

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：34303

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K13182

研究課題名(和文) 自転車競技選手における臀部の筋量評価と筋バランスがペダリング動作に及ぼす影響

研究課題名(英文) Effects of gluteal muscle volume and thigh muscle balance on pedaling motion cyclists.

研究代表者

石井 泰光 (Ishii, Yasumitsu)

京都先端科学大学・健康医療学部・准教授

研究者番号：30734511

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)：これまで自転車競技のスプリント能力と大腿部の筋量との関係は明らかにされているが、殿部の筋量との関係は明らかにされていない。本研究では、男子大学生自転車競技選手を対象に、殿部の筋量と実走のパフォーマンスおよび自転車エルゴメーターによるスプリント能力の関係を検討した。その結果、大殿筋の筋体積と最大無酸素パワーテストの最大パワー、40秒間全力ペダリングの平均パワー、200mTTのタイムとの間に有意な相関関係が認められた。大殿筋の筋量は、自転車スプリントパフォーマンスに大きく貢献することが明らかになった。一方、本研究の対象者の範囲では、大腿部の筋バランスの違いによるペダリング動作は認められなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、男子大学生自転車競技選手を対象に殿部の筋量と自転車スプリント能力との関係について明らかにした。大殿筋、中殿筋、小殿筋の筋体積を合計した大殿筋の筋体積と最大無酸素パワーテストの最大パワー、40秒間全力ペダリングの平均パワー、200mTTのタイムとの間に関係性が認められた。大殿筋の筋量は自転車エルゴメーターと実走に関わらずスプリントパフォーマンスに大きく貢献することが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Gluteal muscle mass plays a vital role in cycling performance. Although the relationship between sprint cycling performance and thigh muscle mass has been established, its relationship with the gluteus muscle mass has not been clarified. In this study, we examined the relationship between the volume of the gluteus maximus and sprint cycling performance in male collegiate cyclists. The results showed significant correlations between the volume of the total gluteus maximus and maximum power on the maximal anaerobic power test, the average power in the 40-seconds sprint cycling test, and 200-m time trial on the cycling track. However, no differences in pedaling force due to differences in thigh muscle balance were observed in this study. In conclusion, our study showed that the volume of the total gluteus maximus muscle contributes significantly to sprint cycling performance.

研究分野：バイオメカニクス・運動生理学

キーワード：自転車ペダリング運動 筋体積 殿部 大腿部 スプリント 実走

1. 研究開始当初の背景

これまで自転車競技のスプリント能力を改善するために、超音波法や MRI 法を用いて、下肢および体幹の筋量とパフォーマンスの関係性について検討されてきた(池田ほか、2013; 石井ほか、2016)。これらの研究では、大腿部、下腿部、体幹の筋量が大きいほど、自転車エルゴメーターおよび実走のスプリント能力が高いことが報告されている。一方、動作解析や筋電図の手法を用いて自転車ペダリング動作を分析した研究では、スプリント動作になると、股関節の伸展パワーが大きく、殿部の筋活動が大きくなることが知られているが、これまで殿部の筋量とスプリント能力の関係性については検討されていない。

自転車ペダリング動作中の筋活動は、クランク角度によって動員される筋群が異なること(Hug and Dorel, 2009)から、大腿部の前部および後部の筋バランスが異なれば、ペダリング動作のキネティクスに影響することが予想されるが、これまで大腿部の筋バランスの違いが、自転車ペダリング動作にどのように影響を及ぼすかは検討されていない。

2. 研究の目的

自転車競技選手を対象に、MRI を用いて殿部の筋量を計測して、自転車エルゴメーターによる最大無酸素性パワーテストおよび 40 秒間全力ペダリングのパワーと実走による 200m タイムトライアルとの関係を検討することを目的とした(研究 1)。

自転車競技選手を対象に、MRI を用いて大腿部の筋量を計測して、大腿前面と大腿後面の筋バランスの違いによって、自転車ペダリング動作に及ぼす影響について検討することを目的とした(研究 2)。

