

原 著

## お手軽介護予防トレーニングプログラム (Do-SAR/B 体操) の開発 (第1報)

—高齢者の生体負担度に関する生理学的検討—

柳田 昌彦<sup>1</sup>, 石原 一成<sup>2</sup>

### Development of the comfortable training program (Do-SAR/B exercise) to prevent frailty and disability (1st report)

—Investigation on physiological responses of its program in elderly persons—

Masahiko Yanagita<sup>1</sup>, Kazunari Ishihara<sup>2</sup>

The purpose of this study was to develop the comfortable training program to prevent frailty and disability, which was combined flexibility, aerobic and resistance training using the balance-pad. We named it "Do-SAR/B exercise". To investigate physiological responses of this exercise in elderly persons, 14 healthy subjects (6 men and 8 women) underwent this training program just one time. We measured heart rate, blood pressure, METs and rating of perceived exertion(RPE), as physiological parameters. We also checked how subjects felt this exercise by using questionnaire.

Do-SAR/B exercise has no excessive stimulus to cardiovascular system, and also has moderate intensity, because RPE revealed somewhat hard. Most subjects performed this exercise comfortably and pleasantly. These results suggest that Do-SAR/B exercise is the comfortable and safe training program for elderly persons.

【Keywords】 balance, flexibility, aerobic, resistance, disability

本研究では、高齢者が手軽に楽しく介護予防運動を実施できるトレーニングプログラムを開発することを目的として、バランスパッドの上で柔軟運動・有酸素運動・レジスタンス運動を複合的に実施し、同志社大学のカレッジソングに合わせて短時間で取り組めるオリジナル複合トレーニングプログラム (Do-SAR/B 体操) を創作した。そして、このトレーニングプログラムが高齢者の生体にどの程度の生理的負荷を与えるのかを検証するために、14名の健康高齢者 (男性6名、女性8名) にこのプログラムを一過性に実施してもらい、心拍数、血圧、運動強度 (METs)、主観的運動強度などの生理学的指標を用いて検討した。また、質問紙を用いて運動中・後の気分や体調の変化、楽しさ、難しさなどについても調査・検討を行なった。

その結果、Do-SAR/B 体操は、循環器系に対して過度な反応を引き起こす危険性は極めて低く、主観的運動強度では「ややきつい」程度で精神的負担度も適度であり、また運動後の気分を爽快にさせ、「楽しかった」、「これからも続けたい」と感じさせるトレーニングプログラムであった。このことから、本研究で開発した「お手軽介護予防トレーニングプログラム (Do-SAR/B 体操)」は、高齢者が気軽に楽しく安全に実践できるプログラムであることが示唆された。

【キーワード】 バランス, 柔軟性, エアロビクス, レジスタンス, 要介護

## I. 緒言

日本人の平均寿命は、2012年 (平成24年) において男性が79.94歳、女性が86.41歳と年々延伸しており、総人口に占める老年人口の割合は24.1%となっている (厚生労働統計協会, 2013)。また、平成23年度の国民医療費は38兆5,850億円であり、その内65歳以上は21兆4,497億円で、全体の55.6%を占め

ている (厚生労働省, 2013)。さらに、同年の要介護認定者数は約500万人で、10年前の2倍に急増している (厚生労働統計協会, 2013)。したがって、超高齢社会を迎えた日本においては、高齢者のメタボリックシンドロームや要介護状態に繋がるロコモティブシンドロームの予防・改善が、緊急かつ重大な健康課題となっている。

運動不足や老化による骨格筋の萎縮は、筋力を低下

1 同志社大学スポーツ健康科学部 (Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University)

2 福井県立大学学術教養センター (Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University)

させて骨折や転倒、要介護状態、生活の質（QOL）の低下を招く（Vandervoort, 2002；Wolfson et al., 1995）。また、筋量の減少に伴う基礎代謝量の低下は、脂質・糖質代謝のエネルギー分解力の低下を引き起こし、肥満や糖尿病、高血圧などの生活習慣病の発症に悪影響を及ぼす（Hurley et al., 2000；Tzankoff et al., 1977）。これらのことから、日本の中高年者が今後ますます平均寿命や健康寿命を延伸させるためには、日常生活の中に運動を取り入れて、特に、筋肉を質・量的に強化させることが大切である。

一般的に、中高年者の健康・体力づくりに有効な運動には、ウォーキングやジョギングなどの有酸素運動、ウエイトマシンやダンベル、ゴムチューブなどの抵抗負荷を用いるレジスタンス運動、ストレッチングやラジオ体操などの柔軟運動がある。従来、日本の健康増進施策に取り入れられてきた健康づくり運動は、動脈硬化やインスリン抵抗性、肥満、高血圧などの生活習慣病リスクファクターを低減させる効果を持つ有酸素運動が主体であったが、平成9年に厚生省から「生涯を通じた健康づくりのための身体活動のあり方」が提示されて以降、レジスタンストレーニングのような筋力増強に寄与する運動が公衆衛生活動の現場に導入されるようになった。実際に、久野（2002）は高齢者のマスターランナーにおいても速筋線維の選択的萎縮が起きていることから、高齢者の健康増進のための運動として有酸素運動のみを推奨することは筋萎縮抑制の観点からみると不十分であり、筋量の増大や筋力向上に効果のあるレジスタンス運動の日常化が不可欠であると強調している。

近年、一般の中高年者が手軽に安全に取り組める軽レジスタンス運動として「ダンベル体操」や「玄米ニギニギ体操」が普及している（鈴木, 1993, 1999；村田, 1996）。この体操は、我々の研究結果から中高年者の筋力向上の他に、体脂肪や高脂血症などの生活習慣病リスクファクターに対する予防・改善効果を併せ持つことが明らかになっている（柳田ほか, 1998, 1999, 2003）。

また、我々は福井県民謡である「イッチョライ節」に合わせて「ダンベル体操」を楽しく実践する「ふくいイッチョライダンベル体操」を創作し（柳田ほか, 2007）、この体操を健常な高齢者に1回10分以上、週に3回以上、3ヵ月間実践させたところ、歩行・起居能力が高まることを明らかにした（柳田ほか, 2009）。

ところで、平成22年国民生活基礎調査（厚生労働省, 2011）によると、介護が必要となった者の主な原因として、「脳血管疾患」が21.5%と最も高く、次いで「認知症」、「高齢による衰弱」、「関節疾患」、そして「骨折・転倒」が10.2%であった。高齢者の転倒や骨折は、

移動や歩行に対する自信を喪失させるだけでなく、外出への不安や恐怖心を生じさせ、QOLの低下も招くことから、高齢期における転倒の予防は医学的観点だけでなく、心理・社会的側面からも重要な課題である。

加齢に伴う運動機能の変化としては、筋力、バランス、柔軟性、敏捷性といった様々な機能の低下が報告されているが（Lynch et al., 1999；Lindle et al., 1997；木村, 1991）、特に、バランス能力は加齢による低下が顕著であり、後期高齢者において障害されやすい（橋詰, 1986；藤原, 1995；木村ほか, 1998）。高齢者のバランス機能の低下と転倒には密接な関係があることが知られており（Province et al., 1995）、運動介入が高齢者のバランス機能を改善させる研究報告も数多く見受けられる（新井ほか, 2003；永井ほか, 2009；中川ほか, 2009；谷田ほか, 2011；James, 2003；Howe et al., 2007）。

新井ら（2003）は、虚弱高齢者に対してマシンを用いた高負荷のレジスタンストレーニングにバランストレーニングを組み合わせたプログラムを1回約90分間、週2回、3ヵ月間にわたって運動介入し、身体機能の改善について検討したところ、最大歩行速度、ファンクショナルリーチや開眼片足立ち時間等のバランス機能などに有意な改善を認めた。また、中川ら（2009）は、特定高齢者に対して3ヵ月間と9ヵ月間の異なる期間で主要な筋肉に対する筋力トレーニングと立位バランス運動を行った結果、3ヵ月間で30秒椅子立ち上がりテストの有意な増加、Timed Up & Go および歩行時間の有意な短縮が認められたと報告している。

しかし、これらの運動プログラムは、ウエイトトレーニングマシンを用いた高負荷レジスタンストレーニングを主体とした運動プログラムで構成されていたり、指導者による適切な指導管理下で行わなければならないと、1回当たりの時間が1時間以上であったりと、いずれも地域在住の高齢者が手軽に、楽しく、短時間で取り組めるプログラム内容ではない。

そこで、本研究では高齢者が手軽に楽しく介護予防運動を実施できるトレーニングプログラムを開発することを目的として、バランストレーニング用具であるバランスパッドの上で柔軟運動・有酸素運動・レジスタンス運動を複合的に実施し、同志社大学のカレッジソング等に合わせて短時間（約12分間）で取り組める「お手軽介護予防トレーニングプログラム（Do-SAR/B体操）」を創作した。本稿では、このトレーニングプログラムが高齢者の生体にとってどの程度の生理的負荷を与えるのかを検証するために、健常高齢者にこのプログラムを一過性に実施してもらい、心拍数、血圧、運動強度（METs）、主観的運動強度などの生理学的指

標を用いて検討した。また、質問紙を用いて運動中・後の気分や体調の変化、楽しさ、難しさなどについても調査・検討を行なったので報告する。

## II. 方法

### 1. 「お手軽介護予防トレーニングプログラム (Do-SAR/B 体操)」の作成方法

同志社の大学歌である「Doshisha College Song」や「不断の楽」, 「Doshisha Heroes」を BGM として用い、バランストレーニング用具のバランスパッドの上で柔軟運動・有酸素運動・レジスタンス運動の 3 種類の複合的運動を約 12 分間実施する運動プログラム (以下、Do-SAR/B 体操という) を創作した。このトレーニングプログラムで用いるバランスパッドは、AIREX (エアレックス) 製で、縦幅 41cm × 横幅 50cm × 高さ 6cm の用具である。

