - 35) Wild D, Grove A, Martin M, Eremenco S, McElroy S, Verjee-Lorenz A, Erikson P. Principles of Good Practice for the Translation and Cultural Adaptation Process for Patient-Reported Outcomes (PRO) Measures: report of the ISPOR Task Force for Translation and Cultural Adaptation. *Value Health* 8: 94-104, 2005. doi: 10.1111/j.1524-4733.2005.04054.x.