

国際医療福祉大学審査学位論文（博士）

大学院医療福祉学研究科博士課程

新たに考案したDiamond Stepsのバランス評価指標  
および練習課題としての検証

平成30年度

保健医療学専攻・理学療法学分野・基礎理学療法学領域

学籍番号：16s3031

氏名：邵 双燕

研究指導教員：丸山 仁司 教授

副研究指導教員：小野田 公 講師

# 新たに考案した Diamond Steps のバランス評価指標および

## 練習課題としての検証

著者：邵 双燕

### 要旨

**【目的】** 多くのバランス要素を含めた評価テストを考案，信頼性と妥当性を検討，バランス練習に応用，効果を検討した。

**【対象と方法】** 対象は 145 名の健常者であった。Diamond Steps Test (DST) とは，菱形のステップ (Diamond Steps, DS) を歩いた歩数又は時間を測定するテストである。30 秒間で歩いた DS の回数 (30DS)，5 回 DS を歩く際に必要な時間 (5・DS)，順回りしてから逆回りの DS を 1 回歩く際に必要な時間 (LRDS) の 3 方法がある。

**【結果】** 3 方法とも，ICC が 0.85～0.96 と有意に高値を示した。30DS は運動機能や反応的姿勢制御，予測的姿勢制御，動的安定性，5・DS は静的安定性や運動機能，安定性限界，予測的姿勢制御，動的安定性，感覚機能，LRDS は静的安定性や運動機能，安定性限界，予測的姿勢制御，動的安定性，感覚機能とのバランス要素を含んでいる。DS は練習方法としての長期効果と維持効果が有意に認められた。

**【結語】** DST はバランス評価方法としての信頼性と妥当性があり，DS 練習はバランスの向上に有用である。

**キーワード：** Diamond Steps Test (DST)，バランス評価テスト，信頼性と妥当性，バランス練習

# Balance evaluation index of newly devised Diamond Steps and Verification as practice task

Author : SHAO SHUANGYAN

## **Abstract**

**[Objective]**The objective of this thesis is to develop an evaluation test including many balance elements, verified reliability, validity, applied to balance practice and then examined the effect.

**[Subjects and Methods]**Three linked studies were conducted with total 145 healthy participants. Diamond Steps Test (DST) is a test that measures the number of steps or time walking in the diamond steps (DS). There are the following three methods for DST : the number of DS walked in 30 seconds (30DS), the time required to walk 5 times DS (5 • DS), and the time required for walking the DS in reverse after once walking (LRDS).

**[Results]**The ICC of the three methods showed a significantly high value of 0.85 to 0.96. 30DS include underlying motor systems, reactive postural control, anticipatory postural control, dynamic stability ; both 5 • DS and LRDS include static stability, underlying motor systems, functional stability limits, anticipatory postural control, dynamic stability, sensory integration. DS was significantly determined long-term effect and maintenance effect as a practice method.

**[Conclusion]**DST has reliability and validity as a balance evaluation method, DS practice is useful for improving balance ability.

**Key words** : Diamond Steps Test (DST), balance evaluation test, reliability and validity, balance practice

# 目次

<b>第1章 序論</b> .....	<b>6</b>
1.1 本研究の背景.....	7
1.2 本研究の目的.....	8
1.3 倫理的配慮.....	8
<b>第2章 Diamond Steps Test (DST) について</b> .....	<b>9</b>
2.1 定義.....	10
2.2 DST を考案した背景とその設定.....	10
2.3 DST の歩き方と測定.....	12
2.4 DST の特徴.....	12
<b>第3章 DST の測定信頼性について</b> .....	<b>13</b>
3.1 諸言.....	14
3.2 対象と方法.....	14
3.2.1 対象.....	14
3.2.2 方法.....	14
3.3 結果.....	15
3.4 考察.....	17
3.5 結語.....	17
<b>第4章 DST の妥当性について</b> .....	<b>18</b>
4.1 緒言.....	19
4.2 対象と方法.....	19
4.2.1 対象.....	19
4.2.2 方法.....	19
4.3 結果.....	20
4.4 考察.....	25
4.5 結論.....	26
<b>第5章 DS は練習方法としてのバランス向上効果について</b> .....	<b>27</b>
5.1 緒言.....	28
5.2 対象と方法.....	28
5.2.1 対象.....	28
5.2.2 方法.....	28
5.3 結果.....	31

5.4 考察.....	42
5.5 結論.....	44
<b>第6章 総括.....</b>	<b>45</b>
6.1 本研究の結論.....	46
6.2 本研究の意義（有用性）.....	46
6.3 本研究の限界と今後の展望.....	46
<b>謝辞.....</b>	<b>48</b>
<b>文献一覧.....</b>	<b>49</b>

## 第 1 章 序論

## 1. 1 本研究の背景

現在、内閣府が発表した「平成 29 年版高齢社会白書（全体版）」の高齢化の国際的動向<sup>1)</sup>によると世界中が高齢或いは超高齢社会に進んでいる。全般的にみると先進諸国のほうが高齢化率は高く、開発途上地域においても急速に進展することが見込まれている。高齢化が進んでいる社会、そして家庭において最も重要な課題となるのは、いかに健康寿命を延長するかということである。厚生労働省「国民生活基礎調査」<sup>2)</sup>によると 65 歳以上の要介護者は介護が必要となった主な原因は、第 1 位は 24.6%の「その他・不明・不詳」を除き、第 2 位の「脳血管疾患（脳卒中）」が 17.2%、第 3 位の「認知症」が 16.4%、第 4 位の「高齢による衰弱」が 13.9%、第 5 位の「転倒・骨折」は 12.2%である。つまり、要介護となった原因は、明確とした約 75%の原因疾患のうちに約 16%が「転倒・骨折」である。さらに、「転倒・骨折」の男女別からみると男性では 14.1%（第 5 位）、女性では 17.6%（第 3 位）となっている。要介護の状態となることにより経済的にも大きな負担が生じたと報告されている<sup>1)</sup>。骨折は、高齢者の要介護の状態となる大きな原因の一つであり、その直接の受傷起点としては転倒が最も多く、およそ 80%を占めている<sup>3)</sup>。

国内外で報告されている転倒予防目的の介入方法は、①運動介入（筋力増強訓練、バランス訓練、歩行訓練、柔軟訓練など）、②運動以外の介入（服薬指導、食事指導、環境準備、行動変容のための教育など）、③多角的な介入（運動・運動以外の介入に加えて、身体・知的機能、環境、医学的評価に基づいた対策）などがある<sup>4)</sup>。現段階でガイドラインに推奨されている転倒予防の有効な方法は、多角的介入がグレード A である<sup>4)</sup>。そのうち、我々理学療法士が直接介入できるのは多角的な介入に含まれる運動であり、本研究はその運動に含まれるバランス訓練に注目した。有効なバランス訓練を取り組むために、まず有効なバランス評価を行うことが必要である。

Sibley ら<sup>5)</sup>が細分化したバランスシステム論では、バランス評価は①静的安定性、②運動機能、③安定性限界、④垂直性、⑤反応的姿勢制御、⑥予測的姿勢制御、⑦動的安定性、⑧感覚統合、⑨認知的影響と 9 つの要素が含まれると提唱した。静的安定性とは、立位の姿勢が変化しても、安定して支持基底面内に重心を維持させる能力である。運動システムとは、運動を行うのに必要な筋力と協調性である。安定性限界とは、支持基底面内で重心を前後左右に可能な限り動かせる能力である。垂直性とは、床面が傾いても重力方向へ適切に姿勢を修正する能力である。反応的姿勢制御とは、外力に対して支持基底面内に重心を維持させ、安定性を保つ能力である。予測的姿勢制御とは、随意運動に先行して重心を移動させる能力である。動的安定性とは、変化する基底支持面に重心を継続的にコントロールする能力である。感覚統合とは、環境に合わせる視覚、前庭感覚、体性感覚という感覚情報の重み付けする能力である。認知的影響とは、認知が付加されても姿勢の安定性を維持する能力である。

Sibley ら<sup>5)</sup>は、1946～2014 年に論文で報告した 66 個のバランス評価方法をこのシステム論に該当させた。代表的なバランス評価として使われているものを挙げてみた。Timed up and go test（以下 TUG）は、運動機能・予測的姿勢制御・動的安定性と 3 つのバランス要素があり、Functional reach test（以下 FRT）は運動機能・安定性限界と 2 つの要素、片足立位保持は静的安定性・運動機能と 2 つの要素、Berg Balance Scale（以下 BBS）は、垂直性・反応的姿勢制御・認知機能以外の 6 つの要素を含んでいる。Sibley らが考案した Balance Evaluation Systems Test（以下 BESTest）以外は、いずれも部分的しか評価できないことが分かった。また、TUG と FRT は臨床でよく使われ

ているが、評価法としての感度や特異度が報告により異なることが指摘されている<sup>6~9)</sup>。BBSは測定に15分程度を要し、実用性の面では測定時間の長さ<sup>10)</sup>、容易な運動課題において天井効果を生じることが報告されている<sup>11, 12)</sup>。

望月ら<sup>10)</sup>は、バランスに関する研究を行ったことがある理学療法士を対象に臨床的バランス能力評価指標に対するアンケート調査を行った。アンケート調査の結果は、測定時間の短いことや結果の客観性、臨床的意味などが重視されると報告した。総合的にバランスを評価するBBSとBESTestは、測定にあたり道具の準備と測定項目が多い上に測定時間が30分程度を要する。改定版のMini-BESTest（以下BEST）でも15分程度が必要である<sup>5)</sup>。また、中高年者のバランス能力の評価においては従来の前後方向のみではなく、後方や後斜方への下肢リーチ動作にも注目する必要があると述べている<sup>13, 14)</sup>。斜め方向の姿勢制御を評価するテストとしてStar excursion balance test（以下SEBT）<sup>15)</sup>があり、片足立ちにて各方向の下肢リーチ距離を計測し、下肢の怪我と捻挫による障害のリスクを予測・評価するものである。しかし、バランスシステム論<sup>5)</sup>により、SEBTは静的安定性・運動機能・安定性限界・予測的姿勢制御と4つのバランス要素しか含まれていないことが分かった。

高齢社会を背景とし、バランスに関する評価テストの現状により、実用性の高い、簡便に測定できる多くのバランス要素を評価できる指標を開発する余地がある。さらにそれらのバランス要素を高める方法も必要だと考えた。展望として、新しいバランステストや練習方法を考案することによりバランスが向上し、転倒・骨折による要介護状態を減少させ、健康寿命を延長する一助になると考えた。

## 1. 2 本研究の目的

本研究では、多くのバランス要素を評価できるバランステストを考案し、さらにそれらのバランス要素を向上させる練習方法について検討した。

目的は実用性の高い、簡便に実施できる、多くのバランス要素を評価・向上できる方法を作り出すこととした。

## 1. 3 倫理的配慮

本研究に含まれる3つの研究において、すべては国際医療福祉大学の倫理審査委員会の承認を得た（16-Io-164, 16-Io-219, 18-Io-21）。対象者の方々に、研究の目的と方法、研究協力に参加の自由意思、途中で協力を中断しても不利益を生じないこと、プライバシーの保護などについて十分に説明し、同意の承諾を得た。



## 第2章 Diamond Steps Test について

## 2. 1 定義

本研究は、著者が Diamond Steps Test（以下 DST，日本語名：ダイヤモンドステップテスト）を考案した。DST とは、頂点 60 度と 120 度で、一定の辺の長さ（身長×0.5）の菱形を歩く時の歩数、または実施時間の測定である。

DST に用いられる菱形のことを Diamond Steps（以下 DS，日本語名：ダイヤモンドステップ）という。その簡易図は図 2.1 に示す。

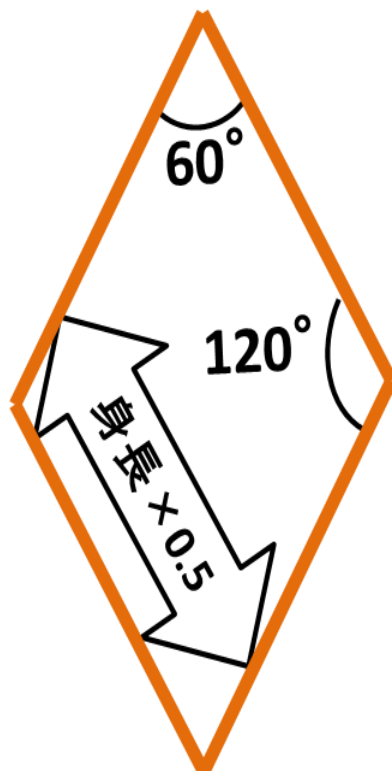


図 2.1 DST に用いる DS の簡易図

DST の測定には、3 つの測定法がある。DS の 4 つの角（頂点）を揃え型でのステップ動作を実施し、1 周することを 1 回とする（歩き方の詳細は、下記 2.3 で記載）。30 秒間で歩いた DS の回数を 30 秒 DS（以下 30DS）といい、単位は回である。5 回 DS を歩くに必要な時間を 5 回 DS（以下 5・DS）といい、単位は秒である。利き足側から 1 回 DS を歩いてから非利き足側から 1 回 DS を歩く（つまり、順回りと逆回りの DS を 1 回歩く）に必要な時間を正反 DS（以下 LRDS）といい、単位は秒である。

## 2.2 DST を考案した背景とその設定

DST を考案した背景としては、斜め方向の要素がバランスに何か関連しているのではないかと疑問を持っていた。リハビリテーションの現場では、バランス評価・練習そして応用歩行において、TUG や継ぎ足歩行・横歩き・後ろ歩きなど、前後と左右方向が多くみられる。斜め方向の要素がバランスと関係ないかと疑問を持っていた。そこで斜め方向のクロスステップ練習を考案し、練習する前後にバランス評価を行った。結果、練習前と比べバランスの向上がみられた。但し、斜め方向のクロスステップは、難易度が高く、場合によって特に高齢者の場合では転倒のリスクも高

いと思われる。試行錯誤した結果、往復の斜め方向のステップを連続して歩けるように考案したのが菱形のステップであり、Diamond Steps (DS) と名付けた。その後、DS の辺の長さや角度について先行文献などを調べた。

DST に用いる DS は、辺の長さや角度を測定者に合わせて決定する必要がある。DS の辺の長さの決定には、(身長×0.5) の計算式を用いた<sup>16,17)</sup>。この歩幅は、普段の日常生活でみられる歩幅よりも大きく、よりバランス能力が必要であるためバランス能力を見分けるには有用であると考えた。DS の角度に関しては、先行文献<sup>18)</sup> では前方 (0 度)、前方内側 30 度、前方外側 30 度、横方向 90 度、後方 (180 度) の角度でスタートしたステップを検討した結果、前方内側 30 度 (以下 30 度) からのステップでは予測的姿勢制御を誘発しやすいという結論を示していた。予測的姿勢制御がバランスに関わる重要な要素である。この予測的姿勢制御が誘発されやすい 30 度を DS に取り組んだ結果、DS の頂点を 60 度と 120 度とした。この DS の 60 度の頂点から縦方向に 1 周進むと、前後左右のステップがいずれも 30 度で移動することが可能である。

