

原著論文

自閉スペクトラム症を有する児童における視覚支援を用いた握力測定の信頼性に関するパイロットスタディ

熊谷 匡紘¹⁾, 重島 晃史^{2)*}, 岩崎 史明¹⁾, 山本 祥¹⁾, 大倉 三洋¹⁾

Reliability of Grip Strength Measurement Using Visual Supports in Children with Autism Spectrum Disorder: A Pilot Study

Masahiro Kumagai, RPT¹⁾, Koji Shigeshima, RPT,PhD^{2)*}, Fumiaki Iwasaki, RPT,MS¹⁾, Sho Yamamoto, OTR¹⁾, Mitsuhiro Ohkura, RPT,PhD¹⁾

要 旨

海外では子どもを対象とした握力測定の信頼性や自閉スペクトラム症を有する児童（以下、ASD児）の握力特性が報告されているが、本邦ではASD児における検証はほとんどない。ASD児では運動の協調性や模倣の困難、注意の持続や目的理解の難しさから、測定に集中しにくいことが指摘されている。そこで、本研究ではASD児が測定課題の目的を理解しやすく見通しをもって取り組めるように、視覚支援を導入した握力測定を考案し、その信頼性を検証することを目的とした。

対象はASD児13名（8.5±1.7歳）で、ASD単独9名、ASDと他の神経発達症併存4名であった。スمدレー式握力計を使用し、2名の検者がそれぞれ独立して測定した。測定時には目標値（2.5kg, 5 kg, 10kg）に動物シールを貼付し、針の動きを視覚的に提示して動機づけを図った。練習で手順理解を確認後、左右2回ずつ交互に最大努力で測定を行った。測定後には測定値を提示し目標値に達した場合は称賛した。検者間信頼性の検討には相対信頼性として級内相関係数（ICC（2,1））、絶対信頼性としてBland-Altman分析による系統誤差および測定標準誤差、最小可検変化量を用いた。

握力の平均値（SD）は検者1、検者2の順に12.3（3.2）kg, 12.5（2.9）kgで有意差を認めなかった。ICC = 0.98（95%CI = 0.93-0.99）で優れた信頼性を示し、MDCは1.2kgであった。Bland-Altman分析では固定誤差・比例誤差ともに認められなかった（P>0.05）。

ASD児に対する視覚支援を用いた握力測定法は優れた信頼性を示した。測定前の見通し提示や視覚的動機づけが集中の維持と測定理解に寄与したと考えられた。今後は大規模な対象者数や心理的・環境的要因の統制を設定した検討が課題である。

キーワード：握力測定, 信頼性, 視覚支援, 自閉スペクトラム症

1) 児童発達支援センターとさっちくらぶ

Child Development Support Center Tosatti Club

2) 高知リハビリテーション専門職大学 リハビリテーション学部 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Division of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Rehabilitation, Kochi University of Rehabilitation

*Corresponding author : shigeshima@kochireha.ac.jp

Abstract

While studies abroad have reported on the reliability of grip strength measurements in children and the grip strength characteristics of children with autism spectrum disorder (ASD), these findings have not been verified in Japanese children with ASD. It has been noted that children with ASD often struggle to concentrate during measurements due to difficulties with motor coordination, imitation, sustained attention, and understanding of the purpose of the task. Therefore, this study aimed to develop a grip strength measurement method that incorporates visual supports to help children with ASD understand the purpose of a task and approach it with a clear understanding of what to expect, and to verify its reliability.

The participants were 13 children with ASD (8.5 ± 1.7 years old), including nine with ASD alone and four with ASD and other co-occurring neurodevelopmental disorders. Two examiners independently conducted the measurements using a Smedley grip dynamometer. During the measurement, animal stickers were placed at the target values (2.5, 5, 10 kg), and needle movement was visually displayed to motivate the children. After confirming understanding of the procedure through practice, maximum effort measurements were taken twice on each hand, alternating sides. After conducting the measurement, the value was presented, and children were praised if the target was reached. Inter-examiner reliability was assessed using the intraclass correlation coefficient (ICC (2,1)) for relative reliability. The Bland-Altman method was applied to evaluate absolute reliability, including systematic error, standard error of measurement, and the Minimal Detectable Change (MDC).

