

運動不器用な神経発達症児における日常生活に即した
二重課題を用いた遂行能力評価
ー運動・身体・認知能力との関連性の解明と
運動療法を通じた支援に向けてー
(中間報告)

国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科	小笠原 悠 人
国際医療福祉リハビリテーションセンター	山 川 竜之介
国際医療福祉リハビリテーションセンター	小 松 亜 依
国際医療福祉大学 保健医療学部	渡 邊 観世子

Assessment of performance skills in children with neurodevelopmental motor difficulties using dual-task like daily life: Clarifying the relationship dual-task and between Motor, Physical and cognitive abilities and aiming for support through physical therapy

International University of Health and Welfare,
Graduate School of Health and Welfare Sciences, OGASAWARA, Yuto
International University of Health and Welfare Rehabilitation Center,
YAMAKAWA, Ryunosuke
International University of Health and Welfare Rehabilitation Center,
KOMATSU, Ai
International University of Health and Welfare, School of Health Sciences,
WATANABE, Miyoko

要 約

神経発達症児の日常生活の困難さの要素の1つである運動の不器用さを主症状とする疾患を発達性協調運動症 (developmental coordination disorder : DCD) と呼ぶ。日常生活には複数タスクを同時に実行する二重課題の遂行能力が関連し、DCDの運動の不器用さによる運動の自動化の欠損が二重課題の遂行能力低下の原因として考えられている。二重課題遂行時の運動の自動化の改善のためには関連する身体機能・身体組成との検討が必要であるが明らかにされていない。本研究は、日常生活に即した二重課題評価である Trail Walking Test を用いて二重課題遂行能力を評価し、二重課題遂行能力と身体機能・身体組成の関連性の検討について定型発達児との比較を行い運動不器用な神経発達症児の特徴を明らかにすることを目的とした。本研究により、神経発達症児の運動の自動化の改善に対す

る運動療法に必要な新しい知見の獲得に寄与できると考える。

【キーワード】 神経発達症, 発達性協調運動症, 二重課題, 身体機能, 身体組成

Abstract

Developmental coordination disorder (DCD) is a neurodevelopmental disorder characterized by motor difficulties, which significantly affect daily life. Dual-task performance is relevant to daily life and is said to be lower in children with DCD. The low performance is thought to be due to a deficit in motor automatization caused by motor difficulties. To improve motor automatization, it is necessary to examine the relationship dual-task performance and between physical function and body composition. However, this has not been clarified. In this study, we evaluated the dual-task performance using the Trail Walking Test, a dual task assessment like daily life, and examined the related physical functions and body composition. The purpose of this study was to clarify the characteristics of children with neurodevelopmental motor difficulties through comparison with children with typical developmental. We believe that this study can contribute to obtaining new knowledge for prescribing physical therapy for children with neurodevelopmental disorders to improve their ability to do dual-task performance.

【Keywords】 neurodevelopmental disorder, developmental coordination disorder, dual-task, physical function, body composition

問題と目的

神経発達症の中で運動の不器用さを主症状とする疾患を発達性協調運動症 (developmental coordination disorder: DCD) と呼ぶ。DCD は注意欠如・多動症 (attention-deficit/hyperactivity disorder: ADHD) で約 30 ～ 50 % (Goulding JB et al., 2017), 自閉スペクトラム症 (autism spectrum disorder: ASD) で約 50 ～ 85 % (Bhat AN et al., 2020) の併発が報告されている。この DCD による運動の不器用さは、セルフケア、粗大・微細運動、遊びを含んだ活動等の日常生活の困難さに悪影響を及ぼすと報告されている (Farhat F et al., 2024)。日常生活の遂行に必要な要素の 1 つに認知課題と運動課題を同時に遂行する二重課題の遂行能力がある。Nicolson と Fawcett ら (1990) の「完全に自動化されたスキルは意識的な努力を必要とせず、他の意識的な努力が必要な処理に負荷がかかっても自動化されたスキルにはほとんど影響を示さないはずである」との報告から Visser (2003) は、一般的に運動技能が熟達しており自動化されているスキルの場合、認知課題を同時に進行した場合でも運動技能の成績に影響はしないが、運動技能の低い神経発達症児では運動の自動化が不十分であり認知課題を同時に進行した場合に運動技能の成績に影響するという「自動化障害仮説 (automatization deficit hypothesis)」の理論を提唱している。そのため、運動技能の低い神経発達症児の二重課題の遂行能力の改善には運動技能の改善から運動の自動化を目指すことができると考えられる。しかしなが

