

□原著論文□

圧バイオフィードバック装置と超音波診断装置を用いた
腹横筋の機能評価

樋口 善英* 齋藤 昭彦** 新井正一***

抄 録

腹横筋が脊椎の安定性に重要な役割を果たしていることが指摘されている。しかし、腹横筋は身体深部に位置しており、客観的な身体的検査が困難である。本研究は、圧バイオフィードバック装置と超音波診断装置を用いて、腹横筋の機能評価を試み、臨床応用のための基礎的知見を得ることを目的とした。結果は、腹横筋の選択的収縮が得られた群と得られなかった群の圧変化(平均±標準偏差)は、それぞれ -4.2 ± 2.0 mmHg ($n=10$), 0.1 ± 3.2 mmHg ($n=12$)であり、両群間に統計的有意差を認めた($p < 0.05$)。したがって、圧バイオフィードバック装置と超音波診断装置を用いることによって、腹横筋の機能を評価できる可能性が示唆された。

The functional evaluation of the transeversus abdominis muscle through the ultrasonic diagnostic imaging equipment and the pressure bio-feedback equipment

HIGUCHI Yoshihide SAITO Akihiko, Ph. D ARAI Shoichi, Ph. D

Abstract

It is pointed out that the transeversus abdominis muscle plays an important role for the spinal stabilization. Because transeversus abdominis muscle lies in the deeper part of the body, it is difficult to do the objective physical examination. The purpose of this study was to try the functional evaluation of the transeversus abdominis muscle through the ultrasonic diagnostic imaging equipment and the pressure bio-feedback equipment in order to get the basic knowledge for the clinical application. Based on these results, the possibility to be able to evaluate the function of the transeversus abdominis muscle using ultrasonic diagnostic imaging equipment and pressure bio-feedback equipment.

Keywords: Transversus Abdominis Muscle (腹横筋), Pressure Bio-Feedback Equipment (圧バイオフィードバック装置), Functional Evaluation (機能評価)

I. 背景と目的

脊柱は多くの関節の連結からなる分節的構造である。脊柱の安定性には多くの筋群が関与しており、これらの筋群は、その機能に応じてグローバ

ル筋群とローカル筋群とに分類される(Bergmark A, 1989)。グローバル筋群は、体表に位置する比較的大きな筋群で、主として相動性に体幹の運動に作用する。これに対し、ローカル筋群は身体の深部

受付日: 2005年3月4日 受理日: 2005年5月31日

*国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究科

Physical Therapy Section, Health Science Program, Health and Welfare Sciences Course, Graduate School of International University of Health and Welfare E-mail: A120317@iuhw.ac.jp

**国際医療福祉大学保健学部理学療法学科

Department of Physical Therapy, School of Health Science, International University of Health and Welfare

***国際医療福祉大学保健学部放射線・情報科学科

Department of Radiological Sciences, School of Health Science, International University of Health and Welfare

に位置する比較的小さな筋群であり、持続性に作用し体幹の姿勢制御に参与する。腹壁の筋群のうち、グローバル筋群に分類される腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋などの機能は、体幹に加えられた外的負荷と均衡を保つことであり、残りの力が腹横筋などのローカル筋群により処理される。

近年、従来の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋などのグローバル筋群へのアプローチに加え、ローカル筋群に注目した脊椎の分節的安定性のためのアプローチが注目されている(齋藤昭彦・訳, 2002)。取り分け、ローカル筋群に分類される腹横筋は、脊椎の安定化に重要な役割を果たすことが指摘されている(Panjabi M, et al. 1989)。

Kendall ら (Kendall FP, et al. 1983)は、腹斜筋を活動させる方法として、腹壁を引き込むことを記載していたが、Strohl ら (Strohl KP, et al. 1981)、Lacote ら (Lacote M, et al. 1987)、そして、DeTroyer ら (DeTroyer A, et al. 1990) は、腹部を引き込むことによって、腹斜筋はわずかに収縮するが、主に作用するのは腹横筋であると報告した。つまり、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋の筋線維は、骨盤から胸郭へと垂直または斜方に走行するので、これらの筋が収縮するときは、腹壁を平坦化する。これに対して、腹横筋の筋線維は水平に走行するので、脊椎の運動を伴わずに腹壁の窪みを生じることとなる。

