

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350748

研究課題名(和文) 体幹筋群の随意同時収縮(ブレイシング)トレーニングの効果に関する研究

研究課題名(英文) Study on the effect of a training program consisting of maximal voluntary cocontractions of trunk muscles

研究代表者

金久 博昭 (KANEHISA, Hiroaki)

鹿屋体育大学・理事・理事

研究者番号：50161188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、(1)体幹筋群の最大随意収縮(ブレイシング)中の腹腔内圧および筋活動水準の特徴、および(2)ブレイシングによるトレーニングが腹部筋量、腹腔内圧、体幹の筋出力および安定性に及ぼす影響について検討すること目的とした。その結果、(1)ブレイシング中の腹腔内圧は、他の体幹エクササイズ(体幹屈曲・伸展、ドローイング)のそれよりも高く、体幹筋群の筋活動水準と相関関係にあること、および(2)ブレイシングトレーニングは、最大腹腔内圧に加え、体幹伸展および股関節伸展を伴う動作中の筋力・パワーの発揮能力を増大し得るが、外乱刺激に対する体幹の安定性の改善という点では効果が低いことが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to examine (1) the characteristics of intra-abdominal pressure (IAP) and muscular activities during maximal voluntary contractions of trunk muscles (bracing), and (2) the influence of bracing training on abdominal muscle mass, maximal IAP, strength and power generation capability of trunk muscles, and trunk stability against sudden loads. The main findings of the present study are that (1) maximal IAP during abdominal bracing is greater than those during other trunk exercises (trunk flexion and extension, and abdominal drawing), and it is significantly correlated with the activity levels of trunk muscles during the task, and (2) bracing training increases maximal IAP and strength and power generation capability during tasks involving trunk and hip extensions, but it is less effective to improve trunk stability against sudden loads.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：ブレイシング トレーニング 腹腔内圧 筋活動水準 等尺性筋力 パワー 体幹安定性

1. 研究開始当初の背景

体幹部の骨格筋群は、日常生活活動やスポーツ活動におけるパフォーマンスと密接な関係を持ち、特に腹部の深部に位置する筋群は、動的な身体活動における姿勢の安定性を確保し、効率の良い四肢の筋力やパワーの発揮を可能にするうえで重要な役割を果たすと考えられている。それゆえ、近年では、体幹筋群の機能改善を目的として、体幹支持からなる、あるいは不安定支持面上でのエクササイズ(スタビライゼーションエクササイズ) または体幹筋群の最大随意同時収縮(ブレーシング)を代表とする様々な体幹筋群のトレーニングが、スポーツ愛好家やスポーツ選手の間で広く実践されるようになってきている。なかでもブレーシングは、他の体幹エクササイズと比較して、実施中の腹部深部筋の筋活動水準が高く、腹部深部筋の断面積に有意な増加をもたらすことが知られている。しかし、ブレーシングトレーニングについては、筋機能面における効果を検証した例はなく、体幹の安定性あるいは筋力・パワーおよび身体パフォーマンスに対してどのような影響を及ぼすのかについては明らかにされていない。一方、腹部筋群の筋活動水準の増加は、腹腔内圧の増加を伴う。そのような腹腔内圧の増加は、脊椎の安定性を高め外乱に対する姿勢の安定性を増すとされている。また、競技選手は一般人に比較して、高い腹腔内圧を生じさせることができ、かつ体幹筋群の筋力も大きい。このような腹部の筋活動水準と腹腔内圧との関係、ならびに腹腔内圧における競技選手と一般人との違いを考慮に入れると、腹部筋群の最大随意同時収縮からなるブレーシングは、他の体幹エクササイズと比較して、より高い腹腔内圧の発生を可能にすると同時に、それがトレーニングとして実施された場合に、その効果として腹部筋群の量的増加だけではなく、最大腹腔内圧、体幹の安定性、体幹筋群の筋出力に増加をもたらす、四肢の動きも含む全身運動のパフォーマンスの向上にも寄与すると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、体幹部の安定性を向上するものとして、スポーツトレーニングやリハビリテーションの現場で普及している体幹筋群の最大随意同時収縮(ブレーシング)に着目し、ブレーシングによるトレーニングが、最大腹腔内圧、腹部筋量、筋力・パワーの発揮能力、外乱刺激に対する体幹の安定性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