The mean value of grip strength (SD) was 12.3 (3.2) kg for Examiner 1 and 12.5 (2.9) kg for Examiner 2, showing no significant difference. ICC = 0.98 (95% CI = 0.93-0.99) indicated excellent reliability, and the MDC was 1.2 kg. The Bland-Altman analysis revealed no evidence of a fixed or proportional error ($P > 0.05$).

The measurement of grip strength using visual supports demonstrated excellent reliability for children with ASD. Providing a clear explanation before measurement and visual motivation were thought to help maintain concentration and the understanding of the measurement process. Future studies should address larger sample sizes and psychological and environmental factors.

Key words: Grip strength measurement, Visual supports, Reliability, Autism spectrum disorder

はじめに

握力は簡便かつ信頼性の高い筋力評価指標であり、上肢・手指筋力のみならず全身の筋力や体力を代表する指標として広く用いられている¹⁻³⁾。さらに、各種疾患との関連が報告されており、疾患リスクの予測指標としての有用性も示唆されている^{4,5)}。

小児領域においても握力は運動能力評価の一要素として位置づけられ、幼児や小学生を対象とした研究では下肢筋力との有意な関連が確認されている^{6,7)}。しかし、自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder: 以下, ASD) を有する子ども (以下, ASD児) は定型発達児に比べ多様な運動障害を

有し、注意や協力行動の困難さが運動障害の評価を困難にしている^{8,9)}。そのため、運動障害に対する効果的な介入を実施するためにも、彼らの運動機能を正確に測定できる方法を開発する必要がある⁹⁾。海外では、ASD児における握力が全体的筋力を反映する有効な評価指標であり⁸⁾、握力測定の高い信頼性を報告しているが¹⁰⁾、本邦における検証は乏しく、測定手続きや環境設定に関する検討も十分ではない。一方、ASD児は模倣や注意持続の困難を呈することから、視覚の手がかりや構造化された環境提示が課題理解を促進する可能性が示されている^{11,12)}。したがって、ASD児に対する測定では何

らかの視覚的支援を取り入れれば信頼性の高い測定が実現できる可能性がある。

握力測定は、手順自体は簡便であるが、ASD児によっては測定手順の理解不足や意欲が低下し、力の発揮の乏しさや持続的な筋出力の維持が困難となり、測定誤差が生じる可能性がある。測定誤差には系統誤差と偶然誤差があり、系統誤差は手続きや指示の不適切さなど再現可能な要因によって生じる。これまでの測定信頼性の研究では級内相関係数 (Intraclass correlation coefficient : 以下, ICC) のような指標を用いた相対信頼性の検証が多かったが、生じる測定誤差の種類や程度を明確にするには絶対信頼性の検証も不可欠である¹³⁾。

ASD児においても信頼性の高い握力測定を実施できれば、身体機能の一つを簡便に経時的に測定できるばかりでなく、上肢機能や体力、日常生活、社会活動との関連性など幅広く検証できる基礎データとなりうると考える。そこで、本研究の目的はASD児が集中しやすい視覚支援を導入した握力測定法を考案し、検者間信頼性を検討したので報告する。

対象と方法

1. 対象

対象は当センターに通う児童13名で、対象児の属性は表1に示すとおりである。対象児の包含基準はASDを有する学童期(6-12歳)の児童とし、注意欠如・多動症(Attention-Deficit Hyperactivity Disorder : 以下、

ADHD) や他の神経発達症を併存する場合も対象に含めた。除外基準はASDを有していない児童や測定手順を適切に理解できなかった児童、指示通りに運動できない児童とした。本研究の実施にあたり児童の保護者に研究の主旨を説明し同意を得た。なお、本研究は高知リハビリテーション専門職大学研究倫理委員会の承認を得て実施された(承認番号KPUR 2024 E0009)。

2. 手順

握力測定にはスمدレー式握力計(ツツミ社製)を使用した。握力計の文字盤には目標となる握力値(2.5kg, 5kg, 10kg)に動物シールを貼り、視覚支援によって目標達成の動機付けとした(図1)。

