

令和元年6月3日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04323

研究課題名(和文) 運動抑制に影響する要因の年齢差 - エラーの原因は若年者と高齢者で異なるのか? -

研究課題名(英文) Age differences in factors affecting motor inhibition

研究代表者

土田 宣明 (Tsuchida, Noriaki)

立命館大学・総合心理学部・教授

研究者番号：40217328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題の目的は、高齢者における運動抑制(motor inhibition)の問題を検討することであった。研究の結果、高齢者では運動に結びついた神経システムの興奮を助長するような条件で、誤反応率が高くなることが確認された。若年成人では、視覚刺激の誘導要因が強く影響していたことは対照的であった。さらに、反応スピードとの関連からみると、高齢者では反応スピードが結果的に早くなるような条件で、誤反応率が高まる傾向がみられた。一般的に加齢に伴い、反応速度は顕著に低下することが知られているが、運動の抑制にとっては、加齢に伴う反応速度の低下は意味があることなのかもしれない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果から、高齢者と若年者では、エラーを起こす背景が大きく異なる可能性が示唆された。具体的には、次の通りである。高齢者では運動に結びついた神経システムの興奮を助長するような条件でエラーが増加した。一方、若年成人では、視覚刺激の誘導要因がエラーに強く影響していた。さらに、反応スピードとの関連からみると、高齢者では反応スピードが結果的に早くなるような条件で、エラーを引き起こしやすくなる可能性がみられた。一般的に加齢に伴い、反応速度は顕著に低下することが知られているが、運動の抑制にとっては、加齢に伴う反応速度の低下は意味があることなのかもしれない。

研究成果の概要(英文)：Issues related to motor inhibition in older adults were investigated. The results indicated that facilitating movement related nervous excitation increased the error response rate in older adults. Moreover, the error response rate tended to increase when the response speed increased in older adults. In younger adults, on the other hand, inducing visual stimuli had a strong effect on the error response rate. It is known that the response speed decreases significantly with aging, which could be meaningful from the perspective of motor inhibition.

研究分野：発達心理学

キーワード：高齢者 運動抑制 抑制機能 加齢 認知機能 エラー 実行機能 行動調整

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究の目的は、高齢者における運動抑制(motor inhibition)の問題を検討することにある。高齢者の抑制機能の低下は、加齢に伴う認知機能の変化を説明する仮説の1つとして、重要視されてきた。注意・記憶・思考などの認知面で、抑制機能の低下がどのように影響するか、多角的に分析されてきた。しかし、意思決定後の運動面の抑制に関しては、研究の蓄積は少ない。そこで、本研究では運動コントロール(motor control)、特に運動抑制に注目して、どのような変数が運動の抑制に影響しているのか、その基礎的なデータの収集を目的とした。日常生活では、様々な機器操作が想定される。その運動面への抑制機能の影響を検討することは、高齢者(MCI 状態の高齢者を含む)のサポートに関する重要な資料になるものと思われる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、運動抑制に影響する要因を検討することにあつた。実験では、運動抑制の失敗を引き起こす要因の年齢差を検討した。運動抑制の失敗は、様々な機器類の操作に密接に関わる問題である。とりわけ、意図せずに、誤って操作してしまうエラー (Reason, 1992)は日常生活においても、たいへん大きな問題となる。高齢者の日常生活をサポートする上でも、高齢者の運動抑制の特徴を理解することは重要である。

一般に高齢者の抑制機能の低下は、認知的加齢(cognitive aging)を説明する重要な仮説の一つとして検討されてきた。高齢者の抑制機能の問題をはじめて仮説として提唱したのは Hasher and Zacks(1988)であった。Hasher and Zacks(1988)の仮説とは、高齢になると抑制機能が衰退し、指示された課題とは無関連な刺激に注意を向けてしまい、結果的に指示された課題に対する処理能力が落ちるといったものである。この仮説は、注意や思考・記憶などの認知面から検討されてきた。

さらに、近年の研究からは、特に運動抑制が加齢の影響を強く受けるのではないかとする研究結果がみられるようになった(Kramer, Humphrey, Larish, Logan, & Strayer, 1994; Nieuwenhuis, Ridderinkhof, de Jong, Kok, & van der Molen, 2000; Potter & Greal, 2007; Trewartha, Endo, Li, & Penhune, 2009)。例えば、Kawai, Kubo-Kawai, Kubo, Terazawa, & Masataka(2012)は、Flanker effect(interference suppression)と Simon effect(response suppression)を比較して、運動の抑制が強く関連する Simon effect で加齢の影響が強く現れることを明らかにした。

