共感型デバイスにより運動学習を効果的に行う方法

～ ふたりが繋がればうまくいく ～

2018 年 6 月 25日

ポイント

- バランス課題を行うときに、高齢者と指導者のペアを共感型デバイスで連結し、動作指導や褒めを与えると、運動学習がうまくできることを発見。
- さらに、高齢者の二重課題干渉は、デバイスを用いても悪化することはなく日常生活シーンでも安全に使用可能。
- 転倒予防、アスリートや運動障害の効果的回復を目的とするリハビリテーションなどへの応用が可能。

人間のパフォーマンス向上に、工学技術を活用する――。早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科 教授の岩田浩康氏と、同大学 理工学術院総合研究所　次席研究員の安田和弘氏らの研究グループは、高齢者と指導者が体の揺れをデバイスで共感しながらバランス課題を行うと、共感のない場合よりも上達が早いことを報告しました。この実験結果は、高齢者の転倒予防、スポーツトレーニングやリハビリシステムとして広く応用が可能であり、また、遠隔の動作指導にも適応することができます。本研究成果は、科学紙　Frontiers 系の「Frontiers in Medicine」（2018 年 5 月 16 日）電子版に掲載されました。

背景

デバイスを介したコミュニケーションや相互作用が運動パフォーマンスにどのように影響を与えるかについては、多くが未解明なままです。その解明に向けて、研究チームは、運動状況を共感するデバイスを開発しました。ディスプレイ等を使ったトレーニングとして、視覚的にみせることで能力を向上させる試みがありますが、トレーニング中に視覚を拘束することから、実使用には不向きなものでした。そこで今回、振動刺激を利用することで、より体感的に運動状況を呈示し、それを指導者が共感しながら練習することがバランス技能上達に及ぼす影響を調べました。

今回の実験の概要と結果

実験概要

●振動刺激によるインタフェースを使用して、高齢者のバランス課題中の運動状況を指導者に

も共有し、二人はその結果に基づいた動作修正や指導者からの褒めが与えられるという練習をさせた。

●高齢者は日常生活のマルチタスクを想定して、バランス課題中には連続的な暗算課題（二重課題）が課され、成績が評価された。

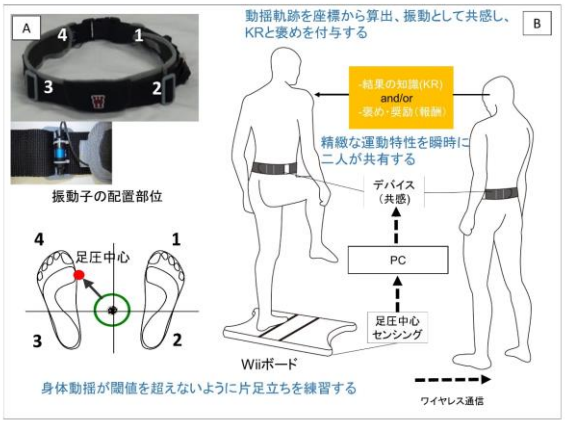

図１開発されたシステムの概要

実験結果

● デバイスによる共感がない場合に比べて、同レベルの高齢者と指導者が連結された状態の方がうまくバランス運動学習ができることがわかった。

● また、共感型デバイスを使用中であっても、二重課題干渉は少なく、うまく遂行できることがわかり、認知的負担が低いことがわかった。

以上の実験結果から、デバイスを介して運動状況を共感しつつ、動作修正や適切な褒めを呈示することが、バランス課題の上達を促進することが示唆されました。

今後の展望

二人をデバイスで繋ぐ仕組みは、小型なシステムで実現でき、反力計測は市販のゲーム機を利用して容易にできることから、スポーツやリハビリテーション現場への応用、またはその遠隔化にも展開できます。振動付与や共感による二人の相互作用が果たす役割についてさらに研究を進めるとともに、本結果を利用した転倒予防トレーニングの提案を検討します。