3. 研究の方法

(1) 下肢の筋量と自転車競技のスプリントパフォーマンスの関係

自転車競技を専門としている男子大学生 12 名を対象とした。対象者の競技レベルは、全日本大学対抗選手権に出場しているレベルであった。

自転車エルゴメーター(PowerMaxV、コナミ社製)を用いて、最大無酸素性パワーテストと 40 秒間全力ペダリングを行わせた。最大無酸素性パワーテストは、3 種類の負荷条件(4kp、7kp、11kp)で 10 秒間の全力ペダリングを、3 分間の休息時間を挟みながら行わせた。各負荷の回転数および最大パワーから最大無酸素性パワーを算出した。40 秒間全力ペダリングは、体重の 9.0% の負荷条件で、40 秒間の全力ペダリングを行わせて、40 秒間の平均パワーを求めた。200m タイムトライアルは、実験を行った年度の公式大会および記録会の最高記録を採用した。

MRI 装置を用いて、腹臥位で臀部の連続横断面画像を撮像し、大殿筋、中殿筋、小殿筋の筋体積を計測し、その合計を大殿筋の筋体積とした。

測定値は、すべて平均値 ± 標準偏差で示した。大殿筋の筋量と最大無酸素性パワーテストの最大無酸素性パワー、40 秒間全力ペダリングの平均パワー、200m タイムトライアルのタイムとの関連性について検討するために、ピアソンの積率相関係数を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

(2) 下肢の筋バランスが自転車ペダリング動作に及ぼす影響

自転車競技を専門としている男子大学生 12 名を対象とした。対象者の競技レベルは、全日本大学対抗選手権に出場しているレベルであった。

MRI 装置を用いて、大腿部および体幹部は仰臥位にして、筋横断面積を撮像した。大腿部は、大転子上端から膝関節列隙間の 50% 部位を撮像することで、大腿四頭筋、縫工筋、ハムストリングス、内転筋群の筋横断面積を算出した。大腿部の筋横断面積の結果を用いて、大腿前部(大腿四頭筋)と大腿後部(ハムストリングスと内転筋群の合計)の筋断面積を求めて、大腿後面に対する大腿前面の比率(大腿前面 ÷ 大腿後面)を算出した。この比率が 1.19 以上の場合は大腿前面型、1.19 未満の場合は大腿後面型と定義した。対象者を大腿前面型と大腿後面型の 2 群に分けて、負荷条件ごとに、ペダルに加わる接線成分および非接線成分の平均値を求めて検討した。

電磁ブレーキ式自転車エルゴメーター(PowerMaxV、コナミ社製)を用いて、4 種類の負荷条件(1.2、2.9、4.6、6.3kp)を用いて、回転数 90rpm で 10 秒間のペダリング動作を行わせた。試技間の休息時間は 3 分以上とした。

ペダリングの動作解析を行うために、光学式三次元動作解析システム(MAC3D System、Motion Analysis 社製)とペダル力計測システム(Powertec-System、Powertec 社製)を使用した。身体各部位の三次元座標を取得するために、光学式三次元動作解析システムと 12 台の専用高速度カメラを使用して、サンプリングレート 250Hz で撮影した。ペダルにかかる力を計測す

のために、ペダル力計測システムを使用して、ペダルの接線成分および非接線成分を計測した。対象者の身体座標とクランク角度を算出するために、直径 14 mmの球形反射マーカを身体部分点 24 点、クランク軸とペダル軸に装着した。ペダルに加わる接線成分および非接線成分は、上死点を 0 度と定義して、0 度から 359 度までのクランク角度で正規化して、10 回転のデータを加算平均することで平均波形を算出した。