### 2. 「Do-SAR/B 体操」の生体負担度についての生理学的解析および自覚的疲労度や楽しさ等に関する質問紙調査

#### 1) 対象者

福岡県筑賀市の某老人クラブに在籍する健常な高齢者で、男性 6 名 (平均年齢 70.5 歳) と女性 8 名 (平均年齢 69 歳) の計 14 名を対象とした。対象者のうち 6 名が降圧剤を服用していたが、 $\beta$  遮断剤の服用者は一人もいなかった。また、全員、定期的な運動習慣を保持していなかった。なお、対象者の特性を表 1 に示した。

表1 対象者の特性

性 別	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI
男 性	70.5 $\pm$ 1.6	166.8 $\pm$ 2.6	65.1 $\pm$ 6.0	23.4 $\pm$ 2.2
女 性	69.0 $\pm$ 3.6	154.5 $\pm$ 3.5	55.2 $\pm$ 5.0	23.2 $\pm$ 2.4

表中の数値は平均値 $\pm$ 標準偏差を示す。

#### 2) 血圧および心拍数の測定

血圧の測定にはオムロンのデジタル自動血圧計 (HEM-7070) を用い、安静時、トレーニングプログラムの終了直後、トレーニングプログラム終了 10 分後にそれぞれ測定した。また、心拍数の測定には胸部双極誘導法による心電図モニター (ダイナスコープ DS-7520) とハートレートモニター (POLAR 製) を併用して用い、安静時、3 種類の運動中、トレーニングプログラムの終了直後、トレーニングプログラム終了 10 分後にそれぞれ測定した。

#### 3) 運動強度の測定

運動強度の測定にはオムロンの活動量計 (HJA

-350IT) を使用した。また、オムロンの活動量計管理ソフトを用いて、各種目の平均 METs と最高 METs を計測した。

#### 4) 主観的運動強度の測定

主観的運動強度については、ボルグらにより作成された表示法を小野寺・宮下が日本語訳した表示法 (20 尺度) を用いて、トレーニングプログラム終了直後に自己申告してもらった。

#### 5) 質問紙調査項目および方法

対象者の気分や体調の変化、楽しさ、難しさなどを調査するために、トレーニングプログラム終了後に質問紙調査を行った。質問項目は、「運動を行った後に身体が温まったか」、「運動を行った後に頭がスッキリしたか」、「運動を行っている最中、または後にイライラしたか」、「運動は難しかったか」、「運動を行った後、疲れを感じたか」、「運動は楽しかったか」、「運動をこれからも続けたいと思うか」の 7 項目で、それぞれ「非常に思う」、「やや思う」、「どちらとも言えない」、「あまり思わない」、「全く思わない」の 5 段階で回答してもらった。

### 3. 統計解析

本研究で得られたデータは、全て平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。各指標における男女間の平均値の差については、対応のない  $t$ -検定を行い、平均値の経時的変化については一元配置分散分析、またはフリードマン検定により解析した。経時的変化で有意性が認められた場合は、多重比較検定を用いて各時点の対の比較を行った。なお、危険率 5% 未満を有意水準とした。

### 4. 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、対象者には本研究の目的や方法、参加の撤回や中断は自由意志であること、事故等の発生や対応に万全の配慮をすること、個人情報の管理を徹底することなどを文書と口頭で十分に説明し、協力の承諾が得られた者については同意書に署名をしてもらった。また、本研究は、同志社大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会の承認を得て行った。

## III. 結果

### 1. 「お手軽介護予防トレーニングプログラム (Do-SAR/B 体操)」の種目構成

バランスパッドの上で柔軟運動、有酸素運動およびレジスタンス運動を行う Do-SAR/B 体操の種目構成を図 1、図 2 および図 3 に示した。また、各動作の実施方法を以下に示した。このトレーニングプログ

