

ハムストリングスの肉離れを発症した陸上競技短距離選手に対する
早期復帰のためのリハビリテーショントレーニング
-自転車エルゴメータを用いた間欠的ペダリングの効果-

奈良春樹, 吉本隆哉, 山本正嘉
鹿屋体育大学

キーワード: 疾走, スプリント, 400m 走, 故障, 怪我, クロストレーニング

[要 旨]

本事例は、ハムストリングスの肉離れを発症した陸上競技短距離選手 1 名を対象に、リハビリテーション中の自転車エルゴメータを用いた間欠的トレーニングが、競技復帰後の疾走能力に与える影響を明らかにすることを目的とした。被検者は、平成 25 年 5 月 6 日(故障①)および 7 月 6 日(故障②)の練習において、疾走中、ハムストリングスに同程度の肉離れ(I 度)を起こした 400m 走を専門とする大学男子陸上競技短距離選手であった。

故障①から 20 日間は、1 週間ほど腹筋および背筋などの補強トレーニングを行い、その後の 2 週間程度は軽いジョギングと痛みを感じない程度の疾走を行った(通常期間)。一方、故障②から 20 日間は、1 週間ほど故障①後と同様のトレーニングを行い、その後の 2 週間は電磁ブレーキ式の自転車エルゴメータを用いて、5 秒間の全力ペダリング運動を 10 秒間の休憩時間をはさんで 10 本行う運動を、セット間 10 分の休憩をはさんで 10 セット行った(自転車トレーニング期間)。トレーニングは 2 週間で計 7 回実施した。

その結果、通常期間の前後では 300m 走, 400m 走および 4×400m 走における疾走パフォーマンスに向上は認められなかった。これに対して、自転車トレーニング期間後ではすべての疾走パフォーマンスが改善し、全力ペダリング能力も大きく増大していた。

以上のことから、肉離れからのリハビリテーションの過程で自転車エルゴメータを用いた間欠的トレーニングを導入することで、復帰後の体力の低下を抑制するとともに、疾走パフォーマンスを向上させる上でも有効であることが明らかとなった。

スポーツパフォーマンス研究, 6, 289-299, 2014 年, 受付日:2014 年 7 月 19 日, 受理日:2014 年 12 月 18 日

責任著者: 吉本隆哉 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1 番地 鹿屋体育大学

yoshimoto@nifs-k.ac.jp

**Rehabilitation of a sprinter who had strained his hamstring:
intermittent pedaling using a bicycle ergometer**

Haruki Nara, Takaya Yoshimoto, Masayoshi Yamamoto
National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: run, sprint, 400-m run, hamstring injury, cross training

[Abstract]

The present study aimed to clarify effects of intermittent training using a bicycle ergometer in order to rehabilitate a sprinter who had strained his hamstring. The participant was a male university sprinter who specialized in the 400-meter run. He first injured his hamstring on May 6, 2014 (injury 1) and then had a similar injury on July 7 (injury 2).

During the first 20 days after injury 1, the runner did reinforcing training of the abdominal muscles and back muscles for 1 week, then light jogging and running without feeling pain for 2 weeks (normal period). After injury 2, he did the same training as after injury 1 for 1 week, and then did pedaling training using an electromagnetic-brake-type bicycle ergometer for 2 weeks. This latter training consisted of full power pedaling for 5 seconds, repeated 10 times with 10-second rest intervals. This cycle was repeated 10 times with 10-minute rest intervals (bicycle training period). The training was conducted 7 times during 2 weeks.

After the normal period, no improvement was observed in his 300-meter, 400-meter, and 4 x 400-meter runs. On the other hand, after the bicycle training period, his performance improved in all runs, and his full power pedaling ability also increased greatly.

These results suggest that intermittent training using a bicycle ergometer may be effective for maintaining physical strength and for improving running performance during a rehabilitation period after a strained hamstring.

