

研究論文

発達性協調運動症への捉え方に関する最近の動向

松山 郁夫*¹

The Recent Trends of Perspective for Developmental Coordination Disorders

Ikuo MATSUYAMA

【要約】本研究では、2018年から2022年までに刊行された発達性協調運動症に関する論文を検討した。24本の論文は、発達性協調運動症における、疫学的研究、発達や障害の状態、生理学的研究、自閉スペクトラム症との関連、自閉スペクトラム症の併発症としての捉え方、運動障害への介入の6領域に分類され、各見解について考察した。運動障害は社会生活に影響を及ぼすため、運動能力向上と社会参加を目指した介入の必要性等が示唆された。

【キーワード】発達性協調運動症、運動障害、神経発達症、自閉スペクトラム症、併発症

I はじめに

発達性協調運動症がある場合、協調運動の障害や社会的困難さが見られるとされている。その根拠の1つではあるが、協調運動の障害や社会的困難さの重複の程度について、7歳から10歳の発達性協調運動症児、及び自閉スペクトラム症児と、健常発達児とを比較した研究がなされている。これに加えて、親に対して子供の初期の運動能力、現在の運動能力、及び社会的技能に関する質問紙調査が実施されている。得られたデータを分析した結果、「発達性協調運動症児群と自閉スペクトラム症児群の間には、運動評価と社会的技能に関する評価に関する重複がかなり認められた。特に、両群共、健常発達児よりも協調運動の障害と社会的困難さが多いことが示された」(Sumner, Leonard, & Hill, 2016)と述べられている。

協調運動の障害は、発達性協調運動症児と自閉スペクトラム症児における社会的行動に対して、大きな負の影響を及ぼす。したがって、「初期の発達において運動障害があることを特定できれば、発達障害のリスクがある子供に対して、運動能力と社会的技能の発達を促進し、障害を軽減させるための早期療育の機会を提供することに繋がる」(Sumner, Leonard, & Hill, 2016)と報告されている。

発達性協調運動症の診断は、日常生活の活動と学業成績に影響する協調運動における障害の状態に基づいて行われる。また、自閉スペクトラム症は、行動や興味の制限されたパターン、及び社会的機能の困難に基づいて診断がなされている (American Psychiatric Association, 2013)。現在の診断基準では、個別の障害に分類されるが、この2つの障害が多くの特徴を共有していることが、次の研究から示唆されている。

就学前の子供を対象とした研究では、「微細運動については、物体探索中の言語と社会的指向に関連する」(Hellendoorn, Wijnroks, & Dalen et al., 2015)と指摘されている。特に、自閉スペクトラム症については、文献と包括的メタ分析に基づく研究によって、運動能力の重要かつ広範な変化に関連していると結論づけられている。

*¹佐賀大学教育学部

最近の神経解剖学的・神経生理学的研究では、運動企画、感覚運動統合、運動実行時における観察された困難さから、運動障害については、運動皮質、補助運動野、大脳基底核、及び小脳機能障害を含む皮質と皮質下領域に関連していると捉えられている。このことから、「自閉スペクトラム症の運動障害に対しては、歩行と平衡感覚、腕の機能、運動企画等の協調運動に関与する運動能力を改善することを目的とした介入を含めて検討する必要がある」(Kimberly, Fournier, & Chris, 2010)と言及されている。

運動能力の発達については、「乳児に世界や周囲の人々と交流する機会を増やすため、認知的発達と社会的発達の両方において重要である」(Leonard, & Hill, 2014)」と記述されている。また、発達性協調運動症は、注意欠如多動症、自閉スペクトラム症、特定言語症等の他の発達障害と重複していることが多い。さらに、精神医学や学習領域を含む機能のすべての分野に幅広い影響をもたらしている。そのため、「成人期への継続的な影響、特に、人間関係と雇用への長期的な悪影響がある。これらの二次的障害が出現する可能性を少なくするために、早期の診断と介入が求められる」(Kirby, Sugden, & Purcell, 2013)と主張されている。

発達性協調運動症については、学齢期の子供の約5%に影響を与える神経発達症の一つで、2013年に公刊された米国精神医学会の診断及び統計マニュアル第5版(DSM-5)では、診断基準を表1のように定めている。そこには、「セルフケアやレクリエーションを含む日常の活動を学び、実行する子供の能力に悪影響を与える微細運動能力と粗大運動能力の両方に障害がある」(American Psychiatric Association, 2013)と記載されている。

以上より、最近の発達性協調運動症に対する捉え方を明確にしておく、保育、教育、及び療育による支援をする際の一助となろう。したがって、本研究の目的は、発達性協調運動症への捉え方に関する最近の動向について検討することである。

表1 診断及び統計マニュアル第5版(DSM-5)における発達性協調運動症の診断基準

-
- A. The acquisition and execution of coordinated motor skills is substantially below that expected given the individual's chronological age and opportunity for skill learning and use. Difficulties are manifested as clumsiness (e.g., dropping or bumping into objects) as well as slowness and inaccuracy of performance of motor skills (e.g., catching an object, using scissors or cutlery, handwriting, riding a bike or participating in sports).
 - B. The motor skills deficit in criterion A significantly and persistently interferes with activities of daily living appropriate to chronological age (e.g., self-care and self-maintenance) and affects academic/school productivity, prevocational and vocational activities, leisure and play.
 - C. Onset of symptoms is in the early developmental period.
 - D. The motor skills deficits are not better explained by intellectual disability (intellectual developmental disorder) or visual impairment and are not attributable to a neurologic condition affecting movement (e.g., cerebral palsy, muscular dystrophy, degenerative disorder).
-

※American Psychiatric Association (2013) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5, 74. から引用

II 研究方法

本研究では、発達性協調運動症に関する最近の論文について検討した。論文を抽出する際、2018年から2022年までに発刊されたものを選定した。文献を検索するデータベースには、CiNii Researchと

