

## 肢体不自由と身体活動

Physical Activity for the Physically Challenged

池 田 仁

### 目 次

I. 重度重複障害児におけるエア－・トランポリン実施時の生理学的変化 .....	60
II. 肢体不自由児の学校生活における心拍数変動 －体育との比較を中心に－ .....	66

## I. 重度重複障害児におけるエア・トランポリン実施時の生理的变化

池田 仁

### 1. 目的

特別支援教育の現場では、健康面に慎重な配慮や多様な取り組みを必要とする児童生徒が多くなってきている現状がある。杉谷ら<sup>10)</sup>は、重度重複障害児の教育にあつては、常時医療的ケアを必要としない場合でも、非常に虚弱である場合が多いため、健康の保持・増進に係る課題が教育の重点的な内容の一つとして捉えられていることを指摘している。このように健康状態をもつ重度重複障害児において、体力の向上を目指し活動を行うことには困難さが伴う。本校で学習する重度重複障害児においても体調の維持管理が難しく、いわゆる「良い状態」で学校での学習に取り組めることが重要な課題となっている。この「良い状態」とは、心身共に良好な状態を指しているが、重度重複障害児は自己の体調を表出したり、意志を表出することが困難な場合が多くこの確認が難しい。重障者は、表出行動が微弱で不安定といわれており、彼らの内的な心理過程の把握には、生理心理学的手法が有効であるとされている<sup>11)</sup>。また、他動運動による生理的指標の変化を検討した論文では、トランポリン<sup>10)</sup>、ネットカー<sup>2)</sup>などのゆらし刺激が重度重複障害児の心拍数を上昇させたという報告がなされている。心拍数を上昇させる要因として、体を他動的に動かされることによって生じる血流量の増加に伴う生理的要因と高緊張状態による交感神経亢進を伴う心理的要因が考えられる。うつ病、PTSD患者が暗算時に副交感神経の活動水準低下を引き起こすこと<sup>5)</sup>、ヨガトレーニングにより副交感神経の緊張増加、交感神経の活動水準低下がみられたこと<sup>9)</sup>などからストレスを含む心理的要因が自律神経系に影響を及ぼしていることがわかってきている。自律神経の活動を知る指標として心拍を周波数分析し交感神経、副交感神経の活動を定量化することは有効である。また、自律神経系（ストレス）の影響を調べる方法として、唾液アミラーゼ活性値、心拍変動の測定があげられる。これらの指標を使うことにより、重度重複障害児において活動における心身の状態を客観的に評価できると考える。

本研究では、施設併設学級の重度重複障害児学級の通常の学習活動で取り組んでいるエア・トランポリンが心身両面に及ぼす影響について、生理的指標を用いて調べ、今後の指導の資料とすることを目的とする。

### 2. 対象児

#### (1) 対象児A

肢体不自由特別支援学校に在籍 小学部4年、重複学級、10歳、男子

#### ①医学的診断

脳性麻痺

#### ②遠城寺式乳幼児分析的発達検査（2009年12月実施）

移動運動00:04-00:05 手の運動00:01-00:02

基本的習慣00:04-00:05 対人関係00:04-00:05

発語00:09-00:10 言語理解00:10-00:11

#### ③子どもの実態

身体を動かすことを好み、体調が良い時には自発的に体を動かす場面が多くみられる。同級生や教員のかかわりに反応を示す場面もみられる。てんかん発作もあり体調を一定に保つことが難しい。

#### (2) 対象児B

肢体不自由特別支援学校に在籍 小学部6年、重複学級、12歳、男子

#### ①医学的診断

先天性ヘルペスウイルス感染症、急性脳炎

#### ②遠城寺式乳幼児分析的発達検査（2012年11月実施）

移動運動00:01-00:02 手の運動00:00-00:00

基本的習慣00:03-00:04 対人関係00:03-00:04

発語00:02-00:03 言語理解00:06-00:07

#### ③子どもの実態

身体の緊張が強く、特に股関節の拘縮・緊張のため痛みを訴えることが多い。呼吸状態が安定しないことも多く、体調を一定に保つことが難しい。

### 3. 方法

対象児童は、週1回「運動」の時間として4月26日（金）～7月22日（月）の間の計11回、エア・トランポリンを実施した。実験は、環境の変化への適応を考慮し、最後の2回（7月17日（水）と7月22日（月））に実施した。

実験日には、対象児童の登校後、その日の体調を確認し、以下の測定を行った。

#### (1) 心拍数

心拍数の記録には、Polar社製HRモニター（RS800CX）を用いた。対象児童には、体調確認後、トランスミッターを胸部にベルトで装着し、時計型記録計を手首に巻いた。データは実験開始とともに記録し実験終了まで計測した。実験中は可能な限り時計型記録計を目視し、途中心拍計測が停止した場合には再起動させ記録を再開した。記録したデータは、専用インターフェースにてパーソナルコンピューター内のPolar ProTrainer 5に取り込んだ。Polar ProTrainer 5に取り込まれたデータから、心拍数（Heart rate：以下HRと略）、心拍のR-R間隔の変動係数（Coefficient of variation RR Interval 以下CV-RRiと略）、周波数解析の低周波成分（Low Frequency, 以下LFと略）と高周波成分（High Frequency, 以下HFと略）を求めた。また、LFをHRで除したLF/HFも算出した。LF、HFは、周波数全体の百分率（%）として求めた。

#### (2) 唾液アミラーゼ活性

唾液中のアミラーゼは、唾液アミラーゼモニター

(NIPRO 社製) を用いて計測した。計測方法は、チップのシート先端部分を舌下部に入れ、約30秒間保持した後ホルダー内に収納しモニター本体にチップを挿入し計測するもので、簡易かつ迅速に唾液アミラーゼ活性値を計測することができた。計測時間は、登校後(9:00~9:10)、授業活動中(10:00前後)、エア・トランポリン実施直前・直後・30分後(7月17日のみ)であった。

(3) 体圧分布

体圧分布の計測には、SR ソフトビジョン (TOKAI RUBBER INDUSTRIES 社製) を用いた。測定は、450mm × 450mm のシート状の測定エリアが、仰臥位にした対象児童の仙骨周辺と肩甲骨周辺に位置するようにセッティングし、エア・トランポリン実施の前後に5分間計測した。計測結果(動画データ)は、専用のビューワーソフトウェアを用いてパソコンに記録された。

