

11 歳児における方向転換走能力の男女差

内藤 景^{*1}, 山元 康平^{*1}

Gender differences in change of direction ability of 11-years old children

Hikari NAITO^{*1} and Kohei Yamamoto^{*1}^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

The purposes of this study were (a) to compare the change of direction ability (CODA) in 11-years-old boys and girls, and (b) to investigate relationships between CODA and body height, body weight, speed, leg power for both groups. Twenty-two boys aged 11 (11.4 ± 0.2 years) and Twenty-six girls aged 11 (11.4 ± 0.3 years) were tested. 505COD test, 20-m sprint running, counter movement jump (CMJ) and rebound jump (RJ) were applied. Boys achieved significantly better performances in COD Deficit and RJ index compared with girls. In boys, no significant correlation was observed between COD Deficit and other parameters. In girls, the correlation coefficient between the COD Deficit and RJ-index were significantly (Preferred leg: $r = -0.502$, $p < 0.01$, Nonpreferred leg: $r = -0.548$, $p < 0.01$). These results indicate that there are gender differences in CODA (COD Deficit) and reactive strength (RJ index) of 11-years-old children.

Key Words : 505 change of direction test, COD Deficit, Rebound jump, Childhood

1. 緒 言

多くの球技系競技で求められるアジリティは、視覚などの情報刺激に反応しながら、身体の動く方向やスピードを急激に変化させることであると定義されている⁽¹⁾。このアジリティは、状況判断や意思決定のプロセスと、方向転換走 (Change of Direction : COD) 能力によって構成され、COD 能力は刺激への反応を伴わずに、予め決められた方向へ身体の動く方向やスピードを変化させられる運動能力である。この COD 能力は、球技系競技で求められる重要な運動能力の一つであり、タレント発掘や選手選抜の一要素であることが、これまでの研究で報告されている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

COD 能力の発達を検証した研究では、COD 能力は児童期から思春期にかけて加齢とともに向上していくが、直線的な変化ではないことが示されている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。バスケットボールを専門とする男子では、12 歳よりも 14 歳の方が COD 能力が高いこと⁽⁸⁾や、COD 能力が大きく発達する時期は、身長が最も発育する 13~14 歳と同時期で生じていたこと⁽⁷⁾⁽⁹⁾が明らかにされている。また、性差に着目すると、思春期前の年代である 13 歳より前の年齢では、男女間で COD 能力に大きな差は認められないが、思春期から COD 能力とパワーの性差が大きくなること⁽⁶⁾が報告されている。同様の性差が、疾走能力においても示されている⁽¹⁰⁾。したがって、COD 能力や疾走能力、そしてパワーといった運動能力は、身長が最も発育する時期を境目にして、男子では増加し続けていくが、女子ではプラトー状態となり男女差が顕著になると考えられる。以上のように、COD 能力の発達を調査した研究が散見されるが、これらの研究の対象者の年齢帯は 14~16 歳の中学生期であり、12 歳以下の児童期を対象として、COD 能力の発達状況を検証した研究は少ない。また、これらの研究では、COD 能力には直線走における疾走能力が強く関係していること⁽¹¹⁾が考慮されていないという問題点がある。

* 原稿受付 2021 年 5 月 6 日

^{*1} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科
E-mail: hnaito@fukui-ut.ac.jp

