小児の身体平衡の発達について*

—正常小児，起立位を中心に—

小島 幸枝* ・ 竹森 節子**

Development of Body Balance in Children

Sachie Kojima

(Toho Univ.)

Setsuko Takemori

(Toranomon Hosp.)

Development of body balance was studied by analyzing the gravity change of 676 children aged from 1.5 to 20 years. The gravity change was recorded by a gravicorder under the visual conditions of having the eyes open, closed and covered. The total length and area of gravity changes were measured by a computer.

1. The position of the gravity center

The gravity center was at the center of the foot in adults. It was located one fourth of the foot length anterior to the heel in the 1.5 year-old children.

The gravity center moved to the foot center as the children became older.

2. The total length and area of gravity change

The total length and area of gravity change were the largest in the 1.5 year-old children. There was a tendency for them to decrease with age and those for children of age 17 or older were the same as adults.

The gravity change was the largest when tested with eyes closed.

The gravity changes of 1.5 to 14-year-old girls were smaller than those of boys; however, this relationship was reversed in children of age 15 or older.

1. は じ め に

出生以後満15才までを小児科領域とし，成長発育に応じて小児期を次の5つの時期に分けて考えている．新生児期（生後1カ月まで），乳児期（生後1カ月～1年），幼児期（乳児期後より小学校就学前まで），学令期または学童期（6才～12才），思春期（13～15才）に分けている．また18才～20才を青年期としている．

小児の身体の運動機能は，身体の発育と平行する．個人差はあるが，1才で1人立ちが可能，1.5才でころばずに歩くようになり，3才で片足立ちが可能，共同運動も可能となる．4才で片足とび

*東邦大学医学部耳鼻咽喉科学教室

**虎の門病院神経耳科，沖中記念成人病研究所

5才になるとスキップも出来るようになる。身体の平衡はこれらの運動機能と深い関係がある⁷⁾。

身体の平衡を観察、記録する方法は古くより多くある。直立起立検査、マン検査、片足立ち検査などは、身体の平衡を観察するため広く行なわれている。Cephalogram, 重心動揺の記録は、身体の平衡を記録するという点ですぐれている。近年、この身体の平衡を重心の動揺としてとらえ、コンピュータにより分析を行なっている。

今回、われわれは、正常小児の身体の平衡の発達を知るために、重心の動揺を記録し、その動きをコンピュータで計測し検討した。

2. 対

象

正常健康な小児の身体の動揺を記録し、成人の動きと比較検討した。

年 令	男 (名)	女 (名)
1.5才	9	9
2	7	9
3	16	18
4	26	21
5	28	26
6	25	29
7	18	20
8	20	17
9	16	18
10	22	19
11	20	20
12	18	17
13	14	16
14	14	15
15	14	14
16	14	17
17	14	17
18	14	15
19	14	12
20	12	12
計	335名	341名

成人は21～30才男女16名の値を用いた。

図1 検査法直立起立、遮眼時の検査光景である。

3. 方

法 (図1)。

被検者を重心動揺計(グラビコーダ)の上に直上起立させ、重心の動揺をXYレコーダで記録した。開眼正面一点注視、閉眼、遮眼の視性

条件下に、各々30秒間記録し、重心の動く総距離、面積を内蔵するコンピュータで計測した。

4. 結 果

1) 重心の位置の年齢による変化 (図2).

足底の長軸の長さを 100% とし、足踵を 0% とする. 重心動揺の中心が足踵より何% のところに来るか検討した. 1.5才では足踵より 24% にあり, 年齢がますますつれて足底の中心に移行し, 成人では45%, ほぼ足底の中心となる. 男子では, 13~14才, 女子では11才頃から成人と同じく, 重心動揺の中心は, 足底の中心に移行した.

開眼, 閉眼, 遮眼の視性条件による重心動揺の中心の変化は, 著しくなかった.

2) 重心動揺距離 (図3, 図4, 図5).

① 年齢差について

3才および6才において, 急激に動揺が少なくなり, その後ほぼ同じ値を示し, 15~17才でさらに動揺が少なくなり成人の値となる. その標準偏差も 1.5才ではきわめて大であるが, 次第に小さくなり, 10才頃から成人に近い標準偏差値を示すようになった.

② 男女差について

果

図2 重心の位置と年齢

足踵の部分をも 0 とし, 重心動揺の中心が足底のどの部分にあるかを示す. 少し女子の方が早い, 年齢をへるにつれ, 段々と足底の中心へ移行する.

図3 重心の動揺距離と年齢 重心の動揺距離は, 8~9才になると漸次減少し, 17才頃で成人値となる.

