

研究報告

右利き者の左手書字動作分析 —書字動作分析装置を使用した研究—

酒井 涼¹⁾ 山田 克範¹⁾ 石田 圭二²⁾ 小林 康孝³⁾ 滝本 貢悦⁴⁾

要 旨：右利き者の左手書字における客観的特性を調査することを目的に、利き手矯正歴のない右利き健常成人 11 名(男性 5 名, 女性 6 名, 平均年齢 27.1 ± 7.4 歳)を対象とした書字動作分析を行った。機器は書字動作分析装置(滝本貢悦作製)を用い、一辺が 2cm と 1cm の「+」と「×」と、直径が 2cm, 1cm の「○」のなぞり書きを左右の手で行い、書字時間、握り圧、筆圧、筆記具の傾斜角を測定した。書字時間は全ての項目で左手が有意に大きく、筆圧は 1cm「—」, 2cm「○」「\」の項目で左手が有意に小さかった($p < 0.01$)。握り圧はⅡ指の 2cm「/」の項目でのみ左手が有意に大きかった($p < 0.05$)。筆記具の平均傾斜角は Y 軸の全ての項目で左手が有意に大きかった($p < 0.05$)。傾斜角の変動は X, Y, Z 軸すべての方向に対し、左手が有意に少なかった($p < 0.01$)。右利き者の左手書字では、動作速度の低下、横方向や曲線のある項目での筆圧の低下、筆記具上端の身体方向への傾倒、傾斜角の固定化が生じることが示唆された。

【Key words】 書字, 利き手交換, 動作分析

緒 言

書字動作は発達過程において獲得に時間を要す高度な身体活動のひとつである。しかし、骨折や脳血管障害による上肢麻痺などの機能障害により、一度獲得した利き手での書字動作が困難となり、利き手交換が余儀なくされることがある。長期的な運動学習により得た書字動作を非利き手へと移行するには多大な時間と努力が必要である。また、身体機能の向上や日常生活動作の獲得が優先され、利き手交換訓練が患者自身に委ねられることも少なくない。そのため、臨床における治療戦略についても効率の良い評価、指導が必要である。しかし、実際の臨床場面における利き手交換訓練では、なぞり書きの有効性¹⁾やカタカナ、漢字、ひらがな、記号の順に技能向上度が高い²⁾といった書字形態による習得難易度の指標はあるものの、客観的評価や一貫した指導方法については依然として定着していないのが現状である。そこで、利き手交換訓練における評価指標や指導方法の一助とすることを目的に、利き手、非利き手における書字動作を書字動作分析装置により検証し、利き手交換時に生じる左右手での動作特性の差について考察した。

研究対象・方法

1. 対象者

対象者は麻痺や外傷による運動機能障害のない右利き健常成人 11 名(男性 5 名, 女性 6 名)とした。平均年齢 27.1 ± 7.4 歳であった。また、対象者は過去に利き手矯正経験および非利き手での書字練習を経験していないことを条件とした。なお、研究に際し、対象者には研究内容を十分に説明した上、書面にて同意を得ており、当院倫理委員会の承認を得ている(倫理審査番号 26-51)。

2. 使用機器

測定は書字動作分析装置(北陸職業能力開発大学校 滝本貢悦作製)を使用した(図 1.2)。本機器は筆記具の動きに直結した筆圧、握り圧、筆記具の傾斜角、リアルタイム web カメラ録画の 4 種類のデータに着目し製作されている。筆圧測定には荷重センサを使用、握り圧測定には感圧センサを 3 箇所(母指、示指、中指)の反作用力をそれぞれ数値化することが可能である。筆記具には傾きを感知する三軸加速度センサを取り付け、X 軸, Y 軸, Z 軸に分解しデータ化することが可能である。X 軸

1) 福井総合病院 リハビリテーション課 作業療法室
2) 福井医療短期大学 リハビリテーション学科 作業療法専攻
3) 福井総合病院 リハビリテーション科
4) 北陸職業能力開発大学校 非常勤講師
(受付日 2015年5月)

は対象者の視点から前後方向への傾斜角、Y 軸は対象者の視点から左右方向への傾斜角、Z 軸は筆記具の長軸を軸とした回転角度を示す。また、書字動作をリアルタイムに記録するための web カメラを搭載し、分析の際に視覚的に確認することが可能である。これらのアナログ電圧値を 16bit 分解能の A/D 変換ボード、画像情報は USB インターフェースを介してパーソナルコンピュータに同期し、Excel データとしてサンプリング時間 1msec 以上にて取り込むことが可能である。本研究においては、サンプリング時間を 1msec とした。