一般的に、COD 能力の優劣は各種テストにおけるスタートからフィニッシュまでに要した合計タイムによって評価される。しかし、COD 能力と疾走能力には強い相関関係が認められる⁽¹²⁾ため、合計タイムによる評価方法では、直線走の疾走能力が高い者は COD 能力も高いと評価されることになり、本来の方向転換の能力のみを評価できないことが指摘されている⁽¹¹⁾。この問題点を解決するために Nimphius et al (2016)⁽¹²⁾によって提案された指標が COD Deficit であり、COD Deficit は方向転換走テストに要した合計タイムから、直線走に要したタイムを差し引くことで算出されるものである。この COD Deficit を踏まえて、子どもの COD 能力の発達を調査した研究は行われておらず、性差に着目した研究も見当たらない。本研究では、小学 5 年生である 11 歳児に着目したが、その理由は身長最大発育速度年齢 (PHV 年齢) が、日本人の男子で 13.05 ± 0.94 歳、女子で 11.05 ± 1.05 歳であること⁽¹³⁾が示されており、11 歳の年齢帯が女子の PHV 年齢に相当するためである。小学 5 年生において、COD 能力に性差が認められれば、児童の発育および発達状況に応じた指導の留意点を示すことに繋がると考えられる。そこで本研究の目的は、11 歳児における COD 能力の男女差と、男女別にみた COD 能力と形態、疾走能力、パワー発揮能力との関係性を検討することである。

2. 方法

2.1 対象者

対象者は小学 5 年生の男女児童 48 名で、男子が 22 名 (年齢: 11.4 ± 0.2 歳, 身長: 1.45 ± 0.06 m, 体重: 35.80 ± 6.67 kg), 女子が 26 名 (年齢: 11.4 ± 0.3 歳, 身長: 1.46 ± 0.06 m, 体重: 37.40 ± 6.50 kg) であった。対象者の児童は、陸上競技のスポーツクラブに所属し、週 2~3 回の練習をスポーツクラブで行っている運動習慣を有する児童であった。測定を実施するにあたり、研究目的、研究方法、個人情報および研究データの取り扱いについて、保護者および児童に書面にて説明し、実験参加への同意を得た。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審査委員会の承認を得て行われた (承認番号: 人-2019-08)。

2.2 各種測定の実施方法と分析項目

測定を実施する前に、ウォーミングアップを 20 分間行った。ウォーミングアップの具体的な内容はジョギング 5 分間、ダイナミックストレッチ 5 分間、スキップ (前, 左右方向), スプリントドリル, ダッシュなどの準備運動を 10 分間行った。測定種目は、身長、体重、方向転換走 (505 Change of Direction テスト: 505 COD), 20m 直線走, カウンタームーブメントジャンプ (CMJ), 5 回連続リバウンドジャンプ (RJ) を行った。以下に、これらの各種測定の具体的な実施方法と分析項目を示す。

2.2.1 身長と体重

身長はポータブル身長計 (seca213, seca 社製) を用いて、1cm 単位で計測した。体重は業務用体重計 (WB-260A, TANITA 社製) を用いて、0.1kg 単位で計測した。

2.2.2 方向転換走 (505 COD)

505 COD は Nimphius et al.(2016)⁽¹²⁾と同様の測定方法で実施した。505 COD の設定については Fig.1 に示した。対象者はスタート地点から 15m を全力で疾走し、15m 地点で 180 度の方向転換を行い、5m の直線を全力疾走で戻らせた。方向転換時には、方向転換地点に書かれたラインを外側の足が越える、またはラインに触れるようにし、外側の指先が地面に触れる (方向転換時に、上体が左側を向いている時は右足がラインに触れ、右手が地面に触れる) ように指示した。ラインに足先が触れておらず、指先が地面に触れていない場合は無効試技とした。スタート姿勢はスタンディングスタートとし、スタート地点から 30cm 後方のラインに前足のつま先を合わせたスタート姿勢で行った。デュアルゲートの光電管 (WITTY, Microgate 社製) をスタート地点、10m 通過地点に設置し、スタートから 10m 地点を通過するまでのタイム、10m 地点を通過してから 180 度の方向転換を行い、5m を戻るまでの合計 10m に要したタイムである 505 time (s) を測定した。試技は、方向転換時に上体が左側を向いた試技と、右側を向いた試技を各 2 試技ずつ行い、各 2 試技のうち 505time が良い方を分析に用いた。左側と右側のうち、505time が良い方を Preferred 505 とし、悪い方を Nonpreferred 505 とした。また、505 time には直線走

