

## 赤外線深度センサーを用いた定量的運動失調評価法の検討

研究分担者：池田佳生<sup>1)</sup>、塚越設貴<sup>1)</sup>、古田みのり<sup>1)</sup>、平柳公利<sup>1)</sup>、古田夏海<sup>1)</sup>、弓仲康史<sup>2)</sup>

所属 1) 群馬大学大学院医学系研究科脳神経内科学、2) 群馬大学理工学府電子情報部門

### 研究要旨

赤外線深度センサーを備えた歩行解析装置を用いて、運動失調を客観的かつ定量的に評価する方法を確立することを目的とし、運動失調症を呈する患者群を対象として解析を行なった。2020年2月現在、25名の運動失調症患者の解析を達成した。これまで困難であった運動失調症による歩行障害の数値化・定量化に向けて期待される結果が得られた。特に「歩幅のばらつき」「足幅の平均値」の項目においては、コントロール群との鑑別が可能で、SARA・ICARS スコアとも有意な相関をもつ結果となり、新たな定量的運動失調評価法としての有用性を見出すことができ、その成果を英文誌に発表した。また、SCA6症例では足幅が緩徐に拡大する様子を経時的に計測し、その変化を実測値として測定することができた。

### A. 研究目的

本研究では、運動失調症を呈する患者群を対象に、赤外線深度センサーを備えた歩行解析装置を用いて、運動失調を客観的かつ定量的に評価する方法を確立することを目的としている。

### B. 研究方法

本研究で用いた装置は赤外線センサーにより、人体へのマーカー装着を必要とせず非接触・非侵襲的に骨格の3次元データを取得し、動作を追尾する機能を有するモーションキャプチャデバイスである。群馬大学理工学府電子情報部門の協力を得て独自に開発した解析ソフトを用いて、被験者には普段通りの速度と歩幅で4mの直線を歩行してもらい各種の計測を行った。施行間のデータ動揺を考慮し、同様の歩行を計3回施行し解析をした。また、既存の失調症臨床評価スケール(SARA、ICARS)の評価も同時に行い、本装置による計測値との関連について検討を行った。患者の選定にあたっては、失調症を呈する患者群と、歩行障害を認めないコントロール群の2群間において解析を行った。失調症を呈する患者

群は、MJD、SCA6、DRPLA、MSA-Cなどの小脳失調を呈する25名を対象とした。また、経時的に測定が可能であった5名については半年ごとに最大2年間の追跡調査を行った。

(倫理面への配慮)

本研究は、2016年11月に当院の臨床研究審査委員会(IRB)の承認を得た。非接触・非侵襲で安全に施行可能な検査であり、骨格の3次元データのみを扱うため、個人を特定できる情報を用いずに研究を行うことができる。

### C. 研究結果

2020年2月現在、25名の運動失調症患者と25名の歩行障害を認めないコントロール群の解析を達成した。評価項目として、1. 歩幅(かかと同士の縦軸の距離)、2. 足幅(左右の足幅の横軸の距離)、3. 歩行のリズム(一歩行毎の時間の間隔)、4. 頸部点が移動した実測距離÷直線距離(歩行の動揺度を反映)の4項目を設定し、それぞれの平均値、標準偏差、変動係数(標準偏差÷平均値)を求めた。運動失調症患者群では有意差( $p<0.001$ )をもって、歩幅が小さく、1歩毎の歩幅の変動が大きいことがわかった。歩幅の変動係数

と SARA・ICARS には有意な正の相関を認めた (SARA・ICARS とともに  $r=0.43$ ,  $p=0.03$ )。また、運動失調症患者群では有意差 ( $p<0.001$ ) をもって足幅が拡大し、SARA・ICARS スコアともに有意な正の相関を認めた (SARA:  $r=0.46$ ,  $p=0.02$ 、ICARS:  $r=0.59$ ,  $p=0.002$ )。歩行のリズムの平均では両群に有意差を認めなかったが、変動係数は運動失調症患者群で有意差 ( $p<0.001$ ) をもって高値を示した。歩行の動揺度については、失調症患者群では比の平均値、施行回毎のばらつき (標準偏差) とともに有意差 ( $p<0.001$ ) をもって高値を示した。また、標準偏差と SARA スコアとの間には有意な正の相関を認めた ( $r=0.45$ ,  $p=0.02$ )。SARA スコアや ICARS スコアと有意な相関を認めた評価項目については、SARA 歩行サブスコアや ICARS 歩行サブスコアを対象に同様の解析を行ったが、いずれの項目も total スコアと同様に有意な相関を認める結果が得られた。

また、半年毎の経時的な測定においては、SCA6 のように進行が緩徐で SARA スコアや ICARS スコアの経時的な変動が乏しい運動失調症患者であっても、足幅の平均値が増大する傾向を認めていた。一方で MSA-C のような比較的進行の早い運動失調症では、SARA スコアや ICARS スコアの増悪に伴い各種計測値の増悪を認めたが、計測期間中に独歩が不可能となり、途中脱落した例が目立つ結果となった。

