

博 士 論 文

書字や描画に困難さがある小学生の運筆における協調運動の定量的解析

研究指導教員： 笹田 哲 教授

2020 年 3 月

神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究科
保健福祉学専攻 博士後期課程

牛腸 昌利

I 本研究の背景

通級指導教室等に在籍する小学生児童では、書字等の学習面に個別支援が必要となる。通級指導教室に在籍する児童は、近年、増加傾向であるが、児童への支援は十分に行き届いているとはいえず、学習支援方法の検討は喫緊の課題である¹⁾。書字における筆記用具の操作等である運筆に困難を示す児童を対象に、筆圧や筆跡、筆記用具の把持形態についての知見が報告されている²⁾。しかし、発達障害児やその疑いのある児童では、運筆中の上肢運動や姿勢制御に関わる頭頸部の運動を含めた定量的な分析について、知見はほとんど示されていない。一方、運筆を含む手の巧緻動作は上肢粗大運動や姿勢との関連があり³⁾、体の動きの不器用さ、すなわち協調運動に困難さがある児童では、手の巧緻動作に加えて粗大運動にも困難があると考えられる⁴⁾。したがって、本研究の目的は、書字に困難さがある児童における運筆の協調運動の特徴を示し、小児作業療法や教育の現場で活用が可能な運筆の運動面に着目した評価及び支援について知見を示すこととした。研究の意義について、運筆における協調運動の傾向を示すことは、児童の書字支援に重要な示唆を与え、作業療法分野に限らず特別支援教育や書写教育等における運筆支援の提言に寄与すると考える。

II 研究 1：健常成人の運筆における上肢・体幹の協調運動の特徴と座位姿勢条件の影響はじめに

運筆の分析では、筆跡や筆圧など手の巧緻動作に関する報告があるが、上肢の粗大運動を含めた運動の特徴は十分に示されていない。また、運筆中の座位姿勢の条件が運筆に及ぼす影響について、定量的に示されておらず議論の余地がある。したがって、研究 1 の目的は、健常成人を対象に座位条件の違いが運筆に及ぼす影響、計測の信頼性と計測部位について検討し、研究 2・3 における知見を得ることとした。

方法

対象者は、健常大学生(平均 19.6 歳)、男性、右利きで、書字に影響を及ぼす視覚障害や上肢機能障害等の既往がない者とした。対象者数は 18 名であった。運筆課題は、なぞり書き課題で、縦方向の右回りのらせん課題を用いた。らせん課題は、ひらがなに多い筆跡で基本的な運筆課題といえる。筆記用の鉛筆(硬度 B)は右手で把持し、鉛筆の先端を運筆課題の始点に接地した状態を開始肢位とした。座位姿勢条件は、2 条件を設けた。座位条件 1 は、椅子座位で背もたれに寄りかからず、膝関節を約 90 度屈曲位で足底を床面に接地させた状態とした。座位条件 2 は、足底面が床に接地できる状態で膝関節伸展位とし、足を前方に投げ出した姿勢とした。椅子、机の高さは JIS 規格で対象者の身長に合わせた。測定には、三次元動作解析装置(Myomotion, Noraxon 社製)を用いた。モーションセンサは頭頸部、四肢、体幹の 13 ヶ所に取り付けた。主要評価項目は、体節の合成加速度及び関節角度の変化量とし、サンプリング周波数 100Hz で計測した。原波形はローパスフィルタで平滑化した。統計解析は、データの代表値を 3 回試行の平均とした。検者内信頼性の検証に合成加速度の

平均を指標として一元配置の級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficients: 以下, ICC)を求めた。また, 座位条件の違いによる合成加速度と角度変化量を比較検討した。2 条件の平均の差の比較には対応のある t 検定を用い, 有意水準は 5%未満とした。統計解析ソフトは IBM SPSS Statistics 25 を使用した。

結果

角度変化量は胸部回旋(0.69 ± 1.02 , $p < 0.05$)で座位条件間に有意差を認めた。その他の運動方向は有意な差はなかった。また, 頸部, 肩, 肘, 手関節の角度変化量が比較的大きい値を示した。さらに, 合成加速度の平均は座位条件間に有意差を認めなかった。ICC は, 座位条件 1 は全体節で 0.7 以上 ($p < 0.01$), 座位条件 2 は上腕・前腕・手部・骨盤で 0.90 以上と高く ($p < 0.01$), 腰部のみ 0.51 と低い値を示した ($p < 0.05$)。

