

立体網状構造体上の運動がバランス能力に与える 即時的な効果に関する研究

小出 奈実

体育学専攻

指導教員 長谷川 聖修 本谷 聡

Study of immediate effects of exercises with JP-cushion on balance ability
Nami KOIDE

The purpose of this study was to develop a balance exercise program with JP-cushion which can induce dynamic sway and to investigate the immediate effect of the program in University students. For this purpose, I compared and considered the degree of achievement, interest and difficulty of the program, time of one-leg standing balance with open and closed eye, gravity center sway. The results of the present study showed that this program has a certain effect on improvement of time of one-leg balance with closed eye on the JP-cushion. In conclusion, it was suggested that the balance program, which can improve time of one-leg balance with closed eye on the JP-cushion, is one of useful approaches to balance ability of University students.

【序論】

近年、各年代において運動器の低下による様々な問題が生じている。厚生労働省の「国民生活基礎調査」¹⁰⁾では、高齢者が要介護となる要因の中でも転倒は11.8%を占めていると報告されているように、加齢に伴う転倒が高齢者の抱える重要な問題としてあげられている。また、高齢者の運動器の問題として「ロコモティブシンドローム」¹¹⁾が挙げられる。このロコモティブシンドロームとは、「片足立ちで靴下がはけない」「階段を上がるのに手すりが必要である」「家のやや重い仕事が困難である」など日常に必要な動作が困難となることを指し、この症状は高齢者にとどまらず体力が成熟する成人においても予備軍の存在が指摘されている。さらに、幼児や児童においても運動器の問題が見られるようになっており、これは「こどもロコモ」¹²⁾と呼ばれている。また、こどものからだのおかしさの現象として、小川ら⁹⁾は「ボールが目や顔に当たる」「転んでも手がでない」など身体操作の低下が実際の教育現場で見られると報告している。このような各年代における諸問題は、運動器および体を操作する能力の低下によって引き起こされており、人が体を巧みに操作するためにはコーディネーション能力が深く関わっていると言われている。

コーディネーション能力は、簡潔に表現すると「動きをうまくこなす能力」である。Blume⁴⁾は、コーディネーションの7つの能力を提唱した。さらに、荒木²⁾はこれらの能力を細分化、構造化し、その中でも、平衡能力を第一の段階に位置付けている(図1)。平衡能力とはバランス能力とも呼ばれ、綿引¹⁴⁾はこのバランス能力を「姿勢の安

定を保ったり回復する能力。また、対象物を操作しバランスを保つ能力」と定義している。また、荒木³⁾は、平衡能力をコーディネーション能力の土台と位置づけ、構造の下位部分からトレーニングを進めていくことが必要であるとしている。このことから、バランス能力へ向けたトレーニングは重要であると考えられる。なお、本論では、平衡能力とバランス能力を同義と捉えることとする。

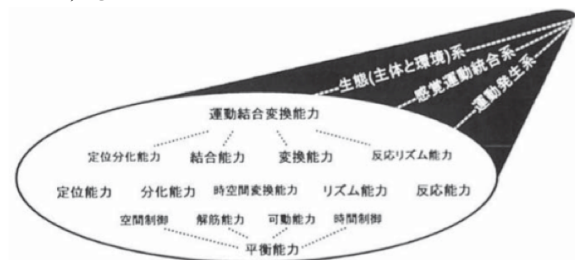


図1. 運動実践で展開されるコーディネーション能力の構造

バランス能力は、静止している状態で姿勢を保持する静的バランス能力と、運動中に姿勢を保持する動的バランス能力に大別される。

これとは別に、上記の定義では静的バランス能力に該当する支持基底面の移動を伴わない振動面、軟面、斜面、片足立ちなどでのバランス能力を動的バランス能力と定義する考え方⁵⁾もある。さらに、鈴木ら¹³⁾は動的バランス能力について「環境面からの負荷がかかることで支持基底面を移動せずとも支持基底面内において重心を安定的に移動することのできる範囲」と定義している。そこで本研究では、同一支持基底面における軟面で発揮されるバランス能力を、これらの「動

