

## 高齢者の視機能トレーニングによるバランス力の改善

### Improvement in Ability of Balance of the Elderly Produced by Visual Function Training

石垣 尚 男<sup>†</sup>      吉井 泉<sup>††</sup>      長谷川辰男<sup>†††</sup>

Hisao ISHIGAKI      Izumi YOSHII      Tatsuo HASEGAWA

#### Summary

The purpose of this study is to determine whether it affects the ability to balance training visual function. Average age of 67.3 years elderly participated in the training. The average age of non-training group of 14 persons was 70.5 years.

Visual function training was performed using game machines. The training groups received a 15 minute training session per day once a week or 3 times a week for 3 continuous months.

Body Sway, one leg standing with eyes open, 10m walk test was used as an indicator of balance ability. Body sway was measured by the closed eyes, and eye-opening for one minute. Other, Functional visual field, Eye movements were measured.

The main results are as follows:

Results of three months training, visual function of the training group was improved significantly. Improvement of visual function was about 10%.

Ability to balance the left and right of the training group has been improved significantly. Non-training group were not significant. Other parameters of body sway did not improve significantly.

The Functional visual field and Eye movements had no significant improvement. However, the results of the training was inferred by the game machine of three months, and the wider field of view of the training group as a reason for that visual function was improved.

Speculated that improvement of the ability of peripheral vision to recognize the horizontal, and was related to the improvement of balance. In this study, showed that the ability to balance is improved by training in visual function.

#### 1. はじめに

総務省統計によれば、2011年9月15日現在の65歳以上の高齢者は2980万人で総人口に占める割合は23.3%であり、我が国は世界に先駆け超高齢化社会を迎えている。

高齢者の転倒は寝たきりにつながる危険性があり寝たきりはただちにQOLの低下を招来する。そこで転

倒を回避するために高齢者に対してバランス力向上のための身体運動を中心としたバランストレーニングが試みられている<sup>1) 2) 3)</sup>

身体の平衡性は前庭迷路系、視覚系、体性感覚系などの統合・調節により保持されている。これら受容体の障害や刺激の遮断はバランス力を低下させる。視覚系では中心視機能より周辺視機能が平衡性保持に重要である。

静的バランス保持に周辺視機能が関与していることは古くから知られている<sup>4)</sup>。石垣<sup>5)</sup>は周辺視野を遮蔽するゴーグルを使用し、遮蔽される周辺視野面積が増えるに従い重心動揺が増加することから、

<sup>†</sup> 愛知工業大学（豊田市）

<sup>††</sup> 大阪府立大学高等教育推進機構（堺市）

<sup>†††</sup> 帝京科学大学医療科学部（上野原市）

周辺視野がバランス保持に関与していることを明らかにしている。周辺視野の関与については現在でも様々な手法で研究が継続されている<sup>6)</sup>。

高齢者の場合、有効視野が狭い<sup>7) 8) 9) 10)</sup>ことが明らかにされている。有効視野は中心視に負荷がかかった場合、周辺での認知が低下する現象である。高齢者の場合、中心視処理には年齢による大きな差はないが、中心視に負荷が加わった場合、また、周辺に予測困難な対象が提示される場合に視野が狭くなるとされている<sup>10)</sup>。

静的バランス保持に周辺視が関与していることから、高齢者の周辺視の能力をトレーニングにより向上させることができればバランス力が改善するのではないかと考えられる。高齢者のバランス力向上は身体機能のトレーニングが中心である。仮に周辺視機能の向上によりバランス力が改善するのであれば身体運動によらず向上が期待できることになり、身体運動が十分できない高齢者にとって有益である。

本研究は視機能トレーニングにより周辺視機能を向上させることで静的バランス力が改善されるかを明らかにすることが目的である。

## 2. 方法

### 1) 被験者

被験者は S 市高齢者福祉課の公募によりボランティアとして志願した。志願の時点で研究趣旨を説明しトレーニング群と非トレーニング群に希望で群分けした。その結果、トレーニング群 12 名 (67.3 歳±4.1 歳 男性 3 名, 女性 9 名)、非トレーニング群 14 名 (70.5 歳±5.4 歳 男性 7 名, 女性 7 名) が対象となった。本研究の目的を説明し同意する署名を得た。

