

速報

## 早産児の起立動作における運動学的特徴に関する予備的研究

米津 亮<sup>1</sup>, 崎田博之<sup>2</sup>, 山下典子<sup>3</sup>, 三木由紀子<sup>2</sup>, 瓦井義広<sup>2</sup>, 脇田媛加<sup>4</sup>, 伊藤公実子<sup>4</sup>, 山本菜緒<sup>4</sup>, Abdolrahmani Abbas<sup>1</sup>, 二木敦子<sup>5</sup>

<sup>1</sup>大阪府立大学大学院 総合リハビリテーション学研究所, 583-8555 大阪府羽曳野市はびきの3-7-30

<sup>2</sup>大阪府立母子保健総合医療センター リハビリテーション科, 594-1101 大阪府和泉市室堂町840

<sup>3</sup>大阪府富田林保健所 企画調整課, 584-0031 大阪府富田林市寿町3-1-35

<sup>4</sup>大阪府立大学 総合リハビリテーション学部 理学療法学専攻, 583-8555 大阪府羽曳野市はびきの3-7-30

<sup>5</sup>大阪府立母子保健総合医療センター 企画調査部 地域保健室, 594-1101 大阪府和泉市室堂町840

受付: 2013年1月8日, 受理: 2013年1月21日

### A preliminary kinetic study of sit-to-stand movement in preterm infants

Ryo YONETSU<sup>1</sup>, Hiroyuki SAKITA<sup>2</sup>, Noriko YAMASHITA<sup>3</sup>, Yukiko MIKI<sup>2</sup>, Yoshihiro KAWARAI<sup>2</sup>, Himeka WAKITA<sup>4</sup>, Kumiko ITO<sup>4</sup>, Nao YAMAMOTO<sup>4</sup>, Abbas ABDOLRAHMANI<sup>1</sup>, and Atsuko NIKI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Comprehensive Rehabilitation, Osaka Prefecture University, 3-7-30 Habikino, Habikino-city, Osaka 583-8555, Japan;

<sup>2</sup>Department of Rehabilitation, Osaka Medical Center and Research Institute for Maternal and Child Health, 840 Murodocho, Izumi-city, Osaka 594-1101, Japan;

<sup>3</sup>Planning and Coordination Division, Tondabayashi Public Health Center of Osaka Prefecture, 3-1-55 Kotobukicho, Tondabayashi-city, Osaka 584-0031, Japan;

<sup>4</sup>Department of Physical therapy, School of Comprehensive Rehabilitation, Osaka Prefecture University, 3-7-30 Habikino, Habikino-city, Osaka 583-8555, Japan;

<sup>5</sup>Division of community health, Osaka Medical Center and Research Institute for Maternal and Child Health, 840 Murodocho, Izumi-city, Osaka 594-1101, Japan

Received 8 January 2013; accepted 21 January 2013

**Key words** : Preterm infant (早産児); Sit-to-stand (起立動作); Motion analysis (動作解析)

#### 1 はじめに

近年の周産期医療の発展に伴い、在胎期間が短い胎児(早産児)の出生数が増加している。この早産児の中には、脳性まひなどの中枢性疾患を有さない児も含まれるが、そのような児であっても運動発達が遅延する傾向を有する<sup>1</sup>。これは、早産児が抗重力位での運動発達が困難なことを示唆しているが、その一方どのような運動特性のため運動発達が遅延するのかは十分に把握されていない。早産児の運動特性を理解することは、児の健全な運動発達を支援する意味でとても重要である。

そこで我々は、早産児の運動発達を把握するための基礎研究として、健全な運動発達を伴う1歳児を対象に歩行を獲得する前の起立動作に着目し、その運動学的特徴について検討を行った<sup>2</sup>。その結果、1歳児の起立動作は成人の動作と比較し、殿部離床時の体幹の前傾運動が小さくなる代

わりに、下腿の前傾運動を大きくして起立動作を行っている特徴を確認した。今回の研究では、このような基礎的所見と照らし合わせ、早産児の起立動作の運動学的特徴について明らかにしたいと考えた。このような所見を蓄積することは、早産児の運動発達を支援する貴重な資料となりうる。

