

若年者の注意機能に対する短時間軽運動の効果 — 学校現場での応用に繋げるための一考察 —

原 丈貴*・黒瀬拓志**

Taketaka HARA, Hiroshi KUROSE

Effects of Short and Light Exercise on Visual Attention in Young Students.

— A Study for Applying in the Educational Field —

要 旨

注意機能は認知機能の基盤となるものであり、情報入力的一端を担う重要な機能である。本研究では、短時間の軽運動が若年者の注意力に与える影響について検証し、学校現場での応用に繋げるための考察を行うことを目的とした。対象は健常成人11名（20.5±1.4歳、男性8名、女性3名）である。注意機能の評価には、スマートフォン用のアプリケーションであるTouch the Numbersを用いた。対象は、Touch the Numbersを15回実施した後に短時間の軽運動（5分間、50%HRmax）を行い、再度15回の計測を行った。その結果、軽運動前は15.19±2.23秒であったのに対して、軽運動後は14.23±1.88秒と軽運動後に有意（ $p=0.004$ ）な時間の短縮が認められた。さらに、軽運動前の記録と軽運動前後の記録の変化量に有意な正の相関関係が認められた（ $r=0.629$, $p=0.038$ ）。以上の結果から、短時間の軽運動は若年者の注意機能を改善させることが示唆された。また、50%HRmaxの運動強度を確保する活動は、約2分間の開閉ジャンプや全身ジャンケンなど特別な設備や場所を必要としない活動であっても実施可能であることから、本研究の結果は、教育現場での活用も可能であると考えられる。

【キーワード：注意機能、短時間軽運動、学校現場】

I. 緒 言

注意機能は認知機能の基盤となるものである。注意機能は全般性注意と方向性注意に分類され、さらに全般性注意は持続性注意、選択性注意、転換性注意、分配性注意に分類される¹⁾。我々は日常生活の中において、視覚や聴覚、触覚などいわゆる五感を介して入力される情報を適切に処理することが常に求められるが、注意機能はその情報入力的一端を担う重要な機能である。情報の入力を受けて、普段から習慣的に行っている行動は自動的な処理によって実行されるが、そのような処理ができない場合（慣れていないことを実行する場合）には、脳からの指令によって思考や行動が制御される。この一連のシステムが実行機能であり、実行機能を発揮する上で、注意機能や認知機能は必要不可欠な要素となっている。

近年、こどもの認知機能に体力が関係していることを指摘する研究報告が散見されるようになり、体力の高い子は低い子に比べて認知パフォーマンスが高いことや²⁾、小学生の全身持久力と学業成績（読解力、算数）には正の相関関係が認められていることも報告されている³⁾。また、大学生においても、運動クラブに所属する学生は所属していない学生に比べてGPA得点が高い

ことが報告されていることから⁴⁾、体力を向上させる習慣的な運動の実践が、脳機能に何らかの好影響を与えていると考えられる。

一方で、一過性の運動が注意機能や読解力を向上させることを示した研究もみられる。Tine M.⁵⁾は、17～21歳の若年者を対象に、70～80%HRmax強度の有酸素運動を12分間実施し、運動後に注意力や読解力が向上したことを報告しており、また、Yanagisawa H. et al.⁶⁾は50% $\dot{V}O_2$ max強度で10分間の自転車こぎ運動により、認知機能の評価指標のひとつであるストループ課題の成績が、運動しなかった時よりも良くなったことを示している。このように、一過性の運動についても、注意機能や学力などに影響することが報告されていることから、例えば学校現場において実施される授業の前に軽運動を取り入れることで、その後の学習にポジティブな影響を及ぼすのではないかと推察される。

しかし、授業前での実践を考慮すると、先述した研究で用いられている運動の時間設定は12分間⁵⁾や10分間⁶⁾であり、授業前での取り組みとしては少々長い。そのため、さらに短い運動時間でも軽運動によって注意機能が向上するのか検討が必要であると考えられる。また、運動の強度については比較的強度の高い内容で検討されているが、児童や生徒の集団を対象とすることを考えると、

