

日常生活における身体活動量の違いが 高齢者の認知機能と運動出力に及ぼす影響

身体運動科学研究領域

5008A051-1 ベ ソンリュウ

研究指導教員：山崎 勝男 教授

【緒言】

身体活動は高齢者の身体的健康のみならず、心身の健康や認知機能低下に有効であると知られている。加齢に伴って行動遅延が生じるとされているが、その原因としては、中枢における刺激判断や認知の遅延と末梢における神経伝導速度の低下や筋組織の減少などが考えられている。中枢における認知機能を客観的に評価する指標として事象関連電位(ERP)が用いられている。高齢者の身体活動と認知機能を調査した ERP 先行研究では、身体活動量の多い群が少ない群より、反応時間や正解率など課題遂行の成績が高く、刺激判断に要する時間を表す P3 潜時の短縮を示し、身体活動が高齢者の認知機能を促進させると示唆している。高齢者における身体活動の効果を検討する際には、事象関連電位と筋電図を用いて、中枢での情報処理過程と末梢での運動出力まで検討する必要があると考えられる。また、高齢者を対象とする場合は、心肺能力による身体活動量の評価よりも、1日の生活を通した身体活動を検討する方が有効であると考えられる。

そこで、本研究は、高齢者における日常生活の身体活動量の違いが認知機能と運動出力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、異なる脳機能を反映する2つの認知課題である Go/NoGo 課題（反応抑制機能）と Flanker 課題（注意機能）を用いて、行動指標（反応時間、エラー率）と ERP 成分を検討する。

さらに、中枢での情報処理過程(ERP成分とEMG-RT)と末梢での運動出力過程(MT)を分類し、身体活動がそれぞれに及ぼす影響を検討する。

【方法】

参加者:65歳以上の健常高齢者28名(70.6±3.8歳, 男性14名・女性14名)を対象とした。

手続き:参加者は脳波測定に先立ち加速度計付き歩数計(以下、ライフコーダ)を10日間装着し、日常生活における身体活動量を測定した。1日あたりの平均

歩数1万歩を基準とし、それ以上の者を Higher PA 群、それ未満の者を Lower PA 群に分類した。10日間のライフコーダデータから配布日と回収日を除き月曜日から日曜日までの7日間のデータを分析に用いた。身体活動量の測定終了後、すべての参加者は実験室内で認知課題(Go/NoGo課題とFlanker課題)を行う間、行動指標(反応時間、エラー率)と生理指標(脳波、筋電図)を測定した。

認知課題

Go/NoGo 課題:刺激は4種類からなり、参加者は実線に囲まれた緑丸と赤丸に対してそれぞれ左右の中指でキー上げ反応を行った(Go刺激;80%呈示)。点線で囲まれた緑丸と赤丸に対しては、反応を抑制した(NoGo刺激;20%呈示)。刺激呈示時間150ms、刺激間隔は1500msとし、3block(120試行/block)を行った。

Flanker 課題:5つの矢印の中、中央の矢印(標的刺激)の方向に応じて左右の中指でキー上げ反応をするように教示した。課題は標的刺激と両側の妨害刺激の向きが同じである一致刺激(i.e.<<<<<または>>>>>)と標的刺激と妨害刺激の向きが反対である不一致刺激(i.e.<<<<<または>>>>>)から構成された。刺激呈示時間は100ms、刺激間隔は1500ms、呈示確率は5:5であり3block(100試行/block)を行った。

脳波記録:頭皮上23部位から記録し、記録終了後に両耳朶連結に再基準化した(時定数10s、広域遮断周波数は120Hz、サンプリング周波数500Hz)。Go/NoGo課題では刺激呈示前100msから刺激呈示後900msの区間を、Flanker課題では刺激呈示前100msから刺激呈示後800msの区間を切り出し、瞬目修正後、刺激呈示時点をトリガに刺激前100msをベースラインとして脳波を加算平均した。

筋電図反応時間および運動時間:刺激呈示時点から、反応キー上げまでの時間を反応時間、反応刺激の開始時点から急激な筋放電の開始までの時間を筋電図反

応時間（以下，EMG-RT），筋放電が開始されてから反応キー上げまでの時間である運動時間（motor time 以下，MT）とし，反応時間から EMG-RT を引くことで MT を算出した。

