

バイオフィードバックとしての超音波観察装置の有用性

—選択的腹横筋収縮を通して—

山本幸治 (ヤマモト整骨院, 岐阜県)

【要約】

超音波観察は、装置の発達に伴い運動器疾患での活用が注目を浴びている¹⁾。運動器外傷をあつかう柔道整復師にとっても、有用性の高いものとなっており、様々な研究・検証がなされている。しかし、その多くは筋骨格系の損傷の評価や、新しい観察手法などであり、フィードバックツールとしての超音波観察装置の利用に対する報告は少ない。柔道整復師の施術は、外傷の処置とともに、その回復過程における運動療法も含まれる。今回、その運動療法における筋収縮トレーニングに、腰部・骨盤領域の安定性に寄与する^{2), 3), 4)}といわれている腹横筋を通して、バイオフィードバックとしての超音波観察の有効性を検証した。その結果、超音波観察装置によるフィードバック群の腹横筋増加率は $108.89 \pm 48.96\%$ 、フィードバックなし群は $83.93 \pm 46.58\%$ となり、両群間に統計的有意差を認めた ($p < 0.05$)。したがって選択的筋収縮トレーニングを行う際、超音波観察装置を視覚によるバイオフィードバックツールとして用いることの有用性が示された。

【キーワード】 バイオフィードバック, 腹横筋, Draw-in, 超音波観察装置, 柔道整復師

【背景】

昨今、腰部の傷害においては、とりわけ深部筋の重要性が示唆されている^{2), 3)}。Hodgesらは、特に最深部の腹横筋の機能不全が、腰部の傷害を惹起させ、腰部傷害者には腹横筋のトレーニングが必要であるとした^{2), 3)}。Panjabiらは、脊椎の安定化に腹横筋が重要な役割を担うとしている⁵⁾。

筋収縮トレーニングは、体表面上の筋肉であれば、目視および触知にて確認は可能である。しかし、腹横筋などの深層部の筋肉では、目視・触知は困難である。脊椎の分節的安定性を目的に、腹横筋のトレーニングを実施する場合、体表面上からの触診によって、筋収縮を確認する方法がある^{2), 3)}が、客観的評価としては困難である。また、筋収縮が実施される上で、グローバルパターンかローカルパターンが良いかは、議論の分かれるところではあるが^{3), 6)}、できるだけグローバル筋群⁷⁾の収縮を抑え、ローカル筋⁷⁾である腹横筋の選択的収縮を獲得するには^{8), 9), 10)}、感覚によるも

のでは困難なことが多いのも事実である。身体の深部の筋を観察することのできる超音波観察装置は、それらを観察し評価をする上で、最適なツールであるといえる。

Richardsonらは、選択的筋収縮トレーニングを行う上で、リアルタイム超音波画像、圧トランスジューサーにつながった圧バイオフィードバック装置 (Stabilizer, Chattanooga group, inc, USA)、表面筋電図の同時使用による有用性を報告している^{2) 3)}。また、樋口、齋藤らも圧バイオフィードバック装置と、超音波観察装置による腹横筋機能評価の有用性を報告している¹¹⁾が、しかし、超音波観察装置単独使用による、バイオフィードバック効果に対する報告は少ない。選択的筋収縮トレーニングを行う上では、その筋肉をモニターで見ながら¹²⁾イメージし、視覚を利用する超音波観察装置のみによるフィードバックでも、より有効で効率的なトレーニングができると考えられる。そして後療法において、運動療法を行う

柔道整復師にとっても、そのような超音波観察装置のフィードバック利用は、とても有用なことでありと考えられる。

【目的】

柔道整復師の日常診療において、超音波観察装置を視覚によるバイオフィードバックとして利用することにより、より効率的な運動療法を行うことができることを、腹横筋の選択的収縮を通して検証することを目的とした。

【方法】

平成24年5月から平成24年8月までに、当院に来院し、主旨を説明同意いただいた患者、男女16名{実験群(以下BF群)8名(男性:2名,女性:6名, $M=57.8 \pm 16.89$ 歳), 統制群(以下NBF群)8名(男性:3名,女性:5名, $M=35.5 \pm 13.3$ 歳)}を対象とした。使用機器はMEDISON社製SONOACE-X4。プローブは7.5MHzリニアプローブを使用。測定肢位は被験者背臥位、測定部位は臍レベル周径と腋窩線との交点で、外腹斜筋・内腹斜筋・腹横筋の三層構造(図1)が確認できる^{1,3)}とし、超音波観察装置にて長軸走査を行った(図2)。腹横筋の収縮様式は、呼吸時最大努力の腹部引き込み操作(Draw-in)^{1,4)}とした。

