

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K10965

研究課題名（和文）骨盤底筋群収縮トレーニング後の脳機能の変化についての解析

研究課題名（英文）Analysis of changes in brain function after pelvic floor muscles contraction training

研究代表者

神尾 博代（Kamio, Hiroyo）

東京都立大学・人間健康科学研究科・准教授

研究者番号：30289970

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、尿失禁のない健常な若年女性を対象に、骨盤底筋群の随意収縮と手指の握り動作における脳活動の違い、および骨盤底筋群のトレーニング前後での脳活動の変化を検討した。2つの課題において、関心領域（補足運動野と運動前野）での脳血流量に違いがある傾向はみられたが、骨盤底筋群の収縮と手指握り動作による脳活動に有意差は認められなかった。個々の対象者では、骨盤底筋群の収縮と手指の握り動作における脳活動に個人差がみられることがわかった。骨盤底筋群のトレーニング前後で骨盤底筋群の改善は確認されたが、脳活動の違いを明らかにすることはできなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨盤底筋群の随意収縮を脳機能の側面から理解することは、学習効果の高い運動療法の開発において重要である。本研究（骨盤底筋群の随意収縮と手指の握り動作における脳活動の違い、および骨盤底筋群のトレーニング前後での脳活動の変化）の結果より、脳活動には個人差があること、補足運動野と運動前野に脳血流量に違いがある傾向はみられた。これらの結果から、脳活動の変化を考慮した、学習効果の高い運動療法の開発に貢献でき、尿失禁に悩む女性のQOL向上につながる社会的意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study examined the differences in brain activity between voluntary contraction of the pelvic floor muscles and hand grasping and the changes in brain activity before and after pelvic floor muscle training in young, healthy women without urinary incontinence. Although no significant differences in brain activity were found between the hand grasping and pelvic floor muscle contraction tasks, there was a tendency for variations in cerebral blood flow within the specific regions of interest, namely the supplementary motor area and premotor cortex, during these tasks. Moreover, individual differences in brain activity were observed between pelvic floor muscle contraction and hand grasping for each subject. Furthermore, despite the observed improvement in pelvic floor muscles after the training sessions, the discrepancies in brain activity could not be definitively elucidated.

研究分野：ウイメンズヘルス 理学療法

キーワード：骨盤底筋群 脳機能 NIRS 超音波画像 ウイメンズヘルス

1. 研究開始当初の背景

日本では女性活躍が政策課題となっている一方で、尿失禁の予防のためのウイメンズヘルスケアリハビリテーションなどは諸外国に比べて不十分であり、女性の社会進出や活躍意欲を医学的に支援する環境は不足していると言わざるを得ない。

腹圧性尿失禁は骨盤底筋群の弱化や機能障害が関連していることから、骨盤底筋群トレーニングが行われている。しかし、骨盤底筋群の随意収縮が可能なのは、自身の研究では、若年健常者であっても計測対象者全体の1/2~1/3程度であった。症状がないにもかかわらず骨盤底筋群の随意収縮ができないということは、中高年期に筋力が低下し、様々な症状を発症してから動きを獲得することは困難であると想像できる。そこで骨盤底筋群の弱化によって引き起こされる尿失禁や骨盤内臓器脱を発症していない若年期または健常時から、骨盤底筋群のトレーニングを意識し、実践することは重要であり、中高年期以降の尿失禁などを発症後でも取り組みやすいリハビリテーション方法を開発することは重要な課題の一つとなっている。

今回の研究を通じて明らかにする骨盤底筋群の随意収縮と脳機能との関連性は、先行研究はあるものの、被験者数が少ないこと、日本人を対象とした分析が十分に行われていないということが現状である。日本人女性を対象とした骨盤底筋群を随意収縮させた時の脳の活動を知るとは、より多くの日本人女性の尿失禁予防などのためのトレーニング、またはリハビリテーションに役立つと考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、尿失禁のない健常若年女性を対象に、骨盤底筋群を随意収縮した時の脳機能と手指の握り動作時の脳機能について違いを明らかにすること、骨盤底筋群のトレーニングを実施し、骨盤底筋群の収縮が可能になった後の脳の活動と収縮ができなかったときとの違いを比較分析することとした。