BGM:「Doshisha College Song」♪

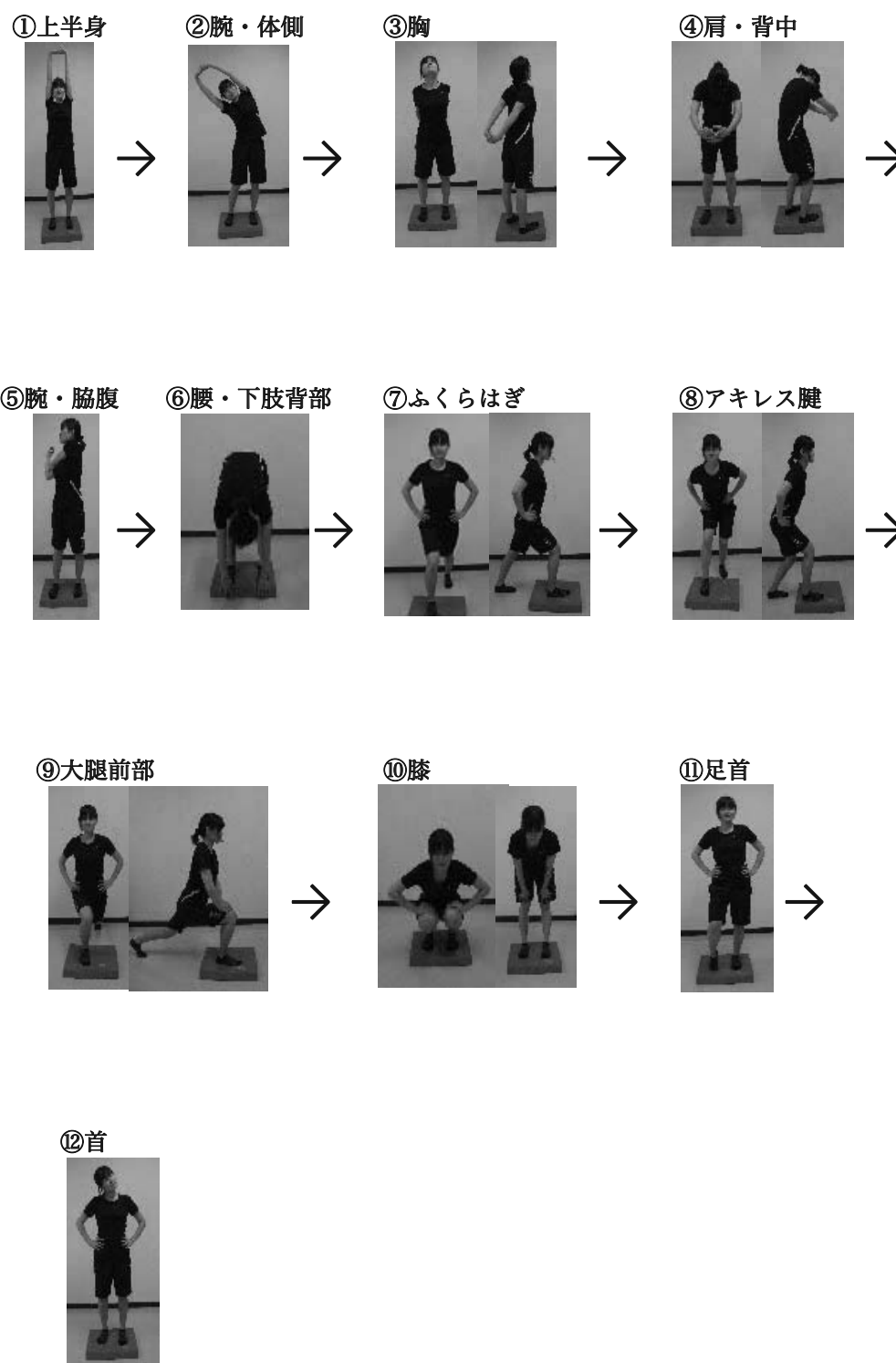


図1. Do-SAR/B体操における柔軟運動の種目構成

BGM:「不断の楽」♪

〈1 セット目〉

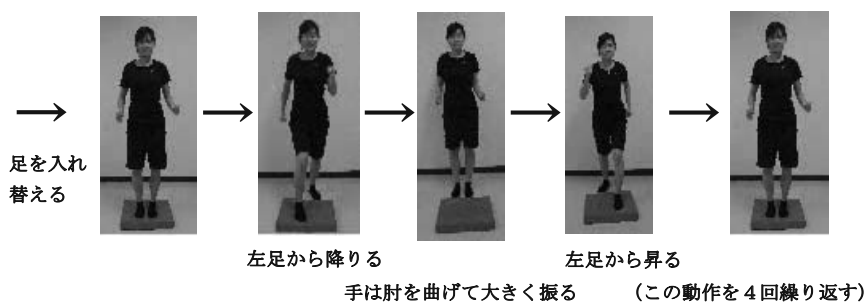
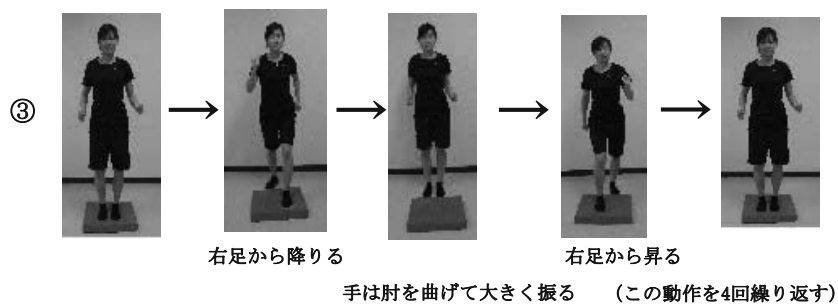
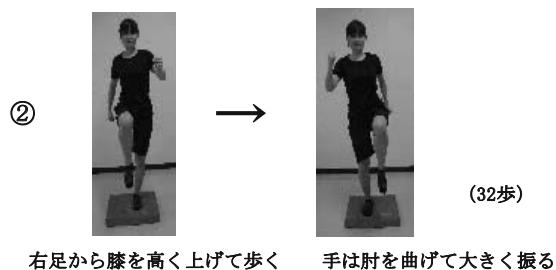
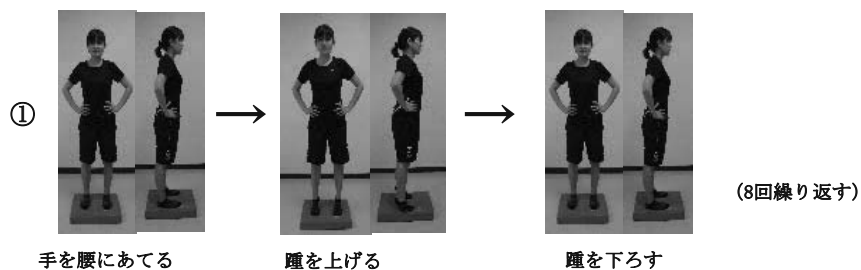
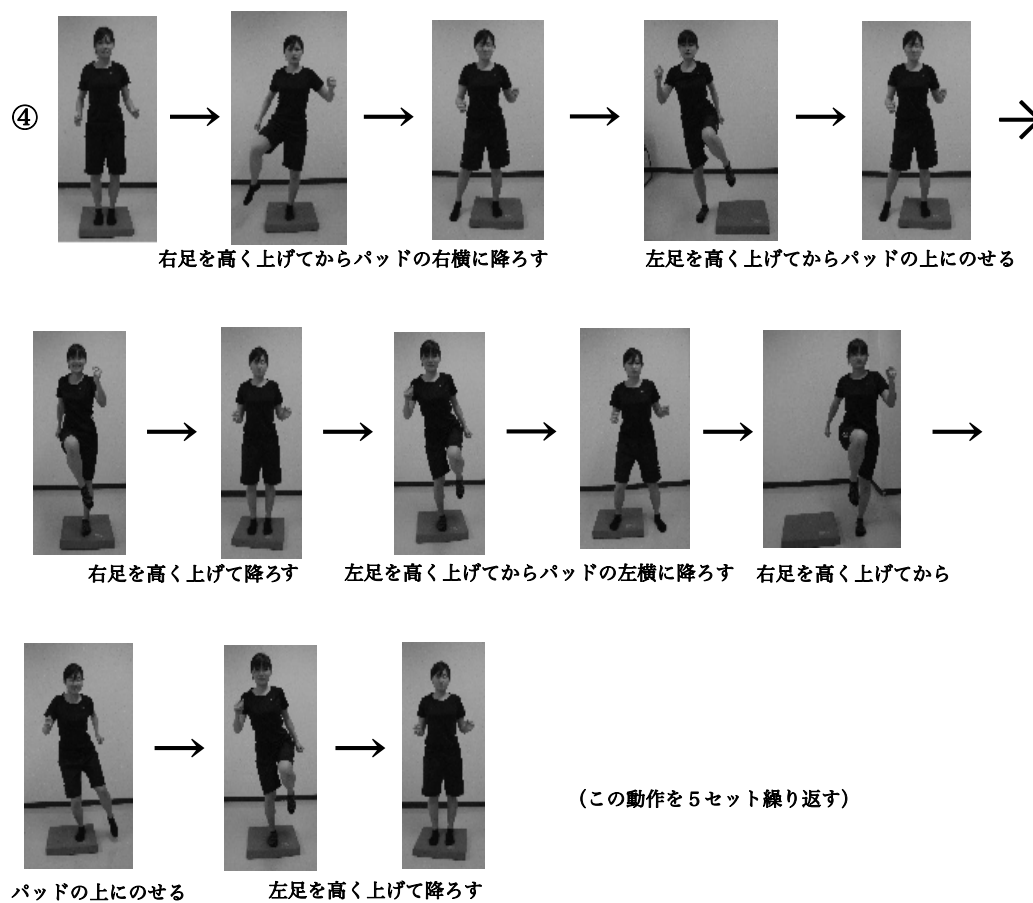


