

平成 24 年度

順天堂大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文

中国における肥満児の
身体活動量に関する研究

スポーツ健康科学研究科

スポーツ健康科学専攻

鄧 鵬宇

論文指導教員 内藤 久士 教授

合格年月日 平成 25 年 2 月 25 日

論文審査員

主査

伊村 恭子

副査

形本 静夫

副査

内藤 久士

目次

第1章 緒言	1
第2章 関連文献の考証	3
第1節 中国における児童肥満の現状	3
第2節 児童の身体活動量	4
第3節 児童の栄養摂取状況	5
第4節 児童肥満と身体活動量との関係	6
第5節 児童肥満と体力の関係	6
第6節 児童の身体活動量に関する研究方法	7
(1) 直接観察法	7
(2) 二重標識水法	7
(3) 間接カロリーメトリー法	8
(4) 心拍数法	8
(5) 加速度計法	9
(6) 質問紙法	9
第7節 児童の身体活動の測定法における加速度計法の検証	10
(1) 直接観察法と加速度計との関連性	10
(2) 二重標識水法と加速度計法との関連性	10
(3) 間接カロリーメーター法と加速度計法との関連性	11
(4) 心拍数法と加速度計法との関連性	12
第8節 中国の児童の身体活動を研究する意義	12
第3章 研究方法	13
第1節 対象者	13
第2節 調査項目	13
(1) 身体特性	13
(2) 身体活動	13
(3) 運動習慣のアンケート	14
(4) 体力テスト	15
a) 50 m走	15

b) 立ち幅跳び.....	15
c) 握力.....	15
第3節 統計処理.....	15
第4章 結果.....	17
第1節 身体特性.....	17
第2節 歩数.....	17
第3節 身体活動時間.....	17
第4節 平日および休日における運動パターンの違い.....	18
第5節 運動習慣アンケート.....	19
第6節 体力テスト.....	20
第7節 身体活動量と身体特性・体力テストとの関連性.....	20
第5章 考察.....	22
第1節 身体特性.....	22
第2節 身体活動量と肥満度.....	22
第3節 体力テスト.....	25
第4節 本研究の限界.....	25
第6章 結論.....	26
第7章 要約.....	27
謝辞.....	28
引用文献.....	29
英文抄録.....	36
略語表.....	38
表 1~5	
図 1~6	

第 1 章 緒言

児童肥満の増加は全世界的な現象であり、改善の兆しは見られず、悪化の一途をたどっている³⁾。中国では、1978 年から始まった「改革と解放」、「経済中心」などの政策により、国民の生活は急激に豊かになってきた。しかし、この経済成長に伴う生活の利便化や食生活の変化、テレビゲームやコンピュータなどの普及による遊び内容の変化、また、塾や習いごとによる遊び時間の減少は、先進諸外国と同様に生活習慣病の増加を招く結果となった⁵⁶⁾。さらに、児童の運動不足は、筋力や持久力など体力の発達異常を引き起こすだけでなく、肥満を始めとする様々な健康上の問題を引き起こす要因にもなるため³⁾、児童期からの運動習慣の確立に向けた取り組みが必要であることも指摘されている⁵⁹⁾。

現在、中国では、児童の体力低下や肥満児の増加が、将来の問題として発展する危険性が危惧されている²⁸⁾。1985 年から、中国教育部や中国国家体育总局などの 10 部門が、全中国 31 の省・直轄市・自治区の児童に対して 5 年毎に実施している 2010 年の「全国学生体格健康調査」¹²⁾によると、児童の身長、体重、胸囲等の発育指標は向上しているものの、持久力、スピード、瞬発力、握力等の体力指標は低下の一途をたどっており、過体重や肥満率の増加もその一因として指摘されている。さらに、2005 年の中国における肥満児の出現率および地域分布の報告²⁹⁾によると、肥満児および過体重児の割合は 1985 年から 20 年間で急増（都市部の過体重率は男児 2.8 % → 19.3 %、女児 2.4 % → 10.8 %であり、肥満率は男児 2.7 % → 13.2 %、女児 1.7 % → 6.8 %であった）しており、特に都市部において児童肥満が深刻な社会問題となっている。

これに対し中国では、児童の身体活動に関する研究が意欲的に行われるようになってきた。Liu et al³⁴⁾は、直接観察法を用いて、中国における 9 歳 ~ 15 歳の児童・生徒を対象に、授業のある日およびない日の活動時間を調査した。彼らは、全ての児童において、勉強時間は運動時間より長く、小学生の活動時間が少ないことを報告している。また、Tudor et al⁶²⁾は中国の 6 歳 ~ 18 歳児童・生徒を対象として、学校内および学校以外における運動の実施する頻度を調査した。その結果、学校にいる時に運動習慣（ここでいう運動とは、スポーツ授業への参加、隠れん坊など外遊び、スポーツクラブ等を指す）を持つ児童は運動習慣を持たない児童より動いている。一方、運動習慣を持つのに関わらず、学校以外での運動の実施率が少ない傾向を明らかにされている。中国における児童の遊びが従来の外遊びを中心としたものから室内遊びを中心としたものに変化してきている¹³⁾。

このように、外遊びなどで体を動かす時間は減少し、学校外の学習活動や室内遊びの時間
に取って代わられていると考えられる。

児童の日常生活では、「歩」、「走」、「跳」など複数の動作が混合する活動が多く、児童
の活動習慣を適切に評価するために、運動の強度、時間、様式および運動のパターンを正
確に示すことが必要である⁴⁰⁾。したがって、児童、特に肥満児の身体活動量は、単に身
体活動の量が児童の肥満に影響を与えることのみならず、運動強度といった運動の質的な
指標を正確に把握する必要があると考えられる。しかしながら、中国における児童の身体
活動状況、運動習慣および運動時間などを調査したこれまでの研究は、ほとんど質問紙法
により行われているが、児童の運動強度を評価できず、客観性に乏しい点は否定できない
ことが言われている²⁹⁾。近年、加速度計を用いた客観的な身体活動量の測定方法は、児
童においても、エネルギー消費量の推定や身体活動レベルを分類するために用いられてき
た。また、加速度計法は、簡便性および得られた数値の分かりやすさ、客観的な指標とし
ての妥当性^{15,37)}に優れ、かつ、日常生活の制限や装着時の違和感が少ないことから、児童
を対象とした身体活動量を評価するための有用な方法であるとされている²⁾。

そこで、本研究は、加速度計を用いて、中国の児童、特に肥満児における身体活動量の
実態を把握し、彼らの体力・運動習慣と肥満との関連性を明らかにすることを目的とした。

第2章 関連文献の考証

第1節 中国における児童肥満の現状

肥満が新たな健康問題や社会問題として、各国で深刻化している^{8,23)}。肥満の増加は生活習慣、すなわち現代社会における生活様式の変化が大きく関与していると考えられる。児童肥満の問題は日本³⁹⁾や欧米^{14,61,66)}で以前から指摘されてきているが、現在では先進国の問題のみならず、経済発展の続くアジア諸国においても肥満と肥満に起因する疾患が急増しているため^{36,47)}、国際的な課題ととらえることができる。

アメリカの児童肥満の現状は世界的に深刻な状況である。アメリカの CDC (疾病管理予防センター) の統計によると、1970年代には5%前後であった過体重及び肥満の児童(6歳～11歳)は、2000年以後は15%上回り20%に近づき、2008年には児童の3人に1人が過体重か肥満児になる可能性があることが報告された⁶¹⁾。一方ヨーロッパについて英国医師会(British Medical Association)¹⁴⁾は、6歳～10歳の女児においてBMIにより過体重・肥満と判定された者が30%前後にのぼり、近年その増加傾向が続いていることは重大な問題であることを指摘している。また、スウェーデンでは1986年に6歳～11歳の児童の過体重および肥満率は11.5%であり、2001年には23%に達した。フィンランドでは、1977年に男児と女児の過体重率および肥満率は、それぞれ8.3%および4.4%であったが、1999年には19.4%および11.2%に増加した⁸⁾。日本では、9～17歳における男児、11、12、15歳女児の10%以上が肥満傾向児童と判定され、その割合は過去30年間で2～3倍となっていることを報告している^{38,40)}。

世界人口の約20%を占める中国では、過去10年間の体重増加量が、過去30年間の欧米人の体重増加量とほぼ等しく、都市部を中心として児童肥満が増加しつつある¹²⁾。一方で、児童の体力・健康状況は1985年から18年間連続で悪化している。2000年以降、6歳～18歳の児童・生徒の肥満率は15%にまで増加し、中には30%を超えた学校も見られている。児童期の肥満の大部分は成人肥満に移行し¹²⁾、およそ50%～70%が成人期に移行する⁵²⁾。さらに、児童肥満に伴って、糖脂質代謝や血圧などに異常が生ずることは以前から知られている通りであり、Li et al³³⁾は6.2%の中国の児童、すなわち16億の人は過体重・肥満に悩まされ、少なくとも1つの代謝異常を持つ者は75.9%を占め、また、メタボリック・シンドロームである者は、20.4%を占めたことが報告されている。そのた

め、中国教育部は、学校の教育教育に栄養教育を加え、2002年9月から全国の学校で実施される体質教育標準には身体標準体重という評価項目が新設され、身長別に「栄養不良・痩せ、正常体重、過体重および肥満」という基準を作成し、過体重率および肥満率の評価を行っている⁴³⁾。しかも、これまでの先行研究は中国主要都市における児童に限定されるため、将来、児童肥満の予防・減少に対する対策を構築するための手がかりを得るためには、主要な都市部のみならず、中・小規模の都市で児童も対象に調査研究する必要があると思われる。

第2節 児童の身体活動量

多く研究で身体活動（Physical activity: PA）と肥満との関連性が示されるようになり、身体活動の重要性がさらに認められてきた。身体活動量の減少や運動不足は、心血管疾患や糖尿病などの生活習慣病を引き起こす原因の1つとされており⁶⁰⁾、身体活動量の減少に伴う生活習慣病の罹患率の上昇も危惧されている。さらに、発育発達の著しい児童の身体活動・体力の低下は、彼らの健全な発育発達を妨げるだけでなく、生活習慣病の低年齢化や成人期における健康に影響を及ぼすことが考えられている⁵²⁾。そのため、児童における身体活動量の実態を調査することは大変重要である。

諸外国では児童の身体活動量が低い問題にあることに着目し、身体活動増進に関する研究が進められており、数多くのエビデンスに基づいた身体活動指針が報告されている。発育期の児童にとって、1日歩数で評価できる全体量的な身体活動量を高めることに加え、高強度（ ≥ 6 METs）の活動を十分に行うことが重要である⁶⁶⁾。Lewis et al³²⁾は、オーストラリアの9歳～15歳の児童・生徒（男女合計785名）を対象に、1985年と2004年に身体活動量の実施状況や態度に関する質問紙調査を行った。その結果、1985年の児童・生徒と比較して、2004年には自転車通勤する児童の割合が減少し、休み時間に座って友人と雑談する児童の割合が増加したことを報告している。しかしながら、体育授業の実施回数が増え、外遊びを行う時間が増加しており、これらのことから児童の身体活動量が減少しているとは一概に言えないと述べている。

一方で、中国では身体活動増加を促す取り組みが求められており、中国の児童センターの調査によると、1日少なくとも60分の運動を行う児童は2003年の全体の16%を比較して、2012年が23%に増加した。その中で、9歳～13歳の児童および13歳～16歳、16歳～19歳の生徒に対して、体力・運動能力テストそれぞれの達成率は、32.7%、

20.7 %および 12.5 %であったことを報告している⁵⁴⁾。児童の歩数に関する研究は、いくつか報告されており、山内ら⁶⁷⁾は大連市にある小学校および中学校の 5 年生と 8 年生の男女各 20 名ずつ、合計 80 名を対象者として、1 日の歩数について調査したところ、男児は 12032 ± 2178 歩、女児が 11083 ± 1996 歩であったことを報告し、女児の活動量は男児より低く、特に休日の活動量が低かったことを示している。Liu, S. J et.al³⁵⁾は黒龍江のハルビン市内の 2 つ小学校と農村部の 4 つの小学校の 5 ~ 6 年生の男女各 61 名ずつ、合計 488 名を対象者として歩数を測定した。その結果、都市部では、児童らが勉強に追われる時間が多いことや屋外遊びが少ないことを報告した。また、Liu et al²⁴⁾は上海市の 5 年生の男女合計 345 名を対象とした研究で、肥満児が 12102 歩、非肥満児が 16855 歩であったことを報告している。その原因は、政府から体育授業が要求されたにもかかわらず、非活動である児童および肥満児においては、週に 2 回の体育授業を要求されても、実施していない実態になると述べている。

これらの研究は、中国の児童、特に肥満児における運動の実施率が低い傾向であることを示している。

第 3 節 児童の栄養摂取状況

肥満の要因は、摂取カロリーと消費カロリーのアンバランスであり、栄養・食生活の観点から、肥満との関連について種々の研究が行われている。Wang et al⁶⁹⁾は小学校 4~5 年生を対象に、栄養調査を行った。その結果、男児の肥満児では、間食の頻度が多く、早く食事をする特性が見られ、女児の肥満児では、間食の頻度が多い傾向をしめされたことを報告している。間食の頻度が多く、インスタント食品を食べる頻度が多いことは、血糖値の上昇を引き起し、肥満の発生につながることを指摘している。一方、栄養摂取量については、肥満児と非肥満児では有意な差が見られなかった報告²⁶⁾もある。

児童の日常生活における、保護者、特に母親に依存しており、保護者の栄養・食習慣がそのまま児童に影響を及ぼしている⁵¹⁾。保護者の栄養・食習慣が関与する食習慣ものだが、肥満の一要因として報告され、栄養・食生活の影響を見逃すこともできないが、日常生活における児童の活動量は、低い傾向を示すことが報告されており、運動不足が児童肥満の大きな要因となっていると考えられる。したがって、肥満児において、エネルギー消費量を増やし、肥満を改善するためにも、運動量の確保が必要となり、そのために運動量を増やす手段を講じなければならない。