3. 研究の方法

(1) 研究1

呼吸方法が骨盤底筋群の収縮活動の改善に与える影響について分析した。対象者は健常成人女性10名(年齢 20.9 ± 0.7 歳、身長 159.5 ± 4.4 cm、体重 53.1 ± 5.6 kg、BMI 20.9 ± 2.5 kg/m²)。骨盤底筋群を随意収縮させたときの膀胱底の腹側かつ頭側への動きを計測した。計測時の対象者の姿勢は、安静背臥位にて股関節・膝関節を軽度屈曲し、骨盤は前後傾中間位とした。対象者に骨盤底筋群の位置を説明した後、腹筋群や股関節周囲筋群には力を入れずに、肛門を閉めるように力を入れるように指示した。超音波診断装置(株式会社コニカミノルタ社製 SONIMAGE MX1)、3.5MHz コンベックス型式プローブを使用した。

呼吸方法は、鼻から深く吸った後にゆっくりと力を抜くように息を吐くように指示した。その際に対象者の背後から徒手的に肋骨をサポートし、肋骨の可動性が改善するのを確認した。その後、同様に骨盤底筋の収縮を行い、骨盤底筋群の収縮時の膀胱底移動距離を計測した。呼吸の指導前後の骨盤底筋の挙上率の平均値をもとめ、比較した(SPSSver24)。

Evaluation (rib movement)



Anterior pelvic tilt neutral posterior pelvic tilt

図1 肋骨の可動性の評価

Exercise (breathing instruction)



Palpate ribs and check the stiffness during breathing.

Stretch of the thorax using a deep respiration

図2 呼吸方法の指導

(2) 研究2

骨盤底筋群の随意収縮した時の脳活動について、fNIRSを使用して分析した。対象者は出産経験のない右利きの健常女性8名(年齢 20.7 ± 0.7 歳、身長 157.9 ± 5.9 cm、体重 53.5 ± 4.4 kg)。使用機器は光脳機能イメージング装置 LABNIRS (島津製作所製)を使用した。

全頭型ホルダを使用し、ファイバーを 3×1 と 7×4 に配列し、50チャンネルで測定した。プローブの位置は国際10-20法を用いて配置した。課題はブロックデザインとし、骨盤底筋群の収縮を10秒、弛緩5秒を3回繰り返した後に30秒の休憩をいれた。これを1サイクルとして5サイクルを実施した。このサイクルを繰り返しているときの脳活動を計測した。測定項目は骨盤底

筋群の随意収縮時と弛緩時の酸素化ヘモグロビン濃度 (oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) としたが、分析には oxy-Hb を脳活動の指標として用いた。チャンネルごとに、効果量 [(課題時の oxy-Hb 平均値 - 安静時の oxy-Hb 平均値) / 安静時の oxy-Hb 標準偏差の平均値] を算出し、課題時における効果量を比較した。また、関心領域 (一次運動野と補足運動野) の特定とチャンネル位置の推定を行った。課題の提示 (収縮・弛緩・休息) には、外部入力用ソフトウェア PP2TTL (WAWON DIGITECH 製) を使用した。

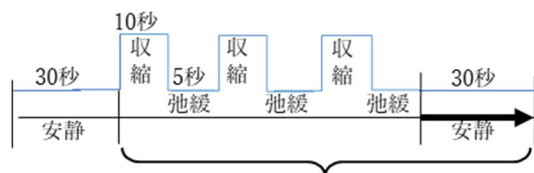


図3 測定のプロトコル



図4 計測風景

(3) 研究3

骨盤底筋群の随意収縮と手指の曲げ伸ばし動作時の脳活動の違いを比較検討した。また、そのうちの1名について、骨盤底筋群の収縮トレーニング前後での脳活動について分析した。

