SDA 法を用いた高齢者の姿勢制御能と転倒リスク評価

Evaluation of Falling Risk and Ability of Postural Control on Elderly using SDA

○山下和彦¹, 野本洋平², 梅沢淳³, 高野千尋⁴, 太田裕治⁴, 井野秀一⁵, 伊福部達⁵, 小山裕徳², 川澄正史²

Kazuhiko YAMASHITA^{1,4}, Yohei NOMOTO², Jun UMEZAWA³, Chihiro TAKANO³, Yuji OTA³,

Shuichi INO⁴, Toru IFUKUBE⁴, Hironori KOYAMA² and Masashi KAWASUMI²

¹東京医療保健大学 医療保健学部 医療情報学科, ²東京電機大学 工学部 情報メディア学科,

³東京電機大学 工学部 情報通信工学科, ⁴お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科 人間環境科学専攻

⁵東京大学 先端科学技術研究センター

¹Division of Health Care Inf., Tokyo Health Care Univ., ²Dept. of Inf. Systems and Multimedia Design, Tokyo Denki Univ.,

³Dept. of Inf. and Comm. Engineering, Tokyo Denki Univ., ⁴School of Human Environmental Science,

Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu univ., ⁴ Univ. of Tokyo, RCAST

1. はじめに

高齢者の転倒予防には、姿勢制御能の簡便な評価方法の開発が求められる。本研究では、高齢者の姿勢制御能を解析するために、重心動揺プレートを用いた姿勢制御能の計測・評価について、時間成分を考慮に入れた制御モデルを解析する Stabilogram-diffusion analysis 法 (SDA 法) [1, 2] を用いて検討することを目的とした。

2. 実験方法および解析手法

SDA 法は重心動揺計測から得られるランダム性を多く含んでいると考えられる COP の情報を、確率論的立場からランダムウォーク理論を用いて解析するものである。すなわち、時間間隔に対する COP の点とランダムに選ばれた点のペアの距離をプロットすることで、人間の姿勢制御能の制御機構を解析するものである。そこである 2 点間の距離を式 1 のように求め、式 2 より時間間隔による 2 点間の距離に関するパラメータを求めることとした。

$$\langle r^2 \rangle = \langle x^2 \rangle + \langle y^2 \rangle \quad \text{式 1}$$

$$\langle \Delta r^2 \rangle_{\Delta t} = \frac{\sum_{i=1}^{N-m} (\Delta r_i)^2}{(N-m)} \quad \text{式 2}$$

対象者は健康高齢者 38 名 (男性 17 名, 女性 21 名), 平均年齢 78.1 ± 3.8 歳 (70~87 歳) である。すべての対象者は自立歩行可能で、心疾患、脳血管疾患等の既往歴がないことを確認した。実験は、重心動揺プレート上にはだして、足をほぼ平行にそろえて乗るよう指示し、開眼および閉眼両足立ちの静止立位姿勢をそれぞれ 1 回ずつ 30 秒間行い、計測中はできるだけ動かないよう指示した。

3. 実験結果および考察

Fig.1 に SDA 法による開眼時の性別の解析結果を示す。Fig.1 より、男性より女性の方が立ち上がりの傾き (D_{rs}) が大きく、傾き角度が変化する臨界点までの時間間隔 (MCTI と FCTI) が長いことがわかった。Talbel では、この傾きに着目し通常の COP の解析手法との相関を調べた。その結果、開眼よりも閉眼時の方が高い相関を示し、特に横方向よりも前後方向の相関が高いことが特徴として示唆された。

Table2 では、臨界点までの時間間隔に着目し、従来の COP の解析手法との相関を調べた。その結果、Table2 と同様に開眼よりも閉眼時の方が高い相関が得られた。

これらの結果から高齢者の姿勢制御能の特徴を抽出することを目指す。

Fig.1 Resultant planar stabilogram-diffusion plots when open eyes

Table 1 Correlation diffusion constant and any parameters

	length [mm]	area [mm ²]	Mean velocity of sideways [mm/s ²]	Mean velocity of fore-aft [mm/s ²]	range of sideways [mm]	range of fore-atf [mm]
open eyes	0.55	0.92	0.36	0.59	0.42	0.72
close eyes	0.93	0.87	0.88	0.93	0.63	0.79

All parameters except the velocity of sideways: $p < 0.0001$,
the velocity of side ways: $p < 0.02$

Table 2 Correlation mean squared critical displacement and any parameters

	length [mm]	area [mm ²]	Mean velocity of sideways [mm/s ²]	Mean velocity of fore-aft [mm/s ²]	range of sideways [mm]	range of fore-atf [mm]
open eyes	0.32	0.60	0.16	0.39	0.003	0.77
close eyes	0.59	0.79	0.64	0.53	0.76	0.70

Close eyes parameters: $p < 0.001$, when open eyes: the area and the range of fore-aft $p < 0.001$, the length and the mean velocity of fore-aft $p < 0.05$, the mean velocity and the range of sideways are not significant.

謝辞: 本研究の一部は厚生労働省科学研究費 長寿科学総合研究事業 (H18-長寿-若手-002), 文部科学省科学研究費若手(B) (課題番号 18700479), 文部科学省科学研究費補助金(C) (課題番号 17500481), 平成 18 年度笹川科学研究助成, 平成 18 年度石本記念デサントスポーツ科学振興財団の研究助成にて行われた。

参考文献:

- Collins JJ, DeLuca CJ: "Open-loop and close-loop control of posture: A random-walk analysis of center of-pressure trajectories", Exp Brain Res, 95, pp.308-318(1992)
- Collins JJ, DeLuca CJ: "Random walking during quiet standing", Phys Rev Lett, 73, pp.764-767(1994)