第4節 児童肥満と身体活動量との関係

児童肥満の問題は欧米で以前から指摘されており、現在においても肥満率が高止まりしていることから、身体活動量と児童肥満との関係の検討や予防プログラムの開発を目的とした研究が積極的に行われている。Gemma et al³⁰⁾は加速度計を用いて7歳の児童を対象に2年間にわたる追跡調査を行い、身体活動量と血圧との関連性を検討した。その結果、最初の1年間および次の追跡調査において中高強度身体活動 (Moderate to Vigorous Physical activity: MVPA) と血圧との間には有意な負の相関関係が認められた。また、体重の要因を調整しても、MVPAが1日に15分増加すると、拡張期血圧が0.55 mmHg減少した。このことから、7歳ぐらいの児童における高いMVPAと血圧との間に強い因果関係があることを示唆している。Catherine et al¹⁰⁾はアメリカの9歳～14歳の児童・生徒10769名 (男児4620名, 女児6149名) を対象に、質問紙法を用いて食習慣、身体活動および余暇活動に関する調査を、1996年と1997年に縦断的に研究した。その結果、女児において、身体活動量が少ない児童・生徒ほど、1年間でよりBMIが増加しているものの、男児においてはこの傾向が見られなかったことを報告している。

第5節 児童肥満と体力の関係

体力とは、人間の活動や生存の基礎となる能力とされており、体の機能を維持し運動する身体的要素と活動に対する意志や意欲、判断などの精神的要素¹¹⁾にわけることができる。Katrina et al¹⁷⁾は375名 (男児182名, 女児193名) を対象に、メタボリック・シンドロームと体力レベルおよびメタボリック・シンドロームとBMIとの間の相関関係を検討した。その結果、体力の高い肥満児は体力の低い肥満児より、メタボリック・シンドロームスコアが低く、肥満児において、メタボリック・シンドロームのスコアと体力レベルとの間に負の相関関係が示された。したがって、児童の体力レベルの増加は、児童肥満のリスクを減少させる1つ方法であることを報告している。Hurtig et al²⁷⁾は9歳～10歳の児童 (男児295名, 女児295名) および15歳～16歳の生徒 (男児233名, 女児203名) を対象に、心肺持久力と循環器疾患の危険因子との関連性を検討し、いずれの年齢および性別においても、それらの間には有意な関係が見られたことを報告している。また、幼児から思春期までの健康な児童・生徒について、心肺持久力と循環器疾患の危険因子の間には高い負の相関関係があることを報告している。Fisher et al²²⁾は一軸の加速度計から得

られた各強度の身体活動時間と 15 項目からなる基礎運動機能テストの得点との関連性を検討した。その結果、関連性は低いが有意な正の相関 ($r = 0.18, p < 0.001$) があり、最も運動技能得点の高い群が最も低い群よりも有意に中高強度の身体活動時間が長かった ($p < 0.05$)。したがって、制限された中高強度の身体活動は児童の運動発達の妨げるとなる。または運動機能の乏しい児童は中高強度の身体活動が制限されている可能性があることを報告した。

第 6 節 児童の身体活動量に関する研究方法

(1) 直接観察法

直接観察法は、身体活動を多面的に測定する際に非常に優れている⁴⁵⁾。この方法は、調査者が被験者の実際に行っている活動を直接観察し、特定の記録紙に時間経過を追って記入し、強度と時間から運動量を算出する方法であり、活動の種類、活動を行った環境、活動に関連する社会的交流の程度までも判別できる。また、直接観察法は特殊な機器を必要としないため、対象者に負担をかけないが、測定の精度を高めるためには、あらかじめ対象者で測定基準を一致することで、在現性が確報される。しかし、時間的・空間的範囲に限界があり、同時に大規模の測定をすることが困難である。また、活動の変化を与える影響といった問題点があげられる。Puhl et al⁴⁶⁾は児童を対象として、直接観察法から生じたデータの数が少なく、短期間運動パターンおよび急変の身体活動を捉える観察技術は児童の研究にとって極めて重要であると示唆している。

(2) 二重標識水法

DLW (Doubly labeled water, DLW) 法は、適切なエネルギー消費量の測定方法であり⁵⁵⁾、 $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ という通常の水 ($^1\text{H}_2^{16}\text{O}$) とは原子量の異なる水素と酸素からなる“水”の同位体である。二重標識水は自然界にもごく微量に存在し、さらに、放射性同位体とは異なり、分裂して無害であることから安全性の確保された“水”である。DLW は沸点の差により通常の水から生成され、実際の測定では、体内の濃度が通常の 2 倍程度になるような量の二重標識水を飲み、その後の体内濃度 (体内と尿内の二重標識水濃度は等しいと考えられるため、尿内の濃度を測定する) の変化を質量分析法により定量化する。摂取された水素は水として排出される。一方、酸素は水と二酸化炭素に代謝されるので、その差は二酸化

炭素の排出量となる。二酸化炭素排出量を除すと、酸素摂取量が求められ、それからエネルギー消費量が計算される^{50,55)}。これは、対象者を拘束しないでエネルギー消費量が測定できる理想的な方法である。しかし、この方法は1人分の二重標識水(約200 mL)の価格が10万円～15万円であり、さらに質量分析器が一台3000万円程度することから、このような研究を多人数の対象者で実施することは困難である。また、測定期間中、数回にわたり採尿を行う必要があることから、特に活動強度を間欠的に行う児童を対象とするには実施が難しく、身体活動の強度が確認できないとされている²⁵⁾。

(3) 間接カロリメトリー法

間接カロリメトリー (Indirect calorimetry) 法は、被験者の呼気中の酸素濃度、二酸化炭素濃度および換気量を測定することによりエネルギー消費量を正確に算出する方法である。被験者の安静時、あるいは活動中の呼気を採取するために、マスクおよびダグラスバック、携帯型の呼気ガス分析器、または密閉された室内で連続して空気を分析する間接カロリメーターなどが用いられる。しかし、測定中に飲食ができず、採気マスクの着用により身体活動に多少の制限が加えられ、個人の生活実態を反映した日常のエネルギー消費量が必ずしも反映されない⁵³⁾。児童に装着させることは身体にかなりの負担となる可能性がある。

(4) 心拍数法

心拍数 (Heart Rate Monitors: HR) 法は、生理学的指標として、身体活動量を測定するためによく用いられている。また、身体活動量を直接測定することはできないが、心拍数は酸素摂取量やエネルギー消費量と高い相関関係を示すため、それらの関係式から身体活動量や強度を客観的に測定できる方法である。近年、心拍数は、長時間の記録が可能となり、機器の装着が比較的容易で、1分未満の短い間隔でデータ収集が可能であり、経時的变化を観察することができる。しかし、心拍数は個人差が生じやすいという問題があるため、個人の酸素摂取量と心拍数との関係式を作成する必要がある。また、興奮や不安といった精神的ストレス、外的環境、刺激物の入った食事のような因子が安静時や低強度の身体活動における心拍数に影響を与えてしまう欠点を持つ¹⁸⁾。

(5) 加速度計法

加速度計法は、一軸、二軸あるいは三軸の加速度センサーを内蔵し、ある時間毎に身体の重心加速度を計測する装置を用いた測定方法である。加速度計は身体活動の強度、頻度、時間やそれに伴うエネルギー消費量を算出することができる²¹⁵⁾。さらに、容易に測定でき、心拍数法で必要な個人の関係式を必要とせず、間接カロリメトリーター法で用いられる機器よりも安価であり、他の測定法では難しい活動カテゴリー別の身体活動時間を計測することができる。しかしながら、物を運ぶことや傾斜のある場所で歩行・走行する際に増加するエネルギー消費量や、乗り物で移動する際のエネルギー消費量を正確に測定することができないこと、また、上半身のみ動作に反応しないこと、さらに、入浴、水泳など生活行動を測定することができないことが問題点として挙げられる。

(6) 質問紙法

質問紙法は、質問に対し自分で記入する方式の自己記入法と、第三者によって質問され記録される方式のインタビュー法がある。質問紙法は、日記法、聞き取り法、思い出し法、自己評価法など身近な者が記録する方法であり⁵³⁾、大規模な疫学研究で用いられる。日々の行動記録から各動作に費やした時間を算出し、各動作時のエネルギー代謝率から推定されるエネルギー消費量を当てはめて合計するものであり、このような計算を用いて一日における全ての行動の消費エネルギーを求める。しかし、やや繁雑で不正確になりやすい傾向があり、個人の運動能力を考慮せず、各運動の平均的運動強度から概算した数値の合計であるため、個人差としては年齢・性別や体重しか反映されないという欠点がある。また、児童の活動は複雑であるため⁹⁾、記録の仕方によって測定の精度に大きな誤差が生じる可能性がある。これらのことから、質問項目の設定や記録する対象者への配慮を十分に検討する必要がある。

以上のことから、直接法は一般的に評価法として信頼性および妥当性の点で優れており、特に身体活動量に伴う消費カロリーを直接測定する方法は他の方法に比べて、精度が優れている。間接法は身体活動量の評価としての信頼性にやや問題があるものの、少ない費用で短期間に多くの対象者から身体活動量に関する多様な情報を得ることができるため、疫学研究で最も多く用いられている評価法である。しかし、児童の身体活動は一定の運動を

長時間行うことは少なく、「活動が間欠的」であることから⁹⁾、児童の身体活動量の評価には、より客観的な方法を用いて評価するほうが望ましいと思われる。

第7節 児童の身体活動の測定法における加速度計法の検証

児童の身体活動を測定する方法として加速度計の妥当性を検討するために、他の測定方法との関連性が検討されている。

(1) 直接観察法と加速度計との関連性

日常生活における生活様式を直接測定する直接観察法において、Aminian et al⁴⁾は児童の腰部に装着した歩数計 (Digi - Walker SW - 200, Yamax Corporation, Tokyo, Japan) と一軸加速度計 (Activ PAL Technologies, Ltd, UK) からそれぞれ得られた歩数および身体活動量を 15 秒ごとに 4 つの身体活動強度に分類する直接観察法の得点を検討した。その結果、一軸加速度計から算出された活動量と直接観察法の得点に有意な正の相関関係 ($r = 0.88 \sim 1.00$) が見られたが、歩数計とは相関関係を示さなかった。そのため、直接観察法で比較する場合、一軸加速度計は歩数計よりも総エネルギー消費量を正確的に測定できることが示された。

(2) 二重標識水法と加速度計法との関連性

足立ら²⁾は二重標識水法で測定した 1 日の総エネルギー消費量とダグラスバッグ法による安静時代謝量から算出した運動時の活動エネルギー代謝量と児童の腰部に装着した一軸の加速度計 (lifecorder, Suzuken, Nagoya, Japan) から測定した身体活動量との関連性を検討した結果、加速度計から算出される歩数および運動強度と単位体重あたりの活動エネルギー代謝に有意な正の相関関係があり ($r = 0.78$)、特に、高強度運動と単位体重あたりの活動エネルギー代謝との間の相関係数は 0.8 を超えることから、一軸の加速度計は児童の身体活動量を評価することができることを示唆した。Ekelund et al¹⁹⁾は児童の腰部に装着した一軸の加速度計 (Computer Science and Application's Inc. Shalimar, FL) から算出された加速度計値および総エネルギー消費量、運動量と二重標識水法から得られた総エネルギー消費量との関連性と検討した。その結果、二重標識水法から得られた総エネルギー消費量および運動量は有意な正の相関関係 ($r = 0.39$, $r = 0.54$) を示すことから、一軸の

加速度計は身体活動の評価に有用な機器であることを報告した。また、Hoos et al ²⁵⁾は三軸の加速度計 (Tracmor2, Philips Research, Eindhoven, The Netherlands) を、児童の腰部に 2 週間連続的に装着した。二重標識水法で得られた結果は総エネルギー消費量と有意な相関関係 ($r = 0.79$) を示した。したがって、児童の身体活動量は二重標識水法および加速度計法により得られた結果が一致していると考えている。

(3) 間接カロリーメーター法と加速度計法との関連性

足立ら ²⁾は小学 3 年生から高校生までの各年代の児童・生徒総計 419 名を対象に、加速度計を用いて、歩行または走行スピードを $75 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $120 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ の各ステージ 4 分ずつ運動する漸増負荷のフィールドテストを行った。その結果、ライフコーダ強度は $75 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $120 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ と直線的に増大するが、 $120 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ と $150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ の間ではプラトーとなることが認められた。ライフコーダ強度と歩行、または走行スピードとの関係を二次回帰した場合、各年代とも寄与率が 0.9 を越える有意な強い相関関係が認められた。また、吉武ら ⁶⁸⁾は 6 歳の児童を対象に、加速度計法による歩・走時の活動強度およびエネルギー消費量の推定を行った。安静および歩・走時のエネルギー消費量 (酸素摂取量) の測定はダグラスバッグ法を用いた。その結果、歩・走行スピードと酸素摂取量および加速度計による強度との間にそれぞれに有意な正の相関関係が認められた。Dencker et al ¹⁶⁾は最大自転車エルゴメーター試験で児童の腰部に装着した一軸加速度計 (Manufacturing Technology, Inc) から得られた運動強度との関連性を検討した。その結果、男女ともに加速度計から算出された強度と酸素摂取量に有意な正の相関関係 (男児 $r = 0.32$ 、女児 $r = 0.23$ 、 $p < 0.05$) を示したため、一軸の加速度計は児童における身体活動量を評価できることが示唆された。Puyau et al ⁴⁶⁾は 26 名の児童・生徒の腰部および足部に装着した一軸の加速度計 (CSA Actigraph monitor, Manufacturing Technologies Inc) と二軸の加速度計 (Mini-Mitter Actiwatch Monitors) を用いて、身体活動量と間接カロリーメーターによるエネルギー消費量との関連性を検討した。その結果、それぞれの身体活動量とエネルギー消費量の間には、有意な正の相関関係 (相関係数の平均値: $0.66 \sim 0.89$) が見られ、エネルギー消費量から算出された運動強度を各加速度計で表せられることから、一軸および二軸の加速度計は身体活動の評価に有用な機器であることを報告した。これらのことから、加速度計法は、間接カロリーメーター