I.問題提起

短距離走では、ハムストリングスの肉離れの発症率が高い(高澤, 1994)。肉離れは、筋線維が断裂することであり、I 度の肉離れは、個々の筋線維が部分的に断裂している状態であり、力が入るものの筋活動に痛みを伴う。II 度の肉離れは、部分的な断裂で筋力は低下し、筋活動に痛みを伴う。III 度の肉離れは、筋線維が完全に断裂している状態で、力が入らず、筋活動では痛みを感じないといったように、その程度によって分類される(Baechle, 2010)。

短距離疾走中に起こる肉離れは、接地前に膝を伸ばした姿勢で着地する局面で、股関節が屈曲姿勢、膝関節が伸展する時期に受傷していることが多いと示唆されている(向井, 2010)。スポーツ現場において肉離れを発症した選手は、完治まで2週間から1ヶ月程度の時間を要し、その期間は腹筋や背筋といった脚を使わない補強トレーニングから、痛みを感じない程度の歩行、ジョギング、流しといったように徐々に疾走のスピードを高め、肉離れのリハビリテーションを行っている。しかし、怪我の影響によって練習強度を高めることができないため、故障明けの疾走パフォーマンスは低下していることが多い。そのため、疾走パフォーマンスを損傷前の状態まで戻すためには、さらに長い時間(1~3ヶ月程度)を要する。

II.本事例の研究目的

陸上競技短距離種目である400m走は、パフォーマンスの向上に無酸素性および有酸素性作業能力が重要な要素となり、スポーツ現場では両者の能力を向上させるために様々な取り組みが行われている。その中のトレーニングの1つとして、間欠的運動が挙げられる(山本, 1985, 1994; 山本と金久, 1989, 1990; 金久, 1994; 山本ら, 1994, 1995; 吉岡, 2010; 吉岡ら, 2005, 2010; Tanisho and Hirakawa, 2009)。間欠的運動は、5~10秒程度の全力の疾走やペダリング運動、10~20秒程度の休息を10セット前後行うものである(山本, 1985, 1994; 山本と金久, 1989, 1990; 金久, 1994; 山本ら, 1994, 1995; 吉岡, 2010; 吉岡ら, 2005, 2010; Tanisho and Hirakawa, 2009)。

このトレーニングは、無酸素性パワー、乳酸系および有酸素系作業能力を改善させ、中長距離選手の走パフォーマンスを向上させることも報告されている(Fitzgerald, 2001; Sparks, 1996; 吉岡, 2008; Tanisho and Hirakawa, 2009)。また、スポーツ現場では400m走のパフォーマンス向上にもつながると考えられている。

間欠的運動は、主に疾走や自転車といった運動様式によって行われている(山本, 1985; 山本と金久, 1989, 1990; 山本ら, 1994, 1995; 吉岡, 2010; 吉岡ら, 2005, 2010; Tanisho and Hirakawa, 2009)。いずれの場合も、主に臀筋、大腿四頭筋、ハムストリングスおよび下腿三頭筋を活動させることによって運動を行うが(Jorge and Hull, 1986; Mero and Komi, 1994)、運動中の筋の活動様式は異なる。すなわち、疾走は主に筋腱が伸張され、短縮することで力発揮を遂行する伸張-短縮サイクル(Stretch-Shortening Cycle: SSC)によって動作を行っている(図子ら, 2007)のに対し、自転車運動は、ペダルを押す際に筋が短縮することで力発揮を遂行する短縮性筋活動によって動作を遂行している(吉岡ら, 2008)。

以上のことから考えると、自転車運動は疾走と類似した筋を動員させるが、疾走と比較してハムストリングスの伸張性筋活動が少ないといえる。したがって、筋への負担が低く、無酸素性パワー、乳酸系お

よび有酸素性作業能力を向上させることができる自転車エルゴメータを用いた間欠的運動は、故障からの復帰を目的としたリハビリテーショントレーニングとして活用できる可能性がある。

そこで本事例は、2ヶ月間で2回ハムストリングスの肉離れを発症した400m走を専門とする陸上競技短距離選手1名を対象として、1回目の故障後は、従来通りのリハビリトレーニングを、2回目の故障後は自転車を加えたトレーニングを行わせ、復帰後の疾走能力に与える影響を明らかにすることを目的とした。