ら、運動技能の熟達に必要な身体機能・身体組成と二重課題の遂行能力の関連性の検討は不十分である。

二重課題の遂行能力を評価するにあたり、運動課題では日常生活に即した応用歩行動作を用いること、認知課題では難易度の調整が可能な課題を用いることが日常生活の困難さを反映するために重要である。これらを兼ね備えた方法として Trail Making Test (TMT) を参考に開発された Trail Walking Test (TWT) が有用であると考えた。TWT は数字もしくはひらがなを順番に歩いて辿る課題であり、運動課題では方向転換を含んだ応用歩行動作、認知課題では数字のみを辿る Part A と数字とひらがなを交互に辿る Part B があり課題難易度の変化が可能な課題である (Yamada & Ichihashi, 2010 ; Schott et al., 2016)。Schott ら (2016) は DCD 児に対する TWT を用いた検討から、認知負荷が低い条件よりも高い条件の TWT にて DCD 児は定型発達 (typical developmental: TD) 児と比較し有意に二重課題の遂行能力が低下すると報告している。そのため、本研究では運動の不器用な神経発達症児への二重課題評価として認知的負荷の大きさを設定できる TWT を用いて検討することとした。

運動技能に関連する身体機能として、新体力テストに含まれている筋力、柔軟性の項目に加え、DCD 児の運動技能評価スケールの Movement Assessment Battery for Children (Blank R et al., 2012) の項目にも含まれる静的および動的バランス、さらに DCD の病因の 1 つとして考えられている運動の内部モデル (Adams ILJ et al., 2017) と関連の深いボディイメージの評価も行う。また、これらの身体機能を遂行するための基礎となる身体構造として身体組成の評価も必要と考える。身体組成とは全身の骨格筋量や脂肪量、水分量等を意味する (小宮, 1998)。DCD 児を対象とした身体組成の先行研究では、肥満に関連する体脂肪率が主であり (Hendrix CG et al., 2014)、運動機能との関連については明らかにされていない。TD 児においては、筋の量的指標である skeletal muscle mass index (SMI) は運動習慣が多いほど増加すること (Takahashi D et al., 2024) や、筋や細胞の質的評価である extracellular water to total body water ratios (ECW/TBW) と phase angle (PhA) は上肢・下肢筋力との関連性が報告されている (Hetherington-Rauth M et al., 2020)。また PhA は 25m 走や立ち幅跳び等の運動パフォーマンスとの関連性が示されており (幸, 2022)、身体組成評価は身体機能と関連する。そのため、運動不器用な神経発達症児では身体機能に加え身体組成が TD 児と比較し低くなりやすいことが考えられる。

以上より本研究の目的は、運動不器用な神経発達症児の日常生活の困難さの要素の 1 つである二重課題遂行能力の特性とそれに関連する身体機能・身体組成を解明することである。これにより、運動療法に必要な新しい知見を得ることが可能となり、運動の自動化を高めるための適切な支援に繋がると考える。

方 法

対象

定型発達群と神経発達症群の2群で検討を行う。目標対象者数は、G-Power 3.1 (Faul F et al., 2013) にて算出を行い (効果量 0.4, 有意水準 0.05, 検出力 0.80), 各群 26 名ずつ計 52 名とする。神経発達症群は運動の苦手さを持ち医療機関にて ADHD, ASD, DCD の診断を受けている対象者とする。基本情報の収集として、年齢、性別、身長、体重、body mass index (BMI)、利き手、利き足、運動不器用さ評価 (developmental coordination disorder checklist : DCDC) (Hashimoto R et al., 2020) を計測する。

計測 1 机上課題注意機能評価 TMT ・ 二重課題遂行能力評価 TWT

TMT は注意機能を測定する机上検査であり数字のみを辿る Part A (TMT-A) と数字とひらがなを交互に辿る Part B (TMT-B) の難易度の異なる 2 つの課題が存在する。各課題ともに課題遂行にかかった経過時間を計測した。課題の中止基準として TMT-A は 180 秒, TMT-B は 300 秒を上限時間として、遂行時間がこの上限を超えた場合に課題を中止し解析対象から除外する。

TWT は TMT を歩いて行う課題で、5m × 5m の領域内に 1.25m 間隔で縦横に線を引き交点に数字またはひらがなのついた目印を設置する (図 1) (Yamada & Ichihashi, 2010 ; Schott et al., 2016)。TMT 同様に数字のみを辿る Part A (TWT-A), 数字とひらがなを交互に辿る Part B (TWT-B) の難易度の異なる 2 つの課題を実施する。各課題の経過時間を計測する。