Google Scholar を使用した。最終検索日は、2022年12月25日であった。このレビューで扱うキーワードについては、「developmental coordination disorder」とした。

調査や実験による研究の手続きが明確な24論文における発達性協調運動症に関する知見や見解について考察することにした。その際、発達性協調運動症と自閉スペクトラム症との関連に関する論文の中に、自閉スペクトラム症の併発症として発達性協調運動症について論じたものがあったため、「発達性協調運動症と自閉スペクトラム症との関連」と「自閉スペクトラム症の併発症としての発達性協調運動症」に関しては、分けて論考することにした。このことを考慮して各研究内容を分類すると、発達性協調運動症に関する、疫学的研究、発達状態、生理学的研究、自閉スペクトラム症との関連、自閉スペクトラム症の併発症としての見解、運動障害への介入の6項目になったため、項目ごとに検討することにした。なお、本研究において取り扱う論文には、精神障害の診断・統計マニュアルであるDSM-5や2017年以前の研究を含めていない。

III 発達性協調運動症について2018年から2022年までに刊行された研究論文に関する考察

1. 発達性協調運動症に対する疫学的研究

発達性協調運動症の有病率については、「正期産の対照群よりも超早産児の方が明らかに高かった。親への質問紙調査票だけでは、その障害を特定することが難しいため、早期に診断を確立するには構造化された検査が不可欠である。超早産児は、行動的、知覚的、注意的、多動性、及び知的な面で併存症を有する可能性が高いため、評価においては、これらすべての要因を考慮する必要がある」(Bolk, Farooqi, & Hafström, 2018)と考究されている。

その理由として、運動評価を受けた229名の超早産児と344名の正期産児を比較したところ、発達性協調運動症は早産児229名中85名(37.1%)、正期産児344名中19名(5.5%)に存在した。また、発達性協調運動症の早産児を正期産児と比較すると、全体的な行動上の問題、内在化、外在化、注意の問題、多動性、知覚障害、実行機能障害、及び社会的技能の低下のリスクが増加していた。さらに、発達性協調運動症のある早産児とない早産児を比較すると、発達性協調運動症のある早産児は、より多くの行動上の問題を抱えていた。これらが示されている。

先述した通り、一般的に発達性協調運動症は、100名に約5名存在すると認識されている神経発達症である。このことについては、長い間、障害の標準的な国内及び国際的な分類に含まれてきた。発達性協調運動症には、運動能力の低下、協調運動の拙劣さ、及び日常生活の活動に影響を与える手続き学習の障害が顕著に見られる。成人期になっても、30%から70%の持続性があり、学童期とそれ以降の社会生活に影響を及ぼす。書字障害のリスクが高く、中期・長期の予後は、診断の時期、併存症、徴候と症状の変動性、及び個人が受ける介入の性質と頻度によって異なる。その病因は不明であるが、「他の神経発達症と共通の病因と病原性基盤は、それらの間の密接な関係を説明し、障害の不均一性に影響する可能性がある。対象児が適切なケアを受け、最近のメタ分析によって有効性が実証されている教育的介入を受けるためには、早期発見と診断が重要になる」(Biotteau, Danna, & Baudou, 2019)と論及されている。加えて、次のような見解を示している。

発達性協調運動症は、高い有病率、男性優位、幼児期の発症、様々な重症度、生涯にわたる持続性、学業への影響、及び長期的な社会感情的影響など、他の神経発達症といくつかの特徴が共通している発達障害で、その半数が読字障害を示す。中枢神経病理または末梢神経病理との鑑別診断を確立するために、小児科医、神経小児科医、検証された検査に基づいて、運動発達と運動機能を評価する作業療法士等の運動技能の専門家、及び併存疾患の疑いに応じた他の専門家を含む学際的なアプローチが

なされてきた。障害の原因は不明であるが、非定型の脳構造と機能を持っているものと推測される。そのため、治療と二次的な健康への影響を防ぐ介入が求められる。活動制限に対処する介入は、短期的に運動能力と運動技能関連のフィットネス（健康維持のために行う運動）を改善するのに効果がある。また、活動指向型介入は、運動能力を改善することができるが、質の高い介入と長期効果の評価を重視する必要があると考えられる。

以上より、発達性協調運動症は、成人期になっても、その半数程度に持続性がある神経発達症で、学童期とそれ以降の社会生活に影響を及ぼす障害である。また、発達性協調運動症のある早産児は、より多くの行動上の問題を抱えている。したがって、教育的介入を受けるために、早期発見と診断が求められる。非定型の脳構造と機能を持っていると捉えられているため、活動制限に対処する介入は、短期的に運動能力と運動技能関連のフィットネスを改善する。活動指向型介入は運動能力を改善できるが、質の高い介入と長期効果の評価が重要な課題となっていることが示唆された。

2. 発達性協調運動症の発達や障害の状態

発達性協調運動症の問題は、運動関連の社会的活動にまで及んでいる。つまり、遊びやスポーツへの参加の減少に繋がり、筋肉のフィットネスと体組成に二次的問題を引き起こす。したがって、治療目標は、運動能力の改善に限定されるべきではなく、健康関連の生活の質にも焦点を当てる必要がある。子供に運動障害があると気づいたときには、運動能力を考慮しながら日常の身体活動を向上させる働きかけをすることが求められる。

そのような支援は、子供における身体活動技能を高め、体力を向上させるだけでなく、積極的な身体運動への関与に繋がり、活動的な遊びやスポーツに参加しなくなることを防ぐ。これによって、運動学習の機会を提供し、社会的・感情的な幸福感を抱くことにも影響を及ぼす。発達性協調運動症あるいはそのリスクがある子供とその家族には、診断される前であっても、初期段階から専門的支援が不可欠である。それ故、「運動能力が低い場合は、より多くの練習時間を必要とし、運動能力の向上が、将来の身体活動の重要な予測因子であるため、子供、課題、環境の制約を考慮して、安全で楽しい運動体験のための最大限の支援策を利用できるようにする必要がある。介入によって活動を有意義なものに改善し、社会参加を促進すべきである」(Smits-Engel, & Verbecque, 2022)と論及されている。つまり、子供の活動回避行動の予防と健康関連の生活の質の改善は、評価と介入の重要な側面であると考えられる。