の疾走能力が強く関係することが指摘されているため、Nimphius et al.(2016)⁽¹²⁾と同様の方法を用いて、COD Deficit を算出した。COD Deficit は 505 time から、20m 直線走におけるスタート地点から 10m 通過地点までの 0-10m time を引くことで算出した。

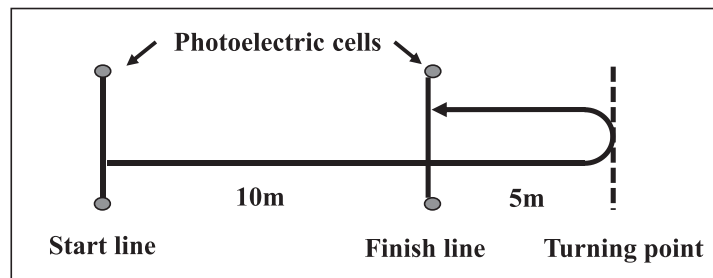


Fig.1 Equipment set up for the 505 Change of direction test

2.2.3 20m 直線走

20m 直線走はデュアルゲートの光電管（WITTY, Microgate 社製）を用いて、0.01 秒単位で計測した。光電管はスタート地点（0m 地点）、10m 通過地点、フィニッシュ地点（20m 地点）に設置した。スタート方法はスタンディングスタートとし、スタート地点から 30cm 後方のラインに前足のつま先を合わせたスタート姿勢で行った。スタートのタイミングは対象者自身のタイミングでスタートさせ、フィニッシュ地点を通過した 1m 先まで全力で走り抜けるように指示した。分析項目は、スタートからフィニッシュ地点通過までの 20m time、スタートから 10m 通過地点までの 10m time とした。試技は 2 回行い、20m time の良い方を分析に用いた。

2.2.4 カウンタームーブメントジャンプ（CMJ）と 5 回連続リバウンドジャンプ（RJ）

CMJ は立位姿勢から反動動作を用いて跳躍する運動であり、RJ はバリストックな跳躍運動としてその場で 5 回連続して跳躍する運動である。CMJ および RJ は遠藤ほか（2007）⁽¹⁴⁾と同様の方法で実施した。CMJ においてはできる限り高く跳躍すること、RJ においてはできる限り接地時間を短くし、できる限り高く跳躍することを口頭で指示した。また、いずれの跳躍運動においても腕の振込動作の影響を排除するために、手を腰に当てた姿勢で行わせた。

跳躍運動の遂行能力の指標として、CMJ では跳躍高（m）を、RJ では RJ-index（m/s）を用いた。すべての跳躍運動をマットスイッチ（マルチジャンプテスト、DKH 社製）上で行わせ、滞空時間（s）および接地時間（s）を計測した。跳躍高は、滞空時間を以下の式に代入することにより算出した。

$$\text{跳躍高} = 1/8 \cdot 9.81 \cdot (\text{滞空時間})^2, \quad 9.81 \text{ は重力加速度 } (9.81\text{m/s}^2)$$

RJ-index は、跳躍高を接地時間で除すことによって算出した。いずれの跳躍も 2 回ずつ行わせ、跳躍高あるいは RJ-index が最も高い値を分析に用いた。

2.3 統計処理

測定結果は、平均値±標準偏差で示した。各種測定結果の男女差を検討するため、対応のない t 検定を用いた。また、Cohens'd の効果量を算出した。さらに、方向転換走と身長、体重、疾走能力、ジャンプ能力との相関関係を検討するため、男女別に Pearson の積率相関係数を算出した。統計学的有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

3.1 各種測定値における男女の比較

Table1 に、各種測定値の男女の平均値と標準偏差、および対応のない t 検定の結果と効果量を示した。男女間で有意差が認められたのは、COD Deficit（Preferred）で、男子が女子よりも有意に短かった。また、RJ index と RJ の接地時間にも有意差が認められ、男子の RJ index が有意に高く、RJ の接地時間は有意に短かった。その他の身長、体重、CMJ、10m time、20m time には男女間で有意差は認められなかった。