法から得られた総エネルギー消費量との相関係数が比較的高く、児童の身体活動量を測定する妥当な方法であると考えられる。

(4) 心拍数法と加速度計法との関連性

Eston et al²⁰⁾は三軸の加速度計 (TriTrac - R3D, Professional Products, Reining, Madison, WI) と一軸の加速度計 (WAM accelerometer, Computer Science Applications, Shalimar, FL) を用いて得られた活動量と、携帯型心拍計から算出されたエネルギー消費量との関連性を検討した。その結果、2つの加速度計から得られた身体活動量と心拍数法で有意な正の相関 ($r=0.85, p<0.01, r=0.79, p<0.01$) が示された。

第8節 中国の児童の身体活動を研究する意義

前述したように、欧米では児童の身体活動量の実態とその関連要因に関する研究が多く実施されており、児童の身体活動量増加を促す介入も実施されている。一方で、中国では児童を対象とした身体活動の実態に関する調査が報告され、その状況から児童の身体活動量のガイドライン策定の重要性が指摘されているものの、児童の身体活動量とその関連要因についての詳細な検討は極めて少なく、また、肥満児の身体活動量に関する研究についても限られた報告がなされているのみである。そのため、中国における児童の身体活動量のガイドライン策定の根拠となる科学的エビデンスはいまだ不十分な状況にあり、今後早急に中国の児童の身体活動量に関する基礎的データを蓄積し、それらに基づく介入研究、特に肥満児を対象とした身体活動量の促進に関する研究を実施することが急務の課題であると考えられる。

第 3 章 研究方法

第 1 節 対象者

本研究は中国湖南省・婁底市第一小学校を対象校とした。婁底市は人口 400 万人、面積は約 8177 km²であり、年間平均気温は約 17℃の都市である。

2011 年 6 月、同市の教育委員会に調査の主旨や方法を説明し、調査協力を求めた。教育委員会の承認後、学校長に研究の主旨や方法を口頭で説明し参加の承諾を得た。その後、対象校の学校長、クラス担任との話し合いの下、対象学年を小学 2 年生、調査期間を 2012 年 3 月～4 月（気温 18.4℃、湿度 83.4%）とした。

本研究は、学校に在籍している児童 132 名（男児 67 名、女児 65 名）のうち、研究への参加について同意が得られた 110 名（男児 60 名、女児 50 名、同意率 80.1%）に対して調査および測定を行った。なお、本研究は、順天堂大学院スポーツ健康科学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施された。

第 2 節 調査項目

(1) 身体特性

身長計測には携帯用のスタジオメーター（TCS-200・RT, YaoYi, Shanghai, China）を、体重計測には携帯用のデジタル計（TCS-200・RT, YaoYi, Shanghai, China）を用い、通常の授業を実施している時間帯に行った。児童は素足になり、身長計の支柱に踵を揃えてつけ、床面から頭頂点までの垂直距離を計測した。また、体重を測る際、児童はTシャツおよびズボンを着た状態で計測するように指示した。参加した児童の身長と体重から体格指数である Body Mass Index（BMI = 体重・身長⁻² (kg・m⁻²)) を算出し、中国肥満調査学会の定めた評価区分³³⁾を用いて普通児、過体重児および肥満児に分類した。なお、過体重および肥満の BMI 判定基準を表 1 に示した。

(2) 身体活動

児童の身体活動量は、加速度を検出する一軸加速度計（Lifecorder EX, Suzuken, Nagoya, Japan, 72.5×41.5×27.5mm, 重量 60 g）を用いて測定した。ライフコーダは、加速度の大きさと周期から、設定している運動強度（低強度、中強度および高強度）を算出

することができ、強度別の活動時間は内蔵された加速度センサーにより身体の上下運動を4秒毎に9段階の活動強度を記録している。身体活動量の測定は体力テスト前に行い、装着日と回収日を除いて、4日間（平日2日間、休日2日間）連続的に記録した。先行研究に従い¹⁾、一軸加速度計（Lifecorder EX, Suzuken, Nagoya, Japan）の示す活動強度1から3を低強度身体活動（Light Physical Activity: LPA）、活動強度4から6を中強度身体活動（Moderate Physical Activity: MPA）、運動強度7から9を高強度身体活動（Vigorous Physical Activity: VPA）とし、総運動時間はLPA、MPAおよびVPAの3つの運動時間の合計から算出した。児童およびその保護者に対し、ライフコーダは入浴時および就寝時を除き、起床時から就寝まで一日中右腰部付近に装着するように口頭および書面で説明した。身体活動量の測定は、予備実験により平日（月曜日～金曜日）における児童たちの身体活動量はいずれの日にも差が見られなかったことを確認した上で、木曜日と金曜日を平日（授業日）、土曜日と日曜日を休日（非授業日）として分類した。なお、ライフコーダの設定はあらかじめ行い、測定期間中は設定を変えないように指示した。

(3) 運動習慣のアンケート

児童の運動習慣は、選択記述式の質問紙を用いて評価した（表2）。評価項目については、朝食の有無、スポーツが好きかどうか、好きな運動の項目、週に何回スポーツを行う、遊び相手の人数、学校以外のクラブへ参加するおよび主に遊び場所であった。例えば、「スポーツが好きですか？」という質問に対し、“好き”および“嫌い”の2択で回答を得た。また「好きなスポーツ」という質問に対し、“バスケ、サッカー、バレーボールなど”、“バドミントン、卓球、テニスなど”、および“ダンス、水泳、ランニングなど”の3択で回答を得た。「週に何回スポーツを行いますか？」という質問では、“1回”、“2回”および“3回以上”の3択で回答を得た。「一緒に遊ぶ仲間は何人ですか？」という質問では、“1人～2人”、“3人～4人”および“5人以上”の3択で回答を得た。「学校以外のクラブ活動へ参加しますか？」という質問では、“ある”および“ない”の2択で回答を得た。そして、「主にどこで遊びますか？」という質問に対し、“屋外”“室内”および“家”の3択で回答を得た。

(4) 体力テスト

本研究では、参加した児童に対して、小学校にあるグラウンドにおいて体力テストを行った。文部科学省の新体力テストで行われているテストを参考に、50 m走、立ち幅跳びおよび握力の3つの体力項目を行った。全ての児童はテストに慣れるために、測定の一週間前から、3つのテスト項目の練習を行った。

a) 50 m走

スタートはクラウチングスタートで行い、声を発すると同時に旗を上から下へ振り下ろすことによって合図を出した。スタートの合図からゴールラインに胴が到達するまでに要した時間を計測した。また、児童の中には50 mのゴールラインより前で減速してしまう児童がいるため、すべての児童に対してゴールライン前方5 mのラインまで走るように指示した。測定は1回行い、記録は1/10秒未満は切り上げて1/10秒単位で表した。

b) 立ち幅跳び

両足の内側を軽く開いて立ち、助走をつけず、腕や身体で十分反動をつけて前方上方向に跳躍させた。踏み切り線から着地した足の踵までの垂直距離を巻き尺にて計測した。測定は2回実施し、記録の良い方の数値を採用した。単位はcmで表した。

c) 握力

小児用複針スメドレー式握力計を用いて、対象者の握力を測定した。児童は、人差し指の第二関節がほぼ直角になるように、握り幅を調節して握力計を握った。両足を肩幅に開いて直立姿勢をとり、両腕を体側に沿って自然に下げ、握力計が身体に触れたり、振り回したりしないようにし、力いっぱい握りしめるよう指示した。右手の握力から左右交互に、それぞれ2回ずつ測定し、左右とも良い方の値を記録とした。単位はkgとし、0.5 kg未満は切り捨てとした。

第3節 統計処理

本研究では、得られた身体活動量のデータから、平日において朝7時から午後7時以降の12時間以上、休日において朝7時から午後5時以降の10時間以上測定されたデー

タのみを採用し、平日あるいは休日いずれのかのデータが得られなかった被験者 14 名のデータを排除した。そのため、最終的な分析には 94 人（男児 51 名、女児 43 名、平均年齢: 7.6 ± 0.4 歳）のデータを用いた。

統計処理は SPSS Statistics version 20.0 (SPSS Inc., IBM, USA) を用いて行った。本研究で得られた全ての値は、平均値 \pm 標準偏差で示した。児童の身体特性（身長、体重および BMI）および体力テストの性差は、対応のない student の t-test を用いた。また、身体活動量（歩数, MVPA）の分析は、二元配置反復測定分散分析（被験者間要因: 男児 vs. 女児, 被験者内要因: 平日 vs. 休日）を用いた。さらに、男女別の体型（普通児、過体重児および肥満児）、身体活動量（歩数および MVPA）および体力テストの分析には、二元配置反復測定分散分析（被験者間要因: 普通児 vs. 過体重児 vs. 肥満児, 被験者内要因: 平日 vs. 休日）を用いた。児童の運動パターンについて、平日は登校、授業時間（午前）、お昼休み、授業時間（午後）および放課後 5 つのカテゴリーに分け、休日は午前と午後に分けた後、それぞれのカテゴリーにおける体型間の比較に一元配置分散分析（対応なし）を用いた。分散分析により有意な差が認められた場合、必要に応じて Bonferroni 補正を用いた対比較を行った。さらに、BMI vs. 身体活動量、BMI vs. 体力テストおよび身体活動量 vs. 体力テストとの相関関係をピアソンの積率相関係数を用いて決定した。統計処理の有意水準は $p < 0.05$ とした。

第4章 結果

第1節 身体特性

対象者の年齢および身体特性を表2に示した。男児は年齢 7.7 ± 0.3 歳, 身長 128.1 ± 5.5 cm, 体重 28.9 ± 5.2 kg, BMI 17.5 ± 2.1 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ であり、女児は年齢 7.5 ± 0.4 歳, 身長 126.0 ± 5.3 cm, 体重 26.8 ± 4.3 kg, BMI 17.5 ± 2.1 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ であった。年齢、身長およびBMIにおいては男女間に有意な差が見られなかったが、男児の体重は女児よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。

体型間の身長、体重およびBMIは表2に示した通りである。男児において、肥満児の身長、体重およびBMIは過体重児および普通児より有意に高かった (普通児 7.8 ± 0.3 歳, 126.8 ± 5.0 cm, 26.0 ± 2.4 kg, 16.1 ± 0.6 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 過体重児 7.7 ± 0.3 歳, 126.8 ± 4.8 cm, 29.1 ± 2.6 kg, 18.1 ± 0.6 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 肥満児 7.5 ± 0.2 歳, 133.4 ± 4.8 cm, 37.4 ± 3.9 kg, 21.0 ± 1.3 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $p < 0.05$)。女児においては、肥満児の体重およびBMIは過体重児および普通児よりも有意に高かった (普通児 7.4 ± 0.4 歳, 124.6 ± 5.3 cm, 24.4 ± 2.4 kg, 15.7 ± 1.0 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 過体重児 7.7 ± 0.3 歳, 128.0 ± 5.0 cm, 29.2 ± 2.6 kg, 17.8 ± 0.5 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 肥満児 7.5 ± 0.4 歳, 128.6 ± 4.3 cm, 34.0 ± 3.4 kg, 20.5 ± 1.3 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $p < 0.05$)。

第2節 歩数

男児および女児の1日の歩数をそれぞれ図1および2に示した。平日では普通児 20003 ± 1805 歩、過体重児 19189 ± 2336 歩および肥満児 16436 ± 1980 歩、休日では普通児 15288 ± 4665 歩、過体重男児 14722 ± 3634 歩および肥満男児 12270 ± 2472 歩であり、平日・休日ともに肥満児の歩数が普通児・過体重児より有意に低かった ($p < 0.05$)。一方、女児では、平日は普通児 15065 ± 2983 歩、過体重児 16444 ± 2443 歩および肥満児 14462 ± 1795 歩であり、休日は普通児 12499 ± 2291 歩、過体重児 13088 ± 2753 歩および肥満児 10069 ± 1597 歩であり、いずれにおいても体型間に有意な差は見られなかった。

第3節 身体活動時間

男児および女児の1日の総運動時間を表2に示した。平日では、普通児 190.3 ± 21.2 分、過体重児 188.3 ± 30.1 分および肥満児 157.4 ± 18.3 分、休日では普通児 148.9 ± 44.3 分、過

体重児 141.8 ± 36.9 分および肥満児 125.7 ± 29.6 分で、休日・平日ともに肥満児の総運動時間が普通児より有意に低かった。一方、女兒では、平日が普通児 147.4 ± 30.8 分、過体重児 162.7 ± 27.2 分および肥満児 137.7 ± 16.3 分で、休日が普通児 126.5 ± 24.2 分、過体重児 134.1 ± 28.0 分および肥満児 100.1 ± 15.1 分であり、いずれにおいても体型による有意な差は見られなかった。

男児および女兒の1日のMVPAをそれぞれ図3および4に示した。男児では、平日は普通児 81.6 ± 15.1 分（総身体活動時間の43.5%）、過体重児 76.2 ± 8.9 分（総身体活動時間の41.0%）および肥満児 65.9 ± 8.5 分（総身体活動時間の42.0%）、休日では普通児 61.7 ± 23.7 分（総身体活動時間の40.9%）、過体重児 60.3 ± 19.1 分（総身体活動時間の42.3%）、および肥満児 48.9 ± 19.2 分（総身体活動時間の38.2%）であり、休日・平日ともに肥満児のMVPAは普通児より有意に低かった（ $p < 0.05$ ）。一方、女兒では、平日が普通児 57.7 ± 17.1 分（総身体活動時間の39.0%）、過体重児 64.1 ± 13.0 分（総身体活動時間の39.3%）および肥満児 57.5 ± 9.8 分（総身体活動時間の42.1%）、休日が普通児 50.1 ± 14.7 分（総身体活動時間の39.5%）、過体重児 53.6 ± 18.3 分（総身体活動時間の39.6%）および肥満児 41.6 ± 6.8 分（総身体活動時間の41.7%）であり、いずれにおいても体型間による差は見られなかった。