発達性協調運動症は、協調運動能力の実行と学習の困難を特徴とする神経発達症であり、日常生活活動の動作に大きな影響を与える (American Psychiatric Association, 2013)と示されている。このことを踏まえた研究では、「構造化された運動トレーニングプログラムを通じて、身体の正中線を越えるような、発達状態に応じた運動能力の向上を目指した支援をすることによって、効率的な横方向の処理速度に依存する競技スポーツに対応できるようになる」(Saidmamatov, Rodrigues, & Vasconcelos, 2022)」と示唆されている。つまり、発達性協調運動症の右利きの子供は、運動技能プログラムに参加した後、利き手行動を強化し、効果的な介入プログラムを行うことで、対側空間で左利きの作業過程を形成する能力を獲得できるものと判断される。

「運動障害群と発達性協調運動症群はともに、ある程度時間が経つと、実行機能の有意な増加を示し、健常発達児群と一致するようになる。時間の経過に伴う実行機能の進行が期待されるレベルにある」(Bernardi, Leonard, & Hill et al, 2018)と考証されている。その理由として、次のような見解が示されている。

発達性協調運動症児は、すべての非言語的実行機能の課題と言語的流暢さの課題について、健常発達児よりも有意にパフォーマンスが拙劣である。運動能力の低い子供における実行機能の困難は、中年期を通して持続する。発達性協調運動症と診断されていないが運動障害のある子供は、広範囲にわたる実行機能障害を示すことはない。運動障害と実行機能の問題は、主に非言語領域に影響を与える。診断の有無にかかわらず、運動能力の低い子供は、2年以上持続する様々な実行機能の困難さがある。実行機能の問題は、非言語領域に大きく影響し、診断を受けていない運動障害のある子供の場合、発達の持続性が低下したことが認められている。

さらに、「運動能力に取り組むことに加えて、介入は発達性協調運動症児の参加に対する環境障壁にも対処する必要がある」(Izadi-Najafabadi, Ghafooripoor, & Gill et al, 2019)と報告されている。その根拠として次のことが示されている。発達性協調運動症児は、学校や地域社会の環境で、健常発達児よりも参加頻度が低い。家庭での仲間と同じ量が参加しているが、関与のレベルは大幅に低い。これら3つの場面すべてにおいて、親の大多数は、家庭、学校、及び地域での活動への子供の参加レベルの向上を望んでいる。運動機能は、発達性協調運動症児への参加の主要な予測因子である。そのため、機能的な運動能力と参加の増加に焦点をあてた運動への介入が不可欠である。

これらのことから、発達性協調運動症は、運動協調性の低下と運動能力の学習の困難を特徴とする神経発達症であり、量的研究では、生活の質の低下を経験することが示されている。彼らの視点からの日常生活に関する質的研究がほとんどなされていないが、13名の子供(8~12歳)に対する半構造化面接がなされている。この研究において、自分の言葉で日常生活がどのようなものかを説明するように求めたところ、運動の問題以上に、遊びから除外される現状があるとの発言が多くなされていた。この結果を踏まえて、「発達性協調運動症児を養育する親、教師、医師、セラピスト等は、日常生活にうまく参加するための努力、肉体的・感情的負担によって、対象児と家族の生活の質に、どのような影響があるのかを認識する必要がある」(Zwicker, Suto, & Harris et al, 2018)との見解が示されている。

以上より、発達性協調運動症には、協調運動の拙劣さと運動能力の学習の困難さがあり、生活の質の低下を経験しているため、機能的な運動能力を要する活動、及び日常生活や社会生活への参加を増やすことに焦点をあてた介入が求められる。その際、親の大多数は、家庭、学校、及び地域社会での活動への子供の参加レベルの向上を望んでいることを考慮する必要があると考えられる。

3. 発達性協調運動症に関する生理学的研究

発達性協調運動症については、神経障害が主に感覚運動ネットワークにあることを示している。「PCC (Posterior Cingulate Cortex : 後帯状皮質) と感覚運動ネットワークの間の機能的接続の混乱は、感覚運動系への注意、感覚運動ネットワークと他の機能ネットワークとの間の活性化における協調障害を表している可能性がある。pMTG (Posterior Middle Temporal Gyrus : 後中側頭回) の関与は、意味のある行動の精神的表現を保持する意味システムと、これらの行動を生み出す感覚運動ネットワークとの間の混乱を示していると判断される」(Rinat, Izadi-Najafabadi, & Zwicker, 2020) と論じられている。その理由として次のことがあげられている。

発達性協調運動症は、運動、セルフケア、教育、余暇活動に参加する子供の能力に影響を与える神経発達症とされている。RSMRI (Rapid Sequence Magnetic Resonance Imaging) を用いて、脳全体の機能的接続性を健常発達児と比較した研究結果から、感覚運動ネットワークに接続された2つの主要な領域で、機能的接続の混乱が見出され、1つはPCCに位置し、前膜に広がり、もう1つはpMTGに存

在していると示唆されている。

「基本的な眼球運動プロセスは、発達性協調運動症によって損なわれていないことを意味する。追跡時間とアンチサッカーパフォーマンスは、運動障害のある子供とない子供、及び異なる年齢層を区別できる指標となっている」(Sumner, Hutton, & Kuhn et al, 2018a) と推測されている。その根拠は次のことによる。

