

下肢の踏み出し動作を用いた選択反応能力と各種運動能力の関係

横谷 智久^{*1}, 野口 雄慶^{*1}, 杉浦 宏季^{*1}, 戎 利光^{*1}, 前川 剛輝^{*1}, 山崎 健吾^{*2}

Relationship between Selective Response Ability and Motor Abilities Involving Stepping Motion of the Legs

Tomohisa YOKOYA^{*1}, Takanori NOGUCHI^{*1}, Hiroki SUGIURA^{*1}, Toshimitsu EBISU^{*1}, Taketeru MAEGAWA^{*1} and Kengo YAMAZAKI^{*2}

^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

The purpose of this study was to elucidate the relationships between the choice reaction times and the physical fitness in preschool children using the stepping motion of the legs. Twenty-eight healthy preschool children (16 boys, 12 girls) underwent a selective response time test (even condition, winning condition, lose condition) and a physical fitness test to examine the relationship among their performances in both tests. The rock-paper-scissors measurement device (original model; Takei Scientific Instruments Co., Ltd., Niigata, Japan) developed for measuring the selective response time in preschool children displays drawings of rock, scissors, or paper on the monitor and measures the response time that children take to step on the corresponding sheet with accuracy to one-hundredth of a second. Five trials were conducted for each of the three conditions: even, winning, and losing. Excluding both maximum and minimum values, the average time recorded for the remaining three trials were used as evaluation parameters. The physical fitness test (softball throwing, side step test, and whole body reaction time) were also measured. The Pearson's cumulative partial correlation coefficient was used for statistical analysis, and the level of statistical significance was set at 5%. The results revealed no significant relationships among all physical fitness parameters in the even condition. The winning condition showed a moderate negative correlation with and softball throwing performance, and the lose condition showed a moderate negative correlation with the softball throwing performance ($r = -0.447, -0.387, p < 0.05$)

Key Words : Choice Reaction Time, Preschool Children, Rock-paper-scissors Game

1. 緒 言

幼児期は、認知能力や各種運動能力等が著しく発達する時期とされている⁽¹⁾。近年、子どもの体力の低下に比例するように、子どもの事故や怪我が増加し、保育の現場では、転倒に伴う頭部の怪我が多く発生している⁽²⁾。また、幼児期の発育発達上の問題として、特に神経機能が関与する能力の低下が指摘されている⁽³⁾。幼児期の神経機能の低下は、運動技能の習得の遅れや、体力全体の低下にも影響を及ぼすことが考えられることから、その機能の低下抑制は重要な課題である。

子どもが、危険を回避するために必要なのは、瞬時に危険を判断し、素早く安全な場所に移動する能力であり、神経機能が大きく関与していると考えられるが、これまで幼児の選択反応能力を評価するテスト方法や先行研究は少ない⁽⁴⁾。この理由の一つに、幼児にはテストの手順や様式が複雑な場合、理解が困難であり、十分に能力を発揮できない可能性がある。よって、幼児に対してテストを実施する場合には、日常生活で行われるような遊びを利用した方法が理解しやすく、かつ、能力を十分に発揮できると推測される。このような中で、神経機能の発達を評価するテストとして、主に反復横跳びや全身反応などが用いられている。また、ボール投げは投能力を評

* 原稿受付 2018年2月28日

^{*1} スポーツ健康科学科

^{*2} 大学院 社会システム学専攻

E-mail: yokoya@fukui-ut.ac.jp

価するテストとされているが、幼児においては各種動作の協応能力、つまり神経機能を評価するテストでもある。しかし、これらのテストでは、危険を回避する能力、例えば、瞬時に適切な判断をし、実行する能力は評価することができない。

