児童の静的及び動的バランス能力の評価

盛田　知広*・鎌田　安久**・清水　茂幸**・上濱　龍也**

（2012年３月１日受理）

Tomohiro MORITA・Yasuhisa KAMADA・Shigeyuki SHIMIZU・Tatsuya KAMIHAMA

Evaluation of Static and Dynamic Balancing Ability for Upper Grades of Elementary School Children

要約

本研究では，Ｉ県の陸上競技クラブに所属する小学生33名（男子12名，女子21名）を対象に成人向けの木柱歩行バランステストを児童向けに安全性を高めて実施し，児童に適応可能かどうか検討した。また動的バランス能力と静的バランス能力との関係について，バランステストの結果から検討した。その結果，木柱歩行による動的バランステストの傾向は，先行研究と同様となった。また閉眼片足立ちの左右の和と木柱歩行の側方歩行の記録との間に有意な負の相関が認められた。よって本研究で実施した木柱歩行による動的バランステストは児童に有効であり，練習２回，テスト３回の実施が望ましいという結果を得た。また児童においては，静的・動的バランス能力はいずれも密接に関係していることが示唆された。

Ⅰ．緒言

人間における身体のバランス能力とは，神経生理学的には「姿勢の安定を保つ能力，平衡能」として，姿勢保持のための筋収縮調整能として捉えられており[1)]，反射性，反応性，予測性という姿勢調整能力の３要素から構成されているといわれている。バランス能力は，主に静的バランス能力と動的バランス能力とに分類される。静的バランス能力は，肉眼で動きが確認できない「静止姿勢」を保持する能力で，「姿勢反射機能」や姿勢を乱す外乱刺激を素早く認知し，できるだけ早く意識的に外乱を克服する動作を行う「随意反応」の能力を必要とする。姿勢反射機能は，神経系が成人とほぼ同等の水準まで発達する年齢といわれる12歳頃までに，姿勢を乱す外乱刺激を豊かに経験することによって効率の良い姿勢反射経路が形成される[2)]。一方，動的バランス能力は運動中の平衡を保ち続けようとする能力である。速度が大きくしかも常に変化する身体運動や，アルペンペンスキー，不整地歩行のような強い外乱を受けやすい場面などでは，「姿勢反射機能」，「随意反応」に加えて「予測性姿勢制御能力」が重要となる。特に予測性姿勢制御能力は一種の予測能力であり，練習を積むことによって初めて身につく能力である。高齢者を対象とした研究で，バランスボードによりバランストレーニングを行った結果，男女ともに予測性姿勢制御能力の向上が認められたということが報告されている[3)]。

バランス能力は様々なスポーツにおいて重要度の高い要素である。スポーツ場面におけるバランス能力を分類すると，「静的バランス能力」「動的バランス能力」「対象物のバランスをとる能力」の３つとなる。また「動的バランス能力」については「並進運動でバランスをとる能力」と「回転運動でバランスをとる能力」に細分化されるとも

＊岩手大学教育学研究科、＊＊岩手大学教育学部

いわれる[4]。さらに「動的バランス能力」には各スポーツの競技場面で求められている「専門的な動的バランス能力」と「一般的な動的バランス能力」があることが知られている。この「静的バランス能力」と「動的バランス能力」については，専門競技の違い，主に専門競技における動きの特性が能力差に影響することが報告されている[5]。

簡易なバランス能力の評価テストには，静的バランスでは「閉眼片足立ち」「重心動揺検査」があり，動的バランスでは「Functional Reach テスト」[6]「バランスボード」[7]「バランスディスク」[8]「BOSU バランストレーナー」[9]「１㎝厚・５㎝幅の平板歩行」[10]「平均台歩行」[11]などがある。しかし，動的バランステストの多くは，歩行などによる「並進運動」やターンによる「回転運動」を伴ったバランス保持に関する要素を持っていない。そのため，運動に関わるバランス能力をより正確に評価するためには，これらの運動特性を含んだ動的バランステストを実施していくことが望ましいと考えられる。

平均台テスト[4)11)]は，高さ約40㎝の平均台上で２m 間を後ろ向きで往復移動し，60秒間の移動距離を測定するが，平均台からの落下の危険性があること，所要時間等がかかりすぎるという問題がある。よって児童の動的バランス能力を簡易かつ一斉に測定するにあたっては，内容等を改良する必要があると考えられる。

