

## 研究報告

## 大学駅伝ランナーの年間トレーニングにおける 各時期別の血液検査項目の動態

別府健至<sup>1)</sup>, 黄 仁官<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 日本体育大学女子短期大学部

<sup>2)</sup> 日本体育大学総合スポーツ科学研究センター

### Change of Blood test items in Each Phase of Yearly Training Period in Collegiate EKIDEN Runners

Kenji Beppu, Inkwan Hwang

(Received: November 18, 2013 Accepted: March 20, 2014)

キーワード：大学駅伝ランナー，年間トレーニング計画，血液検査

#### I. 緒 言

アスリートにおいて、照準を合わせた大会や試合で最高のパフォーマンスを発揮することは最も重要な課題である。特に、陸上競技における長距離種目（駅伝競技を含む）のパフォーマンス向上には、長時間にわたって高スピードを保持するトレーニングが要求される<sup>1,2)</sup>。そのため、多くの長距離ランナーは、各時期別（試合期、強化合宿、シーズンオフ期）にトレーニング量や質に差違はあるものの、年間を通じてランニングを実施している。また、ランニングパフォーマンス（距離・スピード）をさらに高めることを狙いとして、夏季強化合宿を中心に一定時期に行われるトレーニング量と強度が非常に高くなる傾向がある<sup>2,3)</sup>。強化合宿中の激しいトレーニングが選手に著しい身体的疲労を出現させ、疲労の蓄積に伴う身体的機能の低下をもたらす可能性があることが指摘されている<sup>4,5)</sup>。さらに、身体運動は肉体的な疲労・ストレスの一種であり、その程度は強度や時間に依存する<sup>6)</sup>ため、トレーニングや運動は単一の均質ではなく、様々な異なった状況が組み合わせられて疲労やストレスを引き起こす<sup>7)</sup>ものと考えられる。よって、競技レベルの高い長距離ランナーは、トレーニングサイクルにおいて晒される多様なストレスに打ち勝つ能力も要求される。

血中逸脱酵素活性レベルは肉体的な疲労・ストレスにより変動することはこれまでの研究報告により広く知られている<sup>8-10)</sup>。しかしながら、高強度の運動・ト

レーニングにより起こる副交感神経性のオーバートレーニングでは、血中逸脱酵素活性の変化はほとんど認められなかったとの報告もみられる<sup>11)</sup>。Kumae et al.<sup>12)</sup>によると、オーバートレーニングの初期段階での最も有効な血液性状の指標としてノルエピエフリンとテストステロン、そしてテストステロン/コルチゾール比を報告している。しかし、これらの項目を日常的にモニタリングするのは高価であり非現実的との指摘もある<sup>13)</sup>。このようなことからFlynn et al.<sup>13)</sup>は、全テストステロン、遊離テストステロン、そして血中逸脱酵素の一種であるクレアチンフォスフォキナーゼ creatine phosphokinase (以下CPKと略す)の変動が競技パフォーマンスの低下と心理状況に関連することを報告し、持久系のスポーツ選手においてはCPKがオーバートレーニングのモニタリングに有効な指標であると結論付けている<sup>14)</sup>。

一方、長距離ランナーの持久性トレーニングの効果は、最大酸素摂取量で評価され、これには肺拡散機能、心拍出量、赤血球数 red blood cell count (以下RBCと略す)、ヘモグロビン hemoglobin (以下Hbと略す)濃度などが関与している。RBCやHb濃度などは酸素摂取機構の基盤であり、最大酸素摂取量へ直接影響する。このように古くから運動・トレーニングとRBCをはじめとする関連項目に関心が持たれてきた。しかし、運動性貧血の観点から、そのメカニズム<sup>15,16)</sup>の解明に焦点が集中し、持久的運動・トレーニングによるパフォーマンスの改善とRBCなどとの関連性について