第4節 平日および休日における運動パターンの違い

平日・休日における各群の単位時間ごとの運動パターンをそれぞれ図5および6に示した。全ての時間帯について、平日では登校、授業（午前）、昼休み、授業（午後）および放課後5つの部分に分け、休日では午前および午後2つの部分に分類した。その結果、男児では、平日の登校、授業（午前）および昼休み、また、休日の午前間で、普通児は肥満児よりも活動的であった（いずれも $p < 0.05$ ）。一方、女兒では、いずれの時間帯においても、普通児、過体重児および肥満児の間に有意な差は見られなかった。男女を比較すると、平日・休日ともにすべての時間帯において男児は女兒よりも活動的であった（ $p < 0.05$ ）。

第5節 運動習慣アンケート

対象者の体型と運動習慣との関係を表3に示した。「スポーツが好きですか？」について、「好き」と答えた児童は、男児では普通児30名(100%)、過体重児11名(100%)、肥満児10名(100%)であった。一方で、女児では普通児21名(77.8%)、過体重児9名(90.0%)、肥満児5名(81.0%)、「嫌い」と答えた女児は普通児6名(22.2%)、過体重児1名(10%)、肥満児1名(16.7%)であった。

「好きなスポーツ」について、「バスケ、サッカー、バレーボールなど」と答えた児童では、男児は普通児13名(43.3%)、過体重児4名(36.4%)、肥満児5名(50.0%)、女児では過体重児1名(10.0%)であった。「バドミントン、卓球、テニスなど」と答えた児童では、男児は普通児9名(30.0%)、過体重児4名(36.4%)、肥満児3名(30.0%)、女児では普通児14名(51.9%)、過体重児1名(10.0%)、肥満児1名(16.7%)であった。また、「ダンス、水泳、ランニングなど」と答えた児童は、男児では普通児8名(26.7%)、過体重児3名(24.2%)、肥満児2名(20.0%)、女児では普通児13名(48.1%)、過体重児8名(80.0%)、肥満児5名(83.3%)であった。

「週に何回スポーツを行いますか？」について、「1回」と答えた児童は、男児では普通児6名(20.0%)、過体重児1名(9.1%)、肥満児2名(20.0%)、女児では普通児12名(44.4%)、過体重児7名(70.0%)、肥満児5名(83.3%)であった。「2回」と答えた児童は男児では普通児18名(60.0%)、過体重児7名(63.6%)、肥満児7名(70.0%)、女児では普通児13名(48.1%)、過体重児3名(30.0%)、肥満児1名(16.7%)であった。また、「3回以上」と答えた児童は、男児では普通児6名(20.0%)、過体重児3名(27.3%)、肥満児1名(10.0%)、女児では普通児2名(7.4%)であった。

「一緒に遊ぶ仲間は何人ですか？」について、「1人～2人」と答えた児童はいなかった。「3人～4人」と答えた児童は、男児では普通児19名(63.3%)、過体重児7名(63.6%)、肥満児6名(60.0%)、女児では普通児17名(63.0%)、過体重児7名(70.0%)、肥満児4名(66.7%)であった。また、「5人以上」と答えた児童は、男児では普通児11名(36.7%)、過体重児4名(36.4%)、肥満児4名(40.0%)、女児では普通児10名(37.0%)、過体重児3名(30.0%)、肥満児2名(33.3%)であった。

「学校以外のクラブ活動に参加しますか？」について、「ある」と答えた児童は、男児では普通児7名(23.3%)、女児では普通児3名(11.1%)であった。また、「ない」と答え

た児童は、男児では普通児 23 名 (76.7 %)、過体重児 11 名 (100 %)、肥満児 10 名 (100 %)、女児では普通児 24 名 (88.9 %)、過体重児 10 名 (100 %)、肥満児 6 名 (100 %) であった。

「主にどこに遊びますか」について、“屋外”と答えた児童は、男児では普通児 30 名 (100 %)、過体重児 11 名 (100 %)、肥満児 10 名 (100 %)、女児では普通児 22 名 (81.5 %)、過体重児 7 名 (70.0 %)、肥満児 4 名 (76.7 %) であった。“室内”と答えた児童は、男児では 0 名 (0 %)、女児では普通児 5 名 (18.5 %)、過体重児 3 名 (30.0 %)、肥満児 2 名 (33.3 %) であった。“家”と答えた児童は、男女ともに 0 名 (0 %) であった。

第 6 節 体力テスト

対象者の体力テストの結果を表 2 に示した。50 m 走、立ち幅跳び、握力の実測値は、それぞれ男児 10.5 ± 1.0 秒、女児 10.4 ± 1.0 秒、男児 117.0 ± 13.6 cm、女児 114.1 ± 11.6 cm、男児 10.2 ± 2.4 kg、女児 9.8 ± 2.8 kg であり、いずれの項目においても性差は見られなかった。

体型による分類後の体力テストの結果を表 2 に示した。50 m 走 (男児: 普通児 10.4 ± 0.9 秒、過体重児 10.9 ± 1.0 秒および肥満児 10.4 ± 0.9 秒、女児: 普通児 10.2 ± 1.1 秒、過体重児 10.6 ± 0.8 秒および肥満児 10.4 ± 0.7 秒) および立ち幅跳び (男児: 普通児 118.0 ± 14.0 cm、過体重児 112.9 ± 13.9 cm および肥満児 120.2 ± 12.0 cm、女児: 普通児 114.4 ± 12.1 cm、過体重児 111.2 ± 12.3 cm、肥満児 117.7 ± 8.8 cm) は、男女において体型間で有意な差は見られなかった。しかし、握力は男女ともに肥満児が過体重児・普通児より有意に高かった (男児: 普通児 9.5 ± 1.8 kg、過体重児 10.5 ± 3.4 kg および肥満児 12.3 ± 1.5 kg、女児: 普通児 9.3 ± 2.3 kg、過体重児 9.2 ± 2.4 kg および肥満児 13.2 ± 4.0 kg) ($p < 0.05$)。

第 7 節 身体活動量と身体特性・体力テストとの関連性

男児および女児における体格 (体重および BMI) および体力テストと身体活動量 (歩数および MVPA) との相関係数をそれぞれ表 4 および 5 に示した。その結果、男児では、BMI と握力との間に有意な正の相関関係 ($r = 0.43, p < 0.05$) が見られ、BMI と歩数との間に有意な負の相関関係 ($r = -0.43, p < 0.01$) を認められた。一方、女児では、BMI と握

力との間に有意な正の相関係数 ($r = 0.36, p < 0.05$) が見られ、握力と歩数との間に有意な負の相関係数 ($r = -0.31, p < 0.05$) が認められた。

また、体重を制御因子として身体活動量と体力テストとの偏相関係数の結果をそれぞれ表 4 および 5 に示した。その結果は男女ともにいずれの項目において有意な相関関係が認められなかった。

第 5 章 考察

中国国内における小学校低学年を対象とした調査は少ない。そのため、本研究は中国の人口規模として中間規模の地方都市における公立小学生の 2 年生児童を対象として、日常生活における身体活動量の実態について把握するとともに、身体活動量および体力と肥満との関連性を明らかにすることを目的として行ったが、対象として児童の身体活動量は肥満度および性による違い存在することが認められた。また、児童の身体活動量が運動能力や運動習慣などと関連している可能性を示すものであった。

第 1 節 身体特性

本研究対象者の身長および体重は、中国国民体質調査¹²⁾の全国平均（男児は身長 125.5 cm および体重 25.5 kg、女児は身長 124.1 cm および体重 23.8 kg）と比較し、ほぼ同様であった。また、肥満児の出現割合（男児 14 %、女児 9 %）も、全国平均（男児 13 %、女児 7 %）とほぼ同様であった。

第 2 節 身体活動量と肥満度

肥満や肥満傾向にある児童における健康問題の背景の 1 つには、日常生活による身体活動量の低いことが考えられる。アメリカの 6 歳 ~ 12 歳の児童において、平日の歩数が男児 12300 ~ 14000 歩、女児 10500 歩 ~ 11000 歩。スウェーデンの児童では、平日では男女ともに歩数はそれぞれ、15673 ~ 18346 歩、12041 ~ 14825 歩、オーストラリアでは、男児 13864 ~ 15023 歩、女児 11221 ~ 12322 歩であったことが報告されている⁶⁵⁾。本研究で得られた中国における児童の歩数は、普通児 17645 ± 2315 歩、女児 12499 ± 2291 歩であり、肥満児で男児 14353 ± 1543 歩、女児 10069 ± 1597 歩であり、肥満児であっても欧米諸国の児童の平均歩数よりも高い値であったことは興味深い知見であると思われる。その理由としては、中国では、授業の日に昼休みは学校で過ごすのではなく、午前中の授業が終わったら、1 度昼食を食べるために自宅に戻ることになっていることがあげられる。その間の歩数は約 4000 ~ 5700 歩であり、1 日の歩数の約 4 割に達する（図 5, 6）。また、中国では、青少年肥満の増加や体力の低下を懸念して、2006 年から 2 時限目と 3 時限目の間に“業間体操”が導入された。その業間体操時の歩数は約 900 ~ 1700 歩であり、1 日の

歩数の約 1 割に達すること³⁹⁾が報告されていることから、このような業間体操や昼休みの過ごし方が中国の児童の歩数を増加するのに貢献しているのではないかと推察される。

さらに、本研究で得られた中国における児童の休日の身体活動量は、男女ともに平日より有意に低かった。この特徴は、他の国々での先行研究^{44,63,65,67)}の結果と共通している。イギリスでは、平日と休日の間に、男女の歩数はそれぞれ、16000 歩および 12700 歩であった⁴⁹⁾。また、休日の歩数は平日より有意に低く、休日において平均で 3000 歩以上少なくなっていた。児童は学校にいる時は、体育授業、業間体操など運動の機会が多いため、平日の身体活動量はある程度確保されるが、休日では身体活動量が低下するものと考えられる。

本研究では、男児においては平日・休日ともに肥満児の身体活動量が普通児および過体重児と比較して低かった。肥満児の身体活動量は、平日では登校および昼休みの間に普通児および過体重児より有意に低く、また昼間から夜に向けて徐々に増加していく傾向が見られた。したがって、平日の昼休みの時間は、肥満児にとってはその過ごし方が重要な意味を持つように思われる。また、休日における肥満児の起床時間は普通児と比較して、1 時間程度遅くなる傾向が観察された。したがって、生活パターンの夜型への移行や起床時間の遅延が肥満児にとって身体活動量低下の原因の 1 つとなっているのかもしれない。さらに、学校以外でのスポーツ活動の参加についてのアンケート調査(表 4)の結果、肥満児の参加は見られなかった(0%)。肥満児は普通児より基礎的な運動が苦手なために⁵⁷⁾、運動技能を身につけにくいことが報告されており、自分自身に劣等感を覚えて運動に参加しないことが身体活動量の低下をもたらしたことも考えられる。肥満児に対してスポーツ活動への積極的な参加を促すには、身体面のみでなく精神面にも十分な配慮が必要であろう。

ところで、本研究における身体活動量には、先行研究と同様に明らかな男女差が認められ、女兒が男児より 1 日あたり 2000 歩 ~ 4000 歩少ない⁶³⁾。さらに、男児より女兒の中強度の活動時間が短かったことが認められた。この男女の間に差が見られる要因については、Ridgers et al⁴⁸⁾は学校の用具が男児に興味をもたらすものが多いこと、男児が好む遊び(サッカーやバスケットボールなど)のほうがより活動強度が高いことを報告している。また、休み時間を過ごす場所(男児はスポーツコート、女兒は中庭の割合が高い)や活動の内容(男児はバスケットボール、女兒は友たちとの関わり合いが多い)に性差があることも明らかとなっており、学校、特に校庭の物理的環境を整備することで、児童の身

体活動を推進することができると考えられる。しかし、本研究では、女兒では活動量に肥満度による差は明確には見られなかった。今後、中国においても、児童の行動観察によって身体活動の内容を明らかにし、性差が生じる要因について検討する必要があると考えられる。

ところで、近年では身体活動量のみではなく、運動の強度を考慮した指針が一般的になりつつある。すあわち、諸外国では、速歩あるいはそれ以上の強度の身体活動が推奨されている。WHO⁶⁰⁾は5歳～17歳の児童・生徒に対して、1日少なくとも60分の中強度から高強度の身体活動を行うことを推奨している。また、Strong et al⁵⁸⁾が身体活動と健康との関連についてシステマティックレビューを行った結果、児童・生徒は中強度から高強度の身体活動を1日60分行うべきであると述べている。一方、中国では、教育部と国家体育总局が全国の児童・生徒を対象とした「全国億万学生陽光体育運動」⁴⁰⁾を実施し、3～5年間に全国の85%の児童・生徒に毎日1時間の運動時間を確保することを目指している。しかしながら、本研究の対象者では、以上の基準値(MVPAが60分)に満たない児童は、平日では男児は8%、女児は56%であるのに対して、休日では男児は59%、女児81%であった。また、中高強度運動時間の割合は、総運動時間のうち男児では、平日42.6%(普通児43.5%、過体重児41.0%および肥満児42.0%)、休日40.7%(普通児40.9%、過体重児42.3%および肥満児38.2%)であり、女児では、平日39.5%(普通児39.0%、過体重児39.3%および肥満児42.1%)、休日39.9%(普通児39.5%、過体重児39.6%および肥満児41.7%)であった。これは、加速度計を用いた同様の先行研究における31%⁴²⁾や37%⁵⁰⁾と比較してやや高い割合である。諸外国では、児童の身体活動が遊びスペースの広さや地面の状態といった運動環境と強く関連していることが明らかとなっている。そして、遊びスペースのエリア分けなどの介入によって、中高強度身体活動の割合が37%から50%⁵⁶⁾、48%から61%⁶⁴⁾に増加したとの報告もある。