DS の作成には、身長に対応できる DS 用のメジャーを作成した。身長による辺の長さに対応するために身長 130 cm~200 cm を想定した。辺の長さを四捨五入で最小単位が 1 cm 刻みに算出した。そして、算出された値を使用し、菱形の長・短対角線の長さを角度 30 度の三角関数により算出した<sup>19)</sup>。最後に、正確かつ便利に DS を作成するため、長・短対角線が交叉する中心の 1/2 の数値を計算し、その数値を身長の数字でメジャーに記載しておいた (図 2.2)。



図 2.2 DS 用のメジャー

DS 作成時に DS の中心位置を最初に設定する。中心位置から直角に交叉するようにメジャーから対象者の身長 (数字) を探し出し、大きさが約 2×2 cm のビニールテープ或いは直径 2 cm のポイン

トシールを使用し、床にマークする。図 2.3 は、対象者の身長に合わせて作られた DS（青と赤のシールは 2 人分）である。よって、対象者の身長に合わせて DS を作成することが可能である。

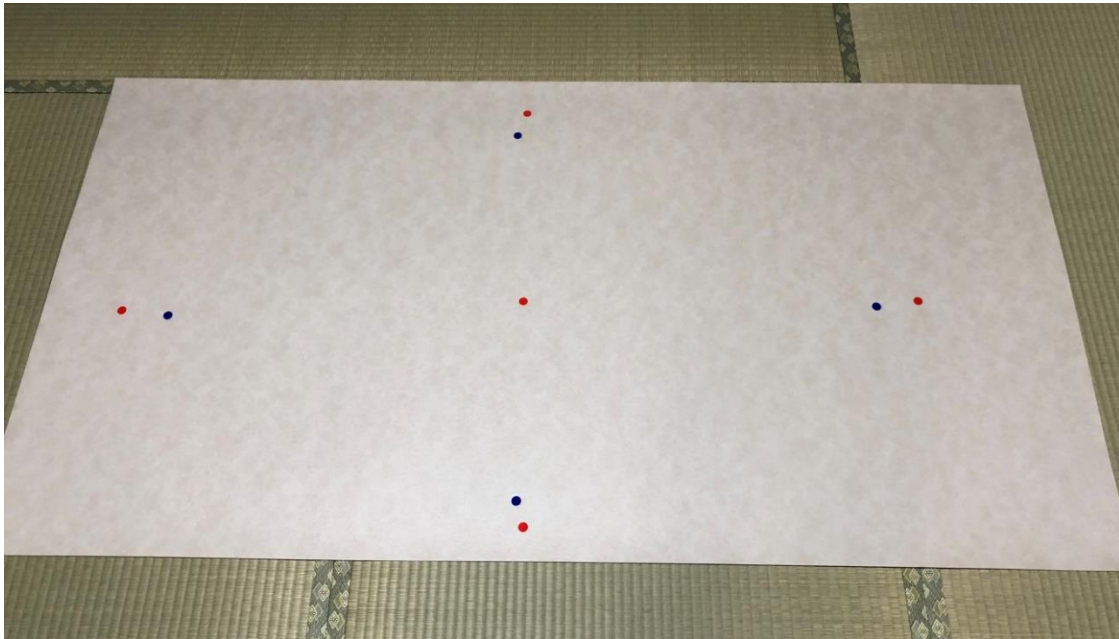


図 2.3 対象者の身長に合わせて作られた DS

### 2.3 DST の歩き方と測定

測定者は、DST 実施時に上記のように対象者の身長に合う DS を作成し、歩き方を教示・説明する。歩き方は、歩き始めに利き足側から踏み出し（右利きは反時計回り、左利きは時計回り）、各角（頂点）で両足が揃える。次の角に進む時は足がクロスしないように、その角に近い側の足を先に踏み出すこととした。揃えてきた足の足底が全面接地することを説明し、荷重量については言及しなかった。歩く際に体幹が常に前方へ向き、角が両足の中心になるように目視しながら歩くように説明した。歩行速度は、転倒しない程度で最速とした。

計数方法は、4 つの角（頂点）を歩き終わる 1 周を 1 回とし、各角を 1/4 回とした。両足が角から大きく離れた際は、1/4 回を減数した。ステップを実施する上で、頂点から縦は足長の 1/2 以上、横は片足の最大の横幅を超えること、また両足が揃えてくる場合は歩隔（左右両足の間の間隔／距離）が 10 cm 以上にならないように指示する。

測定の開始前に口頭説明をしながら実際の動作を教示した。なお、利き足の判定は、ボールを蹴る足、より器用に動く足とした<sup>20)</sup>。

### 2.4 DST の特徴

DST の特徴は、前後左右の斜め方向により多方向の移動であり、多くのバランス要素を含んでいる。対象者の身長に合わせて移動距離を設定するため個人差がなく、身長で補正、標準化した測定法である。測定機器の準備が少なく、0.9~1.7 m<sup>2</sup> のスペースで測定が可能のため簡単な測定法である。測定機器が少なく、短時間で測定することが可能なため低コストである。

### 第3章 DSTの測定信頼性について

### 3.1 緒言

第2章では、DSTの定義・考案・実施方法・特徴について述べた。それらを基準にして、DSTがバランステストとして用いることができるかを検討していた。

本章の目的は、DSTの新たなバランス評価方法としての測定信頼性と測定回数を検討することにした。

### 3.2 対象と方法

#### 3.2.1 対象

対象は、健常若年者16名とした。対象者は、本学の学生であり、研究協力の募集広告を作成し、ボランティアとして自由応募により参加された。対象者の基本属性は表3.1に示した。検者内と検者間信頼性の検討ともに同じ対象者とした。なお、対象者の除外基準は、身体的に痛みなどの愁訴があるもの、整形学的、神経学的疾患を有するものとした。

表 3.1 対象者の基本属性

	全体	男性	女性
対象者 (名)	16	4	12
年齢 (歳)	25.8±7.8	24.0±5.2	26.4±8.6
身長 (cm)	161.6±7.7	169.4±1.4	159.0±7.1
体重 (kg)	57.3±5.9	63.0±2.2	55.3±5.5

測定値：平均値±標準偏差

#### 3.2.2 方法

DSTの3つの測定法である30DS、5・DS、LRDSをランダムにて3試行ずつを実施した。

検者内信頼性の検討は、臨床経験3年を有する女性理学療法士（以下検者A）とした。検者内信頼性の検討では、検者Aが3回繰り返して測定し、4日～7日後に再テストを行い、同様な方法にて測定した。

検者間信頼性の検討は、検者Aと臨床経験23年を有する男性理学療法士（以下検者B）とした。検者間信頼性の検討では、検者Aと検者Bが、それぞれが同一対象者に対し3回ずつ繰り返して測定を行った。測定の順序はランダムとし、測定値はもう一方の検者及び対象者に知らないようにした。代表値は、3回繰り返した測定で得られた平均値とした。

統計学的手法は、級内相関係数（Intraclass Correlation Coefficients, 以下ICC）を用いて、統計ソフトウェアはSPSS 23を使用して検討した。検者内信頼性はICC(1. k)を用い、同一検者による初回測定・再テストそれぞれの各測定法の一致度を算出した。検者間信頼性には、ランダム効果と固定効果の2つを検討するため、それぞれICC(2. k), ICC(3. k)を用い、検者Aと検者Bそれぞれの各測定法における一致度を算出した。有意水準はいずれも5%とした。

また、測定回数を検討するため、前2回の測定値の平均値を代表値にした際のICC(1. k)や

ICC (2. k), ICC (3. k) を検討した。その後、3 回の測定値の平均値を代表値にした際の ICC と、前 2 回の測定値の平均値を代表値にした際の ICC を比較した。

### 3.3 結果

検者内信頼性において、検者 A による測定値は表 3.2 に示した。検者間信頼性において、検者 A と検者 B による測定値は表 3.3 に示した。

DST の各測定法において、検者内及び検者間の ICC および信頼区間は、表 3.4 に示した。ICC はいずれも 0.87 以上を有意に示した。

測定回数の検討において、検者内及び検者間の ICC および信頼区間は、表 3.5 に示した。いずれも 0.85 以上を有意に示した。

高い再現性を得られる測定回数をみるために、表 3.4 と表 3.5 をまとめた結果を表 3.6 に示した。結果は、測定回数が 3 回と前 2 回 ICC の値には大きな差を認めなかった。

表 3.2 検者内信頼性における測定値 (n=16)

検者	測定回数	30 秒 DS(回)	5 回 DS(秒)	正反 DS(秒)
検者 A (初回)	1 回目	6.3±0.8	23.6±4.1	9.3±1.4
	2 回目	6.3±0.9	24.0±4.4	9.3±1.6
	3 回目	6.2±1.0	24.4±4.4	9.3±1.6
検者 A (再テスト)	1 回目	6.6±0.9	23.9±4.2	9.6±1.6
	2 回目	6.6±1.0	24.2±4.0	9.7±1.6
	3 回目	6.5±1.0	24.4±4.1	9.7±1.6

n: 対象者数, 測定値: 平均値±標準偏差

表 3.3 検者間信頼性における測定値 (n=16)

検者	測定回数	30 秒 DS(回)	5 回 DS(秒)	正反 DS(秒)
検者 A	1 回目	6.3±0.8	23.6±4.1	9.3±1.4
	2 回目	6.3±0.9	24.0±4.4	9.3±1.6
	3 回目	6.2±1.0	24.4±4.4	9.3±1.6
検者 B	1 回目	6.7±0.8	23.6±3.9	9.0±1.4
	2 回目	6.5±0.9	24.3±4.1	9.2±1.8
	3 回目	6.6±1.0	24.6±4.8	8.9±1.6

n: 対象者数, 測定値: 平均値±標準偏差

表 3.4 DST の各測定法の検者内・検者間信頼性(代表値：3回測定値の平均値)

測定法	ICC(1. k) (95%CI)	ICC(2. k) (95%CI)	ICC(3. k) (95%CI)
30DS	0.87* (0.64~0.95)	0.87* (0.53~0.96)	0.91* (0.73~0.97)
5・DS	0.95* (0.87~0.98)	0.93* (0.81~0.98)	0.93* (0.80~0.98)
LRDS	0.90* (0.73~0.97)	0.96* (0.88~0.99)	0.96* (0.89~0.99)

ICC(1. k)：検者内信頼性，ICC(2. k)，(3. k)：検者間信頼性(ランダム効果)，(固定効果)  
95%CI：95%信頼区間，\*：p<0.05

表 3.5 測定回数についての検討・各測定法の ICC(代表値：前2回測定値の平均値)

測定方法	ICC(1. k) (95%CI)	ICC(2. k) (95%CI)	ICC(3. k) (95%CI)
30DS	0.86* (0.61~0.95)	0.85* (0.50~0.95)	0.89* (0.68~0.96)
5・DS	0.96* (0.89~0.99)	0.91* (0.75~0.97)	0.91* (0.74~0.97)
LRDS	0.91* (0.75~0.97)	0.96* (0.88~0.98)	0.96* (0.87~0.98)

ICC(1. k)：検者内信頼性，ICC(2. k)，(3. k)：検者間信頼性(ランダム効果)，(固定効果)  
95%CI：95%信頼区間，\*：p<0.05

表 3.6 DST の各測定法の測定回数(3回・前2回)による ICC の比較

ICC	30DS		5・DS		LRDS	
	3回測定	前2回	3回測定	前2回	3回測定	前2回
ICC(1. k)	0.87*	0.86*	0.95*	0.96*	0.90*	0.91*
ICC(2. k)	0.87*	0.85*	0.93*	0.91*	0.96*	0.96*
ICC(3. k)	0.91*	0.89*	0.93*	0.91*	0.96*	0.96*

ICC(1. k)：検者内信頼性，ICC(2. k)，(3. k)：検者間信頼性(ランダム効果)，(固定効果)  
\*：p<0.05



### 3.4 考察

本研究は DST の基礎研究として、健常若年者を対象とした。3つの測定法である 30DS, 5・DS, LRDS の測定信頼性及び測定回数の検討を目的とした。

3つの測定法の検者内信頼性と検者間信頼性を検討した結果は、いずれも 0.85 以上の ICC を有意に示した。対馬<sup>21)</sup>は ICC の判定基準はいくつか存在するが、全体をまとめると 0.7 以上であれば信頼性が良好と判断して妥当であると述べている。それによって、本研究の DST の 3つの測定法の信頼性は良好なものであったと考える。また、ICC による信頼係数の大まかな基準<sup>22)</sup>においては、30DS は「普通 (fair) (OK) ~良好 (good)」と判断され、5・DS と LRDS は「良好 (good) ~優秀 (great)」と判断される。

谷<sup>23)</sup>は「臨床においても研究においても、測定・評価の客観性を求めることが重要であり、客観的な測定とは操作的に定義された手順に従って測定を行えば、誰でも同じように測ることができる。測定が客観的であるということは、信頼性が高いということに他ならない」と述べた。本研究で考案した DST は、3つの測定法とも明確な測り方を定め、いずれも測定に当たり説明・教示を行った上に 3~5 回練習後に行い、検者内及び検者間とも信頼性が得られている。そのため、客観性のある測定法であると考えられる。

測定回数については、表 3.6 でまとめた。3つの測定法において、3 回測定値と前 2 回測定値の平均値を代表値で検討した結果、3 回と前 2 回のいずれの回数によっても有意な ICC を得られた。しかも、ICC の値は大きな差がないことが分かった。そのため、測定回数は、3つの測定法とも、2 回の測定より高い再現性が得られる。

また、30DS は 30 秒間で歩き終わった DS の回数をみており、1/4 (0.25) 刻みとなっているため、信頼区間が広く、ばらつきが大きく見える傾向があった。そのため、結果として ICC が 0.85 と数値的にはやや低値を示したと考えられる。一方、30DS と比べ、5・DS と LRDS の ICC は 0.91~0.96 と高値を示すことができた。これは、回数測定と時間測定による誤差が生じたものと考えられる。よって、今後 DST はバランス評価テストとして使われる際に、測定法の 30DS と比べ、測定法の 5・DS と LRDS のほうがより高い信頼性を得ることができると示唆された。

### 3.5 結語

DST の測定法である 30DS と 5・DS, LRDS は、3つの測定法とも測定信頼性のある測定法である。3つの測定法のうち、30DS と比べ、5・DS と LRDS のほうが優れた信頼性のある測定法である。測定回数においては、3つの測定法とも 2 回測定により再現性の高い測定値を得ることが可能である。

## 第4章 DSTの妥当性について

#### 4.1 諸言

DST は 30DS, 5・DS, LRDS と 3 つの測定法があり, 第 3 章では DST が新たなバランス評価方法としての信頼性を検討された. 3 つの測定法とも有意な信頼性を示し, そのうち 30DS と比べ, 5・DS と LRDS のほうが 0.91~0.96 と高い再現性を得ることができると示唆した. そこで本章の目的は, DST 測定法が新たなバランステストとしての妥当性について検討した.