III.方法

1. 被検者

被検者は、400m走を専門とする大学男子陸上競技短距離選手1名(年齢21.2歳,身長181.1cm,体重72.4kg)とした。

この被検者は、2ヶ月間で2回(平成25年5月6日:故障①,および7月6日:故障②)の練習において、疾走中にハムストリングスの肉離れを発症した。故障①および②ともに柔道整復師から筋挫傷(肉離れI度)と評価された。故障をきたす前の被検者は、400m走の自己ベスト記録が50.99秒であり、地方大会出場レベルであった。被検者には、予め本研究の趣旨と内容について説明し、実験参加への同意を書面で得るとともに、データの発表について了承を得た。

2. 症例の提示とリハビリテーションプロトコル

本事例における時間経過および各期間のトレーニング内容を表1に示す。被検者は、故障①の後(5月6日から5月26日の20日間:通常期間)と故障②の後(7月6日から7月26日の20日間:自転車トレーニング期間)にわたり、競技復帰に向けてリハビリテーションを行った。

表1. 本事例の故障中のトレーニングメニュー

故障①	通常期間(20日間) ・ 腹筋および背筋などの補強トレーニング(1週間) ・ 軽いジョギング・痛みを感じない程度の疾走(2週間)
故障②	自転車トレーニング期間(20日間) ・ 腹筋および背筋などの補強トレーニング(1週間) ・ 5秒間の全力ペダリング運動を10秒間の休憩時間をはさんで10本10セット。セット間10分(2週間で計7回)

通常期間では、故障後1週間ほど腹筋および背筋などの補強トレーニングを行い、その後の2週間程度で軽いジョギングと痛みを感じない程度の疾走を行った。一方、自転車トレーニング期間では、故障後1週間ほど前回の故障期間と同様のトレーニングを行い、その後の2週間は電磁ブレーキ式の自転車エルゴメータ(Combi社製,パワーマックスVIII)を用いて間欠的トレーニングを行った(図2)。

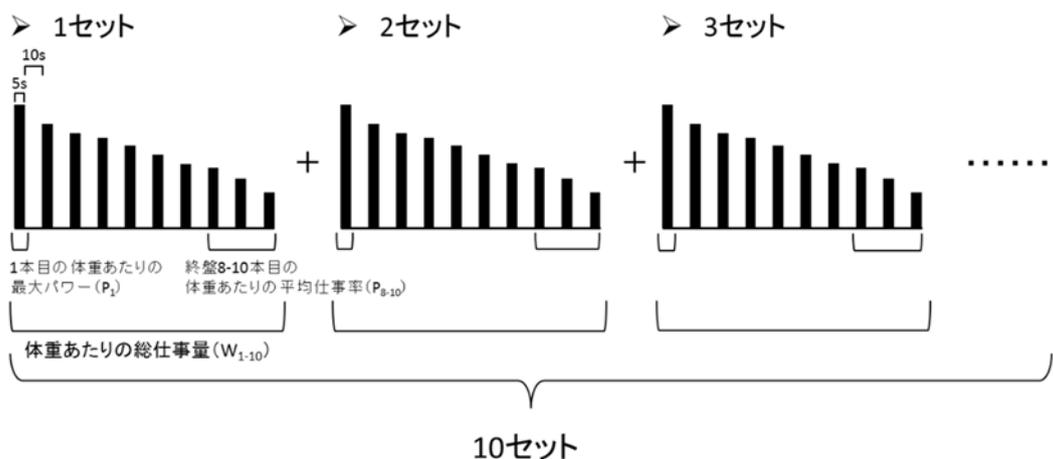


図2. 本事例における自転車トレーニングの方法

なお、被検者の内省として故障①および②直後のハムストリングスの痛みは安静時および歩行時において疼痛が生じ、全力疾走は行えない状況であった。故障1週間後は、疾走速度を高めると痛むが、軽いジョギングおよび自転車ペダリングでは全く痛みが生じないと報告を受けた。また、故障①と故障②は競技復帰までの3週間程度の時間を要した。

