

## 報 告

# IV 幼児の動的小よび静的バランス保持能力の特徴に関する研究

柏木 悠・船渡和男

(平成 22 年 2 月 28 日受理)

## 1. はじめに

人間の日常生活において姿勢を保持することは基本的な動作であり、バランス能力として評価されてきた。幼児期は神経系の発達が著しく、幼児期の体力的側面を評価する上でバランス能力は重要な要素を意味する。一般的に静的バランス能力は平衡機能を評価する指標として用いられており、Wolff ら<sup>1)</sup>は、center of pressure (以下 COP) の移動速度、移動面積を年齢の違いから比較した研究報告をしている。近年の幼児のけがに、顔面損傷のケースが多く報告され、転倒の回避の際に手をつくことで損傷リスクを回避することができないと言われている。幼児のバランス能力の特徴をとらえることによって、近年の幼児の転倒を回避するための資料を提供することが考えられる。これまでのバランスの能力の研究においては、静的バランスと動的バランス能力という言葉は曖昧であり、その定義は今も議論中である。本研究では、静止立位中においていかに動揺せずに安定していただける能力を静的バランス、不安定板を傾けずに安定していただける能力を動的バランスとし、幼児の両バランス能力の関係性の検討を試みた。

## 2. 目 的

本研究は、動的バランス能力について、静的バランス能力との関係および幼児の特徴を検討することを目的とした。

## 3. 方 法

### 3.1 対象者

被験者は、幼児男女 39 名、以下幼児 (年齢: 4.8 ± 0.3 歳・身長: 105.2 ± 4.9 cm・体重: 16.9 ± 1.9 cm)、体育専攻男子男性 12 名、以下成人 (年

齢: 22.6 ± 2.4 歳・身長: 170 ± 5.2 cm・体重 65.7 ± 8.0 cm) であった。

### 3.2 方法 1

動的バランス測定は、MFT balance tester ver 1.7 (My Fitness Trainer 社製) 以下 MFT を用いて行った。MFT は前後左右に傾く構造のバランスボードであり、ボードの傾きに連動して PC 画面上の円内にある十字ターゲットが移動する仕組みになっている。ターゲットが移動する円内は五つのセクターに分かれており、30 秒間を 100% として、各セクターにとどまっていた時間が % で表示され、安定性を得点で評価する。点数が 1 点に近ければ安定がよく逆に 5 点に近ければ不安定という評価になる。また同時に前後比、左右比が表示される。動作姿勢は、MFT 上で被験者は、手を腰に置き、足は肩幅 (前後テストはロンベルク姿勢) に開き平衡に立たせた。被験者はターゲットを確認しながら姿勢安定テストを十分に練習を行った後、前後左右各 1 回ずつ 30 秒間計測を行った。

### 3.3 方法 2

静的バランス測定は、Foot scan (RS International 社製) 以下 FS を用いて行った。試技内容は閉眼両足立位を 2 回ロンベルク姿勢で行った。サンプリング周波数は 50 Hz で計測時間は 20 秒間とした。FS から得られたデータから軌跡長は、幼児と成人の身長を考慮して、相対的に評価するために軌跡長を Balance index: 以下  $BI \{BI(kg \cdot m^{-1}) = \text{軌跡長}(m) \times BW(kg) / BH^2(m)\}$  を算出して評価した。

### 3.4 統計分析

#### 3.4.1 t 検定

幼児の動的、静的バランスにおける特性では、

MFT, FS から得られたそれぞれのデータを幼児と成人で母平均の差の検定(対応なし)を行った。統計ソフトは SAS 社製 JMP を用いて行った。

### 3.4.2 相関係数

動的バランスと静的バランスの関係については MFT, FS データを相関係数(ピアソン)を用いて比較した。

## 4. 結 果

### 4.1 動的バランス

図 1 に幼児と成人における動的バランス得点の比較の図を示す。MFT 左右得点では、幼児は平均  $3.1 \pm 0.8$  点、成人は平均  $2.6 \pm 0.5$  点で、成人の方が有意低い点数を示した ( $p < 0.05$ )。前後得点では、幼児は平均  $1.8 \pm 0.5$  点、成人は平均  $2.2 \pm 0.4$  点で幼児の方が有意に低い点数を示した ( $p < 0.01$ )。図 2, 3 は、幼児と成人の動的バランスの前比、左右比の比較の図を示す。左右比では、幼児は、左率平均  $53 \pm 9.0(\%)$ 、右率平均  $46.2 \pm 9.0(\%)$ 、成人では左率平均  $49.5 \pm 6.9(\%)$ 、右率平均  $50.5 \pm 6.9(\%)$  であった。前後比では、幼時は前率平均  $72.5 \pm 16.3(\%)$ 、後ろ率平均  $27.5 \pm 16.3(\%)$ 、成人では、前率平均  $49.1 \pm 14.5(\%)$ 、後ろ率平均  $50.9 \pm 14.6(\%)$  であった。左右得点について、左率、前率について幼児と成人を比較してみると、左率、右率共に幼児と成人では有意な差は得られなかった。しかしながら、前後得点について、前率、後ろ率について比較してみると、前率、後ろ率共に有意な差がみられた。(前率  $p < 0.001$ 、後ろ率  $p < 0.001$ ) 幼児は、成人に比べ、前率が高く、後ろ率を低くして前後のバランスを保持していることが示された。