はいまだ議論すべき問題は多い。また、トレーニングに伴うヘマトクリット hematocrit (以下 Ht と略す) 値や RBC の低下<sup>17)</sup>, 赤血球変形能<sup>18)</sup>, 血液粘性<sup>19)</sup> の低下などの報告がなされているが、いずれも急性の応答や横断的な観察が主である。さらに、長距離ランナーのトレーニング効果やオーバートレーニングなどの指標として血中逸脱酵素活性や血液性状を用いた研究がみられるようになってきたが、そのほとんどは試合期のコンディショニングを狙いとしたピーキングやテーパリング<sup>20)</sup>, 強化合宿<sup>21)</sup> または試合前後<sup>22)</sup> といった一定の時期を中心とした報告が主流を占めており、長期にわたる縦断的な研究はほとんど見当たらない。

そこで本研究では、長距離を専門とする駅伝チームの選抜選手を対象に、年間におけるトレーニング内容(走行距離を含む)と各時期別の血液検査項目の変動について検討した。なお、長距離ランナー、特に駅伝ランナーのオーバートレーニングによるスポーツ障害を防ぎ、シーズンを通じて理想的な競技パフォーマンス向上を目指すためのトレーニングプログラムをコー

ディネートする上で、現場が応用できる理論を構築することを主とする目的とした。

## II. 方 法

### 1. 対象及び期間

本研究の対象は、N 体育大学の陸上競技部男子駅伝ブロックに所属し、第 89 回東京箱根間往復大学駅伝競走大会(2013 箱根駅伝)の最終選抜選手として選ばれた 16 名である。対象者の身体的特徴及び各競技レースにおけるベスト記録の平均は Table 1 に示した通りである。なお、身体組成(体重、体脂肪率、除脂肪体重)に関しては、InBody430 (Biospas 社製)を用いて測定を実施した。

対象期間は、2012 年 2 月から同年 12 月までの 11 ヶ月であり、各時期別の早朝練習と本練習に関する主な内容及び毎月の完全休養日数について Table 2 に示した(選抜選手の時期別の主な内容であり、個別の詳細なメニューを示したものではない)。対象者には、事前に本研究の趣旨と調査期間・測定内容、得られたデー

Table 1. Physical characteristics and best records of subjects

Subjects (n = 16)	Age (years)	Weight (kg)	Height (cm)	%Fat (%)	Lean body mass (kg)	Best record		
						5000 m race	10000 m race	Half marathon race
Mean	20.4	58.2	167.8	10.2	52.0	14'12"09	29'18"46	64'27"69
S.D.	1.2	4.4	7.2	2.6	2.9	12"19	19"66	65"84

Table 2. Periodization of main training programs for regular runners of the EKIDEN team in 2012

Month	Season	Matutinal-training menu	Period	Main-training menu	Days for complete rest	
February	First half track race (From February to July)	12 km pace run (time for 1 km: 3'30"-4'00")	Speed training phase	※ BCT + 8 km ~ 10 km run (time for 1 km: 3'10"-20")	3	
March				※ 16 km run (time for 1 km: 3'30"-45") + 1000 m (time for 1 km: 2'50")		
April			Track race phase	※ 1000 m × 5 set (time for 1 km: 2'45"-50")	3	
May				※ 300 m × 5 × 3 set	4	
June				※ BCT + 8 km ~ 16 km run (time for 1 km: 3'30"-40")	2	
July				※ 16 km ~ 20 km road run (time for 1 km: 3'20"-30")	4	
August	Second half load season (From August to December)	12 km ~ 20 km pace run (time for 1 km: 3'30"-3'45")	Training camp phase	※ 16 km run (time for 1 km: 3'15"-20")	5	
September				・ Cross-country (20 km ~ 25 km run)		
October		8 km ~ 20 km pace run (time for 1 km: 3'30"-4'00")	Road race phase	・ 5 km + 2 km run (time for 5 km: 15'15")	4	
November				・ 30 km road run (time: 1:45'-50')		
December				※ BCT + 8 km ~ 16 km run (time for 1 km: 3'30"-40")		4
				※ 16 km pace run (time for 1 km: 3'20"-30")		4
	※ 20 km ~ 25 km road run (time for 1 km: 3'30"-4'00")	4				
	※ 1000 m ~ 3000 m run × 2-3 set (time for 1 km: 2'55"-3'00")	2				