考察

座位条件 1 では反復計測の再現性が高いことが示された。つまり, 本研究の方法は運筆の協調運動の分析に適すると考えられる。また, 運筆時の座位姿勢条件によって, 胸部回旋運動に差が生じることが示された。しかし, 胸腰部運動の値は小さく, 下肢の位置の異なる座位条件は, 健常成人の運筆の上肢運動に及ぼす影響は小さいと考えられる。それに比して頭頸部の運動は大きく生じることが示された。したがって, 計測部位は, 運筆における上肢と頭部姿勢について分析する必要があると考えられる。

Ⅲ 研究 2: 小学校中・高学年児童の運筆における関節運動と協調運動の傾向

はじめに

運筆は, 就学期において教科に関わらず多くの場面で必要な動作であり, 学習に欠かせない技能の一つである。しかし, 児童を対象として運筆中の上肢近位部や頭部運動を含めた分析の知見はほとんど示されていない。したがって, 研究 2 の目的は, 書字に困難さを示す小学生児童の運筆の協調運動を分析するための知見を得る為に, 小学校通常学級に通う小学生児童を対象に, 運筆における手・上肢及び頭頸部の協調運動の傾向を示すこととした。

方法

対象児は, 小学校通常学級に在籍する児童のうち, 学習や行動面に問題がなく, 書字や描画に困難さを指摘されていない児童とした。学年は 3 年生～6 年生, 性別は男児で, 右利きの者とした(以下, 定型児群)。運筆課題は, なぞり書き課題で, 研究 1 で用いたらせん課題と時計回りの大円課題の 2 課題とした。座位姿勢条件は, 座位条件 1 に準じた。統計解析は, 評価指標を加速度及び躍度, 各関節の角度変化量とし, 加速度と関節角度の変化のパターンの分類, 躍度と角度変化量の平均及び標準偏差の算出, ICC により検者内信頼性を検討した。その他は, 研究 1 に準じた。

結果

両運筆課題で ICC は 0.7 以上であった ($p < 0.01$). 角度変化量の平均は、頸部屈伸が手関節屈伸と同程度であった。関節角度の変化は、大円課題では試行の中盤に手関節伸展が増大する傾向が多く認められた。らせん課題では手関節屈伸、肩関節回旋でらせん形の軌跡を表す変化を示す傾向にあった。加速度の変化は、らせん課題で、前腕の前後方向でらせん形の軌跡を表す変化を示す傾向が示された。

考察

小学生児童を対象とした運筆の協調運動の分析において、同一検者における計測の再現性は保たれると考えられる。角度変化量と躍度の平均から、運筆中の頭頸部の運動は比較的大きく生じることが示された。また、2つの課題に共通して肩、肘関節の角度変化量が相対的に大きく、手関節運動とともに複合的に生じることが示された。この肩、肘関節運動は運筆課題の軌跡に合わせた手の位置の調整を担うと考える。さらに、縦書きの運筆課題では、筆記点の移動に合わせた前腕の運動が生じており、運筆の運動面の評価においては必要な視点であるといえる。比較的大きな筆記点の移動を必要とする描円課題では、手関節背屈制御が上肢協調運動の一要因として重要であると考えられる。本研究で得られた知見をもとに、書字に困難さがある児童との比較検討が必要であると考ええる。

IV 研究3：書字に困難さがある小学生児童の運筆における協調運動の特徴

はじめに

学習に個別的な配慮や支援が必要な児童の運筆の苦手さの要因には、身体の動きの不器用さが挙げられる。児童が示す身体の動きの不器用さは、協調運動の困難さとして捉えられている⁵⁾。しかし、これらの報告の多くは、主に「書く動き」に焦点化されたものであり⁶⁾、運筆における上肢全体の協調的な運動や、運筆に必要な姿勢制御、目と手の協調に関連する頭部運動の特徴について明らかにされていない。研究3では、小学校通常学級に在籍する小学校中・高学年児童のうち、運筆に苦手さを示す児童を対象に、手・上肢、頭部の協調運動について特徴を示すことを目的とした。

