

異なる様式での「引き上げ」動作が 全力ペダリングの速度維持局面に及ぼす影響

コーチング科学研究領域

5015A019-0 合田 祐美子

研究指導教員：奥野 景介 教授

I 緒言

自転車特有の動作である「ペダリング」は、クランク 1 回転中に踏み込みの動作と引き上げの動作が同時に行われ、クランクの回転力が推進力となるという特徴を持つ。そのペダリング技術は、左右の脚の相互作用によりペダルへ効率よく力を発揮して、クランクの回転力を高めることとされる (Dorel, et al. 2010)。また、ペダリング技術の差は引き上げの動作 (García-López, et al., 2016) および踏み込みから引き上げ、引き上げから踏み込みへの「切り返し」が行われる移行期の動作 (Dorel, et al., 2010) において生じると言われている。

そして先行研究において 90rpm の「引き上げ」を強調したペダリングによって、引き上げの動作 (Korff, et al., 2007) や移行期の動作 (Mornieux, et al., 2010) におけるクランクの回転力の増加が報告されている。全力ペダリングにおいての報告は見当たらないが、スプリント能力には高い速度を維持すること (速度維持局面) も重要であり (太田ら, 2011)、高速回転のペダリングが求められる (Dorel, et al., 2005)。しかし、高いペダル回転数は引き上げの動作におけるブレーキの力の増加や、踏み込みの動作におけるクランクの回転力の低下を生じさせ (Van, et al., 2000)、パワーの発揮を制限すると言われている (Samozino, et al., 2007)。そして高いパワーの発揮には素早い脚の切り返しが重要であると言われており (池田ら, 2013)、速度維持局面における「引き上げ」動作および移行期のペダリング技術が重要であると考えられる。

また、ペダル回転数の増加で筋活動をより早期に起こして下肢の動きを調節する必要があると言われてることから (Neptune et al., 1997)、動作のタイミングの重要性が挙げられる。そして Bini, et al., (2013)

は、下半身の運動学的変化で様々なペダリングが生まれると述べており、下肢の運動には複数の「引き上げ」動作の様式が考えられる。

II 目的

異なる様式での「引き上げ」動作が全力ペダリングの速度維持局面においてどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とする。

III 方法

被験者は大学自転車部に所属する男子選手 7 名とし、年齢、身長および体重はそれぞれ、 20 ± 1 歳、 171.0 ± 2.8 cm、 68.6 ± 8.0 kg であった。本研究で行った 5 試技は図 1 に示した。なお 4 時引き上げの「4 時」の地点は、クランク 1 回転を時計盤で表現して示した。

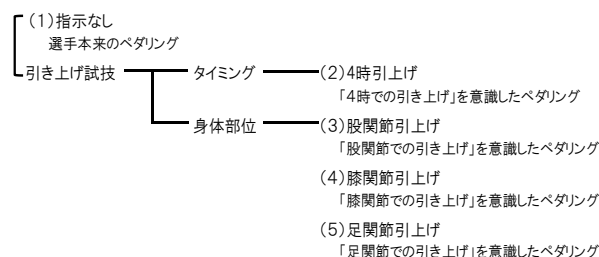


図 1 試技内容

測定は 1 日目に指示なしと 4 時引き上げ、2 日目に各身体部位での引き上げをランダム順に行わせた。被験者は 3 本ローラーで各自のロードバイクによる各試技の練習を 10 分程度行った後、測定は自転車エルゴメーター (Wattbike Pro、日本サイクス有限会社製) にて、最初 20 秒間で 90rpm、続く 20 秒間を全力 (全力ペダリング区間) の合計 40 秒間のペダリングを体重あたり 5% 相当の負荷で実施した。下ハンドルおよびシッティングの姿勢とした。ペダリングの動作は選手の右側から HD ハイブリットカメラ (GC-PX1、

JVC 社製) で撮影された。

ペダリング分析項目は Wattbike Expert Software にて、全力ペダリング区間の開始 8 秒後の 10 回転分の平均値を使用し、以下の 11 項目を求めた。