的バランス能力」と同等であると捉え、本論を進めていくこととする。

バランス能力向上のために多種多様なプログラムが考案され、実施されている。バランス運動プログラムには用具を用いないものから、バランスパッドなどの器具を用いたトレーニングなどが行われている。より高いバランス能力が求められるアスリートのトレーニングとしては、G ボール、バランスクッション、BOSU ボールなど、支持基底面が軟面であり、より不安定な条件下での運動プログラムが実施されている。このような高いバランス能力が必要とされる用具や、プログラムが考案されている一方で、その効果を検証した研究は少ないのが現状である。さらに、バランス能力に関する研究は様々行われているが、高齢者の転倒に着目した研究が多く、健康な大学生を対象としたものは少ない。また、同一支持基底面における軟面でのバランス能力についての調査は、医学領域において加齢やバランス障害に着目した研究が近年始められたところである。

本研究では、バランス負荷のより高い用具のひとつとして、立体網状構造体に着目した。この立体網状構造体は JP クッションと呼ばれ、弾性があり、弾む感覚や浮遊感覚を付与することができる。また、支持基底面が軟面で、動揺性も有り、適度にグラグラと揺れるので不安定感を付与することもできる（図 2）。この JP クッションを用いた運動プログラムの先行研究として、木塚ら⁸⁾の幼児を対象行った研究や、檜皮⁶⁾の高齢者を対象とした研究では、バランス能力の向上を促せる可能性が示唆されているが、体力が充実する健康な大学生を対象とした研究は少ないのが現状である。

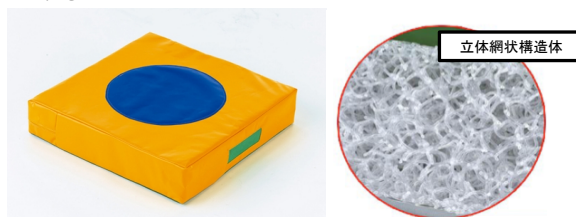


図 2. JP クッション

そこで本研究では、アクティブな揺れを誘発する立体網状構造体（JP クッション）を活用したバランスの運動プログラムを試案すること、および試案した運動プログラムを健康な大学生に実施させ、その即時的な効果を検証することを目的とした。

【研究方法】

1. 調査対象者

T 大学学生 102 名（男性 70 名、女性 32 名；一般学生 36 名、体育専攻学生 66 名；平均年齢 19.8 ± 1.0 歳）を対象に分析を行った。なお、その内の 12 名（男性 6 名、女性 6 名；平均年齢 20.7 ±

1.3）には、さらに重心動揺の測定を行った。

2. 調査場所

T 大学中央体育館体操場

3. 使用物品

- ・ JP クッション（サンハーズ社）
- ・ 重心動揺計（アニマ社製グラビコーダ GS-7：測定周波数 60Hz）

4. 調査プロトコル

全調査対象者に十分な準備運動を行わせた後、本研究で試案した運動プログラムを実施させた。運動プログラムは初級、中級、上級の 3 つのレベルの課題を設定した全 6 課題を各 3 分ずつ、計 18 分間実施させた。また、運動プログラム実施前後（Pre-Post）にバランス能力測定を実施させた。さらに、全調査対象者から抽出した 12 名には、バランス能力測定と合わせて、重心動揺の測定を実施させた。なお、事前に本研究内容の説明を口頭で行い、全員から研究の調査対象者となることの同意を得た。

5. 調査項目

①調査対象者の属性

運動プログラム実施前に以下の項目を調査用紙に記入させた。ここで調査した項目は、年齢、性別、所属学部、利き足の 5 項目であった。また、本研究における利き足とは「立位姿勢で前傾になり反射で 1 歩踏み出した足」と定義し、調査用紙の記入前に説明を行った（利き足；左 18 名、右 84 名 / 一般左 7 名、一般右 29 名 / 体育左 11 名、体育右 55 名）。

