

ヒトの呼吸制御手法によるリラクゼーションへの影響

複雑理工学専攻 47-146091 三瓶 直恵

2016年3月11日提出

指導教員 篠田 裕之 教授

キーワード：呼吸, リラクゼーション

1. はじめに

本研究では、人の呼吸を外的に制御した際に、それがリラクゼーションにどう影響するかを議論する。リラクゼーションの状態は、リラックスできていない「緊張」状態と、十分にリラックスできている「緩和」状態の間で変化すると考え、以下の2つの観点について調べた。1つは、「緊張」した際の集中力を人の短期的な記憶力という観点で調べた。もう一つは「緩和」しているときのリラクゼーション状態を、身体反応の計測により調べた。それぞれに対して呼吸の制御方法の違いが、どのような影響を与えたかを述べる。

呼吸を制御する方法として、従来多く用いられてきたのは視聴覚を利用して呼吸を指示する方法であった。本研究では、触覚刺激を用いた呼吸制御の手法を提案する。先行研究において空気圧により人の胸部を周期的に圧迫すると、呼吸の周期が圧迫刺激の周期に引き込まれることが確認されている[1]。触覚刺激による呼吸制御は視聴覚を利用するようなタスクにおいて、そのタスクの邪魔をせずに、ウェアラブルに用いることができるという利点がある。胸部へ圧迫刺激を与える装置を開発し、この装置によって呼吸を制御した状態で実験を行った。比較のために、音・映像刺激を用いて呼吸制御を行った場合や、さらに外的に呼吸制御を行わない場合についても同様の条件で検証を行った。

短期的な記憶力と呼吸との関係を解明するために、外的に呼吸を制御した際の呼吸のタイミングと、提示された9桁の数字列に対しての記憶力との関係を検証する実験を行った。その結果、吸気中よりも呼気中の方が記憶できる数字の数が減少する傾向を確認できた。

一方、呼吸の制御手法の違いとリラクゼーション効果との関係を解明するため、ストレス負荷タスク後に各手法で呼吸制御を行い、このことがストレス状態にどの程度影響を及ぼすのか調査した。その結果、触覚刺激を用いて呼吸を制御すると、リラクゼーションに効果的であることがわかった。

2. 実験システム

2.1 圧迫刺激による呼吸制御

装置の模式図を Fig.1 に示す。本実験では圧迫袋をベ

ルトで胸部または腕部に装着し、袋内の空気圧を変化させ触覚刺激を提示する。コンプレッサ、電磁弁の制御周期は0.1sとした。実験においては、本装置が与える胸部への刺激に合わせて呼吸をするよう被験者に指示した。

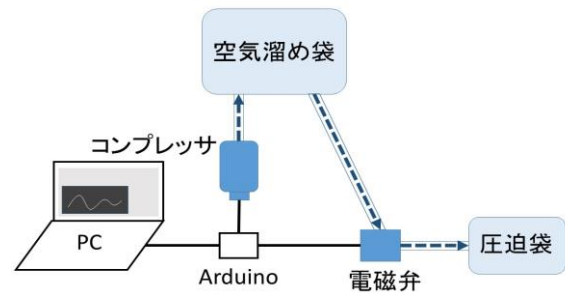


Fig.1 圧迫刺激装置の模式図

2.2 音刺激による呼吸制御

触覚による呼吸制御方法と比較をするため、音刺激による聴覚を利用した呼吸の制御も行った。本研究では、音刺激として370Hzの音をイヤホンから周期的に一定時間提示する。被験者には、音に合わせて呼吸をするよう指示した。

2.3 映像刺激による呼吸制御

音刺激同様、触覚による呼吸制御手法と比較をするため、映像刺激を利用した呼吸の制御を行った。本研究では、アニメーションを用いる。このアニメーションは、目標とする呼吸周期と同じ周期で円の大きさが変化するので、被験者にはアニメーションに合わせて呼吸をするよう指示した。

2.4 呼吸状態計測装置

呼吸状態計測のために、フトリフレクタを利用した。フトリフレクタは赤外線により距離を計測するセンサである。センサを腹部表面に向けてベルトで固定し、呼吸に伴う腹部の上下運動を計測した。この変位情報をもとに、呼吸のピークを検出し、そのピーク間の時間間隔を周期とした。

3. 実験

3.1-1 呼吸相と短期的な記憶力との関係

呼吸を、2つの呼吸相(吸気中,呼気中)に分けて考え、それぞれのタイミングに瞬時的に提示された9桁の数字をどれだけ記憶できるかを評価した。被験者にはパソコン画面にランダムな9桁の数字を0.5秒間表示し、

覚えている数字を全て書き出すタスクを課した。このとき、記憶していた数字の数と、呼吸相との間の関係を調べた。実験は、1)音刺激 2)胸部への圧迫刺激 3)腕部への圧迫刺激により呼吸を制御する 4)呼吸の制御は行わず安静にする、以上4通りの条件で行った。呼吸制御を行う際は、1)吸気と呼気の比率が約1:2となるよう吸気1.3秒、呼気2.7秒の4秒周期、2)比率が1:1となるよう吸気2秒、呼気2秒の4秒周期、以上2条件でも実験を行った。従って、計7通りの条件で20セットずつ実験を行った。被験者は11名とした。