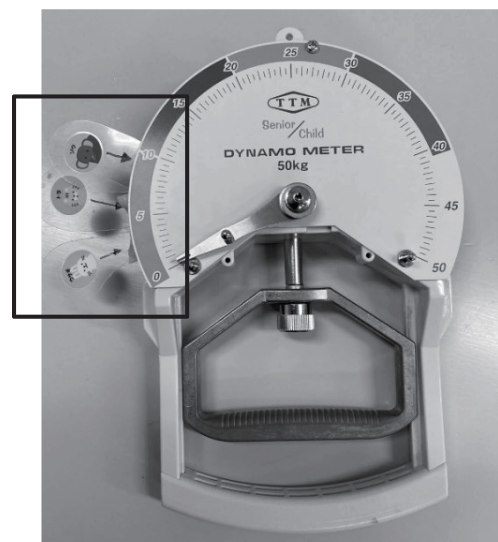


図1 視覚支援として動物シールを貼付した握力計

表1 対象者属性

性別 (n)	男児	9
	女児	4
年齢 (歳)		8.5 ± 1.7 ^a
診断別 (n)	ASD	9
	ASD, ADHD, 発達性構音障害	1
	ASD, ADHD, 知的障害	1
	ASD, 言語発達遅滞	2
身長 (cm)		129.9 ± 9.7 ^a
体重 (kg)		29.6 ± 8.9 ^a
肥満度 (%)		3.8 ± 14.9 ^a
肥満分類 (n)	正常範囲	10
	軽度肥満	2
	中等度肥満	1

a : 平均値 ± 標準偏差, ASD : Autism Spectrum Disorder, ADHD : Attention-Deficit Hyperactivity Disorder

測定は検者間信頼性の検証のため検者は2名とした。検者1は経験年数19年、検者2は経験年数25年の理学療法士で、ともに小児分野に従事していた。また、測定補助者であるボランティアを2名（大学生）採用し、それぞれ検者と測定補助者がペアになって測定を実施した。検者である理学療法士はオリエンテーションと測定を担当し、測定補助者は記録と対象児の誘導を行った。

測定にあたって、まず測定補助者が対象児を検者が待つ部屋へ誘導し入室させた後、検者は握力測定の方法についてオリエンテーションを行った。対象児に握力計についた動物シールを見せ、検者がグリップを握り針が動くことを視覚的に確認させた。そして、実際に対象児自身がグリップを握ると針が動くことを認識させるとともに、数値が高いほど力強いイメージの動物に針が近づくことで練習や測定時の動機づけとなるようにした。なお、測定の本番中は測定値を見ないよう対象児に指示した。

測定は文部科学省の新体力テスト実施要項に則って実施した¹⁴⁾。実施手順はまず、安静立位で一側上肢を下垂させた。握力計を把持する側の手指・手関節の肢位は手関節中間位、近位指節間関節が90°屈曲位になるように握り幅を調整した。検者の把持開始の合図で握力計を把持させ、持続的に5秒間握り続けるよう指示した。この手順を左右2回ずつ交互に実施し、各測定の間には十分な休息（30～60秒）を置いて最大努力で測定した。測定後は達成した数値や動物シールを視覚的に提示し称賛を行った。測定データは左右それぞれの最大値を抽出し、左右の

平均値を採用した。

検者間信頼性を検討するためにもう一組の検者・補助者が同様の手順で測定を実施した。対象児の測定順はランダム化した。

統計学的解析では、まず各検者が測定した握力値の正規性について検討した。両検者の測定値の正規性を確認した後、対応のあるt検定を行った。検者間信頼性の検討には相対信頼性の検討にICC（2, 1）、絶対信頼性の検討にBland-Altman分析を用いて固定誤差および比例誤差の有無、誤差の許容範囲（limits of agreement：以下、LOA）、測定の標準誤差（Standard Error of Measurement：以下、SEM）、最小可検変化量（Minimal Detectable Change：以下、MDC）を確認した。なお、解析のソフトウェアには改変Rコマンドー2.7.1（Windows版）[<https://home.hirosaki-u.ac.jp/pteiki/r/>]を使用し、危険率5%を有意水準とした。