#### 4.2 対象と方法

##### 4.2.1 対象

対象は, 40 歳以上の健常成人 65 名 (男性 22 名, 女性 43 名, 40 歳~72 歳) とした. 対象者の全員はある病院の職員であり, ボランティアとしての自由応募により研究に参加された. 対象者の基本属性は, 表 4.1 に示した. なお, 対象者の除外基準は, 中枢や神経系疾患を有するものとした.

表 4.1 対象者の属性

	全体	男性	女性
対象者数 (名)	65	22	43
年齢 (歳)	49.5±8.0	48.0±8.2	50.3±7.9
身長 (cm)	162.3±9.4	172.4±6.5	157.1±5.8*
体重 (kg)	60.4±13.0	71.6±12.0	54.7±9.4*

測定値 : 平均値±標準偏差, \* :  $p < 0.05$

##### 4.2.2. 方法

測定項目は, DST の 3 つの測定法である 30DS, 5・DS, LRDS や, FRT<sup>24)</sup>, 閉眼片足立ちテスト (以下 閉眼片足立) <sup>25)</sup>, BEST<sup>26)</sup>, 指床間距離 (Finger-Floor Distance : 以下 FFD) <sup>27)</sup>, 座位両足ステップングテスト (10-second Open-Close Stepping Test, 以下 OCS-10) <sup>28)</sup>, Plisky らが改善した SEBT いわゆる改善版の Y Balance Test (以下 YBS) <sup>29)</sup>, 30 秒椅子立ち上がりテスト (Chair stand-30 : 以下 CS30) <sup>30)</sup>, 握力 <sup>31)</sup>, 計 11 項目の測定をランダムにて行った. なお, 靴の違いによる個人差などを回避するため, すべての測定を裸足で行った. 実施方法は以下のとおりである.

DST の 3 つの測定法は上記第 2 章で述べたように, 30DS は 30 秒間で歩いた DS の回数, 5・DS は 5 回 DS を歩いた時間, LRDS は順周りと逆回りの DS を 1 回歩いた時間を測定した. なお, 各測定法とも 2 回の測定を行い, 平均値を採用した.

FRT は, Duncan<sup>24)</sup> らの方法に準じて行った. 上肢の最大限にリーチした状態での到達距離を測定した. 3 回テストを行い, 最大値を採用した.

閉眼片足立は, 中央労働災害防止協会<sup>25)</sup> が発表したマニュアルに準じて, 左右両足とも閉眼での片足立ち時間を測定した. 2 回測定し, 最大値を採用した.

BEST は、大高ら<sup>26)</sup>が訳した日本語版 Mini-BESTest に準じて行った。I 予測的姿勢制御（以下 B・予測）では①座位から立位、②つま先立ち、③片足立ち、II 反応的姿勢制御（以下 B・反応）では④～⑥代償的な修正ステップ—前方・後方・側方、III 感覚機能（B・感覚）では⑦静止立位（開眼、固い地面）、⑧静止立位（閉眼、エアレックス）、⑨斜面台—閉眼、IV 動的歩行（B・動的）では⑩歩行速度の変化、⑪頭を水平回旋させながらの歩行、⑫歩行時ピボットターン（方向転換）、⑬障害物またぎ、⑭TUG および TUG 2 重課題、計 4 つのセッションに全部で 14 項目の測定を行った。各項目は 0～2 点であり、満点 28 点、点数が高いほど高い機能レベルを示す。なお、TUG を単独項目として統計処理を行った。

FFD は、Calin<sup>27)</sup>の方法に準じて、30 cm の台に立ち、立位姿勢から体を前下方に曲がって、第 3 手指の先端から床までの距離をメジャーにて測定した。1 回練習し、20 秒間隔で 2 回測定し、最大値を採用した。

OCS-10 は、小林ら<sup>28)</sup>が報告した方法に準じて、椅座位で両足が可能な限り速く左右同時に開閉できるステッピングの回数を測定した。測定は 1 回の練習をし、30 秒程度の間隔で 2 回測定し、最大値を採用した。

YBS は、Plisky ら<sup>29)</sup>が改善した SEBT の基準に準じて、両足とも測定を行った。前方（Anterior：以下 ANT、左右は L・ANT と R・ANT と表示）、後外方 135 度（Posterolateral：以下 PL、左右は L・PL と R・PL と表示）、後内方 45 度（Posteromedial：以下 PM、左右は L・PM と R・PM と表示）による 3 方向の下肢リーチ動作を行った。支持側足の踵とつま先が床から浮かないように保ち、リーチ側足のつま先が指定された方向をできるだけ遠くタッチさせる。タッチ後、開始肢位まで戻ることを条件として遂行可能な最大リーチ距離を測定した。下肢リーチ距離は各方向それぞれ練習を含め 6 試行を行い、最大値を採用した。

CS30 は、中谷ら<sup>30)</sup>が報告した方法に準じて、高さが 40 cm 程度の椅子から、30 秒間で立ち上がる回数を測定した。立ち上がる途中に 30 秒に達した場合は 1 回と計数し、立ち上がった時に体幹及び膝がその人の最大限に伸びない場合は計数しなかった。測定は 1 回のみとした。

握力の測定は、文部科学省<sup>31)</sup>の「新体力テスト実施要項」に準じて行った。立位において、人差し指の第 2 関節がほぼ直角にあるように測り、右左交互に 2 回ずつ実施し、最大値を採用した。

統計手法は、対象者の属性においては男女別の比較を対応のない t 検定により検討した。測定項目については、30DS や 5・DS、LRDS それぞれを従属変数とした重回帰分析の Stepwise 法を用いて行った。多重共線性を避けるため、事前に独立変数間の相関係数を Pearson の積率相関係数を用いて算出した。統計ソフトウェアは SPSS 23 を使用し、有意水準は 5%とした。

#### 4.3 結果

各測定項目の測定値を表 4.2 に示した。

各測定項目間の相関係数を男女別で検討した結果は、男性における相関係数を表 4.3、女性における相関係数を表 4.4 に示した。独立変数間の相関係数が 0.7 以上を示す変数は、YBS の L・PL と R・PL、握力の L・R、閉眼片足立の L・R であった。

重回帰分析の結果は、表 4.5～表 4.7 と図 4.1～図 4.3 に示した。30DS では、影響を及ぼす因子

として TUG, 性別, B・反応の3つが抽出された。5・DS では, 影響を及ぼす因子として OCS-10, TUG, YBS の L・PL, 閉眼片足立・R, 性別の5つの項目が抽出された。LRDS では, 影響を及ぼす因子として CS30, YBS の L・PL, TUG, 閉眼片足立・R の4つの項目が抽出された。

表 4.2 各測定項目の測定値

測定項目 (単位)		全体 (65 名)	男性 (22 名)	女性 (43 名)
3ODS (回)		5.5±0.9	5.1±0.9	5.7±0.8
5・DS (秒)		21.3±2.8	21.6±3.7	21.2±2.3
LRDS (秒)		8.3±1.0	8.4±1.2	8.3±0.9
FFD (cm)		0.4±9.1	-3.6±9.6	2.4±8.2
	L・ANT	72.5±10.8	80.5±10.7	68.5±8.4
	L・PM	83.7±16.2	92.8±18.3	79.0±12.9
YBS (cm)	L・PL	85.8±17.0	95.9±17.8	80.6±14.2
	R・ANT	71.1±11.0	78.5±11.7	67.4±8.4
	R・PM	82.1±16.8	91.2±20.0	77.5±12.7
	R・PL	87.5±17.8	98.4±21.8	81.9±12.2
FRT (cm)		34.4±5.9	37.3±5.9	32.9±5.4
OCS-10 (回)		15.1±2.6	15.9±3.1	14.7±2.3
CS30 (回)		20.4±4.4	20.5±5.0	20.4±4.1
TUG (秒)		7.8±0.9	7.9±0.8	7.8±1.0
	B・予測	5.3±0.5	5.3±0.6	5.3±0.5
	B・反応	5.4±0.9	5.5±1.0	5.4±0.9
BEST (点数)	B・感覚	6.0±0.2	6.0±0.2	6.0±0.2
	B・動的	8.5±1.0	8.8±1.1	8.3±1.0
	B・総点	25.2±1.6	25.5±1.8	25.0±1.5
握力 (kg)	L	28.9±9.3	39.2±7.4	23.7±4.6
	R	30.2±9.4	40.5±8.1	24.9±4.2
閉眼片足立 (秒)	L	16.6±15.5	15.8±15.3	16.9±15.8
	R	17.0±16.7	10.6±12.5	20.2±17.7

測定値：平均値±標準偏差

表4.3 各測定項目間の相関係数（男性, n=22）

	5・DS	LRDS	FFD	YBS		FRT	CS30	TUG	B・反応	握力		閉眼片足立		OCS-10
				L・PL	R・PL					L	R	L	R	
30DS	-0.58*	-0.50*	0.14	0.44*	0.43*	0.21	0.49*	-0.35	-0.33	0.32	0.22	0.53*	0.41	0.37
5・DS		0.83*	0.01	-0.62*	-0.59*	-0.49*	-0.58*	0.42*	0.03	-0.40	-0.27	-0.44*	-0.20	-0.71*
LRDS			-0.03	-0.65*	-0.47*	-0.45*	-0.57*	0.54*	-0.13	-0.30	-0.06	-0.54*	-0.30	-0.64*
FFD				0.02	0.02	-0.03	0.18	-0.32	0.28	0.22	0.21	0.02	-0.12	-0.19
YBS	L・PL				0.87*	0.46*	0.56*	-0.20	-0.19	0.22	0.06	0.21	0.02	0.55*
	R・PL					0.58*	0.49*	-0.23	-0.19	0.31	0.19	0.10	-0.01	0.58*
FRT							0.27	-0.37	0.06	0.71*	0.55*	0.23	0.24	0.39
CS30								-0.45*	-0.22	0.24	0.11	0.07	0.05	0.64*
TUG									-0.18	-0.37	-0.27	-0.34	-0.20	-0.43*
B・反応										0.21	0.18	0.33	0.16	-0.25
握力	L										0.89*	0.33	0.27	0.16
	R											0.15	0.11	-0.07
閉眼片足立	L												0.74*	0.21
	R													0.18
OCS-10														

\* : p<0.05

表4.4 各測定項目間の相関係数（女性, n=43）

	30DS	5・DS	LRDS	FFD	YBS		FRT	CS30	TUG	B・反応	握力		閉眼片足立	
					L・PL	R・PL					L	R	L	R
30DS														
5・DS	-0.71*													
LRDS	-0.66*	0.81*												
FFD	0.12	0.05	-0.09											
YBS	L・PL	0.13	-0.43*	-0.33	-0.05									
	R・PL	0.17	-0.30	-0.21	0.04	0.81*								
FRT	0.04	0.02	-0.04	0.32*	0.13	0.17								
CS30	0.30*	-0.44*	-0.54*	0.05	0.10	-0.06	0.22							
TUG	-0.47*	0.54*	0.47*	-0.09	-0.31*	-0.20	-0.20	-0.45*						
B・反応	-0.05	-0.20	-0.09	-0.01	0.26	0.28	0.25	0.02	-0.17					
握力	L	0.08	-0.23	-0.27	0.02	0.36*	0.22	-0.05	0.09	-0.23	0.38*			
	R	0.04	-0.19	-0.20	-0.10	0.26	0.24	-0.07	0.10	-0.13	0.30	0.76*		
閉眼片足立	L	-0.28	0.16	0.24	-0.15	-0.10	0.03	-0.14	-0.26	0.36*	0.03	0.20	0.22	
	R	0.01	-0.09	-0.03	-0.12	-0.11	-0.15	-0.24	-0.05	0.27	-0.13	0.12	0.07	0.54*
OCS-10	0.18	-0.39*	-0.36*	-0.06	0.10	0.00	0.16	0.39*	-0.35*	0.12	0.13	0.14	-0.14	-0.22

\* : p<0.05

表 4.5 30DS を従属変数とした重回帰分析の結果

独立変数	r	$\beta$	VIF
TUG	0.41*	-0.44*	1.03
性別	0.53*	0.32*	1.00
B・反応	0.57*	-0.22*	1.00
R <sup>2</sup>	0.33*		
N	65		

r : 相関係数,  $\beta$  : 標準偏回帰係数, VIF : 多重共線性

R<sup>2</sup> : 決定係数, N : 対象者数, \* : p<0.05

表 4.6 5・DS を従属変数とした重回帰分析の結果

独立変数	r	$\beta$	VIF
OCS-10	0.52*	-0.37*	1.28
TUG	0.61*	0.28*	1.22
YBS の L・PL	0.65*	-0.39*	1.39
閉眼片足立・R	0.71*	-0.23*	1.12
性別	0.74*	-0.23*	1.35
R <sup>2</sup>	0.54*		
N	65		

r : 相関係数,  $\beta$  : 標準偏回帰係数, VIF : 多重共線性

R<sup>2</sup> : 決定係数, N : 対象者数, \* : p<0.05

表 4.7 LRDS を従属変数とした重回帰分析の結果

独立変数	r	$\beta$	VIF
CS30	0.55*	-0.36*	1.27
YBS の L・PL	0.62*	-0.31*	1.10
TUG	0.66*	0.30*	1.28
閉眼片足立・R	0.70*	-0.22*	1.05
R <sup>2</sup>	0.49*		
N	65		

r : 相関係数,  $\beta$  : 標準偏回帰係数, VIF : 多重共線性

R<sup>2</sup> : 決定係数, N : 対象者数, \* : p<0.05

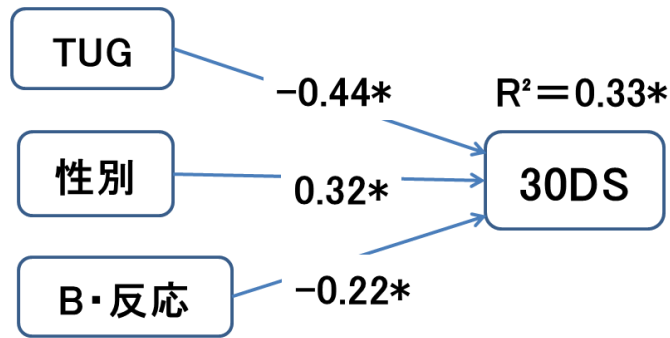


図4.1 30DSを従属変数とした重回帰分析(標準偏回帰係数)