対象者は出産経験のない右利きの健常女性 12 名とした (年齢 20.6 ± 0.5 歳、身長 161.6 ± 5.9 cm、体重 52.7 ± 4.4 kg)。課題は研究2から変更したブロックデザインとし、安静 20 秒、課題 20 秒 (骨盤底筋群の収縮を 2 秒、弛緩 2 秒を 5 回繰り返す)、安静 20 秒とした。これを 1 サイクルとして 3 サイクルを実施した。このサイクルを繰り返しているときの脳活動を計測した。測定項目は骨盤底筋群の随意収縮時と弛緩時の酸素化ヘモグロビン濃度 (oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) としたが、分析には oxy-Hb を脳活動の指標として用いた。また、比較する運動は、両手の握り動作 (握る 2 秒、緩める 2 秒) として実施した。脳活動動態の解析は、課題前の安静時の 20 秒間をベースラインとし、各課題時の後半 10 秒間の oxy-Hb 値の加算平均値をチャンネルごとに求めた。統計学的解析には、SPSS version 28 を用いて、対応のある t 検定を有意水準 0.05 で実施した。また、関心領域 (一次運動野と補足運動野) は研究2で同定した部位とし、fusion imaging ソフト (株式会社島津製作所) を用いて、脳活動動態を視覚化した。さらに、骨盤底筋群の収縮トレーニングを行った後、骨盤底の挙上量の増加を確認した後に、酸化ヘモグロビンを計測し、トレーニング前後で比較した。

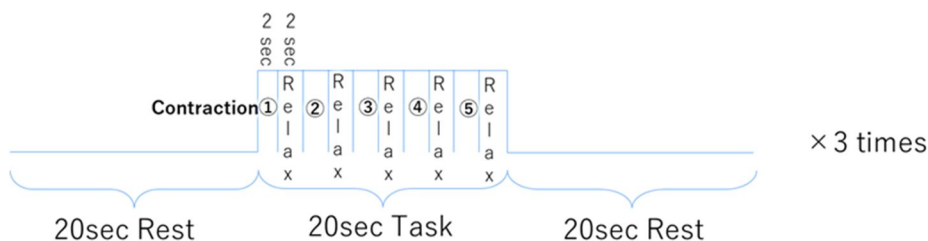


図5 測定のプロトコル

4. 研究成果

(1) 研究1

呼吸運動指導前の骨盤底筋群の挙上率は平均 $9.7 \pm 10.9\%$ だったが、呼吸運動指導後は $15.3 \pm 9.6\%$ であった。呼吸指導後に有意に骨盤底挙上率は上昇した。肋骨の可動性を向上させることで、横隔膜の動きが良くなり、骨盤底筋の動きが改善された。骨盤底筋を収縮させる時、呼吸機能を整えるだけで膀胱底の挙上率が上昇したことから、骨盤帯だけでなく、呼吸法方法を指導することが必要であることがわかった。

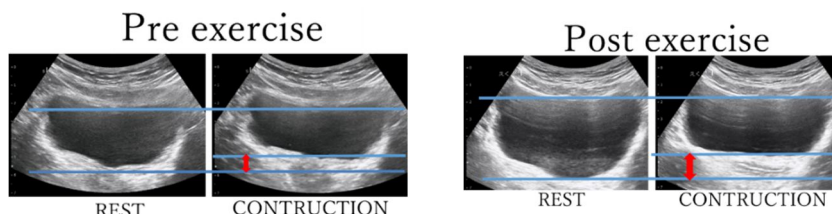


図6 エクササイズ前後の骨盤底の挙上の違い

(2) 研究2

随意収縮が可能な者は 3 名、随意収縮ができなかった者は 5 名であった。

ch41 が一次運動、ch21-22、26-29、33-35 が補足運動野と運動前野であることが確認できた。しかし、ばらつきが大きく、関心領域のチャンネルごとの効果量を求めたが、随意収縮の有無による違いを見ることはできなかった。先行文献では、補足運動野と一次運動野が骨盤底筋群の随意収縮に関連している¹⁾と報告があったが、本研究では一致する結果は得られなかった。また、骨盤底筋群の収縮を10秒間行うことができない対象者が多く、プロトコルの変更が必要であることがわかった。