### 2) バランス力の指標

以下の 3 つを指標とした。

#### (1) 重心動揺

重心動揺計グラビコーダー GP-7 (アニマ社) を用い、被験者の 3m の前方に固視点 (3cm×3cm の黄色テープ) を設け、開眼で 1 分間、30 秒休憩の後、閉眼で 1 分間計測した。

#### (2) 開眼片足立ち

120 秒を上限として 3 回測定し、平均値を用いた。

#### (3) 10m 歩行

10m 歩行の秒数を歩行測定器 (ヤガミ) で 0.1 秒まで測定した。3 回の平均値を用いた。

### 3) 視機能の測定項目

ニンテンドー DS「見る力を実践で鍛える DS<sup>メガカラ</sup>トレーニング」の中の以下の 3 つの種目を使用した。

#### (1) ナンバータッチ

画面上に 1~20 の数字がランダムに表示されており、被験者は 1 から順に 20 までスティックでタ

ッチする。20 までタッチすると新たな 1~20 の画面が表示されるが、数字の反転、色表示により、より難しい設定になっている。規定時間内にタッチできた数を 100 点満点で表示する。ディスプレイ全体を素早く探索することにより、全体を広く見る能力や眼球運動などが向上するものとする。

#### (2) 上下 C

上と下のディスプレイに同時に一瞬だけランドルト環が表示され、直後に消える。被験者は上と下のランドルト環が同一であれば O を、違っていたと判断すれば X をスティックでタッチして回答する。ランドルト環の方向は上下左右の 4 方向である。10 回提示され 100 点満点で表示される。上下のディスプレイを周辺視で同時に見ることにより視野の拡大が期待できる。

#### (3) トリプル C

上と下のディスプレイにランドルト環が 1 個ずつ、計 3 個提示された後に消える。被験者は提示された順にランドルト環の切れ目の方向をスティックでタッチして回答する。ランドルト環の方向は上下左右の 4 方向である。10 回提示され 100 点満点で表示される。上下のディスプレイにランダムに出るランドルト環を識別するために眼を素早く動かさなければならないことから眼球運動の向上に繋がるものとする。

上記 (1) ~ (3) を通して対象を中心視しながら周辺視で視対象を認知する能力、すなわち有効視野を拡大させるために設定した。

## 4) トレーニング

### (1) トレーニング頻度

1 日のトレーニングは上記 3 種目を 1) ~ 3) の順で 3 回行うものである。所要時間は約 15 分である。3 回連続しても分割して行ってもよいとした。トレーニングの時間帯および曜日は指定しなかった。なお、ソフトに含まれる他のトレーニング種目はやらないように指示した。

### (2) トレーニング期間

上記頻度で 3 ヶ月 (13 週間) 行った。トレーニング期間は 2011 年 9 月~12 月である。

### (3) トレーニング場所

DS およびソフトを被験者に貸与し、被験者は自宅でトレーニングを行った。家庭内のトレーニングの場所は静かに集中できる場所で行うように指示した。

### (4) 記録

被験者はトレーニングした都度、記録表に記入し

た。

## 5) その他の測定

### (1) 有効視野測定

パワーポイントを使用しスクリーンにプロジェクトした。黒い背景の中央に黄色で 2 桁の数字が 500msec 間提示され、同時に周囲に緑色の○が 10～15 個程度、黄色の 1 桁の数字が 2 個提示される。被験者は中央の 2 桁の数字とともに、周囲に提示された 2 つの数字を認知するのが課題である。被験者は中央の 2 桁の数字、周囲の 2 つの数字、計 3 つを用紙に記入する。3 つ正解を正答とした。1 回～10 回は中央の数字を 2 桁とし、11 回～20 回は 3 桁とした。これを 20 回提示し正答数を指標とした。

### (2) 眼球運動測定

パワーポイントを使用しスクリーンにプロジェクトした。黒い背景の左右端に交互に黄色の□が 500msec され、その中に 1 ケタの数字が 1 個記入されたものと、記入されていない□が提示される。□が左右に交互に計 10 回提示されるのが 1 セットである。1 セットには数字が記入されている□が 1～3 個含まれている。被験者は左右に交互に提示される□の中の数字を用紙に記入する。これを 20 セット提示し、正答数を指標とした。

上記 (1), (2) の測定は DS によるトレーニングがこれらの測定にも波及するかを確認するために行ったものである。(1), (2) の測定とも被験者から距離約 5m のスクリーンに 3m×2.2m の大きさに提示した。

