

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：35309

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500766

研究課題名(和文) 知覚 - 運動スキル学習に対する漸減要約フィードバックの効果と加齢の影響

研究課題名(英文) Influence of Faded-Summary Feedback and aging on the Perceptual and Motor Skill Learning

研究代表者

田島 誠 (TAJIMA, Makoto)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・准教授

研究者番号：70330644

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、高齢者の反応時間と一致タイミング・スキルに対する身体トレーニングの効果を検討した。高齢者と若年者の反応時間と一致タイミング・スキルを測定し、高齢者は身体トレーニングを4ヶ月間実施した。トレーニング前では若年者よりも高齢者の反応時間は有意に長く、タイミング・エラーも有意に大きかったが、トレーニング後には反応時間とタイミング・エラーは共に有意に減少した。これらの結果から、老化によって反応時間と一致タイミング・スキルは低下するが、身体トレーニングによってそれらの能力をある程度回復させることができることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：This study examined the effect of physical training on elderly people's response speed and coincident timing skills. Elderly people and younger people participated in this study. To begin with, all participants were measured for three reaction times and a coincident timing skill. Then, only the elderly group trained for four months. The reaction times and timing error in the elderly group were significantly longer than in the younger group. However, their reaction times and timing error in the post-training were significantly shorter than in the pre-training. These results showed that although aging decreased the response speed and the coincident timing skill, continuous physical training made them improve to some extent.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：知覚 - 運動スキル 学習 一致タイミング・スキル 加齢 漸減要約フィードバック

1. 研究開始当初の背景

(1) 高齢社会における加齢対策

現在の日本は高齢社会を迎え、高齢者人口の増加により「高齢者介護の時代」から「高齢者自立の時代」への推移が求められており、今後は高齢者であっても新しい知覚 - 運動スキルを学習する必要性が高まってくると考えられる。しかし、加齢とともにさまざまな認知機能や知覚 - 運動スキルが低下していくことが知られている。そのため、高齢者に対して効果的に知覚 - 運動スキルを習得可能な学習方略の確立が期待されるが、高齢者の知覚 - 運動スキル学習の促進に焦点を当てた研究はこれまでほとんど行われていなかったのが現状である。

(2) 漸減要約フィードバックの学習効果

このような必要性から、「漸減要約フィードバック」を新たに考案し、その効果について検討されてきた。漸減要約フィードバックは、学習が進むにつれてフィードバック情報の提示頻度を減少させることによって「フィードバック依存性産出効果」を抑制しつつ、かつフィードバック情報の要約量を増加させて全フィードバック情報を提示することによって「エラー修正効果」を維持することが可能であると仮説を立て(表1参照)、その効果について従来の即時フィードバックや要約フィードバック、漸減フィードバックと比較した。その結果、習得段階ではすべての群の絶対誤差が有意に低下したが、保持段階では漸減要約フィードバックだけが高いパフォーマンスを保持できており、漸減要約フィードバックは知覚 - 運動スキルにおける高いパフォーマンスの獲得とその保持を両立できることを明らかにした。

次に、このような高い学習効果が立証された漸減要約フィードバックを高齢者の知覚 - 運動スキル学習に適用する試みとして、「知覚 - 運動スキル学習におけるフィードバック情報の有効な提示方法とエイジングの影響」において、実際に高齢者を対象に漸

減要約フィードバックの学習効果を検討した。注目すべき点は、上述の研究結果と同様に、大学生における漸減要約フィードバック群は即時フィードバック群よりも高い正確性を保持できたのに対し、高齢者における漸減要約フィードバック群は即時フィードバック群と同様に正確性の顕著な低下を示したことである。つまり、若年者に対して最も学習効果の高かった漸減要約フィードバックが高齢者に対しては高い学習効果が発揮できないことが明らかとなった。

以上のことから、「漸減要約フィードバックの高い学習効果の原因」と「高齢者と若年者でその効果が逆転する原因」を明らかにするために、「知覚 - 運動スキル学習への加齢の影響に対して有効なフィードバック情報の提示方法」において、漸減要約フィードバックの高い学習効果はフィードバック情報の「提示頻度の漸減的減少」と「提示タイミングの遅延」にあることを明らかにすることができた。