②試案した運動プログラムに関する調査

後述する JP クッションを活用した運動プログラムについて、課題①から⑥の各運動プログラムの達成度・興味度・難易度について調査した。達成度は、各運動プログラムに対して 2 段階評価（できた／できない）で評価した。また、興味度・難易度は、各運動プログラムに設定された上級課題に対してのみ 5 段階で評価した。なお、興味度の 5 段階評価については、1 を「つまらない」、5 を「非常に楽しい」とした。また、難易度の 5 段階評価については、1 を「簡単」、5 を「非常に難しい」とした。

③運動プログラム実施前後におけるバランス能力調査

各運動の実施前後（Pre-Post）におけるバランス保持時間（最大 30 秒）を測定した。バランス能力調査項目は以下の 4 項目であった。

- (Ⅰ) 床上での開眼片足バランス
- (Ⅱ) 床上での閉眼片足バランス
- (Ⅲ) JP クッション上での開眼片足バランス
- (Ⅳ) JP クッション上での閉眼片足バランス

④重心動揺の測定

調査対象者から 12 名を抽出し、各運動の実施前後（Pre-Post）に重心動揺の測定を行った（図

3). 測定は、バランス能力測定と同様の項目で行った。測定にあたって、今岡ら⁷⁾の報告に則り実施した。分析項目は、外周面積、単位面積軌跡長、総軌跡長、単位軌跡長、さらに重心軌跡図の左右方向の動揺最大値 (X・max)、前後方向の動揺最大値 (Y・max) とした。ただし、JP クッション上での閉眼片足バランスについては Pre-Post とも 30 秒間測定できた 5 名のみを分析の対象とした。

6. 試案した運動プログラムについて

JP クッションの「弾性」や「動揺性」という特性を活用した 6 課題のバランス運動プログラムを試案した。それぞれの運動プログラムには、初級、中級、上級の 3 つのレベルの課題を設定した。なお運動プログラムは、体操分野の専門家 2 名が、秋吉¹⁾を参考に試案した (図 3)。

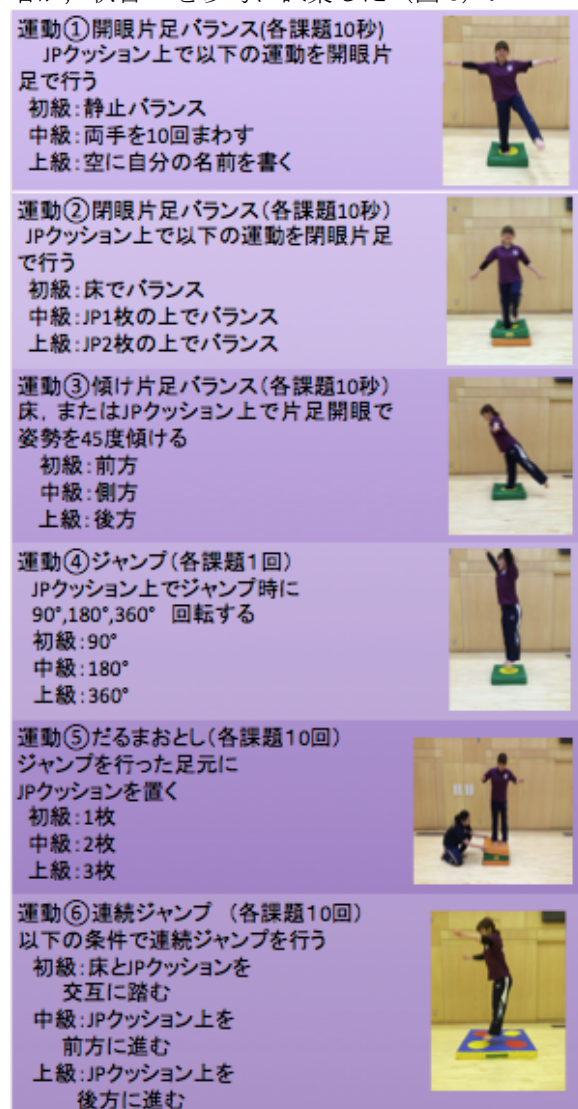


図 3. 試案した 18 種類の運動プログラム

【結果および考察】

1. 試案した運動プログラムに関する調査

①各課題 (初級・中級・上級) における達成度

試案した運動プログラムの達成度について難

易度別にみると、「できた」と回答した者の割合が初級、中級、上級の順に 99.8%, 97.0%, 87.2% と、難易度が高くなるのに伴い達成度は小さくなった。このことから、試案した本プログラムの 3 段階の難易度設定は適切であったと考えられる。