腹横筋の機能を把握することは重要であるが、視診によって深部に位置する腹横筋の収縮を観察することはできない。また、腹横筋は骨運動に関与していないため、従来のような徒手筋力検査法(津山直一・訳, 1996)を用いて評価することはできない。ワイヤー電極を用いた筋電図によって、腹横筋の収縮を記録する侵襲的方法(Hodges PW, et al. 1997)が行われているが、より簡便かつ非侵襲的な臨床的評価は確立されていない。先行研究において、ワイヤー電極を用いた筋電図と超音波診断装置を用いた研究(Hodges PW, et al. 1997)

や、表面筋電図と圧バイオフィードバック装置を用いた研究(Jull GA, et al. 1995)の報告があるが、超音波診断装置と圧バイオフィードバック装置を用いた報告は少ない。

予備研究として、超音波診断装置を用いた腹横筋の機能評価を実施し、腹横筋の収縮は画像上の形態変化として、リアルタイムに観察され、評価可能であることを報告した(樋口善英, et al. 2002)。本研究では、超音波診断装置と圧バイオフィードバック装置を用いて、腹横筋の機能評価を試み、臨床応用のための基礎的知見を得ることを目的とし、健常者を対象とした研究を実施した。

II. 対象と方法

1. 対象

健常成人 22 名〔男性：17 名，女性：5 名，平均年齢：23.1 歳 (19-34 歳)，平均身長：169.6±6.2 cm，平均体重：62.3±8.4 kg〕を対象とし、研究の主旨と方法に関して説明を十分に行ったあと、被験者の承諾を得て実施した。

2. 方法

1) 測定肢位

測定肢位は、身体位置を保持するためのグローバル筋群の作用を減少させることを目的として腹臥位とした。脊椎または骨盤の運動をとまわせないで腹壁を引くことにより、腹横筋を出来るだけ外腹斜筋や内腹斜筋の活動から独立して作用させ、胸郭および骨盤に関連したグローバル筋群の活動を最小限にして、腹横筋の活動を行わせた。

2) 測定機器

腹臥位にて、被験者が腹横筋を選択的に収縮させたときの腹横筋の動きを、圧バイオフィードバック装置(Chattanooga group, inc, USA)と超音波診断装置(東芝社製 SSA-220A)を用いてイメージングを実施し、腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋の三層構造の変化を DVD ビデオレコーダー(Panasonic

社製 DMR-HS1) に記録した。

3) 測定方法

圧バイオフィードバック装置を、腹部と診療台の間に入れて、圧パッドの遠位端が上前腸骨棘にかかるよう位置させ、70 mmHg に加圧し、腹圧の変化を検知し測定した。圧バイオフィードバック装置による腹圧測定は、腹横筋を選択的に収縮させた後の0秒、30秒、60秒の値と、60秒間の収縮保持を解放させた後の0秒、30秒、60秒の値とを記録した。

腹部の引き込み運動は、普通に呼吸しながら脊椎と骨盤を動かさないように腹壁を引っ込み、60秒間保持して下さいとの要求に対して、正しく腹横筋を用いる能力を測定した。この時、腹横筋の収縮は、出来るだけ外腹斜筋や内腹斜筋の活動から独立して収縮させる方法で行うことを説明し、腹横筋の筋力測定ではないことを強調した。また、腹横筋の作用である腹壁の引き込みを、うまく行わせる方法として下腹部に集中するよう指示した。

収縮が行なわれた場合には、ゆっくりと呼吸を開始させた。

4) 統計

超音波画像上の形態変化をリアルタイムに観察した。超音波画像上で内腹斜筋と外腹斜筋の幅の増加を伴わないで腹横筋の幅の増加を認めたものを腹横筋の選択的な収縮が得られた群とした。内腹斜筋と外腹斜筋の幅の増加を伴って腹横筋の幅の増加を認めたものを腹横筋の選択的な収縮が得られなかった群とした。各群における圧バイオフィードバック装置による腹圧の測定値について比較検討した。統計ソフトは Stat View バージョン5を用いデータ処理には Mann-Whitney U-test を用いて危険率5%で統計的有意差を検定した。