本研究の目的は、早産児の起立動作の運動学的特徴について調査することである。

#### 2 方法

##### 2.1 対象

対象は、独歩を獲得した1歳児(18か月-21か月)10名である。この10名を在胎週数30週以下で出生時体重が1500g未満の早産児群5名(平均修正月齢19.2か月)と健全な運動発達を伴う対照群5名(平均月齢18.6か月)の2群に分類した。なお、早産児群には脳性麻痺のような中枢性疾患を疑われる診断を受けた者は含まれなかった。各群の基本的特性については、Table 1に示す。

<sup>†</sup>連絡著者 E-mail: yonetsu@rehab.osakafu-u.ac.jp

Table 1 対象児の特性

	対照群 (n=5)	早産児群 (n=5)	P値
月齢 (月)	18.6 ± 0.9	19.2 ± 1.1	0.371
性別 (男/女)	2/3	2/3	N.D
在胎週数 (週)	37.4 ± 1.9	27.4 ± 2.3 **	P<0.01
出生時体重 (g)	2715.2 ± 612.8	953.6 ± 269.1 ***	P<0.01
身長 (cm)	79.7 ± 0.6	78.9 ± 2.1	0.430
体重 (Kg)	10.4 ± 1.0	9.8 ± 0.9	0.324
歩行獲得月齢 (月)	12.0 ± 0.7	14.6 ± 2.7	0.071
平均値 ± 標準偏差			N.D: Not Data
早産児群の月齢および歩行獲得月齢は修正月齢で示す			

本研究は、大阪府立大学研究倫理委員会の承諾（受付番号 2011-P05）を得て、保護者にその目的を十分に説明し、書面で同意を得たうえで実施した。

## 2.2 実験機材

課題動作は、椅子からの起立動作とした。椅子は背もたれ・肘掛がなく、下腿長とほぼ同じ高さのものを使用した。椅子の高さの微調整のため、厚さ 2 cm の合板で補正し対応した。椅子の座面前面上には、体重が 3 kg 以下になると電圧 (V) が低下する独自に製作した圧センサーを設置した。そして、2台のカメラ (30 Hz) で構成された三次元動作解析装置 (Kinema Tracer: キッセイコムテック社製) を用いた。なお、この解析装置の映像データと圧センサーは同期設定済みである。カメラは、対象児の右斜め前方および側方に設置した。

## 2.3 動作手順

対象児には右側の肩峰・大転子・膝関節・外果にマーカーを貼付した。開始姿勢に関しては、体幹をできるだけ垂直位に保持させ、股関節・膝関節をおよそ90度となるよう設定した。このような状態から保護者に前方から声掛けやおもちゃを提示してもらい、両手で椅子を押さないよう動作の誘導を依頼した。これらの対応は先行研究<sup>3</sup>に類似するものである。このようにして、3回以上の動作を記録した。

## 2.4 解析手順

記録した動作のうち、体幹の回旋が加わらずより対称的に起立動作を誘導できた1回の動作を解析対象とした。なお、対象児は年齢が低いため完全な動作手順の理解が難しい。そのため、特に動作終了時に厳密な静止立位を保持することは困難である<sup>3</sup>。そこで、今回の課題では動作開始時から殿部離床までの動作を解析した。解析では、動作時の所要時間と関節角度を抽出した。

動作の所要時間については、動作開始時を肩峰のマーカーが動き出した地点 (T1) とした。そして、殿部離床を圧センサーの電圧 (V) が最も早期に低下した地点 (T2) (Fig. 1 参照) と定義して所要時間を算出した。

関節角度については、体幹・股関節・膝関節・足関節の

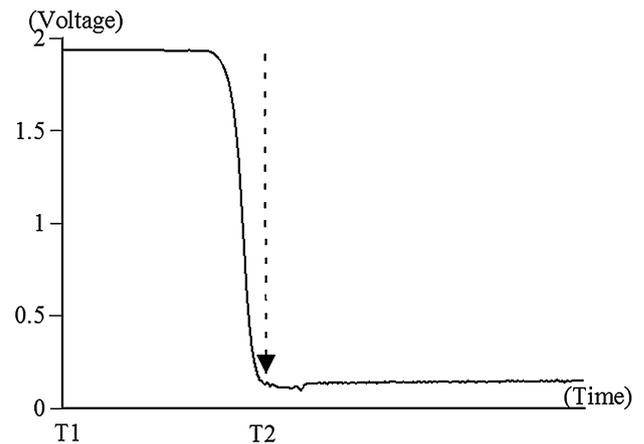


Fig. 1 殿部離床 (T2) の定義方法

縦線は電圧 (V)、横線は時間を示す。対象児が椅子の上に殿部を乗せている際は、電圧はおよそ 2V を記録する。対象児の椅子の上にかかる体重が 3 kg 以下になると、電圧が下がることによって殿部離床時を区別することが可能となる。