発達性協調運動症児は、十分な運動能力を習得できないが、眼球運動系についてはほとんど知られていない。運動課題への正常な取り組みは、正確な視覚的フィードバックによってサポートされている。運動障害のある子供と運動障害のない子供については、眼球運動の違いがあるかどうかで判断できる。アイトラッキング技術を用いて、発達性協調運動症児(7~10歳)、年代順(CA)が一致した子供、及びモーターマッチ(MM)グループ(4~7歳)の3つのグループを形成する77名の子供で、視覚固定、スムーズな追跡、サッカー(同じ方向の2つ以上の固視期の間で両目を素早く同時に動かすこと)と反射性サッカーのパフォーマンスを評価した。その結果、固定への持続的な関与と追求課題に顕著な問題を抱えていることが示された。反射性サッカーを抑制することの顕著な困難は、発達性協調運動症児と健常発達児のグループの両方で明らかであった。しかし、追跡とサッカーの根底にあるメカニズムは、健常発達児の制御に匹敵する水準であった。

また、アイトラッキングを使用して、子供が社会的に関連する刺激にどのように参加するかを調べた研究がなされている。実験では、年齢を一致させた(7~10歳)発達性協調運動症児28名、自閉スペクトラム症児28名、健常発達児26名を比較した。対象児が30枚の画像を見ている間、眼球運動が記録され、その半分は「個人」(場面内の1名、直接の視線)に分類され、残りの半分は「社会的」(相互作用を示すより自然な場面)に分類された。自閉スペクトラム症児は、健常発達児よりも画像の顔/目の領域を見る時間が有意に少なかったが、発達性協調運動症児は自閉スペクトラム症児よりも、注視が減少した。自閉スペクトラム症児は、場面の社会的側面(顔や目)への注意が、健常発達児よりも有意に低かったが、発達性協調運動症児は、健常発達児と比較して、これらの関心のある領域への注意の配分に明確な違いがなく、社会的刺激の視線を追跡する傾向が低いことが示された。つまり、これらのことから、「発達性協調運動症児の社会的刺激への注意配分に関するいくつかの非定型性を示唆しているが、これは自閉スペクトラム症児とは異なるメカニズムに関連している可能性がある」(Sumner, Leonard, & Hill, 2018b)と推察されている。

さらに、「新しい運動課題を学習すること、日常の活動を迅速かつ適切に行うこと、姿勢を長時間維持することに関する項目は、運動学習、姿勢反射、独立した手足の動き、特に迅速で熟練した動きの制御など、小脳の重要な機能を反映している。この関連は、協調運動の障害と聴覚処理の問題のメカニズムに関連する小脳に共通の異常があることを示している」(Mikami, Hirota, & Takahashi et al, 2021)と判断されている。なぜならば、次の見解が示されているからである。

発達性協調運動症があり、他の神経発達症のない5歳の子供63名と、同年齢の健常発達児106名に対して、感覚処理プロフィールを同じ地域における標本で特定し、感覚処理問題と協調運動の障害との関連を検討した報告がなされている。感覚処理の問題は、感覚プロフィールを使用して評価した。その結果、健常発達児に比べて、発達性協調運動症における幅広い感覚処理パターン(低い登録、感度、回避)と領域(聴覚、前庭、触覚、口腔)の問題を示した。さらに、感覚処理パターン(感度と回避)及び領域(触覚と聴覚)の問題と協調運動の障害との関連が、発達性協調運動症児のみに見られた。そのことは、感覚処理異常が病態生理に影響する可能性を表している。このため、感覚処理機能を評価することが求められる。注意欠如多動症と同様に、運動に要する感覚情報を適切に取得することに問題があ

る点は共通しているが、協調運動の障害(特に微細運動の障害)に関連する感覚閾値の神経学的問題は、注意欠如多動症児とは異なる可能性がある。

以上のように、発達性協調運動症に対する病理学を含む生理学的研究は少ない。神経障害が主に感覚運動ネットワークにあること、基本的な眼球運動プロセスは、発達性協調運動症によって損なわれていないこと、社会的刺激への注意配分に関するいくつかの非定型性があると推測されているが、これらのことは、自閉スペクトラム症児とは異なるメカニズムに関連していること、及び聴覚処理の問題のメカニズムに関連している小脳に異常があることが示されている。

4. 発達性協調運動症と自閉スペクトラム症との関連

自閉スペクトラム症がある場合、行動面や対人面において特異な症状があるため、自閉スペクトラム症児者を持つ家族には、強いストレスや多様な支援ニーズがある。自閉スペクトラム症児への心理社会的介入は、共同注意、言語、社会的関係等の特定の行動を改善することができ、それは発達に影響を及ぼし、症状の重症度の軽減や発達の促進に有効性がある。しかし、「自閉スペクトラム症児における長期的なニーズ、時間の経過とともに自立と生活の質の向上をもたらす治療、及びその背後にあるメカニズムを特定するには至っていない。生涯を通じて、対象児者とその家族に対する社会的支援が求められる」(Lord, Brugha, & Charman, 2020)と論考されている。このため、家族におけるストレスの程度を把握し、継続的な社会的支援をすることが求められる。その際、運動障害も併発していることに注目する必要がある。

米国で最大の自閉スペクトラム症に関するサンプルである SPARK 研究データベースを使用した研究では、自閉スペクトラム症の少なくとも 86.9%が小児期および青年期を通じて、発達性協調運動症のリスクにさらされているのに対し、このサンプルの 15.1%が発達性協調運動症の二重診断を受けていることが示されている。自閉スペクトラム症児については、運動障害について認識されておらず、診断と治療も不十分であることが窺える。

就学前と小学校の時期は、運動能力を促進するための重要な時期である。このため「小児科医、心理学者、精神科医、神経科医には、自閉スペクトラム症の運動障害または発達性協調運動症を共同で診断することが求められる。長期的には、運動障害を自閉スペクトラム症の診断基準に含める必要がある。自閉スペクトラム症児の 86%に、発達性協調運動症のリスクがあり、72%に年齢未満の運動機能があるが、32%だけが理学療法士による訓練を受けている」(Bhat, 2020)と報告されている。