### (3) アンケート

トレーニング群にはトレーニング期間終了後にアンケートを行った。アンケートの内容は以下である。

- ・メチカラトレーニングの感想  
(非常に楽しかった, 楽しかった, どちらかといえば楽しくなかった, まったく楽しくなかった)
- ・3カ月のトレーニングによってトレーニング後はどのように感じるか  
(強く思う, そう思う, どちらとも, そう思わない, まったくそう思わない)
  - ・つまづかなくなった
  - ・バランスがよくなった気がする
  - ・新聞や本を以前よりよく読むようになった
  - ・新聞や本を読むスピードが速くなった
  - ・自分に自信が持てた気がする
  - ・車の運転でまわりをよく見るようになった
  - ・クイズ番組の回答が早くなった

## 6) 測定時期

トレーニング群, 非トレーニング群とも 2012 年

9 月と 12 月に同一施設, 同一時間帯に測定を行った。

## 3. 結果

### 1) 視機能のトレーニング効果

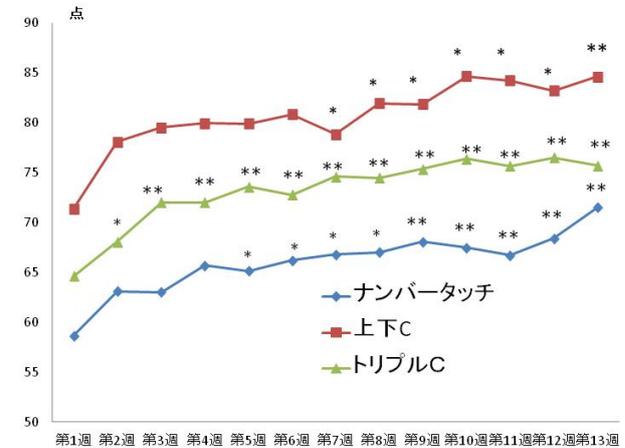


図1 各種目のトレーニング効果  
第1週との有意差 \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

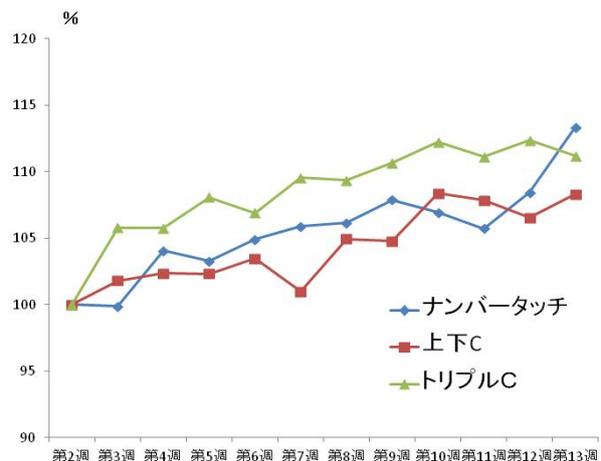


図2 第2週を100%としたときの各種目の向上率

図1はトレーニング群の3ヵ月間の得点の推移である。週3回の得点を平均し、1週間ごとに表示した。3種目ともトレーニングの経過にともない有意に向上した。各種目とも一要因分散分析で主効果が有意であったため、下位検定をFisherの最小有意差法で行い、第1週と各週との間で有意差があった週を図に示した。ナンバータッチは第5週以降、トリプルCは第2週以降、上下Cは第7週以降有意差があった。

第1週から第2週の向上はトレーニングに不慣れたための慣れによる向上と考え、第2週を100%とした向上率で示した(図2)。各種目とも約10%の向上があった。

### 2) バランス力の結果

(1) 重心動揺, 開眼片足立ち, 10m歩行

表1 トレーニング群のトレーニング前後の重心動揺等の比較

		重心動揺総軌跡長(cm)		外周面積(cm <sup>2</sup> )		左右軌跡長(cm)		前後軌跡長(cm)		開眼片足立ち(秒)	10m歩行(秒)
		開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼		
トレーニング前	平均	79.1	97.0	3.0	2.8	45.6	53.2	54.3	69.1	53.8	7.6
	SD	20.4	32.0	1.9	1.7	15.2	19.7	14.5	26.6	42.9	1.1
トレーニング後	平均	76.1	101.3	3.0	3.1	* 41.9	54.1	53.9	73.4	* 73.0	** 7.0
	SD	18.0	36.9	1.5	1.8	17.4	24.0	10.4	29.1	43.0	1.0