【結果】

身体活動量の比較：1 日あたりの総歩数については，Higher PA 群が $12,939 \pm 1,999$ 歩，Lower PA 群が $8,037 \pm 1,228$ 歩であり，両群間で有意差が認められた（ $p < .001$ ）。1 週間の Ex に関しては，Higher PA 群（ $24.1 \pm 5.5\text{Ex}$ ）が Lower PA 群（ $8.7 \pm 3.1\text{Ex}$ ）より有意に高かった（ $p < .001$ ）。1 日あたりの活動強度別時間分布に関しては，中等度強度のみで Higher PA 群の方が Lower PA 群より有意に長かった（ $p < .001$ ）。

Go/NoGo 課題

行動指標：反応時間，EMG-RT，MT，エラー率について，それぞれ群間で t 検定を行った結果，Go 刺激に対する反応時間（ $p < .01$ ），EMG-RT（ $p < .05$ ），MT（ $p < .05$ ）が Lower PA 群より Higher PA 群で有意に短縮した。エラー率については，両群間で有意差は認められなかった。

GoP3 と NoGoP3：P3 潜時については，群間で有意な違いは認められなかった。GoP3 振幅に関しては，導出部位 × 群の交互作用が認められた（ $F(2,25)=5.94$ ， $p < .01$ ）。下位検定の結果，Cz と Pz における GoP3 振幅が Lower PA 群より Higher PA 群で有意に増大した（ $p < .01$ ）。また，NoGoP3 振幅についても，導出部位 × 群の交互作用が認められ（ $F(2,25)=5.34$ ， $p < .05$ ），下位検定の結果，Cz と Pz における GoP3 振幅が Lower PA 群より Higher PA 群で有意に増大した（ $p < .01$ ）。**GoN2 と NoGoN2：**N2 潜時と振幅，NoGoN2 振幅について，群間での有意差は認められなかった。

Flanker 課題

行動指標：反応時間については，一致刺激（ $p < .01$ ）と不一致刺激（ $p < .01$ ）ともに Lower PA 群より Higher PA 群で有意に短縮した。エラー率に関しては，一致刺激のみで Lower PA 群より Higher PA 群で有意に低かった（ $p < .01$ ）。

P3：P3 潜時については，Lower PA 群より Higher PA 群で P3 潜時が短縮する傾向があった（ $p < .10$ ）。P3 振幅については，群間で有意差が認められなかった。

【考察】

Go/NoGo 課題と Flanker 課題両方ともに刺激検出から刺激評価，反応選択，反応実行に至るまでの脳内情報処理過程を反映する反応時間が Lower PA 群に比べ，Higher PA 群で短縮したことが明らかになり，日常生活の身体活動量の違いが脳内情報処理過程に有意な影響を与える可能性が示された。さらに，反応時間を中枢での情報処理（EMG-RT）と末梢での反応処理（MT）に分けて検討した結果，両方いずれも Lower PA 群より Higher PA 群で短縮したことが示された。この結果より，高齢者における身体活動は，中枢での認知活動だけでなく，筋組織や運動神経伝導速度の低下を防ぎ末梢での反応実行機能を維持することが示唆できる。

Go/NoGo 課題の ERP 結果より，反応抑制機能を反映する NoGoP3 振幅が Lower PA 群に比べ，Higher PA 群で増大したことから，身体活動が反応抑制を担う前頭葉機能の低下を予防させたことを示し，本研究の仮説を支持する結果が得られた。しかし，反応抑制の前段階，つまり情報の抑制を表す NoGoN2 振幅は群間で違いが認められなかったことから，身体活動が情報抑制（NoGoN2）より反応抑制（NoGoP3）を敏感に反映することが推察された。

注意機能を検討する Flanker 課題の ERP 結果より，刺激評価に要する時間を表す P3 潜時と注意資源の配分量を表す P3 振幅ともに，群間で有意差が認められなかった。この結果より，周辺刺激による干渉効果を検討する課題における焦点的注意機能は日常生活での身体活動量の違いによって変化しないことが示され，本研究の仮説は支持されなかった。ただし，注意機能は知覚的負荷の影響や干渉効果の程度といった課題難易度の影響を受けやすく，注意機能は年齢に依存するという先行研究がある。今後は課題の難易度も考慮に入れた上で身体活動と高齢者の注意機能との関係を検討する必要があると考えられる。

【引用文献】

Birren JE, Fisher LM.(1995). Aging and speed of behavior:possible Consequences for Psychological functioning. Annual Review of Psychology, 46, 329-353.
Hillman CH, Belopolsky AV, Snool EM, Kramer AF, McAuley E. (2004). Physical Activity and Executive Control: Implications for increased Cognitive Health During Older Adulthood.Research Quarterly for Exercise and Sport 75(2): 176-185.