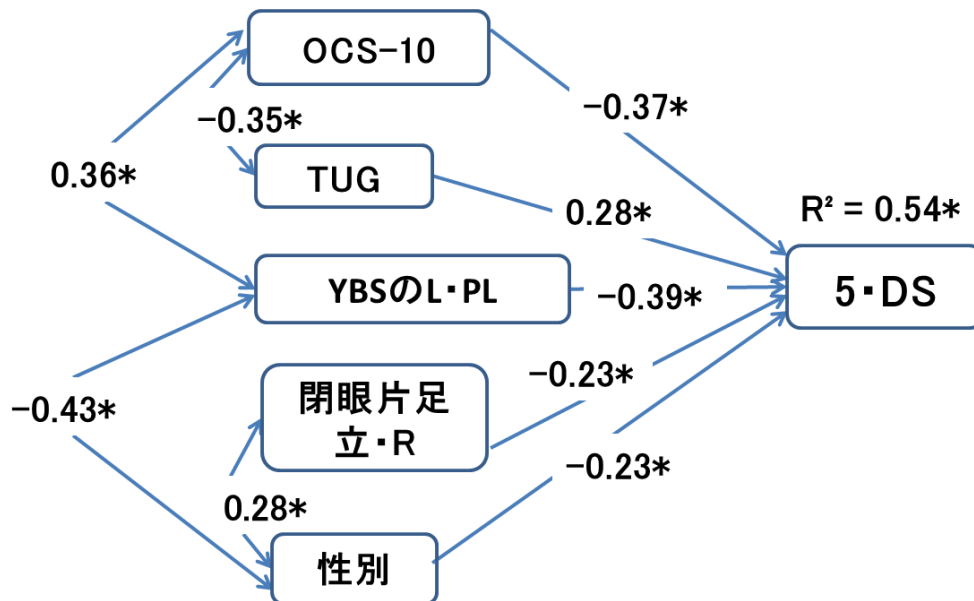


図4.2 5・DSを従属変数とした重回帰分析(標準偏回帰係数)

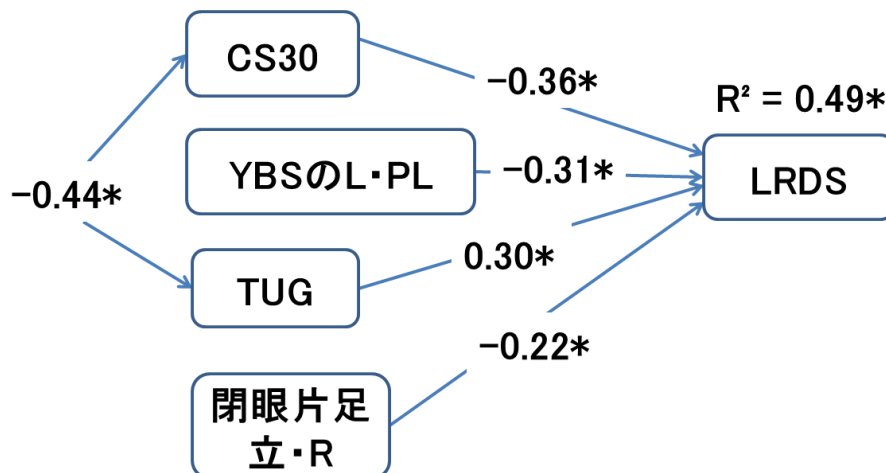


図4.3 LRDSを従属変数とした重回帰分析(標準偏回帰係数)



#### 4.4 考察

本章では40歳以上の健常成人を対象とし、DSTの3つの測定法の妥当性を検討した。DSTに影響を及ぼす因子として、30DSではTUG、性別、B・反応の3因子、5・DSではOCS-10、TUG、YBSのL・PL、閉眼片足立・R、性別の5因子、LRDSではCS30、YBSのL・PL、TUG、閉眼片足立・Rの4因子が抽出された。5・DSが最も妥当性の高い測定法であることが示唆された。

DSTに影響を及ぼす各因子に含まれるバランス要素は以下のとおりである。Sibleyらのバランスシステム論<sup>5)</sup>により、TUGは運動機能・予測的姿勢制御・動的安定性を特徴としたバランステストであり、B・反応はBESTに含まれる反応的姿勢制御をみる項目であり、反応的姿勢制御を表している。YBSは改善したSEBTと同様に、片足立位にての下肢リーチの測定である。バランスシステム論<sup>5)</sup>によると、静的安定性、運動機能、安定性限界、予測的姿勢制御を特徴としている。YBSのL・PLは左下肢のリーチであり、本来は利き足である右足が軸足<sup>20)</sup>となるため、より難易度の高いバランス能力が必要とされ、バランス測定において重要な意味を示したことが考えられる。OCS-10は、動作の切り換えが要求される条件下において、下肢の敏捷性が重要な意味を示していると報告されている<sup>32)</sup>。敏捷性とは、刺激に対して速やかに反応したり、身体の位置と方向の転換を素早く行なったりする能力であり、つまり反応的姿勢制御のことである。閉眼片足立は、目が閉じた状態での片足立位にての姿勢制御である。姿勢制御は高位中枢がすべての感覚を統合し、常に状況に応じる再調整を無意識に行う自動運動制御であり、これに必要とされる感覚系は、体性感覚系、前庭感覚系、視覚系である<sup>33,34)</sup>。閉眼片足立では視覚系が遮断されたことにより、ほかの感覚系の依存度が上がり、感覚統合機能の調整が行われたものである<sup>35)</sup>。片足立位は、静的安定性と運動機能のバランス要素が含まれている<sup>5)</sup>。よって、閉眼片足立は感覚統合、静的安定性、運動機能と3つのバランス要素が含まれている。CS30は、下肢筋力、そして体幹及び下肢の屈伸によって上下前後の4方向の中での重心移動を制御することが要求される<sup>36)</sup>。

以上のことにより、DSTの3つの測定法はバランスシステム論におけるバランス要素が含まれており、まとめて図4.4に示した。

30DSは、運動機能や反応的姿勢制御、予測的姿勢制御、動的安定性と4つのバランス要素を有している。5・DSは静的安定性や運動機能、安定性限界、予測的姿勢制御、動的安定性、感覚機能の6つのバランス要素に加え、敏捷性も含まれている。また性別に関しては、先行研究では健常成人の歩行安定性<sup>37)</sup>や、高齢者のバランス能力と下肢筋力<sup>38)</sup>に性差が存在すると報告されている。30DSと5・DSに影響を及ぼす因子として、性別が独立して抽出されており、先行研究と一致する結果となった。すなわち、バランスには性差が存在すると示唆され、バランスの測定値をみる際に男女差があることを考量する必要がある。LRDSは、静的安定性、運動機能、安定性限界、予測的姿勢制御、動的安定性と5つのバランスシステム論におけるバランス要素に加え、感覚統合機能の調整の要素が含まれていることが示唆された。

現在、考案・使用されている多数のバランス評価テストにおいて、SibleyらのBESTはバランス要素を一番多く含んでいる。DSTの3つの測定法は、BESTと比べて含まれるバランス要素が2つと少ないが、短時間で測定できることが長所である。認知的要素の付加には、DSTを実施する際に課題を追加することで可能になる。例えば、計算問題を加えることにより認知的要素の付加を

実現することができると考えられる。これらにより BEST に含まれるバランス要素との差が1つとなり、短時間で測定可能なため BEST よりも DST のほうが応用しやすいことが考えられる。

	静的安定性	運動機能	安定性限界	垂直性	反応的姿勢制御	予測的姿勢制御	動的安定性	感覚機能	認知機能	敏捷性	性別
30DS		○			○	○	○				○
5・DS		○	○			○	○	○		○	○
LRDS	○	○	○			○	○	○			
BEST	○	○		○	○	○	○	○	○		
FRT		○	○			○					
TUG		○				○	○				

図 4.4 DST に含まれるバランス要素

#### 4.5 結論

DST の 3 つの測定法である 30DS, 5・DS, LRDS は、それぞれの特徴を有しており、多くのバランス要素が含まれていることから妥当性のあるバランス評価テストということが言える。

3 つの測定法の中において、有意な相関関係を持っている影響因子（独立変数）が最も多く、決定係数が高いのは、5・DS であった。よって、DST の 3 つの測定法の中で、最も妥当性が高いのは 5・DS であることが示唆された。

## 第5章 DSは練習方法としてのバランス向上効果について

## 5.1 緒言

第3章でDSTの測定信頼性を検討し、第4章ではDSTの妥当性について検討した。全体的にみると、測定信頼性が高く、多くのバランス要素を有しており、最も妥当性が高いのは5・DS (DSTの1つ)であることが分かった。

この評価方法の応用として、DSTに含まれるバランス要素を高められる方法として、DSTに用いられるDSを練習方法としての可能性の検討を考えた。本章の目的は、DSはバランス練習方法として(以下DS練習)のバランス向上効果について検討することにした。

## 5.2 対象と方法

### 5.2.1 対象

対象は、健常成人の若年者と高齢者と2つの群にて検証した。若年者群は、20代から30代の若年者が38名(男性17名、女性21名)とし、高齢者群は65歳以上の高齢者が41名(男性5名、女性36名)を対象とした。若年者は、A病院の20~30代の職員であり、高齢者は、A市在住の65歳以上の方であった。募集方法は、いずれも募集広告を作成し、ボランティアとしての自由応募とした。途中の脱落者を除いて、最終データ収集できたのは、若年者が35名(男性16名、女性19名)と高齢者が29名(男性3名、女性26名)であった。脱落した時期は、若年者ではDS練習期間の2週目と3週目に1名ずつ、忙しいためにDS練習を継続することができないことが理由であった。3回目の測定に1名を除外し、理由は観察期間中に他の運動を始めていた。高齢者では、DS練習期間の2週目に1名、3週目に4名、4週目に3名であり、脱落した主な理由は体調不良と忙しいために練習を中断された。最終測定時に4名おり、理由は主に体調不良と家の事情により忙しくて測定に来られないことであった。対象者の基本属性は、表5.1に示した。なお、対象者の除外基準は、認知症や中枢神経系疾患を有するものとした。

表 5.1 対象者の属性

	対象者 (名)	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)
若年者群	35	27.5±3.7	164.4±10.5	59.7±13.7
高齢者群	29	72.7±5.0	154.1±7.3	55.8±9.4

測定値：平均値±標準偏差

### 5.2.2 方法

研究のフローチャート、図5.1に示した。研究期間は、DS練習の1ヶ月と観察期間の1ヶ月計2ヶ月とした。1回目の測定後に、初回のDS練習を行って、そしてDSの作成指導と部品配布をした。2回目以降のDS練習は、週に4回、1回3分間のDS練習をホームエクササイズとして行ってもらった。進行の確認には、DS練習カレンダーの記載と週に1回メール或いは電話にて確認した。1ヶ月のDS練習終了後に、2回目の測定を行った。そこから1ヶ月の観察期間は、DS練習をせずにいつも通りの生活にしてもらった。最後に3回目の測定を行った。なお、練習期間に

は、1回3分間、週に4回DS練習をする以外には、いつも通りの生活スタイルで過ごしてもらった。観察期間は、DS練習をせずに、いつも通りの生活スタイルで過ごしてもらった。いずれの期間において、今までの生活習慣にない、新たに運動を始めることがないようにしてもらった。測定（バランス項目）は、練習期間を開始する前に1回目（以下開始前、before）、練習期間終了後に2回目（以下終了後、after）、練習期間の終了後1ヶ月の3回目（以下終了後1ヶ月、after 1ヶ月）、計3回の測定を行った。

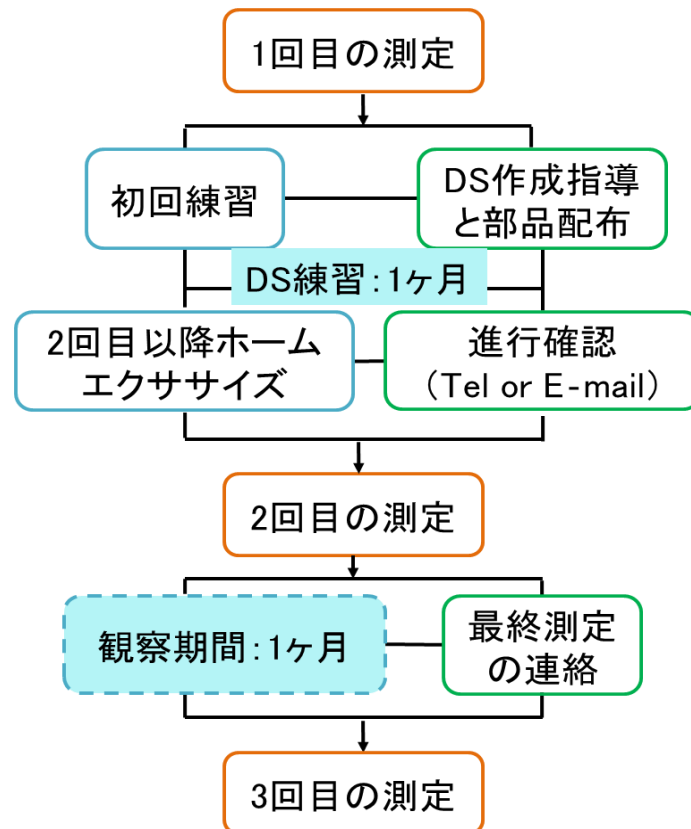


図 5.1 フローチャート

DS練習は、1回目の測定後に対象者に説明を行った。DS練習は3分間の運動であり、利き足からの回りと非利き足からの回りを途中で自由に切り替えて良いこととした。練習時のDSの歩行速度は、無理のない範囲で調整可能であるが、休憩せずに歩き続けることを説明した。練習中に転倒などの事故防止のため素足で行い、DS練習の場所は、滑りにくいフローリング上で周囲に物がない状態とした。DS練習に用いるDSの作成は、対象者に合う足幅の長さを算出し、2本の紐を作成した。その2本の紐を用いて、対象者に合う足幅のDSの設定方法を教示した。最初に中心を決めて、直角交差するように、その中心から長い紐は縦にし、短い紐は横にするとDSの形となる。練習時間を3分間として携帯電話或いは台所のタイマーを用いて設定するように伝えた。最後に、練習の確認するために「DS練習用のカレンダー」用紙を配布した。カレンダー用紙に練習した日付と曜日を記入してもらった。また、練習期間中に週に1回のEメールまたは電話にて練習の進行を確認した。図 5.2 は、実際に研究を協力してくださった対象者が作った練習用のDSである。対象者は、これを用いて自宅にて1ヶ月間の練習を行った。

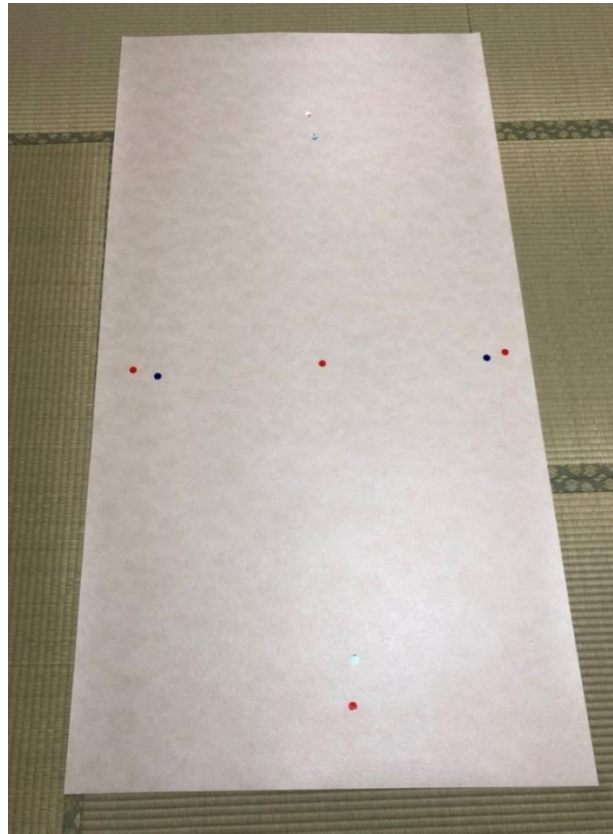


図 5.2 練習用 DS の一例

測定は、客観的評価と主観的評価を行った。

客観的評価としては、5・DS, LRDS, 閉眼片脚立, FRT, FFD, OCS-10, YBS の L・PL と R・PL, CS30, TUG の計 9 項目のバランス測定を行った。測定項目の順序はランダムに行ない、具体的な測定方法は第 4 章の測定方法と同様に行った。