表2 非トレーニング群のトレーニング前後の重心動揺等の比較

		重心動揺総軌跡長(cm)		外周面積(cm <sup>2</sup> )		左右軌跡長(cm)		前後軌跡長(cm)		開眼片足立ち(秒)	10m歩行(秒)
		開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼		
9月	平均	104.0	155.7	3.6	6.2	56.7	83.4	70.1	110.3	34.9	7.6
	SD	39.0	103.6	2.3	7.8	27.8	50.3	28.1	91.1	37.3	1.6
12月	平均	109.9	152.2	3.7	4.6	64.0	85.5	74.5	106.3	* 44.0	7.2
	SD	37.7	71.7	1.5	3.1	26.4	38.7	28.3	60.2	34.3	1.1

表1, 表2にトレーニング群, 非トレーニング群の重心動揺等の結果を示す. 重心動揺では総軌跡長, 外周面積, 左右軌跡長, 前後軌跡長を比較した. 重心動揺ではトレーニング群の開眼時の左右軌跡長のみが有意に短縮した. 左右軌跡長は被験者 12 名のうち 9 名が短縮した. 他の項目には有意差がなかった. 他にトレーニング群の開眼片足立ち, 10m歩行に有意差があった. 非トレーニング群では開眼片足立ちのみが有意であり, 他の項目には有意差がなかった.

3) その他の結果

(1) 有効視野, 眼球運動

トレーニング群, 非トレーニング群とも有効視野, 眼球運動に有意差がなかった.

(2) アンケート

トレーニング群のアンケートのうちバランス力に関係するものとして「つまずかなくなった」については, そう思う 3 名, どちらとも 8 名, そう思わない 1 名であった. また, 「バランスがよくなった気がする」では, 強くそう思う 1 名, そう思う 4 名, どちらとも 7 名であった.

また「自分に自信がもてた気がする」では強くそう思う 2 名, そう思う 3 名, どちらとも 7 名であった.

4. 考察

本研究は 3 ヶ月の視機能トレーニングにより周辺視機能を向上させることで静的バランス力が改善するかを明らかにすることが目的である.

重心動揺では 3 ヶ月のトレーニングによりトレーニング群の開眼における左右軌跡長が有意に短縮した. 12 名の被験者のうち 9 名が短縮した. 閉眼では短縮しなかった. このことからトレーニングは視覚系へ関与し, 前庭迷路系, 体性感覚系へは影響しなかったことを示唆する.

左右軌跡長は短縮したが, 前後軌跡長は短縮しなかった. これは固視点との距離が 3m と一定であったためではないかと考えられる. 固視点が前後に移

動する, あるいは立体であればあるいは前後へのバランスも向上したかもしれない. 前後軌跡長が短縮しなかったことで, 総軌跡長, 外周面積も有意でなかったことが考えられる.

さらにトレーニング群の開眼片足立ちが有意に向上したが, 非トレーニング群も向上したのでトレーニング効果とすることはできない.

トレーニング群は 10m歩行時間が短縮したが, 非トレーニング群は短縮しなかった. このことからバランスの改善が歩行速度を速めたことが考えられる. 猪飼ら<sup>11)</sup>は歩行能力とバランス機能の関係について, 高齢者では歩行能力は静的・動的バランス機能に影響されるとしている. このことから左右へのバランスの改善が歩行速度を速めたとも考えられる.

しかし, アンケート結果にみるように自分に自信が持てた気がするという回答が 12 名中 5 名いることから, 3 ヶ月のトレーニングの達成が意欲的な行動につながり, それが測定時の歩行速度を速めたことも考えられ, ただちにトレーニング効果とすることはできない.

1 日 15 分, 週 3 回, 3 ヶ月のトレーニングの結果, DS メジカラトレーニングの得点は約 10% 向上した. この向上率<sup>9)</sup>は高齢者を対象としたこれまでのトレーニングとほぼ同様である.