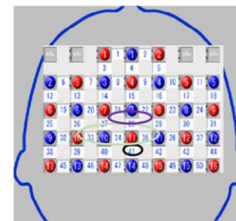


図7 関心領域

(3) 研究3

「骨盤底筋群の収縮」と「手指の握り動作」の2つの異なる課題による脳活動について、関心領域の各チャンネルに有意差はなかった。しかし、補足運動野と運動前野であるch27と35には2つの課題間に違いがみられる傾向があった。また、個人ごとの2つの課題(手指握りと骨盤底筋群収縮)の脳活動動態の違いについて検討したところ、課題間で異なっていた者が3名、ほとんど変化が見られなかった者が8名だった。

さらに、骨盤底筋群のエクササイズ前後による骨盤底筋群の脳活動について検討することができた者は1名だった。この1名に対して脳活動の分析を行った。骨盤底の挙上量が増加し、10回連続収縮可能、10秒間の収縮維持が可能となり、骨盤底機能の改善は見られた。しかし、脳活動についてはエクササイズ前後で違いが認められなかった。

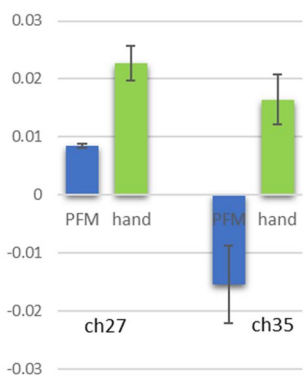


図8 関心領域の脳血流量

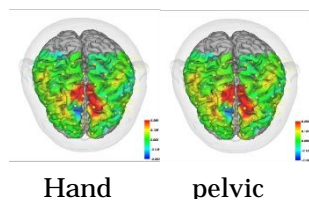


図9 脳活動に差がない例

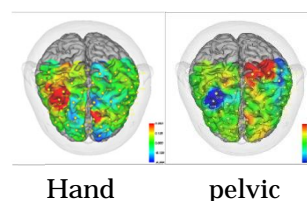


図10 脳活動に差がある例

表1 超音波画像による骨盤底筋群の機能評価

	挙上量(mm)	10回連続収縮	10秒間収縮
エクササイズ 前	2.6	拳上の挙上量がバラバラ	不可
エクササイズ 後	4.0	同じ高さで連続可能	可能

(4) まとめ

本研究は、尿失禁のない健常若年女性を対象に、骨盤底筋群を随意収縮した時と手指の握り動作時の脳活動、さらに骨盤底筋群のトレーニング前後での脳活動の違いを検討した。手指握りと骨盤底筋群の収縮による脳活動に有意差は見られなかったが、課題間で異なる脳活動を示す者がいることが分かった。また、骨盤底筋群のトレーニング前後で骨盤底筋群の改善は見られたが、脳活動の違いを明らかにすることはできなかった。

<引用文献>

1) Jan K, Petr H Jaroslav T, Roman Z, Peter Z: Brain activity during bladder filling and pelvic floor muscle contractions: a study using functional magnetic resonance imaging and synchronous urodynamics, Int J Urol. 2014 Feb;21(2):169-74.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 神尾博代、池田由美、来間弘展
2. 発表標題 骨盤底筋随意収縮時の脳活動
3. 学会等名 日本光脳機能イメージング学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroyo Kamio, Hitoshi Maruyama
2. 発表標題 Evaluation of the effect of a breathing technique on pelvic floor muscle activity
3. 学会等名 Asian Confederation of Orthopaedic Manipulative Physical Therapy congress 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------