図4 閉眼時の重心の動揺

2才(A), 4才(B), 15才(C)児の閉眼時の重心の動揺の記録である。数字上段(mm)は動揺距離, 下段(cm²)はその面積を示す。重心動揺の中心は, 年をとるにつれ, 足の中央部へ移り, 動揺も小さくなる。

図5 重心の動揺距離(閉眼時)と各年齢における標準偏差。

図6 重心の動揺面積 重心動揺距離と同じ傾向を示す。

14才頃まで女子の重心動揺の方が小さく、15～20才になると、男子の方が動揺が小さくなることもあり、男女差はなくなる。

③視性条件と動揺距離

閉眼、遮眼、開眼の順に重心の動揺距離は小

さくなった。

3) 重心の動揺面積 (図6)。

重心の動揺距離と同様に、3才、6才で急激に動揺面積が小さくなり、15～17才頃になると成人値となった。

5. 考 察

急激に歩行障害、平衡障害をきたす小児に

は、cerebellitis、前庭神経炎、橋腫瘍初期、

小脳腫瘍などがある。

近年、身体の平衡を検査するために、重心の動揺を記録したり、コンピュータにより分析したりする方法が行なわれている。重心の動揺の記録は、起立可能な小児であれば、きわめて短時間に、容易に行なえる検査である。この分析には、正常小児の重心動揺を十分に検討し、年令に応じた値を知ることが重要である。

重心の位置は、1.5才～20才の間に、踵に近い位置より前方、足底の中心へと移行する。すなわち、足底の長さを100%とした場合、重心の中心は、踵より24%の位置から45%の位置へ移った。平沢³⁾によると、重心動揺の中心は、成人では踵より約47%の位置でかつ20才～50才の値にほとんど差を認めないという。

身体動揺の年令変化に関する報告には次のものがある。宇野ら⁹⁾は、加速度計を用い、5才～6才の男児、25才～30才の成人男子、70才～80才の老年男子で、各々4～5名を対象として年令変化をみている。また時田ら⁸⁾は、正常者39名につき、14才以下、15才～30才、51才以上のグループに分け、14才以下および51才以上では動揺が大きいとのべている。われわれは1.5才から20才までの年令層を詳細に検討し、小児

の身体の平衡の発育につき知ることが出来た。

最も身体が安定し、動揺が少ないのは成人である。1人立ち開始年令に比し、2才～3才になると著しく動揺距離および面積は減少し、6才～8才でその減少はさらに著しくなり、以後重心動揺は減少傾向を続け、17才で男女共に成人の値に近づく。

重心動揺を開眼、閉眼、遮眼の異なる視性条件下に観察した。Kapleyn, T. S. et al⁴⁾, Wapner, S. et al¹⁰⁾, 田口⁶⁾, 時田⁸⁾らは、いずれも閉眼時に重心動揺が大きくなることを指摘している。われわれも、同じ結果を得た。

重心動揺に関する男女差について、Hellebrandt, F. A. et al¹¹⁾²⁾らの報告がある。女子の方が動揺が少なく、特に年少者にその傾向が強いという。われわれの結果でも、1.5才～14才は、女子の方の重心動揺が少なかったが、15才以上では男女差は少なくなった。小児の身体の発育をみると、男女共に、1才、7才、思春期の3つの発育の著しい時期があり、思春期の第3成長期は、女兒が12～14才、男児が14～16才で最大の成長量があるという⁵⁾。このような身体の発育が、この重心動揺に大きな影響を与えている。

6. 結 論

小児の身体の平衡機能の発達を知るために、起立時の重心の動揺を記録、計測した。

1) 重心動揺の中心は、1.5才で、足踵より24%のところにあり、成長につれ前方に向かい、成人では、ほぼ足底の中央にあった。

2) 重心動揺総距離、面積は、起立可能な1.5才が一番大きく、年令が増すにつれ減少し、17才頃で成人値を示した。

3) 開眼一点注視、閉眼、遮眼の視性条件下では、閉眼時に、重心動揺距離、面積が大であった。

4) 1.5才～14才まで女子の重心動揺の方が小さく、15才頃では、男子の方が動揺が小さく、17才頃以降では性差はなくなった。

文 献

- 1) Hellebrandt, F. A. et al: The location of the cardinal and terminal orientation planes passing through the center of weight in yo-

ung adult women. Am. J. Physiol. 121: 465～470, 1938.

- 2) Hellebrandt, F. A. et al: The influence of

- sex and age on the postural sway of man. Am. J. Physical Anthropol. 24 : 347~360, 1939.
- 3) 平沢弥一郎：スタジオロジー(1). 静大教養部研究報告 5 : 75~101, 1970.
- 4) Kapleyn, T. S. and de Wit, G. : Posturography as an auxiliary in vestibular investigation. Acta Otolaryng. 73 : 104~111, 1972.
- 5) 栗山重信監修：小児科学，医学書院。1960.
- 6) 田口喜一郎，他：重心動揺分析法—重心動揺領域と重心動揺軌跡距離。日耳鼻 79 : 1577~1589, 1976.
- 7) 竹森節子，他：乳幼児の平衡機能検査。耳鼻臨床 64 : 1049~1055, 1971.
- 8) 時田喬，他：頭部並びに重心動揺記録計による立直り反射検査。耳鼻臨床 65 : 443~456, 1972.
- 9) 宇野良二：平衡機能の年令的変遷に関する研究。耳鼻臨床 56 : 68~96, 1961.
- 10) Wapner, S. and Witkin, H. A. : The role of visual factors in the maintenance of body-balance. Am. J. Psychol. 63 : 385~408, 1950.
- 原稿到着：昭和54年12月7日
別刷請求先：小島幸枝
〒143 大田区大森西5-21-16
東邦大学医学部耳鼻咽喉科学教室