発達性協調運動症児と自閉スペクトラム症児の間で、運動障害の類似性が報告されているが、同時に発生する診断であるかどうか、自閉スペクトラム症の運動障害が発達性協調運動症と異なるかどうか、これらについては不明確である。自閉スペクトラム症の併存症を明らかにすることは、その障害に関与している様々な遺伝的・環境的要因を理解するために必要である。「両者の現在の神経画像所見から、障害間の類似点と相違点の根底にある神経メカニズムについて、両集団を比較した神経画像研究は1件のみである。今後、これら2つの集団の運動ネットワークと社会的ネットワーク、健常発達群について明らかにする必要がある」(Kilroy, Cermak, & Aziz-Zadeh, 2019)と指摘されている。

以上のように、発達性協調運動症と自閉スペクトラム症には、運動における障害に類似性があるとされているが、同時に発生する診断であるかどうか、自閉スペクトラム症の運動障害が発達性協調運動症と異なるかどうかについては、現時点では不明確であるものと推察される。

5. 自閉スペクトラム症の併発症としての発達性協調運動症の捉え方

自閉スペクトラム症と発達性協調運動症の協調性と感覚応答性の類似点と相違点を検討すると、親が回答した発達性協調運動症質問票(DCDQ:Wilson et al., 2007)を用いた場合、両者間に協調性に有意差は見られず、2つの状態が広く類似した協調運動の障害であることが示された。両方の二重診断を受けた少数の子供も、協調運動の障害に違いを示さなかった。対象は、自閉スペクトラム症児42名(男性35名、女性7名)、発達性協調運動症児26名(男性19名、女性7名)、両方の診断をされた9名(男性2名、女性7名)であった。すべてのグループは、運動協調性(DCDQ)、感覚応答性(SPC-R)、社会的コミュニケーション測定(AQ)を含む検査がなされている。その結果、協調性に有意差がなく、両者間の感覚応答性において、視覚と聴覚応答性の増加、及び固有受容感覚の減少に有意差があることが示された。「これらの差は、両者の診断をする上で妥当性を示したため、両方の状態における協調運動の障害の原因を推測できる。具体的には、自閉スペクトラム症における調整の困難は視覚処理障害に、発達性協調運動症の調整の困難は空間処理に関連していた。このことは、正確な診断とそれに基づく介入に役立つ」(Hannant, Cassidy, & Van de Weyer et al, 2018)と考証されている。

この研究では、生涯にわたる自閉スペクトラム症における未診断、または未治療の発達性協調運動症からの影響には、かなりの深刻さがあり、転倒リスク、肥満、社会的困難、日常生活と自立の活動の制限は、すべて未治療の運動障害があるために悪化する可能性がある。また、自閉スペクトラム症の多くが、発達性協調運動症の診断基準を満たし、運動能力の標準化された評価と親の報告においても、発達性協調運動症と変わらない運動障害の状態像を呈している。このため、自閉スペクトラム症における運動障害の発現と影響に関する調査の継続が求められる。「運動障害に関する評価がなされれば、早い段階から家族を標的とした運動介入に結び付けることができ、専門家によって社会的コミュニケーションや日常生活の活動など、より複雑な機能的能力の構成要素としての運動技能の重要性に関して、親と教育者の理解を促すことに繋がる」(Miller, Sherrod, & Mauk et al, 2021)と言及されている。

足と地面の相互作用を、高い空間分解能と時間分解能で定量化した足底圧を用いて、自閉スペクトラム症児の歩行機能について検討されている。この実験では、4歳から6歳の58名(低機能自閉症12名、高機能自閉症46名)と年齢が一致した28名の健常発達児が、希望する速度で6m直進することを10回繰り返してもらった。両方の自閉スペクトラム症児は、コントロールよりも扁平足の接触パターン、左右の非対称性、ステップ間の変動が大きかった。そのため、「これらの異常な歩行特性は、自閉症スペクトラム指数と社会的応答尺度で測定された社会的障害に関連し、協調運動の障害が示唆された」(Gong,Liu, & Yi et al, 2020)と強調されている。

「自閉スペクトラム症児における作業記憶とシフトの高レベルのプロセスは、視覚運動統合などの低レベルのプロセスよりも、ストーリーライティングの文脈における手書き作成に大きく影響する」(Rosenblum, Ben-Simhon, & Meyer et al, 2019)」と述べられている。なぜなら、自閉スペクトラム症児が直面する視覚運動の統合に関する課題の主な原因は、視覚知覚領域ではなく運動領域である。視覚と運動の統合、特にその運動協調の構成要素は、手書きの自動化に影響を与えるため、これらの技能の不足は、手書きの過程に反映されると考えられるからである。

自閉スペクトラム症における運動障害の有病率は高いが、DSM-5の診断基準には掲載されていない。SPARK 研究データセット(n=13,887)を分析して、発達性協調運動症の質問票(DCD-Q)を使用した運動障害のリスク、ソーシャルコミュニケーション質問票(SCQ)を使用した社会的コミュニケーション障害、反復行動スケール改訂版(RBS-R)を使用した反復行動の重症度、及び親が報告した認知障害・機能障害・言語障害の領域の中で、認知障害のある自閉スペクトラム症児を含めると、SPARK サンプルの

88.2%に運動障害のリスクがあり、運動障害の相対リスク比は、一般集団と比較すると22.2倍となる。さらに、微細運動と粗大運動に関する運動障害のリスクの大きさは、障害の重症度が増すにつれて増加していた。したがって、「自閉スペクトラム症の診断基準の1つに運動障害があるため、適切な運動スクリーニングと評価をする必要性が浮き彫りになった。そのため、社会的コミュニケーションと認知や行動の課題だけでなく、運動機能と参加に関する介入が不可欠である」(Bhat, 2021)と論述されている。

