

陸上競技長距離走選手が3ヶ月間にわたる下肢の故障期間に自転車および水中運動を用いて行った「積極的リハビリテーショントレーニング」の成功事例

平田圭¹⁾, 吉本隆哉²⁾, 山本正嘉¹⁾

¹⁾ 鹿屋体育大学

²⁾ 国立スポーツ科学センター

キーワード: 5000m 走, 怪我, 持久力, ランニング, 主観的運動強度

【要旨】

本事例は、下肢に痛みを感じて約3カ月間走トレーニングが行えなくなった陸上競技長距離走選手が、従来とは異なる考え方に基づいて「積極的リハビリテーショントレーニング」のプログラムを考案・実施することで、復帰後早期のうちに、5000m 走の自己ベスト記録を大きく更新した事例について報告するものである。

被検者は、平成25年8月8日の練習において、走トレーニング中、右脚足底部に足底筋膜炎を発症した5000m 走を専門とする大学男子陸上競技長距離走選手1名であった。リハビリテーショントレーニングとして、自転車エルゴメータ等を用いた自転車運動と水中運動を走トレーニングの運動強度と心肺の主観的運動強度とが一致するように意識して実施した。

その結果、復帰後20日目に3000m 走、28日目には5000m 走において自己ベスト記録を更新することができた。

以上の結果から、下肢の故障からのリハビリテーションの過程で、本事例で用いたような「積極的リハビリテーショントレーニング」を実施することで、体力低下を抑制できるだけでなく、復帰直後に走パフォーマンスを向上させうる可能性もあることが示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 8, 100-116, 2016年, 受付日: 2015年6月1日, 受理日: 2016年4月4日

責任著者: 吉本隆哉 115-0056 東京都北区西が丘3-15-1 国立スポーツ科学センター

takaya.yoshimoto@jpnssport.go.jp

* * * * *

Positive rehabilitation training for three months with bicycle and water exercise for a long-distance runner who had foot pain

Kei Hirata¹⁾, Takaya Yoshimoto²⁾, Masayoshi Yamamoto¹⁾

¹⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Japan Institute of Sports Science

Key words: 5000-m run, injury, endurance, long-distance running,
subjective motion strength

[Abstract]

The present study reports successful treatment of a long-distance runner who could not train for three months because of pain in his right foot. He was given a positive rehabilitation training program that was developed based on an unconventional idea, and, after his return to running, greatly improved his best record in the 5000-meter run.

The participant was a male university long-distance runner who specialized in 5000-meter runs. During training on August 8, 2014, he got plantar fasciitis in the bottom of his right foot. For three months after that, he received rehabilitation training including bicycle exercise using a bicycle ergometer and water exercise. The purpose of this was so that he could feel that his running training strength and subjective motion strength corresponded.

After the rehabilitation training, he improved his best record in the 3000-meter and 5000-meter runs 20 and 28 days respectively after his return to racing.

These results suggest that positive rehabilitation training after foot trouble may not only limit the decrease in physical strength but also improve the athlete's running performance after returning to the sport.

I. 問題提起

陸上競技中長距離走(以下, 中長距離走)では, 下肢の故障が多い. その要因の一つとして, 早朝練習および午後練習, 場合によってはさらに午前練習を行うなど 1 日の運動回数が多く, 運動時間および走行距離も長いことが挙げられる.

中長距離走現場において, 下肢に痛みを発症した選手は, 完治まで長い時間(場合によっては 3 ヶ月半から半年以上)を要することも多い. その期間はまず, 腹筋や背筋といった脚を使わない補強トレーニングを行う. その後, 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, 徐々に走トレーニングを導入する. また, それと並行して, 自転車エルゴメータや水中運動を用いた低強度から中強度のリハビリテーショントレーニングによって有酸素性作業能力維持を目的とした運動が一般的に行われている.

しかし, 故障の影響によって, 走トレーニングの練習強度を高めることは難しい. また体力を維持するために, 中長距離走現場では従来から自転車エルゴメータおよび水中運動によるトレーニングが行われているが, 運動強度が低強度から中強度であることが多いと思われ, 有酸素性作業能力の他にも走パフォーマンスに重要となる乳酸系能力を維持することができない可能性が大きい. 以上のことから, 故障明けには走パフォーマンスが大きく低下していることも多い. そして, 走パフォーマンスを故障前の状態まで戻すために, 長い時間を要してしまう場合もある.

このような問題を解決するためには, リハビリテーション期間中に, 体力を低下させず, 復帰後も早期に, 故障前のパフォーマンスに戻せるようなプログラムの開発が必要である.

II. 本事例の研究目的

著者は大学 1 年時から下肢の故障が多く, 前記のような問題に悩まされてきた. そこで, 今回著者自身が故障したことを機会として, 前記のような問題を解決するために, 独自のリハビリテーションプログラムを実施することとした. また, ここでは独自のリハビリテーショントレーニングを「積極的リハビリテーショントレーニング」(以下, 積極的トレーニングと記載する)と名付けた. その根拠とした先行研究を以下に記載する.

陸上競技長距離種目である 5000m 走は, パフォーマンスの向上に有酸素性および無酸素性作業能力, 乳酸系能力が重要な要素となり, 中長距離走現場ではそれら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, 自転車運動を中心としたクロストレーニングが挙げられる(吉岡, 2010, 2013). クロストレーニングとは, 専門とするスポーツの競技力向上のために, その他のスポーツあるいはトレーニングを行うことと定義され(Gary, 2002), 傷害の危険性を軽減するためのトレーニング手段として自転車, 水泳, インラインスケートおよびクロスカントリースキーなどが用いられている(Bloom, 1990).