### 4.2 静的バランス

図 4, 5 は、幼児と成人の静的バランスの比較の図を示す。軌跡長は、幼児は平均  $297.2 \pm 89.4$  mm、成人は平均  $145.6 \pm 33.9$  mm であった。BI では、幼児は平均  $4.5 \pm 1.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ 、成人は平均  $3.3 \pm 0.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$  であった。図 4 は、幼児と成人の軌跡長を絶対値で比較したとき、幼児は成人に比べて軌跡長が有意に長かった ( $p < 0.001$ )。また、図 5 は、幼児と成人の軌跡長を、BI として比

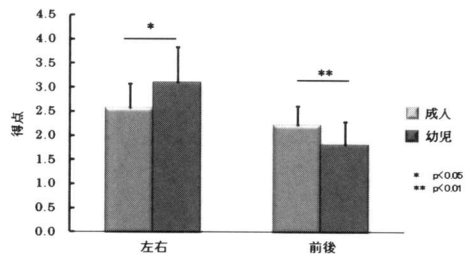


図 1. 幼児成人における動的バランス得点の比較

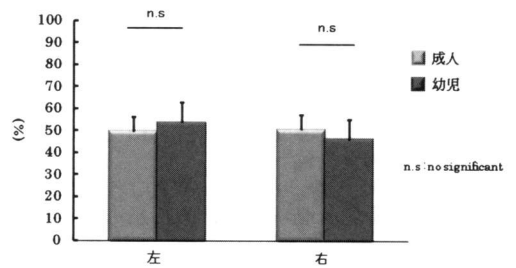


図 2. 左右バランスにおける幼児と成人の左右比率の比較

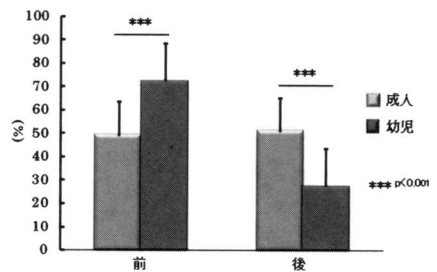


図 3. 前後バランスにおける幼児と成人の左右比率の比較

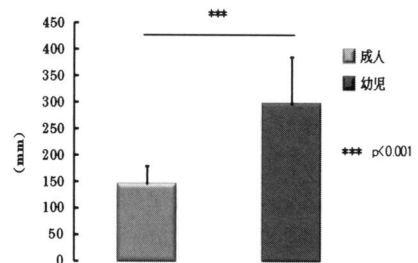


図 4. 静的バランスにおける幼児と成人の総軌跡長の比較

較したときも同様に、幼児は成人に比べて BI は有意に大きな値を示した。幼児は成人よりも静的バランスが劣っている傾向が示された。

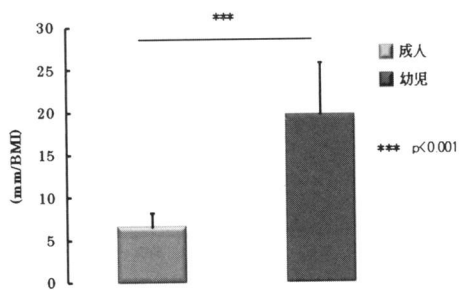


図5. 静的バランスにおける幼児と成人の Balance index の比較

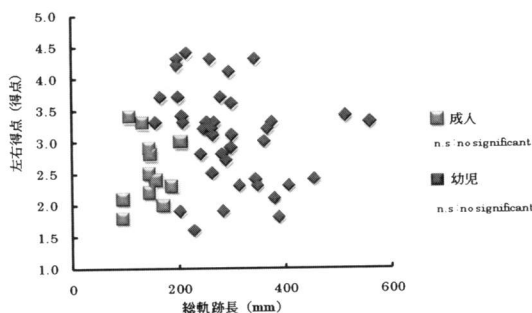


図6. 総軌跡長と左右バランス得点における関係

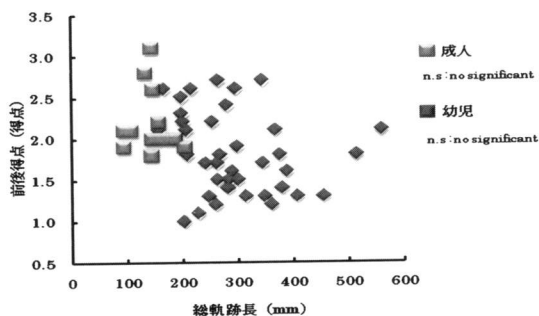


図7. 総軌跡長と前後バランス得点における関係

### 4.3 動的バランスと静的バランスの関係性

図6, 7は、MFT得点と軌跡長の関係性の図を示す。幼児、成人、共にMFT得点と軌跡長の間には有意な相関は得られなかった。

## 5. 考 察

幼児期における動的はバランステストでは、前後バランスが優れていた。幼児は前後バランスにおいて前方方向に傾きながらバランスをとっていることが示唆された。幼児は軌跡長が有意に成人

と比べて長いことから、成人に比べて静的バランスが劣っていることが示唆された。Shambe<sup>2)</sup>は、4歳児は、8歳児に比べて静的バランスが劣っていることを報告している。また、Rivalら<sup>3)</sup>は、発育による幼児の静的バランスの発達を報告している。COPの移動範囲は、8歳までには減少し、COPの移動速度は6~10歳で減少すると報告している。6歳までには静的バランスは安定するという報告から、本研究の被験者は5歳前後と発達段階あり成人よりも静的バランスが劣っていることが示唆された。