* 島根大学学術研究院教育学系

** 山口県立田部高等学校

動けるスペースの問題もあり、低強度の活動の方がより現実的で受け入れられやすいと考えられる。以上のことから、運動が注意機能に与える影響について検討する場合、実際の現場での汎用性を考慮すると、短時間で且つ強度の低い運動に焦点を当てて検証することも必要である。

そこで本研究では、短時間の軽運動が若年者の注意力に与える影響について検証するとともに、学校現場での応用に繋げるための考察を行うことを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象は運動習慣を有する健常成人11名(20.5±1.4歳、男性8名、女性3名)とした。倫理的配慮として、対象者には事前に研究の目的、方法について十分な説明を行い、研究参加の同意を得た。

2. 注意機能の評価

注意機能を評価する指標として、スマートフォン用のフリーアプリケーションであるTouch the Numbers(株式会社テクノード)を用いた。このアプリは画面上にランダムに表示される1から25までの数字を1から順番にタップしていき、25をタップするまでの時間を計測するものである(写真)。1度ダウンロードすれば、その後は異なる数列配置で何度もゲームが可能であり、対象が普段から使い慣れているスマートフォンを用いて気軽にゲーム感覚で取り組めるものとなっている。さらに、臨床において注意機能の評価法として用いられているTrail Making Test(TMT)の検査結果とTouch the Numbersの記録には、有意な正の相関関係が認められていることから⁷⁾、本研究では注意力の評価方法としてTouch the Numbersを用いることとした。

尚、慣れによる記録への影響をなくすために、各対象者には検査日の約1週間前にTouch the Numbersをダウンロードさせ、検査日までに十分にゲームに慣れておくよう指示した。

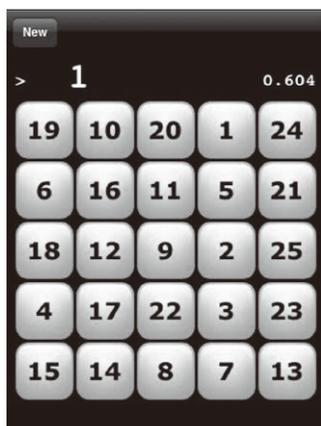


写真. Touch the Numbersの画面

3. 軽運動の内容

軽運動は、トレッドミル(AR-200, ミナト医科学)もしくは自転車エルゴメーター(232C, ミナト医科学)を用いた5分間の持続的運動とした。運動強度は50%HRmaxとし、各対象の年齢をもとにターゲット心拍数をあらかじめ算出した。運動中は心拍モニター(td6, SUUNTO)を用いて自身の心拍数を観察しながら、ターゲット心拍数をできるだけ維持するよう指示した。

4. 検査プロトコール

対象はまず安静状態を保った後に、Touch the Numbersを1回終わらせる度に結果を記録しながら15回続けて行った。その後心拍モニターを装着し、トレッドミルもしくは自転車エルゴメータを用いた軽運動を5分間実施した。軽運動終了後には5分間の座位安静をとり、再度Touch the Numbersを15回行った。

5. 統計処理

本研究の結果は平均値±標準偏差で示した。軽運動前後のTouch the Numbersの記録の比較には、ノンパラメトリック検定のWilcoxon signed rank testを用いた。また、2変数間の相関関係の検定にはPearsonの相関係数を用いた。いずれも有意水準は危険率5%未満($p<0.05$)とした。

III. 結果

各対象における軽運動前後のTouch the Numbersの記録(15回実施した際の平均値)を表1に示した。11名の平均値は、軽運動前が15.19±2.23秒であったのに対して、軽運動後は14.23±1.88秒と軽運動後に有意($p=0.004$)な時間の短縮が認められた。また、軽運動前の記録と軽運動前後の記録の変化量の関係についてみると、有意な正の相関関係($r=0.629$, $p=0.038$)が認められ(図1)、軽運動実施前の記録が遅かった対象ほど、軽運動の効果が大きいことが示された。

表1. 軽運動前後の記録(秒)

対象	運動前	運動後
a	17.6	16.2
b	13.5	13.6
c	16.9	15.8
d	16.5	14.8
e	16.8	16.3
f	11.6	11.4
g	12.0	11.5
h	15.1	13.0
i	14.9	13.8
j	14.0	13.4
k	18.2	16.7
mean	15.19	14.23*
s.d.	2.23	1.88