3.2 男女別にみた方向転換走能力と形態・疾走能力・パワー発揮能力の関係性

Table2 に男子における方向転換走能力と形態、疾走能力、パワー発揮能力との相関係数を示した。505time と有意な相関関係が認められたのは、10m time (Preferred : $r = 0.446$, $p < 0.05$, Nonpreferred : $r = 0.459$, $p < 0.05$), 20m time (Preferred : $r = 0.478$, $p < 0.05$, Nonpreferred : $r = 0.595$, $p < 0.05$) であった。その他の項目は、COD Deficit と有意な相関関係が認められなかった。

Table3 に女子における方向転換走能力と形態、疾走能力、パワー発揮能力との相関関係を示した。505time と有意な相関関係が認められたのは、RJ-index (Preferred : $r = -0.569$, $p = 0.002$, Nonpreferred : $r = -0.608$, $p = 0.001$), RJ の跳躍高 (Preferred : $r = -0.581$, $p = 0.001$, Nonpreferred : $r = -0.601$, $p = 0.001$), 10m time (Preferred : $r = 0.683$, $p < 0.001$, Nonpreferred : $r = 0.616$, $p < 0.001$), 20m time (Preferred : $r = 0.729$, $p < 0.001$, Nonpreferred : $r = 0.646$, $p < 0.001$) であった。COD Deficit と有意な相関関係が認められたのは、RJ-index (Preferred : $r = -0.502$, $p = 0.007$, Nonpreferred : $r = -0.548$, $p = 0.005$), RJ の跳躍高 (Preferred : $r = -0.527$, $p = 0.004$, Nonpreferred : $r = -0.547$, $p = 0.005$) であった。

Table1 Comparison of all variables in Boys and Girls.

	Boys (n = 22)	Girls (n = 26)	P value	Effect size
Age(years)	11.4±0.2	11.4±0.3	0.707	-0.107
Body height(m)	1.45±0.06	1.46±0.06	0.428	-0.232
Body weight(kg)	35.8±6.67	37.4±6.50	0.404	-0.244
Preferred 505time (s)	2.72±0.12	2.79±0.12	0.080	-0.518
Nonpreferred 505time (s)	2.81±0.12	2.86±0.14	0.152	-0.411
Preferred COD deficit (s)	0.64±0.11	0.70±0.09	0.033	-0.638
Nonpreferred COD deficit (s)	0.72±0.10	0.77±0.11	0.093	-0.497
10m time (s)	2.09±0.08	2.09±0.08	0.973	0.010
20m time (s)	3.68±0.15	3.70±0.15	0.593	-0.156
CMJ (m)	0.29±0.03	0.28±0.03	0.114	0.466
RJ index (m/s)	1.65±0.30	1.43±0.25	0.008	0.803
RJ height (m)	0.24±0.03	0.24±0.03	0.659	0.129
RJ contact time (s)	0.15±0.01	0.17±0.02	<0.001	-1.274

Table2 Correlation coefficients between COD variables and other variables in Boys.

Boys (n = 22)	Preferred 505time	Nonpreferred 505time	Preferred COD Deficit	Nonpreferred COD Deficit
Age	0.315	0.151	0.312	0.121
Body height	-0.105	-0.206	0.208	0.163
Body weight	-0.242	-0.157	0.045	0.202
10m time	0.446*	0.459*	-0.183	-0.309
20m time	0.478*	0.595*	-0.065	-0.065
CMJ	-0.403	-0.438*	-0.309	-0.310
RJ index	-0.143	-0.175	-0.240	-0.286
RJ height	-0.293	-0.401	-0.225	-0.315
RJ contact time	-0.080	-0.156	0.111	0.070

* : $p < 0.05$

Table3 Correlation coefficients between COD variables and other variables in Girls.