長距離ランナーにおけるクロストレーニングの実践事例は海外のトップランナーを中心に数多く報告されており(Fitzgerald, 2004; Sparks, 1996), そのトレーニング効果を検討した研究も行われている(吉岡, 2010). 例えば, Mutton et al.(1993)や Flynn et al.(1998)は, 走トレーニングと自転車運動を組み合わせたクロストレーニングによって, 走パフォーマンスが向上したことを報告している. また, 吉岡ら(2005)は, 上記と同様の組み合わせによるトレーニングによって, 有酸素性作業能力に加えて, 無酸

素性作業能力(漸増負荷テストにおける最高血中乳酸濃度および等速性膝関節伸展筋力の持久性)や長距離走の走パフォーマンスに強く関与するハムストリングスの筋力(吉岡ら, 2009)を反映する等速性膝関節屈曲筋力も向上させることを示している. また, 一般大学生を対象に8週間の自転車トレーニングのみを行った結果, 走運動時の最大酸素摂取量が増加したという報告もなされている(吉岡ら, 2010).

自転車のみならず, 水中運動によるクロストレーニングの影響を明らかにした研究もいくつか存在する(Eyestone et al, 1993; Wilber et al, 1996; Bushman et al, 1997). また, 高橋(2007)は, 水泳および水中運動は, 陸上での回復運動より短時間で疲労回復ができたと報告している.

著者はこれまでにトライアスロンの経験(表1)があり, 陸上競技復帰直後の5000m走で自己ベストを更新している. このことから, 走, 自転車および水中運動のトレーニングを同時に行っていた時期もある. そのため, それぞれの運動が, 他の運動ではどの程度の運動強度か(例えば, 走運動時のこの運動強度は自転車運動ではこの程度といったように)をこれまでのトレーニング経験から主観的にある程度把握していた. また, これまでの中長距離走の競技経験と指導者との相談の上, 記録を更新する試合に向けて, どの時期に, どの程度の運動強度の練習が必要であるかを熟考し, その考えをもとにトレーニング計画を立てた.

表1. トライアスロン実施中の1週間のトレーニング例

| | 午前練習 | 午後練習 |
|---|--|------------------------|
| 月 | 40分～60分 jog(10～15km) | Free |
| 火 | 40分～60分 jog(10～15km) | クロール 30～50分泳 |
| 水 | Rest または軽いジョギング | Free |
| 木 | 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ(3.0～3.6kp) | クロール 100m×15もしくは400m×4 |
| 金 | Rest もしくは軽いジョギング | Free |
| 土 | 試合(スイム 1.5km, バイク 40km, ラン 10km)もしくはロードバイクでのロングライド(50km～80km 程度) | |
| 日 | 試合(スイム 1.5km, バイク 40km, ラン 10km)もしくはロードバイクでのロングライド(50km～80km 程度) | |

以上のことから, 下肢に故障を発症した場合であっても, 上記に示すような先行研究のトレーニングを参考にし, また, これまでの中長距離走およびトライアスロンの経験によって自転車運動を走運動時の練習強度と合わせ, 試合に向けたピリオダイゼーションを考え, トレーニングを行うことができれば, 故障復帰後の有酸素性および無酸素性作業能力および乳酸系能力を維持・増進し, 走パフォーマンスを向上できるのではないかと考えた.

そこで本事例は, 著者自身が約3ヶ月間, 下肢の故障によって走トレーニングが行えなくなった期間を利用して, 上記の考えをもとに実施した, 自転車運動および水中運動を中心とした積極的トレーニングの成果を観察することとした.

III. 方法

1. 被検者

被検者は、著者自身(5000m 走を専門とする大学男子陸上競技長距離走選手 1 名:年齢 20.7 歳, 身長 174.5cm, 体重 62.1kg)とした。

この被検者は、平成 25 年 8 月 8 日の練習において、走トレーニング中に右脚足底部に痛みを感じ、柔道整復師から、足底筋膜炎と評価を受けた。故障をきたす前の被検者は、5000m 走の自己ベスト記録(2012 年 12 月)が 14 分 57 秒 50, 故障直前(2013 年 7 月)の 5000m 走記録が 15 分 31 秒 39 であった。

2. リハビリテーショントレーニング計画

本事例における時間経過を図 1 に示す。被検者は故障の後、積極的トレーニング(リハビリテーション期間:8 月 9 日から 11 月 17 日の 100 日間)および通常トレーニング(通常期間:11 月 18 日から 12 月 14 日の 28 日間)を 12 月 15 日の試合に向けて行った。

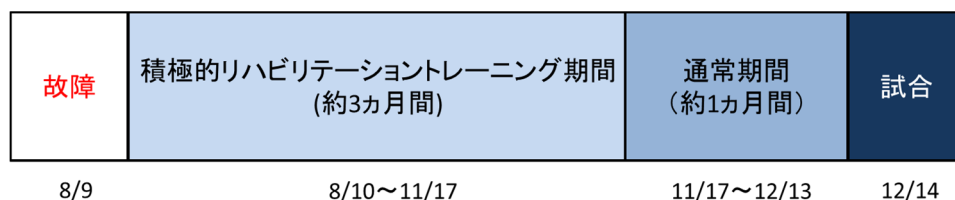


図 1. 本事例の時間経過

積極的トレーニング期間では、水中運動、走エルゴメータ(セノー社製, コードレス・クラブストライド 5100)および自転車エルゴメータ(Combi 社製, パワーマックス VIII;セノー社製, コードレスバイク V70i)を用いた運動を、走トレーニングの運動強度と心肺の主観的運動強度(以下心肺の RPE:Borg, 1970)が一致するように意識して実施した。さらに、走トレーニングのピリオダイゼーションを考慮し、積極的トレーニング期間の前半は運動強度が中程度のトレーニングを主として行い、試合が近づくにつれて高強度のトレーニングの割合を増加させた。その後、故障明け 28 日間は通常期間とし、走トレーニングを中心として、調整メニューを行った。なお、被検者の内省として故障直後の足底部の痛みは、歩行時において疼痛が生じ、走トレーニングはほとんど行えない状況であった。