しかし、この漸減要約フィードバックが高齢者に対して効果を発揮できない原因は不明のままであり、この問題の解決が高齢者の知覚 - 運動スキルに対して効果的な学習方略を見出す優先課題の一つであると考えられる。また、高齢者の知覚 - 運動スキル学習に対する長期間の保持能力スキルに関する研究もほとんど行なわれていないのが現状である。

(3) 高齢者の知覚 - 運動スキル

上述したように、ある年代を経過すると、老化によって身体能力や認知機能、知覚 - 運動スキルが著しく低下することが知られている。例えば、中高齢になると身体の筋量が減少し筋力が著しく減少するなどの身体能力の低下は一般的にも知られている。その他にも、老化による周辺視野での目標物の見落とし率の増加や視野異常、単純反応時間や選択反応時間、動作時間の顕著な低下、姿勢バランス機能の低下、自動車の運転中における視覚的 - 空間的注意力の低下等が報告されている。また、自動車の運転時やスポーツ活動、日常生活上の活動において重要な知覚 - 運動スキルの一つである一致タイミング・スキル (coincident timing skill) が低下することも問題視されている。一致タイミング・スキルとは外部刺激に対して身体部位の動作を空間的・時間的に合わせる能力のことである。例えば、テニスや野球、サッカーなどの球技の場合では、飛んできたボールにラケットやバット、身体部位をうまく当たるようにコントロールする必要があり、スポーツ活動時のパフォーマンスや日常生活の活動においては、この一致タイミング・スキルが非常に重要な能力となっている。

以上のような老化に伴うさまざまな身体能力や認知機能、知覚 - 運動スキルの低下に対する対策として、各自治体では健康運動教

表1. 漸減要約フィードバック・スケジュール

ブロック	試行											
	1	2	3	4	5	6	7	8	...	12		
1	1	2	3	4	5	6	7	8	...	12		
2	-	1 2	-	3 4	-	5 6	-	7 8	...	11 12		
3	-	-	1 2 3	-	-	4 5 6	-	-	...	10 11 12		
4	-	-	-	1 2 3 4	-	-	-	5 6 7 8	...	9 10 11 12		
5	-	-	-	-	-	1 2 3 4 5 6	-	-	...	7 8 9 10 11 12		

室等を定期的に開催し、高齢者の健康増進の啓発と共に、高齢者に対して適切な運動の指導や現在の運動能力の測定を行っている。しかし、先行研究の多くが高齢者の身体能力の回復や運動に伴う精神状態の向上に着目しており、高齢者の認知機能や知覚・運動スキルに対する身体運動の効果については明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

高齢者の知覚・運動スキルに対する漸減要約フィードバックの学習効果の影響を検討する前に、高齢者の知覚・運動スキルの特徴を把握する必要がある。

そこで、本研究では高齢者を対象にした身体トレーニングを4ヶ月間継続実施することによって、高齢者の低下した反応時間と一致タイミング・スキルに対してどのような効果があるのかを検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 実験参加者

60~81歳の女性高齢者26名と18~21歳の若年者17名(男子6名と女子11名)の計43名が任意に実験に参加した。

### (2) 実験課題と実験装置

実験課題として、以下の運動課題を用いた。

#### 反応課題

#### A. 単純反応課題

1つの視覚刺激を提示し、1つの反応ボタンをできるだけ早く指先で押すことを要求した。その際に要した時間を単純反応時間とした。

#### B. 選択反応課題

2つの視覚刺激のどちらか一方を提示し、2つの反応ボタンの内のその刺激に対応した反応ボタンをできるだけ早くを指先で押すことを要求した。その際に要した時間を選択反応時間とした。

#### C. 全身反応課題

1つの視覚刺激を提示し、フォースプレート上からできるだけ早くジャンプすることを要求した。その際に要した時間を全身反応時間とした。

#### 一致タイミング課題

この課題は専用の一致タイミング測定装置により制御されており、この装置は専用の入力ボードを組み込んだPCと実験ソフトウェア、スタートスイッチおよび反応スイッチによって構成されている。17インチのモニターの左側から移動マーカーが右側の目標マーカーに向かって一定の速度で移動し、実験参加者が反応ボタンを押すことによって停止するように設定した。移動マーカーは実験参加者が任意のタイミングで実験参加者に分からないようにスタートスイッチを押してスタートし、移動マーカーが目標マーカーと重なるタイミングを見越して反応ボタンを押すように実験参加者に教示した。ただし、移