②上級課題における興味度・難易度

興味度、難易度には強い相関性は認められなかったが、ともに課題⑤ (興味度 3.9 ± 0.8 , 難易度 3.7 ± 1.0), 課題② (興味度 3.8 ± 1.0 , 難易度 3.6 ± 1.2) の順で最も高い値を示した。これは、調査対象者が健康な大学生であり、より不安定下での運動を好んだためであると考えられる。

2. 運動プログラム実施前後におけるバランス能力調査

①バランス能力調査

床上での開眼、閉眼、JP クッション上での開眼片足バランスでは統計的な有意差は認められなかったが、JP クッション上での閉眼バランスにおいて統計的な有意差が認められ ($p < 0.05$) バランス保持時間が増加した (表 1)。このことから、本研究の調査対象者にとって試案した運動プログラムは JP クッション閉眼片足バランスでのバランス能力向上に有効であったと考えられる。また、多くの調査対象者が床での開眼、閉眼、JP クッション上での開眼バランスで上限の 30 秒を達成した。この 3 条件での調査は本調査対象者である健康な大学生にとって容易なものであったと考えられる。

表 1. バランス能力調査の測定結果 (秒)

	床 開眼	床 閉眼	JP 開眼	JP 閉眼
pre	30.0 $\pm$ 0.0	29.5 $\pm$ 3.4	29.8 $\pm$ 1.4	19.7 $\pm$ 9.4*
post	30.0 $\pm$ 0.0	29.1 $\pm$ 3.6	29.8 $\pm$ 1.3	22.2 $\pm$ 9.2*

* $p < 0.05$

②JP クッション閉眼片足バランスについて

JP クッション閉眼片足バランスの個別変容では、半数以上の者において即時的効果が認められた (図 4)。ただ、測定項目と類似した運動プログラムを実施したため、その動作や用具の特性になれたことがひとつの要因であったことも推察される。

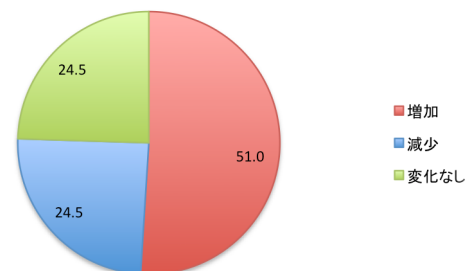


図 4. JP クッション閉眼片足バランスの個別変容比

(n=102) (%)

③一般学生と体育専攻学生におけるバランス測定結果

JP クッション上での閉眼片足バランスを一般学生と体育専攻学生別にみると、運動プログラム実施前では、一般学生の平均値は 17.0 ± 12.1 秒、体育専攻学生の平均値は 19.9 ± 9.2 秒であり、運動プログラム実施後では、一般学生の平均値は 25.0 ± 7.1 秒、体育専攻学生の平均値は、 22.0 ± 9.4 秒であり、それぞれ統計的な有意差は認められなかった。これは、運動プログラム実施前は体育専攻学生が一般学生よりもバランス保持時間が長かったものの、実施後に一般学生は体育専攻学生よりもバランス保持時間が長くなったことを示した（図5）。また、JP クッション閉眼片足バランスの保持時間が増加した者は、一般学生では 63.9%、体育専攻学生では 43.9% であった。このことから、本研究で試案した運動プログラムは、一般学生と体育専攻学生とで、個別変容の比率に差はあったものの、両者に増加したものは多く、一定の即時的効果があったと考えられる。