そこで、横谷ら⁽⁶⁾は、幼児が日常生活において、順番を決める時や勝ち負けをつける時などに実際に行われている「ジャンケン」のルールを利用した選択反応時間（choice reaction time :CRT）テスト⁽⁶⁾を開発し、幼児における敏捷能力や協応能力の評価を試みている。このCRTテストは、モニター上に呈示された絵柄と同じ絵柄のボタンを選択するあいこ条件では、全身反応（ピカッと光ったら跳びあがる）に近い評価基準として扱うことができるが、勝ち条件や負け条件では、難易度が高くなりより神経機能の影響が関与することが考えられる。また、上肢（利き手）による選択反応時間の条件間差や年代差、体力の関係を明らかにしてきたが、日常生活の中で危険を回避するような場面において、多くは咄嗟に下肢の踏み出し動作、つまり、全身を移動させるような動作の成が必要であり、下肢による選択反応能力と神経機能が関与する運動能力の関係を評価することは重要であると推測される。選択反応時間テストや上述した反復横跳びテスト、全身反応テスト、ボール投げは、それぞれ課題は大きく異なるものの、いずれも神経機能が関与するテストである。したがって、これらのテストは相互に関係がある。

本研究の目的は、幼児における下肢の踏み出し動作を用いた選択反応能力と神経機能の影響が大きいと考えられるソフトボール投げ、反復横跳び、および全身反応との関係を検討することである。

2. 方 法

2.1 被験者

本研究の被験者は、I 県 K 市の保育園に在籍している健康な年長児 28 名（男児 16 名、女児 12 名）であった。Table 1 に、被験者の身体的特性を示している。なお、男女とも身長、体重などは一般的な幼児と同程度であった。ジャンケンは、レクリエーション活動などで広く用いられている遊びの一つであり、本研究の被験者も、全員ジャンケンのやり方について理解していた。測定に先立ち、被験者の保護者には、本実験の趣旨を文章で説明し、同意を得て測定を行った。さらに、字や絵を書く、およびボールを投げる方の手を事前に口頭で確認し、利き手と定義した。ボール投げ測定は全て、利き手で実施した。

なお、本研究は、福井工業大学における人を対象とする研究倫理委員会にて承認された（承認番号：人-2015-1）。

2.2 測定方法

2.2.1 選択反応時間テスト測定

選択反応時間テストには、選択反応時間測定器（オリジナルモデル、竹井機器社製）を用いた。この測定器は、画面中央部にグー、チョキ、パーのいずれかの絵を呈示してから、被験者が目の前に接地された四角いシートを踏むまでの反応時間を 100 分の 1 まで計測することができる（Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3）。

測定手順は、横谷ら⁽⁶⁾の条件に従い、ジャンケンのルール（例：グーはチョキに勝ち、パーに負ける）を利用し全ての被験者に対し、①あいこ条件（画面に表示された絵に対し、同じ絵を選択する）、②勝ち条件（画面に表示された絵に対し、勝つ絵を選択する）、③負け条件（画面に表示された絵に対し、負ける絵を選択する）の 3 つの条件のテストを実施した。測定順序を予測されないために「グー、チョキ、パー」をランダムに呈示した。評価変数は、それぞれの条件（あいこ、勝ち、負け）の答えを選択し、正しい答えのシートを踏むまでの反応時間とし、代表値は 5 試行のうち、最高および最低値を除いた 3 試行の平均値とした。なお、いずれの条件も、反応時間が短いほど、認知判断反応能力が優れると解釈される。

Table 1 Physical fitness characteristics in preschool children

		Mean	SD	Max	Min
age (yr.)	boy	6.0	0.3	6.5	5.5
	girl	5.9	0.4	6.5	5.5
height (cm)	boy	112.8	3.3	118.7	108.0
	girl	113.5	6.5	123.6	100.6
weight (kg)	boy	19.5	1.7	21.8	15.7
	girl	20.3	3.4	28.2	15.3
Rohrer index	boy	135.9	10.8	155.0	117.0
	girl	138.8	17.1	171.0	102.0

Note) boy (n=16) , girl (n=12)



Fig. 1 Measurement Devise



Fig. 2 Measurement Devise



Fig. 3 Measurement Scenery

2.2.2 各種体力テスト

各種体力テストには、神経機能の影響が大きいと解釈される3種目（ソフトボール投げ、反復横跳び、および全身反応）を実施した（Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6）. すべてのテストは、それぞれ1試行ずつ実施した.

a. ソフトボール投げ

ソフトボール投げテストは、1号球を用いて実施した. 既定の円内から投球し、ボールが落下した地点を確かめ、制限ラインからの最短距離を50cm単位で計測した（50cm未満は、切り捨てる）.