動マーカーは移動の途中からマスキングによって実験参加者には見えないように設定した。なお、本実験では移動マーカーの停止位置を1試行毎にモニター上に表示することによって、直前の反応の結果を実験参加者にフィードバックした。

上記の一致タイミング課題に対して、移動マーカーの移動速度を以下の2条件設定した。

#### A. 低速条件

移動マーカーの速度 500 ピクセル/秒

#### B. 高速条件

移動マーカーの速度 1000 ピクセル/秒

### (3) 実験手続き

身体トレーニングを開始する前に、実験参加者全員に3種類の反応課題を実施し、単純反応時間と選択反応時間、全身反応時間を測定した。続いて、一致タイミング課題を各速度条件下で5試行ずつ遂行させ、タイミング・エラーを測定した。

その後、高齢者群だけを対象に、週1回90分間(休憩含む)の軽度の身体トレーニングを4ヶ月間にわたって実施した。トレーニング内容は以下の通りである：

首・腕・肩・体側・背中・胸・足・股関節・ハムストリングスのストレッチ

手足の運動(手首の上下運動と回旋、グーチョキパー足上げ、ボール股挟み)

肩回し

肩・腕・足のマッサージ

ボール運動(片手投げ片手キャッチ、ボール落とし、2つ同時に投げキャッチ)

筋力トレーニング(腹筋、背筋、腕立てふせ、スクワット、腿上げ、片足立ち)

セラバンドを使用した上腕と下肢の筋力トレーニング

4ヶ月間の身体トレーニング後、高齢者群の単純反応時間と選択反応時間、全身反応時間、タイミング・エラーをトレーニング前と同様に測定した。

### (4) パフォーマンス指標と統計処理

単純反応課題と選択反応課題、全身反応課題では、各課題の反応時間をミリ秒単位で測定した。一致タイミング課題では、被験者がスイッチを押して止めた移動マーカーと目標マーカーまでのタイミング・エラーをミリ秒単位で測定し、絶対誤差(AE)と恒常誤差(CE)、変動誤差(VE)をパフォーマンス指標として算出した。AEは目標から反応までの誤差の大きさの指標で、反応の正確性の判断基準とした。CEは目標に対する反応の偏りの指標で、反応のタイミングが目標に対して速かったのか遅かったのかという反応の方向性の判断基準とした。VEは平均値に対する反応の偏りの指標で、反応の偏りの大きさの判断基準とした。

## 4. 研究成果

### (1) 反応時間の比較・変化

身体トレーニング前の高齢者群と若年者群の反応時間を比較した結果、単純反応時間と選択反応時間、全身反応時間において高齢者群の反応時間は若年者群の反応時間よりも有意に長いことが示された。

次に、4ヶ月間の身体トレーニングの効果を検討するために、高齢者群の身体トレーニング前後の反応時間を比較した結果、単純反応時間と選択反応時間、全身反応時間において身体トレーニング前の反応時間よりも身体トレーニング後の反応時間の方が有意に小さいことが示された。

#### (2)一致タイミング・エラーの比較・変化

低速条件における高齢者群と若年者群の一致タイミング・エラーに対する老化の影響を検討するために、身体トレーニング前的高齢者群と若年者群のタイミング・エラーを比較した結果、AEとCE、VEにおいて若年者群のタイミング・エラーよりも高齢者群のタイミング・エラーの方が有意に大きいことが示された。

次に、4ヶ月間の身体トレーニングの効果を検討するために、高齢者群の身体トレーニング前後の一致タイミング・エラーを比較した結果、AEとCEにおいて身体トレーニング前のタイミング・エラーよりも身体トレーニング後のタイミング・エラーの方が有意に小さいことが示された。