(*: $p<0.01$)

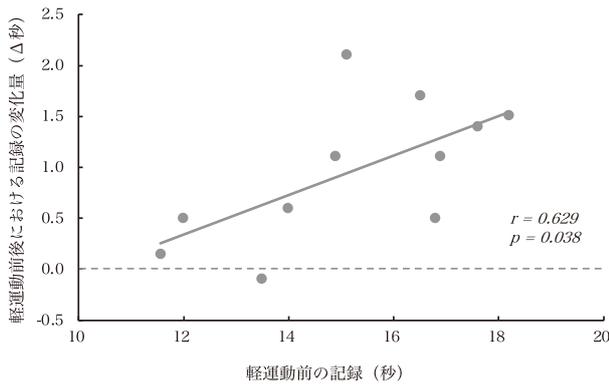


図 1. 軽運動前の記録と記録の変化量の相関関係

IV. 考 察

1. 注意機能改善の要因と影響の差異

若年者の注意機能に対する軽運動 (50%HRmax, 5 分間) の効果について検討したところ, 軽運動前後において, Touch the Numbersの記録は有意に短縮し, さらに, 時間短縮の程度は, 軽運動前の記録が遅い者ほど大きくなること示された。

近年, 体力が認知機能や学業成績とも関係していることが多くの研究から指摘されるようになってきた⁸⁾. Castelli DM, et al.⁹⁾ は 3～5 年生の児童を対象に, 有酸素能力 (全身持久力) と学力 (計算および読解力) が相関関係にあることを報告しており, また, Chomitz VR, et al.¹⁰⁾ も同様に子どもの体力と学業成績は正の相関関係にあることを報告している. 体力と学業成績が関係するメカニズムについて詳細は明らかになっていないが, ひとつの要因として脳の形態的な影響が指摘されている⁸⁾. しかし, 本研究で実施した一過性の軽運動で, 脳に形態的な変化が起こるとは考えにくい. Yanagisawa H, et al.⁶⁾ は 10 分間の一過性運動の実施により, ストループ課題の改善を認めているが, その原因として脳内の酸素化ヘモグロビン量の増加が関係していることを指摘している. さらに, Rooks CR, et al.¹¹⁾ のレビューでは, 30%～60% $\dot{V}O_2\text{max}$ 強度の運動でも脳血流は増加することが示されていることから, 本研究における軽運動の実施により脳内の血流量が増加したことは十分に考えられ, その変化が Touch the Numbers の時間を短縮させたひとつの要因であるとも考えられる. 一過性の運動が注意機能を改善するメカニズムについては, 脳内の酸素化動態の観点も含めてさらなる検証が必要である。

本研究では, 軽運動の実施により若年者の注意機能が改善されることに加えて, 軽運動前の記録が遅い者ほど, 運動後の記録の短縮が大きくなる結果が得られた (図 1). 今回のプロトコルでは, 軽運動を挟んで Touch the Numbers を計 30 回実施することから, 検査を実施する中で慣れにより記録が改善されることのないよう, 事

前に十分に経験を積んでおくよう指示した. その上で, タイム短縮の程度に個人差がみられたことから, ベースラインのパフォーマンスによって軽運動の効果の得やすさは異なることが示された. 即ち, より改善が求められる対象ほど軽運動の影響が反映されやすいことが示唆された. しかしこの結果から, 記録の変化量が少なかった者の注意機能に対して軽運動は何も影響していないと判断することはできない. 本研究において注意機能の指標として用いた Touch the Numbers は 1 から 25 までタップする時間を計測するものであり, 成績が良くなれば (計測時間が短くなれば) なるほど, さらに時間の短縮は難しくなる. そのため, 注意機能に対する短時間軽運動の効果については, 他の指標を用いた検証も必要である。

