

COPD 患者の動的肺過膨脹に対する吸気筋トレーニングの効果

一場友実

杏林大学保健学部理学療法学科

背景: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD)患者にとって動的肺過膨脹は重要な臨床所見である。これらの患者の大多数が呼吸および末梢の筋の弱化があると仮定すると、呼吸困難と機能的運動能力は呼吸筋トレーニング(inspiratory muscle training: IMT)の結果、改善される可能性がある。本研究の目的は、COPD 患者の運動能力、呼吸困難、運動中の静的過膨脹(inspiratory fraction: IF=IC/TLC)に対するIMT の効果を分析することである。

方法: 対象は the Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease(GOLD)分類II, IIIの COPD 患者 10 名で、吸気筋強化と持久性トレーニングを 1 日 1 回、毎日 8 週間実施した。対照群は GOLD 分類II, IIIの COPD 患者 10 名とした。

最大吸気圧(maximal inspiratory pressure: PImax)と横隔膜耐久時間(tlim)は吸気筋出力の指標として用いられた。吸気筋強化と持久性トレーニングは同じトレーニング装置(Respifit S™: Mauerbach, Austria)を使用して行われ、筋力強化トレーニングから開始し、15 分後に持久性トレーニングが続いて実施された。トレーニング前後に、対象者は予備漸増負荷試験で得られた最大仕事率の 75%でサイクルエルゴメータを用いた症候限界性における漸増運動負荷試験と定常負荷試験を実施した。負荷試験耐久時間(Constant load test endurance time: ET)はペダル負荷の持続時間と定義した。

結果: IMT 後 PImax は 7.75 ± 0.47 kPa から 9.15 ± 0.73 kPa ($p < 0.01$)、tlim は 348 ± 54 秒から 467 ± 58 秒 ($p < 0.01$)となり、吸気筋力は統計学的に有意な増加が認められた。IF の有意な増加は動的肺過膨脹の減少を示し、これは両者の運動負荷試験で認められた。さらに呼吸頻度/分時換気量(bf/VE)は有意に減少し、これは呼吸パターンの改善を示している。また呼吸困難感の有意な減少も認められた。漸増負荷試験中の最大仕事率は一定のままであるのに対し、定常負荷試験の間の ET は試験開始時 597.1 ± 80.8 秒から 733.6 ± 74.3 秒 ($p < 0.01$)と有意に増加した。対照群はどちらの運動負荷試験においても有意な変化は認められなかった。

考察: 本研究結果より、COPD 患者における IMT は呼吸能力、運動能力、呼吸困難感の改善、また IF 予後因子の改善に寄与することが明らかになった。

Petrovic M, et al: Effects of inspiratory muscle training on dynamic hyperinflation in patients with COPD. Inc J Chron Obstruct Pulmon Dis 7: 797-805, 2012

腰部・骨盤痛の有無における腹壁筋および結合組織の特徴に関する超音波画像での比較

村上幸士

杏林大学保健学部理学療法学科

背景: 腹壁の筋肉およびその周囲の結合組織(perimuscular connective tissue: PMCT)は脊椎のコントロールを助ける働きがある。腹壁は 1 つのユニットとして機能するので、4 つの腹筋すべてとそれに付随する結合組織は総合的に考えなければならない。

目的: 超音波画像を使用し、腰部・骨盤痛(lumbopelvic pain: LPP)のある者とない者に対して、4 つの腹壁筋およびその周囲の結合組織の安静時の厚さ、腹直筋間距離(interrecti distance: IRD)を計測し、比較することを目的とした。

方法: 50 名の男女の被験者を腰部・骨盤痛の有無によりそれぞれ 25 名に群分けし、腹直筋(rectus abdominis: RA)、外腹斜筋(external oblique: EO)、内腹斜筋(internal oblique: IO)、腹横筋(transversus abdominis: TrA)および筋肉周囲の結合組織平面の安静時の厚さ、腹直筋間距離について B モード超音波画像を用いて計測した。多変量解析により共変量を特定し、共分散分析(analysis of covariance: ANCOVA)およびクラスカル・ワリス(Kruskal-Wallis)検定を使用して両群を比較した。

結果: 腰部・骨盤痛のある群では総腹壁筋厚は薄く、筋肉周囲の結合組織は厚く、腹直筋間距離は広いことが判明した。個々の筋厚を分析した結果、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋に相違は確認されなかったが、腰部・骨盤痛のある群のほうが腹直筋は細かった。

考察および結論: われわれの知る限りにおいて、これは腰部・骨盤痛のある患者に対し、4 つすべての腹壁筋およびその周囲の結合組織の形態学的特徴を調査する初めての研究である。その結果、腹直筋の減少にかかわる運動制御ストラテジーの変化に加え、二次的な筋肉周囲の結合組織および白線の負荷における変化の可能性も示唆された。さらに、腰部・骨盤痛のある患者において腹直筋および結合組織の形態の変化は、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の厚さの変化よりも明らかかもしれない。これらの変化の原因および機能的関連性の根拠にはさらなる研究が必要とされ、腰部・骨盤痛の発症および残留に関して腹直筋が果たす役割についても同様に研究が必要である。