主観的評価としては、DS 練習の難しさ、出来ぐあい、軽やか・楽しさについてどう感じたかを、0%から 100%まで、25%刻みの 5 段階の評価表にて指してもらうようとした。25%という間隔で設定した理由は、従来の主観的評価としての疼痛を評価する VAS (Visual Analogue Scale) と疲労感を評価する Borg Scale などは複雑であり、より簡潔に答えられるように 25%と設定した。主観的評価は、初回練習後と 1 ヶ月練習後に 2 回聴取した。本研究で行った DS 練習についての主観的評価の定義を述べる。主観的評価とは、対象者が DS 練習を行った後の自分自身による感想とした。難しさとは、体幹がなるべく前に向いて、4 つの角が両足の中心になるように、目視しながら移動できていたかをいう。そして 3 分間の練習を続けるには難しかったかを聴取した。0%を「全然難しくない」とし、100%にいくほど難しいことであると表していた。出来ぐあいとは、要求されたこと（上記難しさの説明）をどのくらい達成できていたかをいう。0%が「全然できていない」とし、100%にいくほどできていたということを表している。軽やか・楽しさとは、単純にこの DS 練習をしている際に、軽やか・楽しさを感じたかをいう。0%は「全然軽やか、楽しさがなかった」とし、100%にいくほどとても軽やかであり、楽しかったと表している。練習期間終了後の主観的評価は、1 ヶ月の練習期間全般において、難しさを、出来ぐあい、軽やか・楽しさを指していた。

統計処理は、客観的評価のバランス測定項目には、2元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）と多重比較（Bonferroni）を用いて分析した。なお、第4章の研究2ではバランスに性差の影響が認められていることに対し、本章では性別においても検討を行った。高齢者において男性対象者が少なかったため、男性を除いて女性別における高齢者と若年者間の検討、また高齢者を除いて若年者における男女別間の検討を行った。主観的評価は、クロス集計とカイ2乗検定を用いて分析した。統計ソフトウェアはSPSS 23を使用し、有意水準は5%とした。

### 5.3 結果

客観的評価において、各バランス測定項目の測定値と多重比較の結果は、表5.2と表5.3に示した。2元配置分散分析の結果は、表5.4と図5.3～図5.12に示した。交互作用がみられたのは、LRDS、閉眼片足立、YBSのL・PLとR・PLであった。主効果がみられたのはTUG以外に、FRT、FFD、OCS-10、GS30及び交互作用もみられたすべての項目であった。

性別における検討結果は、各測定項目の測定値と多重比較は高齢女性を表5.5、若年女性を表5.6、若年男性を表5.7に示した。2元配置分散分析の結果は、女性別を表5.8、若年者を表5.9に示した。2元配置分散分析の結果は、全対象者の結果と比べ、女性別（高齢・若年）ではLRDSの交互作用とFFDの主効果が認めなくなり、若年者（男女）では多くの変化を認めた。対象者内因子における多重比較の結果では、高齢女性や若年女性、若年男性とも同様な傾向を示した。

主観的評価における結果は表5.10と表5.11、図5.13～図5.18に示した。高齢者における難しさのみ、有意な低下を示した。

表5.2 高齢者におけるバランス測定項目の測定値（n=29）

バランス項目（単位）	before	after	after 1ヶ月	p値
5・DS（秒）	26.9±6.5	20.5±3.5	21.2±3.7	*1, *2
LRDS（秒）	10.4±2.3	8.4±1.6	8.3±1.4	*1, *2
閉眼片足立（秒）	3.2±2.5	4.0±3.3	4.1±2.9	-
FRT（cm）	28.5±5.9	32.5±4.7	31.2±4.9	*1, *2, *3
FFD（cm）	5.9±7.9	9.5±7.0	9.0±7.5	*1, *2
OCS-10（回）	13.6±2.0	16.2±2.4	16.1±2.5	*1, *2
YBSのL・PL（cm）	69.3±11.9	84.2±11.5	82.3±11.4	*1, *2
YBSのR・PL（cm）	67.7±11.3	83.4±11.3	82.1±12.8	*1, *2
GS30（回）	19.3±6.7	25.2±7.9	25.1±6.7	*1, *2
TUG（秒）	8.8±1.5	7.6±1.1	7.9±0.9	*1, *2, *3

測定値±標準偏差, \* :  $p < 0.05$ , - :  $p > 0.05$ ,

\*1 : before と after, \*2 : before と after1ヶ月, \*3 : after と after 1ヶ月

表 5.3 若年者におけるバランス測定項目の測定値 (n=35)

バランス項目 (単位)	before	after	after 1ヶ月	p 値
5・DS (秒)	23.3±3.7	17.7±2.4	18.0±2.7	*1, *2
LRDS (秒)	8.6±1.2	7.3±1.0	7.3±1.0	*1, *2
閉眼片足立 (秒)	30.5±21.6	39.8±21.1	37.8±21.4	*1, *2
FRT (cm)	38.8±5.6	41.3±4.7	40.7±4.5	*1
FFD (cm)	2.1±9.5	5.3±9.1	3.9±9.3	*1, *2, *3
OCS-10 (回)	16.6±2.8	19.4±2.7	19.4±2.7	*1, *2
YBS の L・PL (cm)	95.6±14.9	108.6±16.3	104.1±15.2	*1, *2, *3
YBS の R・PL (cm)	92.8±17.2	104.8±18.4	101.5±16.5	*1, *2, *3
CS30 (回)	25.5±6.2	30.9±6.3	30.5±6.5	*1, *2
TUG (秒)	8.1±1.1	7.2±1.1	7.5±1.0	*1, *2, *3

測定値±標準偏差, \*: p<0.05, -: p>0.05,

\*1: before と after, \*2: before と after1ヶ月, \*3: after と after 1ヶ月

表 5.4 2元配置分散分析の結果 (n=64)

	対象者内因子	対象者間因子	交互作用	主効果
5・DS (秒)	*	-	-	*
LRDS (秒)	*	-	*	*
閉眼片足立・L (秒)	*	*	*	*
FRT (cm)	*	-	-	*
FFD (cm)	*	-	-	*
OCS-10 (回)	*	-	-	*
YBS の L・PL (cm)	*	-	*	*
YBS の R・PL (cm)	*	*	*	*
CS-30 (回)	*	-	-	*
TUG (秒)	*	-	-	-