(4) エア・トランポリン

対象児童は、9:00前後に登校後、トイレを含め健康に関する時間、始まりの会を行った後にエア・トランポリンを実施した。エア・トランポリンは児童を2グループに分け、それぞれ3~4名ずつエア・トランポリンに仰臥位で乗せ、児童の体調に合わせ4~7分間活動を行った(写真1)。活動内容は、5~7秒の周期でエア・トランポリンの空気を入れたり抜いたりする上下動に加え時々60回/分程度の軽い左右揺らしを入れるものだった。活動中は対象児童を中心にビデオ撮影を行い、後から活動時の様子、時間帯による活動内容の変化を確認した。

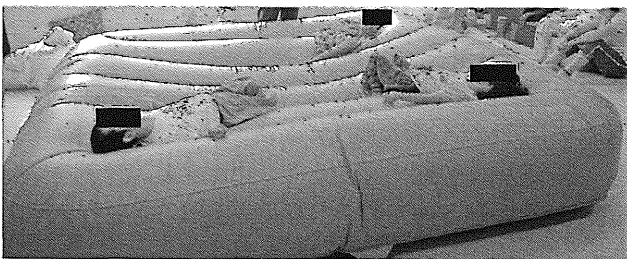


写真1 エア・トランポリンによる指導場面

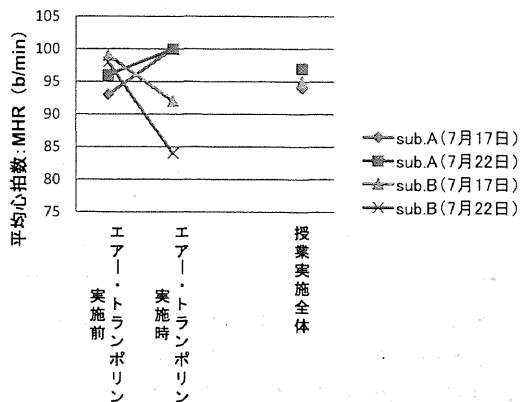


Fig. 1 エア・トランポリン実施による平均心拍数の変化

4. 結果

(1) 平均心拍数 (Mean Heart Rate, 以下 MHR と略)

Fig. 1 は、エア・トランポリン実施前(10分間)、実施時(5分間)及び授業全体を通して(以下3条件と略)のMHRを比較したものである。対象児AのMHRはエア・トランポリン実施前に比べて実施後の方が7月17日、7月22日の両日とも高くなっていったのに対し、対象児BのMHRはエア・トランポリン実施前に比べて実施後の方が両日とも低くなった。また、対象児Aについては、エア・トランポリン実施前と授業全体を通してのMHRはほぼ同じ値を示していた。対象児Bについては7月17日にエア・トランポリン実施前の方がやや高い値を示していたが7月22日については対象児Aと同様にほぼ同じ値を示した。

(2) CV-rrI

Fig. 2 は、3条件間のCV-rrIを比較したものである。対象児Aの7月22日、対象児Bの両日とも、エア・トランポリン実施前・授業全体に比べてエア・トランポリン実施時に大きな値を示した。対象児Bの7月17日については逆に、エア・トランポリン実施前・授業全体に比べエア・トランポリン実施時に小さい値を示した。

(3) HF

Fig. 3 は、3条件間のHFを比較したものである。対象児Aの7月22日、対象児Bの両日とも、エア・トランポリン実施前・授業全体に比べてエア・トランポリン実施時に高い値を示した。対象児Aの7月17日については逆に、エア・トランポリン実施前・授業全体に比べてエア・トランポリン実施時に低い値を示した。対象児Aについては授業全体のHFについて両日間で大きな変動がみられた。

(4) LF / HF

Fig. 4 は、3条件間のLF / HFを比較したものである。対象児Aの7月22日、対象児Bの両日とも、エア・トランポリン実施前・授業全体に比べてエア・トランポリン実施時に低い値を示した。対象児Aの7月17日については逆に、エア・トランポリン実施前・授業全体に比べてエア・トランポリン実施時に高い値を示した。

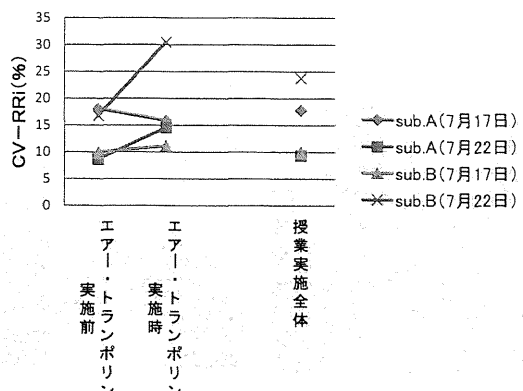


Fig. 2 エア・トランポリン実施によるCV-rrIの変化

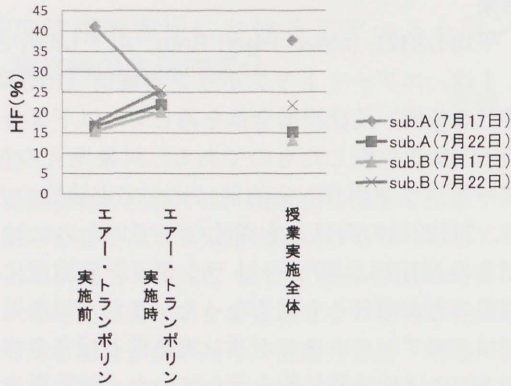


Fig. 3 エア・トランポリン実施による HF の変化

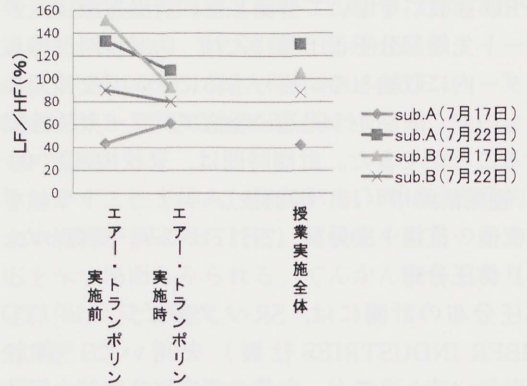


Fig. 4 エア・トランポリン実施による LF/HF の変化

対象児 B の 7 月 17 日のエア・トランポリン実施前は授業全体と比較しても大きな値を示した。対象児 A については授業全体の LF / HF について両日間で大きな変動がみられた。