間欠的トレーニングは、十分なストレッチングと軽いジョギングを行った後、自転車エルゴメータ上にて、5秒間の全力ペダリング運動を10秒間の休憩時間をはさんで10本行った(ペダリングトレーニング)。この運動を1セットとして、セット間に10分間の休息をはさみ、計10セット行った。このトレーニングを2週間で計7回実施した。自転車エルゴメータのサドルの高さは、被検者が最もペダリングしやすい位置にセットし、トゥクリップを装着させた。ペダルの負荷値は、被検者の体重を基準とした相対負荷(体重の7.5%)を用いた。測定値は自転車エルゴメータに付属するミニコンピュータにより算出し、ディスプレイに表示される値から各本数およびセット毎の最大パワーおよび平均パワーを検者が読み取り記録した。

測定結果は、山本ら(1995)の知見に基づき、1本目のパワーを瞬発的なパワー(P_1)、8-10本目の平均パワーを持久的なパワー(P_{8-10})、1-10本目の総仕事量を瞬発力および持久力を含む総合的なパワー(W_{1-10})とみなすこととした。

3. 疾走パフォーマンス

故障①と故障②のリハビリテーショントレーニングの効果を比較するために、故障①、故障②の前後で行われた疾走記録を抽出した。3月30日および9月22日の400m走タイムは日本陸連で定められた規定に準ずる公式大会での記録であった。

300m走、400m走および4×400mリレーのタイムは、ハイスピードカメラ(CASIO社製、EX-F1、撮影速度60Hz、シャッタースピード1/1600s)で撮影し、撮影した映像から400m走および4×400mリレーにおける200m地点およびゴールまたはバトンパスまでのラップタイムを、300m走ではスタートからゴールまでのタイムをストップウォッチ(SEIKO社製、インターバルタイマー)で計測した。具体的な計測日は、300m走が2013年3月28日、6月20日および8月3日、400m走が2013年3月30日、6月9日および2013年9月22日、4×400mリレーが2013年5月3日、2013年6月8日および2013年9月

21 日であった。

IV.結果

1. 自転車エルゴメータにおける全力ペダリング能力の変化

図 3 は、10 セットのペダリングトレーニングを行ったときの P_1 について、10 回分の平均値を求めたものである。 P_1 は、1 回目から 3 回目で減少し、5 回目にかけて増大した後、7 回目までほぼ同じ値で推移した。1 回目および 7 回目における P_1 の平均値は、 $11.9 \pm 0.6 \text{W/kg}$ および $12.7 \pm 0.7 \text{W/kg} (+0.8 \text{W/kg})$ であった。

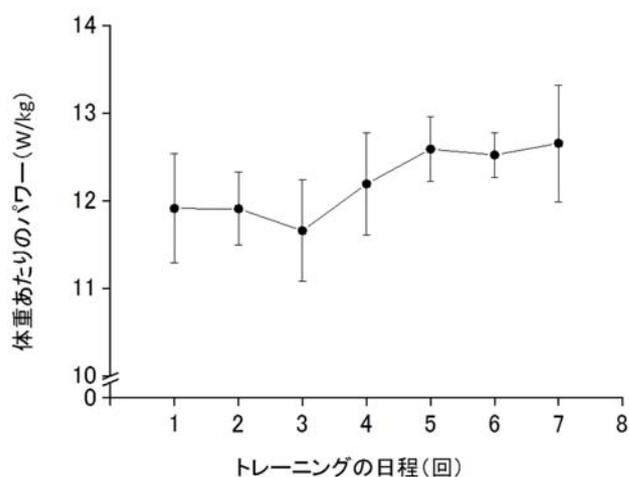


図3. トレーニングの経過に伴う P_1 の変化

図 4 は、10 セットのペダリングトレーニングを行ったときの P_{8-10} について、10 回分の平均値を求めたものである。 P_{8-10} は、1 回目から 3 回目までほぼ同じ値で推移した後、5 回目にかけて急激に増大した。その後、6 回目に減少し、7 回目で増大した。1 回目および 7 回目における P_{8-10} の平均値は、 $6.8 \pm 0.3 \text{W/kg}$ および $7.5 \pm 0.4 \text{W/kg} (+0.7 \text{W/kg})$ であった。