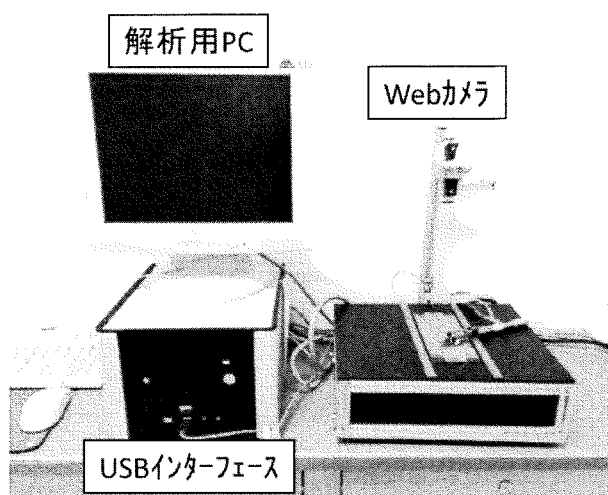


図 1：書字動作分析装置概略



図 2：書字動作分析装置センサ部分

3. 方法

測定データは、書字時間、握り圧、筆圧、筆記具の傾斜角を測定した。書字課題は基本的文字の構成要素と考えられる縦線、横線、斜線、曲線を組み合わせた、一辺

が 2cm と 1cm の「+」と「×」と、直径が 2cm, 1cm の「○」のなぞり書きとし、左右の手でそれぞれ計測を行った(図 3)。採取したデータから各線毎に解析を行った。左右間での特徴を分析するため、課題毎に左右間で Wilcoxon 符号順位検定 (Wilcoxon signed rank test) を用いて統計解析処理を行った。



図 3：書字課題

結 果

各種データの課題、中央値 (Median) と四分位数範囲 (interquartile range : IQR), 統計解析結果を示す。

1. 書字時間

書字時間は、全項目において右手に比べ左手で有意に遅く、非利き手では課題に関わらず動作が遅延していた ($p<0.01$)(表 1)。

サイズ	課題	書字時間(sec)		Wilcoxon signed rank test
		右: median(IQR)	左: median(IQR)	
1cm	○	3.5(3.3-4.5)	4.3(3.8-5.9)	0.005
	+	1.2(1.0-1.4)	1.7(1.4-2.0)	0.003
	×	1.5(1.1-1.7)	1.7(1.3-2.0)	0.007
	／	1.2(0.9-1.5)	1.6(1.4-1.8)	0.001
	＼	1.2(1.1-1.4)	1.8(1.3-2.0)	0.003
2cm	○	4.2(3.9-5.9)	6.5(4.9-8.0)	0.001
	+	1.3(1.0-1.6)	1.9(1.4-2.2)	0.001
	×	1.3(1.2-1.8)	2.0(1.5-2.4)	0.003
	／	1.5(1.2-1.8)	2.3(1.7-2.5)	0.001
	＼	1.6(1.3-2.0)	2.1(1.8-2.5)	0.002

表 1：書字時間

2. 筆圧

筆圧は、1cm「—」、2cm「○」「—」「／」の項目において右手に比べ左手で有意に小さかった ($p<0.01$)。その他の項目では有意差はみられなかった(表 2)。

サイズ	課題	平均筆圧(gf)		Wilcoxon signed rank test
		右: median(IQR)	左: median(IQR)	
1cm	○	205.1(153.2-218.4)	164.1(117.1-186.6)	0.054
	+	165.0(136.0-213.6)	145.2(107.8-213.2)	0.765
	×	219.6(170.5-237.2)	172.6(119.7-180.2)	0.005
	／	179.5(146.0-210.0)	163.3(129.6-177.6)	0.465
	＼	218.8(167.5-234.2)	129.9(110.8-185.5)	0.123
2cm	○	207.7(233.0-309.3)	192.4(153.9-224.7)	0.007
	+	195.5(160.0-236.7)	186.7(146.0-204.8)	0.175
	×	262.6(198.4-290.9)	185.2(152.6-209.7)	0.003
	／	229.4(205.1-279.7)	209.9(173.0-240.0)	0.083
	＼	242.6(207.5-315.7)	180.3(154.7-198.4)	0.003