Girls (n = 26)	Preferred 505time	Nonpreferred 505time	Preferred COD Deficit	Nonpreferred COD Deficit
Age	0.091	0.015	0.356	0.205
Body height	0.062	0.078	0.166	0.163
Body weight	0.111	0.129	0.215	0.213
10m time	0.683**	0.616**	0.089	0.104
20m time	0.729**	0.646**	0.194	0.176
CMJ	-0.348	-0.347	-0.180	-0.203
RJ index	-0.569**	-0.608**	-0.502**	-0.548**
RJ height	-0.581**	-0.601**	-0.527**	-0.547**
RJ contact time	0.287	0.325	0.250	0.299

* *:p<0.01

4. 考察

11 歳の児童男女を対象に方向転換走能力を測定し、その性差を検証した結果、COD Deficit で評価される方向転換自体の能力が、女子に比べて男子の方が高いことが示された。また、女子に比べて男子は RJ における接地時間が短いことで、RJ index が高いことが示された。しかし、その他の身長、体重、疾走能力、CMJ には性差が認められなかった。さらに、男女別に方向転換走能力と関係性が認められる測定項目を検証した結果、男子では COD Deficit と相関関係が認められる測定項目はなかったが、女子では COD Deficit と RJ index との間に有意な負の相関関係が認められ、方向転換能力の優劣に関係する要素が性別によって異なる可能性が示された。

4.1 方向転換走能力の男女差

児童期から思春期にかけての経年的な疾走能力の発達を横断的にみると、男女ともに 1~12 歳まで加齢につれて疾走速度がほぼ直線的に増大し、顕著な性差は認められないが、思春期以後は性成熟によって形態発育や機能発達に性差が生じ、疾走能力の性差が拡大することが知られている⁽¹⁵⁾。また、下肢のパワー発揮能力の指標となる垂直跳や立ち幅跳びについては、9~13 歳では性差が認められないが、14 歳から性差が認められることが示されている⁽⁶⁾。これらの先行研究と同様に、本研究の対象者である 11 歳の児童においても、10m time、20m time、CMJ には男女の有意差が認められず、運動能力の発達における一般的特徴が示されていた。また、思春期前の年代である 13 歳より前の年齢では COD 能力に性差は認められないこと⁽⁶⁾が報告されており、本研究結果も 505 time でみた場合は同様の結果であった。しかし、COD Deficit は Preferred において男子が女子よりも有意に短いタイムを示し、方向転換時のパフォーマンスに性差が認められることが明らかになった。また、RJ に関しても、男子は女子よりも接地時間が短く、RJ index が高かったことから、バリスティックな下肢のパワー発揮能力にも性差が認められることが明らかになった。

COD Deficit を用いて、方向転換能力の性差を議論した先行研究が見当たらないため、方向転換能力に性差が認められた詳細な理由を説明することは困難であるが、RJ index で評価されるバリスティックな下肢のパワー発揮能力の差が関係していることが推測される。505 COD テストのように 180 度の方向転換を行う方向転換走では、減速-停止-加速の速度変化が生じるため、方向転換を行う位置までに身体重心速度をゼロまで減速させて停止し、即座に方向転換を行う支持足によって、次の進行方向へ身体重心を加速させるという運動技術が求められる⁽¹⁶⁾。また、方向転換走のタイム短縮には、方向転換前の減速局面で十分に速度を減速させること⁽¹⁷⁾や、方向転換後に身体重心高を低くし、水平方向の力積量を獲得することが重要であると指摘されている⁽¹⁶⁾。本研究において、方向転換能力の指標として用いた COD Deficit は、方向転換走に要した合計タイムから、方向転換走と同距離の直線走に要したタイムを差し引くことで算出されるため、直線走の疾走能力とは独立した方向転換自体の能力を調