以上のように、自閉スペクトラム症と発達性協調運動症の協調性と感覚応答性の類似点と相違点を検討すると、広く類似した協調運動の障害と捉えられる。しかしながら、協調運動の障害の原因については、自閉スペクトラム症における調整の困難は視覚処理障害に、発達性協調運動症の調整の困難は空間処理に関連していた。両者共、運動障害に関する評価がなされれば、運動介入に結び付けることができ、運動技能の重要性に関する親と教育者の理解を促すものと考えられる。

6. 発達性協調運動症への介入

発達性協調運動症児は、「他者と交流する際、意見を述べることや自己主張することに対して、かなりの苦労を経験している。受動的な反応パターンは、クラスメートと一緒に活動することを困難に感じている。したがって、これらの子供の低登録（感覚鈍麻）を改善するための感覚方略以外に、自己規制と自己主張のトレーニングが求められる」(Chung, 2018)と言及されている。その理由として次のことがあげられている。

発達性協調運動症児における拙劣な運動、及び書字技能と低登録感覚処理パターンとの間に、有意な相関が認められた。また、一般的に報告された困難は、情緒的効力感の低さ、社会的自己効力感の低さ、微細運動、コミュニケーション、組織的スキルを必要とする家庭と地域社会における活動への参加であった。情緒的及び社会的自己効力感に関する問題があり、感覚処理パターンが低登録または感覚感度が低い子供の受動的自己調節方略に関連している。さらに、受動的な自己規制方略を持つ人々は、通常、「物事を起こさせる」ものであり、感情を打ち消すために環境に作用しない。しかし、彼らは、環境からの要求を遵守した結果として苦痛を感じている。対象児は、落ち着きを取り戻すこと、気分が落ち込んだときに元気づけること、緊張を防ぐことの難しさを表明した。これらは、ストレスや否定的な感情に対する受動的な反応パターンに関連しているものと推察される。

発達性協調運動症における併発する発達状態は、教育成果の低下に影響を及ぼす。そのため、「これらの同時発生する困難と協調運動の障害に対処することは、発達状態を改善するために必要である。また、医療及び教育の専門家や政策立案者の間での状態に対する認識と理解を高めることは、提供される支援を改善するために不可欠である」(Harrowell, Hollén, & Lingam, 2018)と述べられている。なぜなら、読書、社会的コミュニケーション、多動性・不注意に持続的な困難を抱えているため、学業成績に影響を与えるのに、その障害の40%近くは、学校において発達状態に応じた配慮を受けていない。このことによって、読解力、社会的コミュニケーションの困難、多動性・不注意との同時発生の問題については、教育上の困難の一因によるものと考えられるからである。

発達性協調運動症は、既知の病状または神経学的機能障害がない場合に、年齢に適した運動能力を実行及び学習する能力の障害を特徴とする状態である。この問題を抱えている子供は、通常、特に身体の調整を必要とする特定の活動を行うときに、不器用であると見られる。運動技能の介入については、「短期的には認知的、感情的、その他の心理的側面に関する運動能力とパフォーマンスを改善するのに効果的である。これらの効果は、沢山のトレーニングと高頻度の練習スケジュールを使用した介

入でより確かなものになる」(Yu, Burnett, & Sit, 2018) と主張されている。

これらの見解から、教育・福祉・医療の専門家や政策立案者が連携しながら、発達性協調運動症についての理解を深めることは、支援を改善するために不可欠である。しかしながら、理解が困難な発達状態にあり、中等教育終了時の学業成績に大きな影響を与え、個人の将来の見通しに影響を与えることについて、十分に考慮する必要があると言える。

発達性協調運動症があると、重大な感情的および行動的困難を経験する。介入は運動能力に加えて、心理的幸福を目標にする必要がある。運動障害は、感情的及び心理社会的機能にも影響を与える可能性がある。運動障害がある子供は、同級生よりも生活の質が低い。発達性協調運動症児とその親は、身体的幸福、心理的幸福、気分と感情、自己認識、自律性、親関係と家庭生活、社会的支援と仲間、学校環境、いじめなど、多くの領域で HRQOL (健康に関連する生活の質) が大幅に低いと報告されている。特に、「子供の場合、心理社会的懸念の負担が高いため、介入の対象は運動能力を超えて拡大し、この一般的な運動障害のある子供の精神的健康と生活の質を改善するための治療を含めた支援が求められる」(Karras, Morin, & Gill et al, 2019) と指摘されている。

発達性協調運動症児の親における子育てストレスに関する調査から、障害の有病率と、他のより一般的に研究されている障害との重複を配慮して、発達性協調運動症児を持つことが親に与える影響を理解する必要がある。子育てストレスの増加は、子供、親、その状況の多くの特性に起因する可能性が高くなるため、適切な介入は、より高いストレスにつながる要因を緩和するのに役立つものと判断される。このことは、親と子供の両方の幸福な生活に影響を及ぼす。その際、関連する心理社会的課題を十分に考慮しておくことが求められる。家族の感情的、社会的、経済的幸福に大きな影響を与えるため、医療や福祉等の専門家が関わることが不可欠である。また、親の雇用と社会的限界の性質を理解し、兄弟のメンタルヘルスのレベルをより深く理解することも求められる。

これらのように、発達性協調運動症児を持つことは、家族に大きな影響を与えるため、「医療や福祉等の専門家が、適格に子供とその家族の状況を捉え、適切な支援がなされるように留意する必要がある」(Cleaton, Lorgelly, & Kirby, 2019) と言及されている。