2. 現場での応用へ向けた提案

今回の検証で用いた 50%HRmax 程度まで心拍数を上げる活動について, 授業実践の現場での活用を念頭に, 2 名の対象 (どちらも 24 歳男性, 最大心拍数: 196 拍/分) で追加の検証を実施した. 広い場所を必要とせず, 教室内の限られたスペースでも短時間で実施できることを前提として, ラジオ体操 (3 分 20 秒), 開閉ジャンプ (約 2 分), 全身ジャンケン (約 2 分) を実施し, 各運動中の心拍数を測定した. 開閉ジャンプはラジオ体操に含まれる跳躍運動で, その場で手足を開閉しながらジャンプを繰り返す動作である. 同じ動作を単調に繰り返すのではなく, 手足の開閉のタイミングに変化をつけながら (両手を開いたときに両足は閉じる動き, 両手は交互に開閉しながら, 両足は開脚状態で 2 回, 閉脚状態で 1 回ずつ跳ぶ動きなど) 実施した. 全身ジャンケンも, グー, チョキ, パーを全身を使って表現し, さらに相手に勝ったらその場で喜びを, 負けたら悲しみを動きで表現する課題も与えて実施した. その結果, ラジオ体操では心拍数が 85 拍/分程度 (約 43%HRmax) であったものの, 開閉ジャンプや全身ジャンケンにおいては, 終了時の心拍数が 110 拍/分程度 (約 55%HRmax) まで上昇していることが示された. このような短時間で且つ特別な設備を必要としない活動であっても, 心拍数を 50%HRmax 程度まで上昇させることはそれほど難しくないと示唆されることから, 教育現場での活用も可能であると考えられる. 今後は, 授業前の軽運動の効果について縦断的な介入研究が進められることを期待したい。

3. 研究限界と今後の課題

軽運動の実施により, 注意機能が改善されることを示唆する結果を得ることができたが, 運動直後の検証のみであり効果の持続性については不明である. 軽運動の実施から例えば教育現場での 1 時限に相当する 45 分や 50 分の時間間隔をおいた検証も必要である. さらに, 注意機能が改善されるメカニズムについても本研究の結果からは言及できないため, 軽運動が注意機能に及ぼす影響についてさらなる検証が求められる. また, 本研究の対象は大学生であることから, 児童や生徒を対象にして同じ

結果が得られるとは限らない。今後は、児童や生徒を対象とした検証が必要であり、加えて、注意機能のみでなく、その他の認知機能や学習成績への影響など、長期的で縦断的な検証が求められる。

V. まとめ

若年者を対象に短時間の軽運動（5分間, 50%HRmax）が注意機能におよぼす効果について検証した。その結果、注意機能は軽運動後に改善されることが示唆され、さらに、軽運動実施前の注意機能の成績が低い者ほど、より大きく改善されることが示された。

参考文献

1. 矢崎章, 高次脳機能障害精神医学・心理学的対応ポケットマニュアル, 医歯薬出版, 2009.
2. Buck SM, Hillman CH, Castelli DM. The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Med. Sci. Sport. Exerc.*, 40, 166-172, 2008.
3. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature*, 9, 58-65, 2008.
4. Samantha JD, James MP, Richard NM, Ira JW. Academic success and retention: The role of recreational sports fitness facilities. *Recreational Sports Journal*. 38, 1, 14-22, 2014.
5. Tine M. Acute aerobic exercise: an intervention for the selective visual attention and reading comprehension of low-income adolescents. *Front. Psychol.*, 5, 575, 2014.
6. Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y, Soya H. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, 50, 4, 1702-1710, 2010.
7. 岩瀬弘明, 村田伸, 日沖義治, 北尾沙友里, 中村純子, 中井良哉, 村上貴士, 窓場勝之. iPad アプリケーション「Touch the Numbers」を用いた注意機能評価の信頼性と妥当性. *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy*. 4, 2, 87-91, 2014.
8. 東浦拓郎, 紙上敬太. 子供の体力と学力・認知機能の関係. *J. Health Psychology Research*, 29, Special issue, 153-159, 2017.
9. Castelli DM, Hillman CH, Buck SM, Erwin HE. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *J. Sport. Exerc. Psychol.* 29, 239-252, 2007.
10. Chomitz VR, Slining MM, McGowan RJ, Mitchell SE, Dawson GF, Hacker KA. Is there a relationship between physical fitness and academic achievement?: Positive results from public school children in the northeastern United States. *The Journal of School Health*, 79, 30-37, 2009.
11. Rooks CR, Thom NJ, McCully KK, Dishman RK. Effects of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: A systematic review. *Prog. Neurobiol.*, 92, 2, 134-150, 2010.