これらの結果から、学校環境においては、体育が体力増強だけでなく、健康教育の実践としても重要であるという視点や、特に体を動かすことを苦手とする肥満児を見落とさず個々に対応することができるような指導法の確立が望まれる。また、肥満児のみならず、いずれの児童においても、特に休日の過ごし方に重点を置いた地域や家庭で楽しみながら身体を動かし、適切な運動プログラムの開発も重要であろう。

第3節 体力テスト

人々が楽しんで身体活動に参加し、病気および怪我の危険性を減少させるためには、適当な体力レベルを維持する必要がある¹⁴⁾。本研究では、他の国と同様に用いられている立ち幅跳び、50 m走および握力の3つの体力テスト項目を選び、評価した。体格および身体活動量と体力との関係において、男女ともにBMIが高いほど、高い体力測定値を示す傾向が見られた。体重においては握力と強い関係を示し、早熟で体が大きな児童は、運動能力が高いこと¹⁵⁾が認められている。そこで、体重を共変量とした偏相関分析を行うと、男女ともに握力と体力テストとの関係に、有意な関係は見られなかった。肥満児は通常体が動かない筋力テスト（例：握力テスト）を行う際に、普通児と同じ、または普通児より高い値を得ることができ¹⁶⁾、他の研究においても、肥満と心肺機能とは負の相関関係にあるものの、児童の身体特性を調整した後、肥満児と普通児は同等の心血管運動機能を持っていることが報告されている²⁰⁾。しかしながら、基礎的な運動が苦手であり、あまり自信を持っていない、身体活動量の少ない肥満児は、たとえ身体活動レベルが低い運動に参加しても、慢性疾患のリクスの減少をさせるのに有効であろう。

第4節 本研究の限界

本研究の限界は、対象者およびサンプルサイズが極めて限定的であった点である。対象は中国南部の1つ都市、1小学校における小学校2年生の児童に限定されていたことから、本研究の成果を中国全体における児童へと一般化できることを保証できるものではない。また、身体活動量の測定精度にも限界があった。すなわち、起床から就寝までの間、測定機器を装着するとしたものの、水泳などの水中運動では装着できず、また、自転車などでの運動は必ずしも身体活動量の評価に加えられたわけではない。これら測定方法の工夫も求められるであろう。また、肥満を考える時に、身体活動量だけではなく、栄養摂取の状況の把握は必須である。今後は、これら研究方法に工夫を施し、またより幅の広い年齢層と地域の児童たちを対象にした、より大きなサンプルサイズでの研究を行っていく必要がある。

第 6 章 結論

中国における児童の中でも、特に男児の肥満児は身体活動量が少なく、非活動的な生活習慣が影響を及ぼしている可能性が示唆された。

第 7 章 要約

本研究の目的は、加速度計を用いて、中国の児童、特に肥満児における身体活動量の実態を把握し、身体活動と体力・運動習慣との関連性を明らかにすることであった。

中国の湖南省・婁底市にある第一小学校の 2 年生、7 歳から 8 歳の男児 51 名、女児 43 名の合計 94 名を対象に、一軸加速度計（ライフコーダ EX. Suzuken, Nagoya, Japan）を用いて、木曜日から日曜日まで、4 日間を連続に身体活動量を測定した。同時期に、運動習慣についての質問紙回答を求め、50 m 走、立ち幅跳びおよび握力の 3 つの体力テストを行った。なお、普通児、過体重児および肥満児の判定には、中国肥満調査学会の基準値を用いた。

身体特性および身体活動量に性差が見られた ($p < 0.05$) が、体力には性差は見られなかった。体型による 3 群に分けて、普通児、過体重児および肥満児におけるそれぞれの歩数は、男児で 17645 ± 2315 歩/日、 16955 ± 2219 歩/日、 14352 ± 1542 歩/日であり、女児で 13782 ± 2266 歩/日、 14766 ± 2283 歩/日、 12265 ± 644 歩/日であった。男児において普通児の歩数は、先行研究と同程度の結果である一方で、肥満児の歩数は、普通児・過体重児よりも有意に低く、先行研究を下回る結果となった。また、肥満児および普通児における中高強度運動時間 (MVPA) は、女児において違いが見られなかったものの、男児においては、肥満児が有意に低い結果となり ($p < 0.05$)、1 日あたりの MVPA が 60 分に満たなかった。さらに、全ての体型において、休日の身体活動量が平日より有意に低かった ($p < 0.05$)。

本研究の結果より、中国の児童の中でも、特に男児の肥満児では身体活動量が少なく、非活動的な生活習慣が影響を及ぼしている可能性が示唆された。

謝辞

本研究を完了するにあたり、多くの先生、先輩、大学院生のご指導、ご協力を頂きました。本研究に多大なるご協力をいただきました児童および保護者の皆様、中国、湖南省・婁底市教育委員会の皆様、第一小学校の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。湖南省・婁底市の第一小学校の薑敏敏先生、劉真先生ならび李新民先生には調査や体力テストについてご協力を頂きました。本研究をご指導していただいた博士研究員の皆様ならび先生方に、この場にて心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 足立稔, 笹山健作., 安東良. (2005). 学齡期の小児を対象とした歩・走行スピードと加速度で測定した運動強度の関係について. 岡山大学教育学部, 128(141 - 45)
- 2) 足立稔, 笹山健作, 引原有輝, 水内秀次, 角南良幸, 塩見優子, 西牟田守, 菊永茂司., 田中宏暁. (2007). 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, 56(3), 347 - 356
- 3) アメリカスポーツ医学会 (ACSM) . (2003). 運動処方指針運動負荷試験と運動プログラム. 第 6 版
- 4) Aminian, S., Hinckson, E. A. (2012). Examining the validity of the ActivPAL monitor in measuring posture and ambulatory movement in children. *INT J Behav Nutr Phys Act*, 9(1), 119
- 5) 安部恵子, 三村寛一., 鉄口宗広. (2003). 小学校肥満児童の体力と生活習慣について. 学校保健研究, 45(5), 397 - 405
- 6) Artero, E. G., Espana-Romero, V., Ortega, F. B., Jimenez - Pavon, D., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Bueno, M., Marcos, A., Gomez - Martinez, S., Urzanqui, A., Gonzalez - Gross, M., Moreno, L. A., Gutierrez, A., Castillo, M. J. (2010). Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. *The AVENA study. Scand J Med Sci Sports*, 20(3), 418 - 427
- 7) 浅見俊雄, 大槻文雄., 村田光範. (1996). 子どもの発育・発達とスポーツ. 医歯薬出版, 東京, 27 - 30
- 8) August, G. P., Caprio, S., Fennoy, I., Freemark, M., Kaufman, F. R., Lustig, R. H., Silverstein, J. H., Speiser, P. W., Styne, D. M., Montori, V. M. (2008). Prevention and treatment of pediatric obesity: an endocrine society clinical practice guideline based on expert opinion. *J Clin Endocrinol Metab*, 93(12), 4576 - 4599
- 9) Bailey, R. C., Olson, J., Pepper, S. L. (1995). The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc*, 27, 1033 - 1041
- 10) Berkey, C. S., Rockett, H. R., Field, A. E., Gillman, M. W., Frazier, A. L., Camargo, C. A. Jr., Colditz, G. A. (2000). Activity, Dietary Intake, and Weight Changes in a

- Longitudinal Study of Preadolescent and Adolescent Boys and Girls. *Pediatrics*, 105(4), E 56
- 11) Carnethon, M. R., Gulati, M., Greenland, P. (2005). Prevalence and Cardiovascular Disease Correlates of Low Cardiorespiratory Fitness in Adolescents and Adults. *JAMA*, 294(23), 2981 - 2988
 - 12) 中国児童・生徒健康研究委員会. (2011). 中国児童・生徒体質・健康調査報告. 中国国家体育総局
 - 13) 中国児童委員会. (2012). 中国都市児童戸外活動状況調査報告. 中国児童センター
<http://health.people.com.cn/GB/18015788.html>
 - 14) Cole, T. J., Flegal, K. M., Nicholls, D., Jackson, A. A. (2007). Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ*, 335(7612), 194
 - 15) Deforche, B., I., De Bourdeaudhuike, E., D'hondt, 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*, 6(25)
 - 16) Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Linden, C., Svensson, J., Wollmer, P., Andersen, L. B. (2006). Daily physical activity and its relation to aerobic fitness in children aged 8 - 11 years. *Eur J Appl Physiol*, 96(5), 587 - 592
 - 17) DuBose, K. D., Eisenmann, J. C., Donnelly, J. E. (2007). Aerobic fitness attenuates the metabolic syndrome score in normal-weight, at-risk-for-overweight, and overweight children. *Pediatrics*, 120(5), e1262 - 1268
 - 18) 海老根直之, 島田美恵子, 田中宏暁, 西牟田守., 吉武裕. (2002). 二重標識水法を用いた簡易エネルギー消費量推定法の評価 - 生活時間調査法, 心拍数法, 加速度計法について. *体力科学*, 51(1), 161 - 163
 - 19) Ekelund, U, M, Sjöström, Yngve, A, Poortvliet, E, Nilsson, A, Froberg, K, Wedderkopp, N., Westerterp, K. R. (2001). Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 275 - 281

- 20) Ekelund, U, Franks, P. W., Wareham, N. J., Aman, J. (2004). Oxygen uptakes adjusted for body composition in normal-weight and obese adolescents. *Obes Rev*, 12(3), 513 - 520
- 21) Eston, R. G., Rowlands, A. V., Ingledew, D. K. (1998). Validity of heart rate, pedometry, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *J Appl Physiol*, 84(1), 362 - 371
- 22) Fisher, Abigail, Reilly, John J., Kelly, Louise A., Montgomery, Colette, Williamson, Avril, Paton, James Y., Grant, Stan. (2005). Fundamental Movement Skills and Habitual Physical Activity in Young Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(4), 684 - 688
- 23) Franks, P. W., Hanson, R. L., Knowler, W. C., Sievers, M. L., Bennett, P. H., Looker, H. C. (2010). Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med*, 362(6), 485 - 493
- 24) 劉紅, 三村寛一, 黄勇. (2009). 中国・上海市における小学校児童の体力および生活習慣. *大阪教育大学*, 58(1), 233 - 242
- 25) Hoos, M. B., Plasqui, G, Gerver, W. J., Westerterp, K. R. (2003). Physical activity level measured by doubly labeled water and accelerometry in children. *Eur J Appl Physiol*, 89(6), 624 - 626
- 26) 深谷奈穂美, 白木まさ子. (1994). 肥満児の食事状況と生活習慣. *学校保健研究*, 36, 225 - 230
- 27) Hurtig - WennlÖf, A., Ruiz, J. R., Harro, M., Sjöström, M. (2007). Cardiorespiratory fitness relates more strongly than physical activity to cardiovascular disease risk factors in healthy children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 14(4), 575 - 581
- 28) Ji, C. Y., Cheng, T. O. (2008). Prevalence and geographic distribution of childhood obesity in China in 2005. *Int J Cardiol*, 131(1), 1 - 8
- 29) 川久保清, 内藤義彦, 吉武裕, 李廷秀, 大場美穂, 野田奈津実, 柏崎浩. (2007). 身体活動量評価法の開発に関する研究. *体力科学*, 56(1), 25 - 26

- 30) Knowles, G., Pallan, M., Thomas, G. N., Ekelund, U., Cheng, K. K., Barrett, T., Adab, P. (2013). Physical activity and blood pressure in primary school children: a longitudinal study. *Hypertension*, 61(1), 70 - 75
- 31) Kosti, T. I., Panagiotakos, D. B. (2006). The epidemic of obesity in children and adolescents in the world. *Cent Eur J Public Health*, 14(4), 151 - 159
- 32) Lewis, N., Dollman, J., Dale, M. (2007). Trends in physical activity behaviours and attitudes among South Australian youth between 1985 and 2004. *J Sci Med Sport*, 10(6), 418 - 427
- 33) Li, H., Ji, C. Y., Song, X. N., Zhang, Y. Q. (2009). Body mass index growth curves for Chinese children and adolescents aged 0 to 18 years. *Zhonghua er ke za zhi*, 47(7), 493
- 34) Liu, A. L., Li, Y. P., Cui, Z. H., Hui, X. Q., Yi, D. C., Ma, G. S. (2006). Analysis on Average Time of Physical Activity in a School Day Among Chinese Students. *Chinese Journal of School Health*, 6
- 35) Liu, S. J. (2011). 中国黒龍江の都市と農村の児童の歩数、生活習慣、形態・体力に関する比較研究.
- 36) Lobstei, T., Baur, L., Uauy, R. (2004). Obesity in children and young people - a crisis in public health. *Obes Rev*, 5 Suppl 1(s1), 4 - 104
- 37) McCormack, G. R., Rutheford, J., Ciles - Corti, B., Tudor-Locke, C., Bull, F. (2011). BMI - referenced cut - point for recommended daily pedometer - determined steps in Australian children and adolescents. . *Res Q Exerc Sport*, 82(2), 162 - 167
- 38) 文部科学省. (2007). 発育の伸びや肥満に変化の兆し - 2007 年度学校保健統計調査速報--文科省. 内外教育(5789), 2 - 5
- 39) 文部科学省. (2011). 子どもを元気にする運動・スポーツの適正実施のための基本指針. *ストレングス & コンディショニング雑誌*, 19(4)
- 40) 文部科学省. (2012). 平成 23 年度学校保健統計調査速報. *小児保健研究*, 71(1), 101 - 136
- 41) 文部科学省生涯学習政策局調査企画課. (2006). 諸外国の教育の動き 2006 - 中国. 166 - 226

