

小学校児童の直立時安定保持能力の発達について

— 足の機能的左右差からの検討 —

臼 井 永 男^{*1)}・平 沢 彌一郎^{*2)}

An Observation on Standing Ability of the Juveniles

— A Developmental study on the lateralization of the feet —

Nagao USUI and Yaichiro HIRASAWA

ABSTRACT

According to our prior research about the functional difference between the right leg and left leg, infants learning to walk use the same leg for both supporting and handling purposes. The supporting function of the leg shifts from the handling leg to the other leg during growth, so adults have a functional advantage with the left leg as the supporting leg.

The object of this research is to make clear the effect of separating the supporting leg from the handling leg in the development of the ability to maintain upright balance.

Using a STASIO-analyzer, we measured the area of grounded-sole and the vibration of the center of gravity on school children, with the children standing for 20 seconds with closed legs and then for 10 seconds on each leg.

The subjects were school children aged 6 to 11, with 97 right-handed boys and 107 right-handed girls.

The following conclusions were drawn:

1) The area of grounded-sole and its variation show that the right leg's superior function is that of support before the age of eight. After eight, no obvious differences between the right and left legs appear.

2) The vibration area of the center of gravity and the trace length while standing with both legs show that the ability to keep balance improves remarkably until the age of nine, and after that it changes slowly.

3) The vibration area of the center of gravity while standing with one leg shows that a clear distinction cannot be found between right and left stability.

4) We compared the vibration of center of gravity, while standing with both legs, of two groups. One group had small vibration of center of gravity while standing on the left leg, and the other had small vibration while standing on the right leg. The group which had greater stability while standing on the left leg might have a smaller vibration of the center of gravity and be better able to keep balance.

Thus, there is a possibility that the separation of the supporting leg and the handling leg affect the development of the ability of school children to keep upright balance.

*1) 放送大学助教授 (保健体育)

*2) 放送大学教授 (保健体育)

【緒言】

われわれはこれまで足の機能的左右差の研究から、立ち始めの幼児の支持足と利き足が同じであること、そして発達に従って支持足が利き足とは逆の足に移行していくこと¹⁾、さらに成人では左足を支持足として優位に機能していることを確認した。^{1・3・4・7)}。

すなわち最初はボールを蹴るのも体を支えるのも、いずれも右足の方が得意であったものが、運動発達に従って支持足が徐々に左足に移行してくるものと推測される。これは学習効果によるものと考えられた¹⁾。このように支持足が利き足とは反対側に移行することは、あらゆる動作を行う上にきわめて合理的であることは言うまでもない。

さて、われわれはかねてから、ヒトであることの証とも言える直立姿勢は、あらゆる動作の基本であって、これを安定保持する能力が高いほど、スムーズな動きが可能であってその逆ではないという考えに立っている^{1・7)}。

今回は、この直立姿勢の安定性を測定しその年齢による変化を調べるとともに、その変化の様相が利き足と支持足の分離にどのような影響を受けているのかを明らかにすることを試みた。

【方法および対象】

スタジオアナライザのステージ上の指定された場所に、両足の内側を揃えたロンベルグの足位で立ち、眼位にある前方約2mの視標を注視して20秒間安定保持させた。次に手を腰に添えて左足立ち10秒間、右足立ち10秒間を行わせた。

この時の重心動揺をX-Yレコーダに記録した。おな記録計は、1cmの重心移動に対して1cm描かれるように設定した。(図1)。

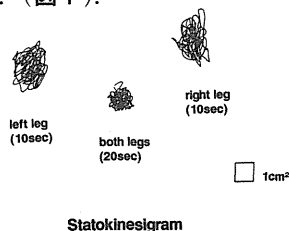


図1 両足立ちと左右片足立ちにおける重心動揺図

また両足立ち20秒間の接地足底面積を1秒につき60回測定し、その平均値と変動係数を算出した。同時に重心動揺をサンプリングタイム20msec. で取り込み、パソコンを用いて動揺面積と総軌跡長を求めた。

左右片足立ちの重心動揺図から、動揺面積を求めた。

対象は、山梨県塩山市立奥野田小学校児童で、手足ともに右利きの男子97名、女子107名である(表1)。なお利き手は、①字を書く、②絵を描く、③歯を磨く、④ボールを投げる、⑤はさみを持つ、の5項目の調査から決定し、利き足はボールを蹴る方の足とした

測定は1990年6月に行った.