b. 反復横跳び

反復横跳びテストは、穂丸（2003）と同様、1本ラインを両足揃えて左右に5秒間往復する方法を採用し、左右ジャンプ測定器（竹井機器製TKK5823）を使用した⁽⁷⁾.

c. 全身反応

全身反応テストは、園児を反応マットの上で待機させ、刺激提示部から発せられる光刺激を検出したらできるだけ速くジャンプして反応する. 全身反応時間が短いほど、刺激に対して素早い反応を行う能力を有するといえる. 測定には、ヤガミ社製 YB-1100を使用し、全身反応時間を1000分の1まで計測した.



Fig. 4 Softball throwing

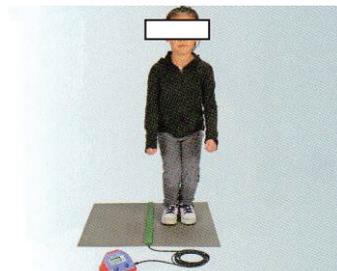


Fig. 5 Side step test

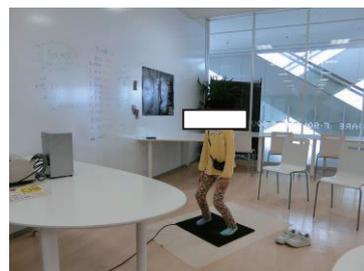


Fig. 6 Whole body reaction

2.3 統計解析

各種選択反応時間テストと各種体力テスト間の関係を検討するために、ピアソンの積率相関係数を算出した。本研究における統計的仮説検定の有意水準は5%とした。

3. 結果

Table 2は、各種選択反応時間と各テスト間の相関係数を示している。解析の結果、あいこ条件では全ての種目との間に有意な相関は認められなかった。勝ちおよび負け条件は、ソフトボール投との間に中程度の有意な負の相関が認められた ($r=-0.447$, -0.387)。

Table 2 Correlation coefficients between choice reaction time and (each) Physical fitness test

	Softball throwing	Side step test	Whole body reaction time
Draw	-0.168	-0.047	0.076
Win	-0.447*	-0.225	0.036
Loss	-0.387*	-0.193	0.000

*: $p<0.05$

4. 考察

一般的に、体力は行動体力と防衛体力に大別される。また、動作の成就には、前者の体力が必要であり、生理学的観点よりエネルギーからみた体力（筋機能および呼吸循環機能）とサイバネティクス（自動制御機能）からみた体力（神経機能および関節機能）に大別される。つまり、運動を成し遂げるためには、筋骨格系の働きだけではなく、神経系の協調が必要である⁽⁸⁾。出村（2011）は、神経機能が関与する能力として、平衡能力、敏捷能力、巧緻能力、協応能力、緩衝能力、及び予測能力を挙げている⁽⁹⁾。本研究で検討した選択反応能力は、素早く動く敏捷能力、全身の動作を同時的・共同的に遂行する協応能力が特に関与していると解釈される。

幼児期は、神経系の発達が著しく、歩、投、跳、走、等の基本的動作の獲得も顕著であるが、各動作はまだ不安定で、動作の成就には協応能力が必要であり、また、各動作の反復成就を通して協応能力も発達するものと考えられる⁽¹⁰⁾。よって、幼児期における協応能力を評価するために、上述した各動作が含まれるボール投げのテストが用いられている。本結果より、勝ちおよび負け条件における選択反応能力と投能力の間に有意な相関が認められた ($r=-0.447$, -0.387)。本研究で用いた選択反応時間テストには呈示された絵（グー、チョキ、あるいはパー）に対し、条件（あいこ、勝ち、あるいは負け）に合った答えを選択（認知と判断）し、そのシートを踏むという課題が含まれている。よって、両者の課題は異なるが、それぞれの課題の間には協応能力が関与している。あいこ条件の場合、認知してから判断するまでの難度が低く、協応能力よりも敏捷能力の影響が大きいと解釈されるため、投能力との関係が認められなかったと考えられる。