\*This menu is the main contents of regular runners. \*BCT: Base control training (Developed stabilization training of 24 item)

タの利用目的等について十分に説明し、インフォームド・コンセントを得てから開始した。なお、本研究における規則、個人情報の保護及び倫理的配慮については、日本体育大学倫理審査委員会の承認を得たものである（承認番号：第101-H08号）。

## 2. 測定項目及び方法

走行距離に関しては、毎日調査し、その値を月末に合計したものを月間の走行距離とした。さらに、走行距離は、監督から提示されるメインの練習メニューの走行距離（以下 Main 距離とする）と本練習以外の休養時などにおいて選手自身が自主的に行った練習時の走行距離を練習後マネージャーに報告、集計した走行距離（以下 Voluntary 距離とする）、両方を合わせた総走行距離（以下 Total 距離とする）の3つに分類した。なお、走行距離にウォーミングアップやクーリングダウンの距離は含まれていない。

血液生化学的検査項目の変動をみるため、4月上旬（前半トラックシーズン開始時期）、6月末（前半シーズン終了時期）、9月末（強化合宿終了時期）、12月中旬（ロードレース最終節前）の合計4回の採血を実施した。なお、各時期における採血時間は起床後絶飲食とし、対象者の居住する合宿所の一室に集合し、ほぼ同時刻に座位姿勢で肘静脈より18 ml採血した。得られた血液は血清を分離し、生化学自動分析装置（東芝メディカルシステム株式会社製）を用いて分析を行った。本研究における主な分析項目と方法に関しては、貧血関連項目として血中のRBC（基準値： $438\sim 577\times 10^4/\mu\text{l}$ ・半導体レーザーによるフローサイトメトロー法＝電気抵抗検出方式）、Hb（基準値： $13.6\sim 18.3\text{ g/dl}$ ・SLS-Hb法）、Ht（基準値： $40.4\sim 51.9\%$ ・赤血球パルス法）、鉄ferrum（以下Feと略す、基準値： $60\sim 190\mu\text{g/dl}$ ・比色法）の4項目、及び筋の活動や損傷状況等を観察するための関連項目として血清のCPK（基準値： $48\sim 259\text{ U/l}$ ）、トランスアミナーゼ glutamic oxaloacetic transaminase（以下GOTと略す、基準値： $11\sim 35\text{ U/l}$ ）、glutamic pyruvic transaminase（以下GPTと略す、基準値： $11\sim 35\text{ U/l}$ ）及び乳酸脱水素酵素 lactate dehydrogenase（以下LDHと略す、基準値： $115\sim 245\text{ U/l}$ ）の4項目をUV法（JSCC標準化対応法）にてそれぞれ分析を行った。

## 3. 統計処理

得られたすべての値は、平均値±標準偏差で示した。年間における各時期における変動の検定には、一元配置分散分析を行い、その結果有意差があったものに対してTukeyの多重比較検定を行った。また、各時期の走行距離と血清CPK活性値との関係についてはピアソンの相関関係を用いた。なお、いずれの統計処理に

おいても分析ソフトSPSS（16.0J for Windows）を用い、危険率5%未満を有意とした。

## III. 結果及び考察

### 1. 年間における主なトレーニング内容と走行距離について

年間における主なトレーニングプログラム及び内容については、シーズン前半（2～7月）とシーズン後半（8～12月）に分類し、2～3月の2ヶ月を走行スピード強化期、4～6月までの3ヶ月をトラックレース期、8～9月の2ヶ月を夏季強化合宿期、10～12月までの3ヶ月をロードレース期とした。