しかし, トレーニングの波及効果をみるため設定した有効視野, 眼球運動では有意な向上がなかった. この理由として, 問題の難易度が易しかった, スクリーンとの距離が適切ではなく強い負荷にならなかったなどが考えられ, 適切な測定法ではなかった可能性がある.

しかしながら, 有効視野については今回と同じ課題, 同じ条件で行った先の研究<sup>9)</sup>では, 24 名のトレーニング群に有意な差があった. さらにトレーニング前後の平均値の差は今回とほぼ同じであったことから, 今回の被験者が 12 名と少なかったことが有意差がなかった理由とも考えられる. いずれにしろ本研究では視機能トレーニングによって有効視野が広がるという結果とならなかった.

有効視野には有意に波及しなかったが DS で測定

した視機能には約 10%の向上があったことから、3 ヶ月のトレーニングによって被験者の視野が拡大したのではないかと推測する。

視野の拡大とバランス力の改善の機序は不明であるが、周辺視からの情報、とくに水平に関する視覚情報の受容精度が高まり、それが左右へのバランスを改善したのではないかと考える。今後、視野の拡大とバランス力向上の関係を明確にする研究が必要である。

## 5.要約

平均年齢 67.3 歳の高齢者 12 名を対象として DS を使用した 1 日 15 分、週 3 回、3 ヶ月の視機能トレーニングにより静的バランス力が向上するかを目的として研究を行った。その結果、以下の知見が得られた。

①3 ヶ月のトレーニングにより視機能は約 10%向上し、これまでの結果とほぼ同様の向上率であった。

②重心動揺ではトレーニング群の開眼における左右軌跡長が有意に短縮したことから左右へのバランス力が改善する結果が得られた。閉眼では短縮しなかったことからトレーニングによるバランス力の改善には視覚情報が関与していることを示唆した。

③バランスに関与する周辺視情報の指標として有効視野を測定したが、トレーニングによる有意な差がなかったが、被験者の周辺情報、とくに水平情報の受容能力が向上し、それが左右バランスの改善に寄与したのではないかと推測した。

## 参考文献

- 1) 宮島多映子「高齢者の転倒予防の下肢筋力トレーニング機器を用いた運動プログラムの開発と有効性-下肢筋力トレーニング機器を用いた運動プログラムの安全性および効果-」, 日本福祉工学会誌, Vol. 13, No. 1, 2-7. 2011.
- 2) 北村隆子, 岡本秀己「地域高齢者に対する転倒予防のためのフットケア習得に向けた健康教室の効果」, 人間看護学研究, No. 9, 75-81, 2011.
- 3) 平瀬達哉, 井口茂, 中原和美, 松坂誠應「在宅虚弱高齢者に対する異なる運動介入が身体機能に及ぼす経時的変化について -バランス運動と筋力増強運動での検討-」, 理学療法科学, Vol. 26, No. 1, 1-5, 2011.
- 4) J. Dickinson and J. A. Leonard: The role of peripheral vision in static balancing. ERGONOMICS, 10(4), 421-429, 1967.
- 5) 石垣尚男「重心動揺に関与する周辺視機能について」, 愛知工業大学研究報告, 第 20 号 A, 1985.
- 6) 小谷恵美, 鈴木直人「中心視野情報と周辺視野情報が姿勢制御に及ぼす影響」 Equilib Res, Vol. 61 No. 4, 210-215, 2002.
- 7) 上村一貴, 山田実, 永井宏達, 森周平, 市橋則明「高齢者の機能的視野は運動中に狭窄する-中心・周辺視野における反応時間の分析による検討-」, 理学療法科学, Vol. 38 大会特別号, 2011.
- 8) 石垣尚男「高齢者の視機能トレーニングによる日常生活行動の改善」, 愛知工業大学研究報告, No. 46. 235-239, 2011.
- 9) 藤田佳男, 三村将, 山本吾子「高齢者の有効視野と運転適性の関連」, 認知神経科学, Vol. 13, No. 2, 185, 2011.
- 10) 三浦利章, 石松一真「高齢者と運転 -高齢者の認知機能-視覚的注意・有効視野を中心として-」, 老年精神医学雑誌, Vol. 16, No. 7, 785-791, 2005.
- 11) 猪飼哲夫, 辰濃 尚, 宮野佐年「歩行能力とバランス機能の関係」, リハビリテーション医学, Vol. 43, 828-833, 2006.

(受理 平成 24 年 3 月 19 日)