対象者内因子: 練習期間の開始前・終了後・終了後1ヶ月,

対象者間因子: 若年者・高齢者, \*: p<0.05, -: p>0.05

交互作用: 年齢層×時間経過 (練習期間の前後), 主効果: 年齢層



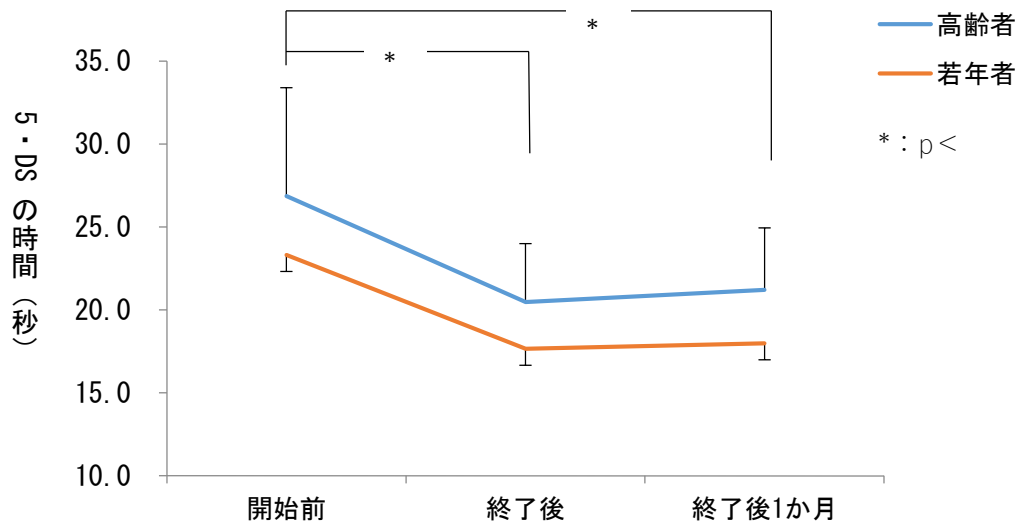


図 5.3 DS 練習による 5・DS の変化

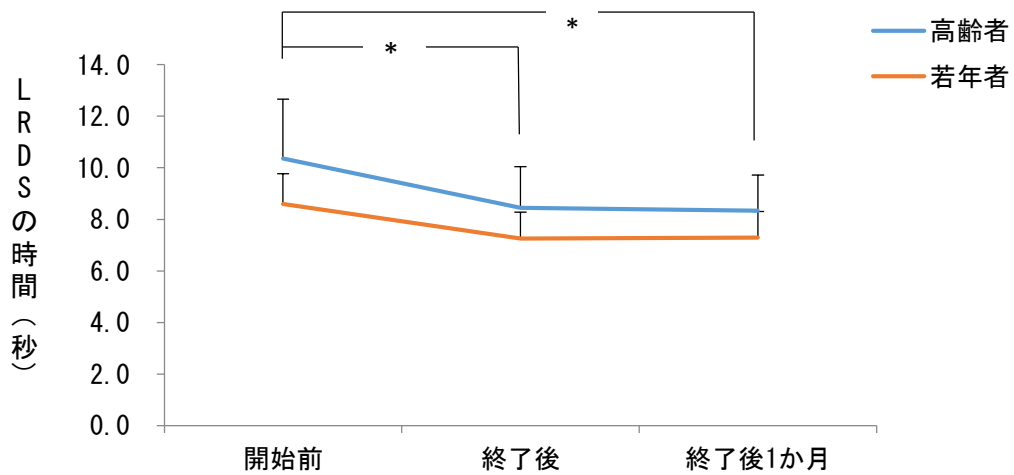


図5.4 DS練習によるLRDSの変化

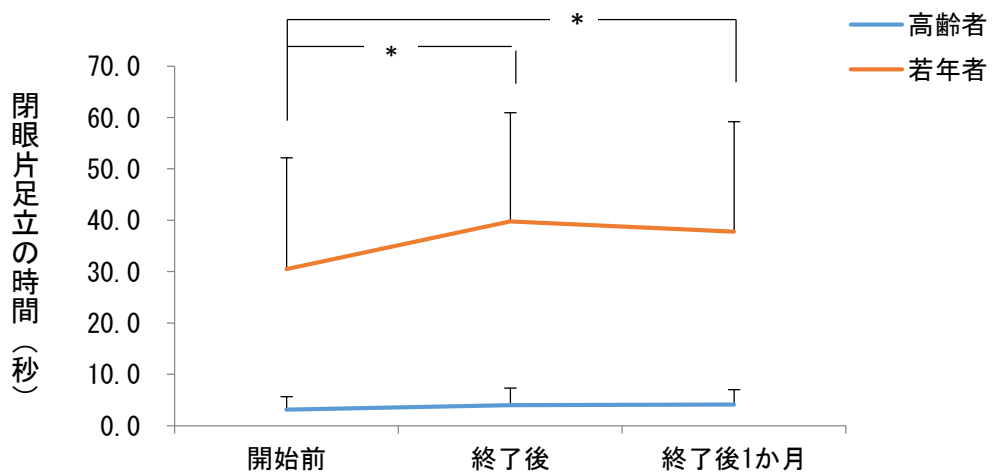


図5.5 DS練習による閉眼片足立の変化

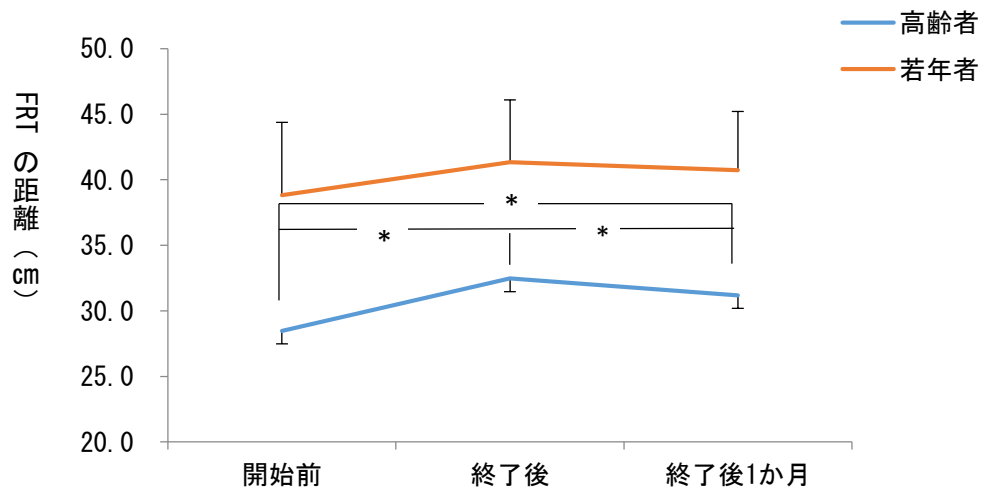


図5.6 DS 練習による FRTの変化

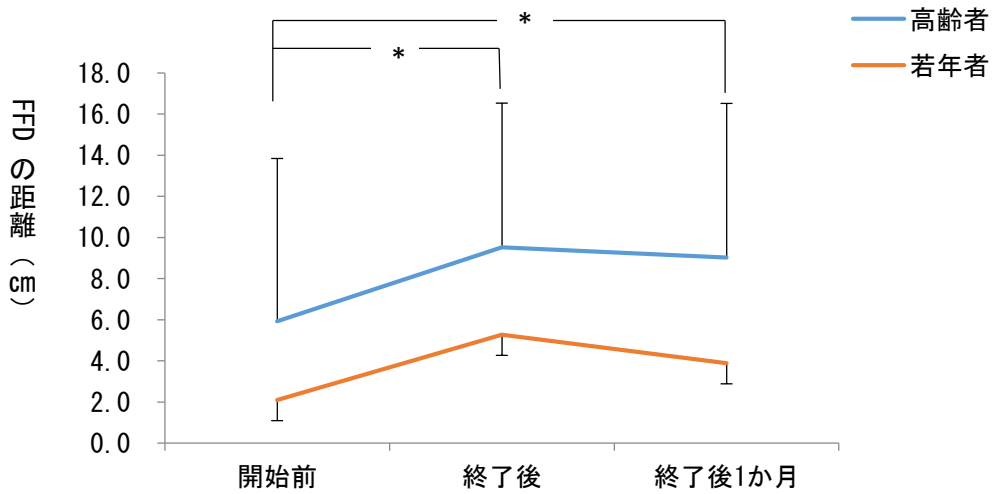


図5.7 DS練習によるFFD の変化

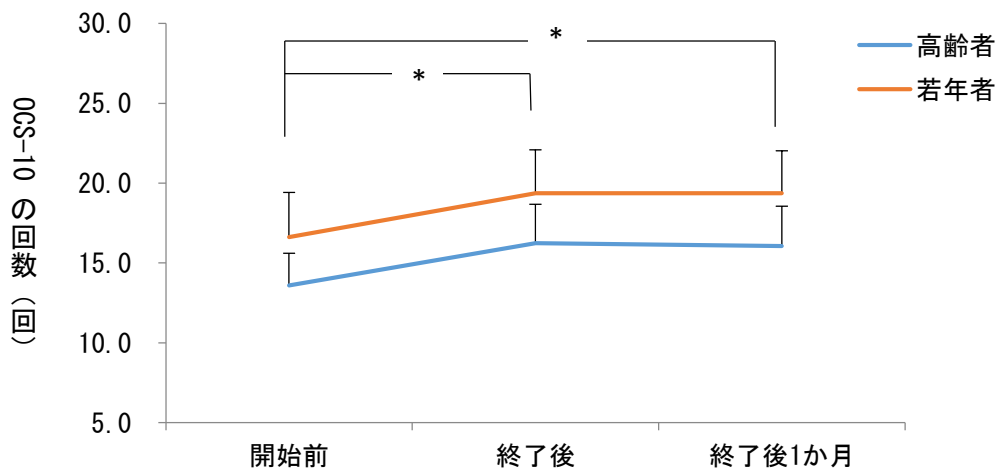


図5.8 DS 練習による OCS-10の変化

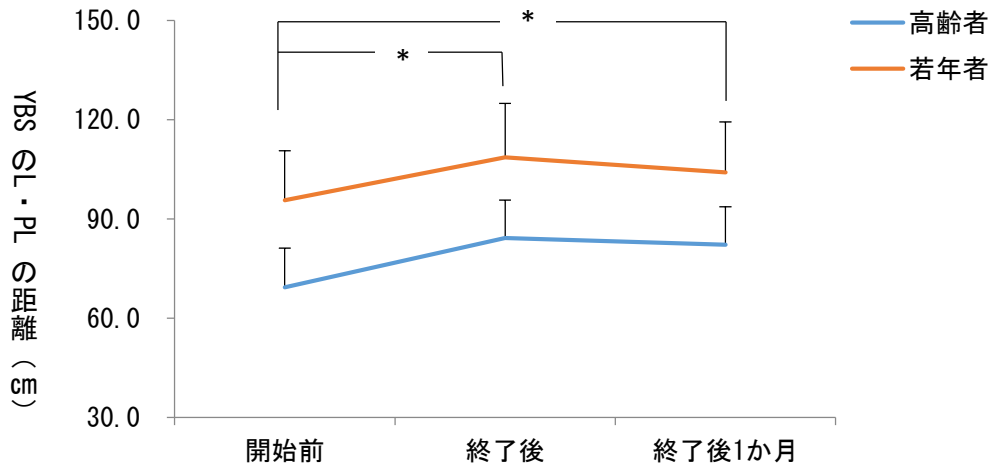


図5.9 DS 練習によるYBS のL・PL の変化

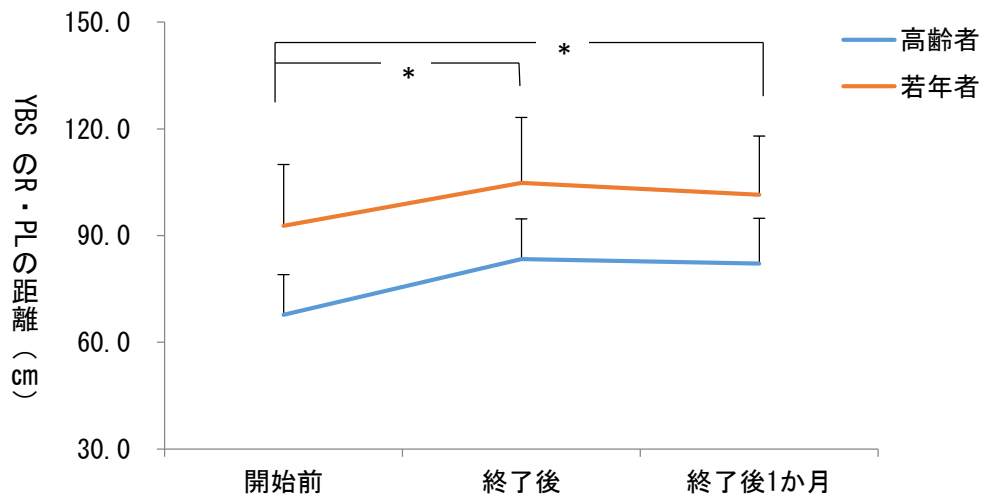


図5.10 DS練習によるYBSのR・PLの変化

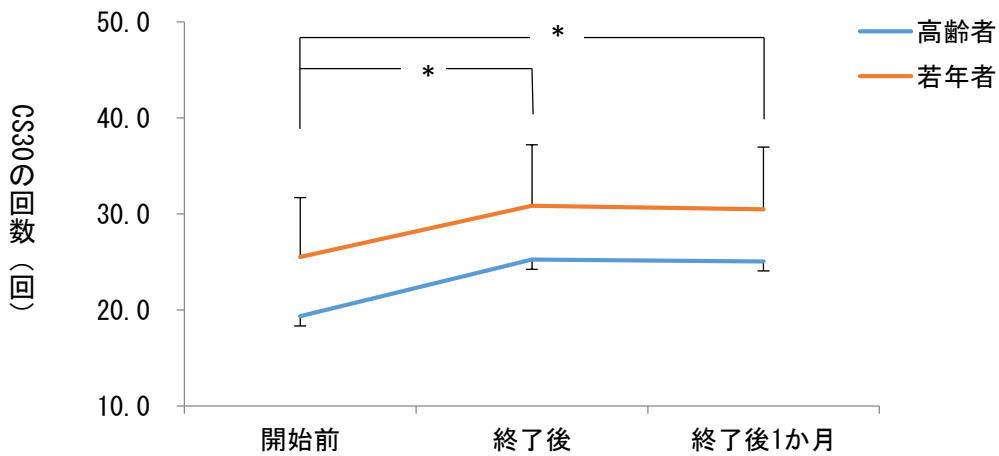


図5.11 DS練習によるCS30の変化

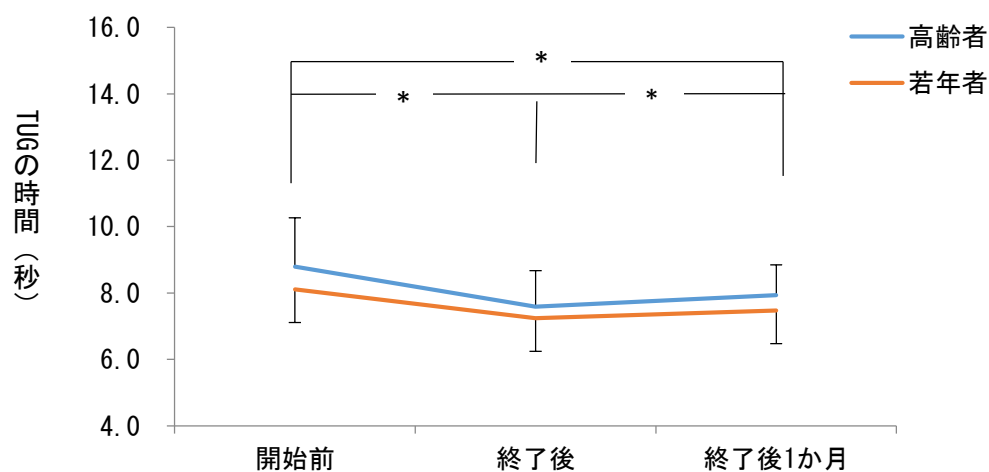


図5.12 DS 練習によるTUGの変化

表 5.5 高齢女性におけるバランス測定項目の測定値 (n=26)

バランス項目 (単位)	before	after	after 1ヶ月	p 値
5・DS (秒)	26.8±6.8	20.7±3.6	21.5±3.8	*1, *2
LRDS (秒)	10.4±2.4	8.6±1.6	8.4±1.4	*1, *2
閉眼片足立 (秒)	3.2±2.6	4.1±3.5	4.1±3.0	-
FRT (cm)	28.4±6.0	32.4±4.8	31.0±5.0	*1, *2, *3
FFD (cm)	6.4±8.2	10.2±7.2	9.5±7.7	*1, *2
OCS-10 (回)	13.5±2.1	16.1±2.5	16.0±2.5	*1, *2
YBS の L・PL (cm)	67.5±8.9	83.0±11.4	80.8±10.9	*1, *2
YBS の R・PL (cm)	66.3±10.7	82.2±11.3	80.1±11.9	*1, *2
CS30 (回)	19.3±6.9	25.0±8.2	24.8±6.9	*1, *2
TUG (秒)	8.9±1.5	7.7±1.1	8.0±0.9	*1, *2, *3

測定値±標準偏差, \*:  $p < 0.05$ , -:  $p > 0.05$ ,

\*1: before と after, \*2: before と after1ヶ月, \*3: after と after 1ヶ月

表 5.6 若年女性におけるバランス測定項目の測定値 (n=19)

バランス項目 (単位)	before	after	after 1ヶ月	p 値
5・DS (秒)	23.9±3.9	18.0±2.2	18.2±2.8	*1, *2
LRDS (秒)	8.7±1.1	7.4±0.9	7.5±0.9	*1, *2
閉眼片足立 (秒)	32.4±21.1	41.0±21.9	39.3±21.3	*2
FRT (cm)	37.1±5.2	40.0±5.0	39.9±4.7	-
FFD (cm)	4.3±9.6	7.6±8.7	6.4±8.8	*1, *2
OCS-10 (回)	15.6±2.9	18.4±2.7	18.4±2.7	*1, *2
YBS の L・PL (cm)	87.4±9.4	97.6±11.1	94.3±9.6	*1, *2, *3
YBS の R・PL (cm)	83.2±10.6	93.1±13.0	91.2±10.6	*1, *2
CS30 (回)	24.2±5.1	31.0±6.2	30.6±6.3	*1, *2
TUG (秒)	8.5±1.1	7.7±1.1	7.7±1.1	*1, *2

測定値±標準偏差, \* : p<0.05, - : p>0.05,

\*1 : before と after, \*2 : before と after1ヶ月, \*3 : after と after 1ヶ月

表 5.7 若年男性におけるバランス測定項目の測定値 (n=16)

バランス項目 (単位)	before	after	after 1ヶ月	p 値
5・DS (秒)	22.7±3.5	17.3±2.6	17.7±2.6	*1, *2
LRDS (秒)	8.4±1.3	7.1±1.1	7.1±1.1	*1, *2
閉眼片足立 (秒)	28.3±22.8	38.3±20.7	35.9±22.2	-
FRT (cm)	40.8±5.5	42.9±4.1	41.7±4.1	*3
FFD (cm)	-0.5±8.9	2.6±9.1	0.9±9.1	*1, *2, *3
OCS-10 (回)	17.8±2.3	20.5±2.4	20.6±2.1	*1, *2
YBS の L・PL (cm)	105.4±14.6	121.7±11.0	115.8±12.0	*1, *2, *3
YBS の R・PL (cm)	104.2±16.7	118.6±13.7	113.6±13.9	*1, *2
CS30 (回)	27.1±7.2	30.7±6.7	30.4±6.9	*1, *2
TUG (秒)	7.7±0.9	6.8±1.0	7.2±0.9	*1, *2, *3

測定値±標準偏差, \* : p<0.05, - : p>0.05,

\*1 : before と after, \*2 : before と after1ヶ月, \*3 : after と after 1ヶ月

表 5.8 女性別における 2 元配置分散分析の結果 (n=45)

	対象者内因子	対象者間因子	交互作用	主効果
5・DS (秒)	*	-	-	*
LRDS (秒)	*	-	-	*
閉眼片足立・L (秒)	*	*	*	*
FRT (cm)	*	-	-	*
FFD (cm)	*	-	-	-
OCS-10 (回)	*	-	-	*
YBS の L・PL (cm)	*	*	*	*
YBS の R・PL (cm)	*	*	*	*
CS-30 (回)	*	-	-	*
TUG (秒)	*	*	-	-

対象者内因子：練習期間の開始前・終了後・終了後 1 ヶ月,

対象者間因子：若年者・高齢者, \* :  $p < 0.05$ , - :  $p > 0.05$

交互作用：年齢層×時間経過（練習期間の前後）, 主効果：年齢層

表 5.9 若年者における 2 元配置分散分析の結果 (n=35)

	対象者内因子	対象者間因子	交互作用	主効果
5・DS (秒)	*	-	-	-
LRDS (秒)	*	-	-	-
閉眼片足立・L (秒)	*	-	-	-
FRT (cm)	*	-	-	-
FFD (cm)	*	-	-	-
OCS-10 (回)	*	-	-	*
YBS の L・PL (cm)	*	*	*	*
YBS の R・PL (cm)	*	-	-	*
CS-30 (回)	*	*	*	-
TUG (秒)	*	*	*	*

対象者内因子：練習期間の開始前・終了後・終了後 1 ヶ月,

対象者間因子：若年者・高齢者, \* :  $p < 0.05$ , - :  $p > 0.05$

交互作用：年齢層×時間経過（練習期間の前後）, 主効果：年齢層

5.10 高齢者における主観的評価の結果 (n=29)

程度	難しさ*		出来ぐあい		楽しさ・軽やか	
	初回練習後	1ヶ月練習後	初回練習後	1ヶ月練習後	初回練習後	1ヶ月練習後
0%	3 (10%)	18 (62%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)
25%	15 (52%)	6 (21%)	0 (0%)	1 (3%)	2 (7%)	3 (10%)
50%	10 (35%)	4 (14%)	20 (69%)	14 (48%)	7 (24%)	7 (24%)
75%	1 (3%)	1 (3%)	9 (31%)	12 (41%)	14 (48%)	12 (41%)
100%	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (7%)	6 (21%)	6 (21%)

数字の単位：名，（％）：29名中に何％，\*：p<0.05

5.11 若年者における主観的評価の結果 (n=35)