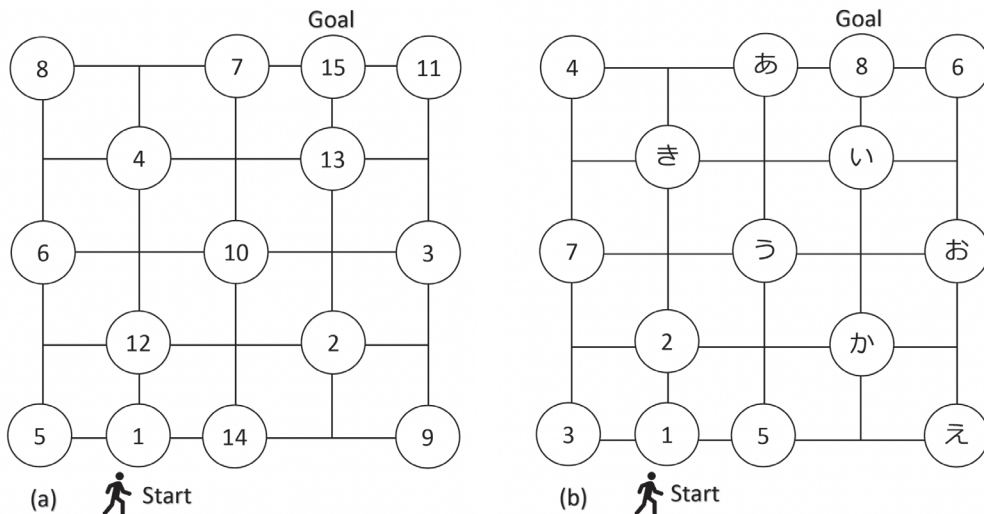


図 1 Trail Walking Test の PartA (左図) と PartB (右図) の目印設置箇所

計測 2 身体機能評価

筋力評価として両側の握力・等尺性膝伸展筋力, 立ち幅跳びの距離, 柔軟性評価として長座体前屈

距離、静的・動的バランス評価として片脚立位保持時間、Timed Up & Go test (TUG)、ボディイメー
ジの評価として Goodenough-Harris drawing test (DAM) を計測する。

計測 3 身体組成評価 bioelectrical impedance analysis (BIA)

多周波インピーダンス測定機器(In Body S10, In Body 社)を用いて端坐位姿勢にて計測を実施する。
分析項目は体脂肪率, SMI, ECW/TBW, PhA とする。

統計解析

解析 1 二重課題の遂行能力の検討：TMT と TWT の経過時間において群（神経発達症群×定型発達
群）と課題難易度（Part A × Part B）を要因とした二元配置分散分析（共変量：性別，年齢，身長）。

解析 2 神経発達症児の身体機能，身体組成の特徴の検討：t 検定および Mann-Whitney の U 検定に
て群間比較。

解析 3 身体機能と身体組成との関連性の検討：各群において TWT-A と TWT-B を従属変数とした
相関分析および重回帰分析。

倫理的配慮

本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認を受けている（承認番号：22-Ig-122）。また，
計測に当たり対象者または保護者に同意を得た上で実施する。

現在の進捗状況

現在までに神経発達症児 20 名，定型発達児 44 名の計測を実施した。2025 年 4 月までに複数回計
測を行い，神経発達症児 30 名，定型発達児 50 名のデータを計測する予定である。解析に際しては
知的能力の影響を考慮し解析対象者を選定することも検討する。

引用文献

- Bhat AN. (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.
- Blank R, Smits - Engelsman B, Polatajko H, et al. (2012). European Academy for Childhood
Disability (EACD): recommendations on the definition, diagnosis and intervention of developmental
coordination disorder (long version) *. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54 (1), 54–93.
- Farhat F, Denysschen M, Mezghani N, et al. (2024). Activities of daily living, self-efficacy
and motor skill related fitness and the interrelation in children with moderate and severe
Developmental Coordination Disorder. *PLOS ONE*, 19 (4), e0299646.
- Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, et al. (2017). G*Power 3: A flexible statistical power analysis
program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39 (2),
175–191.
- Goulardins JB, Marques JCB, De Oliveira JA. (2017). Attention deficit hyperactivity disorder and

- motor impairment. *Perceptual and Motor Skills*, 124 (2), 425–440.
- Hashimoto R, Sueda K, Yagyu K. (2020). Development of a movement questionnaire adapted for Japanese culture for elementary school children. *Brain and Development*, 42 (3), 237–247.
- Hendrix CG, Prins MR, Dekkers H. (2014). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children: a systematic review. *Obesity Reviews*, 15 (5), 408–423.
- Hetherington-Rauth M, Baptista F, Sardinha LB. (2020). BIA-assessed cellular hydration and muscle performance in youth, adults, and older adults. *Clinical Nutrition*, 39 (8), 2624–2630.
- 幸篤武, 玉瀬友美, 中山美香. (2022). 6歳児における体力と生体インピーダンス法に基づく Phase angle との関連性. *体力科学*, 71 (4), 367–372.
- 小宮秀一. (1998). 身体組成に関する研究史と研究分野. *健康科学*, 20, 1–8.
- Nicolson RI, Fawcett AJ. (1990). Automaticity: a new framework for dyslexia research?. *Cognition*, 35 (2), 159–182.
- Schott N, El-Rajab I, Klotzbier T. (2016). Cognitive-motor interference during fine and gross motor tasks in children with developmental coordination disorder (DCD). *Research in Developmental Disabilities*, 57, 136–148.
- Takahashi D, Ito T, Ito Y, et al. (2024). Relationship between exercise habits and physical function in children aged 9–12 years. *Nagoya University Graduate School of Medicine, School of Medicine*, 86, 24–35.
- Visser J. (2003). Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science*, 22 (4–5), 479–493.
- Yamada M, Ichihashi N. (2010). Predicting the probability of falls in community-dwelling elderly individuals using the trail-walking test. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15 (6), 386–391.