(5) 唾液アミラーゼ活性値

Fig. 5 は、登校してからエア・トランポリン実施後 30 分までの唾液アミラーゼ活性値の変化を比較したものである。対象児童 A については、7 月 17 日にはエア・トランポリン実施直後に高い値を示したが、7 月 22 日には逆にエア・トランポリン実施直後に低い値を示した。対象児 B については、両日ともエア・トランポリン実施直後に低い値を示した。両対象児の両日とも、登校時に比べ、10:00、エア・トランポリン実施直前の方が

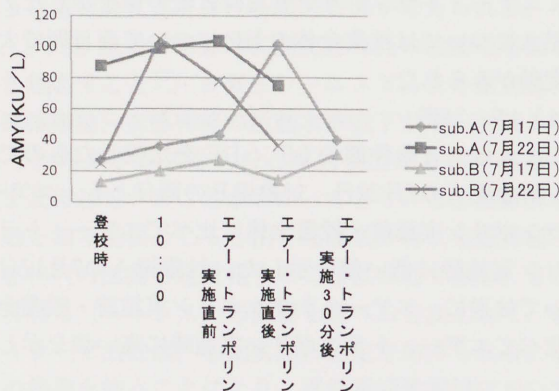
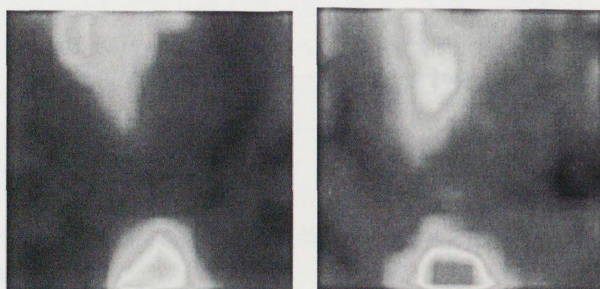
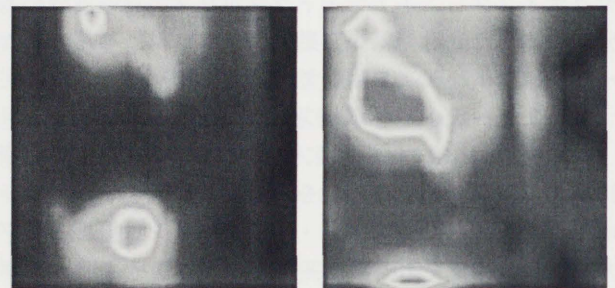


Fig. 5 エア・トランポリン実施による唾液アミラーゼ活性の変化



エア・トランポリン実施前 エア・トランポリン実施後 <sub. A >



エア・トランポリン実施前 エア・トランポリン実施後 <sub. B >

Fig. 6 エア・トランポリン実施前後の体圧分布の変化 (上部は肩甲骨周辺、下部は仙骨周辺を示す)

高い唾液アミラーゼ活性値を示した。

(6) 体圧分布

対象児 A, B 共にエア・トランポリン実施前よりも実施後の方が肩甲骨周辺の床接触面積が増大した (Fig. 6)。

5. 考察

Fig. 7, 8 は、対象児 A, B の学校生活における心拍数の変動 (7 月 17 日) を示したものである。赤滝ら<sup>1)</sup>は、寝たきりの者と健常者の日中覚醒時の MHR は約 80~90b/min であり、有意差はみられなかったが、標準偏差 (SD) は、寝たきりの者の方が健常者と比べて有意に小さかったことを報告している。また、大庭ら<sup>8)</sup>が行った研究における重度重複障害児の授業時の MHR は、92.3b/min (SD=4.0) であった。本研究の対象児 A, B の 2 日間の MHR はそれぞれ A : 94b/min (SD=13.8), 97b/min (SD=11.0) B : 95b/min (SD=11.7), 97b/min (SD=14.6) であった。本研究の対象児の SD が先行研究に比べ大きかったのは、先行研究に比べ、体調 (特に呼吸) の不安定さがあげられる。大庭ら<sup>8)</sup>の対象児は、呼吸性変動が規則的に出現する安定した状態であったと報告している。本研究の対象児にはこのような安定した呼吸がみられず、呼吸の仕方も様々であったために変動が大きく出た可能性が考えられる。

エア・トランポリン実施前後の MHR を比較してみ

ると、2日とも対象児Aは実施後にMHRの上昇が、対象児Bは実施後にMHRの減少がみられた。HRは自律神経の支配を受けており、交感神経が働くくとHRが上昇し副交感神経が働くくとHRが下降する。MHRの結果だけをみると、対象児Aにとってエアーク・トランポリン実施は交感神経活動が増加する、緊張を高める活動であったのに対し、対象児Bにとってエアーク・トランポリン活動は興奮性を抑制する、リラックスできる活動であったことが考えられる。今回行ったエアーク・トランポリン活動は他動的な動きであったため、通常自発的な筋活動による心拍数の上昇とは異なったメカニズムが働くことも考えられる。また、ストレスがHRの増加、リラックスがHRの減少をもたらすことが明らかになっている<sup>4)</sup>ことから、心理的要因がHR等生理的指標に影響を与えた可能性もある。そこで、心理的要因を検討するため、CV-*rri*, HF, LF/HF, 唾液アミラーゼ活性値を検討した。

本多<sup>4)</sup>の研究では、安静時のMHRは個人間で差異がみられるため、心拍変動を分析する場合にはSDではなくCVを用いるとしている。心拍のR-R間隔についても同様のことが言えるため本研究でもCVを用いることにした。

CV-*rri*の増大は副交感神経の亢進を反映している。対象児AのCV-*rri*は、エアーク・トランポリン実施により減少した日(7月17日)と増大した日(7月22日)があった。7月22日の結果は、MHRで推論したエアーク・トランポリン活動は緊張(興奮性)を高める活動であったとする考え方に矛盾する。対象児BのCV-*rri*は、エアーク・トランポリン実施により両日とも増加し、MHRの結果と矛盾しないものであった。