自転車トレーニングは、十分なストレッチングを行った後、自転車エルゴメータ上および自転車にて、様々な強度と時間を設定して行った。走エルゴメータを用いた運動も同様に実施した。トレーニングの詳細は表 2 および表 3(巻末)に示す。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、被検者の心肺の RPE を基準とした負荷を用いた。故障期間前半(8 月~9 月中旬)は心肺の RPE が 12~14 程度の、ややきついと感じる強度で自転車運動を行った。試合が近づく故障期間後半(9 月中旬~10 月)には、心肺の RPE が 20(非常にきつい)に近くなるような高強度の自転車運動の割合を増加させた。

なお、強度の高い運動の合間に、疲労回復を目的とした心肺の RPE が 8 程度の、非常に楽な強度で水中運動を実施した。

表2. 本事例におけるリハビリテーショントレーニングの詳細

| トレーニング内容 | 負荷 | 主観的運動強度(心肺) | トレーニング目的 | 走トレーニングに置き換えた時のイメージ | 頻度前半/後半 |
|---------------------------------|-----------------------|-------------|----------------|---------------------|-----------|
| 10分間全力漕ぎ 1~2セット セット間5~10分 | 体重の4.8~5.8% | 18~20 | レースペースの強度に順応 | 3000m走のタイムトライアル | 週0~1/週2 |
| 1分全力漕+1分休×3 3~4セット セット間5分 | 体重あたり3.3w~5.0w | 16~18 | 乳酸系能力向上 | 400mのセット走 | 週0~1/週2 |
| 60分漕ぎ | 体重あたり3.0w~3.3w | 14 | 乳酸性作業閾値の走速度の向上 | LT時の走速度によるペース走 | 週3~4/週1~2 |
| 60分ビルドアップ漕ぎ | 体重あたり1.7w~4.2w | 12~14 | 有酸素作業能力向上 | 12kmのビルドアップ走 | 週3~4/週1~2 |
| 自転車走(40分) 自転車山登り走120分 | — | 12~14 | 有酸素作業能力向上 | ロングジョギング | 週3~4/— |
| 60分泳 | — | 8 | 疲労回復 | 疲労回復を意識 | 週1~2 |
| 3分全力漕+7分休×4 | Level 20(MAX) | 18~20 | 乳酸系能力向上 | 1000mのセット走 | 週0~1/週2 |
| 60分ビルドアップ | Level10から10分毎にLevel1+ | 13 | 有酸素作業能力向上 | 12kmのビルドアップ走 | 週3~4/週1~2 |
| 60分漕ぎ | Level 10 | 11 | 疲労回復 | 疲労回復を意識 | 週3~4 |

黒字・・・自転車エルゴメータ(Combi社製, パワーマックス VIII; セノー社製, コードレスバイク V70i)

赤字・・・自転車(Shimano社製)

青字・・・水中運動

緑字・・・走エルゴメータ(セノー社製, コードレス・クラブストライド 5100)

3. 走パフォーマンス

故障時の積極的トレーニングの効果を比較するために、自己ベスト記録および故障前後で行われた5000m走のタイムおよび練習中の3000m走のタイムを抽出した。自己ベスト記録(2012年12月15日)、故障前(2013年7月14日)、故障後(2013年12月15日)の5000m走タイムおよび3000m走の自己ベスト記録(2010年1月11日)、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。故障後の3000m走のタイムは、2013年12月7日に全天候型陸上競技場のトラックで3000m走タイムトライアルを行い、手首に装着した時計(CHR-100J-1JR, CASIO社製)によって計測した。また、5000m走中の1000m区間毎のラップタイムを同様の時計によって計測した。

IV. 結果および考察

本事例は、下肢に故障を発症した5000m走を専門とする陸上競技長距離走選手1名を対象に、これまでの陸上経験、トライアスロン経験および先行知見(吉岡, 2010, 2013)を参考に、積極的トレーニングを実施し、そのトレーニングが競技復帰後の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の5000m走の自己ベスト記録は、14分57秒50、故障直前が15分31秒39であったが、復帰後に14分38秒13に更新した(図2)。また、3000m走のこれまでの自己ベスト記録は8分59秒98であったが、復帰後に8分39秒(参考記録)に短縮した。このことから、本事例における積極的トレ