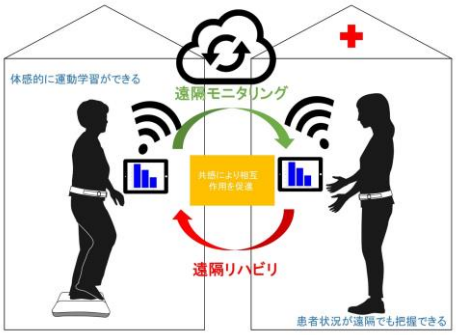

図２　将来イメージ

補足資料

1.　実験手続きの概要

実験参加者の健常高齢者と指導者は、デバイスを腰に装着し、片足立位課題によるバランストレーニングを行います。課題は 1 施行 30 秒間で、課題中に身体動揺方向が振動により、高齢者と指導者に呈示されます。2 日間に分けて全 20 施行行いますが、共感された振動情報に基づき、指導者から運動の特徴や褒めが与えられます。バランストレーニング中には二重課題（暗算）が課され、呈示された数字から順に 7 を引く課題を行います。成績評価には、身体の動揺面積や移動速度、二重課題の正答数、回答数を使用しました。

2.　共感型デバイスによる“学習促進効果”　コントロール群との比較

共感することによってパフォーマンスが良くなる“バランス学習効果”を示すのが図 1 です。身体動揺量を縦軸に、施行回数を横軸に取りました。共感がない同じ体力レベルのグループと比較すると早期に身体動揺が抑制され、2 日目のテストにおいてもバランス能力が良好に保たれることがわかりました。二重課題の成績を比較すると、共感型デバイスを用いないコントロール群とに差はなく、認知的負担においても無理なく実施できることが明らかになりました。

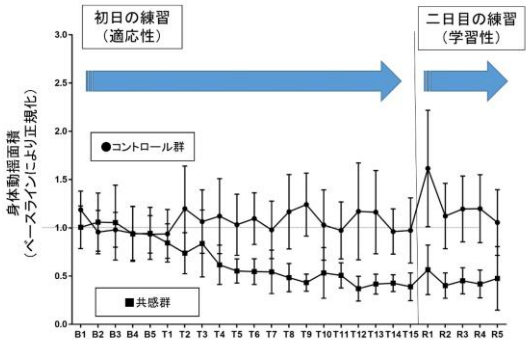

図３練習効果の推移を示したグラフ

3.　なぜ共感すると良いのか

運動学習効果を高めるために、結果の知識（knowledge of results）を要約して呈示することの有利性がわかっています。今回、指導者の定性的な判断ではなく、共感型デバイスにより客観的な運動解析に基づいて、結果の知識を付与したことの影響が考えられます。また、褒めが報酬として機能することで、強化学習が働くことが近年のスキルサイエンス研究により示されています。リアルタイムに相手の反応に応じて褒めを伝えることができる本デバイスの背景には、このような効果が考えられますが、そのメカニズムについては今後の研究課題です。

用語　解説

二重課題干渉

われわれは日常生活において同時にいくつかの課題を行わなければならない場面に遭遇する。個々の課題のパフォーマンスは単独でおこなった時よりも低下することは、二重課題干渉（dual-task interference）と呼ばれており、例えば、歩行中の歩きスマホによる事故には二重課題干渉が関与している。高齢者は注意の容量が低下することから、若年者よりも二

重課題では運動パフォーマンスが顕著に低下することがわかっている。

結果の知識（knowledge of results）の付与
結果の知識の付与は、動作後の結果を実験対象者に知らせるものである。運動結果に関する成績等は結果の知識（knowledge of results）と呼ばれ、頭文字をとって「KR」とも呼ばれる。

強化学習
強化学習は、行った運動結果がもたらす成功（報酬）をできるたけ増やしていこうとする方法である。強化学習が行われるためにはドパミン作動系が働く必要があり、ドパミン作動系の活動が大きくなればシナプスの伝達効率を向上させることができるとされている。これに関する研究は、動物実験により行われているものが多い。よい行動をとればエサを与える。エサが与えられれば満足感が与えられ、その時にドパミンが放出され、行動が強化される。

掲載論文

科学誌 Frontiers 「Frontiers in Medicine」（2018 年 5 月 16 日）
電子版：https://www.frontiersin.org/
掲載論文名： Haptic-based perception-empathy biofeedback enhances postural motor learning during high-cognitive load task in healthy older adults.
著者：安田和弘（RISE），齋地健太（創造理工学研究科），岩田浩康（創造理工学研究科）