対象児Aの7月22日の結果を更に検討するために、HF, LF/HFについても検討を加えた。心拍は自律神経の一つである交感神経からの刺激には緩やかに応答するのに対し、もう一つの自律神経である副交感神経からの刺激には瞬時に応答する。このため、心拍の周期変動の周波数に差が生じることが知られている<sup>7)</sup>。この周波数を解析すると、低周波LF(0.04~0.15Hz)と高周波HF(0.15~0.40Hz)に分けることができる。一般に、HFは副交感神経活動にのみ影響を受けるが、LFは、交感神経と副交感神経の両方に影響を受けることが知られている。そのため、多くの論文ではLF/HFを交感神経の指標として用いている。本研究のHFについてみると、エアーク・トランポリン実施により対象児Aは7月17日に減少、7月22日に増大した。対象児BのHFは、エアーク・トランポリン実施により両日とも増加した。この傾向は、CV-*rri*と同じであり、両結果とも副交感神経の反応を反映しているといえる。

次に、LF/HFをみてみると、CV-*rri*, HFとは逆の傾向がみられた。つまり、エアーク・トランポリン実施によりCV-*rri*・HFは増加(減少)し副交感神経が亢進(抑制)され、LF/HFは減少(増加)し交感神経が抑

制(亢進)されるという相反関係がみられた。

唾液アミラーゼ活性値についてみてみると、エアーク・トランポリン実施前後でLF/HFと同じ傾向を示した。LF/HF, 唾液アミラーゼ活性値共に交感神経の興奮性を反映していることから同一傾向を示したことは矛盾しないことである。田山ら<sup>11)</sup>によると、ボールプール活動のように全身を包み込むような触圧刺激による活動は呼吸中枢の抑制及び副交感神経優位の反応が出現し、心理的に鎮静効果が生じたことを報告している。今回のエアーク・トランポリンも、対象児Aにとってはボールプール同様にエアーク・トランポリンが全身を包み込む触圧刺激であったため鎮静効果が起きたものと考えられる。

対象児Aは、7月17日のエアーク・トランポリン活動により交感神経系の亢進(HR・LF/HFの増加)及び副交感神経の抑制(CV-*rri*・HFの減少)、つまり興奮性が高まったことが推察された。このことを確認するために、MHR, HF, LF/HFについて、同日学習活動中に行った軽運動時(Fig. 1参照)と、授業実施全体、エアーク・トランポリン実施時を比較した(Table 1)。その結果、エアーク・トランポリン実施時の自律活動系の働きは、授業実施全体と軽運動時の中間程度に位置することが確認された。対象児Bにおいては、7月17日に覚醒状態が低い時間帯が確認された(Fig. 2参照)。このため、対象児Aと同様に、低覚醒時におけるMHR, HF, LF/HF, 授業実施全体とエアーク・トランポリン実施時を比較した(Table 2)。その結果、低覚醒時はエアーク・トランポリン実施時よりも授業実施全体の自律神経系の状態に近いことがわかった。このことは、対象児Bの場合、低覚醒時=リラックス状態ではないことが予想されるが、唾液アミラーゼ活性等のデータからはそれを裏付ける事実はみられなかった。心拍の周波数分析及び唾液アミラーゼの分析には個人の反応の差、環境(条件)差などが大きく影響することからこれらの測定値のみで心理状態を判断するには限界があると考えられる。

Table 1 sub. Aにおける軽運動時とエアーク・トランポリン実施時、授業実施全体の比較(MHR, HF, LF/HF)

	軽運動時	エアーク・トランポリン 実施時	授業実施全体
MHR(b/min)	108	100	94
HF(%)	15.8	24.3	37.7
LF/HF(%)	70.4	61.1	42.6

Table 2 sub. Bにおける軽運動時とエアーク・トランポリン実施時、授業実施全体の比較(MHR, HF, LF/HF)

	低覚醒時	エアーク・トランポリン 実施時	授業実施全体
MHR(b/min)	91	92	95
HF(%)	12.9	20.1	13.2
LF/HF(%)	109.4	92.9	105.5