このように、運動抑制が加齢効果を強く受けることが明らかになりつつあるが、それだけでは、加齢効果の特徴を明確にできない。どのような要因が運動抑制の失敗を引き起こすのか、その要因に年齢差があるのか、ないのか等の検討が必要になってくるものと思われる。地域で自立して生活している高齢者では、抑制機能そのものが欠如(deficit)するとは考えにくい。加齢に伴う機能の低下はどのような側面で見られるのか、その特徴を明確にする必要がある。

そこで、本実験では、Tsuchida, Morikawa, Yoshida, & Okawa(2013)の研究で対象となった複数の変数が、運動抑制の失敗に与える影響を同時に比較し、その大きさを比較してみた。また、同様の実験を若年成人にも実施した。2群間で、要因の効果量(effect size)を算出することで、運動抑制の失敗に与える影響の共通点と相違点を明確にできるものと思われる。

以上の分析を通して、単に「高齢者では機能が低下した」というだけではなく、加齢に伴う機能低下の意味がより明確になるものと思われる。

3. 研究の方法

(1) 対象

25名の若年成人(男性13名、女性12名、Mean age: 21.0 years, range: 18-25)と35名高齢者(男性18名、女性17名、Mean age: 71.0 years, range: 66-82)。高齢者は全員、シルバー人材センターに登録しており、日頃は軽作業を中心とした仕事に従事していた。今回の実験では、交通費込で、一人一時間1000円の謝礼を支払った。自己報告によれば、全員、慢性的な疾患を除き、健康な状態であった。高齢者はいずれも年金受給者で、地域で自立して生活していた。MMSE: Min-Mental-Statement Examination(Folstein, Folstein, & McHugh, 1975)の得点は平均28.5点(SD=1.41)で、rangeは26-30であった。高齢者の平均就学年数は14.5年(SD=2.3)であり、全員12年以上の就学経験を有していた。就学年数に関して、若年成人と高齢者には統計上有意味な差はなかった。若年成人は全員が大学生であり、実験にはボランティアで参加した。実験参加者(participants)は全員右利きであった。実験参加者には実験の前にインフォームドコンセントを提示した。また実験内容は研究代表者が所属する大学の倫理委員会において事前に承認を得た。

(2) 装置と手続

Tsuchida et al. (2013)に従い、刺激の提示位置に合わせて、左右2箇所ある反応ボタンを押し分ける場所弁別課題を個別で行った。装置は反応ボタン、ディスプレイとパソコンから形成されている。反応ボタンは2種類用意した。ひとつは人差し指の動きだけで作動できる、マイクロスイッチ(Micro light switch #58500, Tash inc.製造、作動圧は30グラム)。もうひとつは、円筒形のグリップを掌(てのひら)全体で握ってスイッチを作動させるグラススイッチ(Grasp switch #58650 Tash inc.製造、作動圧は300グラム)である。

刺激の提示は液晶ディスプレイ(I-O DATA社製、19型LCD-AD195GB)を用い、実験の制御は全

てパソコン(TOSHIBA 社製, dynabook SatteliteA50S 型)で行った。音刺激の提示はディスプレイ下の, 左右の loudspeaker から左右同時に提示した。はじめに注視点が視野の中心に提示され, その後注視点の左右(注視点から視角として 10.7 度の位置)に赤色の丸(直径 4.5cm)がランダムに提示された。注視点と被験者の間の距離は 約 50cm であった。刺激の左右への出現率は, それぞれ 50% とした。被験者は刺激が提示されたら, なるべく早く, 正確に刺激が提示された側の反応ボタンを押す(あるいは握る)ように指示された(刺激 - 反応適合条件)。実験中は, 左右の手をそれぞれの反応ボタンの上に軽く置く(あるいは軽く握る)ように指示した。刺激に対して反応ボタンが押され, 1 試行が終了したら, 特定の間隔を置いて, 次の試行が開始された。前反応から次の刺激の提示間隔時間(response stimulus interval: RSI)は, 500ms, 1500ms, 2500ms の 3 種類がランダムに使用された。練習試行 8 試行後, 本実験を行った。実験は 1 ブロック 16 試行で, 2 ブロック連続して行った。ブロック間では約 5 秒間隔をあけた。