III. 結果

代表例として、被験者1名の腹横筋を弛緩および選択的に収縮させたときの腹壁の超音波画像を図1に、また、圧バイオフィードバック装置の圧

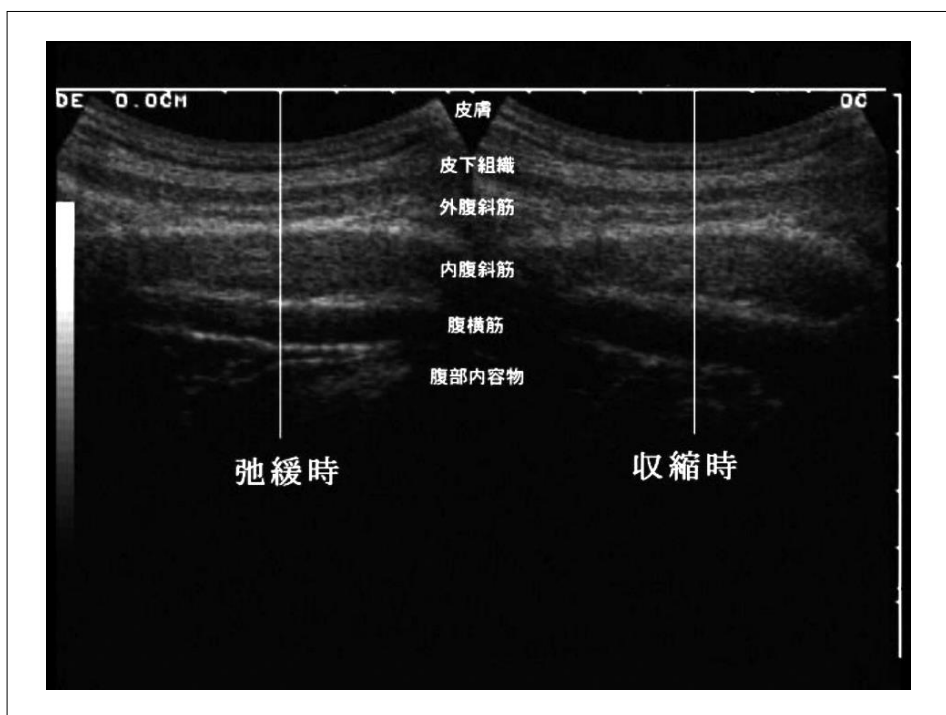


図1 腹横筋の弛緩時および収縮時の超音波画像

変化を図2に示した。

腹横筋の選択的収縮が得られた群と得られなかった群の圧変化(平均±標準偏差)は、それぞれ-4.2±2.0 mmHg (n=10), 0.1±3.2 mmHg (n=12)であり、

