

146. 小脳性失調患者の動的立位バランス(立位体重心移動動作)の定量的評価の試み

【キーワード】

小脳性失調・立位体重心移動・定量的評価

大阪大学医学部附属病院理学療法部

米田 稔彦・淵岡 聡・浅野 聡
河村 廣幸・井上 悟・林 義孝

久留米工業大学電子情報工学科

小堀 聡

【はじめに】

静的立位バランス検査として、静止立位時の姿勢保持機能をみる重心動揺計測があり、理学療法の分野でも研究と臨床応用がさかんに行われるようになった。しかしながら、立位で何らかの運動あるいは外乱を負荷した時の平衡機能、いわゆる動的立位バランスについては、Nashner らの postural synergy の研究や、大西らの立位トラッキング動作の研究があるが、まだ少ないと思われる。今回我々は、小脳性失調患者の立位重心点トラッキング動作の評価法として、すでに本学会で発表した立ち上がり時間(Rise Time)と誤差(Error)を指標とする方法に加えて、重回帰分析による方法を試みたので報告する。

【目的】

この研究の目的は、上述の方法での小脳性失調患者の動的立位バランス評価の可能性を探るとともに、健常者との比較により機能障害の特性を明らかにすることである。

【対象】

対象は、脊髄小脳変性症患者11名、男8名女3名、年齢の範囲は19歳から64歳、平均年齢は44.1±17.3歳である。対照群は、20歳代から60歳代の健常者52名、男29名女23名、平均年齢は各年代でそれぞれ25.8±2.8, 33.6±3.6, 46.4±2.8, 55.3±3.1, 64.4±3.6歳である。

【方法】

フォースプレート上で開脚立位姿勢(20cm足を開く)を保持させ、被検者の1m前方に置いたCRT画面上を左右方向に数回移動する目標を追跡するように、同画面上にリアルタイムで表示されている足圧中心点をフィードバックの手がかりとしながら体重心を左右に移動する運動を負荷した。目標値に達するまでの時間(立ち上がり時間RT)と目標値との誤差(Br)の計測に加えて、目標値(入力)と足圧中心点(出力)の時系列データを重回帰分析を用いて解析した。回帰モデルは、次の式で表される。

$$\hat{c}(t) = b_0 + b_1 r(t - \tau) + b_2 e(t) + b_3 \dot{c}(t)$$

r: 目標値入力
e: 入力と出力の誤差
 \dot{c} : 出力cの微分(速度)
b₁, b₂, b₃: 偏回帰係数
t: 時間
 τ : 遅れ時間

評価は、各標準偏回帰係数と遅れ時間 τ および重相関係数(R)により行った。

【結果】

患者群と対照群の各指標値の比較を表1に示す。患者ではRTとBrが有意に増大しており、さらにBrの標準偏差が大きいことが認められる。また、重回帰分析の結果では目標値にかかる係数のb₁が若干減少し、遅れ時間 τ が著明に増大しているのが分る。重相関係数の値は共に高い値であり、この線形モデルがよく適合していることを示している。

【考察】

立ち上がり時間RTと誤差Brがともに増大していることは、ミエロパチー患者にみられるようなスピードを犠牲にして正確さを保とうとする運動制御のストラテジー(speed-accuracy trade-off)が作動し難い状態であると考えられる。また、Brの標準偏差が大きいことは、この指標の表す機能に個体差が大きいことを示していると思われる。

重回帰式の標準偏回帰係数b₁の項は、目標値を認知することによるフィードフォワード制御の影響を示唆するものと解釈できる。すなわち、小脳性失調患者ではその制御が低下していることを示すものと推察できる。遅れ時間 τ に著明な差があることもこのことを裏づけるものと思われる。また、b₂の項は目標値と自分の足圧中心点との誤差を知ることによるフィードバック制御の影響を示すものと思われるが、これに関しては両群間に有意差はみられなかった。小脳性失調においてはフィードフォワード制御が特に障害され、フィードバック制御に依存する傾向が大きいという従来の報告と合致する所見と思われる。さらに、b₃をみると足圧中心点移動速度の情報には、健常者も患者もほとんど依存していないと考えられる。

以上のように、この検査と解析法は小脳性失調の障害特性を捉え得るものであり、臨床上患者の評価に有用と考える。

表1 患者群と対照群の指標値

	患者群 (SCD)	対照群 (NORMAL)	有意差 (t-test)
RT(sec)	2.02 ± 0.389	1.41 ± 0.63	p < .05
Er(mm)	20.28 ± 10.37	13.22 ± 2.85	p < .05
b ₁	0.950 ± 0.017	0.964 ± 0.011	p < .05
b ₂	0.213 ± 0.089	0.179 ± 0.021	NS
b ₃	-0.0605 ± 0.0605	-0.072 ± 0.013	NS
τ (sec)	1.072 ± 0.123	0.83 ± 0.12	p < .01
R (median)	0.96	0.98	-----