本結果より、選択反応時間テストと反復横跳びテストの間に有意な関係は認められなかった。敏捷能力は、一般に「身体の一部あるいは全部をすばやく動かす能力」として定義⁽⁹⁾され、静止状態からの刺激に対する反応である「動作開始の素早さ」、動作の実行中に与えられた刺激に対して別の動作を開始する「動作切り替えの素早さ」、及び動作そのもののスピードである「動作の速さ」から構成される。反復横跳びテストは、測定時間が短い場合（例：5秒）は敏捷能力、長い場合（例：3分間）は全身持久力の関与が大きくなる。幼児においては、反復横跳びテストには協応能力も関与していると考えられるが、本研究では5秒間という短時間の測定を実施したため（方法参照）、主に敏捷能力の関与が高かったと考えられる。

加えて、敏捷能力を評価するテストとして、反応時間を利用した全身および選択反応テストも用いられている。秋山ら（2017）は、健全な若年成人を対象としたステップ動作における全身反応時間と選択反応時間の分析を行っており、有意な相関はないと報告している⁽¹¹⁾。これまでは、成人等を対象とした研究が主に行われており、本研究の幼児を対象としたテストにおいては、選択反応時間と全身反応時間の間に有意な関係は認められなかったことで、秋山ら⁽¹¹⁾を支持する結果となった。全身反応および選択反応テストは、いずれも刺激に対して瞬時に反

応するテストであるが、「指定の刺激」という条件が付与されることで、両者は異なる能力を評価するテストになる。

5. 結 語

年長児を対象に各種選択反応時間テストと敏捷性が関与する各種体力テスト間の関係を検討した結果、勝ちおよび負け条件における選択反応時間テストとソフトボール投げ間のみ中程度の負の相関係数が認められた。

謝 辞

本研究は、福井工業大学の平成 29 年度学内特別研究の支援を受けたものである。

文 献

- (1) 春日晃章, 出村慎一, 山内英津子, 佐藤進, “幼児の調整力と日常生活における活動量との関係”, 教育医学, Vol.47, No3 (2001), pp.243-249.
- (2) 独立行政法人日本スポーツ振興センター学校の管理下の災害, 22, 基本統計, NAASH, (2010), pp.15-22.
- (3) 出村慎一 (監修), 村瀬智彦, 春日晃章, 酒井俊郎 (編著), “幼児のからだを測る・知る 測定の留意点と正しい評価法”, 杏林書院, 東京, (2011)
- (4) 室岡修, 杉本諭, 丸谷康平, 伊勢崎嘉則, 工藤紗希, 大隈統, 小林正宏, 加藤美香, 小島慎一郎, 三品礼子, 佐久間博子, 町田明子, “高齢者に対する後出しじゃんけんの成績と MMSE および下位項目との関連について”. 理学療法, 臨床・研究教育, Vol.17, (2010), pp.62-64.
- (5) 横谷智久, 野口雄慶, “幼児のジャンケンテストにおける選択反応時間の条件間差および年代差”. 体育測定評価研究, Vol.14, (2014), pp.27-32.
- (6) 横谷智久, 野口雄慶, 杉浦宏季, “幼児における認知・判断・反応能力と体力の関係”. 体育測定評価研究, Vol.16, (2016), pp.43-48.
- (7) 穂丸武臣, “幼児の体格・運動能力の 30 年間の推移とその問題”, 子どもと発育発達, 1, (2003), pp.128-132.
- (8) 椎原弘章, “神経筋協調能の測定”, 小児医学, 16, (1983), pp.834-853.
- (9) 出村慎一 (監修), 佐藤進, 山次俊介, 長澤吉則, 吉村喜信 (編著), “体力とは何か”. 健康・スポーツ科学講義 第 2 版. 杏林書院, 東京, (2012), pp.38-59.
- (10) 出村慎一 (監修), 村瀬智彦, (著), “幼児の体力・運動能力の科学 その測定評価の理論と実際”, NAP, 東京, (2005)
- (11) 秋山裕樹, 朝倉智之, 臼田滋, “ステップ動作における単純反応時間と選択反応時間の分析”, 理学療法科学, 32, 6, (2017), pp.783-786.

(平成 30 年 3 月 31 日受理)