結果

2人の検者によって測定された握力測定の結果を表2に示す。測定値は検者間で有意差が認められなかった（ $p>0.05$ ）。

測定された握力のICC、SEMおよびMDCの結果を表3に示す。ICCは0.98で優れた信頼性を示した。

表2 2名の検査者によって測定された握力値

	検者1	検者2	P値
握力 (kg)	12.3 ± 3.2	12.5 ± 2.9	0.19
平均値 ± 標準偏差			

表3 握力測定の相対信頼性、絶対信頼性の結果

ICC (2, 1) (95%CI)		0.98 (0.93~0.99)
固定誤差	誤差の平均値 (95%CI) (kg)	-0.2 (-0.6~0.1)
	P値	0.19
	LOA(下限~上限) (kg)	-0.8~0.3
比例誤差	固定誤差の有無	無し
	回帰直線の傾き	0.104
	P値	0.07
	比例誤差の有無	無し
SEM (95%CI) (kg)		0.4 (0.3~0.7)
MDC(kg)		1.2

ICC：Intraclass Correlation Coefficient, CI：Confidence Interval, LOA：Limits of Agreement, SEM：Standard Error of Measurement, MDC：Minimal Detectable Change

系統誤差の検討の結果、有意な固定誤差および比例誤差は認められなかった ($p>0.05$)。また、SEMおよびMDCはそれぞれ0.42kg, 1.2kgであった。

考察

本研究では、ASDを有した子どもに対して視覚支援を取り入れた握力測定の検者間信頼性を検討した。その結果、優れた相対信頼性を有し、固定誤差および比例誤差は検出されなかった。

本研究対象として主にASD児を対象としたため、測定に際して検者の指示の理解や動作模倣に配慮して説明する必要があった。ASD児は言語理解や指示の受け取りに困難を伴いやすく、要求動作が明示的でないと誤解や反復動作のムラが出やすいが、視覚支援を導入した運動評価では信頼性が向上することが報告されている^{15,16)}。そのため、本研究では手順説明を簡潔化し、視覚的手がかり(動物シールなどによる目盛誘導)を併用することで、子ども自身が動作目標を理解しやすくする工夫を導入した。視覚支援は測定手順の混乱や動機づけの変動を最小限にすることで最大限の力を発揮しやすくし、検者間の測定バイアスを減じる効果があると考えられる。このような配慮が本研究において有意な系統誤差を発生させず、先行研究を支持する結果となったと推察する。

本研究で得られたICCは非常に高値であり、優れた信頼性であることが示唆された。握力測定の信頼性の先行研究では健常成人¹⁷⁾や健常児¹⁸⁾、筋骨格系・神経系・全身性疾患患者における握力測定の信頼性の高さが多く示されている。一方で、ASD児を対象とした研究は国内外でほとんど見られなかった⁹⁾。本研究結果は、たとえ対象者が子どもでも適切な手順と支援を与えれば成人同様の高い信頼性を得ることを示唆しており、握力測定の適用範囲拡大を支持する結果となると考える。

本研究では、相対信頼性だけでなく、絶対誤差を示す指標としてSEMを採用した。SEM = 0.4 kgは、測定誤差の大きさを具体的な単位で示すものであり、測定値のばらつきがどの程度かを直観的に理解

させる。さらにMDC = 1.2 kgは、被験者個別の変化を捉える際の閾値として有用である。たとえば、同一被験者の前後測定で握力が1.0 kg変化したとき、それは誤差範囲内であり真の変化とは判断しにくい。1.2 kgの変化であれば誤差を超えて意味ある変化とみなすことができる。このようにSEMとMDCを併記することで、臨床的判断を補助する実用性の高い信頼性報告となる。

Bland-Altman分析の結果、固定誤差および比例誤差が有意ではなかったことは、測定誤差が全体にわたって一定のばらつきにとどまり、検者や対象児、測定機器等の影響によって誤差が変動する傾向が少ないことを示す。これらの結果から本研究においてASD児への握力測定は人為的なバイアスが生じにくい偶然誤差のみによる測定であったことが推察された。