図2-1. Do-SAR/B体操における有酸素運動の種目構成

BGM:「不断の楽」♪



〈2セット目・3セット目〉

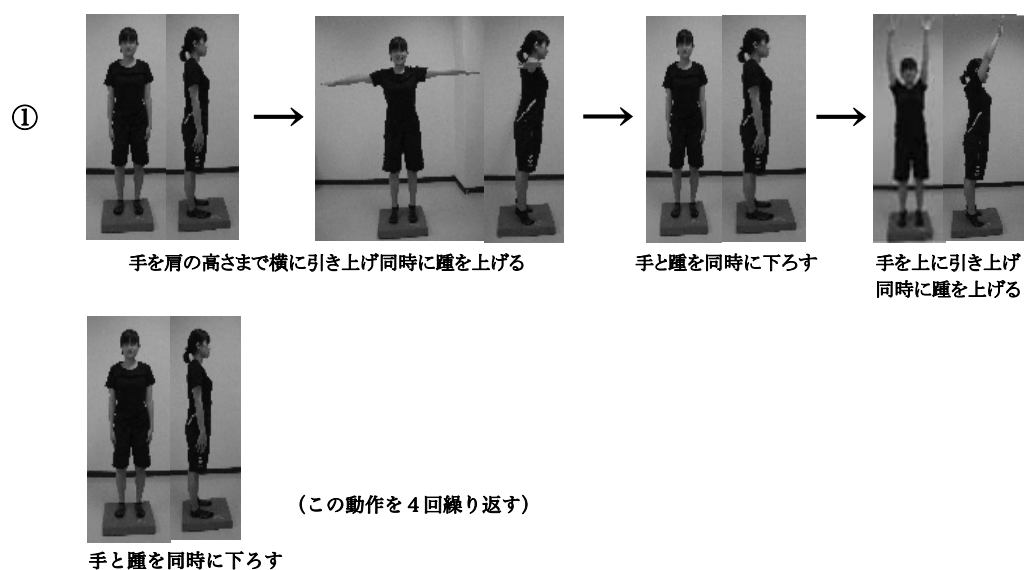


図2-2. Do-SAR/B体操における有酸素運動の種目構成

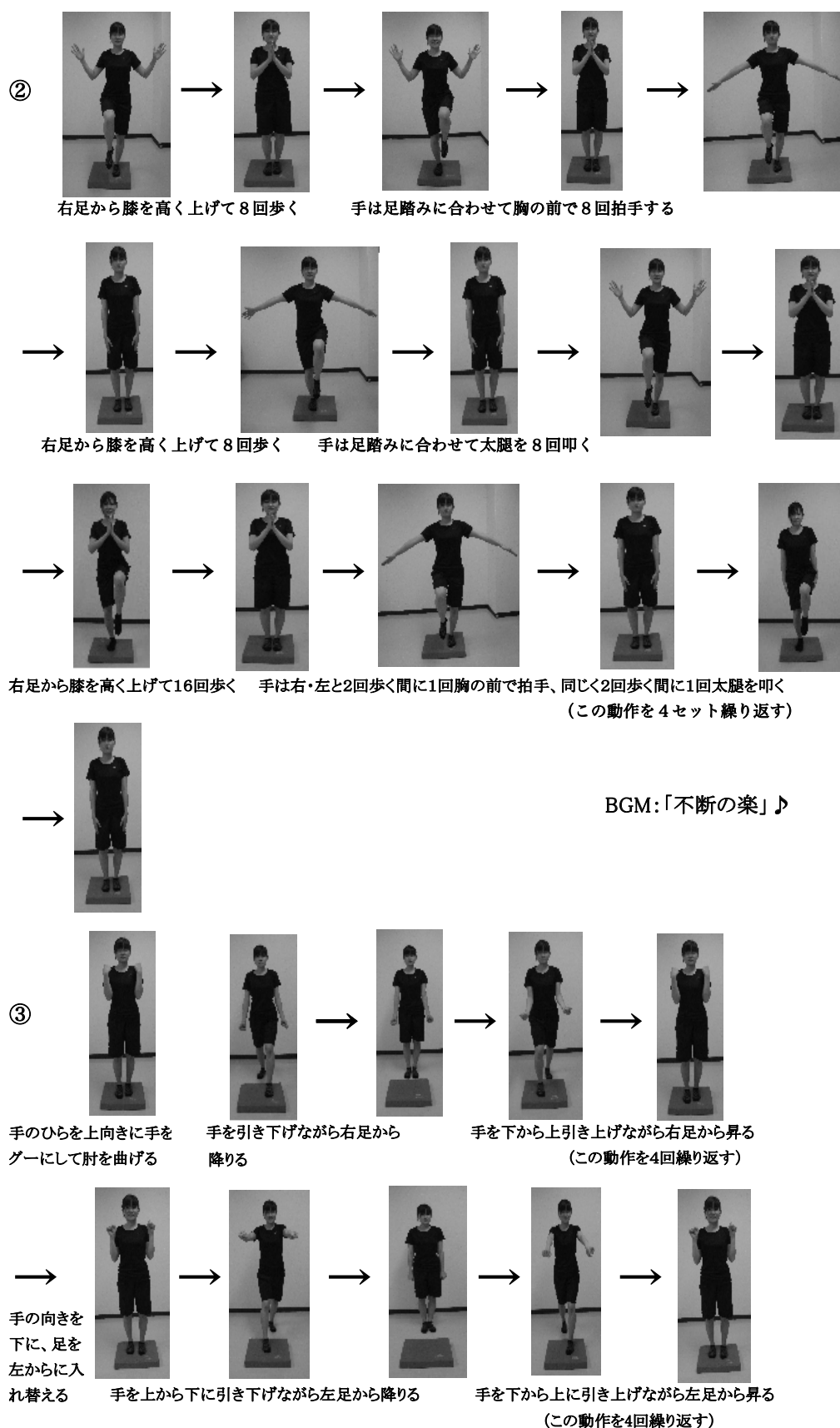


図2-3. Do-SAR/B体操における有酸素運動の種目構成

BGM:「不断の楽」♪

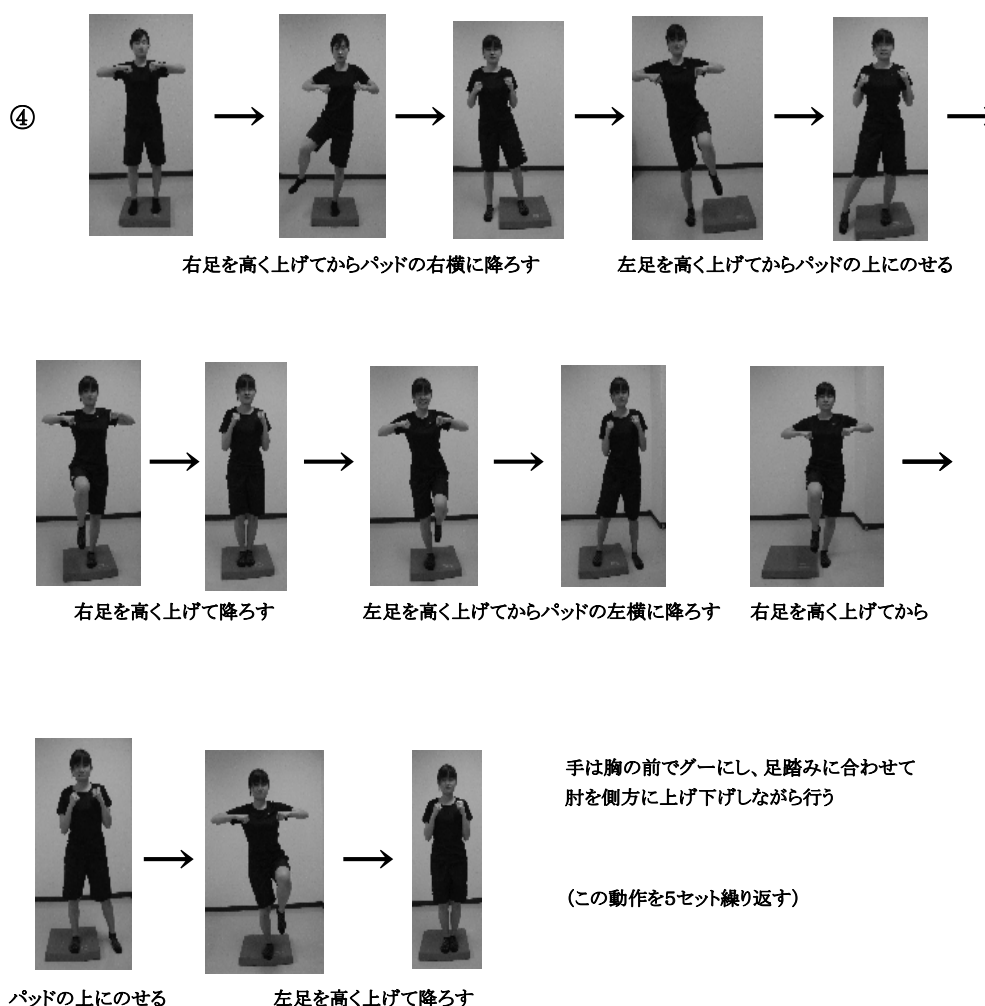


図2-4. Do-SAR/B体操における有酸素運動の種目構成

ラムのBGMとして、柔軟運動は「Doshisha College Song」の曲を用い、有酸素運動は「不断の楽」、レジスタンス運動は「Doshisha Heroes」を用いた。

#### 1) 柔軟運動

- ①「上半身」手のひらを上に向けた状態で両手を頭の上で組み、上体を上に引き伸ばす。
- ②「腕・体側」①の状態のまま、上体を右側に曲げる。同様に左側にも曲げる。
- ③「胸」両手を体の後ろで組んで後方に引き伸ばし、頭を後ろに倒す。
- ④「肩・背中」両手を前で組んで前方に引き伸ばす。視線は腹に向け、背中を少し丸める。
- ⑤「腕・脇腹」肘を伸ばした状態で右腕を胸の前に引き寄せ、左手で右肘の辺りを支え、そのまま上体を左へ捻る。左腕も同様に動かし、右へ捻る。

- ⑥「腰・下肢背部」上体を前屈し、下肢の裏側を伸ばす。
- ⑦「ふくらはぎ」脚を前後に開き、右足を前にしてバランスパッドの上に乗せる。左足の踵を床につけた状態で体重を前足にかける。次に、反対側も同様に行う。
- ⑧「アキレス腱」⑦の状態から左足を少し前方に移動する。左膝を少し曲げ、腰の位置を後方に落とす。次に、反対側も同様に行う。
- ⑨「大腿前部」⑧の状態から左足を大きく後方に移動する。右足の膝を深く曲げ、重心を下へ落としてしながら太腿を伸ばす。次に、反対側も同様に行う。
- ⑩「膝」ゆっくりと膝の屈伸をする。
- ⑪「足首」右の足首を回す。左足も同様に行う。
- ⑫「首」首をゆっくりと回す。



BGM:「Doshisha Heroes」♪

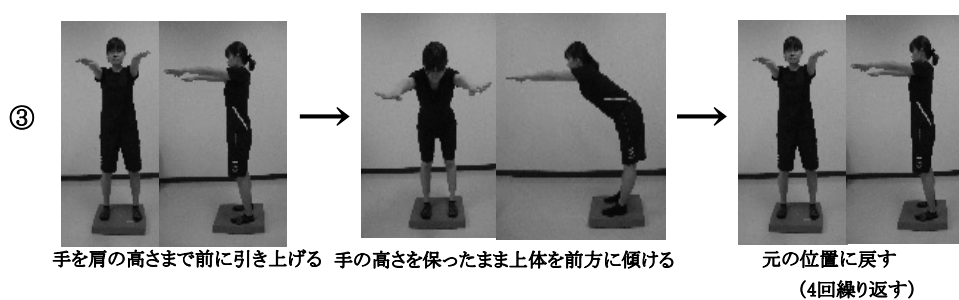
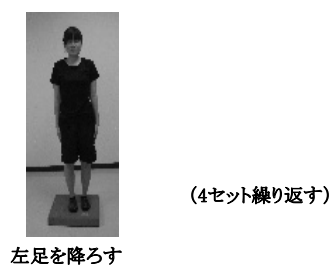
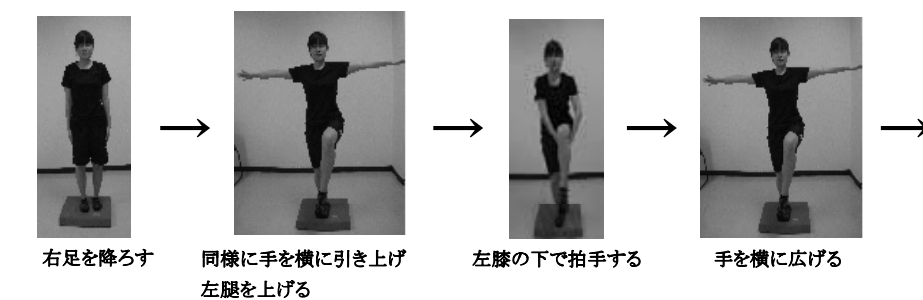
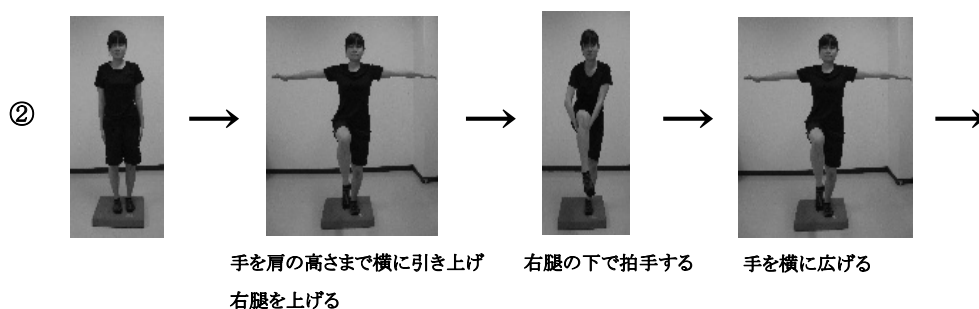
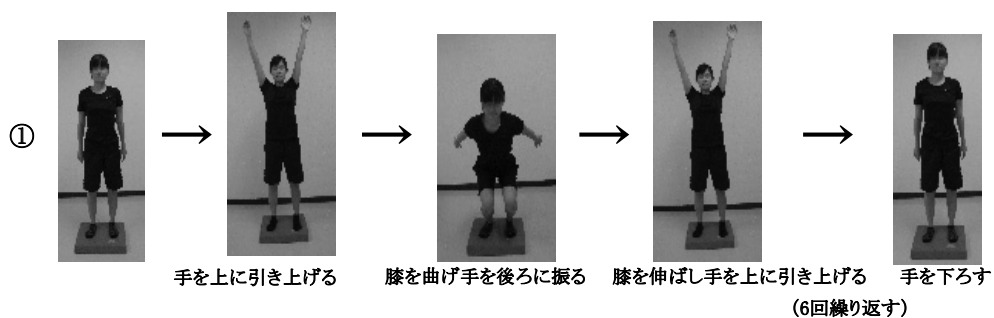


