

立位姿勢と運動発達

新宅 幸憲¹⁾

Static Standing Balance and motor Development

Yukinori SHINTAKU

Key words : static standing balance, motor development, center of gravity, contact surface of sole, postural control

キーワード：立位姿勢 運動発達 重心動揺 足底面 姿勢制御

1. はじめに

“立つ”ことはヒトにとってどのような意味を持つのであろうか。言語学者である柴田武氏は、その著書『覚えておきたい美しい日本語』（角川書店）に「縦（tate）」と「立つ（tatu）」は同じ語源です。ですから、「立つ」は「縦にする、縦になる」ことだとも言えるわけです。」と述べている。ヒトが身体を一定の場所に位置させ、足底面において身体をまっすぐに支え、その支える力を身体運動をととして上方へ伝達することが、“立つ”ということである。

“立つ”ことを科学する時、地球の重力との関係性を無視することはできない。ヒトの体軸（頭頂部から体幹の中心をとおり、下肢に向かう直線）が重力方向と平行となっている場合にまっすぐに立っていることとなり、それは“立位姿勢”と同義語と考えられる。

姿勢とは文字のように“姿の勢い”として表現され、心身の状態や体力と密接な関係を有し、ヒトを変容させる可能性を秘めている。各年齢におけるライフステージにおいてより良い発育発達をとげ、自律した生活が得られるかどうかは、立位姿勢の良し悪しに左右されるともいえる。

2. 姿勢とその制御

ヒトが立位姿勢を獲得し、歩行が可能となった時点から重力に抵抗して上体を起こし、脚部の伸展を保持する抗重力筋（すなわち頸部筋、脊柱起立筋、脚伸展筋群など）が発達するようになった。重力に抗する姿勢制御機能（postural control）については、反射系理論（reflex theory）とシステム系理論（systems theory）により説明がなされている。反射系理論においては、相互に組み合わされている諸感覚系によって組織化された反射応答が、立位姿勢や静的平衡性をも決定する因子であると考えられる。発育発達段階において原始的な脊髓反射から上位中枢レベルで統合された姿勢反射への移行が行われ、最終的には、立位姿勢では静的平衡性は皮膚での制御機能が支配的であるとされる。一方、システム系理論では、身体運動によるコントロールが立位姿勢を制御するとの考えである。このシステム系理論では、筋-骨格系の発達が立位姿勢制御に影響を与え、また筋-骨格系の発達のみならず、神経-筋接合部、関節、腱や靱帯、筋膜のような軟部組織もまた姿勢制御に影響すると考えられている。特に最近の研究では、立位姿勢の制御について

1) スポーツ学部

足関節を支点として、上方に重心を有する逆振り子としてヒトの身体をみなす“inverted pendulum model”が提案され、運動軸となる足関節の働きから、“postural muscle”が応答し、身体が前方へ倒れることを防ぐことに寄与すること、特に下腿三頭筋が重要な役割を担っていることが指摘されている。また、足関節周りの腓腹筋群の相動的活動が重要であるとも報告されている（図1）。