成人向けに開発された木柱歩行テストは，この点を改善したテストである[12]。木柱歩行テストは，10㎝四角，長さ４mの木柱を使用し，前方歩行，側方歩行，後方歩行で，台上２m間を２往復（８m）するのに要する移動実施時間を測定するものである。この木柱歩行の測定値は，日内，日間で再現性があり，閉眼片足立ちと，木柱歩行の移動実施時間に相関が認められている。また，スポーツ種目間で有意差が認められ，特に体操競技，ウインドサーフィン，サッカー・バスケットボールといった球技群の値が優れていたことが報告されている[12)]。

以上のように成人スポーツ選手に適応した動的バランステストについては報告されているが，児童に適応し，評価した研究や報告は見当たらない。神経系及び姿勢反射機能が成人のほぼ90～100％まで発達する一方，予測性姿勢制御能力に関しては今後も発達が期待できる12歳前後の児童におけるバランス能力を評価することで，運動能力の発達への影響や，スポーツにおける適性を把握できると考えられる。

本研究では児童を対象に木柱歩行バランステストを実施し，動的バランステストとしての有効性を検討した。これにより，児童の動的バランス能力の評価方法を見つけ，児童の運動能力の発達や改善，及びスポーツにおけるタレント発掘などに寄与することを目的とする。

Ⅱ．研究方法

１．被験者

被験者はＩ県M市小学校陸上競技クラブに所属する５，６年生の児童（男子12名，女子21名）で，以上を児童群とした。

また，Ｉ大学陸上競技部に所属する学生（男子16名，女子11名）を対照群とした。

被験者の身体的特性については表１に示した。

表１　被験者の身体的特性

（平均±標準偏差）

	男子（n=28）		女子（n=32）	
	児童群(n=12)	対照群(n=16)	児童群(n=11)	対照群(n=21)
年齢（歳）	11.1 ± 0.5	19.3 ± 0.8	11.2 ± 0.5	19.5 ± 0.9
身長（cm）	148.3 ± 4.9	175.5 ± 4.4	149.1 ± 5.2	161.4 ± 7.3
体重（kg）	41.5 ± 6.8	74.5 ± 14.5	42.2 ± 7.7	54.2 ± 7.8

２．実験方法

①　測定期日，場所

平成23年10月23日～30日にＩ大学第一体育館にて行った。

②　測定方法，

以下に示すとおり，バランス能力を測定した。

（１）閉眼片足立ち

静的バランス能力を評価するにあたり，代表的な静的バランステストである閉眼片足立ちを行った。これは，左右２回ずつ測定し，上限を120秒として各足最大値を計測した。なお，具体的な実施方法は以下の通りとした[13)]。

- 被験者は床上に直立して，両手を腰にとりながら支持脚に体重を乗せ，もう一方の足を床から静かに離し，片足立ちになる。
- その姿勢で眼を閉じ，出来るだけ長く保つ。

被験者１名に対して測定者１名を配置し，片足立ちで眼を閉じてから失敗までの時間を測定した。失敗とは，被験者が以下に示した４つの状態いずれか１つに該当した場合とした。

- 支持脚以外の身体の一部が床または支持脚に触れたとき
- 支持脚がずれたとき
- 閉じた眼を開けたとき
- 腰に当てた手が離れたとき

なお各足の１回目で上限の120秒に達した場合は，即座に試技を中止させ，その足では２回目を実施しないものとした。また，全ての測定においてストップウォッチを用いて１秒単位で手動計時し，１秒未満は切り捨てとした。

（２）木柱歩行テスト

木柱は，安全性の観点から高さを低くし，先行研究とは異なる高さ４㎝，長さ３ｍ，横幅10㎝のものを使用し，木柱の中央から両外側１ｍの場所にマークを付けた。測定は，木柱歩行の前方，側方，後方移動の３項目を計５回の試技で行った。前方歩行，側方歩行，後方歩行それぞれにおいて，木柱上に設定した２ｍ間を２往復（８ｍ）するのに要する移動実施時間を測定した[12)]。移動実施時間はスタートの合図の後，両足がマークを４回通過するまでの所要時間とした。テストは素足で実施し，方向転換は必ずマークを両足が通過してから，マークの外側で行うよう指示した。途中で木柱の上から落ちてしまった場合はその試技は無効試技として，次の測定を行った。また，全ての測定においてストップウォッチを用いて1/10秒で手動計時し，1/10秒未満は切り上げとした。設定は図１に示した。