主な練習内容は、いずれの時期においても早朝練習を実施した。シーズン前半ではベースとして距離は12 kmで1 kmあたり3分30秒から4分前後のペース走であり、シーズン後半の夏季強化合宿期は距離12 km～20 kmの1 kmあたり3分30秒から3分45秒前後のペース走を、ロードレース期は距離8 km～20 kmの1 kmあたり3分30秒から4分前後のペース走を各時期に主として行った。また、本練習の内容については、どの時期に関しても共通してベースコントロールトレーニング（Base Control Training・BCT・長距離ランナーの経済的な走行力向上を狙いとした基礎トレーニングとして骨盤・腰椎・股関節を一つのユニット体幹部強化を中心に構成・開発したStabilization Training 24種類）を実施した。それに加えて、シーズン前半はトラックレースのスピード適応力向上を狙いとして300 m～1000 m距離のインターバル形式のトレーニングを実施、後半シーズンではロードレースの適応力向上を狙いとして5 km前後の距離をレーススピードで振り返ることや、20 km～30 km前後の距離走を用いたトレーニング内容が主であった。したがって、2012年のトレーニング実施目標を大きく分けると、前半はスピードレースへの対応力向上、後半はロードと距離への対応力向上にそれぞれ重点においてトレーニングを実施したことが特徴である（Table 2）。

年間における走行距離についてみると、Voluntary距離では、2月（ $271.4\pm 38.0\text{ km}$ ）の走行距離に比べて徐々に減少する傾向がみられ、特に5月（ $197.3\pm 45.0\text{ km}$ ）と7月（ $178.2\pm 49.0\text{ km}$ ）は有意な走行距離の減少が認められた（いずれも $p<0.05$ ）。しかし、8月（ $324.4\pm 38.0\text{ km}$ ）と9月（ $300.1\pm 32.3\text{ km}$ ）では走行距離の増加傾向がみられ、8月は2月に比べて有意に長い走行距離を示した（ $p<0.05$ ）。9月以後は再び低下の傾向を示し、10月（ $223.6\pm 42.1\text{ km}$ ）、11月（ $204.2\pm 49.6\text{ km}$ ）、12月（ $212.5\pm 39.7\text{ km}$ ）はそれぞれ2月の走行距離と比較して有意に短かった（いずれも $p<0.05$ ）。一方、Main距離では、2月（ $283.3\pm 33.6\text{ km}$ ）以後4月から

は増加傾向がみられ, 5月から12月までの間はいずれも2月に比べて有意に長い走行距離を示した(5月:  $379.4 \pm 49.5$  km, 6月:  $371.3 \pm 47.1$  km, 7月:  $430.3 \pm 44.0$  km, 8月:  $443.1 \pm 41.8$  km, 9月:  $404.9 \pm 49.5$  km, 10月:  $427.5 \pm 42.9$  km, 11月:  $379.6 \pm 42.0$  km, 12月:  $427.7 \pm 31.4$  km, いずれも  $p < 0.05$ ).

毎月のMain距離とVoluntary距離を比較してみると, 5月以後12月まですべての月においてMain距離がVoluntary距離に比べて有意に長い走行距離を示した(いずれも  $p < 0.01$ ).

Main距離とVoluntary距離を合計したTotal距離についてみると, 2月( $554.0 \pm 34.9$  km)に比べて3月( $476.5 \pm 45.3$  km)では有意な走行距離の低下がみられた( $p < 0.05$ )が, 4月以後は徐々に増加の傾向がみられた. 特に8月( $767.6 \pm 63.1$  km), 9月( $704.4 \pm 49.6$  km), 10月( $650.3 \pm 42.4$  km), 12月( $639 \pm 39.4$  km)はそれぞれ有意に走行距離が増加した(いずれも  $p < 0.01$ ) (Fig. 1).

## 2. 血中RBC・Ht・Hb・Fe濃度の動態について

貧血関連項目として主に血中のRBC, Hb, Ht, Fe濃度の4項目の動態を調べた. 血中RBCについてみると, 4月( $490.4 \pm 24.0 \times 10^4/\mu\text{l}$ )と6月( $493.3 \pm 20.1 \times 10^4/\mu\text{l}$ )に比べて9月( $451.5 \pm 24.016.6 \times 10^4/\mu\text{l}$ )と12月( $468.1 \pm 20.6 \times 10^4/\mu\text{l}$ )は低下傾向を示した. 特に9月は4月と6月に比べて有意に低い値を示した(いずれも  $p < 0.05$ ) (Fig. 2-A).