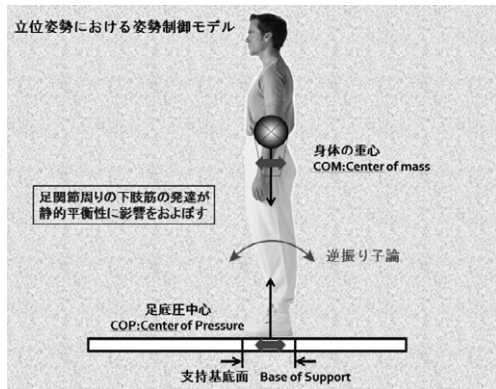


図1 立位姿勢における姿勢制御モデル

3. 立位姿勢と重心動揺

Odenric, et al.は、「立位姿勢は物理的に不安定要素を含んでおり、その立位姿勢を抗重力筋の活動、各関節の柔軟性などの生体情報を重心動揺に変換することによって平衡機能や体力として評価される。」と述べている。重心の動揺は、年齢と共に減少し、特に動揺距離はその減少が認められ、6歳前後の変化が大きいと報告されている。猪飼は「こども時代の筋力の増加は、神経筋系の成熟に伴うものである。」と述べ、運動機能の発達を体力面からとらえるための運動種目の妥当性について検証している。それらの先行研究を基礎にして立位姿勢の重心動揺と運動発達の関連を分析した結果、片足立ち、片足連続跳び、反復横跳びの運動種目において統計的な有意差と相関関係が認められた。それらの関連性をまとめてみると、以下のことが考えられる。①重心動揺を指標とした立位姿勢におけ

る静的平衡性は、子ども達の身体運動をととした筋力の発達程度に反映される。②立位姿勢時の伸張反射、運動感覚情報、下腿三頭筋の働きを促進させ、神経筋機能を高める運動種目は、片足立ち、片足連続跳び、反復横跳びであることが明らかとなり、それらは、静的平衡性を高める。③立位姿勢において重心動揺距離を短くするためには、姿勢制御に関与する体幹の筋群や下腿筋群の発達が不可欠である（図2）。

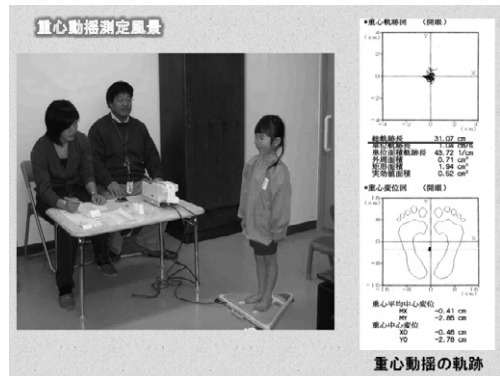


図2 重心動揺測定とその軌跡図

4. 動的平衡性の重心中心変位

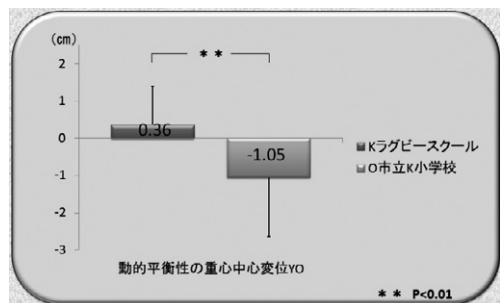


図3 ラグビースクールに通う子どもたちの身体運動の効果

>>>> GRAVICORDER GS-7 <<<<

ID

日時 2006/3/21 10.13

名前 佐々木 孝正

年齢 68

性別 男

身長 165 cm

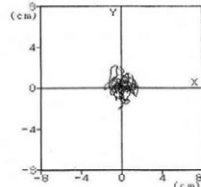
体重 65 kg

メモ 9段

歴年 昭和24年 平成24年

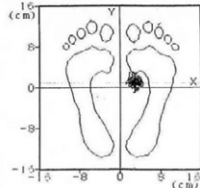
30秒

*重心軌跡図 (開眼)



総軌跡長 93.96 cm
 単位軌跡長 3.13 cm/s
 単位面積軌跡長 15.06 1/cm
 外周面積 8.24 cm²
 左周面積 14.63 cm²
 実効面積 3.48 cm²

*重心変位図 (開眼)