発達性協調運動症児における貧弱な運動、及び書字技能と低登録感覚処理パターンとの間に、有意な相関が認められている。このため、その困難さには、情緒的効力感の低さ、社会的自己効力感の低さ、微細運動、コミュニケーション、組織的スキルを必要とする家庭と地域社会の活動への参加がある。読解力、社会的コミュニケーションの困難、多動性・不注意との同時発生の問題は、教育上の困難の一因となる。運動能力に加えて、介入は心理的幸福を目標にすること、医療や福祉等の専門家が子供とその家族の状況を捉え、必要な支援がなされるように配慮すること、教育・福祉・医療の専門家や政策立案者が連携しながら、障害の理解を深めることが、支援の改善に求められる。したがって、発達状態やライフサイクルに応じた支援、及び家族にとって不可欠な支援がなされるような、関係機関や専門家の協力体制を構築することが喫緊の課題と言える。

IV 総合考察

以上の6領域における発達性協調運動症に関する考察から、次のことが示された。

疫学的研究から、成人期になっても発達性協調運動症は、その半数程度に持続性がある神経発達症で、学童期とそれ以降の社会生活に影響を及ぼす。発達性協調運動症のある早産児は、より多くの行動上の問題を抱えている。教育的介入を受けるために、早期発見と診断が求められる。また、非定型の脳構造と機能を持っていることから、活動制限に対処する介入は、短期的に運動能力と運動技能

関連のフィットネスを改善する。活動指向型介入によって、運動能力を改善できるが、質の高い介入と長期効果の評価が重要な課題となっている。

発達や障害の状態に関する研究から、発達性協調運動症には、協調運動の拙劣さと運動能力の学習の困難さがあり、生活の質の低下を経験している。親が家庭、学校、及び地域社会での活動への子供の参加レベルの向上を望んでいることを考慮して、機能的な運動能力を要する活動、及び日常生活や社会生活への参加を増やす介入が求められる。

発達性協調運動症に対する病理学を含む生理学的研究が少ないが、神経障害が主に感覚運動ネットワークにあること、基本的な眼球運動プロセスは、発達性協調運動症によって損なわれていないこと、社会的刺激への注意配分に関するいくつかの非定型性があることが示されている。これらは、自閉スペクトラム症児とは異なるメカニズムに関連している。また、聴覚処理の問題のメカニズムに関連している小脳に異常があることを表しているものと推察される。今後、生理学的研究の充実が望まれる。

発達性協調運動症と自閉スペクトラム症との関連に関する研究から、両者には、運動における障害に類似性があるとされているが、同時に発生する診断であるかどうか、自閉スペクトラム症の運動障害が発達性協調運動症と異なるかどうかについては、現時点では不明確と言える。

自閉スペクトラム症と発達性協調運動症の協調性と感覚応答性の類似点と相違点を検討すると、両者は広く類似した協調運動の障害であるが、協調運動の障害の原因については、自閉スペクトラム症における調整の困難は視覚処理障害に、発達性協調運動症の調整の困難は空間処理に関連していた。したがって、両者共、運動障害に関する評価がなされれば、運動への介入に結び付けることができ、運動技能の重要性に関する親と教育者の理解を促すと推察される。

発達性協調運動症への介入に関する研究から、貧弱な運動、及び書字技能と低登録感覚処理パターンとの間に関連があると判断された。このことが、情緒的効力感の低さ、社会的自己効力感の低さ、微細運動、コミュニケーション、組織的スキルを必要とする家庭と地域社会の活動への参加に困難さに繋がっている。また、読解力、社会的コミュニケーションの困難、多動性・不注意との同時発生の問題は、教育上の困難の一因となる。これらのことから、運動能力だけでなく、心理的幸福を目標にする。医療や福祉等の専門家が子供とその家族の状況を捉え、必要な支援がなされるように配慮する。教育・福祉・医療の専門家や政策立案者が連携しながら、障害の理解を深める。これらの介入が不可欠である。発達状態やライフサイクルに応じた支援、及び家族に必要な支援ができるように、関係機関や専門家の協力体制を構築することが求められる。

これからは、発達性協調運動症における、疫学的研究、発達や障害の状態、生理学的研究、自閉スペクトラム症との関連、自閉スペクトラム症の併発症としての捉え方、運動障害への介入、の各研究の充実が不可欠と言える。今後、発達性協調運動症における運動障害が、生活全般に影響を及ぼすため、運動能力向上と社会参加を目指した介入のあり方について考察することが課題である。

V 結 論

発達性協調運動症に関する 24 論文の内容を検討した結果、発達性協調運動症について、①非定型の脳構造と機能を持っていることから、活動制限に対処する介入は、短期的に運動能力と運動技能関連のフィットネスを改善する。②運動協調性の低下と運動学習の困難、生活の質の低下を経験しているため、機能的な運動能力と参加の増加を目指した運動介入が求められる。③神経障害が感覚運動ネットワークにあり、協調運動症と聴覚処理の問題のメカニズムに関連する小脳に異常がある。④自閉スペクトラム症と運動障害の類似があるが、同時に発生する診断であるかどうか、運動障害の相違が

あるかどうか不明確である。⑤運動障害を評価することによって、運動介入に結び付け、運動技能の重要性に関する親と教育者の理解を促すようにする。⑥介入は心理的幸福を目標にして、発達状態に応じた支援や家族への支援がなされるように、関係機関や専門家の協力体制の構築が不可欠である。以上が示唆された。