表1 全校児童207名中手足共に右利きである児童の数

years	6	7	8	9	10	11
male	13	18	16	24	13	13
female	18	12	24	21	17	15

【結果】

両足立ち20秒の間に左右の接地足底面積を別々に1,200回計測し,その平均値と変動係数を算出した¹⁰⁾. 図2は,それらの年齢による変化を男女別に表したものである.

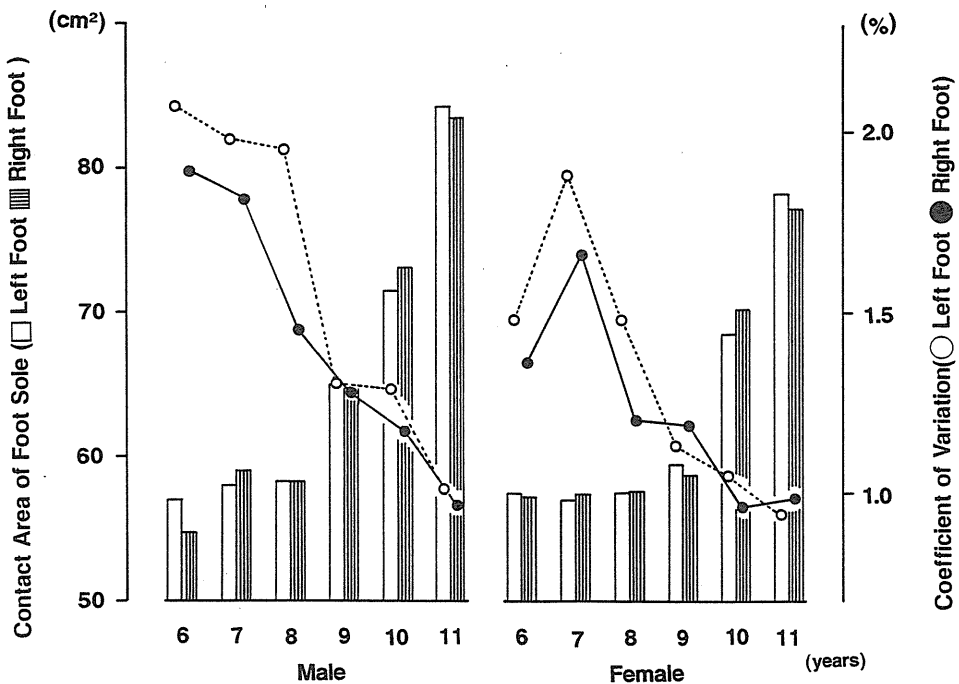


図2 両足立ち20秒間における接地足底面積の平均値と変動係数

その結果,接地足底面積は年齢が進むにしたがって大きくなり,変動係数は逆に小さくなっていった. また接地足底面積は8歳から10歳にかけてその増加率が高かった. 変動係数は, 6~8歳において男女とも右足の方が左足よりも小さな値を示した.