両群間に統計的有意差を認めた ($p < 0.05$) (図3)。

また、圧バイオフィードバック装置による腹圧の測定値について検討した結果、腹横筋の選択的収縮が得られた群では-4 mmHg以上の収縮値を示す

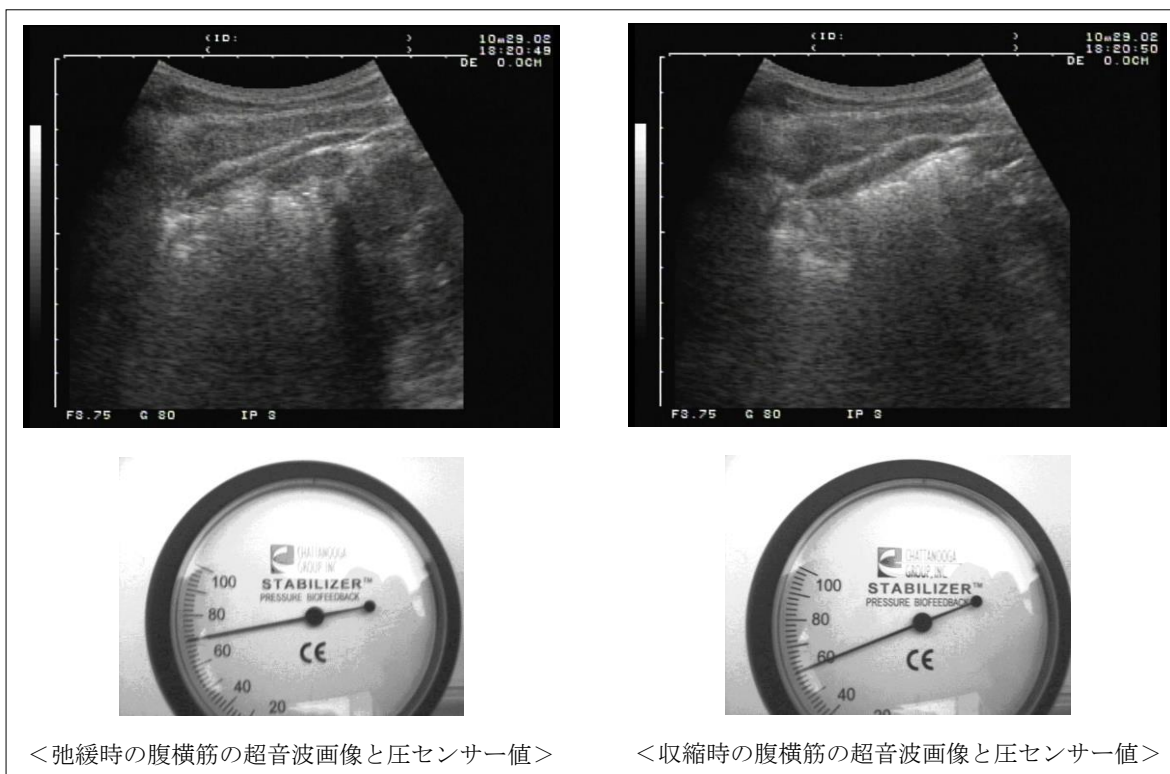


図2 腹横筋の弛緩時および収縮時の腹壁の超音波画像と圧変化

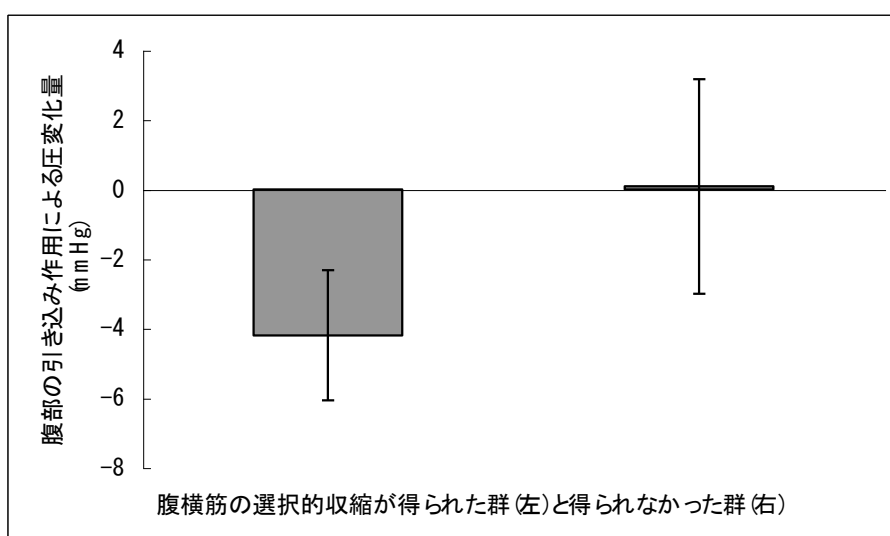


図3 腹横筋の選択的収縮が得られた群と得られなかった群との圧変化

傾向にあり、腹横筋の選択的収縮が得られなかった群では-2 mmHg以下の収縮値を示す傾向にあった(図4)。

IV. 考察

超音波画像から判断し、腹横筋の選択的収縮が得られた群と得られなかった群とに分類した両群間の圧変化には、統計的有意差を認めた。したがって、腹部の運動量を圧変化として測定することによって、腹横筋の収縮能力の評価が可能であり、超音波画像を併用することで、より腹横筋の腹部における選択的収縮の評価が可能であることが示唆された。

一方、腹圧の変化量に注目した場合、-2 mmHg以下の収縮値においては、腹横筋の選択的収縮が得られている可能性が低い傾向にあることが示唆された。このときの超音波画像より、腹横筋を十分に収縮することが出来なかった場合や、グローバル筋群の収縮が腹横筋の収縮に伴ってしまった場合が観察された。また、圧増加の現象は、腹直筋や外腹斜筋の収縮により腹壁を引き込む作用を代償している場合において、骨盤の後傾や体幹の屈曲によってパッドを押すことになり、圧の増加を引き起こしたと考えられる。-4 mmHg以上の収縮値においては、腹横筋の選択的収縮が得られている可能性が高い傾向にあることが示唆された。また、境界値においては、腹横筋の選択的収縮が