- 42) Nettlefold, L., McKay, H. A., Warburton, D. E., McGuire, K. A., Bredin, S. S., Naylor, P. J. (2011). The challenge of low physical activity during the school day: at recess, lunch and in physical education. *Br J Sports Med*, 45(10), 813 - 819
- 43) 岡田加奈子., 齊建国. (2004). 中国の学校健康教育と校医室. 千葉大学教育学部研究紀要, z22-372(52), 115 - 120
- 44) Page, A., Cooper, A. R., Stamatakis, E., Foster, L. J., Crowne, E. C., Sabin, M., Shield, J. P. (2005). Physical activity patterns in nonobese and obese children assessed using minute-by-minute accelerometry. *Int J Obes (Lond)*, 29(9), 1070 - 1076
- 45) Puhl, J., Greaves, K., Hoyt, M., Baranowski, T. (1990). Children's Activity Rating Scale (CARS): description and calibration. *Res Q Exerc Sport*, 61(1), 26 - 36
- 46) Puyau, M. R., Adolph, A. L., Vohra, F. A., Butte, N. F. (2002). Validation and Calibration of Physical Activity Monitors in Children. *Obes Rev*, 10(3), 150 - 157
- 47) Ramachandran, A., Chamukuttan, S., Shetty, S. A., Arun, N., Susairaj, P. (2012). Obesity in Asia - is it different from rest of the world. *Diabetes Metab Res Rev*, 28 Suppl 2, 47 - 51
- 48) Ridgers, N. D., Carter, L. M., Stratton, G., McKenzie, T. L. (2011). Examining children's physical activity and play behaviors during school playtime over time. *Health Educ Res*, 26(4), 586 - 595
- 49) Rowlands, A. V., Eston, R. G., Inglelew, D. K. (1999). Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8- to 10 - yr - old children. *J Appl Physiol*, 86(4), 1428 - 1435
- 50) Schoeller, D. A., Ravussin, E., Schutz, Y., Acheson, K. J., Baertschi, P. (1986). Energy expenditure by doubly labeled water - validation in humans and proposed calculation. *Am J Physiol*, 250(5 pt2), 823 - 830
- 51) 篠原弘章., 吉本逸兔よしもといつと. (1995). 両親の養育態度と子どもの基本的生活習慣. 熊本大学教育学部紀要, 44(Z22 - 692), 239 - 257
- 52) Singh, A. S., Mulder, C., Twisk, J. W., van Mechelen, W., Chinapaw, M. J. (2008). Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obes Rev*, 9(5), 474 - 488

- 53) Sirard, J. R., Pate, R. R. (2001). Physical Activity Assessment in Children and Adolescents. 31, 6(439 - 54)
- 54) Song, Y., Zhang, X., Yang, T. B., Zhang, B., Dong, B., Ma, J. (2012). Current situation and cause analysis of physical activity in Chinese primary and middle school students in 2010. Beijing Da Xue Xue Bao, 44(3), 347 - 354
- 55) Speakman, J.R. (1998). The history and theory of the doubly labeled water technique. Am J Clin Nutr, 68(4), 932s - 938s
- 56) Stratton, G., Mullan, E. (2005). The effect of multicolor playground markings on children's physical activity level during recess. Prev Med, 41(5 - 6), 828 - 833
- 57) Stratton, G., Ridgers, N. D., Fairclough, S. J., Richardson, D. J. (2007). Physical Activity Levels of Normal - weight and Overweight Girls and Boys During Primary School Recess. Obesity(Silver Spring), 15(6), 1513 - 1519
- 58) Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P.A. (2005). Evidence Based Physical Activity for School-age Youth. J Pediatr, 146(6), 732 - 737
- 59) 富樫健二. (2007). 予防の対象としての小児肥満. 臨床スポーツ医学, 24(8), 855 - 862
- 60) Tounian, P., Aggoun, Y., Dubern, B., Varille, V., Guy - Grand, B., Sidi, D., Girardet, J. P., Bonnet, D. (2001). Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. Lancet, 258(9291), 1400 - 1404
- 61) Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T., McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. Med Sci Sports Exerc, 40(1), 181 - 188
- 62) Tudor - Locke, C., Ainsworth, B. E., Adair, L. S., Du, S., Popkin, B. M. (2003). Physical activity and inactivity in Chinese school-aged youth: the China Health and Nutrition Survey. Int J Obes Relat Metab Disord., 27(9), 1093 - 1099
- 63) Tudor - Locke, C., Lee, S. M., Morgan, C. F., Beighle, A., Pangrazi, R. P. (2006). Children's pedometer - determined physical activity during the segmented school day. Med Sci Sports Exerc, 38(10), 1732 - 1738

- 64) Verstraete, S. J., Cardon, G. M., De Clercq, D. L., De Bourdeaudhuij, I. M. (2006). Increasing children's physical activity levels during recess periods in elementary schools: the effects of providing game equipment. *Eur J Public Health*, 16(4), 415 - 419
- 65) Vincent, S. D., Pangrazi, R. P., Raustorp, A., Tomson, L. M., Cuddihy, T. F. (2003). Activity levels and body mass index of children in the United States, Sweden, and Australia. *Med Sci Sports Exerc*, 35(8), 1367 - 1373
- 66) World Health Organization. (2010). Global Recommendations on Physical Activity for Health.
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html
- 67) Yamauchi, Taro, Kim, Soo - Nam, Lu, Zhongfan, Ichimaru, Naoto, Maekawa, Ryuichi, Natsuhara, Kazumi, Ohtsuka, Ryutaro, Zhou, Huan, Yokoyama, Shintaro, Yu, Wenquan, He, Minxue, Kim, She-Hwan ., Ishii, Masaru. (2007). Age and Gender Differences in the Physical Activity Patterns of Urban Schoolchildren in Korea and China. *Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY*, 26(2), 101 - 107
- 68) 吉武裕, 田中宏暁, 海老根直之, 島田美恵子, 引原有輝, 熊原秀晃, 綾部誠也., 西牟田守. (2007). エネルギー消費量推定法に関する研究. *体力科学*, 56(1), 29 - 30
- 69) Zhuan, W. (1997). A comparative study of obesity and life styles between Japanese and Chinese children. *Okayama Medical Association*, 109(7 - 12), 157 - 164

Characteristics of physical activity of obese children in China

Pengyu Deng

Summary

PURPOSE: China has experienced marked increases in the prevalence of childhood overweight / obesity over the last few decades. The purpose of this study was to examine the current levels of physical activity of obese children in Loudi city of China.

METHODS: Participants in this study were 7 ~ 8 years old primary school childhood (51 boys and 43 girls). The samples consisted of normal children(boy (n = 30), girl (n = 27)), overweight children (BMI \geq 17.2 for overweight boy (n = 11) and BMI \geq 16.9 for overweight girl (n = 10)) and obese children (BMI \geq 19.2 for obese boy (n = 10) and BMI \geq 18.8 for obese girl (n = 6)) who determined by BMI according to Working Group for Obesity in China cut offs. The physical activity was quantified by one axis-accelerometer (LifecorderEX, Susuken, Nagoya, Japan) measuring daily step counts, and Moderate-to Vigorous Physical Activity (\geq 3METs, MVPA), on 2 weekdays and 2 weekend days.

RESULTS: Obese children were significant lower daily steps and MVPA than normal children for boys during weekdays ($p < 0.05$) and weekend days ($p < 0.05$). However, no significant difference in all physical activity and physical fitness tests were found that between children with normal children, overweight children and obese children for girls. During weekdays more children achieved physical activity recommendations versus

weekend days. The majority of the obese children did not reach the recommended ≥ 60 minutes of MVPA.

CONCLUSION: Our findings suggest that obese children were substantially lower levels of physical activity than normal children for boys. More effort needs to be devoted to promoting appropriate opportunities for China girls and obese boys across the day and to promoting physical activity during weekends for all children.

略語表

BMI	Body Mass Index
CDC	Centers for Disease Control
DLW	Doubly Labeled Water
LPA	Light Physical Activity
MPA	Moderate Physical Activity
MVPA	Moderate to Vigorous Physical Activity
PA	Physical Activity
VPA	Vigorous Physical Activity

表 1. 過体重および肥満の BMI 判定基準 (中国肥満調査学会参照³⁰⁾)

年齢 (歳)	男児		女児	
	過体重	肥満	過体重	肥満
7	≥ 17.2	≥ 19.2	≥ 16.9	≥ 18.8
7.5	≥ 17.5	≥ 19.6	≥ 17.1	≥ 19.1
8	≥ 17.8	≥ 20.1	≥ 17.3	≥ 19.5

表2. 被験者の身体特性、体カテストおよび身体活動量

	男児				女児			
	全員	普通児	過体重児	肥満児	全員	普通児	過体重児	肥満児
	N=51	N=30	N=11	N=10	N=43	N=27	N=10	N=6
年齢 (歳)	7.7±0.3	7.8±0.3	7.7±0.3	7.5±0.2	7.5±0.4	7.4±0.4	7.7±0.3	7.5±0.4
身長 (cm)	128.1±5.5	126.8±5.0	126.8±4.8	133.4±4.8*#	126.0±5.3	124.6±5.3	128.0±5.0	128.6±4.3
体重 (kg)	28.9±5.2	26.0±2.4	29.1±2.6*	37.4±3.9*#	26.8±4.3	24.4±2.4	29.2±2.6*	34.0±3.4*#
BMI	17.5±2.1	16.1±0.6	18.1±0.6*	21.0±1.3*#	16.8±1.9†	15.7±0.9	17.8±0.5*	20.5±1.3*#
50m走 (s)	10.5±1.0	10.4±0.88	10.9±1.0	10.4±0.9	10.4±1.0	10.2±1.1	10.6±0.8	10.4±0.7
立ち幅跳び (cm)	117.0±13.6	118.0±14.0	112.9±13.9	120.2±12.0	114.1±11.6	114.4±12.1	111.2±12.3	117.7±8.8
握力 (kg)	10.2±2.4	9.5±1.8	10.5±3.4	12.3±1.5*	9.8±2.8	9.3±2.3	9.2±2.4	13.2±4.0*#
歩数	16851±2480	17645±2315	16955±2220	14353±1543*#	13799±2215†	12499±2291	13088±2753	10069±1597
総運動時間 (min)	163.1±25.6	169.6±24.4	165.0±24.6	141.5±19.5*	137.1±24.7†	126.5±24.2	134.1±28.0	100.1±15.1
MVPA (min)	68.0±14.0	71.4±14.2	68.3±11.9	57.4±10.5*	54.5±13.0†	50.1±14.7	53.6±18.3	41.6±6.8

BMI: Body Mass Index (体格指数)

MVPA: Moderate Vigorous Physical Activity (中高強度身体活動)

† vs. 男児 *vs. 普通児 #vs. 過体重児 p < 0.05

表 4. 男児における身体活動量と体格・体力テストとの相関関係

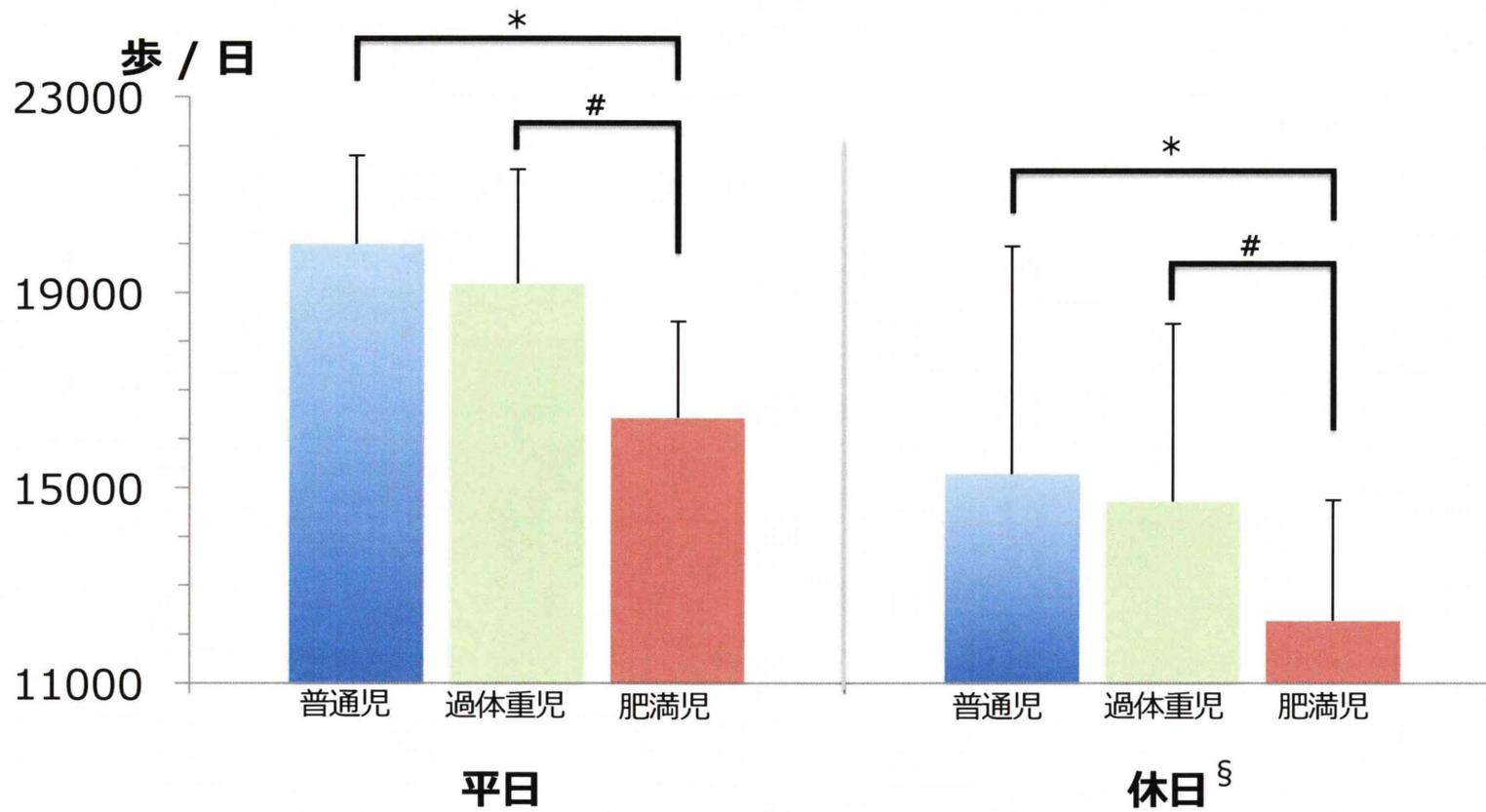
	単相関係数				偏相関係数: 体重で補正		
	体重	BMI	歩数	MVPA	BMI	歩数	MVPA
体重	–	0.89*	-0.45*	-0.26	–	–	–
BMI	–	–	-0.43*	-0.30	–	-0.06	-0.14
50 m走	0.11	0.09	0.13	0.03	-0.01	0.20	0.05
立ち幅跳び	-0.01	0.04	-0.15	-0.18	0.10	-0.17	-0.19
握力	0.40	0.43*	-0.17	-0.25	0.18	0.01	-0.16