程度	難しさ		出来ぐあい		楽しさ・軽やか	
	初回練習後	1ヶ月練習後	初回練習後	1ヶ月練習後	初回練習後	1ヶ月練習後
0%	7 (20%)	13 (37%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)
25%	15 (43%)	14 (40%)	3 (9%)	2 (6%)	10 (29%)	7 (20%)
50%	9 (26%)	7 (20%)	12 (34%)	6 (17%)	13 (37%)	16 (45%)
75%	4 (11%)	1 (3%)	19 (54%)	23 (66%)	11 (31%)	9 (26%)
100%	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)	4 (11%)	1 (3%)	2 (6%)

数字の単位：名，（％）：35名中に何％

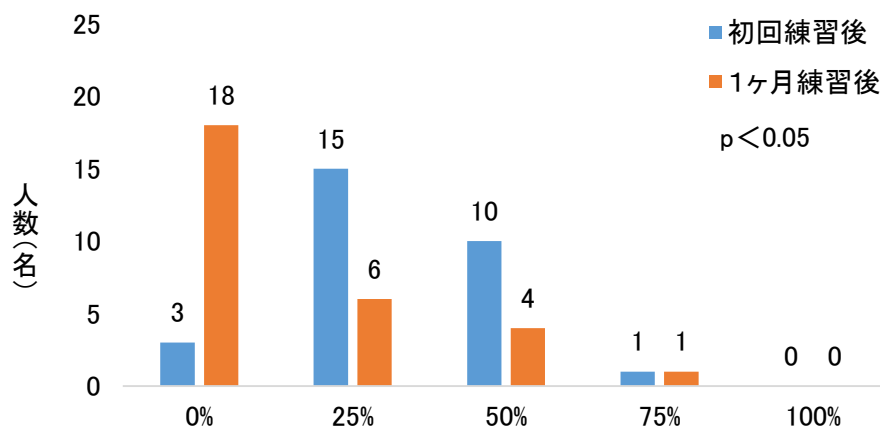


図5.13 高齢者における難しさの変化

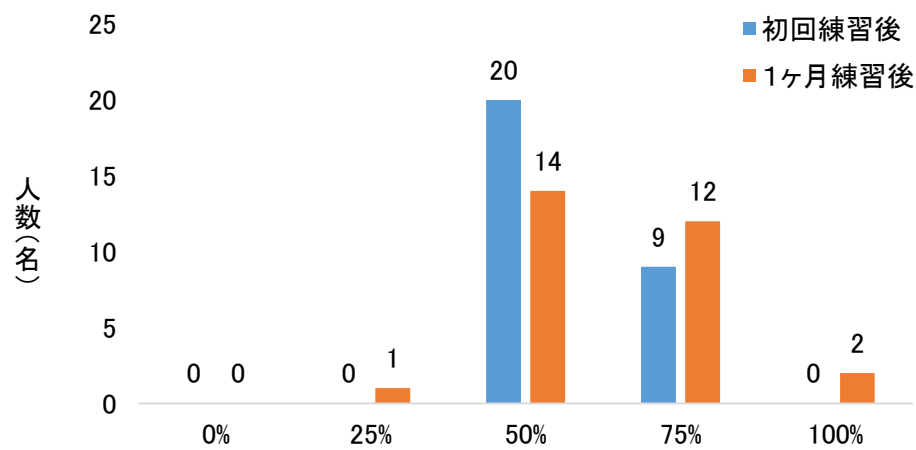


図5.14 高齢者における出来ぐあいの変化

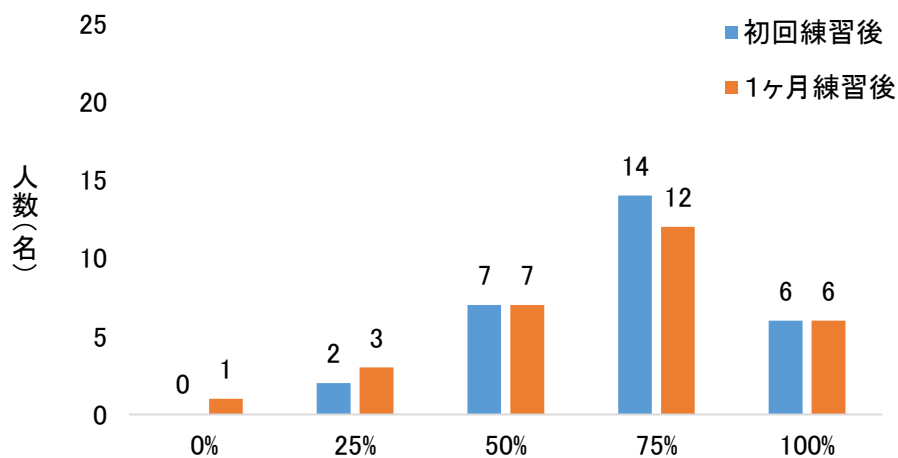


図5.15 高齢者における軽やか・楽しさの変化



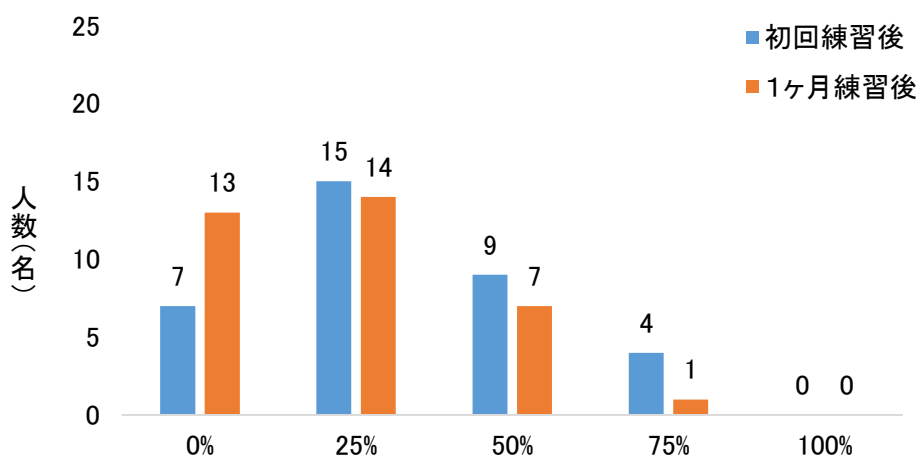


図5.16 若年者における難しさの変化

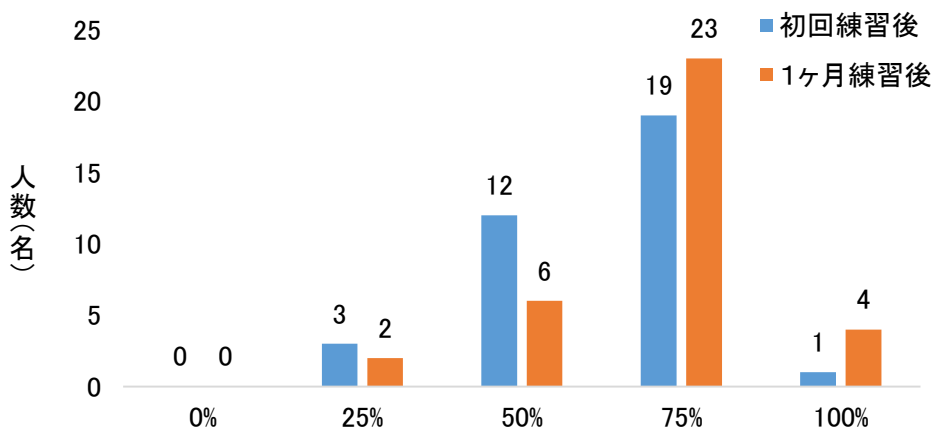


図5.17 若年者における出来ぐあいの変化

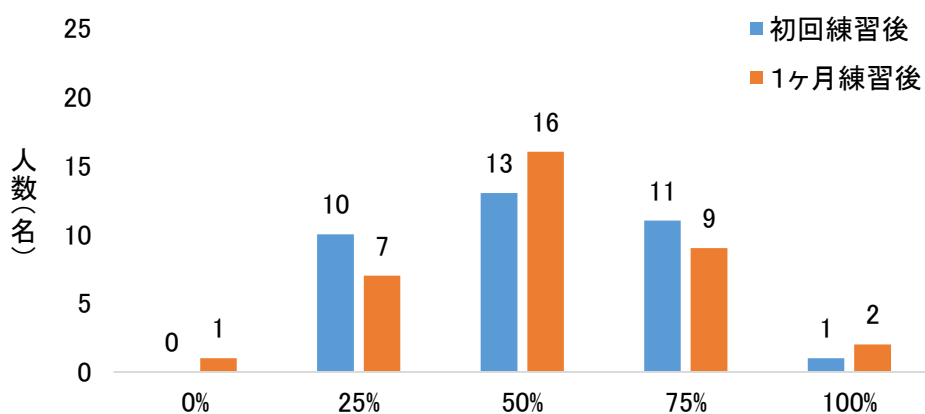


図5.18 若年者における軽やか・楽しさの変化

#### 5.4 考察

本章では、DS 練習によるバランスの向上効果について、高齢者と若年者を対象に検討した。客観的評価の結果によりバランスの向上効果を認め、DS 練習により DST に含まれるバランス要素を高めることができると示唆した。主観的評価の結果により、DS 練習は難しさが低く、楽しく運動を行えることが分かった。

交互作用が有意にみられた項目は、LRDS、閉眼片足立、YBS の L・PL と R・PL の 4 つであった。つまり、LRDS、閉眼片足立、YBS の L・PL と R・PL の高齢者と若年者において、DS 練習の開始前と終了後、終了後と終了後 1 ヶ月の変化パターンが異なり、年齢と練習前後の時間経過による相乗効果があったと考えられる。また、この 4 つの項目にはすべて主効果も有意に示したが、有意な交互作用によって限定されていると考えられる。さらに多重比較の結果を詳しくみると、LRDS の両群と閉眼片足立の若年者群、YBS の L・PL と R・PL の高齢者群において、同様な変化パターンがみられた。それは練習期間の開始前と終了後、開始前と終了後 1 ヶ月の間に有意な変化がみられ、終了後と終了後 1 ヶ月では有意な変化がみられなかった。つまり、練習期間の終了後 1 ヶ月では、練習しなくてもバランス指標の低下がなく、練習による維持効果があったと考えられる。

LRDS における高齢者と若年者の両群とも練習効果と維持効果がみられたことは、週に 4 回、毎回 3 分の DS 練習により、LRDS に含まれている静的安定性、運動機能、安定性限界、予測的姿勢制御、動的安定性、感覚機能というバランス要素を高めることができたと考えられる。しかし、閉眼片足立において高齢者では有意な変化が認められなかった。閉眼片足立は感覚統合、静的安定性、運動機能と 3 つのバランス要素が含まれている。LRDS に含まれるバランス要素を高めることができたなら、閉眼片足立に含まれる 3 つのバランス要素も高められたと考え、一見矛盾していると思われる。閉眼片足立の測定データ（表 5.2、図 5.5）からみると、高齢者では圧倒的に低い水準のほぼ 3 秒前後にあり、それと比べて若年者では 30 秒以上と高い水準にあることが分かった。LRDS に含まれるほかのバランス要素のこと以外にも、閉眼片足立の実施条件は、目を閉じてから片足立を行うことであり、高齢者のほうが視覚情報に依存していることが原因であると考えられる。すなわち、高齢者においては加齢とともに視覚への依存が大きくなり<sup>39)</sup>、視覚優位な姿勢とバランス戦略に変化した可能性があり<sup>40)</sup>、先行研究と一致した。

主効果（のみ）が有意にみられた項目は、5・DS、FRT、FFD、OCS-10、GS30 の 5 つであった。つまり、これらの項目において、両群の年齢層が違っても関わらず、練習期間の開始前・終了後・終了後 1 ヶ月においての同様な変化パターンを呈し、DS 練習により同様な効果が得られた。これは、運動学習は加齢による変化がある<sup>41)</sup>にも関わらず、練習を通して効果が得られることが示唆した。DST に用いられる DS を用いて、DST の測定法である LRDS と 5・DS の変化を得られるのは当然であるが、他のバランス測定項目にも変化があることから DS 練習後の効果が示唆された。

姿勢制御において、安定性限界と予測的姿勢制御が重要だと周知されている。安定性限界とは支持基底面内で身体の重心を前後左右に可能な限り動かせる能力を指し<sup>5)</sup>、姿勢を保つには重心を安定性限界内にコントロールする必要がある<sup>42)</sup>。予測的姿勢制御は、随意運動に先行して重心を移動させる能力とされている<sup>5)</sup>。バランスが崩れて転倒に結びつかないように、前後左右のあ

らゆる方向に外乱を加えて、代償的なステップ動作を繰り返して練習する必要があると主張している<sup>43)</sup>。安定性限界から身体重心が外れた際に、バランスの崩れを補正するために下肢がステップを踏み、踏み出すことで姿勢を修正するというステップング戦略<sup>44)</sup>により姿勢制御を行うことがある。人は立位時に外乱が加えられた際に姿勢制御戦略を用いてバランスを立て直そうとする。一般的に姿勢制御戦略は、足関節戦略、股関節戦略、ステップング戦略の3つ<sup>45)</sup>だと知られている。外乱の大きさに伴い、足関節戦略、股関節戦略、ステップング戦略というように移行していく。大きな外乱が与えられ、重心が支持基底面を逸脱し、新たな支持基底面を形成する必要となる際にバランスを取る最後の手段としてステップング戦略が用いられる<sup>46)</sup>。DSTに用いられるDSは、各ステップで30度という予測的姿勢制御を誘発しやすい<sup>18)</sup>ように作られている。バランスを崩した際に最後の手段としてステップング戦略を活性化するには、DS練習が有用だと考える。DS練習を用いて、安定性限界の範囲を広げ、重心のコントロールがうまくなればステップング戦略が活性化になると考える。本研究の結果では、高齢者と若年者において、DS練習によりLRDSと5・DSの有意な時間短縮が得られた。ほかのバランス測定項目にも有意な変化が得られ、この仮説を検証できたと考えられる。

なお、性別間における検討は、対象者の分け方と人数により数値的に変化があったが、DS練習によるバランスの向上効果が認められたことは同様である。つまり、性別と年齢が違うにも関わらず、DS練習によるバランスの向上効果があると示唆された。

主観的評価は、対象者の方々がDS練習を行われた際に主観的な感想として聴取した。自主トレとして、継続しやすいように適度の難しさ、出来ぐあい（いわゆる自己効力感）、楽しさが重要だと考えている。健康長寿の維持には生活を支える運動機能や、疾病によつての回復は長期的にリハビリテーションを行う必要がある。医療資源が限られている現在は、自主的にトレーニングを行うことが重要であり、介護予防にも継続して運動を行い続ける継続性こそ重要視されるべきである<sup>47)</sup>。