ニングは、故障によるパフォーマンスの低下を抑制し、復帰後の走能力の向上に役立つ有用なトレーニング法であったと可能性がある。

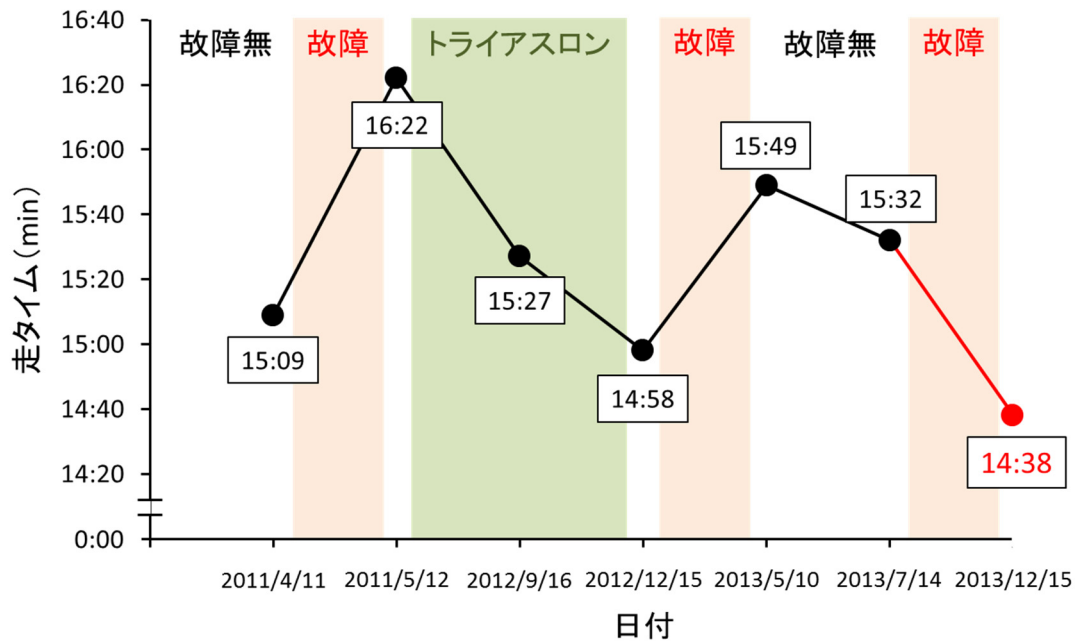


図2. 5000m 走記録の変遷

積極的トレーニングを行う以前の練習は、試合に向けて、走行距離およびセット数の多い高強度の走トレーニングを行っており、それらの要因と著者自身のコンディション、疾走フォームなどが故障を引き起こした原因であると推察される(表 3)。走運動時は下肢に大きな衝撃が加わり、故障個所に与える負担も大きかったが、本事例で用いた積極的トレーニングは、水中運動、自転車および脚の衝撃が少ない走エルゴメータを用いた運動であったことから、下肢に与える負担を抑制したうえで、走運動に必要な能力を高めることができたと推察される(表 2)。積極的トレーニング後の通常期間では、故障前と近い走行距離およびセット数を実施したが、積極的トレーニングによって走パフォーマンスに必要な能力が向上した可能性があり、それらのトレーニングをより高強度で実施できたことが示唆される。このことが、結果的に5000m 走で自己ベスト記録の更新に結び付けることができた要因の一つであると考えられる。したがって、故障によって走トレーニングを積むことができなくなったとしても、本事例で示したような走運動と主観的運動強度を合わせた別運動によるトレーニングを行うことがパフォーマンスの向上に繋がるものと推察される。

5000m 走は最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)が得られる走速度よりもやや低い速度でレースが展開される最大下強度の運動であり、最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)よりも OBLA 速度との間に高い相関関係を示すことが報告されている(Sjödín and Schele, 1979)。OBLA 速度は、血中乳酸濃度が 4mmol/l 程度の運動強度に値する時の走速度であり、この強度(走速度)を超えると、血中乳酸も急激に増大し、様々な疲労因子により走速度の維持が困難となる。したがって、5000m 走のパフォーマンスを向上させるためには、乳酸処理能力を高め、脂質代謝を亢進させることで乳酸カーブを右にシフトさせることが重要な要素の一つとなる。

本事例の積極的トレーニングは、自転車エルゴメータなどを用いた運動であった。自転車ペダリング運動は、筋内圧の増大に起因する血流の閉塞を起こしやすい特徴がある(Hicks et al., 1999)。また谷本ら(2011)は、5分間の最大サイクリング運動と、同一心拍負荷の5分間ランニング運動直後における血中乳酸濃度を比較した結果、サイクリング運動が有意に高値を示したことを報告している。このことから、同一負荷であっても自転車運動の方が、走運動よりも低い運動強度で、乳酸が出やすい可能性がある。このことから、走運動によるトレーニングよりも乳酸系能力の向上が促された可能性があり、乳酸処理能力の向上とともに、結果的に5000m走タイムの短縮につながったと考えられる。

水中運動について、高橋(2007)は、高強度の陸上運動後の回復運動としての水中運動が、脚の筋パワー、柔軟性、全身反応時間、筋硬度および筋痛を速やかに回復させたことを報告している。本事例では、心肺のRPEが8程度の非常に楽な水中運動を、高強度の自転車運動の合間に実施した。以上のことから、本事例においても、水中運動を実施することによって、強度の高い自転車運動で生じた疲労を速やかに回復させることができ、より強度の高いトレーニングを実施できた可能性が考えられる。

本事例では、走トレーニングが行えた場合のトレーニングと、リハビリテーショントレーニングのピリオダイゼーションを一致させ、試合が近づくにつれて運動強度の高い練習の割合を増加させた。関東強豪大学チームでは8月・9月の暑い時期に、避暑地や高地などで長期間中強度で走り込み、冬期シーズンの試合が近づくにつれて強度を増大させている(平塚ら, 2003; 野呂, 2012)。本事例の被検者は、故障により上記に示したような走り込みができなかったが、試合が近づくにつれて中強度から高強度の自転車運動等による練習を取り入れたことで、その代替ができたことが示唆される。また、表2に示す自転車運動の平均パワーや総仕事量は、積極的トレーニングを行うにつれて増大する傾向がみられた。このことから、試合の時期が近づくにつれて、運動強度を徐々に増大させることができた可能性がある。

故障前後の5000m走レースの1000m毎のラップタイムを図3に示す。これまで、吉岡ら(2005)は、5000m走の競技レベルの高い選手ほど、速度変化の少ない安定したペースを維持しており、特に1000mから2000mにかけてのペース低下が少ないことを示している。本事例の結果、これまでの自己ベストおよび故障前と比較して、復帰後のレースではペースの変化が少なく、先行研究(吉岡ら, 2005)で重要とされる1000mから2000mにかけてのペースが改善した(図3)。