図3-1. Do-SAR/B体操におけるレジスタンス運動の種目構成

BGM:「Doshisha Heroes」♪

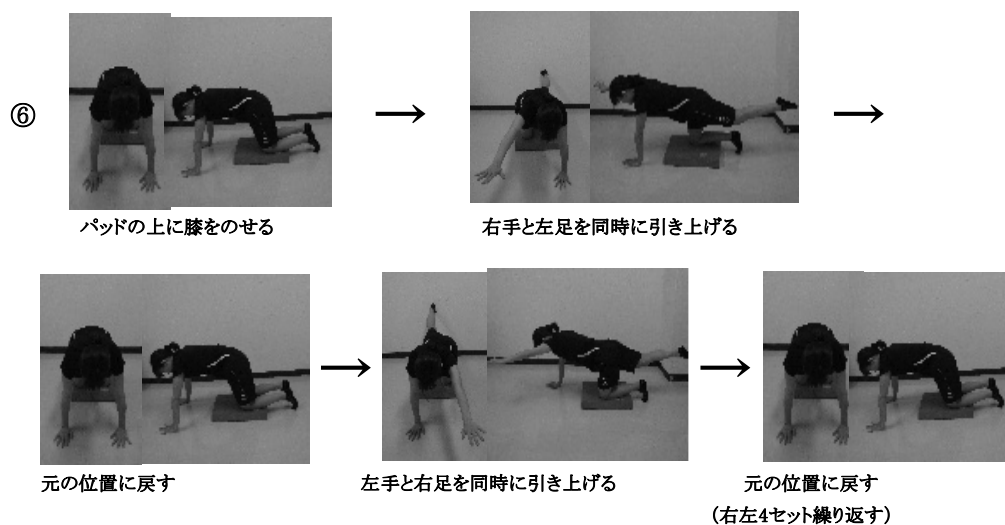
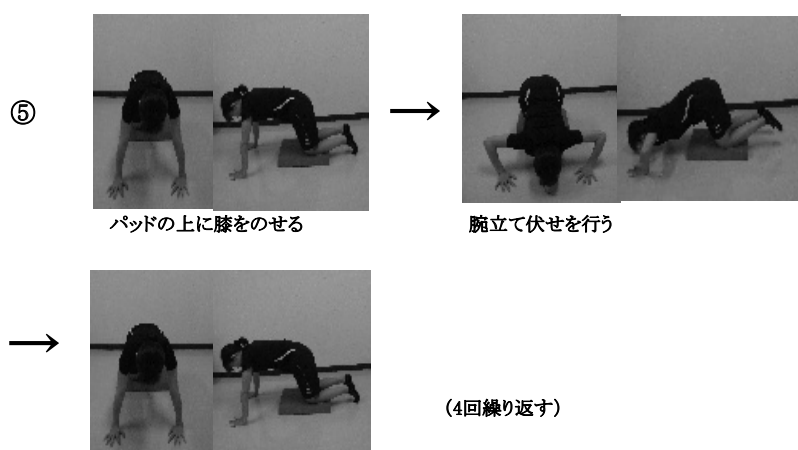
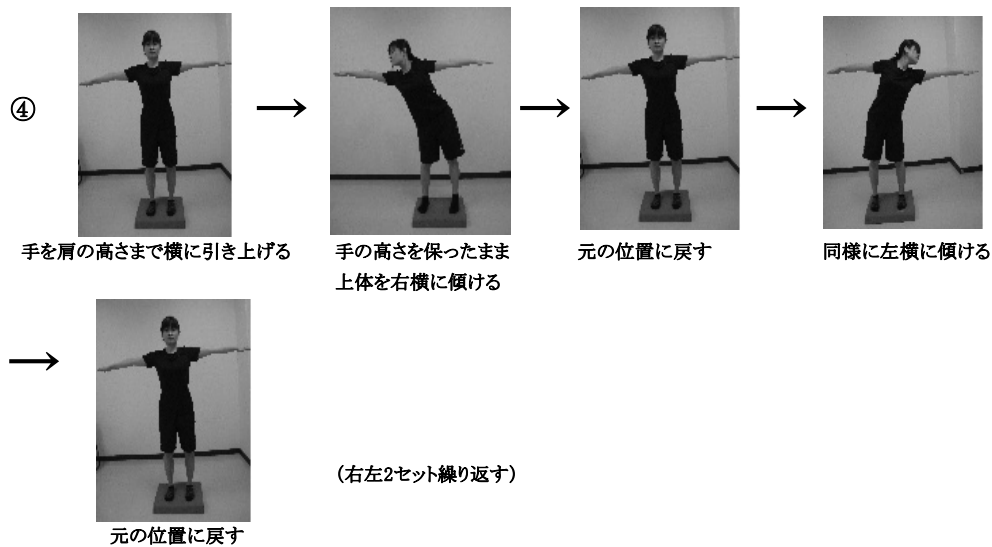


図3-2. Do-SAR/B体操におけるレジスタンス運動の種目構成

BGM:「Doshisha Heroes」♪

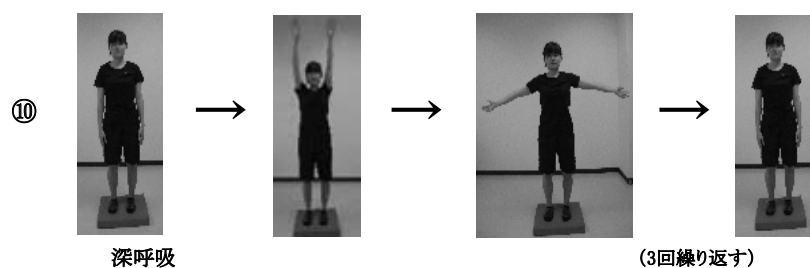
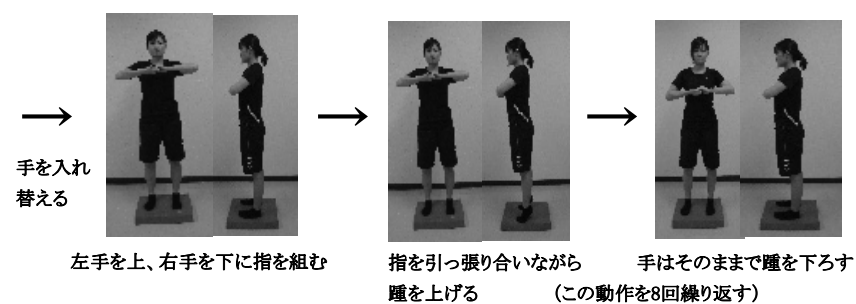
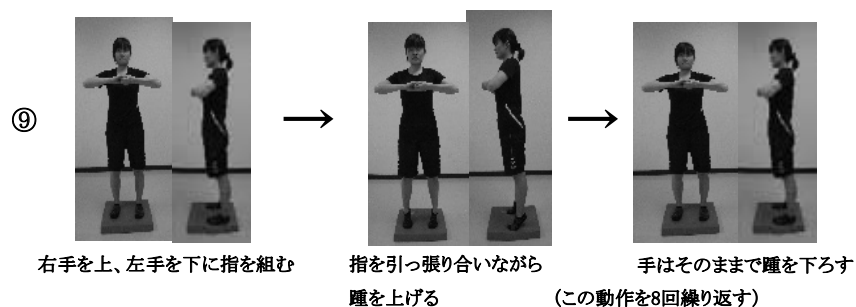
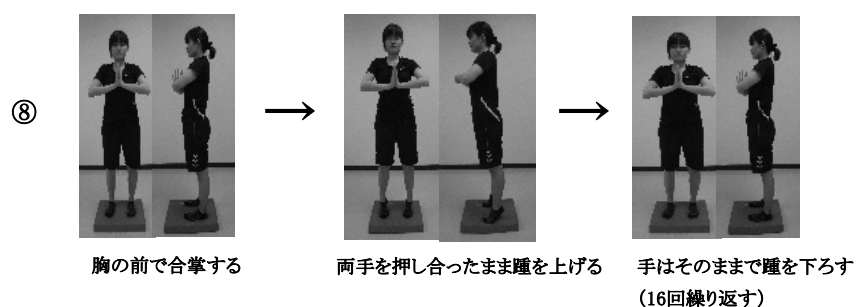
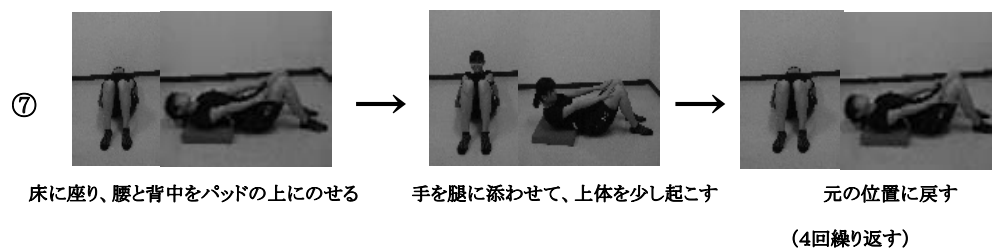


図3-3. Do-SAR/B体操におけるレジスタンス運動の種目構成

## 2) 有酸素運動

## &lt; 1 セット目 &gt;

- ①「踵上げ」 手を腰にあて、踵を上げ下げする。これを 8 回繰り返す。
- ②「足踏み」 右足から膝を高く上げて 32 歩足踏みする。腕は肘を曲げて前後に大きく振る。
- ③「昇降運動」 バランスパッドの上で両足をそろえた状態から後ろに 1 歩右足から降り、左足も降ろしたら、次に右足から昇る動作を 4 回繰り返す。そのまま続けて足を入れ替え、左足からの降り昇りを 4 回繰り返す。手は②の足踏みと同様に動かす。
- ④「サイドステップ」 右足を高く上げてからバランスパッドの右横に降ろし、左足を高く上げ、その後、パッドの上で左・右と大きく足踏みをする。次に、左足を高く上げてからパッドの左横に降ろし、右足を高く上げ、その後にパッドの上で右・左と大きく足踏みをする。この動作を 1 セットとし、5 セット繰り返す。手は②の足踏みと同様に肘を曲げて前後に大きく振りながら行う。

## &lt; 2 セット目 &gt;

- ①「踵上げ」 1 セット目と同様に足を動かす。その際、最初の 4 回は踵を上げると同時に手を肩の高さまで横に引き上げ、踵を下ろすと同時に手を下ろす。次の 4 回は、手を前から上まで引き上げる動作に変えて同様に行う。
- ②「足踏み」 1 セット目と同様に右足から 32 歩足踏みする。最初の 8 回は、足踏みに合わせて胸の前で 8 回拍手する。次の 8 回は、足踏みに合わせて太腿を 8 回叩く。最後の 16 回は、2 回に 1 回拍手・2 回に 1 回太腿を叩く、を交互に 4 セット繰り返す。
- ③「昇降運動」 1 セット目と同様に右足から 4 回繰り返す。この時、手のひらが上向き状態で手をグーにし、昇る時は下から上に引き上げ、降りる時は上から下に下ろす。そして、1 セット目と同様に足を左足からに入れ替えて、降り昇りを 4 回繰り返す。その際、手のひらを下向きに替えて同様に手を動かす。
- ④「サイドステップ」 1 セット目と同様に足を動かす。その際、手を胸の前でグーにし、音楽に合わせて、肘を側方に上げ下げしながら行う。

## &lt; 3 セット目 &gt;

2 セット目を同様に繰り返す。

## 3) レジスタンス運動

- ①「スクワット」 スクワットを 6 回行う。膝を曲げる前に手を上に引き上げ、膝を曲げると同時に手を後ろに振り反動をつける。そして、膝を伸ばす時に手を上に引き上げ、最後に手を下ろす。
- ②「腿上げ」 手を肩の高さまで横に引き上げながら