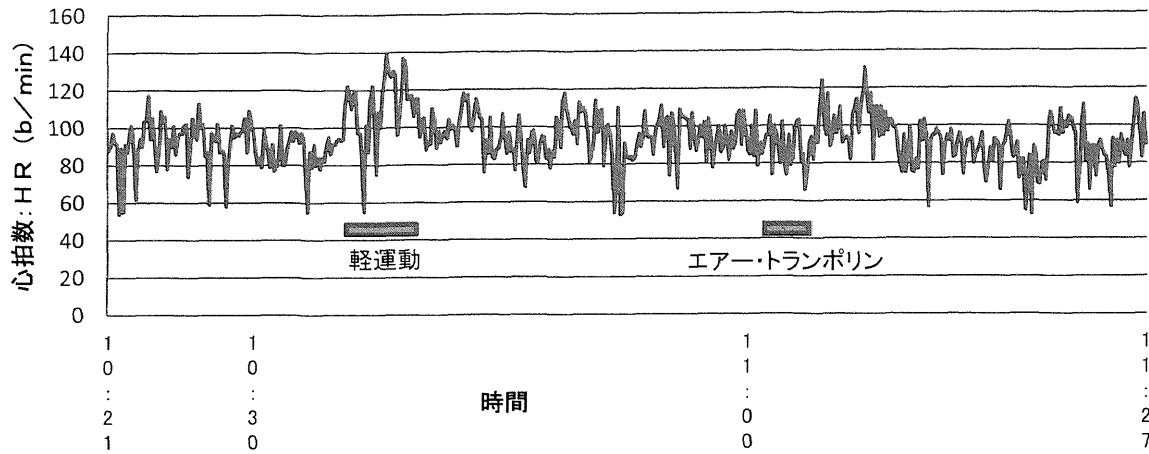


Fig. 7 sub. Aの学校生活における心拍変動（7月17日）

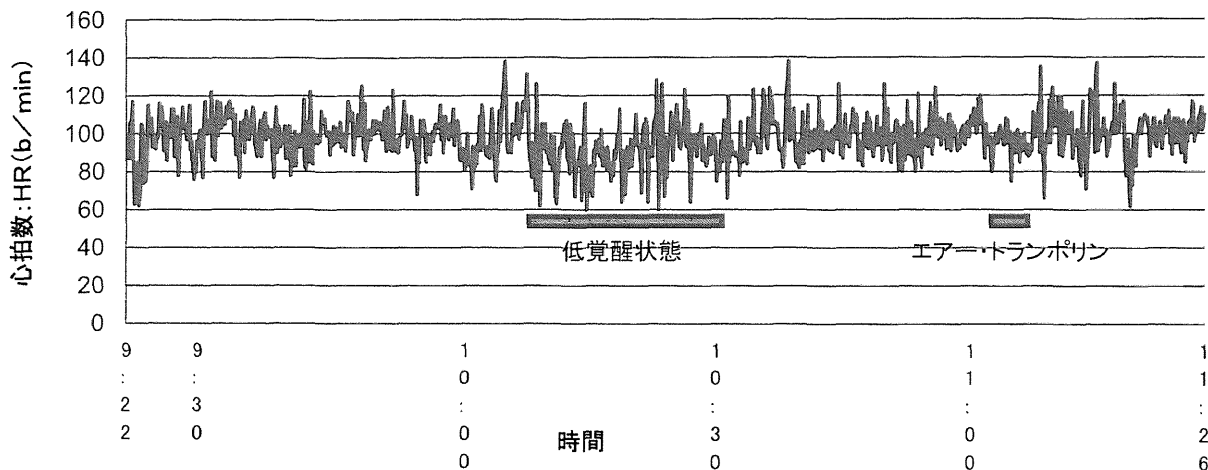


Fig. 8 sub. Bの学校生活における心拍変動（7月17日）

エアートランポリン実施後の体分圧において、特に肩甲骨周辺の接触面積が増大していることは、実施後に胸部及び腰部の過度の湾曲が減少し体の緊張が緩んだことを示していると思われる。

## 6. まとめと今後の課題

重度重複障害児にエアートランポリンを実施し、対象児によっては興奮性の活動、リラックス性の活動になる可能性が示唆された。今回の結果はわずか2回の計測で得られたものであったため、統計等を使って一定の傾向を示すことができなかった。また、対象児Aの7月22日のMHRの変化とCV-*rri*を含むその他の生理的指標の変化の関係には説明できない部分もあり、今後さらにデータや測定指標を増やし詳細に検討していく必要があると思われる。

## <文献>

- 1) 赤滝久美 他 (1987). 重症心身障害者の24時間心拍数による身体活動水準の解析. 体力科学, 36, 260-269.
- 2) 新井良保 他 (1991). 重度重複障害児・者の感覚運

動ネットカームーブメントにおける心拍数の分析-. 横浜国立大学教育紀要, 31 (10), 147-161.

- 3) 林 博史 (1999). 心拍変動の臨床応用. 医学書院
- 4) 本多 薫 (2010). 座位安静時の心拍変動に関する検討. 山形大学大学院社会文化システム研究科紀要, 7, 27-37.
- 5) Keary TA, Hughes JW and Palmieri PA (2009). Women with posttraumatic stress disorder have larger decreases in heart rate variability during stress task. *Int J Psychophysiol.* 73, 257-264.
- 6) 小坂橋喜久代 他 (1998). 健康女性を対象とした漸進的筋弛緩法によるリラックス反応の評価-生理的・感覚認知的指標による-. 群馬保健学紀要, 19, 81-89.
- 7) 水田敏郎 他 (1996). 重症心身障害者の期待に「ゆらし」刺激が及ぼす効果-心拍変動を中心に-. 特殊教育学研究, 34 (3), 1-11.
- 8) 大庭重治 他 (2003). 重度・重複障害児の訪問教育における授業事例と生理学的評価の試み. 上越教育大学障害児教育実践センター紀要, 9, 33-41.
- 9) Satyapriya M, Nagendra HR, Nagarathna R, et

- al, (2009). Effect of integrated yoga on stress and heart rate variability in pregnant women. *Int J Gynaecol Obstet*, 104, 218-222.
- 10) 杉谷 崇 他 (2001). 重度重複障害児に対するトランポリン運動の研究. 富山大学教育学部研究論集, 4, 53-58.
- 11) 田山智子 他 (2008). ボールプールの自律神経系に及ぼす効果について：呼吸・代謝・心拍と主観的な感じ方からの検討. *作業療法*, 27 (1), 57-64.

## II. 肢体不自由児の学校生活における心拍数変動 — 体育との比較を中心に —

池田 仁

### 1. 目的

児童生徒の体力低下が叫ばれて久しい。文部科学省が行っている「体力・運動能力調査」によると、日本の子どもの体力は、昭和60年頃から長期的に低下傾向を示し、体力が高い子どもと低い子どもの格差が広がっているということである<sup>5)</sup>。

肢体に不自由さを持った児童生徒も例外ではない。本校に通学してくる児童生徒についても小学部の時にはスクールバスや自家用車を使った登下校が多く、中学部においてもスクールバスや自家用車等を利用する生徒も少なくない。休日等自宅で過ごしている時間についても家の中でゲームをしたりテレビを観たりパソコンをしたりして過ごす例が多く、外出をした児童生徒についても家族に車椅子を押してもらうなど介助付きで活動することが多い。

このような現状の中、学校という家庭とは違った広い空間の中で諸活動を行うことにはとても大きな意味があると考えられる。特に、週に2～3時間設定されている体育の授業は非常に貴重な身体活動の場であると考えられる。子どもにとってどの程度の運動を行えばよいのかのガイドラインとして、Pateら<sup>7)</sup>は、5歳以上の子どもは、中等度(40～60%  $\dot{V}O_2\max$ )の運動を毎日30分以上行うのが望ましいとしている。また、Epsteinら<sup>2)</sup>は、3～17歳の子どもは、軽強度(20～40% HRR)で1日60分以上と有酸素性能力の改善が期待できる強い強度(50% HRR<)の運動が30分以上必要と述べている。ただし、山地<sup>9)</sup>は、日頃非活動的な生活を送っている者は活動的な生活を送っている者よりも弱い運動強度でしかも短時間でも $\dot{V}O_2\max$ の改善が期待できることを報告している。

そこで、学校生活における活動量の変化について心拍数を指標に計測を行い、諸活動における心拍数を検討するとともに、体育の授業が心拍数向上に貢献していることを生理的指標から実証することを目的とした。