4 部位を抽出した。なお、関節角度の定義は、体幹 ( $\angle A$ ) は大転子と肩峰を結ぶ線と大転子を通る床面との垂線とがなす角と設定した。同様に、股関節 ( $\angle B$ ) は大転子と肩峰を結ぶ線と大転子と膝関節を結ぶ線とがなす角、膝関節 ( $\angle C$ ) は膝関節と大転子を結ぶ線と膝関節と外果を結ぶ線とがなす角、足関節 ( $\angle D$ ) を外果と膝関節を結ぶ線と外果を通る床面との垂線とがなす角とそれぞれ定義した (Fig. 2)。そのうえで、動作開始時と殿部離床時の関節角度の値を算出した。

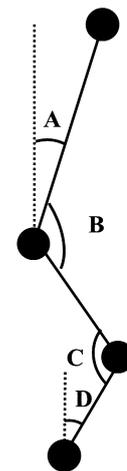


Fig. 2 関節角度の定義方法

各部のマーカーを黒丸で示す。マーカーは上部から肩峰、大転子、膝関節、外果をそれぞれ示す。 $\angle A$  は体幹、 $\angle B$  は股関節、 $\angle C$  は膝関節、 $\angle D$  は足関節の関節角度をそれぞれ示す。

さらに、起立動作時における体幹と足関節の動作は、前方への重心移動に寄与する<sup>4</sup>。そこで、これらの部位については、解析区間中で最も高い値を示した角速度 (度/秒) の

値を算出した。

統計処理については、2群間の比較を対応のないt検定を用い、平均値と標準偏差を算出して検討した。有意水準は5%未満とした。

### 3 結果

#### 3.1 所要時間

動作の所要時間に関しては、早産児群が $1.05 \pm 0.28$ 秒、対照群が $0.99 \pm 0.31$ 秒で2群間に有意差を認めなかった( $P=0.767$ )。

#### 3.2 関節角度

動作開始時(T1)と殿部離床時(T2)の関節角度の値をTable 2に示す。

動作開始時(T1)においては、計測した4部位で2群間に有意差を認めなかった。しかし、殿部離床時(T2)においては、体幹と足関節の2部位で2群間に有意差を認めた。体幹の角度は対照群が $33.1 \pm 7.0$ 度であったのに対し、早産児群が $25.3 \pm 2.7$ 度で有意に小さくなった( $P=0.049$ )。一方、足関節の角度も対照群が $31.2 \pm 6.4$ 度であったのに対し、早産児群が $20.9 \pm 5.9$ 度で有意に小さくなった( $P=0.030$ )。

Table 2 2群間の動作開始時(T1)と殿部離床時(T2)の関節角度

	関節角度 (度)	対照群 (n=5)	早産児群 (n=5)	P値
T1	体幹	$6.8 \pm 4.6$	$7.4 \pm 5.2$	0.852
	股関節	$91.7 \pm 13.0$	$88.4 \pm 8.7$	0.646
	膝関節	$94.9 \pm 10.6$	$86.6 \pm 7.9$	0.197
	足関節	$-3.9 \pm 4.0$	$1.7 \pm 4.2$	0.061
T2	体幹	$33.1 \pm 7.0$	$25.3 \pm 2.7$ *	0.049
	股関節	$88.7 \pm 12.0$	$97.1 \pm 15.9$	0.372
	膝関節	$88.2 \pm 10.3$	$96.5 \pm 19.1$	0.417
	足関節	$31.2 \pm 6.4$	$20.9 \pm 5.9$ *	0.030

平均値±標準偏差

#### 3.3 角速度

体幹の角速度については、早産児群が $65.7 \pm 30.1$ 度/秒、対照群が $87.9 \pm 28.1$ 度/秒で遅くなる傾向が示されたが、有意差は認めなかった( $P=0.263$ )。同様に、足関節の角速度についても、早産児群が $67.0 \pm 23.9$ 度/秒、対照群が $97.8 \pm 41.5$ 度/秒で遅くなる傾向が示されたが、有意差は認めなかった( $P=0.188$ )。