4. 研究成果

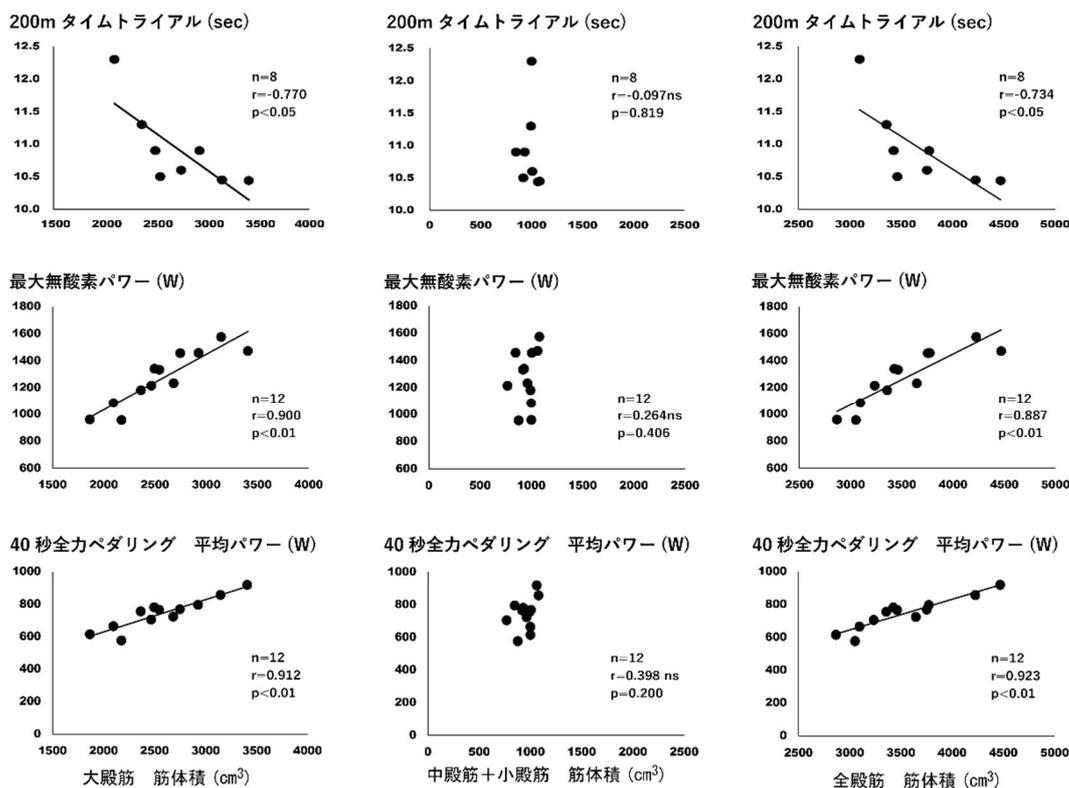


図 1. 殿部の筋体積と実走および自転車エルゴメーターのパフォーマンスとの関係

(1) 研究 1

全殿筋の筋体積と最大無酸素パワーテストの最大無酸素パワー、40 秒間全力ペダリングの平均パワー、200mタイムトライアルのタイムとの間に有意な相関関係が認められた。殿部の筋ごとに検討したところ、大殿筋の筋体積は、最大無酸素パワーテストの最大無酸素パワー、40 秒間全力ペダリングの平均パワー、200mタイムトライアルのタイムと有意な相関関係が認められた。一方、中殿筋+小殿筋の筋体積との間には有意な相関関係は認められなかった。

全殿筋および大殿筋の筋体積と最大無酸素パワーテストおよび 40 秒間全力ペダリングとの関係は、相関係数 $r=0.887$ 以上を示した。一方、下肢および体幹を調べた先行研究(池田ほか、2013; 石井ほか、2016)では、相関係数 $r=0.6\sim 0.8$ であることから、全殿筋および大殿筋の筋量はパワー発揮に大きく貢献していることが考えられた。全殿筋および大殿筋の筋体積と 200m タイムトライアルとの関連性は、下肢および体幹部の筋厚との関係を調べた先行研究(石井ほか、2016)と同程度の関連性が認められた。

同一対象者を用いて、全殿筋の筋体積と実走のパフォーマンスとの関係を検討すると、実走では自転車エルゴメーターに比べて、相関係数が低くなる傾向が認められた。実走では空気抵抗の影響を受けることや、走行ラインの影響を受けることで、結果として相関係数が低くなった可能性が考えられた。

本研究では、自転車競技のスプリント能力と殿部の関連性については、実走および自転車エルゴメーターの両方で明らかにすることができた。全殿筋および大殿筋の筋量は、自転車スプリントパフォーマンスに大きく貢献することが明らかになった。