### 2. 対象

本校中学部1年生5名に実験をお願いした。本人及び保護者に本研究の趣旨や方法について口頭及び書面にて説明し、承諾ならびに署名を得た。sub. A～Eのプロフィールは以下のとおりである。

sub. A：男子，脳性麻痺（痙直型），移動は電動車椅子を使って行う。体育は，主に電動車椅子を使って行うが，必要に応じてウォーカーも使用する。（今回の体育授業中はすべて電動車椅子での参加であった）

sub. B：女子，脳性麻痺（痙直型），移動時には手動

車椅子とウォーカーを併用。体育時には手動車椅子を使用。

sub. C：女子，脳性麻痺（アテトーゼ型），移動，体育共に手動車椅子を使用。

sub. D：女子，脳性麻痺（痙直型），教室内の移動，体育の授業の殆どは独歩，体育の授業等は必要に応じて手動車椅子を使用することがある。（5分間走は手動車椅子を使用）

sub. E：女子，脳性麻痺（痙直型），移動，体育共に手動車椅子を使用。

### 3. 方法

実験は，平成25年7月16日（火）～7月22日（月）の5日間行った。心拍数（Heart rate：以下HRと略）の計測には，Polar社製HRモニター（RS800CX）を用いた。対象生徒には，授業が始まる前にトランスミッターを胸部にベルトで装着し，時計型記録計を手首に巻いた。データは実験開始とともに記録し授業終了まで計測を続けた。途中心拍計測が停止したことを教員が確認した場合には再起動させ記録を再開させた。

記録したデータは，専用インターフェースにてパーソナルコンピューター内のPolar ProTrainer 5に取り込んだ。Polar ProTrainer 5に取り込まれたデータから，HRを求めた。

パソコンに取り込まれたデータは，トランスミッターの装着不備等によりHRが正確に読みとれていない部分（HRが平たんになっている部分，HRが40b/min以下，180b/min以上に急に逸脱している時等）についてのみデータから除外した。

その後データは，各授業（国語，数学，理科，社会，英語，技術家庭，美術，音楽，体育，自立活動），休み時間，昼休み（給食を含む）に分類した（今後は授業，休み時間，昼休みの時間帯をカテゴリーと呼ぶ）。各授業については，授業開始後5分間，終了前5分間は準備，片付け等でHRが落ち着いていないことを想定し，授業開始後5分～授業終了5分前（35分間）を計測時間とした。休み時間，昼（給食含む）については，片付け，次授業（給食）の準備，移動，トイレその他の要素もすべて含まれることからすべてを計測時間とした。計測時間内に前述のHRが正確に読みとれていない部分が入ってしまった場合にはその分類時間は計測対象から除外した。

得られたHRデータは，被験者毎にカテゴリー別に平均値をとり集計した。

統計処理には，SPSS 11.0 J for Windowsを用いた。

### 4. 結果

Table 1は，実験データより得られたデータを各被験者毎にカテゴリー別にまとめ，平均心拍数（Mean Heart Rate；以下MHRと略）を求めたものである。

sub. Aについては，全てのカテゴリーで計測すること



ができた。sub. Cについては、学習活動、移動等の動きの中でトランスミッターや時計型記録計が大きくずれたり外れかけたりして上手くHRが取れない場面が多く見られたためかなりの部分で欠落が生じた。sub. Dについては、実験第1日目が行えなかったことからカテゴ

リーに欠落が生じている。sub. B, sub. Eについても1箇所ずつ欠落が生じた。

Table 1より、どの被験者もすべてのカテゴリーの中で体育のMHRが一番高い値を示した。体育に次いで高かったのは休み時間・昼（給食を含む）で、残りのすべ

Table 1 カテゴリー別平均心拍数 (b/min)

	国語	数学	理科	社会	英語	技家	美術	音楽	体育	自立活動	休み時間	昼(給食含)
Sub. A	90.50	91.91	90.69	92.86	88.65	93.35	90.34	86.11	96.81	88.51	93.31	95.65
Sub. B	100.95	102.70	96.99	96.72	108.88		108.79	100.56	134.44	92.05	106.71	109.62
Sub. C		88.87	95.88	95.08				92.39		91.41	106.59	102.47
Sub. D	99.36	101.47	91.49		103.77				124.97	90.40	116.26	113.77
Sub. E	89.31	84.41	85.52	85.86	91.47	91.13		84.52	112.42	83.15	94.37	99.17
平均	95.03	93.87	92.11	92.63	98.19	92.24	99.57	90.90	117.16	89.10	103.45	104.14

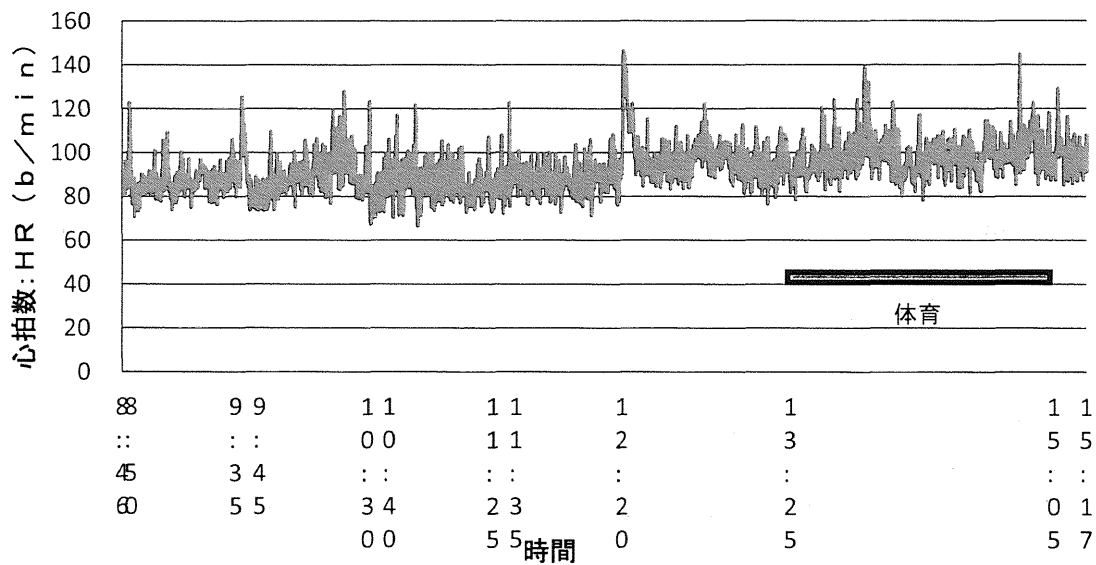


Fig. 1 sub. Aの体育がある日の学校生活における心拍変動 (7月18日)