*p < 0.05

表 5. 女兒における身体活動量と体格・体力テストとの相関関係

	単相関係数				偏相関係数: 体重で補正		
	体重	BMI	歩数	MVPA	BMI	歩数	MVPA
体重	–	0.87 *	-0.12	-0.05	–	–	–
BMI	–	–	-0.10	-0.04	–	0.02	0.01
50 m走	0.16	0.14	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05
立ち幅跳び	-0.08	0.04	-0.05	-0.29	0.25	-0.06	-0.28
握力	0.24	0.36 *	-0.31 *	-0.24	0.28	-0.29	-0.23

*p < 0.05



*vs. 普通児 #vs. 過体重児 §vs. 平日 $p < 0.05$

図1. 平日と休日の歩数 (男児)

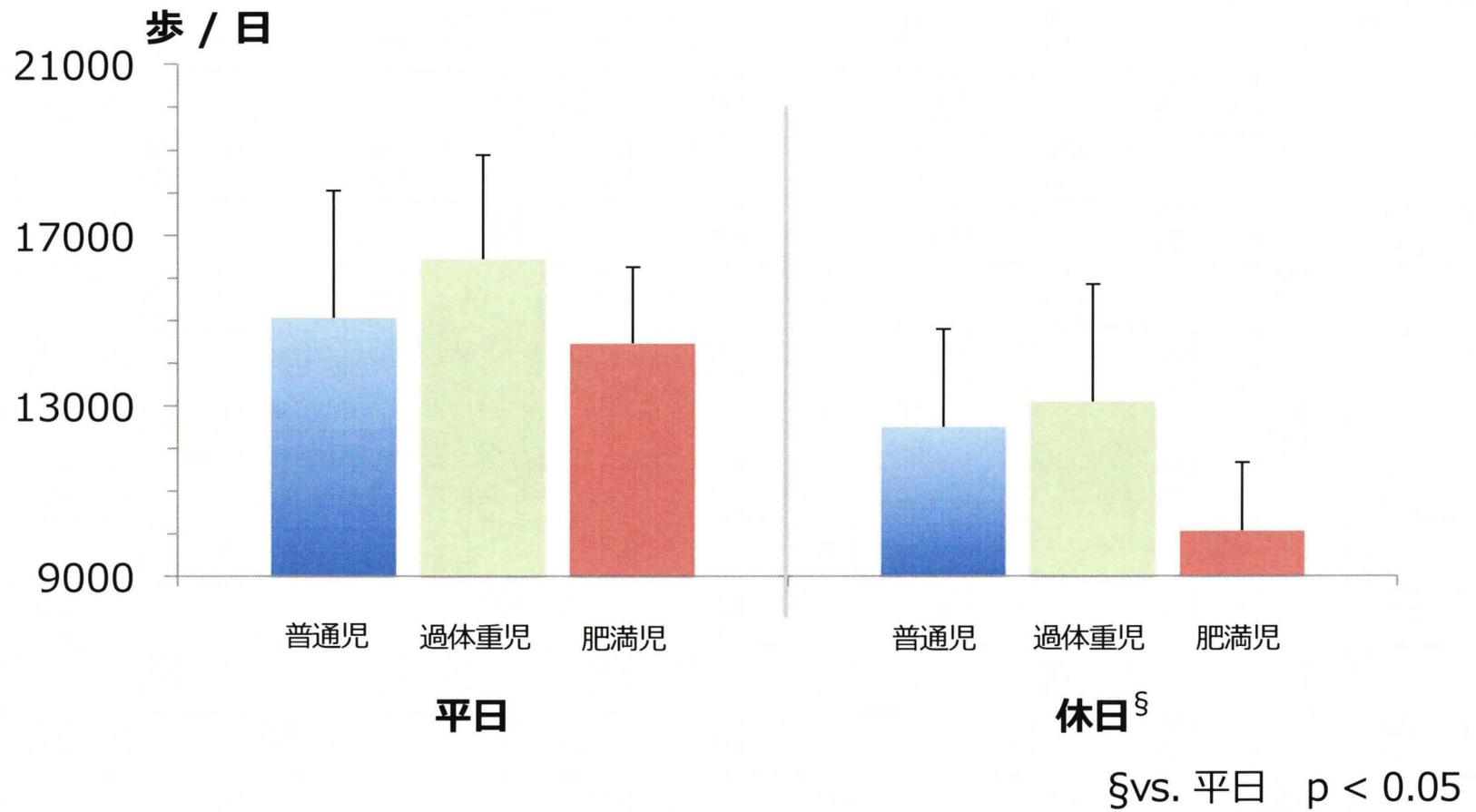
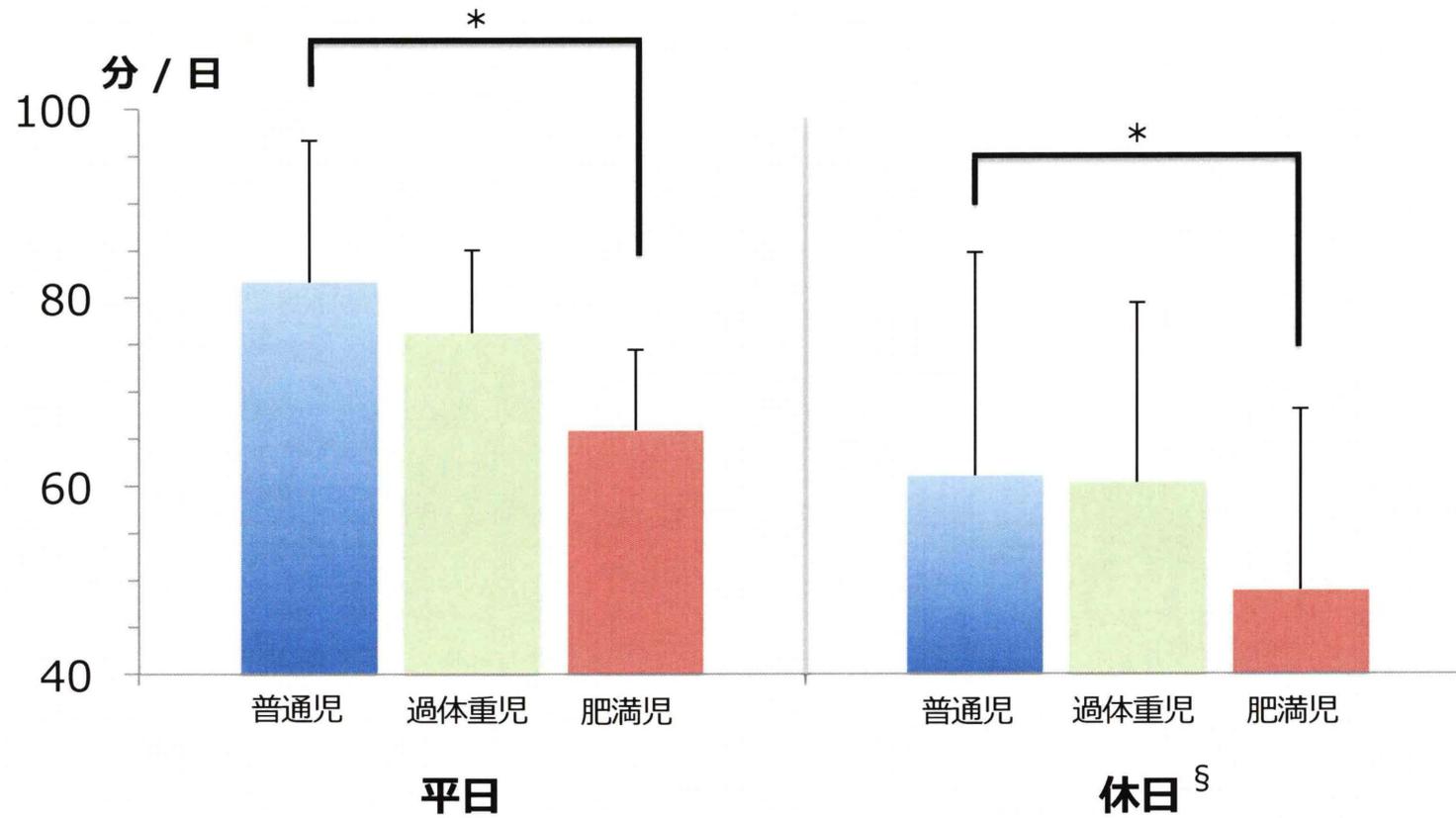


図2.平日と休日の歩数 (女兒)



*vs. 普通児 §vs. 平日 $p < 0.05$

図3.平日と休日のMVPA (男児)