3.1-2 結果

各条件下での呼吸相別に見た正解率の平均を Fig.2 に示す。音刺激を用いて呼吸制御を行った結果を除いた全ての条件下において、吸気中は呼気中よりも正解率の平均が高いことが分かった。検定を行ったところ、触覚刺激を用いて呼吸制御を行った場合は、 $p=0.06, 0.09$ と有意な傾向が見られた。

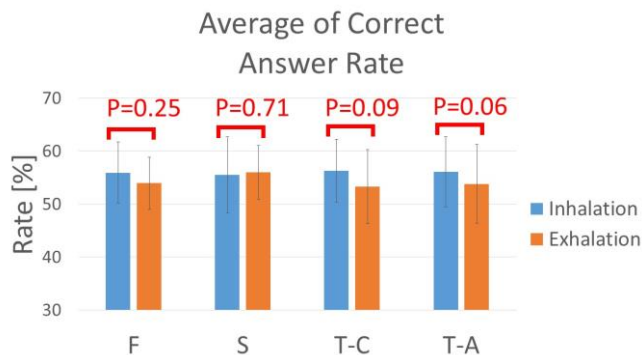


Fig.2 呼吸相に対する正解率

3.2-1 呼吸制御手法の違いによるリラックス効果への影響

本実験ではストレス状態の生理的な指標として、心拍数と心拍間隔のゆらぎを、被験者のストレス状態の心理的な指標として、STAI を用いた。まず被験者にストレス負荷を与える為、1,2桁の数字の足し算を行うタスクを10分間課した (task1)。その後、呼吸を10秒周期になるように制御した。制御手法は以下の3つである。1)音刺激 2)圧迫刺激 3)映像刺激。これとは別に比較として、4)呼吸の制御は行わず安静にする、も含めこの4通りの条件のうち1条件をランダムに選び10分間行った (break1)。その後、ストレス負荷タスクをもう一度与え (task2)、上記の4つの条件と同じ条件をもう1度繰り返し体験させた (break2)。その後、最後に STAI に回答させた。本実験では呼吸制御を行う際、呼吸周期が10秒になるよう制御した。被験者は5名とした。

3.2-2 結果

break1, 2における心拍間隔の標準偏差の変化を Fig.3

に示す。各々 task1,2のときからの変化を評価したかったため、task1,2の平均値を100%とした場合の変化率を用いた。触覚刺激を用いて呼吸制御を行う場合に、break1において音刺激で呼吸制御を行った場合を除いて、タスク時の標準偏差からの変化率が1%、または5%水準で有意に大きくなることが分かった。

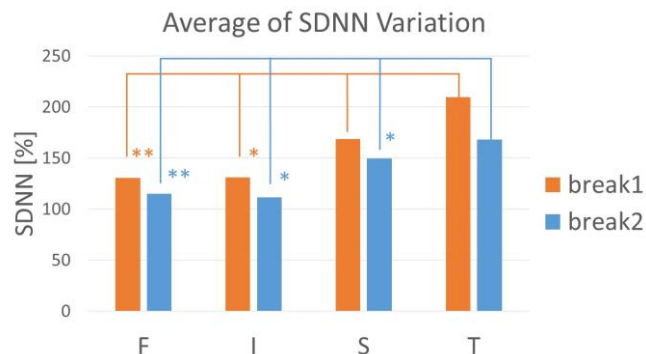


Fig.3 心拍間隔の標準偏差における変化率 (** $p<0.01$, * $p<0.05$)

4. 考察

今回の実験結果から、短期的な記憶力に関して、呼気中よりも吸気中の方が高い傾向があることが分かった。しかしながら検定を行ったところ、有意な差は見られなかった。音刺激を用いて呼吸制御を行った場合に呼気中の方が吸気中よりも正解率が高くなったことは、音刺激の提示方法が影響していると考えられる。今回用いた音刺激は吸気中のみ音が提示される為、吸気中はタスクよりも呼吸に意識がそれている可能性がある。実際に、過去に行った予備実験では、呼気中と吸気中のどちらにも音を提示して実験を行った。その結果、有意に吸気中の方が呼気中よりも正解率が高い結果となった。本実験では吸気中に音を提示した為、意識がそちらに向いてしまい吸気中の正解率が下がったと考えられる。

リラクゼーションに関して実験結果から、ストレス負荷タスク後に呼吸制御を行うと、心拍数は減少し、心拍間隔の揺らぎは増加することがわかった。特に触覚刺激を用いて呼吸制御を行うと他の呼吸制御法よりも有意に心拍間隔の揺らぎが大きくなった。つまり触覚刺激によって呼吸を制御すると、短時間でリラックスすることができ、リラクゼーションに効果的であることがわかった。しかしながら STAI の得点結果から、触覚刺激で呼吸を制御すると被験者の認知する不安度が高くなることも判明した。このことは触覚刺激自体が不安度を高くしているのではなく、本装置の触覚提示方法が影響したと考えられる。

参考文献

[1] 柳橋宏行, “圧迫刺激を用いる呼吸同期による協調動作支援の研究”, 卒業論文, 2014.