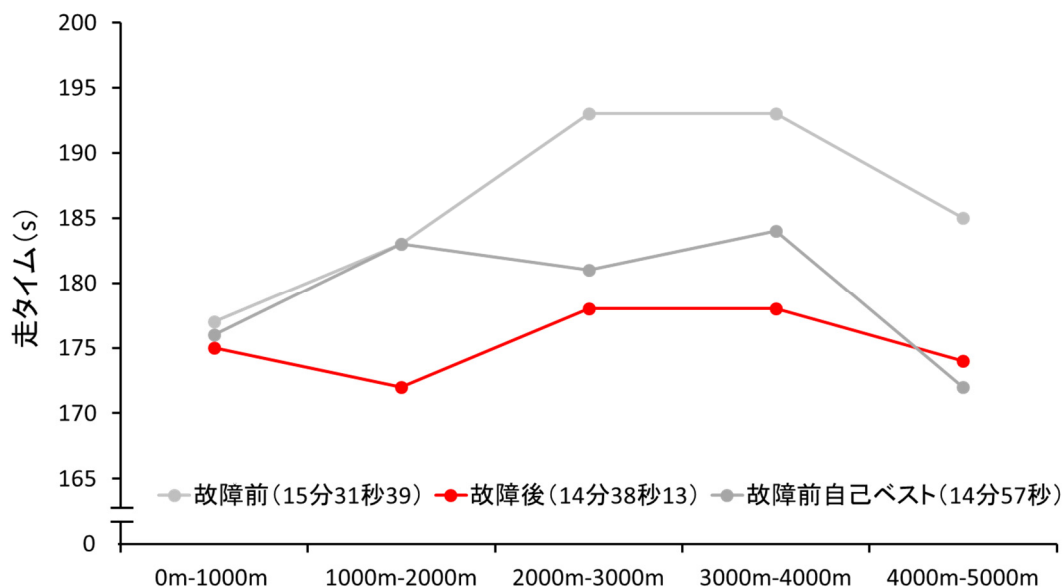


図3. 故障前後の5000m走レースの1000m毎のラップタイム

選手の内省報告としても、故障前の5000m走レースでは、1000mから2000mできつくなり始め、後半はレースにならなかつたと報告している。それに対し、復帰後は、スタート直後から自己ベストや故障前より速いペースで進めたにもかかわらず、持続的に余裕があり、レース中盤から後半のペースの低下も防ぐことができたと報告している。また、復帰後の3000m走タイムトライアルで、参考記録ではあるが、自己ベスト記録を更新したことで、自己のパフォーマンスが向上していると感じ、積極的なレース運びが行えたと述べている。このような要因の変化も、5000m走のパフォーマンスの改善に寄与した可能性がある。

自転車運動や水中運動は、走運動のような着地衝撃のある伸張-短縮運動(図子ら, 2007)と比較して、突発性障害が起こる可能性が少ない運動手段である(O'toole, 1992)。これらのことから、本事例で実施した自転車運動および水中運動は、筋や腱、関節等への負担が走運動と比較して低く、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。実際に、被検者は、走運動時においてトレーニングが遂行できないほど痛みを感じていたが、自転車運動や水中運動では痛みを感じなかった。したがって、本事例のトレーニングは、走運動時に痛みが強い選手の競技復帰に向けたトレーニングとして、有効であると考えられる。

本研究では被検者1名を対象としており、下肢を故障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。しかしながら、以上の結果から言えることとして、本事例において試みた手段は、より積極的なリハビリテーショントレーニングの一つの選択肢として、有用な知見を提供するものと考えられる。

V. 結論

本事例は、下肢に故障を発症した5000m走を専門とする陸上競技長距離走選手1名(著者自身)を対象に、約3ヶ月間のリハビリテーションにおいて、自転車エルゴメータ等を用いた自転車運動およ

び水中運動を, 高強度かつ, 走トレーニングに時におけるピリオダイゼーションも考慮しつつ, 水中運動および自転車運動を走トレーニング時の心肺の RPE と一致させて行った. このようなトレーニング後に, 走トレーニングに復帰し 28 日後の 5000m 走のパフォーマンスは故障前よりも大幅に向上した. 本事例で用いた積極的トレーニングは, 従来から陸上競技長距離走選手が下肢の故障時に行われることが多い低~中強度のリハビリテーショントレーニングの方法と比較して, 故障時の体力の低下を最小限に抑えるだけでなく, 走パフォーマンスを向上させる可能性もあることが示唆された.

引用文献

- ・ Bloom M (1990) Cross training. *Runner's World* 25: 46-58.
- ・ Borg G (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 2: 92-98.
- ・ Bushman BA, Flynn MG, Andres FF, Lambert CP, Taylor MS and Braun W (1997) A Effect of 4 wk of deepwater run training on running performance. *Med Sci Sports Exerc* 29: 694-699.
- ・ Gary TM, and George HM(訳) 梅林薫, 須田和裕, 畑山雅史(2002) 競技力アップのクロストレーニング. 大修館書店. pp. 2-5.
- ・ Eyestone ED, Fellingham G, George J, and Fisher AG (1993) Effect of water running and cycling on maximum oxygen consumption and 2-mile run performance. *Am J Sports Med* 21: 41-44.
- ・ Fitzgerald M (2004) Role model. *Runner's World Guide to Cross-training*. Rodale Press and Performance. pp. 15-187.
- ・ Flynn MG, Carroll KK, Hall HL, Bushman BA, Brolinson PG, and Weideman CA (1998) Cross training indices of training stress and performance. *Med Sci Sports Exerc* 30: 294-300.
- ・ Hicks A, McGill S, and Hughson RL (1999) Tissue oxygenation by near infrared spectroscopy and muscle blood flow during isometric contractions of the forearm. *Can. J. Appl. Physiol.* 24: 216-230.
- ・ 平塚潤, 櫛部静二, 堀居昭(2003) 大学駅伝選手の 1 年間のトレーニングがパフォーマンスに及ぼす影響について. 城西大学研究年報. 自然科学編. 27:101-111.
- ・ Mutton DL, Loy SF, Rogers DM, Holland GJ, Vincent WJ and Heng M (1993) Effect of run vs combined cycle/run training on $\dot{V}O_2\text{max}$ and running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 25: 1393-1397.
- ・ 野呂進(2012) 箱根駅伝ランナーの練習方法およびコンディショニングに関する研究. 専修大学社会体育研究所報 59. pp. 33-38.
- ・ 黄仁官, 上田大, 別府健至, 石井隆士, 水野増彦, 山田保(2009) 大学駅伝ランナーにおける 10000m 走及びハーフマラソンレース時の血中乳酸濃度に関する検討. *日本体育大学紀要.* 39 (1): 25-33.
- ・ O'Toole ML (1992) Prevention and treatment of injuries to runners. *Med Sci Sport Exerc* 24: S360-363.
- ・ 杉田正明, 松垣紀子, 小林寛道(1997) 大学陸上長距離選手におけるエネルギー供給系能力とパフォーマンス. *日本体育学会大会号.* 48. P. 260.