低速条件と同様に、高速条件における高齢者群と若年者群の一致タイミング・エラーに対する老化の影響を検討するために、身体トレーニング前的高齢者群と若年者群のタイミング・エラーを比較した結果、AEとCE、VEにおいて若年者群のタイミング・エラーよりも高齢者群のタイミング・エラーの方が有意に大きいことが示された。

次に、4ヶ月間の身体トレーニングの効果を検討するために、高齢者群の身体トレーニング前後の一致タイミング・エラーを比較した結果、CEにおいて身体トレーニング前のタイミング・エラーよりも身体トレーニング後のタイミング・エラーの方が有意に小さいことが示された。

#### (3)老化による反応時間と一致タイミング・スキルの低下

本実験における若年者と高齢者の反応時間と一致タイミング課題でのタイミング・エラーを比較した結果から、高齢者の単純反応時間と選択反応時間、全身反応時間、およびタイミング・エラーは若年者よりも有意に劣っていたことが示された。これらの結果から、刺激に対する反応時間と外部刺激にタイミングを合わせる一致タイミング・スキルが老化によって著しく低下することが明らかとなった。また、一致タイミング・スキルに関しては、本実験の結果は高齢者と大学生の一致タイミング・スキルを比較した先行研究と同様の結果を示しており、老化によって一致

タイミング・スキルが顕著に低下することを改めて認識することができた。緒言にも示したように、この一致タイミング・スキルや刺激に対する反応時間、特に選択反応時間はテニスや野球などのスポーツ競技において重要なスキルであるが、日常生活においても必要なスキルである。特に、自動車の運転においては必須のスキルであり、高齢者の自動車による交通事故が増加している原因の一つとして、一致タイミング・スキルや反応時間の低下が考えられる。

また、老化に伴う全身反応時間の低下に関して言えば、全身反応課題は主に下半身の筋肉を使用するため、老化によって筋肉量の減少した高齢者では若年者よりも全身反応時間が劣るのは当然の結果と言える。他方、単純反応時間に関して、本実験の単純反応課題は全身反応課題のように大きな筋肉を動かす必要なく、指先をわずか1~2mm程度動かすだけであるにもかかわらず、老化に伴う顕著な反応時間の低下が認められた。これは老化による神経伝達速度の低下が原因であると考えられ、老化は身体能力だけでなく、神経系や状況判断能力等にも影響を及ぼしていることが明らかとなった。以上のことを考えると、今後の超高齢化社会を迎えるに当たって、老化によって身体能力や認知機能、知覚・運動スキルが低下し、身体活動や社会活動が減少した高齢者の健康問題やQOL低下の問題に対しては早急な対策が必要である。

#### (4)高齢者の反応時間と一致タイミング・スキルの回復

次に、老化によって低下した反応時間と一致タイミング・スキルに対する身体トレーニングの効果について検討すると、高齢者の単純反応時間と選択反応時間、全身反応時間は4ヶ月間の身体トレーニングによって有意に減少することが示された。特に、認知的な判断力を必要とする選択反応と下半身の大きな筋力の発揮を必要とする全身反応において、反応時間の顕著な減少が認められた。同時に、一致タイミング課題におけるタイミング・エラーに対しても改善が示された。

これらの結果から、4ヶ月間の身体トレーニングは高齢者の反応時間と一致タイミング・スキルを向上させたことが明らかになった。特に興味深い点は、本実験で用いた運動課題は、全身反応課題以外は指先でボタンを1~2mm程度押すだけで、筋力や持久力等をほとんど必要としない運動であるにもかかわらず、身体トレーニングの効果が認められたことである。これは、上述したように、老化によって顕著な反応時間の低下が引き起こされている身体状態においては、軽度の身体トレーニングであっても、老化による神経伝達速度を回復することが可能であることを示唆している。つまり、高齢者の日常生活で必要となる反応速度と一致タイミング・スキルの低下に対して身体トレーニングは有