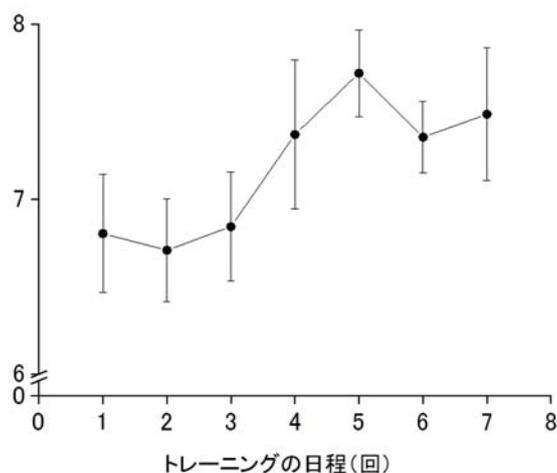


図4. トレーニングの経過に伴う P_{8-10} の変化

図5は、10セットのペダリングトレーニングを行ったときの W_{1-10} について、10回分の平均値を求めたものである。全セットにおける体重あたりの総仕事量は、1回目から3回目にかけてほぼ同じ値で推移し、5回目にかけて急激に増大した。その後、6回目および7回目に5回目に比べ多少低い値を示した。1回目および7回目における W_{1-10} は $72.4 \pm 2.9 \text{ J/kg}$ および $78.0 \pm 2.8 \text{ J/kg}$ (+5.6 J/kg) であった。

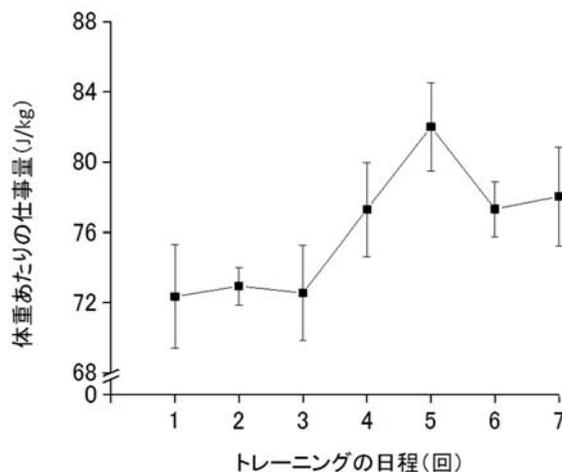


図5. トレーニングの経過に伴う W_{1-10} の変化

2. 通常期間および自転車トレーニング期間前後の疾走能力の変化

2つのリハビリテーション期間の前後に行われた300m走、400m走および4×400mリレーの結果を図6に示す。300m走の疾走タイムは、故障前が36.77秒、故障①のリハビリテーション後が38.65秒、故障②のリハビリテーション後が35.80秒であった。400m走(200m通過タイム)の疾走タイムは、故障前が50.99(23.71+27.28)秒、故障①のリハビリテーション後が56.18(24.92+31.26)秒、故障②のリハビリテーション後が50.68(23.91+26.77)秒であった。4×400mリレーのラップタイム(200m通過タイム)は、故障前が51.07(23.40+27.67)秒、故障①のリハビリテーション後が51.37(24.88+26.49)秒、故障②のリハビリテーション後が50.30(24.36+25.94)秒であった。