本研究には以下の限界および今後の課題がある。第一に、被験者数が比較的少数であり、年齢、性別、発達段階、基礎的筋力水準といった集団特性による影響を十分に検討するには至らなかった。第二に、本研究では視覚的支援を導入した条件のみを対象としており、支援を行わない条件との直接的な比較を実施していない。そのため、視覚支援が測定の信頼性を実際に改善したかどうか因果関係を提示することはできなかった。第三に、検者はいずれも臨床経験を有する熟練者であった可能性が高く、初心者あるいは経験の浅い検者による測定誤差や精度の低下傾向については検討できていない。この点は、検者教育や熟練度が測定信頼性に与える影響を理解する上で今後検証が必要である。最後に、被験者の集中力、疲労度、動機づけ、気分などの心理的・環境的要因が握力測定に影響を及ぼす可能性があり、非運動的要因の統制が十分ではなかった。これらの点を踏まえ、今後は視覚支援なし条件との比較検討やより大規模な被験者群の設定、心理的・環境的要因の統制などを含めた検討が求められる。

文献

- 1) 黒崎真樹：握力測定の信頼性－試行間休憩時間の影響と臨床的判断－。健康科学大紀15：3-11,

- 2019.
- 2) Lauretani F, Russo C, Bandinelli S, et al: Age associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 95(5): 1851-1860, 2003.
 - 3) Cooper R, Kuh D, Hardy R, et al: Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 341: c4467, 2010.
 - 4) Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, et al: Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 386(9990): 266-273, 2015.
 - 5) 岸本裕歩, 秦淳, 清原裕: 久山町研究. *運動疫学研*16(2): 111-114, 2014.
 - 6) 久保温子, 村田伸, 満丸望・他: 年長児の握力測定の意義について. *ヘルスプロモーション理療研* 7(2): 51-55, 2017.
 - 7) Nikolić D, Šmrkić M, Borisavljević A, et al: Relationships between maximum hand grip strength and motor abilities in primary school children. *Sportlogia* 21(1): 24-31, 2025.
 - 8) Kern JK, Geier DA, Adams JB, et al: Handgrip strength in autism spectrum disorder compared with controls. *J Strength Cond Res* 27(8): 2277-2281, 2013.
 - 9) Bhat AN, Landa RJ, Galloway JC: Current perspectives on motor functioning in infants, children, and adults with autism spectrum disorders. *Phys Ther* 91(7): 1116-1129, 2011.
 - 10) Bremer E, Cairney J: Reliable and feasible fitness testing for children on the autism spectrum. *Res Q Exerc Sport* 90(4): 497-506, 2019.
 - 11) Bryan LC, Gast DL: Teaching on-task and on-schedule behaviors to high-functioning children with autism via picture activity schedules. *J Autism Dev Disord* 30(6): 553-567, 2000.
 - 12) Dettmer S, Simpson RL, Myles BS, et al: The use of visual supports to facilitate transitions of students with autism. *Focus Autism Other Dev Disabil* 15(3): 163-169, 2000.
 - 13) 下井俊典: 評価の絶対信頼性. *理療科*26(3): 451-461, 2011.
 - 14) 文部科学省: 新体力テスト実施要項. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/129_5079_03.pdf (閲覧日2025年7月16日)
 - 15) Cui M, Ni Q, Wang Q: Review of intervention methods for language and communication disorders in children with autism spectrum disorders. *PeerJ* 11: e15735, 2023.
 - 16) Hu X, Wang H, Han ZR, et al: The influence of visual supports and motivation on motor performance of the MABC-2 for Chinese school-aged children with autism spectrum disorder. *Sci Rep* 11(1): 15557, 2021.
 - 17) Bobos P, Nazari G, Lu Z, et al: Measurement properties of the hand grip strength assessment: a systematic review with meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 101(3): 553-565, 2020
 - 18) Gašior JS, Pawłowski M, Jeleń P, et al: Test-retest reliability of handgrip strength measurement in children and preadolescents. *Int J Environ Res Public Health* 17(21): 8026, 2020.