図3は,両足立ち20秒,左右片足立ち10秒間における重心動揺面積の,年齢による変化

を示したものである。本校児童の平均身長に近いことから、身長補正は130cmを基準にして行った¹⁴⁾。

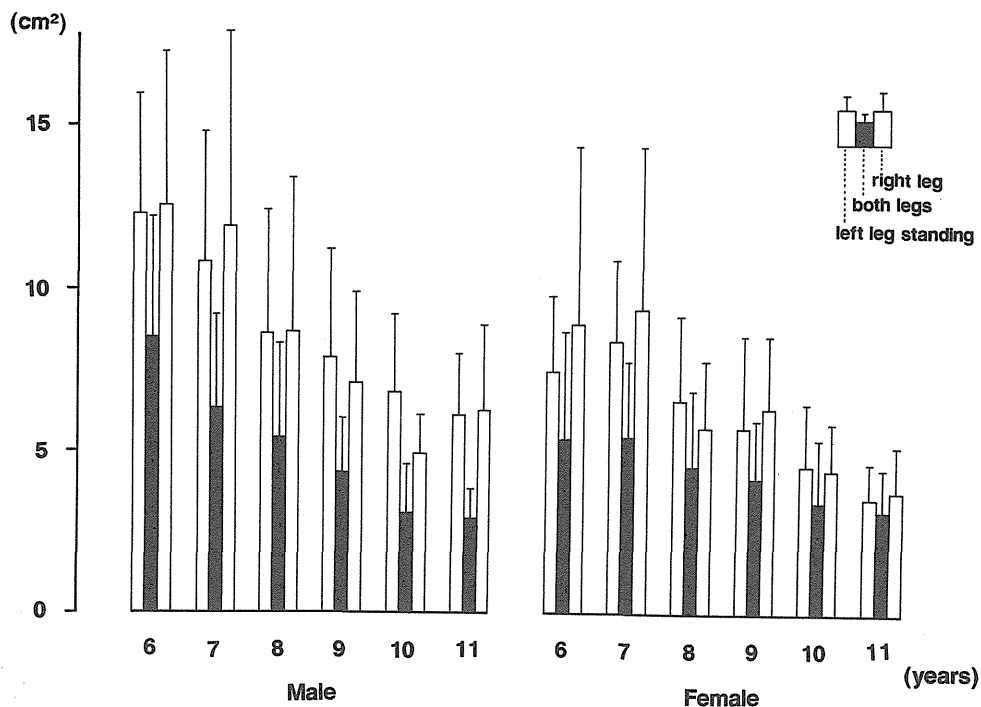


図3 両足立ちと左右片足立ちにおける重心動揺面積

その結果、両足立ちにおける重心動揺面積は、男子において、9歳ころまでに著しく減少し以降は緩やかに変化した。また低学年で女子の方が男子よりも、やや小さな値を示した。なおこの様相は総軌跡長の変化においても同様であった。

左右片足立ち10秒間における重心動揺面積の、年齢による変化も両足立ちと同様の傾向が認められた。なお今回の結果からは、左足立ちと右足立ちにおける重心動揺面積に明らかな差は認められなかった。

次に片足立ち重心動揺面積の大小を、その人数の比率で表して、年齢や性による特徴を調べた(図4)。その結果、年齢による一定の傾向はみられず、ほぼ半数ずつであることが判明した。また性差もみられなかった。

そこで、片足立ちにおける重心動揺面積の小さい方が左足立ちであるグループと、右足立ちの方が安定するグループに2分して、両足立ちにおける重心動揺の変化について両者を比較した。図5に両足立ち20秒間における重心の総軌跡長の年齢別の値を示した。