血中Htでは, 4月( $45.5 \pm 2.1\%$ )と6月( $45.2 \pm 1.4\%$ )に比べて9月( $42.1 \pm 1.7\%$ )と12月( $42.8 \pm 1.3\%$ )は低

下の傾向を示した. 9月では4月と6月に比べて有意に低い値を示し(いずれも  $p < 0.05$ ), 12月は4月に比べて有意に低い値を示した( $p < 0.05$ ) (Fig. 2-B).

血中Hbにおいては, 4月( $15.3 \pm 0.9$  g/ $\mu\text{l}$ )と6月( $16.1 \pm 0.6$  g/ $\mu\text{l}$ )に比べて9月( $13.8 \pm 0.7$  g/ $\mu\text{l}$ )と12月( $13.9 \pm 0.9$  g/ $\mu\text{l}$ )は低下の傾向を示した. 9月と12月は4月と6月に比べてそれぞれ有意に低い値を示した(いずれも  $p < 0.05$ ) (Fig. 2-C).

血中Feにおいても4月( $123.8 \pm 23.8$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ )と6月( $119.7 \pm 21.2$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ )に比べて9月( $74.1 \pm 19.6$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ )と12月( $64.8 \pm 16.4$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ )は低下を示した. 9月と12月は4月と6月に比べてそれぞれ有意に低い値を示した(いずれも  $p < 0.01$ ) (Fig. 2-D).

本研究における血中RBC, Hb, Ht, Fe濃度の各時期別平均値の動態についてみると, いずれの項目においても4月と6月では正常範囲の中でも高値を示していたが, 9月と12月においては平均値が正常範囲内の値を示すものの4月に比べて有意な低下を示した. この結果にみられたシーズン後半の血中RBC, Hb, Ht, Fe濃度の低下傾向や有意な低下は, 持久性トレーニングや長時間の運動・トレーニングに伴い赤血球数やヘモグロビン濃度, ヘマトクリット値及び血清鉄濃度が減少するというこれまでの研究報告<sup>15-17)</sup>を支持する結果であった. また, 血中RBC, Ht, Hb, Feの4項目中, シーズン後半の10月と12月において正常範囲の下限以下に低下を示した選手は, 対象者16名中, 10月においてHbは4名(25%), Feは3名(19%), 12月ではHbで5名(31%), Feにおいても5名(31%)をそれぞれ示した. なお, HbとFeにおいて下限以下に低下を

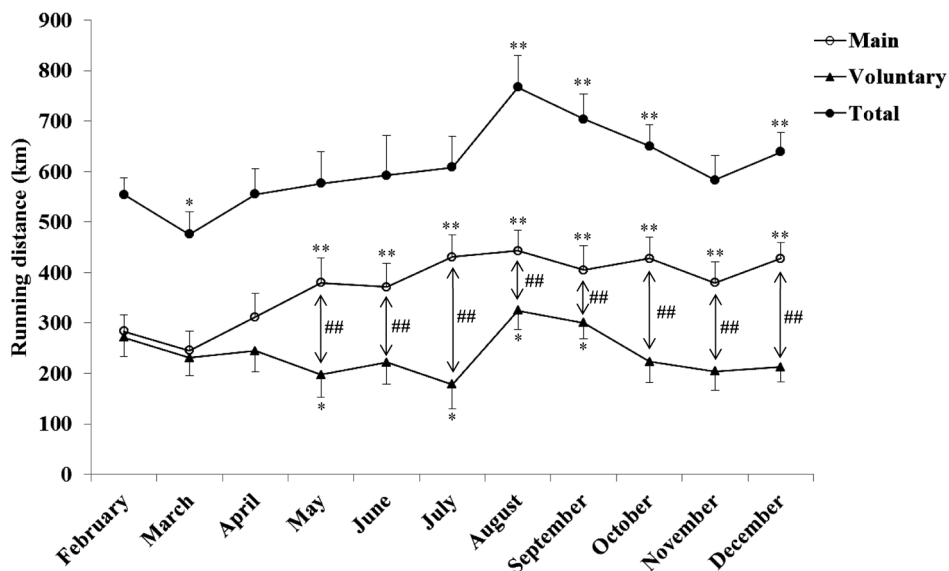


Fig. 1. Changes in running distance of main and voluntary training, and the distance in total through the target period  
 \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$  vs. February, #:  $p < 0.01$  (Main vs. Voluntary)