引用文献

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)*. 74., 50-59.
- Bernardi, M., Leonard, H.C., Hill, E.L., Botting, N., & Henry, L.A. (2018). Executive functions in children with developmental coordination disorder: A 2-year follow-up study., *Developmental Medicine and Child Neurology*, 60(3), 306-313.
- Bhat, A.N. (2020). Is Motor Impairment in Autism Spectrum Disorder Distinct from Developmental Coordination Disorder? A Report from the SPARK Study. *Physical Therapy*, 100(4), 633–644.
- Bhat, A.N. (2021). Motor Impairment Increases in Children with Autism Spectrum Disorder as a Function of Social Communication, Cognitive and Functional Impairment, Repetitive Behavior Severity, and Comorbid Diagnoses: A SPARK Study Report. *AUTISM RESEARCH*, 14(1), 202-219.
- Biotteau, M., Danna, J., Baudou, É., Puyjarinet, F., Velay, J.L., Albaret, J.M., & Chaix, Y. (2019). Developmental coordination disorder and dysgraphia: signs and symptoms, diagnosis, and rehabilitation. *Neuropsychic Disease and Treatment*, 15, 1873–1885.
- Bolk, J., Farooqi, A., & Hafström, M. (2018). Developmental Coordination Disorder and Its Association with Developmental Comorbidities at 6.5 Years in Apparently Healthy Children Born Extremely Preterm. *JAMA Pediatrics*. 172(8), 765-774.
- Chung, E.Y. (2018). Unveiling Issues Limiting Participation of Children with Developmental Coordination Disorder: From Early Identification to Insights for Intervention. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 30, 373–389.
- Cleaton, M. A. M., Lorgelly, P. K., & Kirby, A. (2019). Developmental coordination disorder: the impact on the family. *Quality of Life Research*, 28, 925–934.
- Gong, L., Liu, Y., Yi, L., Fang, J., Yang, Y., & Wei, K. (2020). Abnormal Gait Patterns in Autism Spectrum Disorder and Their Correlations with Social Impairments. *AUTISM RESEARCH*, 13(7), 1215-1226.
- Hannant, P., Cassidy, S., Van de Weyer, R., & Mooncey, S. (2018). Sensory and motor differences in Autism Spectrum Conditions and developmental coordination disorder in children: A cross-syndrome study. *Human Movement Science*, 58, 108-118.
- Harrowel, I., Holléna, L., Lingam, R., & Emond, A. (2018). The impact of developmental coordination disorder on educational achievement in secondary school. *Research in Developmental Disabilities*, 72, 13-22.
- Hellendoorn, A., Wijnroks, L., Daalen, E., Dietz, C., Buitelaar, J. K., & Leseman, P. (2015). Motor functioning, exploration, visuospatial cognition, and language development in preschool children with autism. *Research in Developmental Disabilities*, 39, 32–42.
- Izadi-Najafabadi, S., Ryan, N., Ghafooripoor, G., Gill, K., & Zwicker, J.G. (2019). Participation of children with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 84, 75-84.
- Karras, H.C., Morin, D.N., Gill, K., Izadi-Najafabadi, S., & Zwicker, J.G. (2019). Health-related quality of life

- of children with Developmental Coordination Disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 84, 85-95.
- Kilroy, E., Cermak, S.A., & Aziz-Zadeh, L. (2019). A Review of Functional and Structural Neurobiology of the Action Observation Network in Autism Spectrum Disorder and Developmental Coordination Disorder. *Brain Sciences*, 9(4), 75-103.
- Kimberly A. Fournier, Chris J. Hass, Sagar K. Naik, Neha Lodha, & James, H. (2010). Motor Coordination in Autism Spectrum Disorders: A Synthesis and Meta-Analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1227–1240.
- Kirby, A., Sugden, D., Purcell, C. (2013). Diagnosing developmental coordination disorders. *Archives of Disease in Childhood*, 99(3), 292-296.
- Leonard, H.C., & Hill, E. L. (2014). Review: The impact of motor development on typical and atypical social cognition and language: A systematic review. *Child and Adolescent Mental Health*, 19, 163–170.
- Mikami, M., Hirota, T., Takahashi, M., Adachi, M., Saito, M., Koeda, S., Yoshida, K., Sakamoto, Y., Kato, S., Nakamura, K., & Yamada, J. (2021). Atypical Sensory Processing Profiles and Their Associations with Motor Problems in Preschoolers with Developmental Coordination Disorder. *Child Psychiatry & Human Development*, 52, 311–320.
- Miller, H.L., Sherrod, G.M., Mauk, J.E., Fears, N.E., Hynan, L.S. & Tamplain, P.M., (2021). Shared Features or Co-occurrence? Evaluating Symptoms of Developmental Coordination Disorder in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51, 3443–3455.
- Rinat, S., Izadi-Najafabadi, S., & Zwicker, J.G. (2020). Children with developmental coordination disorder show altered functional connectivity compared to peers. *NeuroImage: Clinical*, 27, 102309.
- Rosenblum, S., Ben-Simhon, H.A., Meyer, S., & Gal, E. (2019). Predictors of handwriting performance among children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 60, 16-24.
- Saidmamatov, O., Rodrigues, P., & Vasconcelos, O. (2022). Motor Skills Training Program Reinforces Crossing the Body's Midline in Children with Developmental Coordination Disorder. *Symmetry*, 14(6), 1259(1-10).
- Smits-Engel, B., & Verbecque, E. (2022). Pediatric care for children with developmental coordination disorder, can we do better? *Biomedical Journal*, 45(2), 250-264.
- Sumner, E., Leonard, H.C., & Hill, E.L. (2016). Overlapping Phenotypes in Autism Spectrum Disorder and Developmental Coordination Disorder: A Cross-Syndrome Comparison of Motor and Social Skills. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46, 2609–2620.
- Sumner, E., Hutton, S.B., Kuhn, G., & Hill, E.L. (2018a). Oculomotor Atypicalities in Developmental Coordination Disorder. *Developmental science*, 21(1), 1-12.
- Sumner, E., Leonard, H.C., & Hillel. (2018b). Comparing Attention to Socially Relevant Stimuli in Autism Spectrum Disorder and Developmental Coordination Disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46, 1717–1729.
- Yu, J.J., Burnett, A.F., & Sit, C.H. (2018). Motor Skill Interventions in Children with Developmental Coordination Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(10), 2076-2099.
- Zwicker, J.G., Suto, M., Harris, S.R., Vlasakova, N., & Missiuna, C. (2018). Developmental coordination

disorder is more than a motor problem: Children describe the impact of daily struggles on their quality of life. *British Journal of Occupational Therapy*, 81(2), 27-33.

(2023年1月31日 受理)