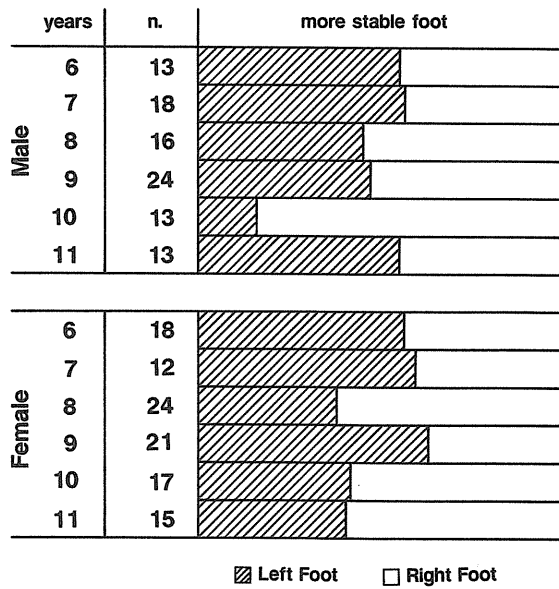


図4 片足立ちにおける重心動揺面積の左右差

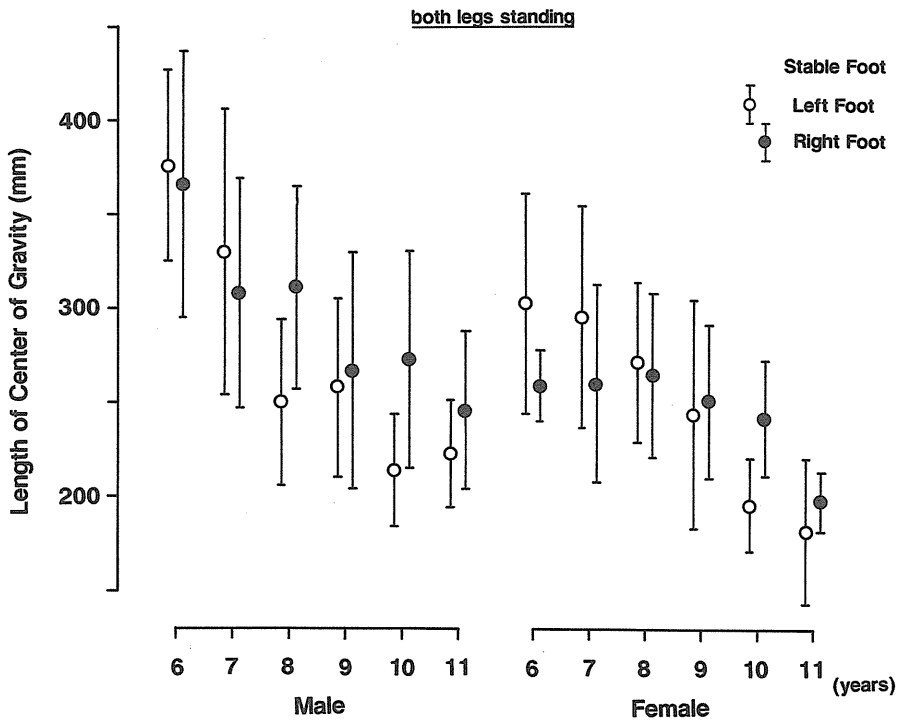


図5 両足立ち20秒間における重心動揺総軌跡長

(左片足立ちの方が右片足立ちよりも安定するグループとその逆のグループを比較した)

その結果、6～7歳の児童は、男女とも右足で立つほうが安定する者の方が、また10～11歳では逆に、男女とも左足で立つ方が安定する児童の方が、そうでない児童に比べて小さな値を示すことが明らかとなった。

【考察】

重心動揺面積、総軌跡長および接地足底面の変動から、直立時安定保持能力は9歳ころまでに著しく向上し、以後は緩やかに変化することが明らかとなった。また低学年で女子の方が男子よりも、やや小さな値を示した。なお、これらの傾向はこれまでに行われてきた測定結果と同様である^{2・5・8・9・12・14}。

さてこれまで一般健常成人を対象とした直立姿勢の測定から、われわれは左足支持機能優位、右足運動機能優位の結果を得た^{4・7}。すなわち右足でボールを蹴るためには、左足が軸足として安定した姿勢保持が必要となる。円滑な動作遂行にとってこのような手足の左右差の存在はきわめて重要であると思われる。¹³。

なおこのような足の機能的左右差を決定する要因としては、①身体各部の非対称性に依存するもの、②社会的な慣習に依存するもの、③利き手に依存するもの、④大脳半球の機能的左右差に対応するもの、が考えられる。^{6・14}。

われわれは、新生児の臥位における重心測定から、この時期、肝臓によって右半身が左半身よりも重い、年齢が進むにしたがって左右差が小さくなり、成人の重心はほぼ正中線上に位置することを確認した¹¹。また、立位における重心位置は、立ち始めの乳幼児は右側にあるが、徐々に中央に偏倚し、成人ではやや左側に位置する。しかし、左手利きの成人では逆に右側に位置することから、足の機能的左右差は、身体の非対称性よりもむしろ手の利きに依存するのではないかと考えられた¹¹。