Whittaker JL, et al: Comparison of the sonographic features of the abdominal wall muscles and connective tissues in individuals with and without lumbopelvic pain. J Orthop Sports Phys Ther 43: 11-19, 2013

Implicit sequence learning における一次運動野および運動前野の機能特性—implicit および explicit motor memory systems における比較

宮口翔太

新潟医療福祉大学大学院理学療法学分野
同運動機能医科学研究所

目的：Implicit および explicit motor memory systems とは、運動練習中および練習後の運動学習を指す。運動練習中の学習には一次感覚運動野が関与し、運動練習後の学習には高次運動野および背外側前頭前野が関与することが報告されている。本研究は、経頭蓋直流電流刺激(transcranial direct current stimulation: tDCS)を用いて implicit および explicit motor memory systems における神経基盤を解明することを目的とした。

方法：対象は、右利き健康成人 13 名であった。tDCS は刺激強度 1.0 mA にて 15 分間施行した。電極貼付位置は陽極を右一次運動野(primary motor cortex: M1)または右背側運動前野(dorsal premotor cortex: PMd)、陰極を左前額部とした。刺激条件は 3 条件(M1 への陽極刺激条件、PMd への陽極刺激条件、疑似刺激条件)とした。運動課題は左手指でのキーボードタッピング課題とし、スクリーンに表示された合図に応じて、「V」「B」「N」「M」のキーを可能な限り早く押す課題とした。各条件において tDCS 介入中に 600 回の運動練習を行い、練習前、練習中、練習後および練習翌日のキーボードタッピングの反応時間を解析した。

結果：3 条件とも運動練習中の反応時間が有意に短縮した($p<0.001$)。M1 への陽極刺激条件において、疑似刺激条件に比べ、練習中および練習翌日の反応時間が有意に短縮した($p<0.05$)。PMd への陽極刺激条件においても、疑似刺激条件に比べ、練習中の反応時間が短縮する傾向を示した($p<0.1$)。しかし PMd への陽極刺激条件における反応時間の短縮は、M1 への陽極刺激条件および疑似刺激条件に比べ、練習翌日に有意に減衰した($p<0.05$)。

結論：M1 への陽極刺激は、運動学習の向上および学習の定着に寄与することが示唆された。一方、PMd への陽極刺激は、学習の向上に寄与する可能性を示したが、学習の定着を阻害する可能性が示唆された。

Kantak SS, et al: Primary motor and premotor cortex in implicit sequence learning—evidence for competition between implicit and explicit human motor memory systems. Eur J Neurosci 36: 2710–2715, 2012

下肢への反復電気神経刺激が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響

小島 翔

新潟医療福祉大学大学院医療福祉学専攻
同運動機能医科学研究所
東京湾岸リハビリテーション病院

目的：いくつかの方法により、脳の可塑性を促進することが可能である。その方法のひとつとして反復電気神経刺激が挙げられる。先行研究では、尺骨神経支配領域に行くことで一次体性感覚野における尺骨領域の活動が増加したことが報告されている。また、この反復電気神経刺激に関して低頻度刺激の効果は検討されているものの、高頻度刺激の効果を検討したものは少ない。そこで本研究は、高頻度反復電気神経刺激が下肢の皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響について明らかにすることとした。

方法：対象は健康成人男性 22 名(23.7 ± 7 歳)であった。経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位(motor evoked potential: MEP)の計測は、大腿直筋(rectus femoris: RF)および大腿二頭筋(biceps femoris: BF)より誘発した。経頭蓋磁気刺激の刺激強度は、 $50\mu V$ の MEP が 10 回連続した強度とした。反復電気神経刺激は皮膚神経電気刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS)を用い、刺激領域はデルマトーム L2–L3 領域とした。刺激頻度は 100 Hz とし、刺激幅は $60\mu s$ とした。刺激強度は、筋活動が起こらず快適に感じる強度とし、刺激時間は 60 分間とした。MEP の計測は、TENS 直後、15 分後および 30 分後に行い、0.25 Hz の頻度で 10 波形記録した。

結果：RF より記録した MEP 振幅値は、TENS 介入前に比べ、介入直後、15 分後、30 分後において有意に減少した($p<0.05$)。一方、BF より記録した MEP 振幅値は、介入前後で有意な変化は認められなかった。

考察：本研究は、高頻度の電気刺激により RF の皮質脊髄路興奮性が減少することを明らかにした。この反応のメカニズムは明確ではないが、電気刺激による感覚入力によって神経可塑性変化を引き起こしたのではないかと考えられる。30 分間効果が持続することは、リハビリテーションにおいて運動課題などを行うのに十分な時間となるため有益な結果となると考えられる。

Léonard G, et al: Effect of repetitive afferent electrical stimulation of the lower limb on corticomotor excitability and implications for rehabilitation. J Clin Neurosci 20: 435–439, 2013