得られている可能性と得られていない可能性の両群が混在し、圧変化の値のみから、腹横筋の選択的収縮を評価するには限界があることが示唆された。現段階では、視診によりグローバル筋群の収縮が腹横筋の収縮に伴っているか、腹直筋や外腹斜筋の収縮により代償しているかを確認する方法に留まる。

圧バイオフィードバック装置による測定は、測定者のスキルの問題もあり、測定者が熟練し、観察より鑑別できれば、圧変化量から腹横筋の選択的収縮を判断することも可能である。しかし、体格によっては視診が困難であると考えられる。また、圧バイオフィードバック装置においても、収縮解放時の再現性、圧パッドのズレや体幹の動揺による失敗など、モニターしきれない部分も多かった。今後は、測定機器の改良を検討する必要がある。

したがって、圧バイオフィードバック装置単独では、腹横筋がグローバル筋群とともに働いているのかいないかの大きな評価手段となるが、特定の運動制御障害を詳細に測定するものではないことが示唆された。つまり、スクリーニング測定としてある程度は有効であるが、現段階では腹横筋の選択的収縮を確認するために、超音波画像を併用する必要があることが示唆された。

尚、本論文の要旨の一部は、第38回日本理学療法学会にて発表した。

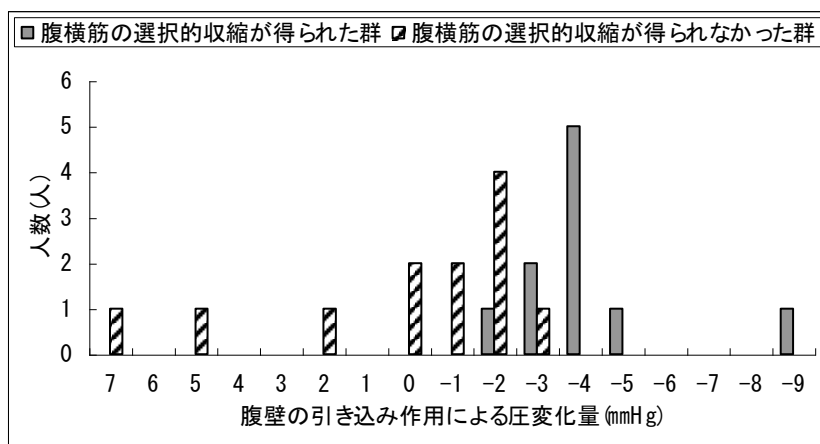


図4 腹横筋の選択的収縮が得られた群と得られなかった群との圧変化量

文献

- Bergmark A., 1989, Stability of the lumbar spine, A study in mechanical engineering, Acta Orthopaedica Scandinavica 230 (suppl), 20-24
- 齋藤昭彦・訳, 2002, 脊椎の分節的安定性のための運動療法, エンタプライズ, 東京
- Panjabi M., Abumi K., Duranceau J., et al., 1989, Spinal stability and intersegmental muscle forces, A biomechanical model, Spine 14, 194-200
- Kendall FP., McCreary EK., 1983, Muscles, Testing and function, 3rd edn, Williams and Wilkins, Baltimore
- Strohl KP., Mead J., Banzett RB., et al., 1981, Regional differences in abdominal muscle activity during various manoeuvres in humans, Journal of Applied Physiology 51, 1471-1476
- Lacote M., Clevalier AM., Mirander A., et al., 1987, Clinical evaluation of muscle function, Churchill Livingstone, Edinburgh
- DeTroyer A., Estenne M., Ninane v., et al., 1990, Transversus abdominis muscle function in humans, Journal of Applied Physiology 68, 1010-1016
- 津山直一・訳, 1996, 新・徒手筋力検査法.協同医書出版社, 東京
- Hodges PW., Richardson CA., 1997, Feedforward contraction of arm movement, Experimental Brain Research 114, 362-370
- Jull GA., Richardson CA., Hamilton CA., Hodges PW., 1995, Towards the validation of a clinical test for the deep abdominal muscles in back pain patients, In: Proceedings of 9th Biennial Conference of the Manipulative Physiotherapists Association of Australia, Gold Coast, MPAA, St Kilda, Victoria, PP22-25
- 樋口善英, 齋藤昭彦, 新井正一, 2002, 超音波診断装置を用いた腹横筋の機能評価, 徒手的理学療法 2 (1), 11-14