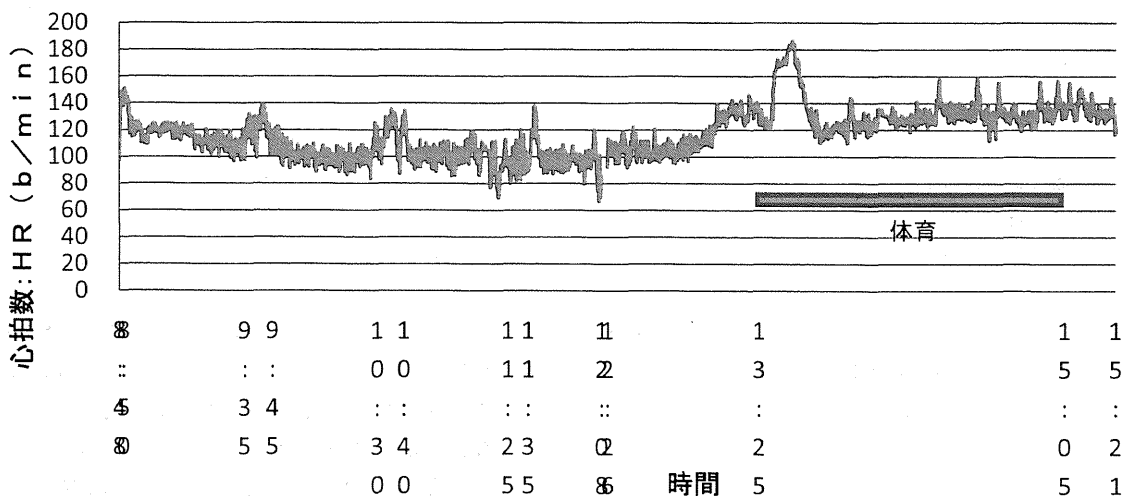


Fig. 2 sub. Bの体育がある日の学校生活における心拍変動 (7月18日)

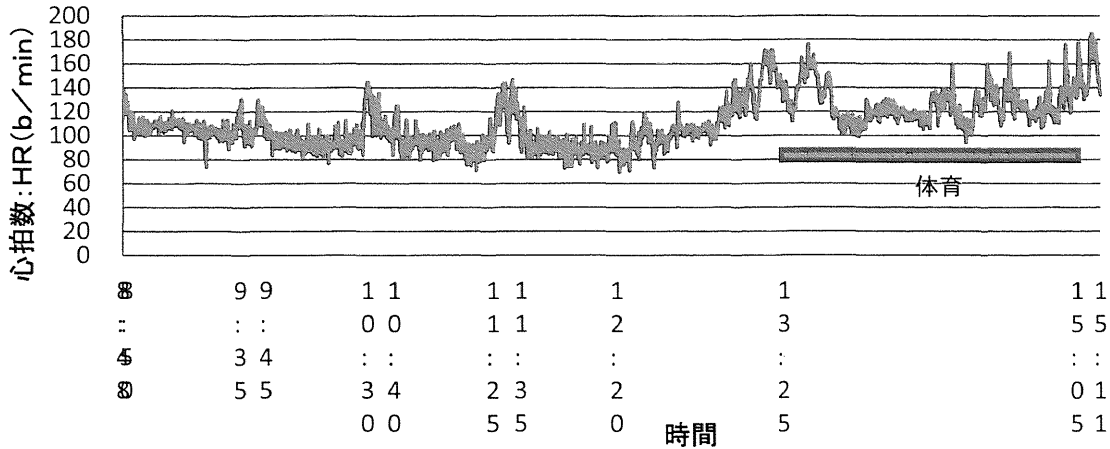


Fig. 3 sub. Dの体育がある日の学校生活における心拍変動 (7月18日)

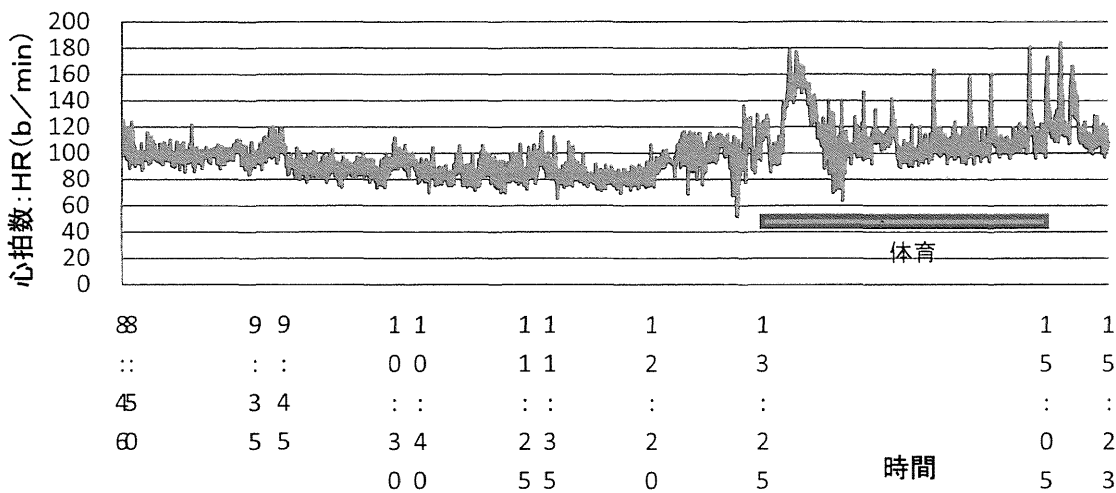


Fig. 4 sub. Eの体育がある日の学校生活における心拍変動 (7月18日)

ての категория (授業時間) よりも高かった。授業時間については、自立活動について、sub. Cを除いて全授業時間の中で一番低い MHR を示した。

以上の点について、統計的に確認するため、一元配置分散分析を行うための等分散性の検討を行ってみた。結果、有意確率が0.01となったため一元配置分散分析が使えず、ノンパラメトリック検定の一つである Kruskal-Wallis の検定を行ったところ、有意差が認められた ( $\chi^2 = 36.52, df = 11, p = 0.00014$ )。そこで、多重比較を行うために、Mann-Whitney の U 検定を用いて 2 群比較を行い、Sidak の検定で p 値の多重比較補正を行った。結果は、理科一休み時間 ( $p < 0.05$ )、理科一昼 (給食含む) ( $p < 0.05$ )、体育一自立活動 ( $p < 0.05$ )、自立活動一休み時間 ( $p < 0.05$ )、自立活動一昼休み ( $p < 0.01$ ) に有意差が認められた。