表 2：平均筆圧

3. 握り圧

握り圧は、Ⅱ指の 2cm「/」の項目において右手に比べ左手で有意に大きかった($p<0.05$)。Ⅰ指、Ⅲ指では有意差を認める項目はみられなかった(表 3)。

握り圧Ⅰ指(gf)				
サイズ	課題	右: median(IQR)	左: median(IQR)	Wilcoxon signed rank test
1cm	○	109.9(17.2-185.5)	127.8(5.9-161.7)	0.652
	○	136.4(2.7-168.3)	91.0(17.0-231.2)	0.820
	—	127.8(0.4-178.6)	92.8(0.0-228.8)	0.770
	/	110.6(0.0-178.6)	96.4(3.2-266.1)	0.734
	\	107.1(0.0-183.8)	58.5(0.0-124.2)	0.641
2cm	○	155.6(6.6-199.3)	157.3(12.0-337.6)	0.922
	○	79.9(0.0-156.3)	136.4(12.5-339.7)	0.375
	—	129.2(0.3-197.3)	133.0(0.0-301.6)	1.000
	/	108.1(0.0-125.5)	122.6(16.1-316.8)	0.695
	\	66.3(0.7-148.0)	107.6(0.0-337.3)	0.820

握り圧Ⅱ指(gf)				
サイズ	課題	右: median(IQR)	左: median(IQR)	Wilcoxon signed rank test
1cm	○	22.7(2.0-255.6)	102.7(24.0-259.5)	0.770
	○	103.2(0.0-345.8)	301.5(116.0-376.1)	0.432
	—	5.7(0.0-283.5)	42.7(20.6-238.1)	0.734
	/	17.5(0.4-278.6)	144.6(64.0-349.9)	0.375
	\	131.4(0.0-301.1)	141.7(0.5-321.3)	1.000
2cm	○	64.1(9.0-330.0)	257.4(102.3-318.6)	0.557
	○	87.1(0.0-132.3)	305.3(19.3-321.3)	0.055
	—	71.8(0.0-119.4)	125.0(0.0-318.8)	0.426
	/	1.5(0.0-117.7)	307.7(112.7-345.8)	0.020
	\	0.4(0.0-155.7)	266.9(81.4-294.9)	0.074

握り圧Ⅲ指(gf)				
サイズ	課題	右: median(IQR)	左: median(IQR)	Wilcoxon signed rank test
1cm	○	313.7(112.2-396.4)	353.5(93.3-400.0)	1.000
	○	359.1(96.9-390.6)	393.6(68.5-400.0)	1.000
	—	271.3(74.0-391.5)	399.5(39.3-400.0)	0.922
	/	352.3(62.3-394.4)	267.6(73.9-400.0)	1.000
	\	359.0(39.2-387.2)	236.4(28.7-397.1)	0.695
2cm	○	253.9(127.7-366.2)	224.2(68.7-349.2)	0.898
	○	215.0(11.0-374.3)	146.7(8.7-354.6)	0.700
	—	189.1(52.5-342.8)	146.0(48.0-378.8)	0.966
	/	212.4(0.0-338.1)	143.4(37.2-311.9)	0.922
	\	227.4(0.7-320.9)	120.9(2.2-291.2)	0.846

表 3: 握り圧

4. 筆記具の傾斜角

筆記具の平均傾斜角は Y 軸の全ての項目で左手が有意に大きかった($p<0.05$) (表 4)。X 軸、Z 軸では有意差はみられなかった。傾斜角の変動は X、Y、Z 軸すべての方向に対し、左手が有意に少なかった($p<0.01$) (表 5)。

考 察

本研究は、利き手交換を行った際の非利き手における動作の特徴を客観的データによって調査したものであり、それぞれの特徴を理解することは動作分析や指導方法を考える上で重要である。

書字時間については左手書字において遅延が認められた。これは非利き手である左手での書字が非習慣的な動作であり運動学習効果が得られていない状態であることに加えて、なぞり書きという正確性が求められる課題であったため運動制御に時間を要し動作速度を低下させるに至ったと考えられる。

筆圧については、左手での書字の場合、本来の右手での書字とは反対の動きが要求されることが有意差に影響

していると考ええる。本研究では書き方の条件を統一しなかったが、すべての対象者において右手での動作と同様の書き方となっていた。そのため、横方向や曲線のある項目で有意差が生じやすかったのではないかと考えられる。

