

振動パターンの違いが 自律神経に与える影響の比較

SATテクノロジー・ショーケース2026

■はじめに

空気や車、運動の際などに生じる振動は、自律神経に影響を付与することが報告されている。これまで振動の周波数の違いが自律神経に与える影響を比較した報告はあった。しかし、振動パターンの違いを比較した基礎的研究報告はない。本研究は、異なるパターンの振動付与が自律神経に与える影響を比較することを目的とする。異なるパターンの振動付与には、ブーンブーンという振動を発生する偏心モーター(ERM)、トントンという振動を発生するリニアアクチュエータの一種であるTaptic Engine(iPhone 6Sから取り出したもの)を用いた。

心電図波形のうち最も高いピークをR波といい、その間隔をR-R間隔(R-R Interval)(RRI)という。このRRIの変動を心拍変動(Heart Rate Variability)(HRV)という。交感神経が優位のとき、HRVは小さくなり、副交感神経が優位の時HRVは大きくなる。自律神経の活動を評価する値として、rMSSD、pNN50、LF/HFがある。rMSSD、pNN50は副交感神経の指標であり、LF/HFは交感神経の指標である。一方、脳波測定は、 α 波や β 波などの特徴的な周波数の脳波を解析することでさまざまな解析に利用される。例えば、民生の脳波測定器Focus calmでは、集中度やリラックス度が、独自のアルゴリズムにより定量化できる。さらに、Visual Analog Scale(VAS)を用いて、被験者の主観的な疲労感がどの程度であるかを定量化した。

■活動内容

1. 実験方法

ヒトを対象に、ストレス付与前に主観的な疲労度、5分間RRI、脳波を測定した。その後、PASAT part 2によりストレスを2分間与えながら、RRI、脳波を測定した。次に5分間振動刺激を付与しながらRRI、脳波を測定した。振動刺激付与後、5分間RRIと脳波を測定し、自律神経と脳波に与える影響を比較した。自律神経の評価にはHRV、rMSSD、pNN50、LF/HFを用いた。RRIはPolar H10Nを用いて測定した。脳波の測定には、Focus calmを用い、集中度、リラックス度により評価した。

2. 結果

rMSSDとpNN50、LF/HFの結果をTable 1に示した。Table 1において、矢印が上を向いている場合、自律神経や脳波の効果量が増加したことを表しており、矢印が下を向いている場合、自律神経や脳波の効果量が減少している。

ることを表している。

ERMの介入によって、rMSSDやpNN50、LF/HFが上昇した。また、集中度の効果量が大であり、それが持続した。そして、疲労度の上昇が抑制された。よって、ERMは、ストレス負荷中に交感神経の活動を優位にし、集中度を高め、持続させる働きがあると考えられる。一方、Taptic Engineの介入ではrMSSDとpNN50がともに上昇した。また、集中度とリラックス度の効果量がともに大であった。したがって、Taptic Engineは副交感神経を活性化させ、集中度とリラックス度を同時に高める働きを持つと考えられる。なお、Table 1には示していないが、脳波、主観的な疲労度の計測を行った(Data not shown)。

Table 1 振動が自律神経に与えた影響の比較

		rMSSD		pNN50		LF/HF	
介入	ERM	0.268	↑	0.253	↑	0.419	↑
	Taptic Engine	0.481	↑	0.227	↑	0.318	↓
介入後	ERM	0.682	↑	0.597	↑	0.342	↓
	Taptic Engine	0.185	↑	0.299	↑	0.467	↓

3. 結果・考察

ヒトは、触ったり、撫でたりする行為(タッピング)によりリラックスすることが報告されている。本実験で使用したTaptic Engineは触覚を再現する技術を用いたモーターであるため、タッピングが再現されたことで、Taptic Engineは介入中にリラックス度の効果量を大にしたと考えられる。ストレス後に振動を付与することで、ERMの場合は集中力を持続させる状態をつくりだし、Taptic Engineの場合は集中状態とリラックス状態をともに作り出すということが示唆された。

4. 今後の展望

第三者を実験の対象とする場合、倫理上の問題が生じるため、現在ゼブラフィッシュを用いた実験を進行中である。この実験では、ゼブラフィッシュに異なるパターンの振動を5分間付与しながら、HRVを測定する。ゼブラフィッシュの心臓の動きをiPhoneのスロー撮影機能(240fps)を使用し、その動画をAviUtlを用いてフレーム毎に分割しRRIを測定し、HRVを分析する。

■キーワード: (1)自律神経
(2)振動パターン
(3)ゼブラフィッシュ

■共同研究者: 日向寺颯汰[†]、
石井颯泰[†]、笠井歩[†]
[†]茨城県立日立第一高等学校

代表発表者
所 属
問合せ先
菊池 冬青(きくち とうせい)
茨城県立日立第一高等学校
〒317-0063 茨城県日立市若葉町3丁目15-1
TEL:0294-22-6488 FAX:0294-21-4490