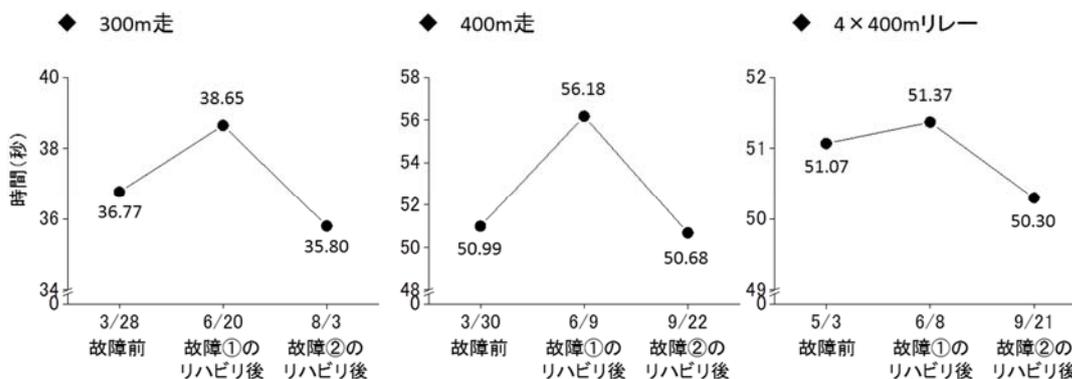


図6. 通常期間および自転車トレーニング期間前後の疾走記録の変化

V. 考察

本事例は、ハムストリングの肉離れを発症した 400m 走を専門とする陸上競技短距離選手を対象に、リハビリテーション中の自転車エルゴメータを用いた間欠的運動によるトレーニングが、競技復帰後の疾走能力に与える影響を明らかにした。故障をきたす前の被検者は、400m 走の自己ベスト記録が 50.99 秒であり、地方大会出場レベルであった。

被検者は、平成 25 年 5 月 6 日(故障①)および 7 月 6 日(故障②)の練習中にハムストリングスの肉離れを発症した。故障①後は、1 週間ほど腹筋および背筋などの補強トレーニングを行い、その後の 2 週間程度で軽いジョギングと痛みを感じない程度の疾走を行った。故障部位に違和感なく練習に復帰できたのは、5 月 27 日からであった。

故障①前後の 300m 走、400m 走および 4×400m 走のタイムは、すべてのタイムで故障後が故障前を上回っており、特に 400m 走では、5.19 秒タイムが増加していた(図 5)。400m 走における 200m 毎のタイムをみると、前半の 200m で 1.21 秒、後半の 200m で 3.98 秒タイムが増加しており、後半の失速が疾走パフォーマンスに特に影響していた。これらのことから、スポーツ現場で通常行われているリハビリテーションでは、短距離疾走能力が低下し、その後、故障前までパフォーマンスを戻すためには長い時間を要することが示唆された。

故障②後は、1 週間ほど前回の故障期間と同様のトレーニングを行い、その後の 2 週間は電磁ブレーキ式の自転車エルゴメータを用いて 5 秒間の全力ペダリング運動を 10 秒間の休憩時間をはさんで 10 本 10 セットの間欠的トレーニングを行った。その結果、全力ペダリング能力は、1 日目から 3 日目にかけてほぼ同じ値で推移し、3 日目から 5 日目にかけて大きく増大した。(図 3, 4 および 5)。

これまで、間欠的トレーニングを行った研究では、最大無酸素性パワーおよび乳酸系および有酸素性作業能力、走パフォーマンスが改善したと報告されている(Fitzgerald, 2001; Sparks, 1996; 吉岡, 2008; Tanisho and Hirakawa, 2009)。本事例では、最大無酸素性パワーの向上はデータから確認できたが、乳酸系および有酸素性作業能力については直接測定していない。この点について、選手の内省を確認したところ、1 日目ではセット毎の後半に脚でペダルを回せなくなり、強度が下がる感覚があったが、自転車トレーニングを重ねることで、ペダルを比較的高い回転で維持でき、強度が下がらない傾向にあったと述べている。また、山本と金久(1990)は、間欠的な全力運動における総仕事量と最大酸素摂取量との間には、有意な相関関係があったと報告している。以上のことを考えると、最大無酸素性パワーとあわせて、乳酸系や有酸素性作業能力の改善が認められた可能性がある。

7 月 6 日の故障②を起こした後、故障部位に違和感なく疾走することができたのは、7 月 27 日からであった。自転車トレーニング期間の故障前後の 300m 走、400m 走および 4×400m リレーのタイムは、すべてのタイムで故障前を故障後が短縮し、さらに自己ベスト記録(300m 走:36.77-35.80 秒, 400m 走:50.99-50.68 秒, 4×400m リレー:51.07-50.30 秒)を更新した。また、自転車トレーニング期間前の被検者は、400m 走において地方大会出場レベルであったが、自転車トレーニング期間後、初の地方大会準決勝進出を果たした。400m 走における 0-200m および 200-400m のタイムに目を向けてみると、故障前が 23.71 および 27.28 秒、故障②のリハビリテーション後が、23.91 および 26.77 秒であった。400m 走に着目すると、故障前と比較して、特に後半の疾走パフォーマンス(vs. 通常期間前:0.51 秒)が向上した。4×400m リレーのラップタイムでも同様の傾向が認められた(vs. 通常期間前:1.73 秒)。選手