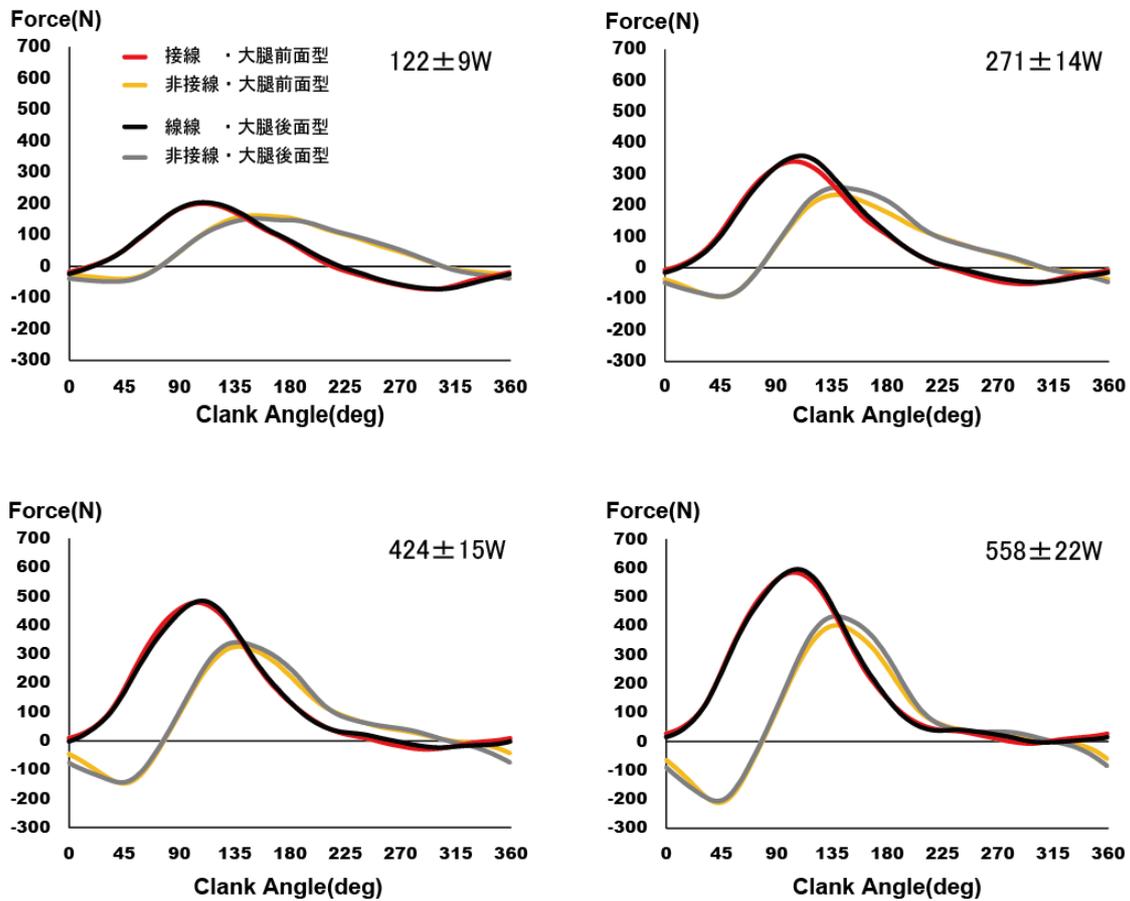


図 2 . 大腿部の筋バランスによるペダルの接線成分と非接線成分の比較

(2) 研究 2

4 種類の負荷条件におけるケイデンス(分時回転数)は、すべての負荷条件において 91 ± 1 rpm であった。負荷条件ごとの平均パワーは、1.2kp: 122 ± 9 W、2.9kp: 271 ± 14 W、4.6kp: 424 ± 15 W、6.3kp: 558 ± 22 W であった。

大腿部の筋バランスによって大腿前面型(6名)と大腿後面型(6名)に分けて、群ごとにペダルに加えられた接線成分および非接線成分の平均値を算出した(図 2)。負荷条件が大きくなるにつれて、接線成分と非接線成分の最大力が大きくなった。さらに、最大力が出現するクランク角度は、負荷条件に関わらず接線成分では約 110 度、非接線成分では約 140 度出现过していた。一方、群間ごとに、接線成分と非接線成分の波形パターンを比較したが差が認められなかった。

このように群間に違いが認められなかった理由としては、対象者のほとんどが、大腿前面が発達している対象者で構成されていたことが影響した可能性が考えられる。本研究の対象者は、大腿後面に対する大腿前面の比率が 1.08 ~ 1.29 の範囲であり、大腿前面の割合が高い者で構成されており、大腿前面に比べて大腿後面の割合が 1.00 以下の者が含まれていなかった。したがって、本研究の対象者は、大腿後面が発達している者から大腿前面が発達している者まで含まれていなかったことが影響した可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石井泰光、山口大貴、黒川剛、高橋英幸
2. 発表標題 大学生自転車選手における自転車スプリントパフォーマンスと殿筋の筋量の関係
3. 学会等名 第75回日本体力医学会大会
4. 発表年 2020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
---------	---------