さてここで、利き足をボールを蹴る側の足、対して支持足を、主として体重を掛けている側の足、あるいは片足で上手に立てる側の足とした場合、最初は利き足も支持足もどちらも利き手と同じ側の足であったのが、年齢が進むにしたがって分離してくることがわかる。すなわち、右手利きの乳幼児は、利き足も支持足も右足であるが、徐々に支持足が利き足とは反対の左足に移行していくのである。そしてその時期は4～6歳であると考えられた¹¹。

しかし小学校児童の測定調査から、児童期においてもまだ半数は機能的な分離が不明確であることが確認された^{12・14}。そこで今回は、小学校児童を対象に直立時安定保持能力を測定し、利き足と支持足の分離の有無が、その値にどのような影響を与えているのか検討を試みた。

一般成人を対象にした測定から、左足支持機能優位の者の接地足底面積は、左足の方が右足よりも大きく、またその変動係数は、左足の方が小さいという結果を得ている¹⁰。また片足立ちにおける重心動揺面積は、左足立ちの方が右足立ちよりも小さく、安定していた。

そこで今回は、利き足をボールを上手に蹴る方の足とし、支持足を片足立ちにおける重心動揺面積が小さい方の足という前提のもとに研究を行った。

まず左右の接地足底面積とその変動係数から、6～8歳では男女とも右足の方が支持機能として優位に働いている様相が伺えた。すなわち、変動係数の値がいずれも右足の方が左足よりも小さかった。9歳以降は明確な左右差は確認できなかった。なお接地足底面積には明らかな左右差は認められなかった。

このことから、小学校の低学年では、支持足と利き足が同じである者が比較的多いが、しだいに支持足が利き足とは反対の足に移行していくものと推測された。

片足立ち重心動揺図から、左右方向の最大幅と前後方向の最大幅の積によって、重心動揺面積を算出した。その結果、9歳ころまでに著しく減少し、以後は緩やかに変化すること、女子の方が男子に比べて小さな値を示すことなど、これまで行ってきた結果と同様の傾向が得られたが、片足立ちにおける重心動揺面積からは明らかな左右差は確認できなかった。

次に片足立ち重心動揺面積の大小を、その人数の比率で表して、年齢や性による特徴を調べたが、顕著な傾向を認めることができなかった。

利き足と支持足の分離が運動発達と密接に関係し、この様相が現れるのは小学校就学以前であって、児童期にはほぼ完了するものと考えられた。しかしこれまでの調査でも、実際には児童の約半数が機能的に分離していないことが確認されている¹⁴⁾。

その理由として、学校体育科教育の中で左右の足の機能差について特に触れていないこと、偏った特定の身体運動を早い時期から実施することを避けていること、さらに日常、全身運動を行う機会が減少しつつあることなどが考えられる。特に全身運動を行うことが減少したことによって、運動学習の機会が奪われ、このことによる運動の未発達という問題は否定できず、今後の大きな課題である。

さて直立姿勢はあらゆる動作の基本であり、その姿勢を安定保持することによって初めて様々な運動が可能となるものとする¹⁾。そこで両足立ちの重心動揺面積と総軌跡長を指標として、左片足立ちの重心動揺面積が右足立ちよりも小さな児童と、その反対に右片足立ちの方が小さな児童の、直立時安定保持能力を比較した。

その結果、10～11歳において男女とも、左足で立つ方が安定する児童の方が、そうでない児童に比べて、直立時安定保持能力が優れていることが明らかとなった。

この結果は、われわれの前提を支持するものである。

しかし今回の研究は、静的な状態での検討であり、今後運動能力や体力との関係も明らかにする必要がある。その結果によっては、小学校体育科教育の中に、利き足と支持足の理論を組み入れていくことも検討していく必要が生じるかも知れない。