また, 全ての試行を通して, 約半数の試行に視覚刺激と同時に, 刺激の提示位置とは無関連な音刺激を提示した。音刺激は Fischer, Plessow, & Kiesel (2010)を参考にして, スピーカーから 50 cm の位置で約 70dB となるように 700Hz の tone を 150ms 提示した。音刺激は 1 ブロック 16 試行中, 7 回, 8 回, 9 回のいずれかの回数で出現するように設定した。高齢者において, 音刺激が聴取可能かどうかは練習試行時に確認した。なおスピーカーは 2 つあった。2 つのスピーカーは, ディスプレイ底辺の中心部を挟んで左右にそれぞれ約 30 cm の位置にあり, 左右の音量は同じで毎回左右同時に提示された。以上の実験手続きを, 反応スイッチを変えて 2 回実施した。

さらに, 同様の実験を刺激 - 反応適合性(stimulus-response compatibility)を変えて, 実施した。すなわち, 刺激が提示された側とは反対側の反応ボタンを押すように指示する実験を行った。上記の実験条件の実施順序については, カウンターバランスした。

同一の実験の中で, 刺激反応適合性(stimulus-response compatibility)の要因, 反応タイプの要因, 音刺激の有無の要因を検討した点が, Tsuchida et al. (2013) との相違点である。

(3) データ分析

実験参加者毎に誤反応数と反応時間を測定した。誤反応数は, error rate として算出した。また, 反応時間は各被験者の条件毎に, 正反応の反応時間の平均値を算出した。ただし, 平均値の $\pm 2SD$ の範囲外の値は, 尚早反応(anticipatory response), または遅延反応(inattentive response)として除外した。error rate は, 年齢ごとに, 刺激 - 反応適合性(適合・非適合), 反応タイプ(micro, grasp), 音刺激の有無(on, off)の 3 要因被験者内)を用いて分析した。統計検定においては, 5% の危険率を有意水準とした。

4 . 研究成果

表 1 高齢者における効果量の比較

Effect	F-ratio	p-value		effect size		
				η^2	η_s^2	η_p^2
S-Rcompatibility	3.3529	0.0759	ns	0.0065	0.0071	0.0898
Response Type	6.8817	0.0129	*	0.0405	0.0422	0.1683
Tone	5.7624	0.0220	*	0.0249	0.0264	0.1449
SRC × Response type	0.0760	0.7845	ns	0.0002	0.0002	0.0022
SRC × Tone	6.4530	0.0158	*	0.0098	0.0106	0.1595
Response Type × Tone	0.2730	0.6047	ns	0.0004	0.0005	0.0080
three-way interaction	0.2924	0.5922	ns	0.0005	0.0005	0.0085

□: large effect

表2 若年成人における効果量の比較

Effect	F-ratio	p-value		effect size		
				η^2	η_s^2	η_e^2
S-Rcompatibility	14.3845	0.0009	***	0.0968	0.0987	0.3747
Response Type	0.0598	0.8088	ns	0.0004	0.0005	0.0025
Tone	2.3793	0.1360	ns	0.0088	0.0099	0.0902
SRC × Response type	1.5833	0.2204	ns	0.0060	0.0067	0.0619
SRC × Tone	3.8839	0.0604	ns	0.0036	0.0040	0.1393
Response Type × Tone	0.1061	0.7474	ns	0.0002	0.0003	0.0044
three-way interaction	0.0506	0.8239	ns	0.0001	0.0001	0.0021

□: large effect

Cohen(1988), Richardson(2011)の効果量の基準に基づいて,誤反応率に影響する要因の大きさを解釈する。この基準に従うと,高齢者では,反応タイプと音刺激の影響,それと反応タイプ×音刺激の交互作用の影響が大きかった(表1参照)。若年成人では,刺激反応適合性と反応タイプ×音刺激の交互作用の影響が大きかったことになる(表2参照)。それぞれについて,詳しく検討してみよう。

まず,高齢者では,掌(てのひら)全体を使ってスイッチを押したり,刺激と同時に音になるような,反応スピードを早めるような要因が誤反応率に強く結びついていることがわかる。これらの要因は,Luria(1961)のいう,運動に結びつく神経システムの興奮を助長した可能性が高い。

一方,若年成人では,全体に誤反応率が高齢者よりも低いものの,誤反応率に強く影響していたのは,刺激-反応適合性であった。右のスイッチに反応しなければならないときに,左側に視覚刺激で呈示されるようなとき,誤反応率が上昇したことを意味している。視覚刺激の誘導が誤反応率に影響していたものと思われる。