体育と他の category の MHR に違いがあるのか検討するために、体育と体育以外のすべての category をまとめて、2 群間で Welch の検定を使い検討した。結果は、 $t = -2.82, df = 5.15, p < 0.05$  で有意差が認められた。

### 5. 考察

今回の研究の目的は、肢体不自由を持った生徒の学校生活での心拍数変動を調べ、体育の授業の有用性を検討することにあった。本校生徒の全学校生活の MHR は、91.03~105.31b/min の範囲にあった。三田ら<sup>4)</sup>の研究では、施設に入所している肢体不自由児 (10~16歳) の覚醒時の MHR は、75.1~101.2b/min であったと報告している。Berg<sup>1)</sup> も同年齢の脳性麻痺児の学校生活時の MHR について研究を行っており、100b/min であったと述べている。本校の児童生徒の学校生活における MHR も活動様式や障害の程度等を考慮するとこれらの結果と大きな違いはないと考えられる。

Fig. 1~4 は、sub. A, B, D, E の 2 時間体育のある日 (7月18日 (木)) の 1 校時開始から 6 校時終了までの HR 変動である。sub. B, D, E については体育の授業の開始直後に行われる 5 分間走は、視覚的にも急峻な HR の上昇として見てとれる。5 分間走時、直後の最高心拍数は B (185b/min)、D (176b/min)、E (178b/min) であった。野井ら<sup>6)</sup> のジャパンパラリンピック出場時の選手の HR を計測した研究でも、100m、200m、400m いずれのレースでも最高心拍数は 192b/min

minであった。また、一般に言われている推定最高心拍数(220-年齢:13=207)から想定してもかなり強い運動強度であったことがわかる。すべての被験者の学習活動において、MHRが150b/minを超えることは体育の授業しかなく、体育の授業が、中～強強度の身体活動の貴重な時間となっていたことが分かる。sub. Aについても5分間走終了時のMHRは97b/minとなり、全体カテゴリーのMHR:91.56b/minからわずかではあるが上昇している。ただ、他の被験者と異なり5分間走が体育活動全体のピーク値になっていない。sub. Aは5分間走であってもその他の体育を含む身体活動であっても上肢を動かすという意味では相違ないためだと考えられる。ただ、この上肢を動かす活動の頻度が他のカテゴリーよりも高かったためわずかながらもMHRが上昇したと考えられる。その意味では、sub. Aについては、体育以外の場でも上肢を動かすことにより体育と同程度のHRの上昇を得ることができると考えられる。

Table 1の結果から、すべての被験者において、全カテゴリーの中で、体育が一番高いMHRを示していることが確認できた。休み時間・昼(給食を含む)は、その次に高いMHRを示している。これらの時間は次授業の準備、移動、トイレなどに使われることが多い。

井上<sup>3)</sup>の研究では、多くのカテゴリーの中、歩行が一番高く、次が給食となっている。HRを上げる要因の一つに筋活動量の増加があるが、休み時間には移動を含む筋活動量が多くなることからMHRが高くなることは理解できる。

もう一つの昼(給食準備、給食、昼休み等)は、給食(食事)の要素が大きく関与する。齋藤ら<sup>8)</sup>は、健常男子を対象に、食事動作ができるだけ関与しないように45度仰臥位の状態で流動食摂取を行わせるところ、有意なHRの上昇があったことを報告している。このことを考慮すると、食事をとる事自体が昼のMHRを上げる要因の一つになっていることは確かである。更に、前後の時間に給食の準備、片づけがあることを考えるとMHRが高くなるいくつかの要素があると言える。

体育と他のカテゴリーとの関係を検討するためにいくつかの検定を試みた。その結果、体育と体育以外のカテゴリーに有意な差がみられた。また、カテゴリー間では、理科と休み時間、理科と昼(給食含む)、体育と自立活動、自立活動と休み時間、自立活動と昼(給食含む)に有意差がみられた。体育よりMHRが低い休み時間と昼(給食含む)の方に有意差が数多く見られた。原因の一つとしてN数が大きく異なっていたことが考えられる(体育:6, 休み時間:21, 昼(給食含む):16)。その他、心拍数には心理面の影響も大きく、種々の環境要因と合わせて体育のMHRにおける優位性をより明確に示していくためにはより多くの測定値が必要となると考えられる。

## 6. まとめと今後の課題

肢体不自由児における学校生活の心拍変動、特に体育との関連を調べ、体育が他のカテゴリーよりも高いMHRを示していることがわかった。また、手動車椅子の生徒にとって、体育は中～高程度の運動強度を得る貴重な時間となっていることが確認された。ただ、本研究では $\dot{V}O_2\max$ を年齢からの推定値で求めたため各被験者の計測値による正確な運動強度(% $\dot{V}O_2\max$ )を求めることができなかった。今後先行研究と比較検証していくためにはより正確に各被験者の運動強度を計測していく必要がある。また、体育を含む細かなカテゴリー別の検討のためにはN数が不足していた。今後計測日、計測者を増やす等によりさらに細かな分析が可能になると思われる。

## <文献>

- 1) Berg K, Olsson T (1970). Energy requirements of school children with cerebral palsy as determined from indirect calorimetry. *Acta Paediatrica*, 59, 71-80.
- 2) Epstein LH, Paluch RA, Kalakanis LE, et al. (2001). How much activity do youth get? A quantitative review of heart-rate measured activity. *Pediatrics*, 108, E44.
- 3) 井上貴江 他(1993). 通常の学級に在籍する肢体不自由児の心拍数の変化(1). 大阪教育大学障害児教育研究紀要, 15, 9-16.
- 4) 三田勝己 他(1989). 肢体不自由児の日常生活における身体活動と心拍数変動. *リハビリテーション医学*, 26(6), 497-502.
- 5) 文部科学省(2013). スポーツ振興基本計画2 スポーツ振興施策の展開方策1 スポーツの振興を通じた子どもの体力の向上方策A
- 6) 野井真吾 他(1997). 脳性まひ選手の競技中における心拍数変動. *日本体育大学紀要*, 26(2), 145-150.
- 7) Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 273, 402-407.
- 8) 齋藤やよい 他(1992). 食事摂取が循環系に及ぼす影響について. *日本看護研究学会雑誌*, 15(2), 15-22.
- 9) 山地啓司(2001). 改訂 最大酸素摂取量の科学. 杏林書院.