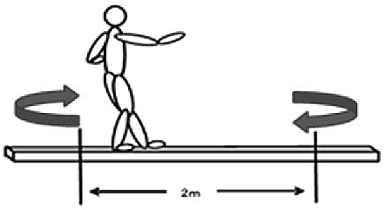


図１　木柱歩行テストの設定

３．分析項目

（１）閉眼片足立ち

閉眼片足立ちでは，各足２回の測定から，以下の変数を算出した。

①　左足最高値

②　右足最高値

③　左右の差：被験者毎の①と②の差

④　左右の和：被験者毎の，①と②の和

⑤　高値：①と②の値のうち，値が大きかった方

⑥　低値：①と②の値のうち，値が小さかった方

（２）木柱歩行

木柱歩行においては，前方歩行，後方歩行，側方歩行，それぞれ５回ずつの測定から，以下の変数を算出した。

①　前方歩行最高値

②　後方歩行最高値

③　側方歩行最高値

①，②，③は５回の試技で移動実施時間が最も短かったものをそれぞれ採用した。

また，試技毎の傾向を見るために，次の値を算出した。

④　試技毎の値：５回の試技における１回の試

技毎の記録。

⑤　試技成功率：試技毎と全体毎に分け，試技毎の成功率は，１回の試技毎に被験者全体に対して何人が試技成功となったかの割合で，（試技成功人数／被験者数）×100でそれぞれ算出した。また全体の成功率は，５回の試技で試技が成功した割合で，（試技成功数／総試技数）×100で算出した。

⑥　始め２回の最高値：１回目と２回目の試技における記録のうち，移動実施時間が最も短かったものを被験者毎に採用した。

⑦　終わり２回の最高値：４回目と５回目の試技における記録のうち，移動実施時間が最も短かったものを被験者毎に採用した。

４．統計処理

各測定項目の値においては，全て平均値±標準偏差で示した。統計処理は，ＳＰＳＳ statistics 17.0を用い，相関係数の算出にはピアソンの積率相関分析を用いた。また平均値の差の比較には，student のｔ検定を用いた。統計処理の有意性は全て危険率５％未満とした。

Ⅲ．結果及び考察

（１）テスト実施方法及び測定結果について

動的バランステストである木柱歩行は，試技を５回行った。その結果，試技が４回以下では測定値が残らない被験者が児童群，対照群共に２名づつ生じた。児童群の試技毎の成功率について、変動はあるものの、側方歩行、後方歩行では試技を繰り返すごとに１回目と比較して向上する傾向が見られた（図２）。また、後方歩行の成功率は58.79％であった。これは前方歩行の75.15％，側方歩行の66.67％に比べ低かった。