特徴的だったのは,反応タイプ×音刺激の交互作用の影響である。この要因が唯一,両年齢群で共通して,誤反応率に大きな影響を与えていた要因であった。しかし,内容は両群で大きく異なっていた。交互作用の分析からみると,高齢者では適合性条件でのみ音刺激の影響が顕著に表れることが分かる。適合条件で反応スピードが全体的に早くなっているときに,音が提示されると,誤って逆サイドのスイッチに反応してしまう率が高まっている。逆に,非適合条件では,視覚刺激とは,逆サイドのスイッチに反応しなければならず,全体的に反応時間は遅くなる。そのような条件では,音刺激の影響が小さくなっている。

若年成人でも同様に,反応タイプ×音刺激の交互作用の影響が大きかった。しかし,交互作用の内容をみると,高齢者とその影響の向きが大きく異なっていた。若年成人では,非適合条件のときのみ,音刺激の影響が顕著になっている。視覚刺激とは,逆サイドのスイッチを押さねばならないとき,音刺激がonになると,視覚刺激に誘導された側のスイッチを押す誤反応が多くなることを意味している。

以上のように効果量の違いから,高齢者と若年成人を比較すると,高齢者では運動に結びついた神経システムの興奮を助長するような条件で誤反応率が高くなる可能性が高い。Kubo-Kawai, Kubo & Kawai, (2010)は,Standard Simon taskとGo/no-go Simon taskを比較して,同じSimon taskであるにも関わらず,高齢者では反応頻度が抑制に大きく影響することを明らかにしている。この実験結果を引き起こした要因にも,運動性の神経興奮があったものと推察される。若年成人では,視覚刺激の誘導要因が強く影響していたことは対照的であった。

さらに,反応スピードとの関連からみると,高齢者では反応スピードが結果的に早くなるような条件で,誤反応率が高まる可能性がでてくる。一般的に加齢に伴い,反応速度は顕著に低下することが知られているが,運動の抑制にとっては,加齢に伴う反応速度の低下は意味があることなのかもしれない。すなわち,運動性の神経興奮の拡大を避けるために,反応速度が全体的に遅くなることには,日常生活適応上の意味があるのかもしれない。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

神田尚・大川一郎・吉田甫・土田宣明(2018). 実行機能検査(EFE)の開発: 信頼性,妥当性の検証および効果測定ツールとしての適用可能性の検討

老年精神医学雑誌, 29 (8) , 855-862. 【査読有】
https://mp.medicalonline.jp/products/article_list.php?magazine_code=aj2rsizd&year=2018&volume=29&number=8
Tsuchida, N. & Kawakami, M. (2018). Effect of aging on processes of motor inhibition. Japanese Psychological Research, 60 (2) , 111-118. 【査読有】
<https://doi.org/10.1111/jpr.12181>
Tsuchida, N. (2017). Age differences in variables affecting motor inhibition. Japanese Psychological Research, 59 (3) , 238-245. 【査読有】
<https://doi.org/10.1111/jpr.12157>

〔学会発表〕(計6件)

土田宣明・河上実樹・吉田裕香・田村昌彦 (2018) . エラー後の対応にみられる加齢効果 日本心理学会第 82 回大会
土田宣明 (2017) . 認知機能の改善から - 高次精神機能の可塑性を支えるもの - 2017 年度日本教育心理学会公開シンポジウム
土田宣明 (2017) . 高齢者の抑制機能の特徴 - 運動抑制に注目して - (公募型シンポジウム「抑制機能の生涯発達」) 日本心理学会第 81 回大会
Kusaka, N. , Narumoto, J. & Tsuchida, N. (2017) . Finding the Meaning in Life Program for older adults: The pathway to Wonderful Aging . TAGG 2017 World Congress of Gerontology and Geriatrics(国際学会)
土田宣明 (2017) . 運動抑制に影響する要因の年齢差 日本発達心理学会第 28 回大会
土田宣明 (2016) . 運動を抑える手続きの効果 - 年代差の比較 - 日本発達心理学会第 27 回大会

〔図書〕(計2件)

土田宣明 「自己制御の発達と支援」120 頁(53 頁-64 頁) 金子書房 2018 年
土田宣明・佐藤眞・権藤恭之 「よくわかる高齢者心理学」216 頁(52 頁-61 頁) ミネルヴァ書房 2016 年

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)
取得状況(計0件)

6 . 研究組織

- (1)研究分担者 なし
- (2)研究協力者 なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。