- 1 ペダル回転数 (rpm)
- 2 max F(N) : Wattbike の force peak と同じ
- 3 min F(N)
- 4 min F/max F の割合(%)
: $\text{min F} \div \text{max F} \times 100$ で求める
- 5 最大パワー (W)
- 6 平均パワー (W)
- 7 体重あたりの最大パワー (W/kg)
- 8 体重あたりの平均パワー (W/kg)
- 9 max F 角(°) : max F 発揮のクランク角度
- 10 min F 角(°) : min F 発揮のクランク角度
max F 角と max F 角までの時間より算出
- 11 max F 角-min F 角(°)

足関節角度は、ビデオ動作解析システム (Frame-DIAS VI、DKH 社製) にて全力ペダリング区間の開始 8 秒後の安定した 1 回転分を用いた。膝関節中心と外果点を結ぶ線分と、外果点と外中足点を結ぶ線分とがなす角を足関節角度と定義する。

統計処理は指示なしと各引き上げ試技の項目間には Pearson の積率相関係数、指示なしと 4 時引上げの比較には対応のある t 検定を用い、有意水準 5% 未満とした。また指示なしと各身体部位での引き上げの比較には分散分析を用いた。各測定項目の変数は平均値±標準偏差 (Mean±SD) で示した。

IV 結果および考察

【4 時引上げの及ぼす影響】

指示なしと比較して 4 時引上げで、min F、min F/max F の割合および体重あたりの平均パワー (図 2) が有意に高値を示した ($p < 0.05$)。min F は $171.98 \pm 42.22\text{N}$ から $185.16 \pm 48.99\text{N}$ に、min F/max F の割合は $44.59 \pm 6.05\%$ から $46.51 \pm 6.81\%$ に、体重あたりの平均パワーは $10.18 \pm 1.43\text{W/kg}$ から $10.72 \pm 1.63\text{W/kg}$ になった。

「引き上げ」動作は均等なトルクでのペダリングを可能にし、筋疲労を抑制させることから (Theurel, et

al., 2012)、min F/max F の割合の増加は均一な力の発揮によるペダリングを生み、下肢の筋疲労を抑制させて持続的な高いパワーの発揮に貢献した可能性がある。また、「引き上げ」という動作によって膝関節屈曲トルクが増大して股関節伸展筋の活動が高められ (林, 2014)、高いパワーの発揮につながった可能も考えられる。

最大パワー発揮までと発揮後の速度維持局面のペダリングを使い分けることでスプリント能力を向上させることができる可能性がある。

【身体部位での引き上げの及ぼす影響】

指示なしと各身体部位での引き上げにおいて各項目間で有意差は認められなかったが、どの選手も何れかの試技で min F/max F の割合や体重あたりの平均パワーが増加したことから、個々人に応じた指示内容を用いる必要性が示唆された。

IV 結論

【4 時引上げの結果】

指示なしよりも min F、min F/max F の割合、体重あたりの平均パワーで有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

【4 時引上げの及ぼす影響】

移行期の min F が大きくなることで、切り返しがスムーズに行われ、持続的なパワー発揮が可能になった。4 時引上げは速度維持局面に有効な技術であると言える。

【身体部位での引き上げの結果】

指示なしおよび各試技間で有意差は認められなかった。身体部位を用いた指示では、個々人の身体感覚や認識を考慮する必要があると言える。

以上のことより 4 時引上げは全力ペダリングの速度維持局面におけるペダリング技術およびパワーの発揮に影響を及ぼした。

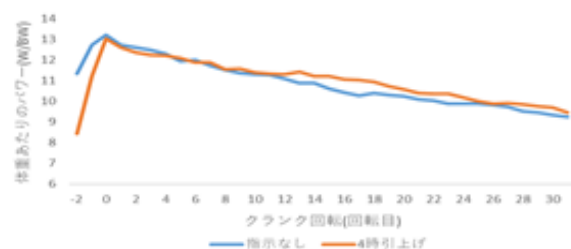


図 2 指示なしと 4 時引上げの全力ペダリング区間における体重あたりのパワーの変化