右腿を上げる。その後、右腿の下で拍手をし、手を横に広げてから立位の姿勢に戻す。同様に左も行い、これを右左交互に 4 セット繰り返す。

- ③「ファンクショナルリーチ (前)」 手のひらを下に向けた状態で手を肩の高さまで前に引き上げる。その手の高さを一定に保ったまま、ファンクショナルリーチの様に上体を前方に傾け、元の位置に戻す。これを 4 回繰り返す。
- ④「ファンクショナルリーチ (横)」 ③と同様に手を横に引き上げ、手の高さを一定に保ったまま上体を右横へ傾けて顔も右側に向ける。そして元の位置に戻す。同様に左側にも動かし、これを右左交互に 2 セット繰り返す。
- ⑤「腕立て伏せ」 バランスパッドの上に膝をのせて腕立て伏せを 4 回行う。
- ⑥「ドンキーキック」 バランスパッドの上に膝をのせ手を床についた状態で、右手と左足を同時に引き上げ、元の位置に戻す。同様に左手と右足も動かし、これを交互に 4 セット繰り返す。
- ⑦「腹筋」 床に座り、腰と背中がバランスパッドの上ののるように仰向けになり、膝を立てる。手を太腿に添わせて、肩甲骨が床から離れるくらいまで軽く上体を起こし、元に戻す。この動作を 4 回繰り返す。
- ⑧「胸」 バランスパッドの上に立ち、胸の前で合掌する。しっかりと両手を押し合わせたまま、踵を上げ下げし、これを 16 回繰り返す。
- ⑨「背中」 右手を下向き、左手を上向きにして胸の前で指を組み合わせ、指を引っ張り合いながら、踵を上げ下げする。これを 8 回繰り返す。次に、左手を下向き、右手を上向きに入れ替えて、同様に足を動かして 8 回繰り返す。
- ⑩「深呼吸」 最後に深呼吸を大きく 3 回行う。

## 2. 「Do-SAR/B 体操」の生体負担度

本研究の対象者が、Do-SAR/B 体操を約 12 分間実施した際の心拍数の変化を男女別に図 4 に示した。

男性の平均心拍数においては、運動前が 73.2 拍/分、柔軟運動で 89.7 拍/分、有酸素運動で 104.4 拍/分、レジスタンス運動で 106.8 拍/分、運動終了直後で 101.2 拍/分、終了 10 分後で 86.7 拍/分であった。運動前に比べて柔軟運動では 16.6 拍/分の上昇が見られたが有意ではなかった。有酸素運動では、柔軟運動に比べてさらに 14.7 拍/分上昇したが有意ではなく、レジスタンス運動では有酸素運動からほとんど変化しなかった。また、運動前に比べて有酸素運動では 31.2 拍/分の有意な上昇が見られ ( $p < 0.05$ )、レジスタンス運動では 33.6 拍/分の有意な上昇が見られ

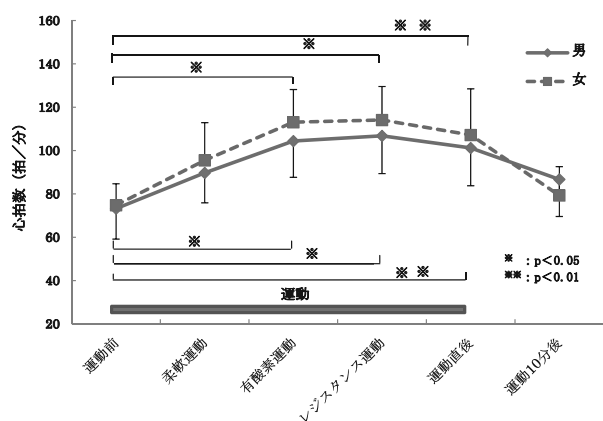


図4. 心拍数の変化

た ( $p < 0.01$ ). 運動直後は、運動前に比べて 28 拍/分の有意な上昇が見られたが ( $p < 0.05$ ), 運動 10 分後には運動直後に比べて 14.5 拍/分低下した。

女性の平均心拍数においては、運動前が 74.8 拍/分、柔軟運動で 95.5 拍/分、有酸素運動で 113.1 拍/分、レジスタンス運動で 114.1 拍/分、運動終了直後で 107.3 拍/分、終了 10 分後で 79.3 拍/分であった。運動前に比べて柔軟運動で 20.7 拍/分の上昇が見られたが有意ではなかった。有酸素運動では、柔軟運動に比べてさらに 17.6 拍/分上昇したが有意ではなく、レジスタンス運動では有酸素運動からほとんど変化はなかった。また、運動前に比べて有酸素運動の時点では 38.3 拍/分の有意な上昇が見られ ( $p < 0.05$ ), レジスタンス運動の時点では 39.4 拍/分の有意な上昇が見られた ( $p < 0.01$ ). 運動直後は、運動前に比べて 32.5 拍/分の有意な上昇が見られた ( $p < 0.05$ ) が、運動 10 分後には運動直後に比べて 28 拍/分低下した。

全体的に見ると、男女ともレジスタンス運動の腿上げ時において、心拍数が最も上昇する傾向が見られた。

図 5 に収縮期血圧の変化を男女別に示した。

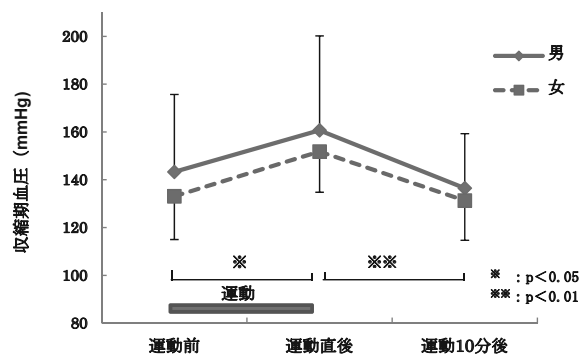


図5. 収縮期血圧の変化

男性の収縮期血圧では、運動前に比べて運動直後で 17.3mmHg の上昇が見られたが、有意ではなかった。運動 10 分後には、運動直後に比べて 24.2mmHg 低下し、運動前の値よりもやや低下した。

女性では、運動前に比べて運動直後で 18.6mmHg の有意な上昇が見られ ( $p < 0.05$ ), 運動 10 分後には、運動直後に比べて 20.5mmHg 有意に低下した ( $p < 0.01$ ).

図 6 に拡張期血圧の変化を男女別に示した。

男性の拡張期血圧では、運動前に比べて運動直後で 5.5mmHg の有意な上昇が見られ ( $p < 0.05$ ), 運動 10 分後には、運動直後とほとんど変化が見られなかった。

一方、女性では、運動前に比べて運動直後で 5.4mmHg の上昇が見られたが、有意ではなかった。運動 10 分後には、運動直後からやや低下する傾向が見られたが、運動前の値には戻っていなかった。

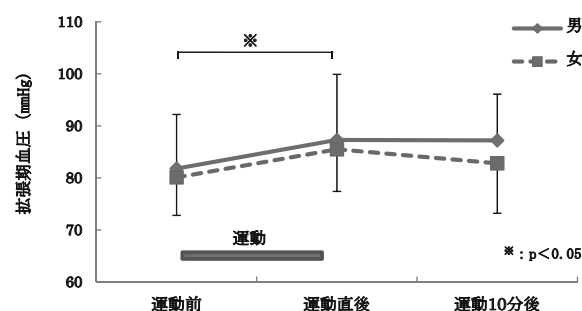


図6. 拡張期血圧の変化

図 7 に各種トレーニングプログラムにおける平均運動強度 (METs) を男女別に示した。

男性では、柔軟運動実施中の平均運動強度が 2.1 METs で、有酸素運動実施中では 2.7 METs, レジスタンス運動実施中では 2.3METs, そして運動全体では 2.4METs であった。有酸素運動では、柔軟運動に比べて有意に増加していた ( $p < 0.05$ ).

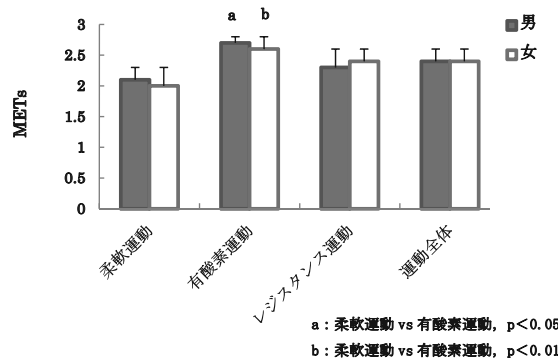


図 7. 各種トレーニングプログラムの平均運動強度 (METs)

女性では、柔軟運動実施中の平均運動強度が2.0 METsで、有酸素運動実施中では2.6 METs、レジスタンス運動実施中では2.4 METs、そして運動全体では2.4 METsであった。有酸素運動では、柔軟運動に比べて有意に増加していた ( $p < 0.01$ )。

図8に各種トレーニングプログラムにおける最高運動強度 (METs) を男女別に示した。

男性では、柔軟運動実施中の最高運動強度が2.5 METsで、有酸素運動実施中では3.1 METs、レジスタンス運動実施中では3.1 METs、そして運動全体では3.2 METsであった。有酸素運動では、柔軟運動に比べて有意に増加し ( $p < 0.05$ )、レジスタンス運動においても、柔軟運動に比べて有意に増加していた ( $p < 0.05$ )。

女性では、柔軟運動実施中の最高運動強度が2.4 METsで、有酸素運動実施中では3.0 METs、レジスタンス運動実施中では3.3 METs、そして運動全体では3.4 METsであった。有酸素運動では、柔軟運動に比べて有意に増加し ( $p < 0.05$ )、レジスタンス運動においても、柔軟運動に比べて有意に増加していた ( $p < 0.01$ )。