の内省報告においても、自転車トレーニング期間前の400m走は、レースの後半で疾走速度が著しく低下し、他の選手に抜かれてしまうことが多かったが、自転車トレーニング期間後は、400m走の後半で他の選手を突き放すことが多くなったと述べている。図4および5に示すように、 P_{8-10} および W_{1-10} は、初日と比較して著しく向上した。このような、間欠的運動の全体、そして後半部分のパワーの増大が、400m走の後半の疾走能力の向上に繋がったと考えられる。

また、間欠的トレーニングが非常に苦しいトレーニングであったことから、400m走への恐怖心がなくなり、前半から疾走速度を高めても後半に絶対に抜かれないという自信も付いたと報告している。これらのことから、本事例で用いた間欠的トレーニングは、主に400m走後半の疾走パフォーマンスを改善させ、400m走の競技力向上に繋がること示唆された。

疾走は、伸張-短縮の素早い繰り返してであるSSCによって動作が遂行される(図子ら, 2007)。これに対し、自転車運動は、短縮性の筋活動によって動作が遂行される(吉岡ら, 2008)。本事例では、これらの報告を踏まえて、疾走と比較して自転車運動は筋への負担が低く、故障から復帰へのリハビリテーションとして活用できる運動であると考えた。その結果、故障②の後には、故障前よりもさらにより成績を出すことができた。したがって、本トレーニングは、競技復帰に向けたリハビリテーショントレーニングとして有効であると考えられる。

本トレーニングは短縮性の筋活動のみの運動であることから、SSCの走運動を行う際に肉離れ等の怪我をする危険性が高まるという考え方もあるかもしれない。しかし、故障②から自転車トレーニング期間を経て復帰した後、特にハムストリングスに故障はなく、400m走より疾走速度が高まる100m走に出場しても肉離れの発症はなかった。以上のことから、自転車トレーニングを行うことでハムストリングスが再度肉離れする危険性は、通常のリハビリテーションと比較しても大きくはないと推察される。

本研究は、被検者1名を対象としており、ハムストリングスに肉離れを発症した選手すべてに本研究の結果が当てはまるのかを明らかにすることはできない。しかし、本研究の結果から、実際に疾走能力が向上した事例が存在することは、トレーニング法やコーチング法に生かせる有用な知見であると考えられる。

なお本研究の被検者は、これまでも自転車ペダリングによる間欠的運動を練習で取り入れていた。しかし、ハムストリングスの肉離れを発症する前は、他の練習も行っていたため、2週間に1回程度の頻度であった。一方、故障を機に本研究で採用した2週間で7回という頻度で集中的な間欠的トレーニングを実施し、短距離走における自己記録を更新することができた。このことから、本トレーニングは故障の有無に関わらず、疾走能力、およびそれに起因する最大無酸素性パワー、乳酸系および有酸素性作業能力を向上させるトレーニングとして有効であると推察される。したがって、故障をしていない陸上競技短距離選手を対象として、このように集中的な間欠的トレーニングを行うことも競技力の向上に有益である可能性がある。

一方で、本事例はMRIや超音波検査などによる医師の診断を受けていないことから、医学的診断として故障①と故障②のハムストリングスの肉離れがI度であったかは不明である。このことから、故障①と故障②の損傷度合いが同程度であったかを本事例から明らかにすることはできない。さらに奥脇(2010)は、修復が不十分なままの復帰は再発しやすいことを指摘している。このことから、故障②は故障①の再発であった可能性も否定できない。したがって、今後リハビリテーションとして本事例を活用する場合

は、これらの点を留意したうえで使用する必要がある。

VI. 結論

本事例は、ハムストリングの肉離れを発症した400m走を専門とする陸上競技短距離選手1名を対象に、リハビリテーション中の自転車エルゴメータを用いた間欠的トレーニングが、競技復帰後の疾走能力に与える影響を明らかにした。その結果、全力ペダリング能力は改善し、復帰後の300m走、400m走および4×400mリレーの疾走パフォーマンスも故障をする以前よりも向上した。また、本事例で採用したトレーニングは、特に400mの後半の疾走能力に影響することが明らかとなった。以上のことから、肉離れからのリハビリテーションの過程で自転車エルゴメータを用いた間欠的トレーニングを導入することで、復帰後の体力の低下を抑制するとともに、疾走パフォーマンスを向上させる上でも有効であることが明らかとなった。