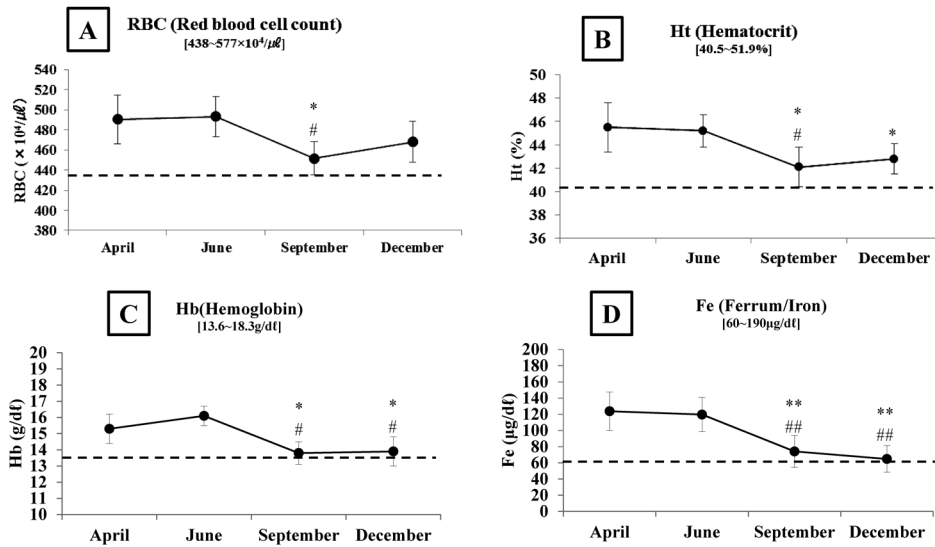


Fig. 2. Change of Red blood cell count (A), Hematocrit (B), Hemoglobin (C) and Ferrum (D) in April, June, September and December through the target period  
 \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$  vs. April, #:  $p < 0.01$ , #:  $p < 0.05$  vs. June  
 (Dotted lines in each figure show the minimum value of a normal range)

示した人数の最も多かった12月を中心に正常範囲の選手と下限以下を示した選手の走行距離をみると、正常範囲の選手11名の平均走行距離は630.7 kmに対して、下限以下を示した選手5名の平均走行距離は638.4 kmを示し、ほとんど走行距離の差は認められなかったが、HbとFe濃度が正常範囲の下限以下に低下を示した選手5名は医学的な側面から貧血と診断された。

以上の結果からみられたRBC, Hb, Ht, Fe濃度の経時的な変化は、駅伝競技を専門とする選手の場合、年間トレーニングにおいてトラックレース能力向上を狙いとした比較的走行スピードの高い練習を繰り返している時期よりも、走行距離が比較的長いロードレース能力向上を目的としてトレーニングを繰り返す時期において血中RBC, Hb, Ht, Fe値の低下はより著しくなる可能性が高いものと推考される。また、正常範囲の対象者と正常範囲下限以下に低下を示した対象者間で走行距離の差異はほとんどみられなかったとしても、対象者全体からするとシーズン当初の正常範囲からシーズン後半では30%に当たる5名が正常範囲下限を下回る値を示したことを踏まえると、対象者全員がチームの選抜選手である以上、どの選手もレースにベスト・コンディションで臨める状態が望ましいと考えれば、その調整はできていなかったことも事実である。したがって、長距離選手において貧血等に関連する項目は、選手の競技パフォーマンスに直接左右するものと考えられることから、今後は関連項目とトレーニング量や質等との関連を特定の時期別ではなく、年間におけるモニタリングを通して調査・管理する体制が必