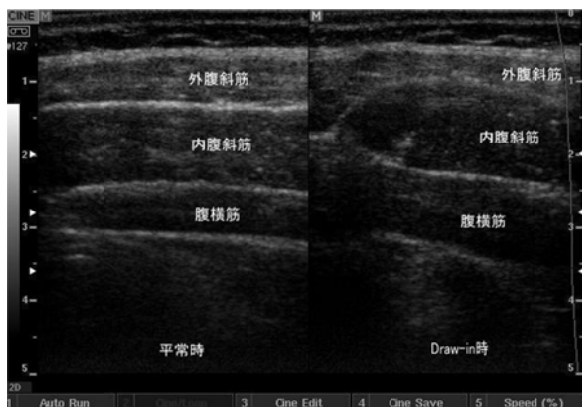


図1 三層構造

独立変数として、BF群においては、三層構造の映し出されたモニターで、腹横筋をイメージ、確

認しながら収縮操作を行い、NBF群においては、視覚による情報を何も与えることなく、収縮操作を行い計測し比較した。



図2 測定方法

【結果】

最初に、平常安静時の腹横筋筋厚を計測し、その後、BF群はモニターを見ながら、腹部引き込み操作を行い、NBF群は何も見ずに、腹部引き込み操作を行い、その時の腹横筋筋厚の計測を行った。その後、両群とも、安静平常時から収縮時筋厚への増加率を算出した(表1, 2)。

表1 BF群, 腹横筋増加率

	安静(mm)	Draw-in(mm)	増加率(mm)
右	2.99±1.12	5.91±1.29	108.52±36.19
左	3.23±1.32	6.23±1.88	109.27±61.72
平均	3.11±1.22	6.07±1.58	108.89±48.96

表2 NBF群, 腹横筋増加率

	安静(mm)	Draw-in(mm)	増加率(mm)
右	2.30±1.01	5.23±2.39	76.15±50.24
左	2.88±0.71	5.48±1.77	91.71±42.93
平均	2.59±0.86	5.35±2.08	83.93±46.58

図3は、BF群、NBF群、腹横筋の安静平常時からの増加率の平均を示したものである。BF群は108.89±48.96%、NBF群は83.93±46.58%であった。統計学的検討においては、BF群とNBF

群で増加率に差があるか検証するため、Studentのt検定を行った。有意水準は5%、片側検定とした。その結果、BF群において有意な増加が認められた ($t=2.08$, $p<0.05$)。

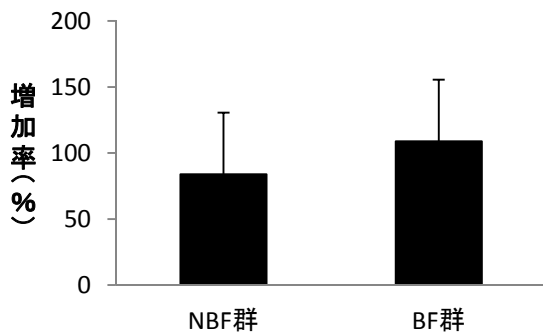


図3 要因別腹横筋増加率

【考察】

今回、超音波観察装置の視覚によるバイオフィードバックとしての有用性の検証を目的として、フィードバックの有無における腹横筋の収縮増加率を調査した。

選択的腹横筋収縮トレーニング（腹部引き込み操作、Draw-in）¹⁴⁾を行う際、視覚によるフィードバック情報がない状態で行うよりも、超音波観察装置を用いて、視覚によるフィードバック情報を得た状態で行った方が、より筋収縮が良いことが分かった。運動療法を行う際に、超音波観察装置を用いて、そのターゲットとなる筋をイメージしながら行うことで、効率的な筋収縮トレーニングが行われ、その結果、より有効な運動療法ができるようになると考えられた。Draw-inは、深層ローカル筋をターゲットにしたトレーニングに用いられるが、特に選択的腹横筋収縮は習得が難しく⁹⁾、初心者では、表層筋収縮によるグローバルパターン^{2), 3)}になっている可能性も考えられ、バイオフィードバックとしての超音波イメージングがあることにより、より正しい腹横筋収縮^{2), 3)}が行われると考えることができる。そして、超音波観察装置によるイメージングは、今回の腹横筋トレーニングに限らず、どの筋肉に対しても応用が可能で、装置の特性上、特に体表面上から