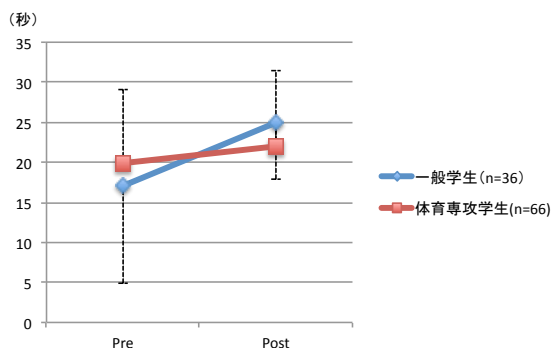


図5. 一般学生と体育専攻学生の JP クッション閉眼片足バランス

3. 運動プログラム実施前後における重心動揺の調査

運動プログラム実施前後において、全バランス測定項目の外周面積、単位面積軌跡長、左右方向の動揺最大値（X-max）、前後方向の動揺最大値（Y-max）において統計的な有意差は認められなかった。しかし、総軌跡長と単位軌跡長において統計的な有意差が認められ、測定値が小さくなる傾向を示した（ $p < 0.05$ ）。このことから、測定時の支持基底面の条件に関わらず、重心の動揺が小さくなる傾向が示唆された。

【結論】

本研究で試案した、アクティブな揺れを誘発する JP クッションを活用したバランス運動プログラムは、大学生にとって興味度、難易度ともに適切であった。さらに、JP クッション上での閉眼片足バランスにおいて即時的な効果が認められた。前述したように、近年、各年代における運動

器の問題にはコーディネーション能力が深く関わっているため、本研究で試案した運動プログラムは、諸問題に貢献することが期待できる。

また、JP クッション上での閉眼片足バランスにおいて、一般学生と体育専攻学生とで、効果の異なる者に差はあったものの、ともに一定の即時的効果が認められた。これらの結果より、試案したバランス運動プログラムは、アスリートや大学生などの若年層を対象とした運動プログラムとして有効であるのではないかと推察される。

【参考文献】

- 1) 秋吉知洋 (2004) : 「立体網状構造体」を用いた運動プログラムのデータベース化への試み, 筑波大学卒業論文
- 2) 荒木秀夫 (2008) : 高齢者の生き生き生活のためのコーディネーショントレーニング—その方法と実践—, 体力科学, 57, p14
- 3) 荒木秀夫 (2009) : 「コ・オーディネーション」から「コ・オーディネーション」へ—コオーディネーショントレーニングの実践—, スポーツ方法研究, 22(2), p139-144
- 4) Blume, D-D (1978) : Zu einigen wesentlichen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten, Theorie und Praxis der Körperkultur, p29-36
- 5) Cone BL, Levy SS, Goble DJ (2015) : Wii Fit exer-game training improves sensory weighting and dynamic balance in healthy young adults, Gait Posture, 41, p711-715
- 6) 檜皮貴子 (2006) : 高齢者を対象とした転倒予防体操の試案, 筑波大学大学院修士論文
- 7) 15. 今岡薫, 村瀬仁, 福原美穂 : 重心動揺検査における健常者データの集計, Equilibrium Res Suppl. 12, p1-84
- 8) 木塚朝博, 鈴木寛康, 長谷川聖修, 白石稔, 山下則之 (2005) : 動揺性弾性体を用いた幼児のバランス能力向上への試み, 日本体力医学会, p551
- 9) 子どものからだと心白書 (2016), 子どものからだと心・連絡会議, p59
- 10) 厚生労働省 (2013) : 国民生活基礎調査, p31
- 11) 日本整形外科学会 ロコモチャレンジ! 推進協議会 (2010) : 第1回ロコモティブシンドローム生活者意識調査, <https://locomo-joa.jp>
- 12) NPO 法人全国ストップ・ザ・ロコモ協議会 http://sloc.or.jp/?page_id=2893
- 13) 鈴木康祐, 中田由夫, 加藤秀典, 田邊裕基, 池淵慎也, 石川公久 (2015) : 重心動揺計を用いた動的バランス能力と年齢の関連, 体力科学, p419-425
- 14) 綿引勝美 (1990) : コーディネーションのトレーニング, 新体育社