試技ごとの記録については、３種類の歩行全てにおいて、試技を繰り返すごとに１回目と比較して短縮される傾向がみられた（図３）。

試技を「始め２回」「終わり２回に」分類した場合も同様で、有意な差が認められた。（図４）。

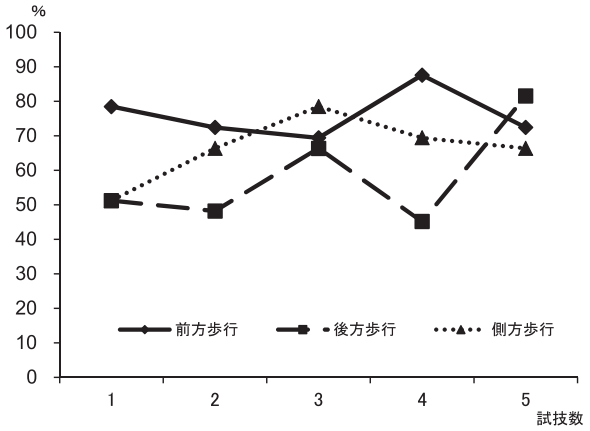


図２ 児童群の木柱歩行の成功率推移

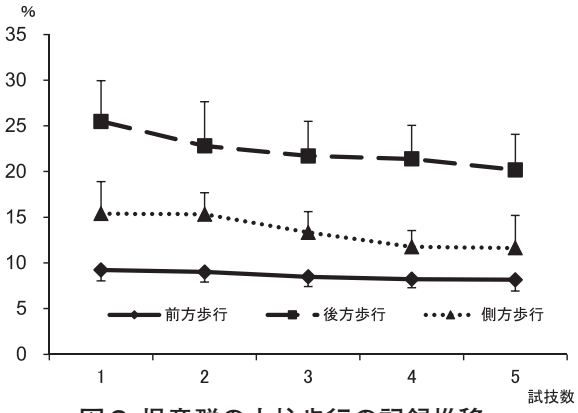


図３ 児童群の木柱歩行の記録推移

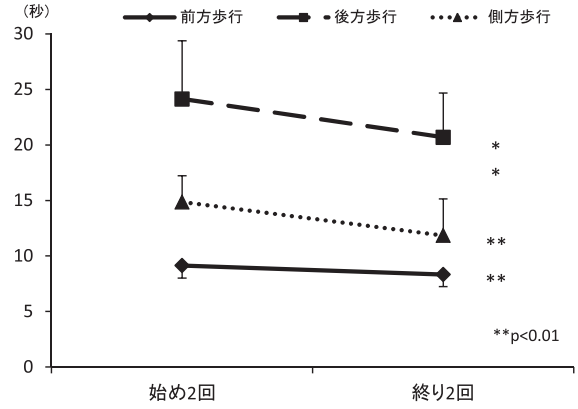


図４　児童群の木柱歩行の記録推移
（始め・終わり２回）

一方、対照群における試技成功率は、後方歩行で53.33％。前方歩行で85.19％，側方歩行で72.59％であり、緩やかな変化ではあるものの、児童群と同様に試技を繰り返すごとに向上する傾向が見られた（図５）。

試技ごとの記録の推移、始めと終わりの２回の比較においても、児童群と同様であった（図６，７）。さらに，児童群並びに対照群の成功率の推移及び木柱歩行の記録の推移や傾向は，先行研究[12)]の結果とも一致していた。よって成人向けの木柱歩行テストを元に、安全性の観点から木柱の高さを低くした木柱歩行テストについて，児童に適応可能であることが確認された。また，テスト実施回数については，今回の試技時間の短縮傾向，成功率，失敗試技数の観点から、練習２回の後に記録測定３回を行うことが妥当であると考えられた。

（２）静的バランス能力との関係について

児童のバランス能力の関係について，閉眼片足立ちと木柱歩行テストとの相関から検討した。

閉眼片足立ちと木柱歩行との関係性については、両群に共通して右足最高値、左右の和と木柱歩行の側方歩行との間にそれぞれ有意な負の相関が認められ、対照群の相関に比べて児童群の相関が強く，両者が密接に関係していることが示唆された（表２）。静的バランスに関わる要素である神経系は12歳前後にほぼ完成する一方、動的バランスに関わる「予測性姿勢制御能力」については児童期後も成長する、という２つの要素の違いが影響していると考えられる。このため，児童においては成人に比べ動的バランス能力は静的バランス能力に依存し，このような結果になったと推察される。

以上のことから、本研究における木柱の高さを低くした木柱歩行による動的バランステストによる対照群，児童群の結果は、先行研究と同様の傾向を示し，児童に対しても有効であることが示唆された。また静的バランステストの結果との比較により，児童においては，静的バラ