研究の目的を達成するために、本研究では以下の課題について検討した。

課題 1: 腹腔内圧と筋活動水準におけるブレーシングと他の体幹エクササイズとの違い

課題 2: ブレーシングおよびドロローイング(腹

部の引き込み)実施中の腹部筋厚の変化におけるタスク間の違い

課題 3: ブレーシングトレーニングが、腹部筋厚、最大腹腔内圧、筋力・パワーに及ぼす影響

課題 4: ブレーシングトレーニングが、外乱刺激に対する体幹の安定性に及ぼす影響

各課題において採用した方法は、以下の通りであった。

課題 1: 腹腔内圧と筋活動水準におけるブレーシングと他の体幹エクササイズとの違い

下背部・四肢に傷害を持たない健康な体育大学生男子を対象に、ブレーシング、ドロローイング、体幹屈曲・伸展の各課題における腹腔内圧および体幹筋群(腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋)の表面筋電図(EMG)を測定した。腹腔内圧は、ゴム製プローブカバーを被せた直径約 1.6 mm のカテーテル型圧力センサーを用いて、肛門から 12~13 cm の位置で測定した。腹腔内圧に関しては、タスク間の比較に加え、データ採取の再現性についても検討した。また、筋電図データについては、各筋の最大値により正規化し、その値を筋活動水準とした。

課題 2: ブレーシングおよびドロローイング実施中の腹部筋厚の変化におけるタスク間の違い

体育大学生男子を対象に、ブレーシングおよびドロローイング実施中の腹部筋厚を超音波法により測定した。被検筋は、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋の 3 筋とした。

課題 3: ブレーシングトレーニングが、腹部筋厚、最大腹腔内圧、筋力・パワーに及ぼす影響

体育大学生男子を対象に、8 週間(週 3 日)のブレーシングトレーニングを実施した。トレーニング中の姿勢は座位とし、股関節および膝関節角度を 90 度(解剖学的正位 = 180 度)として、2 秒間のブレーシングを 2 秒間の休息を挟み 10 回実施し、それを 1 セットとした。セット間の休息は 2 分とし、1 日に 5 セット実施した。トレーニングの実施に際し、被験者には、収縮局面において、できる限り早く最大努力で体幹筋群を収縮し、その状態を 2 秒間維持するように指示した。8 週間の介入期間の前後に、腹部筋厚(腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋)、腹腔内圧、体幹筋群の筋活動、体幹および下肢の筋力およびスクワット動作パワーを測定した。

課題 4: ブレーシングトレーニングが、外乱刺激に対する体幹の安定性に及ぼす影響

課題 3 と同様に、体育大学生男子を対象に、8 週間(週 3 日)のブレーシングトレーニングを実施し、外乱刺激に対する体幹の安定性に及ぼすトレーニング効果について検証した。外乱刺激は、右側方および後方の 2 種類とした。測定時の被験者の姿勢は、股関節および膝関節角度 90 度での座位とした。特別に作成した非伸縮性ベルトを被験者の胸部に巻き付け、ロードセルを介して非伸縮性ワ

イヤーにより外乱刺激装置に連結した。被験者が予期していない状況において、パーソナルコンピュータによって制御されたモーターを用いて、すばやく右側方あるいは後方への負荷を与えた。なお、その際、被験者には、その負荷に対して安静状態から出来る限り早くニュートラルポジションへと制動するように指示した。外乱刺激として、水平方向へ10kgの重りを5cm/秒の速さで負荷した。体幹部へ照射されるレーザーの軌跡長を計測し、外乱刺激に伴う軌跡長の変化を体幹部の変位量として算出した。また、課題実施中、腹腔内圧および腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋および脊柱起立筋の筋電図を測定した。