【結論】

支持足の利き足からの分離が、直立時安定保持能力の発達におよぼす影響について明らかにすることを目的として、スタシオアナライザを用いて、閉足位両足立ち20秒、左右片足立ち10秒ずつを行わせたときの接地足底面の変化ならびに重心動揺図を記録測定した。

対象は6歳から11歳までの小学校児童で、手足とも右利きの男子97名、女子107名である。

その結果以下のことが判明した。

①接地足底面積ならびにその変動から、8歳までは右足支持能力優位の様相が観察された。それ以降は明らかな左右差は認められなかった。

②両足立ち重心動揺面積と総軌跡長から、安定保持能力は9歳ころまでに著しく向上し以後は緩やかに変化することが確認された。

③片足立ちにおける重心動揺面積から左右の安定性を比較したところ、明らかな左右差は確認できなかった。

④左足立ちの重心動揺面積の方が小さいグループと右足立ちの方が小さいグループに分けて、両足立ちにおける重心動揺を比較したところ、高学年の男女とも片足立ちにおいて左足の方が安定しているグループの方が重心動揺が小さく、安定保持能力に優れている傾向がみられた。

以上のことから、小学校児童の直立時安定保持能力の発達には、利き足と支持足の分離が関与している可能性が示唆された。

擱筆に当たり終始ご指導ご鞭撻をいただきました、東京慈恵会医科大学栗原敏教授、ならびに前川喜平教授に謝意を表します。また測定に快くご協力いただきました、塩山市立奥野田小学校校長山本岩男先生をはじめとする教職員のみなさん、そして児童の皆さんに感謝申し上げます。

また測定に際し、献身的に協力いただきましたパテラ株式会社の村林岑生氏に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 平沢彌一郎：日本人の直立能力，人類学雑誌，87(2)：81-92 (1979)
- 2) 山本高司：直立時動揺の年齢による変化，体力科学，28：249-256 (1979)
- 3) 平沢彌一郎：聖書の中の人と体(3)-左足と右足の Lateralization -，東京工大人文論叢，5：29-47 (1979)
- 4) 平沢彌一郎：Stasiologyからみた左足と右足，神経進歩，24(3)：623-633 (1980)
- 5) 小島幸枝，竹森節子：小児の身体平衡の発達について，耳鼻臨床，73(5)：865-871 (1980)
- 6) 平沢彌一郎，臼井永男：80組の双生児の直立能力について，姿勢研究，1(1)：27-33 (1981)
- 7) 平沢彌一郎：直立歩行を支える左足，サイエンス，11：32-44 (1981)
- 8) 小山吉明，藤原勝夫，池上晴夫：幼児の立位姿勢における身体動揺，姿勢研究，2(2)：79-85 (1982)
- 9) 臼井永男，平沢彌一郎，川上賢爾：長作小学校児童の直立能力について，姿勢研究，3(2)：65-71 (1983)
- 10) 臼井永男，福田恵祥，大橋義治，北村国広，袴田祐治，大村弘司，鈴木陽一，倉沢一男，晝馬輝夫，平沢彌一郎：プランターアナライザによる直立能力の解析，姿勢研究5(1)：17-22 (1985)
- 11) Kihei MAEKAWA, Atsuhiko SOEDA, Naoko YAMADA, Shinichiro HAMANO, Nagao USUI,

Satoshi KURIHARA, Takeo KIRYU, Yaichiro HIRASAWA, Mitsuharu WADA : THE PREFERENCE HAND AND THE SUPPORTING FOOT IN CHILDREN, Jikeikai Med J 34:543-554 (1987)

- 12) 臼井永男, 平沢彌一郎: 重心並びに接地足底からみた児童の直立能力の発達について, 放送大学研究年報, 6:135-147 (1988)
- 13) 月村泰治, 柳田雅明, 崔 文錫, 池田珠江: 片足立ちの直立能力 一 支え足機能の検討一, 姿勢研究, 9(2):61-66 (1989)
- 14) 臼井永男, 平沢彌一郎: 児童の直立時安定保持能力に関する発育発達の考察, 放送大学研究年報, 7:143-154 (1989)

(平成3年11月13日受理)