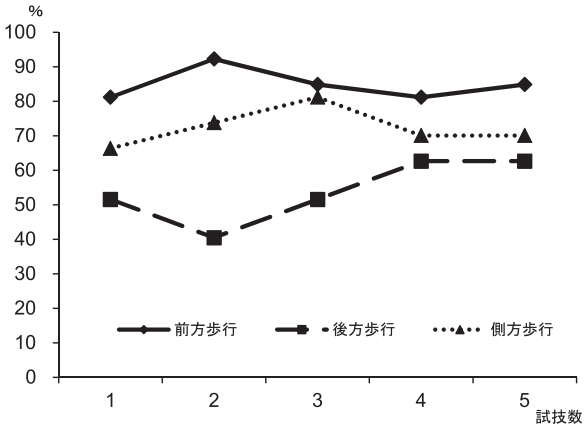


図５　対照群の木柱歩行の成功率推移

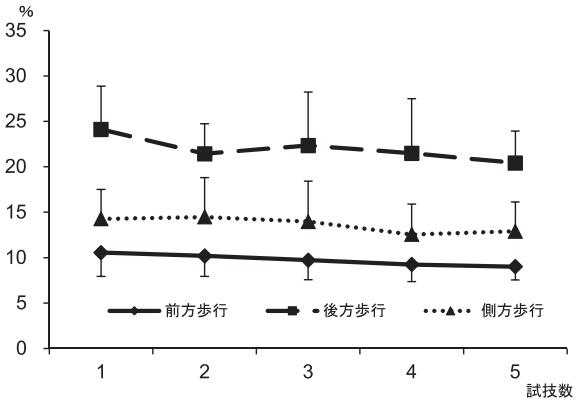


図６　対照群の木柱歩行の記録推移

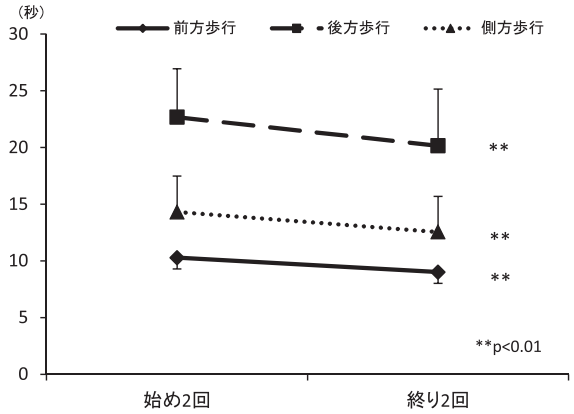


図７　対照群の木柱歩行の記録推移移
（始め・終わり２回）

表２　静的・動的バランステストの相関

		前方歩行	後方歩行	側方歩行	
児童群	閉眼片足立ち･右足最高値	−0.22	−0.23	−0.60	**
	閉眼片足立ち･左右の和	−0.16	−0.28	−0.51	**
対照群	閉眼片足立ち･右足最高値	−0.32	−0.27	−0.44	*
	閉眼片足立ち･左右の和	−0.30	−0.26	−0.40	*

＊ p<0.05, **p<0.01

ンス能力と動的バランス能力は密接に関係していることが示唆された。今後は対象となる児童・生徒の年代の幅を広げ，発育・発達の過程とバランス能力の向上過程を明らかにすること，得意とするスポーツの運動特性とバランス能力との関連を明らかにすることが重要であると考える。

Ⅳ．総括

本研究では、陸上競技クラブに所属する小学生と，Ｉ大学陸上競技部に所属する大学生を対象に木柱歩行によるバランステストを実施し、本テストの有効性と、動的バランス能力と静的バランス能力の関係について検討した。その結果以下の知見が得られた。

① 木柱歩行テストにおいて、試技の成功率は、回数を重ねる毎に向上したが，後方歩行の試技成功率は前方、側方に比べ低く、後方歩行はやや難しい課題である可能性が推察された。また，有効な記録を測定するためには試技を５回以上行うことが必要であった。

② 木柱歩行テストにおいて、試技毎の記録は回数を重ねる毎に短縮された。

③ 児童の成功率，記録の変化傾向は対照群、先行研究の傾向とほぼ一致していたことから、木柱歩行テストは児童にも適用可能であることが示された。

④ 閉眼片足立ちと木柱歩行との関係性については、両群とも閉眼片足立ちの右足最高値、左右の和と、木柱歩行の側方歩行との間にはそれぞれ有意な負の相関が認められ，相関は児童群の方が強かった。よって児童は学生と比較して静的・動的バランス能力が密接に関係していることが示唆された。

以上のことから，成人向けに開発された木柱歩行による動的バランステストについて，児童向けに安全性を高めたテストが有効であり，練習２回，測定３回の実施が望ましいという結果を得た。

参考文献

１）大築立志（2003）：バランスを司る神経支配 体育の科学，47：236-240

２）大築立志（1988）：姿勢の安定 現代の体育・スポーツ科学「たくみ」の科学　朝倉書店：90-121

３）藤原勝夫（2002）：高齢者における立位姿勢制御適応能 体育学研究47：615-624

４）Bewegungslehre der Leibesubungen（金子明友、朝岡正雄共訳）（1979）：フェッツ体育運動学、不昧堂出版：291-296

５）川端悠，鈴木省三，佐藤祐（2004）：スポーツ種目別にみたバランス能力特性　仙台大学大学院スポーツ科学研究科研究論文集５：103-110

６）中村一平，奥田昌之，鹿毛浩子他（2006）：ファンクショナルリーチテストとその他のバランス評価法との関係　理学療法科学21(4)：335-339

７）井手口学，蝶間林利男（2004）：子どもの動的バランス能力を簡易に評価する試み－段階的評価法を用いたバランスボードテストの妥当性

－　学校教育学研究論集第10号：87-96
8）佐々木理恵子, 浦辺幸夫, 宮下浩二ら（2006）：バランスディスクを用いたStar-Excursion Testと閉眼片脚立位によるバランス能力の評価　第41回日本理学療法学術大会抄録集：292
9）侘美靖，森谷清絜，小田史郎，新井田洋子（2007）：BOSUバランストレーナーを利用した動的バランステストの開発－BOSUバランステストの信頼性及び妥当性の検討－　北海道文教大学研究紀要第31：9-21
10）渡部和彦（1993）：歩行バランステスト法の開発　体力科学42(6)：738
11）北畑恵理，國峯明子，見目澄子他（2003）：動的バランス評価としての平均台歩行テスト　理学療法科学18(2)：83-88
12）三田泰成，金高宏文，瓜田吉久他（2009）：スポーツ選手のための木柱を用いた簡易な動的バランステストの開発　スポーツトレーニング科学10：25-32
13）文部省（2000）：新体力テスト－有意義な活用のために－　文部省：125