全体的に見ると、有酸素運動3セット目のサイドステップからレジスタンス運動初めのスクワット・腿上げにかけて、METsが最高値に達する傾向が見られた。

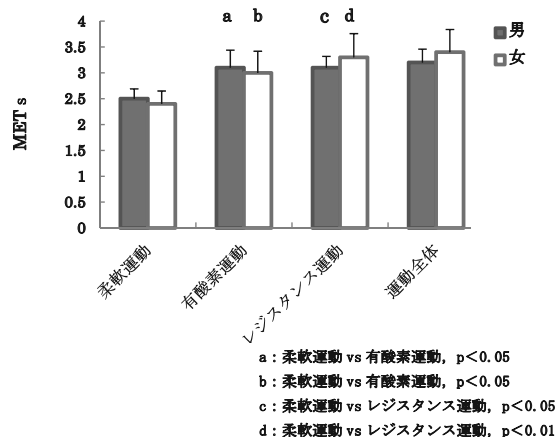


図8. 各種トレーニングプログラムの最高運動強度 (METs)

図9に運動実施中の歩数を男女別に示した。

男性の歩数は平均282.8歩で、女性は231.9歩であったが、男女間で有意な差は見られなかった。

図10に運動終了直後の主観的運動強度 (RPE) を男女別に示した。

男性のRPEは平均11.2で、言葉に置き換えると「楽である」程度であった。女性のRPEは平均13.4で、言葉に置き換えると「ややきつい」程度であった。男女総合の平均RPEは12.4で、「ややきつい」と感じ

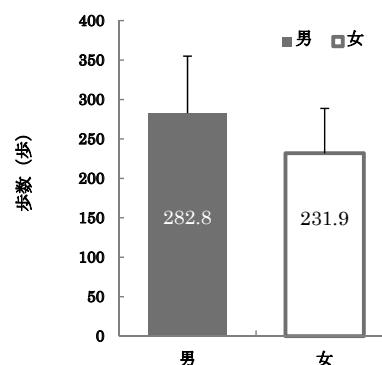


図9. Do-SAR/B 体操中の総歩数

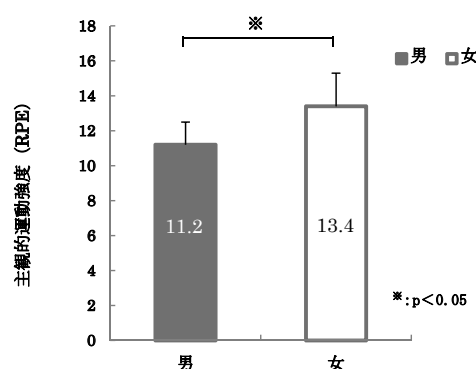


図10. 主観的運動強度 (RPE)

る程度であった。また、男女間で有意な差が見られた ( $p < 0.05$ )。

### 3. 「Do-SAR/B 体操」実施後の質問紙調査結果

運動直後に、気分の変化や楽しさなどに関して質問紙調査を行なった結果を図11に示した。

「これからも続けたいと思うか」の質問では、「非常に思う」と「やや思う」がそれぞれ42.9%で、「どちらとも言えない」が14.2%であった。

「楽しかったか」では、「非常に思う」と「やや思う」がそれぞれ42.9%で、「どちらとも言えない」が14.2%であった。

「疲れを感じたか」では、「やや思う」と「どちらとも言えない」がそれぞれ14.3%、「あまり思わない」と「全く思わない」がそれぞれ35.7%であった。

「難しかったか」では、「非常に思う」が7.1%、「やや思う」が28.6%、「どちらとも言えない」が7.1%、「あまり思わない」が42.9%、「全く思わない」が14.3%であった。

「イライラしたか」では、「やや思う」と「どちらとも言えない」がそれぞれ7.1%、「あまり思わない」が21.5%、「全く思わない」が64.3%であった。

「頭がスッキリしたか」では、「非常に思う」が28.6%、「やや思う」が50%、「どちらとも言えない」

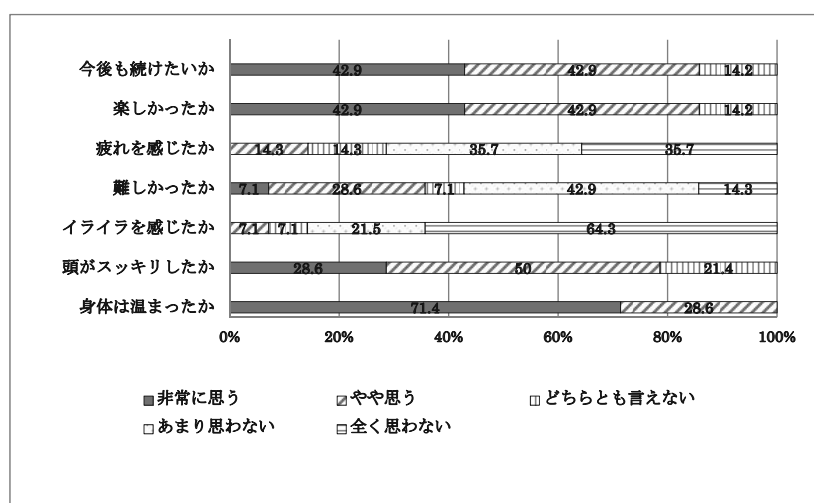


図 11. Do-SAR/B 体操実施後の体調や気分、楽しさ等に関する質問紙調査結果

が 21.4% であった。

「身体が温まったか」では、「非常に思う」が 71.4%、「やや思う」が 28.6% であった。

#### IV. 考察

本研究で創作した「お手軽介護予防トレーニングプログラム (Do-SAR/B 体操)」では、昇降運動や踏み込み動作、腿上げ、爪先立ちの動作など、下肢の主働筋を動員する動作を数多く取り入れた。また、高齢者が自立して日常生活動作を遂行するためには、下肢筋群に加え、上肢や体幹の筋力も重要であるため、このトレーニングプログラムは有酸素運動においてもできる限り上肢筋群を動員するダイナミックな動作を加え、レジスタンス運動にも腕立て伏せやドンキーキックといった種目を加えるなどの工夫をした。

本研究において、健康高齢者に Do-SAR/B 体操を実施してもらったところ、心拍数の平均最高値で 121 拍/分を示し、全種目における平均値は 104 拍/分であった。運動中の心拍数は、最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) や運動強度 (負荷量) とそれぞれ比例関係にあることから、 $\dot{V}O_{2max}$  の間接的推定や運動強度の簡便な指標として広く用いられている (American College of Sports Medicine, 2009)。本被験者の運動強度を最高心拍数に対する相対的強度で表すと約 60 ~ 70% に相当していたものと推定され、呼吸循環器に対する生理的負担度は中強度程度であったものと考えられる。

Do-SAR/B 体操の実施に伴う収縮期血圧の平均最高値は、運動前に比べると約 18mmHg の穏やかな上昇であり、拡張期血圧においては、ほとんど変化しなかった。運動による急性の血圧反応は、運動の種類や強度、持続時間などによって異なることが知られてい

る。例えば、腕相撲で両者の力が拮抗している時やウエイトリフティングの挙上維持姿勢に代表される静的運動 (等尺性運動) は、歩行や走行、自転車運動などに代表される動的運動 (有酸素運動あるいは等張性運動) に比べて大きな血圧上昇を引き起こす。本研究で創作した Do-SAR/B 体操は、有酸素運動に加えてレジスタンス運動も実施するが、ほとんどの動作が等張性運動であり、自重による穏やかな強度で実施するため、急激な血圧の上昇が起こらなかったものと考えられる。したがって、このトレーニングプログラムは、高齢者や境界域・軽症の高血圧者においても日常的に取り組むことが可能であろう。ただし、中高年者の高血圧者では正常血圧者に比べて動的運動に対する血圧上昇が顕著であるという報告もあることから (Amery et al., 1967)、実際の運動実施に際しては、細心の注意を払う必要がある。

本被験者が Do-SAR/B 体操を実施した際の運動強度は、運動全体の平均値で 2.4METs で、最高は 3.4METs であった。これは、通常歩行程度の運動強度であることから、このトレーニングプログラムは、中高年者が気軽に安全に、継続的に実施することも可能であると思われる。しかし、今回使用した活動量計は、上半身の動きや振動が少ない動きに対しては運動強度を過小評価する機能的限界があるため、腕立て伏せや腹筋などの体幹トレーニング、手を合わせた静的な胸のトレーニング種目などは、正確な運動強度を測定できていない可能性が考えられる。

Do-SAR/B 体操実施中の主観的運動強度は、男女の平均で「ややきつい」と感じる程度であった。心拍数や血圧などの循環器系指標からみた生理的負担度はあまり強くないにも拘らず、主観的には「ややきつい」と感じられたのは、このトレーニングの各動作が筋肉

に直接的に刺激（生理的負担）を与えたり、バランスパッドの不安定な状況下で体のバランスを維持しなければならないことによる精神的緊張度などが影響を及ぼしていたのかも知れない。

レジスタンストレーニングの強度と高齢者の筋力向上や筋肥大に及ぼす効果との関連性について検討した先行研究を眺めてみると、多くの研究が高強度のトレーニング負荷ほどそれらの効果が大きくなることを明らかにしている（Frontera et al., 1988 ; Fiatarone et al., 1994 ; Hunter et al., 1999 ; Hagerman et al., 2000 ; Binder et al., 2005）。しかし、高齢者においては、高血圧や関節痛など何らかの健康問題を抱えている者が多く、高強度の負荷でトレーニングさせる場合には専門的な設備や指導者が配置されている施設でなければ実施できない。したがって、一般の高齢者にとっては、地域や家庭で、手軽に、安全に実施できることが求められる。

近年、低強度のトレーニング負荷でも高齢者の下肢筋力を有意に増加させることを明らかにした知見が増えてきている（Hortobagyi et al., 2001 ; Vincent et al., 2002 ; Seynnes et al., 2004）。また、高齢者が低強度もしくは中強度の身体活動へ参加することは、精神的にも取り組みやすく、継続しやすい（Pollock, 1988）。低強度のレジスタンストレーニングでも長期間継続している者は、生活自立度が高いことも報告されている（Spirduso and Cronin, 2001）。