本研究で用いられたDS練習は、難しさにおける評価では高齢者のみ初回練習と比べて、1ヶ月練習後に有意な低下を示した。難易度としては、熟練してきた次第に下がってきたと考えられる。また、データ（表5.10と表5.11、図5.13と図5.16）から見て、高齢者と若年者の両群とも2回の聴取において、難しさの低いほうである0%と25%を指した対象者人数の割合が多かった（高齢者では62%→83%、若年者では63%→77%）。つまり、最初からそれほど難しくなかったことが分かり、練習方法として適度の難しさを示したと考える。出来ぐあいは、両群とも有意な変化を示さなかったが、データ（表5.10と表5.11）から見て、2回の聴取とも低いほうの0%と25%を指した人数が少なく、グラフ的には（図5.14と図5.17）真ん中から右側に人数が集まり、特に高齢者では真ん中に集まる傾向がみられた。これに関しては、高齢者において自己効力感の低下を認めない<sup>48)</sup>ものの、自己能力を控えめに捉える日本の国民性が関係していることが考えられる。つまり、最初からできていたと自己効力感があったと考えられる。軽やか・楽しさは、両群とも有意な変化を認めず、データ（表5.10と表5.11）とグラフ（図5.15と図5.18）から見て2回の聴取とも真ん中から右側に人数が集まり、特に高齢者では右の高い数値側に人数が多く集まった。また、「楽しかったよ」、「継続するのがちょっと大変だけど楽しくできたよ」などの発言も多く聞こえた。つまり、軽やか・楽しさは最初から高い水準にあり、1ヶ月

間の練習期間の経過とともに変化なく、楽しく運動を行えたと考えられる。

自主トレを定着・継続させるコツ<sup>49)</sup>の記事では、効果の明確化、効果の実感、環境づくり、内容のシンプル化、生活の一部にする、楽しいにつなげる、徹底的な賞賛、自分で自主トレするのが当然と8つを述べている。本研究のDS練習は、バランス項目の測定と数値化した主観的評価により、効果の明確化や効果の実感、楽しいにつなげ、賞賛にもなったと考えられる。DS作成の教示、練習を行う環境への助言は、環境づくりを実現した。メニューの設定は内容のシンプル化、確認用のカレンダーへの記載と電話訪問は生活の一部にすることができたと考えられる。また、実際に最終のデータ収集では、一人ひとりの測定結果を持って説明したときに、対象者は自ら「練習してよかった」、「練習したほうがいい」、「健康維持するには練習する必要がある」、「これからもこの練習を続ける」等々の発言があった。これらは、自主トレを通してバランスの向上が得られ、自分の健康を保つには自分で自主トレをするのは当然のことであることも意識できたと考えられる。

## 5.5 結論

DS練習は、練習方法としてバランス向上の効果があり、多くのバランス要素を高めることができた。また、対象者にとって適度の難しさであり、受け入れやすい運動だと示唆された。

## 第 6 章 総括

## 6.1 本研究の結論

本研究は、臨床的の実用性が高く、多くのバランス要素を含むバランス評価テストを考案する目的にて行われた。さらに応用として、多くのバランス要素を高める練習方法を検討した。

本研究は、一定の辺長であり、頂点 60 度と 120 度の菱形を、歩く時の歩数または実施時間を測定する DST (Diamond Steps Test) を考案した。DST は 3 つの測定法があり、30 秒で歩いた DS の回数である 30DS、5 回 DS を歩いた時間の 5・DS、利き足側から歩き始めの順周りと逆回りの DS を 1 周歩く時間である LRDS の 3 つであった。

第 3 章と第 4 章では、DST の 3 つの測定法の測定信頼性と妥当性について検討した。結果として DST の 3 つの測定法である 30DS、5・DS、LRDS は、バランス評価テストとしての測定信頼性が高く、妥当性があることが分かった。総合的にみると、最も再現性が高く、妥当性があるのは 5・DS であった。つまり、最も適切な方法は 5・DS であった。

第 5 章では、DST に含まれるバランス要素を高める方法として、DST に用いられる DS を練習方法として、高齢者と若年者を対象にバランス向上の効果について検討した。結果として、年代と性別による身体能力の違いがあるにも関わらず、バランスの向上効果がみられた。また、練習方法として実際に使われる際に、長く継続するために主観的な感想も重要だと考え、主観的評価を聴取した。その結果、DS 練習の難しさは最初から練習として実現できる程度であり、適度の難易度であることが分かった。そして出来ぐあいと軽やか・楽しさは最初から高い水準にあり、練習期間の経過とともに変化がなく、楽しく運動を行えたことが示唆された。

本研究の最終的な結論としては、DST の 3 つの測定法ともバランス評価方法としての信頼性と妥当性があり、そのうち最も適切な方法は 5・DS である。さらに、DS 練習は練習方法としてバランス向上の効果が認められ、対象者に受け入れやすい運動であることが示唆された。

## 6.2 本研究の意義 (有用性)

本研究で考案した DST は、多くのバランス要素を含んでいる。従来のバランス評価と比べ、身長で補正・標準化した測定法である。測定機器とスペースの準備が少なく、簡単な測定法である。または、測定機器が少なく、短時間で測定可能のため低コストである。これらの特徴を有した DST は、これまでのバランス評価と比べ、1 つの方法で多くのバランス要素を評価することが可能であるため、臨床的な意義が高いと考える。また、個人差を補正することが可能であり、測定が簡単かつ低コストであることは、実用性が高く、臨床に汎用しやすいと思われる。

そして、DS 練習は、週に 4 回、毎回 3 分間だけの練習により多くのバランス要素を高めることが可能であった。練習方法として、楽しく運動を行えることにより継続しやすいことにつながる。そのため、効果のある楽しく運動が行えることが対象者にとって受け入れやすいと思われる。現在の高齢社会において、総合的にバランス能力を向上させることによる転倒・骨折を減らし、要介護となる状態を阻止することができれば、社会と家庭の負担を軽減する一助になるのではないかと考える。

## 6.3 本研究の限界と今後の展望

本研究の限界として、対象者はすべて健常者であった。今後、衰弱者と患者を含め、幅広く検

討する必要がある。研究3の対象者において男性の高齢者が少なかったことに対し、今後の研究において性別の均等を考慮し、男性の対象者が増えるように工夫する必要がある。また、カットオフ値の算出による弁別妥当性についての検討ができなかった。そのため、具体的な応用として不明確である。今後は、疾患別や屋内と屋外歩行など、より具体的な応用に関して、弁別妥当性を検討する必要があると考える。

DS練習は、練習方法としてはバランスの向上効果と維持効果があることが分かった。しかし、その効果の持続性については明確になっていない。そして、より一層効果を引き出すために、さらに上の段階の練習も必要だと考えられる。例えば、歩幅を上げたり、足がクロスするように歩いたり、認知的要素を加えたり、好きな音楽に合わせてリズムよく歩いたりすることにより、より効果のある運動を楽しく行えるようになるかと考えられる。よって、今後はさらに研究期間を延長し、これらの要素を考慮してのバランス向上効果について検討していきたいと考える。

## 謝 辞

本研究の考案・進行・論文作成等々、終始に熱心なご指導とご助言を頂いた恩師の丸山仁司先生に、深くお礼を申し上げます。研究の考案と統計方法などについてご指導を頂いた姫路獨協大学・医療保健学部理学療法学科の霍明先生に感謝しております。本学の理学療法学科の久保先生をはじめ、小野田先生、下井先生、堀本先生などの先生方々、貴重なアドバイスを頂き、本当にありがとうございました。院生研究室にいる同級生と先輩・後輩たちに、日々励まし合いながら一緒に歩いてくれて、ありがとうございました。

勤め先である栃木県医師会塩原温泉病院の同僚たち、上司をはじめ同期の皆さんに、いつもご理解とご協力を頂き、深くお礼を申し上げます。そして、何よりお忙しい中、研究にご協力とご参加を頂いた対象者の方々に、本当に助かりました。心より感謝しております。

最後に、いつも、いつも支えてくれた父母、弟に、遠く離れた娘、姉よりお礼を言います。本当にありがとうございました。



## 文献一覧

- 1) 内閣府. 平成 27 年版. 高齢者社会白書 (全体版) (PDF 形式) —5 高齢化の国際的動向.  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/27pdf\\_index.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/27pdf_index.html) 2017. 7. 1
- 2) 内閣府. 高齢者の健康・福祉.  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/zenbun/s1\\_2\\_3.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/zenbun/s1_2_3.html) 2017. 7. 1
- 3) 日本整形外科学会骨粗鬆症委員会報告—平成 10 年股関節骨折の発生頻度調査—. 日整会誌 2000;74:373-377
- 4) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会. 2015. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン. 48-49 [http://www.josteo.com/ja/guideline/doc/15\\_1.pdf](http://www.josteo.com/ja/guideline/doc/15_1.pdf) 2017. 9. 30
- 5) Sibley KM, Beauchamp MK, Ooteghem KV, et al. Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: A scoping review. Arch Phys Med Rehabil. 2015;96:122-132
- 6) Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go” : A test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 1991;39:142-148
- 7) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Phys Ther. 2000;80:896-903
- 8) Eagle DJ, Salama S, Whitman D, et al. Comparison of three instruments in predicting accidental falls in selected inpatients in a general teaching hospital. J Gerontol Nurs. 1999;25:40-45
- 9) Murphy MA, Olson SL, Protas EJ, et al. Screening for falls in community-dwelling elderly. J Aging Phys Act. 2003;11:66-80
- 10) 望月 久, 金子誠喜. 臨床的バランス能力評価指標に関するアンケート調査報告—臨床的バランス能力評価指標の考案に向けて—. 理学療法科学 2009;24:205-213
- 11) Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. Phys Ther. 2002;82:128-137
- 12) Chou CY, Chien CW, Hsueh IP, et al. Developing a short form of the Berg Balance Scale for people with stroke. Phys Ther. 2006;86:195-204
- 13) 佐々木理恵子, 浦辺幸夫. Star excursion balance test を用いた中高齢者のバランス能力評価. 理学療法科学 2009;24:827-831
- 14) Hertel J, Braham RA, Hale SA, et al. Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. J Orthop Sports Phys Ther. 2006;6:131-137
- 15) Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. J Athl Train. 2012;47:339-357

- 16) WWJJ:ウォーキング&ジョギング. <http://www.training.co.jp/nf/mWWJJ.html> 2017. 1. 12
- 17) Barreira TV, Rowe DA, Kang M. Parameters of Walking and Jogging in Healthy Young Adults. *International Journal of Exercise Science* 2010;3:2-12
- 18) 澤田智紀, 行宗真輝, 木藤伸宏. 異なる方向の歩き始め動作における姿勢制御—足圧中心と身体重心の関係—. *理学療法科学* 2014;29:431-436
- 19) 角度と斜辺から底辺と高さを計算—高精度計算サイト - CASIO.  
<http://keisan.casio.jp/exec/system/1177469593> 2016, 7, 10
- 20) 山崎信寿, 鈴木隆雄, 河内まき子ら. 足の事典. 東京:朝倉書店, 1999:106-109
- 21) 対馬栄輝. 信頼性指標としての級内相関係数.  
<http://www.hs.hirosaki-u.ac.jp/~pteiki/research/stat/icc.pdf> 2017, 1, 19
- 22) 桑原洋一, 斎藤俊弘, 稲垣義明. 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. *呼吸と循環* 1993;41:945-952
- 23) 谷 浩明. 評価の信頼性. *理学療法科学* 1997;12:113-120
- 24) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new Clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45:192-197
- 25) 中央労働災害防止協会. 平成 21 年度. 転倒等災害リスク評価セルフチェック実施マニュアル—厚生労働省.  
[http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/101006-1a\\_07.pdf](http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/101006-1a_07.pdf)  
2017, 4, 6
- 26) 大高恵莉, 大高洋平, 森田光生ら. 日本語版 Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) の妥当性の検討. *公益社団法人日本リハビリテーション医学会* 2014;51:673-81
- 27) Galin A. Raised serum creatine phosphokinase activity in ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis.* 1975;34:244-248
- 28) 小林 薫, 丸山仁司, 柗 幸伸. 座位両足ステップングテストの考案と作成: 測定値の信頼性について. *理学療法科学* 2012;27:109-114
- 29) Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, et al. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sport Phys Ther.* 2009;4:92-99
- 30) 中谷敏昭, 瀧本雅一, 三村寛一ら. 日本人高齢者の下肢 筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究* 2002;47:451-461
- 31) 文部科学省. 新体力テスト実施要項 (20 歳~64 歳対象, 2) .  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/sports/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079\\_03.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_03.pdf) 2017, 3, 14
- 32) 小林 薫, 柗 幸伸. 高齢者の下肢敏捷性とその他の運動機能および移動動作能力との関連. *理学療法科学* 2015;30:829-832
- 33) 大築立志, 鈴木三央, 柳原 大. 姿勢の脳・神経科学—その基礎から臨床まで—. 東京:市村出版, 2011:51-69
- 34) Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural

control of balance to prevent falls? Age and Ageing 2006;35, ii7-ii11

35) 神田舞子, 小林量作. 若年健常女性に対する閉眼片足立ち練習の効果. 理学療法学 2015;42, 119-124

36) 相馬正之, 村田 伸, 岩瀬弘明ら. 地域在住高齢者の 30 秒椅子立ち上がりテストと身体機能との関連. 理学療法科学 2016;31:759-763

37) 牧浦大祐, 土井剛彦, 浅井 剛ら. 歩行の安定性に性差は存在するのか?—加速度計を用いた歩行解析による検討—. 理学療法科学 2010;25:923-928

38) 平瀬達哉, 井口 茂, 塩塚 順ら. 高齢者におけるバランス能力と下肢筋力との関連性について—性差・年齢・老研式活動能力指標別での検討—. 理学療法科学 2008;23:641-646

39) Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, et al. Decrease in timed balance test scores with aging. Phys Ther. 1984;64:1067-1070

40) 森岡 周, 宮本謙三, 竹林秀晃ら. 年代別にみた立位姿勢バランス能力と足底二点識別覚の変化過程. 理学療法ジャーナル 2005;39:919-926

41) 山田拓実. 高齢者の平衡機能と運動療法. 理学療法ジャーナル 2007;41:25-33

42) 強瀬敏正, 田中俊一, 荻野雅史ら. Redcord®を用いたバランス練習の治療効果について—1 ヶ月間の治療介入による効果の検討—. 理学療法—臨床・研究・教育 2013;20:23-27

43) 藤原勝夫. 姿勢制御の神経生理機構. 第1版. 東京:杏林書院, 2011:232

44) Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaption to altered support surface configurations. J Neurophysiol. 1986;55:1369-1381

45) 奈良 勲, 内山 靖. 姿勢調節障害の理学療法. 改訂第2版. 東京:医歯薬出版株式会社, 2004:167-171

46) 飯島賢一, 関根正樹, 田村俊世. 漸増する水平外乱刺激に対する姿勢応答. 生体医工学 2009;47, 70-76

47) 堤 俊彦, 山田富美雄, 塩中雅博ら. 介護予防教室における行動科学技法を用いた運動継続促進プログラム. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 2003;35-48

48) 近藤 敏, 西田征治, 竹内 彩ら. 加齢と運動技能自己効力感の関係に関する研究. 健康科学と人間形成. 2016;2, 27-34

49) リハビリで自主トレを継続・定着させる「8つのコツ」を知ろう!

<http://rehamame.com/jishutoresuru-sinai#7> 2018, 10, 8