- Sjödin B and Schele R (1979) Anaerobic threshold in exercise and sports biology. International Series on Sports Science. 12. IL. 43-75.
- Sparks K (1996) Cross-training. The Runners Book of Training Secrets. Rodale Press: Pennsylvania. pp. 84-89.
- 高橋淳一郎 (2007) 運動後の疲労回復に及ぼす水泳および水中運動の効果. トレーニング科学. 19(3):217-224.
- 谷本道哉, 佐賀典生, 村出真一郎, 形本静夫 (2011) 5分間の最大自転車サイクリング運動時の筋の酸素環境・代謝環境の変化. 近畿大学. 生物理工学部紀要. 28(9):61-72.
- Wilber RL, Moffatt RJ, Scott BE, Lee DT, and Cucuzzo NA (1996) Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. Med Sci Sports Exerc. 28: 1056-1062.
- 吉岡利貢, 山本章, 高橋渉 (2005) 5000m 走パフォーマンスに及ぼすペース配分の影響. 陸上競技研究. 2005(1), 24-32, 2005-03.
- 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, 中垣浩平, 向井直樹, 鍋倉賢治 (2009) 筋の形態的特徴が長距離走パフォーマンスに及ぼす影響. 体育学研究. 54:89-98.
- 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.
- 吉岡利貢 (2013) ランナーのためのクロストレーニング. ランニング学研究. 24:61-74.
- 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.

表 3. 本事例におけるトレーニング

故障前期間

| 日付 | 曜 | 行事等 | 早朝練習 | 午前または午後練習 |
|-----------|---|-----------|---------------------|-----------------------|
| 2014/7/1 | 月 | | 30分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/2 | 火 | | 15分ジョギング | (1000m+300m) ×2 |
| 2014/7/3 | 水 | | 30分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/4 | 木 | | 30分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し |
| 2014/7/5 | 金 | | 30分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し |
| 2014/7/6 | 土 | 西日本インカレ | 15分ジョギング 100m 流し | 1500m 4分15秒97 |
| 2014/7/7 | 日 | | フリー | 30分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/8 | 月 | | 30分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/9 | 火 | | 15分ジョギング | 2400m+1200m+400m+400m |
| 2014/7/10 | 水 | | 40分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/11 | 木 | | 30分ジョギング 100m 流し 補強 | 30分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/12 | 金 | | 20分ジョギング 100m 流し 補強 | 1000m×2 |
| 2014/7/13 | 土 | | 20分ジョギング 100m 流し 補強 | 20分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/14 | 日 | 佐賀県長距離記録会 | 20分ジョギング 100m 流し | 5000m 15分31秒59 |
| 2014/7/15 | 月 | | フリー | フリー |
| 2014/7/16 | 火 | | 40分ジョギング 100m 流し 補強 | 40分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/17 | 水 | | 60分集団走+200×3 | 40分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/18 | 木 | | 40分ジョギング 100m 流し 補強 | 10000m ペースランニング |
| 2014/7/19 | 金 | | 40分ジョギング 100m 流し 補強 | 40分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/20 | 土 | | 20分ジョギング 100m 流し | 山走 12km |
| 2014/7/21 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/7/22 | 月 | | 300m+200m×5 | 40分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/23 | 火 | | 40分ジョギング 100m 流し 補強 | 50分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/24 | 水 | | 60分集団走+200m×3 | 50分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/25 | 木 | | 50分ジョギング 100m 流し 補強 | 50分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/26 | 金 | | 50分ジョギング 100m 流し 補強 | 50分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/27 | 土 | | 20分ジョギング 100m 流し | 山走 12km |
| 2014/7/28 | 日 | | フリー | フリー |

| | | | | |
|-----------|---|--|---------------------|-----------------------------|
| 2014/7/29 | 月 | | 40分ジョギング 100m 流し 補強 | 40分ジョギング 100m 流し 補強 |
| 2014/7/30 | 火 | | 20分ジョギング 100m 流し | 4800m+3200m+1200m+800m+400m |
| 2014/7/31 | 水 | | 50分ジョギング 100m 流し 補強 | 50分ジョギング 100m 流し 補強 マッサージ |
| 2014/8/1 | 木 | | 30分ジョギング | 補強 |
| 2014/8/2 | 金 | | 補強 | 治療 |
| 2014/8/3 | 土 | | 補強 | 補強 マッサージ |
| 2014/8/4 | 日 | | フリー | 治療 |
| 2014/8/5 | 月 | | 20分ジョギング | 補強 アイシング |
| 2014/8/6 | 火 | | 補強 | 補強 |
| 2014/8/7 | 水 | | 補強 | 補強 |
| 2014/8/8 | 木 | | 補強 | 治療 |

積極的トレーニング期間

| 日付 | 曜 | 行事等 | 早朝練習 | 午前または午後練習 |
|-----------|---|-----|---------------------------------|-----------------------------|
| 2014/8/9 | 金 | | フリー | アイシング |
| 2014/8/10 | 土 | | アイシング | 入浴療法 |
| 2014/8/11 | 日 | | フリー | 補強 |
| 2014/8/12 | 月 | | フリー | 治療 |
| 2014/8/13 | 火 | 夏合宿 | 自転車エルゴメータ 60分 (130w ~ 200w) | 移動 |
| 2014/8/14 | 水 | | 補強 自転車ロード走 (40分) | 水泳 (60分クロール) |
| 2014/8/15 | 木 | | 自転車ロード走 (100分) | フリー |
| 2014/8/16 | 金 | | 自転車ロード走 (40分) 補強 | 自転車山登りロード走 (120分) 補強 |
| 2014/8/17 | 土 | | 補強 自転車山登りロード走 (120分) 30分ウォーク | フリー |
| 2014/8/18 | 日 | | 自転車山登りロード走 (120分) 補強 | 水泳 (60分クロール) |
| 2014/8/19 | 月 | | 補強 自転車ロード走 (40分) | 移動 |
| 2014/8/20 | 火 | | 帰省 | フリー |
| 2014/8/21 | 水 | フリー | | フリー |
| 2014/8/22 | 木 | フリー | | フリー |
| 2014/8/23 | 金 | フリー | | フリー |
| 2014/8/24 | 土 | フリー | | フリー |
| 2014/8/25 | 日 | フリー | | フリー |
| 2014/8/26 | 月 | | 補強 | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10) |
| 2014/8/27 | 火 | | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10 ~ 15) | 自転車エルゴメータ 45分 (130w ~ 250w) |
| 2014/8/28 | 水 | | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10) | アイシング 入浴療法 |