べることができる⁽¹¹⁾といわれている。すなわち、COD Deficit は、方向転換前の減速、方向転換時における進行方向の切り換え、切り換え後の再加速といった方向転換の局面に特化した能力を評価していることになる。180 度の方向転換を最適に実行するためには、減速局面における水平方向へのブレーキ力が間接的に影響することや、方向転換後の水平方向への推進力が影響すると指摘されている⁽¹⁶⁾。したがって、方向転換局面では脚筋の Stretch-Shortening-Cycle (SSC) 遂行能力が求められると考えられている⁽¹⁸⁾。実際に、RJ index と方向転換走タイムとの間に有意な負の相関関係を認めた研究も報告されている⁽¹⁹⁾。本研究で実施した RJ では、足関節底屈筋群の SSC に加えて、膝関節筋群の短縮性収縮によって発生したパワーが大きく関与する⁽²⁰⁾ため、RJ の遂行能力の優劣が方向転換能力にも影響した可能性がある。以上のことから、男子は RJ の遂行能力が高いことで、COD Deficit で評価される方向転換能力が女子よりも高い値を示したと考えられる。

4.2 男女別にみた方向転換走能力と各種測定項目との関係性

505 time および COD Deficit と各種測定項目の相関関係を男女別にみると、男子では 505 time と 20m 走のタイムに有意な負の相関関係が認められただけで、その他の測定項目においては相関関係が認められなかった。したがって、男子においては直線の疾走能力が高い者が、方向転換走能力も高いことが分かる。また、結果では示していないが男子においては、身長と 10m time ($r = -0.479$, $p = 0.024$)、体重と 10m time ($r = -0.462$, $p = 0.031$) との間に有意な負の相関関係が認められており、形態の発育が進んでいる男児ほど疾走能力が優れることが示されている。疾走能力の縦断的变化を検証した研究では、男子の 10～11 歳および 11～12 歳において、身長の年間増加量と疾走速度の年間増加量との間に有意な正の相関関係があること⁽¹⁵⁾が報告されており、身長の発育が進んでいる男子ほど高い疾走能力を示す。したがって、男子においては、形態発育が疾走能力に関係し、その疾走能力の優劣が方向転換走能力にも反映されたと考えられる。COD Deficit は、身長、体重、下肢のパワー発揮能力の全ての変数において有意な相関関係が示されなかったことから、方向転換時の減速、進行方向の切り換え、切り換え後の再加速に関するテクニックの要素が関係していると思われるが、本研究では検証していないため、今後の研究において詳細に検討することが必要である。

一方、女子では COD Deficit と RJ index および RJ の跳躍高との間に有意な負の相関関係が認められており、女子においては、下肢筋の SSC を伴うバリスティックなパワー発揮能力が方向転換能力に関係することが分かる。また、男子とは対照的に、身長および体重と 10m 走タイムとの間に相関関係は認められず、男子とは異なる結果であった。7 歳～12 歳の間、女子においては身長の年間増加量と疾走速度の年間増加量との間に相関関係が示されなかったこと⁽¹⁵⁾が報告されており、小学 5 年生に相当する年齢帯の女子では形態の発育状態が運動能力に関係しないことが示唆される。方向転換走能力には下肢筋の SSC を伴うようなリアクティブストレングスが関係する⁽²¹⁾が、この関係性は男性よりも女性の方がより強いこと⁽²²⁾も指摘されており、本研究結果も同様の結果であった。先述したように、180 度の方向転換を伴う方向転換走では、方向転換前に十分に減速すること⁽¹⁷⁾や、方向転換後に身体重心を低くすることが求められる⁽¹⁶⁾。しかし、ジャンプ動作の着地時において、女性は男性よりも膝関節の屈曲が小さく、股関節の回内が大きいことで、着地時の衝撃力を急激に吸収してしまうため、前十字靱帯損傷のリスクが高いこと⁽²³⁾が分かっている。このような女性に認められる着地時における動作の特徴は、方向転換前の十分な減速や、再加速時に身体重心を低くする動作に対して負の影響を及ぼすと考えられる。また、結果では示していないが、女子においては体重と RJ index との間に負の相関関係 ($r = -0.409$, $p = 0.038$) が示されており、体重が重量である者ほど短い接地時間で跳躍する能力に劣ることが示唆されている。したがって、形態が大きく変化する時期に該当する 11 歳の女子では、方向転換のパフォーマンスに影響する女性特有の動作による負の影響を補償するだけの高い下肢のパワー発揮能力を有していることが、方向転換のパフォーマンスに良い影響をもたらす可能性があると考えられる。