握り圧はⅡ指の 2cm「/」でのみ有意差を認めたが、その他の項目では一定の傾向はみられなかった。これは個人間で把持様式に違いがあり、各指の支点やその反作用力によって個人差を生じさせているためではないかと考えられる。この点に関しては、把持様式毎に分類し、運動力学的観点から各把持様式の特徴について調査した上での検討が必要であり、今後の課題の一つと考えられる。

筆記具の傾斜角について、千葉ら³⁾は本研究の X 軸方向にあたる書字開始時の左右の傾きの角度は非利き手が利き手より有意に小さく、Y 軸方向にあたる前後の傾きの角度は有意差がなかったと報告している。しかし、本研究における平均傾斜角では、先行研究とは対照的に、X 軸方向での有意差は認められず、Y 軸方向でのみ有意に手前に傾いており、左手書字における動作中の筆記具の傾斜角度は、右手での書字動作と比較し筆記具の上端が手前に傾きやすい傾向があると考えられる。本研究はリアルタイムに筆記具の傾斜角を記録しており、書字開始時の筆記具の傾斜角度と実際の書字動作中では傾斜角度の特徴に差異がある可能性を示唆しており、今後は書字分析を開始時、書字動作中など分節的に分析を行う必要がある。また、全方向での傾斜角の変動が少ないことから、左手での動作では手関節、手指の巧緻的な動きが減少し、筆記具が固定された状態で上肢全体の動きが生じているのではないかと考えられる。

利き手交換における客観的評価指標としては Optical Character Recognition(OCR 法) が使用されることが多い。OCR 法は書字課題をスキャナーで読み込み、文字解読ソフトにより全文字数に対する認識された文字数の認識率(%) を書字の正確性の指標とするものであるが、得られた筆跡だけでは訓練過程における動作の変化について分析することはできない。本研究は筆跡を用いる OCR 法とは異なり、実際の書字動作中の筆記具の動きや筆記具に加わる力学的なデータを基に分析を行っている。本研究結果から、利き手交換により書字にかかる時間、横線や曲線での筆圧、Y 軸方向での筆記具の傾斜角や各方向への傾斜角の変動の程度に差が生じることが示唆されており、筆跡ではなく、動作分析を行うことで、対象者

に対しより具体的な動作の特徴をフィードバックすることが可能になると考えられる。

本研究では、右利き者限定で分析を行っており、左利き者の動作については言及できない。右利き者の利き手交換における目標を元々の右手書字と同一の動作パターンに設定するよりも、左利き者の動作を模倣するほうが効率が良い可能性も考えられる。また、左利き者が右手書字へと利き手交換を行う場合においても同様のことが考えられる。その点を考慮し、左利き者での分析を行う必要がある。加えて同一症例でのデータの再現性、年齢や性差についての検証や、標本数を増加し目標数値の信頼性を高めていくことも今後の課題である。

結 語

書字動作分析装置を用いて、右利き者の左手書字動作分析を行った。左手への利き手交換訓練では文字の軌線だけでなく、書字にかかる時間、横線や曲線での筆圧、Y軸方向での筆記具の傾斜角や各方向への傾斜角の変動の有無が、利き手交換動作練習における客観的指標や指導の目安となると考えられる。今後は再現性、信頼性の検証を行うとともに、左利き者の動作分析や、有効な訓練方法について検討していく必要がある。

謝 辞

今回、書字動作分析装置を提供して下さり、多大なご支援ご指導を頂いた北陸職業能力開発大学校、滝本貢悦先生にこの場をお借りして深くご御礼申し上げます。

文 献

- 1) 明崎 禎輝, 川上 佳久, 平賀 康嗣, 他: 非利き手の書字正確性を向上させる練習方法—なぞり書き練習の有用性—. 理学療法科学, 24(5), p689-692, 2009.
- 2) 青柳 勝也, 真部 雄介, 菅原 研次: 利き手交換訓練における書字対象別の技能向上度の評価. 人工知能学会全国大会論文集. 26 巻, ROMBUNNO.3L2-R-12-1, 2012
- 3) 千葉 馨, 石田 裕二, 樋口 正勝, 他: 筆記具の把持角度と非利き手の書字動作特性の関係. 日本作業療法研究学会雑誌, 13 (2), 21-27, 2010.