我々が創作した Do-SAR/B 体操は、心拍数の変化や METs の値から、低～中強度に該当する運動プログラムであると思われるが、実施頻度や継続期間に留意して日常生活化すれば、高齢者の筋力やバランス能力向上、日常生活自立度の向上に効果を発揮できる可能性が考えられ、これらの介護予防効果については、今後、無作為化比較試験（RCT）による介入研究によって検証していくつもりである。

Do-SAR/B 体操実施後の質問紙調査結果では、8 割強の人が「楽しかった」、「これからも続けたい」と回答しており、これらの結果からもこのトレーニングプログラムは、高齢者が家庭や地域レベルで、気軽に楽しく継続的に実践できる可能性が考えられる。

しかし、その反面で「やや難しかった」と感じる人が 3 割近くいたことから、足元が不安定なバランスパッドの上で下肢の動きだけでなく上肢の動きもいろいろなバリエーションの動作を加えたため、高齢者には少し複雑で難しい動作であったのかも知れない。より継続的に実施できるトレーニングプログラムにするためには、上肢の動きをもう少しシンプルにするなど、多少の改善を加える必要があろう。

## V. 要約

本研究では、高齢者が手軽に楽しく介護予防運動を実施できるトレーニングプログラムを開発することを目的として、バランスパッドの上で柔軟運動・有酸素運動・レジスタンス運動を複合的に実施し、同志社大学のカレッジソングに合わせて短時間で取り組めるオリジナル複合トレーニングプログラム（Do-SAR/B 体操）を創作した。そして、このトレーニングプログラムが高齢者の生体にどの程度の生理的負荷を与えるのかを検証するために、14 名の健常高齢者（男性 6 名、女性 8 名）にこのプログラムを一過性に実施してもらい、心拍数、血圧、運動強度（METs）、主観的運動強度などの生理学的指標を用いて検討した。また、質問紙を用いて運動中・後の気分や体調の変化、楽しさ、難しさなどについても調査・検討を行なった。

その結果、Do-SAR/B 体操は、循環器系に対して過度な反応を引き起こす危険性は極めて低く、主観的運動強度では「ややきつい」程度で精神的負担度も適度であり、また運動後の気分を爽快にさせ、「楽しかった」、「これからも続けたい」と感じさせるトレーニングプログラムであった。このことから、本研究で開発した「お手軽介護予防トレーニングプログラム（Do-SAR/B 体操）」は、高齢者が気軽に楽しく安全に実践できるプログラムであることが示唆された。

## 参考文献

- American College of Sports Medicine: ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (8th ed.). Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 71-84, 2009.
- Amery, A., Julius, S., Whitlock, L.S. and Conway, J.: Influence of hypertension on the hemodynamic response to exercise. *Circulation*, 36, 231-237, 1967.
- 新井武志, 大淵修一, 芝喜嵩, 島田裕之, 後藤寛司, 大福幸子, 二見俊郎: 高負荷レジスタンストレーニングを中心とした運動プログラムに対する虚弱高齢者の身体機能改善効果とそれに影響する身体・体力要素の検討. *理学療法学*, 30, 377-385, 2003.
- Binder, E.F., Yarasheski, K.E., Steger-May, K., Sinacore, D.R., Brown, M., Schechtman, K.B. and Holloszy, J.O.: Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: Results of a randomized, controlled trial. *J. Gerontol. Med.Sci.*, 60A, 1425-1431, 2005.
- Fiatarone, M.A., O'Neill, E.F., Doyle, R.N., Clements, K.M., Solares, G.R., Nelson, M.E., Roberts, S.B., Kehayias, J.J., Lipsitz, L.A. and Evans, W.J.: Exercise training and supplementation for physical frailty in very elderly people. *N. Engl. J. Med.*, 330, 1769-1775, 1994.
- Frontera, W.R., Meredith, C.N., O'Reilly, K.P., Knuttgen, H.G. and Evans, W.J.: Strength conditioning in older men :skeletal



- muscle hypertrophy and improved function. *J. Appl. Physiol.*, 64, 1038-1044, 1988.
- 藤原勝夫：姿勢の保持. 体育の科学, 45, 186-191, 1995.
- Hagerman, R.C., Walsh, S.J., Staron, R.S., Hikida, R.S., Gilders, R.M., Murray, T.F., Toma, K. and Ragg, K.E.: Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J. Gerontol. Biol. Sci.*, 55, B336-B346, 2000.
- 橋詰謙：立位保持能力の加齢変化. 日本老年医学雑誌, 23, 85-91, 1986.
- Hortobagyi, T., Tunnel, D., Moody, J., Beam, S. and DeVita, P.: Low- or high-intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. *J. Gerontol. Biol. Sci.*, 56, B38-B47, 2001.
- Howe, T.E., Rochester, L., Jackson, A., Banks, P.M. and Blair, V.A.: Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 17, 2007.
- Hunter, S.K., Thompson, M.W., Ruell, P.A., Harmer, A.R., Thom, J.M., Gwinn, T.H. and Adams, R.D.: Human skeletal sarcoplasmic reticulum  $Ca^{2+}$  uptake and muscle function with aging and strength training. *J. Appl. Physiol.*, 86, 1858-1865, 1999.
- Hurley, B. and Roth, S.: Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med.*, 30, 249-268, 2000.
- James, J.O.: Balance training to maintain mobility and prevent disability. *Am. Prev. Med.*, 25, 150-156, 2003.
- 木村みさか：高齢者への運動負荷と体力の老化変化および運動習慣. *J. sports Sci.*, 10, 722-729, 1991.
- 木村みさか, 奥野直：高齢者の立位保持に関する一考察. 体育科学, 26, 103-114, 1998.
- 厚生労働統計協会：国民衛生の動向 2013/2014. 厚生指針, 60(9), 2013.
- 厚生労働省：平成 23 年度国民医療費の概況. [www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/11/dl/kekka.pdf](http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/11/dl/kekka.pdf), 2013.
- 厚生労働省：平成 22 年度国民生活基礎調査の概況. [www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/index.html](http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/index.html), 2011.
- 久野譜也：高齢者の筋力トレーニング. 体育の科学, 52(8), 617-625, 2002.
- Lindle, R.S., Metter, E.J., Lynch, N.A., Fleg, J.L., Fozard, J.L., Tobin, J.D., Roy, T.A. and Hurley, B.F.: Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J. Appl. Physiol.*, 83, 1581-1587, 1997.
- Lynch, N.A., Metter, E.J., Lindle, R.S., Fozard, J.L., Tobin, J.D., Roy, T.A., Fleg, J.L. and Hurley, B.F.: Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J. Appl. Physiol.*, 86, 188-194, 1999.
- 村田耕一：ダンベル体操が効く. 東京：主婦の友社, 48-55, 1996.
- 永井宏達, 市橋則明, 池添冬芽, 建内宏重, 坪山直生：バランストレーニング実施頻度が後期高齢者の運動機能に与える影響. 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻紀要, 6, 21-27, 2009.
- 中川和昌, 金城拓人, 半田学, 猪股伸晃, 今野敬貴, 萩原絹代：群馬県みなかみ町の特定高齢者施策における運動介入報告—運動介入の期間の違いによる比較—. 理学療法群馬, 20, 17-23, 2009.
- Pollock, M.L.: Prescribing exercise for fitness and adherence. In R.K. Dishman (Ed.), *Exercise adherence. Human Kinetics Publishers, Champaign IL*, 259-277, 1988.
- Province, M.A., Hadley, E.C., Hornbrook, M.C., Lipsitz, L.A., Miller, J.P., Mulrow, C.D., Ory, M.G., Sattin, R.W., Tinetti, M.E. and Wolf, S.L.: The effect of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. *Frailty and injuries: Cooperative studies of intervention techniques. JAMA*, 273, 1341-1347, 1995.
- Seynnes, O., Fiatarone, M.A., Hue, O., Pras, P., Legros, P. and Bernard, P.L.: Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 59A, 503-509, 2004.
- Spirduso, W.W. and Cronin, D.L.: Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, S598-608, 2001.
- 鈴木正成：ダンベル・ダイエット. 東京：扶桑社, 60-92, 1993.
- 鈴木正成：玄米ダンベルニギニギ体操. 東京：講談社, 9-32, 1999.
- 谷田惣亮, 分木ひとみ, 柴田奈緒美, 安田孝志, 藤川孝満, 川崎浩子, 白星伸一, 宇於崎孝, 西村圭二：地域高齢者の運動介入によるバランス機能の変化. 佛教大学保健医療技術学部論集, 5, 1-12, 2011.
- Tzankoff, S.P. and Norris, A.H.: Effect of muscle mass decrease on age-related BMR changes. *J. Appl. Physiol.*, 43, 1001-1006, 1977.
- Vandervoort, A.A.: Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25, 17-25, 2002.
- Vincent, K.R., Braith, R.W. and Feldman, R.A.: Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 50, 1100-1107, 2002.
- Wolfson, L., Judge, J., Whipple, R. and King, M.: Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J. Gerontol.*, 50, 64-67, 1995.
- 柳田昌彦, 佐竹正子, 飯沢とよ, 他：山形県白鷹町におけるダンベル体操を取り入れた健康増進事業 中年肥満者の体脂肪量, 除脂肪量, 血中脂質における検討. 日本公衆衛生雑誌, 45(3), 279-285, 1998.
- 柳田昌彦, 鈴木正成：運動が肥満者に及ぼす体脂肪減量効果における個人差と肥満遺伝子との関連. 小野スポーツ科学, 7, 103-111, 1999.
- 柳田昌彦, 富永真琴：山形県尾花沢市の健康増進事業における運動指導が生活習慣病ハイリスク者の形態, 血液成分および行動体力に及ぼす効果. 山形県立米沢女子短期大学紀要, 38, 7-13, 2003.
- 柳田昌彦, 交野好子：福井県における楽しい集団的介護予防体操「ふくいイチョライダンベル体操」の創作. 北陸公衆衛生学会誌, 33, 2, 60-69, 2007.
- 柳田昌彦：地域在住高齢者の介護予防を目的としたレジスタンス運動プログラムの開発—福井県敦賀市の地域支援事業における縦断的運動効果の検証—. 同志社スポーツ健康科学, 1, 71-78, 2009.