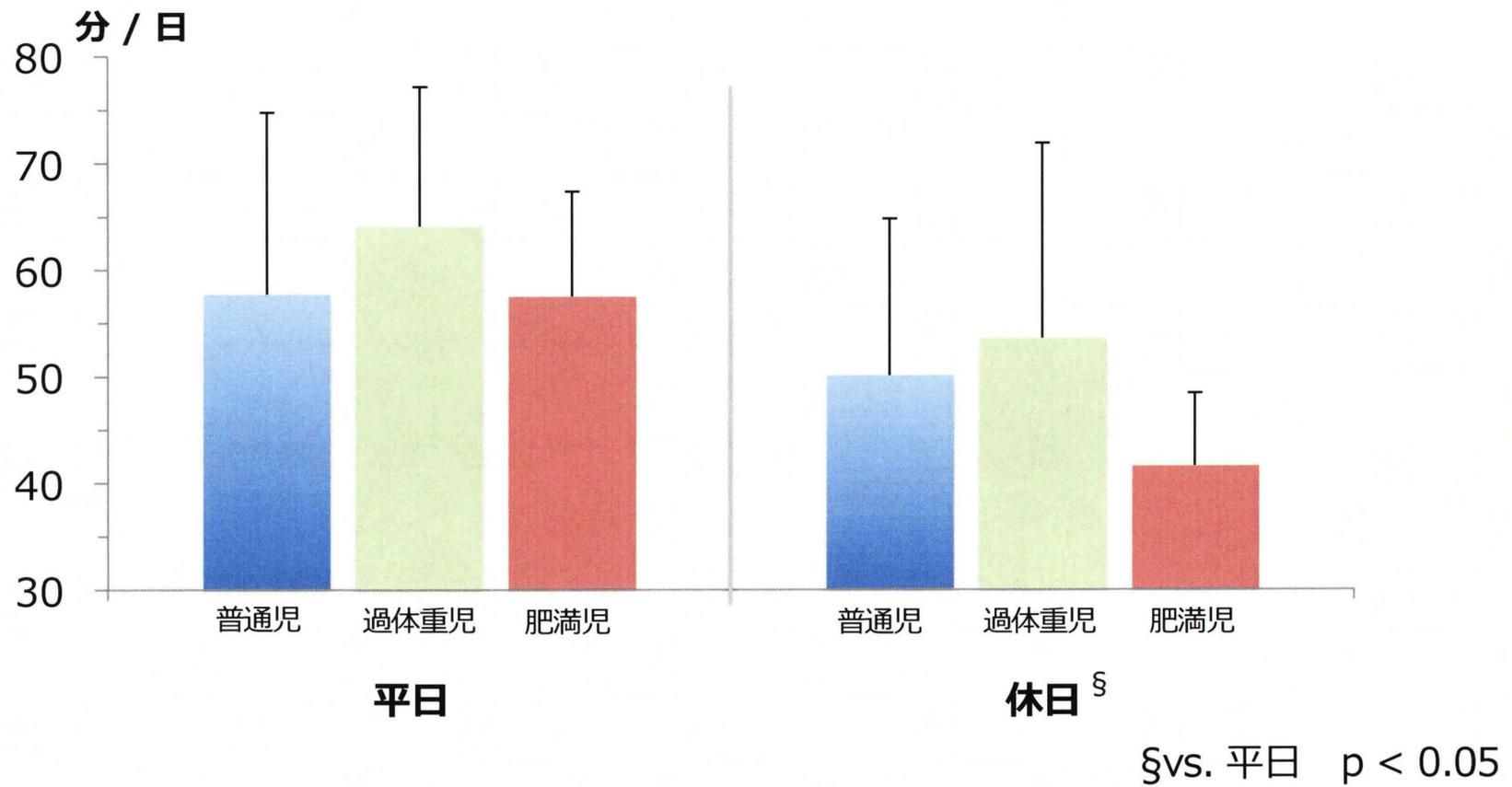
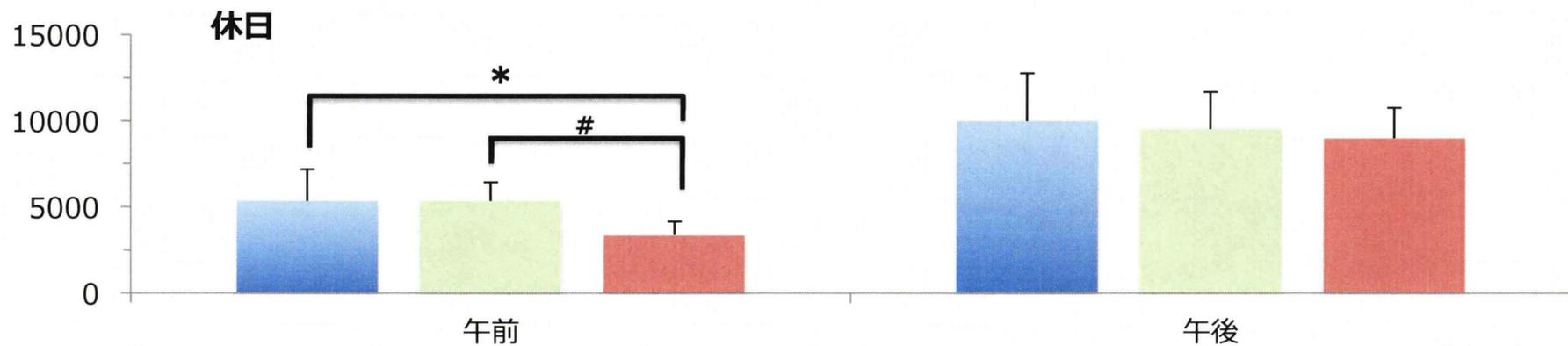
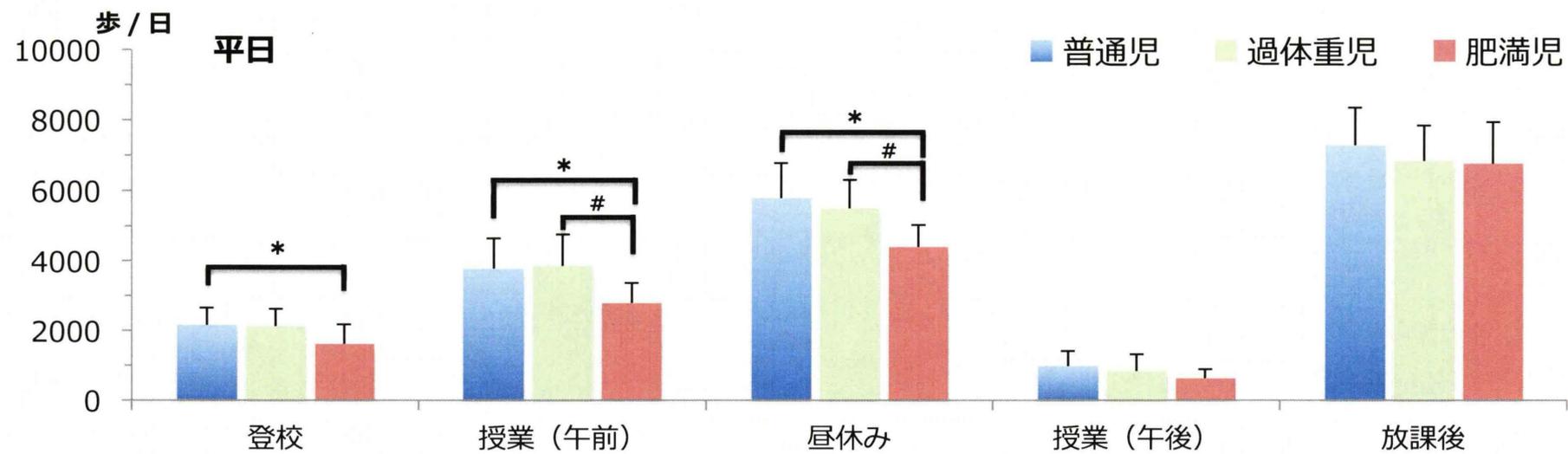


図4.平日と休日のMVPA (女児)



*vs. 普通児 #vs. 過体重児 $p < 0.05$

図5.男児の時間帯ごとの歩数

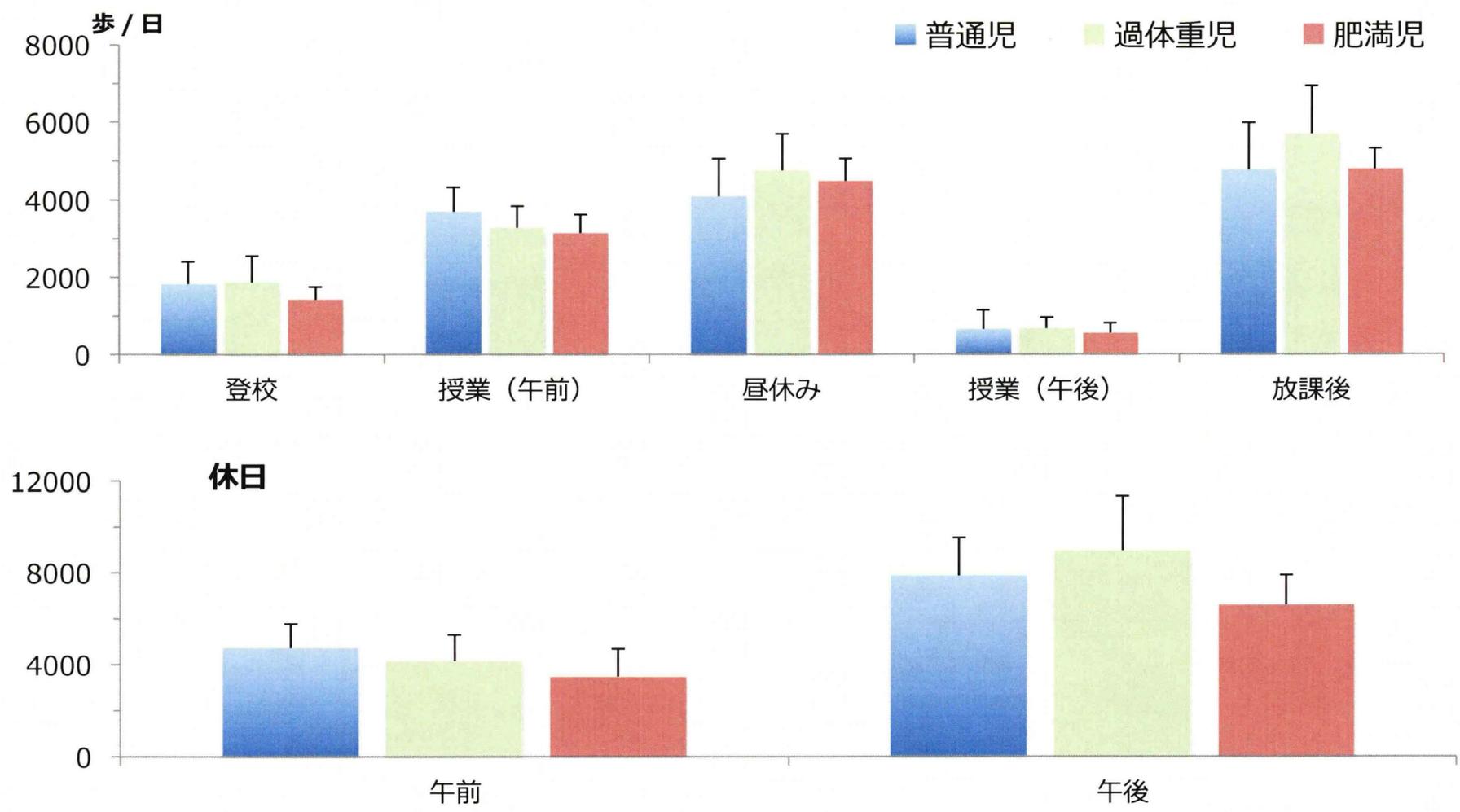


図6. 女児の時間帯ごとの歩数

同意书

至各位尊敬的学生家长

日本顺天堂大学大学院体育健康科学研究科

研究负责人 邓 鹏宇

指导老师 教授 内藤 久士

对协助关于研究小学生日常身体活动量的请求书

首先，这项测试是以明确对小学生的日常生活习惯和身体活动程度之间的关系为目的所进行的研究。因此，想要恳求各位尊敬的学生家长，能够允许您的孩子参加下述测试项目。如果，能够得到您的同意，请以点线部分为界，并在文章的尾部署名，交给班主任老师。

有关对贵子女所协助的研究内容说明：

1. 为了能在普通日常生活状态下，从运动量，步数，运动时间等方面对贵子女的身体活动量做出有效评价，我们采用配有腰带的计步器（如下图所示），连续四天时间佩戴在贵子女的腰部。计步器，是利用内部装有能够识别变位的加速计，并且可以对能量消耗总量，运动量，步数，运动时间，运动强度等进行有效测定的小型设备。此外，在贵子女睡觉之前，请将设备取下。因为计步器没有包含防水机能，所以，在贵子女洗澡或者游泳的时候，也请将该设备取下，放置在干燥的地方。



2. 各位尊敬的家长，在贵子女进行计步器测试的4天时间中，我们附带了一份对贵子女生活状况的问卷调查，请在贵子女晚上睡觉之前，协助并填写完成该问卷。

3. 此次对贵子女日常身体活动量的测试，保证不会对贵子女的身体带来任何的副作用及影响。此外，所得到的数据，不仅仅属于研究负责人本人，而是作为论文研究以及学术会议发表等一系列研究活动等方面的科学目的利用。而且，研究责任人会对所得到的数据进行严格的管理，不会泄露有关贵子女的任何数据。此外除研究责任人以及指导老师以外，任何人不得阅览。

对于本次测试，各位尊敬的家长可以根据个人意愿在任何时候，自由的取消此次测试，但是，本人恳求能够得到各位家长以及贵子女的协助和帮助。此外，对于本次测试，各位尊敬的家长如果有需要询问或者不明的地方，下述联系方式，随时为您和贵子女服务。

日本顺天堂大学大学院运动生理研究室：邓 鹏宇

联系电话：

同意書

保護者の方へ

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

研究責任者 トウ ホウウ

指導教員 教授 内藤 久士

小学生の日常身体活動量に関する研究への協力をお願い

本研究では、子どもにおける日常生活習慣と身体活動量の関係を明らかにすることを目的にしています。つきまして、お子様に下記の測定に参加していただきたくお願い申し上げます。ご承諾いただける場合には、下欄にご署名の上、点線部を切り取り、ご提出ください。

ご協力いただく内容について

- 1 お子様には、普段の日常生活での運動量を、歩数と運動時間から評価するために歩数計付ベルトを下図のように4日間連続して装着していただきます。歩数計は、内蔵した加速度計を利用して総エネルギー消費量、運動量、歩数、運動時間、運動強度などの測定を行う小さな機械です。なお、就寝時は歩数計を外してください。また、歩数計は防水の機能を含まれないので、入浴や水泳の時も歩数計を外してください。
- 2 保護者の方は、お子様が歩数計を着けている期間中のお子様の生活の様子を別紙の生活調査用紙に記入してください。
- 3 これらの測定はお子様の身体に対して何ら影響を与えません。また、得られたデータは、研究論文の作成や学会発表など研究活動において科学的目的として使用し、個人が特定されることはありません。さらに、測定データは、研究責任者によって厳重に管理され、研究責任者及び指導教員以外の閲覧できないようにします。

本研究は、いつでも自由にやめられますが、できる限りご協力のほどよろしくお願いいたします。また、本研究へのお問い合わせは下記の連絡先までお願いいたします。

順天堂大学大学院運動生理学研究室 トウ ホウウ

携帯電話：

測定への参加についての同意書

この説明を読み、子どもが被験者として、研究に参加することに同意いたします。

お子様の氏名：

2011年 月 日

保護者氏名：

2012年 月 日

名前

○男

○女

誕生日

質問項目

- | | | | |
|----------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 朝食を食べますか？ | <input type="checkbox"/> はい | <input type="checkbox"/> いいえ | |
| 2. スポーツが好きですか？ | <input type="checkbox"/> 好き | <input type="checkbox"/> 嫌い | |
| 8. 好きなスポーツ | <input type="checkbox"/> バスケット、サッカーなど | <input type="checkbox"/> 卓球、テニスなど | <input type="checkbox"/> ダンス、水泳など |
| 3. スポーツクラブに参加しますか？ | <input type="checkbox"/> はい | <input type="checkbox"/> いいえ | |
| 7. おやつを食べますか？ | <input type="checkbox"/> はい | <input type="checkbox"/> いいえ | |
| 4. 一緒に遊ぶ仲間は何人ですか？ | <input type="checkbox"/> 1人~2人 | <input type="checkbox"/> 3人~4人 | <input type="checkbox"/> 5人以上 |
| 5. 週に何回スポーツを行いますか？ | <input type="checkbox"/> 1回 | <input type="checkbox"/> 2回 | <input type="checkbox"/> 3回以上 |
| 6. 主にどこに遊びますか | <input type="checkbox"/> 屋外 | <input type="checkbox"/> 室内 | <input type="checkbox"/> 家 |
| 9. テレビなどはどのくらい見ましたか？ | <input type="checkbox"/> 30分以内 (30分を含む) | <input type="checkbox"/> 30-60分 | <input type="checkbox"/> 60分以上 |
| 10. ゲームはどのくらいしますか？ | <input type="checkbox"/> 30分以内 (30分を含む) | <input type="checkbox"/> 30-60分 | <input type="checkbox"/> 60分以上 |