重心平均中心変位
 MX 2.89 cm
 MY 0.92 cm
 重心中心変位
 XO 2.86 cm
 YO 1.02 cm

図4 高齢高段位者における立位姿勢の重心動揺

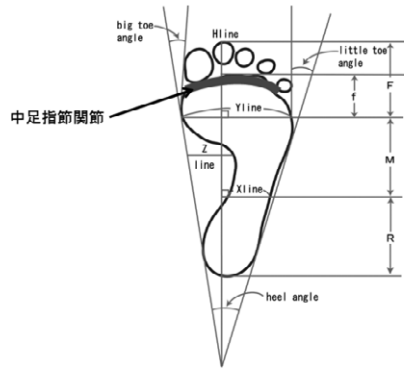
5. 高齢者高段者剣道9段の身体運動の効果

体育・スポーツの教育的意義は身体運動の効果がどのように表出したかについて示すことができる。上述の身体運動の効果は、ラグビーや剣道の実践が身体運動をコントロールし、動的バランスが静的バランスに影響を与えたものと示唆された。すなわち足関節周りの筋機能、下腿伸筋、なかでも内側腓腹筋、ヒラメ筋等の下腿三頭筋の関与が、前後動の修正を行い、中心軸へのコントロールに貢献したものと推察された。ラグビーや剣道が固有の運動感覚情報を活性化させ、立位姿勢の安定性を高めたものと考えられる。(図3, 4)

6. 運動発達と足底面

運動発達と足底面との関連性については、すでに平沢が指摘しているように、一般的に左足は全身の安定性保持のための主軸作用や機能性などの運動作用があり、左足と右足の機能的役割を示している。左足が右足よりも安定限界を大きくし、立位姿勢の姿勢調節に影響を与えるものと示唆される。したがって支え足(左足)機能の強化により立位姿勢能力の向上と利き足(右足)の向上がみられ、

下肢機能の改善が得られるものと思われる。身体運動による中足指節関節の多様化が、アーチ構造(足弓)を形成させ、足指部と足底部の面積に刺激を与えているものと考えられる。(図5)



Pattern of contact of foot (Y. Hirasawa)

図5 平沢による足底面の分析

7. 姿勢教育への提言

わが国では古くから、行住坐臥(ゆく、立ち止まる、座る、寝る)の立ち居振る舞いに美しさを求める習慣があった。それが弓道、剣道、柔道の基本動作になっている。まっすぐ立つこと、キチンと立つことは日常生活では躰であり、マナーであり、姿勢教育であったと思われる。しかしながら、現代の子ども達に対しては、姿勢教育が遠ざかりつつあり、その方向性が見えてこない。姿勢教育の退行は、最近の学力低下と同等に問題視されるべき重要課題である。一方、姿勢及び環境の悪化が原因の立ち眩みや、若年性腰痛も目立つようになってきた。それらの問題は、子どもの姿勢教育の欠如に警鐘を鳴らすものである。

昨今、子どもの姿勢教育の乏しさが指摘されながらも、具体的な実践方法が見つからず、われわれ体育・スポーツ関係者がその社会的要請にできていないように思われる。可塑性豊かな子ども達や健康寿命を願う高齢者に対して、日常生活の中に積極的に身体運動

を取り入れ，豊かな運動発達や体力向上計画が姿勢教育の基礎となることを提言する。

【参考文献】

- ・長谷 公隆 (2006) 立位姿勢の制御リハビリテーション医学43:pp.542-553
- ・平沢弥一郎 (1981) 直立歩行を支える左足サイエンス 11,pp.32-44
- ・政二 慶 (2007) 身体運動と筋腱複合体の構造機能的特性 (4) 筋トルク生成過程で生じる伝達遅れが静止立位姿勢に及ぼす影響 バイオメカニクス研究vol.11 No.20
- ・Odenrik P. and Sandstedt P (1984) Development of postural sway in the normal child Human Neurobiology 3,pp.241-244
- ・柴田 武 (2002) 覚えておきたい美しい日本語 角川書店
- ・新宅 幸憲 (2011) 健康・スポーツ科学テキスト 機能解剖・バイオメカニクス (分担執筆) 「立つ」 pp.112-119
- ・Yukinori Shintaku, Hiroshi Fujinaga, and Kyonosuke Yabe (2007) Performane of dynamic motor tasks in 5-year-old children with different levels of static standing balance I.J.Fitness 3,Issue1, (2007) pp.61-67
- ・猪飼 道夫 (1958) よい姿勢とは何か 体育学研究3 (1) : 259-261