#### D. 考察

「歩幅のばらつき」、「足幅の平均値」の項目においては、コントロール群との鑑別が可能で、重症度も反映する結果となり、新たな定量的運動失調評価法としての有用性を見出すことができ、その成果を英文誌に発表した。SCA6 症例では足幅が緩徐に拡大する様子を経時的に計測し、その変化を実測値として測定することができた。

#### E. 結論

これまで困難であった運動失調症による歩行障害の数値化・定量化に向けて期待される結果が得られた。今後さらに歩行解析研究を進展させ、

定量的評価が難しかった失調性歩行の新しい評価指標として活用することを目標とする。また、将来的には治療開発研究における治療効果判定指標として活用することを目標としていく。

#### F. 健康危険情報

該当なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) Tsukagoshi S, Furuta M, Hirayanagi K, Furuta N, Nakazato S, Fujii M, Yuminaka Y, Ikeda Y. Noninvasive and quantitative evaluation of movement disorder disability using an infrared depth sensor. *J Clin Neurosci.* 2020; 71: 135-140.
- 2) Furuta N, Tsukagoshi S, Hirayanagi K, Ikeda Y. Suppression of the yeast elongation factor Spt4 ortholog reduces expanded SCA36 GGCCUG repeat aggregation and cytotoxicity. *Brain Res.* 2019; 1711: 29-40.
- 3) Yabe I, Yaguchi H, Kato Y, Miki Y, Takahashi H, Tanikawa S, Shirai S, Takahashi I, Kimura M, Hama Y, Matsushima M, Fujioka S, Kano T, Watanabe M, Nakagawa S, Kunieda Y, Ikeda Y, Hasegawa M, Nishihara H, Ohtsuka T, Tanaka S, Tsuboi Y, Hatakeyama S, Wakabayashi K, Sasaki H. Mutations in bassoon in individuals with familial and sporadic progressive supranuclear palsy-like syndrome. *Sci Rep.* 2018; 8: 819.
- 4) Kikuchi Y, Shibata M, Hirayanagi K, Nagashima K, Mihara B, Ikeda Y. Putaminal iron deposition precedes MSA-P onset by 2 years. *Neurology.* 2018; 90: 1071-1072.
- 5) Hirayanagi K, Ikeda Y. Response to the letter to the editor regarding an article "Bilateral striatal necrosis caused by a founder mitochondrial 14459G>A mutation in two independent Japanese families". *J Neurol Sci.* 2017; 380: 283-284.
- 6) Hirayanagi K, Okamoto Y, Takai E, Ishizawa K, Makioka K, Fujita Y, Kaneko Y, Tanaka M, Takashima H, Ikeda Y. Bilateral striatal necrosis caused by a founder mitochondrial 14459G>A mutation in two independent Japanese families. *J Neurol Sci.* 2017; 378: 177-181.

- 7) Harigaya Y, Matsukawa T, Fujita Y, Mizushima K, Ishiura H, Mitsui J, Morishita S, Shoji M, Ikeda Y, Tsuji S. Novel GBE1 mutation in a Japanese family with adult polyglucosan body disease. *Neurol Genet.* 2017; 3: e138.
- 8) Iwama K, Mizuguchi T, Takanashi JI, Shibayama H, Shichiji M, Ito S, Oguni H, Yamamoto T, Sekine A, Nagamine S, Ikeda Y, Nishida H, Kumada S, Yoshida T, Awaya T, Tanaka R, Chikuchi R, Niwa H, Oka YI, Miyatake S, Nakashima M, Takata A, Miyake N, Ito S, Saito H, Matsumoto N. Identification of novel SNORD118 mutations in seven patients with leukoencephalopathy with brain calcifications and cysts. *Clin Genet.* 2017; 92: 180-187.

## 2.学会発表

- 1) 塚越設貴,古田みのり,平柳公利,古田夏海,弓仲康史,池田佳生. 神経変性疾患における

歩行障害定量化の検討.第 37 回日本神経治療学会.横浜. 2019.11.6.

- 2) 塚越設貴,古田みのり,平柳公利,古田夏海,弓仲康史,池田佳生. 神経変性疾患における歩行障害定量化の検討.第 60 回日本神経学会学術大会. 大阪. 2019.5.23.

- 3) 塚越設貴,古田みのり,平柳公利,古田夏海,弓仲康史,池田佳生. 赤外線深度センサーを用いた定量的運動失調評価法の検討. 第 59 回日本神経学会学術大会. 札幌. 2018.5.26.

## H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

### 1.特許取得

なし

### 2.実用新案登録

なし

### 3.その他

なし