方法

対象児は、通級指導教室に在籍し、書字の苦手さや身体の動きのぎこちなさについて、担任教師及び保護者から指摘されている児童であった。発達障害の医学的診断はなく、ほとんどを在籍する通常学級で過ごしており、全般的な知的能力に問題はないと判断されていた。学年は3年生～6年生、性別は男児、利き手は右利きの児童とした。対象者数は19名であった(以下、不器用児群)。統計解析は、2群の比較に対応のないt検定またはMann-Whitney U検定を用いた。有意水準は5%未満とした。その他は、研究2に準じた。

結果

両課題で ICC は 0.7 以上の値を示した($p < 0.01$). 関節角度と加速度の変化は, 定型児群とは異なり, 波形のバラつきが大きく, 一定の傾向を示さなかった. 角度変化量は, 肩, 肘関節で相対的に大きい値であった. 頸部屈伸は, 定型児群の約半分の値を示した. さらに, 研究 2 の定型児群を対照群として, 躍度の平均の比較を行った結果, 手・前腕・頭部の躍度の平均が不器用児群で有意に高かった.

考察

運筆中の手・前腕の加速度変化が定型児群に比して大きく, 手・上肢の滑らかな運動制御の困難さが示された. さらに, 定型児群よりも頭部の運動範囲が狭い一方で加速度の変化が大きく, 運筆中に頭部を固定するような姿勢をとると考えられる. 協調運動に困難さがある児童では頭部運動制御に問題があることが指摘されており⁷⁾, 運筆においても手・上肢の運動に合わせた頭部運動の評価・支援が必要であると考えられる.

V 総合考察

本研究では, 運筆の手の巧緻動作だけでなく, 上肢や頭部運動を含む身体の運動に着目した運筆の評価についての知見を示した. 書字の運動面に困難さがある児童では, 運筆の手の運動や座位保持に関わる体幹運動だけでなく, 頭部や上肢の運動を含めた運筆の練習や評価の必要性が示された. 実際には, 小学校での巡回支援等で, 作業療法士が学校の教師へ運筆の運動面の支援や評価の視点を伝えることで, 児童の学校生活上で実践できる運筆支援に貢献すると考えられる. したがって, 本研究で示した知見は, 小児作業療法に留まらず, 特別支援教育や書写教育等, 広く保健福祉学へ貢献するものである.

引用文献

- 1) 伊藤由美, 柘植雅義, 梅田真理, 石坂務, 玉木宗久. 「通常学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査」の補足調査の結果からみた通級指導教室の役割と課題. 国立特別支援教育総合研究所研究紀要. 2015, vol.42, p.27-39.
- 2) 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課. 特別支援教育資料 (平成 29 年度), 第 1 部集計編. 2018-6.
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/10/28/1406445_000.pdf, (参照 2019-8-14).
- 3) Flatters, I.; Mushtaq, F.; Hill, L. J.; Holt, R. J.; Wilkie, R. M.; Mon-Williams, M. The relationship between a child's postural stability and manual dexterity. *Experimental brain research*. 2014, vol.232, no.9, p.2907-2917.
- 4) Biotteau, M.; Danna, J.; Baudou, É.; Puyjarinet, F.; Velay, J. L.; Albaret, J. M.; Chaix,

Y. Developmental coordination disorder and dysgraphia: signs and symptoms, diagnosis, and rehabilitation. *Neuropsychiatric disease and treatment*. 2019, vol.15, p.1873-1885.

- 5) Caeyenberghs, K.; Taymans, T.; Wilson, P. H.; Vanderstraeten, G.; Hosseini, H.; Van Waelvelde, H. Neural signature of developmental coordination disorder in the structural connectome independent of comorbid autism. *Developmental science*. 2016, vol.19, no.4, p.599-612.
- 6) Asselborn, T.; Gargot, T.; Kidziński, Ł.; Johal, W.; Cohen, D.; Jolly, C.; Dillenbourg, P. Automated human-level diagnosis of dysgraphia using a consumer tablet. *npj Digital Medicine*. 2018, vol.1, no.1, p.42.
- 7) Elders, V.; Sheehan, S.; Wilson, A. D.; Levesley, M.; Bhakta, B.; MON - WILLIAMS, M. A. R. K. Head–torso–hand coordination in children with and without developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2010, vol.52, no.3, p.238-243.