引用文献

- ・ Baechle TR, and Earle RW (2010) Third edition Essentials of strength training and conditioning. National Strength and Conditioning Association. pp. 577-579.
- ・ Fitzgerald M (2004) Role model. Runner's world guide to cross-training. Rodale Press and Performance. pp. 15-187.
- ・ 2 Jorge M, and Hull ML (1986) Analysis of EMG measurements during bicycle pedalling. J Biomech. 9: 683-694.
- ・ 金久博昭(1994) Anaerobics のトレーニング. Jpn J Sports Sci. 13:575-595.
- ・ Mero A, Komi PV.(1994) EMG, force and power analysis of sprint-specific strength exercises. J Appl Biomech 10: 1-13, 1994.
- ・ 向井直樹(2010)特集:肉離れのすべて:肉離れの発生機序(陸上競技). MB Orthop. 23:11-14.
- ・ 奥脇透(2010)特集:肉離れのすべて:肉離れの治療(保存). MB Orthop. 23:51-58.
- ・ Sparks K (1996) Cross-training. The runners book of training secrets. Rodale Press: Pennsylvania. pp. 84-89.
- ・ 田畑泉(1994)無酸素性エネルギーの定量法. Jpn J Sports Sci. 13:559-565.
- ・ 高澤晴夫(1994)肉離れ、競技種目別特徴. 臨床スポーツ医学, 11:22-25
- ・ Tanisho K, and Hirakawa K (2009) Training effects on endurance capacity in maximal intermittent exercise: comparison between continuous and interval training. J Strength Cond Res. 23: 2405-2410.
- ・ 山本正嘉(1985)全力ペダリング持続時の発揮パワー特性による非乳酸性、乳酸性、および有酸素性能能力の同時評価テストの開発:テストの妥当性についての検討. 国際武道大学研究紀要. 1: 87-96.
- ・ 山本正嘉(1994) Anaerobics と Aerobics の二面性をもつ運動をとらえるー間欠的運動のエナジェティクスー. Jpn J Sports Sci. 13:607-615.
- ・ 山本正嘉, 金久博昭(1989)間欠的な最大努力作業時におけるパワーの持続能力とエネルギー供

給能力の関係. 疲労と休養の科学. 4:87-96.

- ・ 山本正嘉, 金久博昭(1990)間欠的な全力運動の持久性に関する研究;無酸素性および有酸素性作業能力との関係. Jpn J Sports Sci. 9:526-530.
- ・ 山本正嘉(1994)Anaerobicsをどうとらえるか. Jpn J Sports Sci. 13:555-557.
- ・ 山本正嘉, 山本利春, 湯田一弘, 安ヶ平浩, 前河洋一, 岩壁達男, 金久博昭(1995)自転車エルゴメーターの間欠的な全力運動時の発揮パワーによる無酸素性, 有酸素性作業能力の間接評価テスト. トレーニング科学. 7:37-44.
- ・ 吉岡利貢, 篠田知之, 鍋倉賢治(2005)ランニングパフォーマンスに及ぼすクロストレーニングの効果;中・高強度自転車運動の導入. トレーニング科学. 17:57-68.
- ・ 吉岡利貢(2008)長距離ランナーにおける自転車トレーニング導入のガイドライン作成 ~異なるペダリング条件における筋活動様相の相違に着目して~. 上月スポーツ教育財団「スポーツ研究助成事業」. pp. 23-31.
- ・ 吉岡利貢(2010)長距離ランナーにおけるクロストレーニングの有効性. 陸上競技研究, 80: 2-12.
- ・ 吉岡利貢, 中垣浩平, 鍋倉賢治(2010)マラソンパフォーマンス向上のためのクロストレーニングの実践事例 - 自転車運動を用いた 8 週間の取り組みの成果について -. ランニング学研究. 21: 17-25.
- ・ 関子浩二, 永原隆, 石井泰光(2007)スプリントパフォーマンス向上に対するプライオメトリックスの可能性, スプリント研究, 17, 21-31.