4. 研究成果

課題1：腹腔内圧と筋活動水準におけるブレーシングと他の体幹エクササイズとの違い

(1) 最大腹腔内圧測定値の再現性

最大腹腔内圧の値に、同一日の1試行目と2試行目との間、ならびに1日目と2日目の間でそれぞれ有意な差はなく、日内および日間の両方において、系統誤差は認められなかった。級内相関(ICC)は日内が0.99、日間が0.98、変動係数(CV)は、日内が1日目2.8%、2日目3.2%、日間が7.8%であった。以上の結果から、本研究で採用した腹腔内圧の測定法は、高い再現性を有すると判断した。

(2) 最大腹腔内圧におけるタスク間の比較

最大腹腔内圧は、ブレーシング116.4 ± 15.0 mmHg、体幹屈曲99.3 ± 26.2 mmHg、体幹伸展86.6 ± 24.5 mmHg、ドロ잉9.9 ± 4.5 mmHgであり、ブレーシングが他の体幹エクササイズより高い値であった。このことから、ブレーシングは他の体幹エクササイズと比較して高い腹腔内圧の発生を可能にし、体幹の安定性を改善するうえで、より効果的なエクササイズになり得ることが示唆された。

(3) 最大腹腔内圧と筋活動水準との関係におけるブレーシングとドロ잉の違い

(2)において述べたように、ブレーシング中の最大腹腔内圧はドロ잉中のそれよりも約12倍高い値であった。その違いの要因について、タスク実施中の筋活動水準との関係から検討した。その結果、タスク実施中の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋の活動水準は、いずれもブレーシングがドロ잉よりも有意に高く、両課題とも内腹斜筋が他の筋よりも有意に高値であった。また、最大腹腔内圧の10%毎における筋活動水準の4筋の平均値を求め、それと最大腹腔内圧の10%毎の腹腔内圧と関係を検討した。その結果、各被験者において、両課題とも腹腔内圧と筋活動水準との間には有意な相関関係が認められた(ブレーシング： $r = 0.970 - 0.995$ 、 $P < 0.001$ 、ドロ잉： $r = 0.934 - 0.998$ 、 $P < 0.001$)。したがって、両タスクとも、実施中の腹腔内圧の大きさには、体幹筋群の活動水準が影響を及ぼし

ていることが示唆された。しかしながら、いずれの被験者においても、腹腔内圧と筋活動水準との関係における回帰式の傾きは、ブレーシング(1.8403 - 3.4903)がドロ잉(0.3208 - 0.7924)よりも高い値であった。したがって、腹腔内圧と筋活動水準の関係は課題特異的であり、同一タスク内における腹腔内圧の個人差を説明する要因として、タスク実施中の体幹筋群の活動水準における差が含まれるが、腹腔内圧におけるタスク間の差は、タスク実施中の筋活動水準からでは説明できないことが示唆された。

課題2：ブレーシングおよびドロ잉実施中の腹部筋厚の変化におけるタスク間の違い

安静時の筋厚からの変化率は、ブレーシングでは内腹斜筋 > 腹横筋 > 外腹斜筋であり、ドロ잉では腹横筋 > 内腹斜筋 > 外腹斜筋であった。腹横筋における変化率は、ドロ잉がブレーシングより有意に高い値であった。両タスクは腹部深層筋を特異的に活動させると考えられているが、本研究の結果より、それぞれのタスクにおける腹部深層筋の活動の程度は、タスク間で異なることが示唆された。

課題3：ブレーシングトレーニングが、腹部筋厚、最大腹腔内圧、筋力・パワーに及ぼす影響

(1) 腹部筋厚

トレーニング期間終了後、計測した3筋のなかで、内腹斜筋にのみ筋厚に有意な増加が観察された。

(2) 最大腹腔内圧

最大腹腔内圧は平均で36.8%増加した。一方、最大腹腔内圧測定時の体幹筋群の筋活動水準に、有意な変化は観察されなかった。

(3) 等尺性筋力

トレーニング期間終了後に、体幹伸展力および股関節伸展力が有意に増加したが、体幹屈曲力、股関節屈曲力および膝関節伸展・屈曲力に有意な変化は観察されなかった。また、筋活動水準の変化として、股関節伸展動作中の脊柱起立筋の活動水準が、トレーニング後に有意に増加した。