以上のことから、思春期前にあたる小学 5 年生 (11 歳) の児童を対象に方向転換走を指導する場合、性差を考慮することが必要であると考えられる。具体的には、男子では直線で高めた疾走速度の適切な減速や、再加速時のテクニックを指導すること、女子では SSC を伴う下肢のパワー発揮能力を高めるトレーニングプログラムを組み込むことである。最後に本研究の限界を指摘する。本研究の対象者である小学 5 年生は、陸上競技のスポーツクラブに所属する活動的な児童であったため、運動習慣をほとんど有していない児童や、その他の競技に取り組む児童には本研究結果を適用できない可能性がある。また、本研究で示された男女差は横断的分析から得られた

ものであり、男子の方が女子よりも方向転換走能力に優れる理由や、女子においては方向転換走能力と RJ-index に相関関係が認められた理由を正確に説明することはできなかった。今後は 4 年生から 5 年生、または 5 年生から 6 年生への縦断的な変化に着目し、身長の間隔増加量と方向転換走能力の発達の関係性や、方向転換走能力が向上した子どもと向上しなかった子どもの特徴を検証することが必要であると考えられる。

5. 結言

本研究の目的は、小学 5 年生の児童における COD 能力の男女差と、男女別にみた COD 能力と形態、疾走能力、下肢のパワー発揮能力との関係性を検討することであった。小学 5 年生の児童 48 名（男子：22 名、女子：26 名）を対象に、身長、体重、505COD テスト、20m 走、CMJ、RJ を測定し、それらの男女差を分析した。その結果、男子は女子に比べて、COD Deficit が有意に短く、RJ index が有意に高かったが、その他の測定項目には有意差が認められなかった。男女別に、505COD テストの合計タイムおよび COD Deficit と、身長、体重、10m time、20m time、CMJ 跳躍高、RJ-index との相関関係を検討した結果、男子では COD Deficit と相関関係が認められた項目はなかったが、女子では COD Deficit と RJ-index および RJ の跳躍高との間に有意な負の相関関係が示された。以上のことから、11 歳の児童では方向転換能力に性差が認められること、女子では SSC を伴うバリスティックな下肢のパワー発揮能力が方向転換能力の優劣に関係することが明らかとなった。

謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 19K20088 の助成を受けて行われた。

参考文献

- (1) J.M. Sheppard and W.B. Young, “Agility literature review: Classifications, training and testing”, *Journal of Sports Sciences*, Vol. 24, No. 9 (2006), pp. 919-932.
- (2) T. Gabbett, J. Kelly, S. Ralph and D. Driscoll, “Physiological and anthropometric characteristics of junior elite and sub-elite rugby league players, with special reference to starters and non-starters”, *Journal of Science and Medicine in Sports*, Vol. 12, (2009), pp. 215-222.
- (3) S. Gil, F. Ruiz, A. Irazusta, J. Gil and J. Irazusta, “Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors”, *Journal of Sports Medicine and physical fitness*, Vol. 47, (2007), pp. 25-32.
- (4) R.S. Lloyd, J.L. Oliver, S. Nimphius and I. Jeffreys, “Consideration for the development of agility during childhood and adolescence”, *Strength and Conditioning Journal*, Vol. 35, No. 3 (2013), pp. 2-11.
- (5) T. Reilly, A.M. Williams, A. Nevill and A. Franks, “A multidisciplinary approach to talent identification in soccer”, *Journal of Sports Sciences*, Vol. 18, (2000), pp. 695-702.
- (6) J.C. Eisenmann and R.M. Malina, “Age- and sex-associated variation in neuromuscular capacities of adolescent distance runners”, *Journal of Sports Sciences*, Vol. 21, (2003), pp. 551-557.
- (7) T. Vantinen, M. Blomqvist, K. Nyman and K. Hakkinen, “Changes in body composition, hormonal status, and physical fitness in 11-, 13-, and 15-year-old finnish regional youth soccer players during a two-year follow-up”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 25, No. 12 (2011), pp. 3342-3351.
- (8) S.T. Jakovljevic, M.S. Karalejic, Z.B. Pajic, M.M. Macura and F.F. Erculj, “Speed and agility of 12- and 14-year-old elite male basketball players”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 26, No. 9 (2012), pp. 2453-2459.
- (9) R.M. Philippaerts, R. Vaeyens, M. Janssens, B. V. Renterghem, D. Matthys, R. Craen, J. Bourgois, J. Vrijens, G. Beunen and R.M. Malina, “The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players”, *Journal of Sports Sciences*, Vol. 24, No. 3 (2006), pp. 221-230.
- (10) G. Papaikovou, A. Giannakos, C. Michailidis, D. Patikas, E. Bassa, V. Kalopisis, N. Anthrakidis and C. Kotzamanidis, “The effect of chronological age and gender on the development of sprint performance during childhood and puberty”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 23, No. 9 (2009), pp. 2568-2573.