効であることが見出された。

この知見は、特に高齢者の選択反応速度や一致タイミング・スキルの向上を情報処理過程の観点から考えた場合にも認めることができる。選択反応速度は、提示された視覚刺激の種類を同定し、適切な反応を選択するという情報処理を経て指先の反応として出力される。一致タイミング・スキルも同様に、提示された視覚刺激の移動速度を同定し、適切なタイミングで反応を出力するという情報処理過程が必要である。つまり、高齢者の情報処理過程における刺激同定段階と反応選択段階の処理速度が、本実験の身体トレーニングによって向上したと考えられる。これは、身体トレーニングによって、情報伝達速度が回復するだけでなく、認知的な情報処理機能の回復も期待できることを示唆している。このことから、高齢者が適度な身体運動を継続することは健康問題や QOL の向上に対しても有効であると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5 件)

田島 誠、高齢者の反応時間と一致タイミング・スキルに対する身体トレーニングの効果、川崎医療福祉学会誌、査読有、24 巻、2015 年、pp.75-82

門利 知美、田島 誠、宮川 健、松枝 秀二、大学新入生におけるハーディネスがストレスに及ぼす影響、川崎医療福祉学会誌、査読有、24 巻、2014 年、pp.27-58  
Monri T, Tajima M, Miyakawa T, Matsueda S, Relationship between Hardiness and Exercise Habits in Japanese Under-graduates, Kawasaki Journal of Medical Welfare, 査読有, 19, 2014, pp.38-44

及川 和美、田島 誠、米谷 正造、体型認識とその歪みが身体的自己概念に及ぼす影響、川崎医療福祉学会誌、査読有、21 巻、2011 年、pp.75-85

倉藤 利早、田島 誠、米谷 正造、松枝 秀二、選手の自主性と指導者のリーダーシップに対する認識の関係、川崎医療福祉学会誌、査読有、21 巻、2011 年、pp.95-101

〔学会発表〕(計 10 件)

田島 誠、門利 知美、競技スポーツとハーディネスの関係 ~ 国体強化指定ジュニアアスリートと一般大学生との比較 ~、九州スポーツ心理学会第 28 回大会、2015 年 3 月 8 日、かごしま県民交流センター (鹿児島県・鹿児島市)

田島 誠、門利 知美、運動・スポーツとハーディネスの関係 ~ 医大新入生の体力レベルと運動習慣、スポーツ経験から ~、日本健康心理学会第 27 回大会、2014

年 11 月 1 日、沖縄科学技術大学院大学(沖縄県・国頭郡恩納村)

門利 知美、田島 誠、ハーディネスとストレス度の組み合わせがストレス性疾患の発症リスクに及ぼす影響、スポーツ経験から ~、日本健康心理学会第 27 回大会、2014 年 11 月 1 日、沖縄科学技術大学院大学(沖縄県・国頭郡恩納村)

門利 知美、田島 誠、松枝 秀二、ハーディネスがストレス負荷課題時におけるストレス反応に及ぼす影響、日本スポーツ心理学会第 40 回大会、2013 年 11 月 3 日、日本体育大学(東京都・世田谷区)

門利 知美、田島 誠、松枝 秀二、大学生のハーディネスと運動量および所属との関係、日本健康心理学会第 26 回大会、2013 年 9 月 8 日、北星学園大学(北海道・札幌市)

Tajima M, Effects of Faded-Summary Feedback Schedule on Elderly Motor Skill Learning, The 13th International Society of Sport Psychology World Congress of Sport Psychology, 2013 年 7 月 25 日, Beijing (China)

Monri T, Tajima M, Influence of Japanese Undergraduates' Hardiness on Stress, The 13th International Society of Sport Psychology World Congress of Sport Psychology, 2013 年 7 月 22 日, Beijing (China)

門利 知美、田島 誠、大学生のハーディネスと運動習慣の関係、九州スポーツ心理学会第 26 回大会、2013 年 3 月 10 日、福岡大学(福岡県・福岡市)

門利 知美、田島 誠、松枝 秀二、大学生の性格特性がストレスに及ぼす影響、日本スポーツ心理学会第 39 回大会、2012 年 11 月 25 日、金沢星陵大学(石川県・金沢市)

〔図書〕(計 1 件)

田島 誠、遠泳の心理学、木村 一彦、矢野 博己(編)、フリースペース、遠泳学事始「今こそ、子どもたちに遠泳を！」海で育てる生きる力とおもいやり、2013 年、pp.124-128

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

田島 誠 (TAJIMA Makoto)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・准教授  
研究者番号：70330644