心拍同期刺激・身体への注意・運動による心拍誘発電位の変化

○田中祐登¹・伊藤友一^{2,3}・柴田みどり⁴・寺澤悠理²・梅田 聡²

(1) 慶應義塾大学社会学研究科・(2) 慶應義塾大学文学部・(3) 日本学術振興会・(4) 慶應義塾先端研究センター)

キーワード：心拍誘発電位，内受容感覚，自律神経反応

An Effect of Rhythmic Stimuli, Internal Attention and Exercise on Heartbeat-evoked Potential

Yuto TANAKA¹, Yuichi ITO^{2,3}, Midori SHIBATA⁴, Yuri TERASAWA² and Satoshi UMEDA²(¹Graduate School of Human Relations, Keio University,, ²Department of Psychology, Keio University³JSPS, ⁴Keio Advanced Research Centre)

Key Words: heartbeat-evoked potential; interoception; autonomic reactivity

目 的

自分の身体や自律神経の状態について知覚する能力は内受容感覚と呼ばれ、その処理を担っているとされている島皮質は身体に注意を向けることでより活動するといわれている(Critchley, et al., 2004)。内受容感覚を測定する潜在的な指標として、心臓からの求心性信号を反映していると考えられている心拍誘発電位(Heartbeat-evoked Potential, HEP)がある。HEPは共感など、さまざまな認知機能と関係があるといわれているものの(Fukushima, et al., 2013)、どのような情報が伝達されているのかについては不明瞭な部分が多くある。本研究では心拍と同期している外部刺激、身体への注意、さらに内部状態を運動によって変化させることで、HEPにどのような影響を与えるのかを検討した。

方 法

[参加者] 13名(男性5名, 女性8名)。平均年齢は21.77(SD=1.74)であった。

[装置] 脳波計測には、64チャンネルHydroCel Geodesic Sensor Net (EGI)を用いた。心電図の計測には、MP system ECG100C (BIOPAC Systems)を用いた。また、運動を行うためにMini Bike (Ultraspport)を用いた。刺激提示と実験制御にはPresentation (Neurobehavioral systems)を用いた。

[課題] 本研究では参加者に身体へ注意を向ける課題と身体外部に注意を向ける課題を行った。身体内部に注意を向ける課題では、1試行の間に、1000Hzの純音が10回、心電図によって観察された参加者のR波から200ms離れた条件(同期条件)、または400ms離れた条件(非同期条件)で提示された。半数の試行では、純音のなかに1音だけ990Hzのものがあつたが、無視するように求められた。提示された純音が脈と同期しているか、脈からずれているかの判断を求められた。

身体の外部に注意を向ける課題でも同様に純音が、同期条件、または非同期条件で提示された。どのタイミングで純音が提示されるかは無視するように求められた。参加者は、提示された純音10回のうち、音程の違う、すなわち990Hzの純音が含まれていたかの判断を求められた。2つの課題中、純音が提示された直後のR波を基準とし、HEPが測定された。

[手続き] 参加者は心電図、脳波計を装着したあとに課題を行った。身体に注意を向ける課題、身体の外部に注意を向ける課題はそれぞれ4回ずつ行われた。それぞれについて、4回中2回の課題では、参加者は1分間、ルームバイクを使って運動を行った後、課題を行った。条件は参加者間でカウンターバランスをとった。解析では、身体内部に注意を向ける課題と外部に注意を向ける課題それぞれにおいて、運動の有無、また心拍と同期して提示されたか同期していなかったかによって、HEPに違いがみられるかを検討した。

結 果

先行研究に基づき、AFzおよびFp1チャンネルについて、同期条件と非同期条件、注意の方向性(身体または純音)、運動

の有無を独立変数とした3要因の分散分析を行った。AFzチャンネルにおいて、150msから250msの平均振幅が同期条件と非同期条件の間で有意に異なっており、同期条件のほうが負の振幅が大きくなっていた($F(1,12)=5.68, p<.05$, 図1)。Fp1チャンネルにおいては、注意の方向性と心拍との同期の有無について、交互作用が有意であった($F(1,12)=9.30, p<.05$)。単純主効果検定を行ったところ、身体の外部に注意を向ける条件のときのみ、同期条件と非同期条件の間に平均振幅の差が見られ、同期条件では振幅がより負に傾いていた($F(1,12)=15.81, p<.05$, 図2)。どちらの電極においても、運動の有無によるHEPの振幅の違いは観察されなかった。

図1. AFzチャンネルにおける HEP の平均振幅

図2. Fp1チャンネルにおける HEP の平均振幅

考 察

本研究では、心拍と同期した刺激を提示されたときによるHEPの違い、また運動によるHEPの違いを検討した。R波から150msから250ms間で、心拍との同期の有無によるHEPの振幅の違いが観察され、拍動と同期した音の提示により、求心性の信号が増強されることが示唆された。これは、同期した信号を受け取ることは、身体についてのフィードバックを受けたような状態になったためだと考えられる。一方で、注意の方向による違いも見られ、身体に注意を向けたときに比べ、身体外部に注意を向けたときのほうが、心拍との同期の有無によるHEPの振幅に違いが見られた。意識的に内受容感覚に注意を向けていなくても、脳内では外部刺激と身体状態を比較していることが示唆された。このことは、身体に注意を向けている状態では非同期条件においても身体の状態と関連しているかのモニタリングを意識的に検討しているため、同期条件と非同期条件の差が縮まったと考えられる。

本研究では、課題前に運動を行うことによるHEPの振幅の違いは見られなかった。心拍誘発電位が身体の状態に依存しない可能性、あるいは1分間のルームバイク運動では不十分だった可能性がある。今後さらなる検討を行うことで、HEPが反映している内受容感覚の特徴をつかむことができると考えられる。

引用文献

Critchley, H. D., et al.(2004). Nat Neurosci, 7(2), 189.
Fukushima, H., et al. (2011). Int J Psychophysiol, 79(2), 259-265.