- (11) S. Nimphius, S.J. Callaghan, N. E. Bezodis and R.G. Lockie, “Change of direction and agility tests: challenging our current measures of performance”, *Strength and Conditioning Journal*, Vol. 40, No. 1 (2018), pp. 26-38.
- (12) S. Nimphius, S.J. Callaghan, T. Spiteri and R.G. Lockie, “Change of direction deficit: a more isolated measure of change of direction performance than total 505 time”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 30, No. 11 (2016), pp. 3024-3032.
- (13) S. Suwa, K. Tachibana, H. Maesaka, T. Tanaka and S. Yokoya, “Logitudinal standards for height and height velocity for Japanese children from birth to maturity”, *Clinical Pediatric Endocrinology*, Vol. 1, No. 1 (1992), pp. 5-13.
- (14) 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣貢, “リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究”, *体育学研究*, Vol. 52, No. 2 (2007), pp.149-159.
- (15) 宮丸凱史編, “疾走能力の発達”, (2001), pp.70-80, 杏林書院.
- (16) 金子憲一, 平野智也, 山岸道央, 柏木悠, 船渡和男, “高校生男子サッカー選手における 180 度方向転換走のキネマティクス及びキネティクス特性”, *トレーニング科学*, Vol.33, No. 1 (2021), pp.51-59.
- (17) K. Kaneko, T. Hirano, M. Yamagishi, Y. Kashiwagi, N. Hakamada, T. Tago and K. Funato, “Factors affecting the 180-degree change-of-direction speed in youth male soccer players”, *Human Performance Measurement*, Vol. 16, (2019), pp. 1-10.
- (18) P. Jones, T.M. Bampouras and K. Marrin, “An investigation into the physical determinants of change of direction speed”, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol. 49, No. 1 (2009), pp. 97-104.
- (19) 有賀誠司, 中須賀陽介, 藤井荘浩, 小山孟志, 緒方博紀, 生方謙, “方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング法と効果のチェック法に関する研究—大学アメリカンフットボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力の関係—”, *東海大学スポーツ医科学雑誌*, Vol. 26, (2014), pp.17-30.
- (20) 関慶太郎, 村越雄太, 青山清英, “最大下努力度でのリバウンドジャンプにおける下肢筋群の負荷特性”, *陸上競技学会誌*, Vol. 15, No. 1 (2017), pp.47-54.
- (21) W.B. Young, R. James and I. Montgomery, “Is muscle power related to running speed with change of direction?”, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol. 42, (2002), pp. 282-288.
- (22) M. Brughelli, J. Cronin, G. Levin and A. Chaouachi, “Understanding change of direction ability in sport”, *Sports Medicine*, Vol. 38, No. 12 (2008), pp. 1045-1063.
- (23) S.M. Lephart, C.M. Ferris, B.L. Rieann, J.B. Myers and F.H. Fu, “Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing”, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 401, (2002), pp. 162-169.

(2021 年 9 月 13 日受理)