(4) スクワット動作パワー

スクワット動作における挙上時の最大パワーは、トレーニング期間終了後に有意に増加した。一方、挙上動作時の筋活動水準ならびに腹腔内圧の変化開始時間、最高値および上昇率に有意な変化は観察されなかった。

以上の結果より、ブレーシングトレーニングは、最大腹腔内圧の増加に加え、体幹および股関節の伸展を含む動作における筋力・パワーの発揮能力を特異的に改善しうることが明らかとなった。腹腔内圧は体幹伸展モーメントを発生させ、挙上動作における発揮筋力と相関関係にあることが知られている。また、本研究の結果において、トレーニング期間終了後、股関節伸展動作時の脊柱起立筋の活動水準に有意な増加が観察された。したが

って、トレーニング期間終了後における筋力・パワー発揮能力の増大の背景として、最大腹腔内圧の増加と股関節伸展を含む動作課題時の脊柱起立筋における活動水準増加の相乗的な効果が考えられた。

課題 4：ブレーシングトレーニングが、外乱刺激に対する体幹の安定性に及ぼす影響

外乱刺激に対する体幹部の変位には、右側方および後方ともに有意な変化は観察されなかった。さらに外乱刺激に対する応答時の筋活動水準および腹腔内圧の変化開始時間、最高値、上昇率についても有意な変化は生じなかった。

予想に反して、ブレーシングトレーニングは、外乱刺激に対する体幹の安定性に対し、有意な改善をもたらさなかった。その原因として、本研究では健常な若齢男性を被験者として採用したため、腰痛患者等とは異なり、外乱刺激に対する体幹安定性に対するトレーニングの可能性が低かったこと、およびブレーシング中の腹腔内圧と筋活動の状態が外乱刺激課題中のそれらと大きく異なり、トレーニングの実施内容そのものが、外乱刺激に対する体幹の安定性を高めるうえで、合目的性に欠けていたことが考えられた。

<総括>

本研究の結果より、以下の点が明らかになった。

(1) ブレーシング中の腹腔内圧は、体幹の屈曲・伸展およびドロ잉の各課題実施中のそれよりも高い。

(2) ブレーシングおよびドロ잉中の腹腔内圧の変化は、体幹筋群の筋活動水準と正の相関関係にあるが、両変数間の関係は課題特異的であり、腹腔内圧における課題間の差は、体幹筋群の筋活動水準におけるそれと対応しない。

(3) ブレーシングトレーニングは、最大腹腔内圧ならびに体幹伸展および股関節伸展を含む動作課題における筋力・パワーの発揮能力を増加する。

(4) ブレーシングトレーニングは、体幹屈曲力、膝関節伸展・屈曲筋力および外乱刺激に対する体幹の安定性に有意な効果をもたらさない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

Tayashiki K, Takai Y, Maeo S, Kanehisa H, Intra-abdominal pressure and trunk muscular activities during abdominal bracing and hollowing, Int J Sports Med, 査読有、Vol. 37、2016、pp. 134-143
DOI:http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1559771

Tayashiki K, Maeo S, Usui S, Miyamoto

N, Kanehisa H, Effect of abdominal bracing training on strength and power of trunk and lower limb muscles, Eur J Appl Physiol, 査読有、Vol. 116、2016、pp. 1703-1713

DOI: 10.1007/s00241-016-3424-9

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金久 博昭 (KANEHISA, Hiroaki)
鹿屋体育大学・理事
研究者番号：50161188

(2) 研究分担者

高井 洋平 (TAKAI, Yohei)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・准教授
研究者番号：20574205

藤田 英二 (FUJITA, Eiji)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・准教授
研究者番号：50506300

(3) 連携研究者

()

(4) 研究協力者

()