| | | | | |
|-----------|---|-----------|---|---|
| 2014/8/29 | 木 | | 60分ウォーク 補強 | 自転車エルゴメータ 30分 (120w) + [(1分間全力漕ぎ (200w ~ 300w) + 1分休息) × 3] × 3 (セット間 5分) |
| 2014/8/30 | 金 | | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10) | 自転車エルゴメータ 60分 (130w ~ 200w) |
| 2014/8/31 | 土 | | 60分ジョギング | 走エルゴメータ 80分 (レベル 10) マッサージ |
| 2014/9/1 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/9/2 | 月 | | 80分ジョギング | アイシング |
| 2014/9/3 | 火 | | 走エルゴメータ 50分 (レベル 10 ~ 15) | 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ (2.8kp ~ 3.0kp 回転数 100回転キープ) × 2 (セット間 10分) |
| 2014/9/4 | 水 | | フリー | 45分ジョギング 100m 流し×3 |
| 2014/9/5 | 木 | | 自転車エルゴメータ 60分 (130w ~ 200w) | アイシング |
| 2014/9/6 | 金 | | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10 ~ 15) | 40分ジョギング 100m 流し×3 |
| 2014/9/7 | 土 | | 補強 30分ジョギング + 40分ウォーク | 自転車エルゴメータ 60分 (180w) |
| 2014/9/8 | 日 | | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10) 補強 | フリー |
| 2014/9/9 | 月 | | フリー | フリー |
| 2014/9/10 | 火 | | 自転車エルゴメータ 60分 (100w ~ 230w) | 30分ウォーク |
| 2014/9/11 | 水 | | 自転車エルゴメータ 30分 (120w) + [(1分間全力漕ぎ (200w ~ 300w) + 1分休息) × 3] × 3 (セット間 5分) | フリー |
| 2014/9/12 | 木 | 駅伝合宿 (阿蘇) | フリー | 40分ウォーク |
| 2014/9/13 | 金 | | 補強 自転車ロード走 (40分) 30分ウォーク | 60分ウォーク |
| 2014/9/14 | 土 | | 60分ウォーク 補強 | 50分ウォーク |
| 2014/9/15 | 日 | | 40分ウォーク 補強 | 水泳 100×8 (3分サイクル) |
| 2014/9/16 | 月 | | 自転車ロード走 (40分) 補強 | 補強 |
| 2014/9/17 | 火 | | フリー | 45分ウォーク |
| 2014/9/18 | 水 | | 自転車ロード走 (40分) 20分ジョギング | フリー |
| 2014/9/19 | 木 | | 自転車ロード走 (40分) 20分ジョギング | 補強 15分ジョギング |
| 2014/9/20 | 金 | | 20分ジョギング | 自転車山登りロード走 (120分) 補強 |
| 2014/9/21 | 土 | | 20分ジョギング | 20分ジョギング |
| 2014/9/22 | 日 | | 自転車ロード走 (40分) 30分ジョギング | フリー |
| 2014/9/23 | 月 | | | フリー |
| 2014/9/24 | 火 | | 40分ジョギング 補強 | マッサージ |
| 2014/9/25 | 水 | | 40分ジョギング 補強 | 自転車エルゴメータ 30分 (120w) + [(1分間全力漕ぎ (200w ~ 300w) + 1分休息) × 3] × 3 (セット間 5分) |

| | | | | |
|------------|---|--|------------------------------|---|
| 2014/9/26 | 木 | | 50分ジョギング | 30分ジョギング マッサージ |
| 2014/9/27 | 金 | | 50分ジョギング | 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ (2.8kp~3.2kp 回転数 100回転 キープ)×2(セット間 10分) 30分ジョギング |
| 2014/9/28 | 土 | | 60分ジョギング 補強 | 走エルゴメータ 60分(レベル 10) |
| 2014/9/29 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/9/30 | 月 | | 60分ジョギング | 40分ジョギング 補強 |
| 2014/10/1 | 火 | | 40分ジョギング 100m 流し×3 | 補強 |
| 2014/10/2 | 水 | | アイシング | 治療 |
| 2014/10/3 | 木 | | フリー | 補強 |
| 2014/10/4 | 金 | | フリー | フリー |
| 2014/10/5 | 土 | | フリー | 入浴療法 |
| 2014/10/6 | 日 | | 補強 | 補強 |
| 2014/10/7 | 月 | | 自転車エルゴメータ 30分(130w ~250w) | 20分ジョギング |
| 2014/10/8 | 火 | | 補強 | 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ (3.0kp 回転数 100回転キープ) ×2(セット間 10分) |
| 2014/10/9 | 水 | | 40分ジョギング | 補強 |
| 2014/10/10 | 木 | | 50分ジョギング | 30分ジョギング 補強 |
| 2014/10/11 | 金 | | 60分ジョギング | 自転車エルゴメータ 1分全力漕ぎ (4.0kp 回転数 100回転キープ ×3)×3(セット間 5分) |
| 2014/10/12 | 土 | | 40分ジョギング | フリー |
| 2014/10/13 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/10/14 | 月 | | 60分ジョギング | 30分ジョギング |
| 2014/10/15 | 火 | | フリー | 40分ジョギング 100m 流し×3 |
| 2014/10/16 | 水 | | 60分ジョギング | フリー |
| 2014/10/17 | 木 | | 自転車エルゴメータ 60分(190w ~210w) | 補強 |
| 2014/10/18 | 金 | | 走エルゴメータ 60分(レベル 10) 補強 | 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ (3.4kp 回転数 100回転キープ) ×1 |
| 2014/10/19 | 土 | | フリー | フリー |
| 2014/10/20 | 日 | | 走エルゴメータ 60分(レベル 10) 補強 | フリー |
| 2014/10/21 | 月 | | 補強 | フリー |
| 2014/10/22 | 火 | | フリー | アイシング |
| 2014/10/23 | 水 | | フリー | 治療 |
| 2014/10/24 | 木 | | フリー | アイシング |
| 2014/10/25 | 金 | | フリー | アイシング 治療 |
| 2014/10/26 | 土 | | フリー | 治療 |
| 2014/10/27 | 日 | | フリー | フリー |