確認が困難な、深部の筋肉に対して有効といえる。これらのことより、柔道整復師が後療法時に行う運動療法においても、超音波観察装置をバイオフィードバックとして使用することで、より効率的で効果的にできると考えられる。

しかし、本研究で対象とした被験者は16名と少数であり、十分な代表性を確保しているとはいえない。標準偏差も46%、48%とばらつきも多く、個人差も顕著であった。また、今回は腹横筋のみによるものであり、例えば表層筋など他筋肉においてや、腰痛既往によっても違った結果となる可能性も考えられる。今後は、それらのことについても検討を行う必要がある。

【まとめ】

腹横筋の選択的筋収縮トレーニングを行う際、超音波観察装置に写し出された腹横筋を見ながら行うフィードバック有り群と、何も見ずに行ったフィードバック無し群の、腹横筋筋厚の増加率を計測し比較した。その結果、モニターを見て行ったフィードバック有り群では、モニターを見ずに行ったフィードバック無し群よりも、増加率が有意に高かった ($p<0.05$)。そのことから、超音波観察装置が、運動療法を行う際の、視覚によるバイオフィードバックツールとして、有用である可能性が示唆された。そして、運動療法を積極的に行う柔道整復師にとっても、バイオフィードバックツールとしての超音波観察装置の有用性が示された。

【参考文献】

- 1) 皆川洋至, 超音波でわかる運動器疾患, メジカルビュー, 東京, 2010
- 2) Carolyn Richardson・Gwendolen Jull・Paul Hodges・Julie Hides (著), 齋藤昭彦 (訳), 脊椎の分節的安定性のための運動療法, エンタープライズ, 東京, 2008
- 3) Carolyn Richardson・Paul Hodges・Julie Hides (著), 齋藤昭彦 (訳), 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ, 医学書院, 東京,

2009

Physiology68, 1010-1016

4) C.Liebenson (原著), 菊池臣一, 脊椎のリハビリテーション, エンタープライズ, 医学書院, 東京, 2008

5) Panjabi M., Abumi K., Duranceau J., et al, Oxland T 1989 Spinal stability and intersegmental muscle forces - A biomechanical model. Spine 14:194 - 200

6) Stuart McGill (著), 吉澤英造, 大谷清, 才藤栄一 (訳), 腰痛-最新のエビデンスに基づく予防とリハビリテーション-, (有) ナップ, 東京, 2005

7) Bergmark A., Stability of the lumbar spine, A study in mechanical engineering, Acta Orthopaedica Scandinavica supplementum No. 230, vol. 60. 1989

8) 吉田昌弘, 吉田真, 盛智子, Draw-inにおける腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化, 北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要 2, 63-69, 2011

9) 村上幸士, 桜庭景植, 坐位での有効な腹横筋トレーニングの検討: 超音波診断装置による筋厚を中心に, 理学療法学 37(7), 477-484, 2010-12-20

10) 宮下智, 和田良広, 鈴木正則, 効果的な体幹トレーニング方法の検討 - 異なる運動における腹横筋と内腹斜筋の収縮厚から -, 日本橋学館大学紀要 11, 41-51, 2012-03-01

11) 樋口善英, 齋藤昭彦, 新井正一, 圧バイオフィードバック装置と超音波診察装置を用いた腹横筋の機能評価, 国際医療福祉大学紀要 10(2), 18-23, 2005-07-31

12) 齋藤昭彦, 樋口善英, 新井正一, 丸山仁司, 超音波画像による腹横筋の機能評価, 理学療法学 30(Supplement_2), 187, 2003-04-20

13) 長谷川正吾, 齋藤昭彦, 超音波診断装置を用いた腰部深部筋の筋厚測定における信頼性, 理学療法学 33(Supplement_2), 411, 2006-04-20

14) DeTroyer A., Estenne M., Ninane v., et al, Transversus abdominis muscle function in humans, Journal of Applied