### 4 考察

今回の研究では、健常な運動発達を伴う児と早産児の2群に分類し、起立動作の運動学的特徴を検討した。その結果、早産児群の殿部離床までの運動は、所要時間という観点では同年齢の児と有意な変化を認めなかったが、体幹と足関節の前傾角度が有意に小さくなることが示された。こ

のような特徴から、早産児の起立動作の運動学的特徴について考察する。

一般的に、起立動作における体幹の前傾運動は、前方への重心移動を促進させ、殿部を離床させる原動力となる<sup>4,5</sup>。この体幹の前傾運動は、発達学的観点から捉えると年齢とともに増加する傾向を有し<sup>3,6</sup>、さらに6歳程度には成人と同等なレベルに到達すると報告されている<sup>7</sup>。このような側面から検討すると、早産児群の体幹の角度が対照群より小さいことは、早産児の全身の平衡機能が未成熟なことを示唆する所見と思われる。

体幹の前傾運動が小さい場合は、前方への重心移動が幾分か困難となることが想像される。我々の健常な運動発達を伴う1歳児の起立動作を対象とした先行研究では、成人と比較して体幹の前傾角度は有意に小さくなったが、下腿部の前傾角度が有意に大きくなったことを言及した<sup>2</sup>。これは、健常な運動発達を伴う1歳児が体幹の前傾運動による前方への重心移動の困難さを下腿の前傾運動を大きくして補完したことを示唆する。このような側面から、体幹の前傾角度が有意に小さかった早産児群では対照群よりも下腿の前傾運動を大きくして前方への重心移動の困難さを補うと考えていたが、そのような予測とは全く正反対の所見が観察された。このような特徴から早産児の起立動作を説明すると、前方への重心移動を極力控える動作過程を意図的に選択していることが推察される。このことも、早産児群の平衡機能の未成熟さが起因しているのかもしれない。そのため、有意差は確認されなかったものの早産児群の体幹と足関節の最大角速度が対照群よりも遅くなったものと思われる。

今回の研究を通して、早産児の起立動作は同年齢の児と比較し、平衡機能が未成熟なため体幹と足関節の前傾角度を小さくして殿部を離床させ、立ち上がる特性が示唆された。なお、小児の動作は全般的にバリエーションが大きいことが報告されている<sup>7</sup>側面を考慮すると、母集団の小さい点が本研究の課題点となる。そのため、早産児の起立動作の運動学的特徴を十分に明らかにできたわけではない。今後は、さらに対象者数を増やしたうえで、知見を蓄積する必要がある。

### 5 結論

本研究では、早産児の起立動作の運動学的特徴について調査した。今回の研究より、早産児は同年齢の健常な運動発達を伴う児と比較して、体幹のみならず下腿の前傾運動を小さくした起立動作を実施していることが示された。このことは、早産児の全身の平衡機能が未成熟なことが起因

していると思われる。

#### 謝辞

本研究は、平成24年度大阪公衆衛生協会「母と子のすこやか基金」の助成（研究課題名：早期産児の転倒事故の早期発見を促す包括的支援プログラムの開発－立ち上がり動作の発達学推移からの検討－）を受け実施した。

#### 文献

- 1 Jeng SF, Yau KI, Liao HF, et al. (2000) Prognostic factors for walking attainment in very low-birthweight preterm infants. *Early Hum Dev*, 59: 159-173.
- 2 Yonetsu R, Sakita H, Yamashita N, et al. (2012) The Characteristics of sit-to-stand movement in infants aged 1 year: A preliminary study. *J Rehabil Health Sci*, 10: 1-5.
- 3 Cahill BM, Carr JH, Adams R (1999) Inter-segmental coordination in sit-to-stand: an age cross-sectional study. *Physiother Res Int*, 4: 12-27.
- 4 Riley PO, Schnekman ML, Mann RW, et al. (1991) Mechanics of a constrained chair-rise. *J Biomech*, 24: 77-85.
- 5 Rodosky MW, Andriacchi TP, Andersson GB (1989) The influence of chair height on lower limb mechanics during rising. *J Orthop Res*, 7: 266-271.
- 6 McMillan AM, Scholz JP (2000) Early development of coordination for the sit-to-stand task. *Hum Mov Sci*, 19: 21-57.
- 7 Guarrera PL, Gentile AM (2004) Form and Variability during sit-to-stand transitions: children versus adults. *J Mot Behav*, 36: 104-114.