| | | | | |
|------------|---|--|-------------------------------------|--|
| 2014/10/28 | 月 | | 走エルゴメータ 40分 (レベル 10) 20分ウォーク | 30分ウォーク 補強 |
| 2014/10/29 | 火 | | 20分ジョギング | フリー |
| 2014/10/30 | 水 | | 20分ジョギング 100m 流し×3 | 20分ジョギング 補強 |
| 2014/10/31 | 木 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 自転車エルゴメータ 60分 (200w ~ 250w) |
| 2014/11/1 | 金 | | 20分ジョギング 100m 流し×3 | 治療 |
| 2014/11/2 | 土 | | フリー | 走エルゴメータ 60分 (レベル 10 ~ 15) |
| 2014/11/3 | 日 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/4 | 月 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | フリー |
| 2014/11/5 | 火 | | 走エルゴメータ 3分全力走 + 3分休息 (レベル 20) ×5 補強 | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/6 | 水 | | 自転車エルゴメータ 60分 (200w ~ 240w) | 40分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/7 | 木 | | 水泳 (60分クロール) | 40分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/8 | 金 | | 60分ジョギング 100m 流し×3 | フリー |
| 2014/11/9 | 土 | | フリー | 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ (3.5kp 回転数 100回転キープ) ×1 マッサージ |
| 2014/11/10 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/11/11 | 月 | | 40分ジョギング 100m 流し×3 | 40分ジョギング 200×3 |
| 2014/11/12 | 火 | | 自転車エルゴメータ 60分 (210w ~ 250w) | マッサージ |
| 2014/11/13 | 水 | | 60分ジョギング 100m 流し×3 | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/14 | 木 | | 60分ジョギング 100m 流し×3 | 20分ジョギング 200×3 自転車エルゴメータ 10分全力漕ぎ (3.0kp 回転数 100回転キープ) ×2 (セット間 5分) |
| 2014/11/15 | 金 | | 50分ジョギング 100m 流し×3 補強 | 40分ジョギング 100m 流し×3 |
| 2014/11/16 | 土 | | 30分ジョギング 200×3 入浴療法 | フリー |
| 2014/11/17 | 日 | | 20分ジョギング | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/17 | 日 | | 20分ジョギング | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 |

通常期間

| 日付 | 曜 | 行事等 | 早朝練習 | 午前または午後練習 |
|------------|---|-----|-----------------------|-----------------------|
| 2014/11/19 | 火 | | 60分ジョギング 100m 流し×3 | フリー |
| 2014/11/20 | 水 | | 30分ジョギング 200×2 | 2000m + 1000m×2 |
| 2014/11/21 | 木 | | 50分ジョギング 100m 流し×3 補強 | マッサージ |
| 2014/11/22 | 金 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 | 40分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/11/23 | 土 | | フリー | ロード 13km 走 |

| | | | | |
|------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 2014/11/24 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/11/25 | 月 | | 40分ジョギング 100m 流し×3 | 1000m×1 |
| 2014/11/26 | 火 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 3000m×1 |
| 2014/11/27 | 水 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | フリー |
| 2014/11/28 | 木 | 九州学生駅伝 対校選手権大会 (島原) | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 移動 30分ジョギング 100m 流し×3 |
| 2014/11/29 | 金 | 九州学生駅伝 対校選手権大会 (島原) | フリー | 300m + 200m + 200m |
| 2014/11/30 | 土 | | 15分ジョギング | 九州学生駅伝対校選手権大会 1区 区間2位(24分38秒) |
| 2014/12/1 | 日 | | フリー | 40分ジョギング 100m 流し×3 マッサージ |
| 2014/12/2 | 月 | | 40分ジョギング 100m 流し×3 | 20分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/12/3 | 火 | | 50分集団走 | 20分ジョギング 100m 流し×3 補強 |
| 2014/12/4 | 水 | | 9km ビルドアップ走 | 補強 マッサージ |
| 2014/12/5 | 木 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 1000m×2 |
| 2014/12/6 | 金 | | 40分ジョギング 100m 流し×3 | マッサージ |
| 2014/12/7 | 土 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 3000m タイムトライアル |
| 2014/12/8 | 日 | | フリー | フリー |
| 2014/12/9 | 月 | | 6km ビルドアップ走 | 20分ジョギング |
| 2014/12/10 | 火 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 補強 | マッサージ |
| 2014/12/11 | 水 | | 20分ジョギング 100m 流し×3 | 2000m + 300m×5 |
| 2014/12/12 | 木 | | 30分ジョギング 100m 流し×3 | 20分ジョギング |
| 2014/12/13 | 金 | | 20分ジョギング 100m 流し×3 補強 | 温泉 |
| 2014/12/14 | 土 | | フリー | 500m + 300m |
| 2014/12/15 | 日 | 熊本長記距離録会 | 15分ジョギング | レース 5000m(14分38秒13) |

- ・・・走運動による高強度トレーニング
- ・・・積極的のリハビリテーショントレーニング
- ・・・試合