MFT得点と軌跡長に有意な相関関係が得られなかったことから、動的バランスと静的バランスの関係性はなく、同じバランステストでも異なる能力を評価していることが考えられる。Hrysmallisら<sup>4)</sup>は、ラグビー選手を対象に、安定した場所と不安定な場所でバランステストを行った場合、静的バランスと動的バランスの関係性はなく、静的バランステストの結果から、動的バランス能力を推測することは無効であると報告している。本研究はHrysmallisら<sup>4)</sup>の報告と類似する

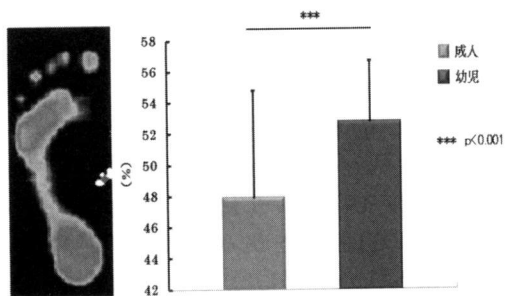


図8. 静的バランス時の足長比に対するCOP前後方向位置の比較

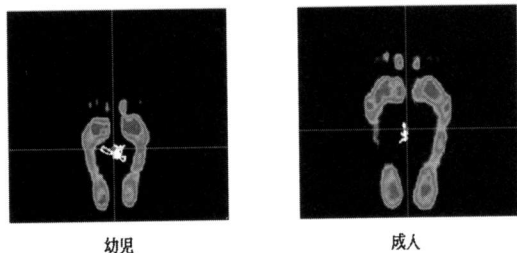


図9. 静的バランス時の足底圧分布の比較

と考えられる。

図8は幼児と成人における足長比のCOPの変位位置を示している。踵を0%とし爪先を100%としたところ、幼児は成人に比べて、足長比に対して踵から $52.7 \pm 7.0\%$ の位置でCOPは変位し、成人の $47.8 \pm 4.0\%$ に対して有意に前方方向に位置していた。図9は、幼児と成人の足圧分布の一例を示す。定性的ではあるが成人は圧が足底に均等にかかっているのに対して、幼児は圧分布が前方方向にかかっている傾向がみられた。幼児の足圧分布が前方にかかっていることが、本研究の動的バランスにおいて幼児が前方方向に傾いている比率が高かったことに関係しているのではないと推察できると同時に、今後の研究課題として、足圧分布を定量化し、動作と足圧分布の観点から、動的バランスと静的バランスの関係性をみる必要性が示唆された。

## 6. ま と め

本研究から結果から得られたことは、幼児は、成人に比べて、動的バランスにおいて前後バランスが優れていた。幼児は、成人に比べて、静的バランスが劣っていた。動的バランスと静的バランスの関係性は示されなかった。

## 参 考 文 献

- 1) Wolff, D. R., Rose, J., Jones, V. K., Bloch, D. A., Oehlert, J. W., Gamble, J. G.: Postural balance measurements for children and adolescents. *J. Orthop. Res.*, **16**(2), 271-275, 1998.
- 2) Shmbes, G. M.: Static postural control in children. *Am. J. Phys. Med.*, Oct; **55**(5), 221-252, 1976.
- 3) Rival, C., Ceyte, H., Olivier, I.: Developmental changes of static standing balance in children. *Neurosci. Lett.*, **376**(2), 133-136, 2005.
- 4) Hysomallis, C., McLaughlin, P., Goodman, C.: *Journal of Science and Medicine in Sport*, **9**(4), 288, 2006.