要であるものと思われる。

### 3. CPK・LDH・GOT・GPT 活性の動態について

筋の活動や損傷状況を観察するための関連項目として血清CPK, LDH, GOT, GPTの活性値を調べた。まず血清CPK活性値の変化についてみると、4月 ( $195.4 \pm 46.1$  IU/l) に比べて6月 ( $279.8 \pm 67.3$  IU/l,  $p < 0.05$ ) と9月 ( $401.2 \pm 72.4$  IU/l,  $p < 0.01$ ) 及び12月 ( $396.7 \pm 59.5$  IU/l,  $p < 0.01$ ) は、それぞれ有意に高い活性値を示した。さらに、9月と12月は6月に比べてそれぞれ有意に高い活性値を示した (いずれも  $p < 0.05$ ) (Fig. 3-A)。

血清LDH活性の変化では、4月 ( $178.3 \pm 28.9$  IU/l) に比べて6月 ( $205.2 \pm 37.4$  IU/l), 9月 ( $229.3 \pm 29.6$  IU/l), 12月 ( $201.9 \pm 31.7$  IU/l) と徐々に増加する傾向を示し、特に9月は最も高く、4月に比べて有意に高い活性値を示した ( $p < 0.05$ ) (Fig. 3-B)。

血清GOT活性の変化についてみると、4月 ( $23.7 \pm 4.9$  IU/l) に比べて6月 ( $34.2 \pm 5.8$  IU/l) と9月 ( $34.9 \pm 3.9$  IU/l) 及び12月 ( $32.6 \pm 4.8$  IU/l) は、それぞれ有意に高い活性値を示し (いずれも  $p < 0.05$ )、中でも9月は最も高値を示した (Fig. 3-C)。

血清GPT活性の変化においても9月での活性値が最も高く、中でも4月 ( $21.4 \pm 3.8$  IU/l) に比べて9月 ( $32.9 \pm 5.1$  IU/l,  $p < 0.05$ ) と12月 ( $31.6 \pm 4.4$  IU/l,  $p < 0.05$ ) においてそれぞれ有意に高い活性値が認められた (Fig. 3-D)。

本研究に用いた血清CPK, LDH, GOT, GPT活性値

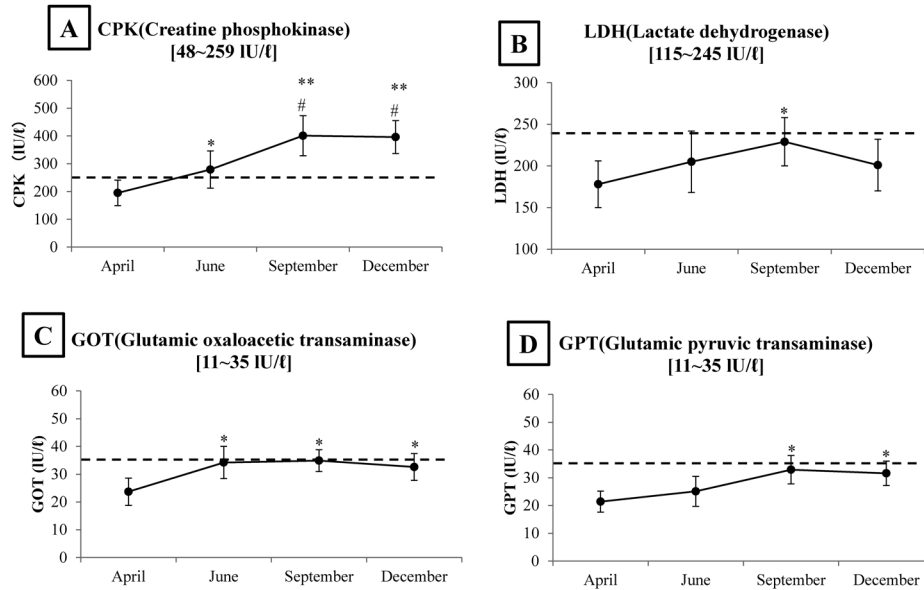


Fig. 3. Change of CPK (A), LDH (B), GOT (C) and GPT (D) in April, June, September and December through the target period  
 \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$  vs. April, #:  $p < 0.05$  vs. June  
 (Dotted lines in each figure show the peak price of a normal range)

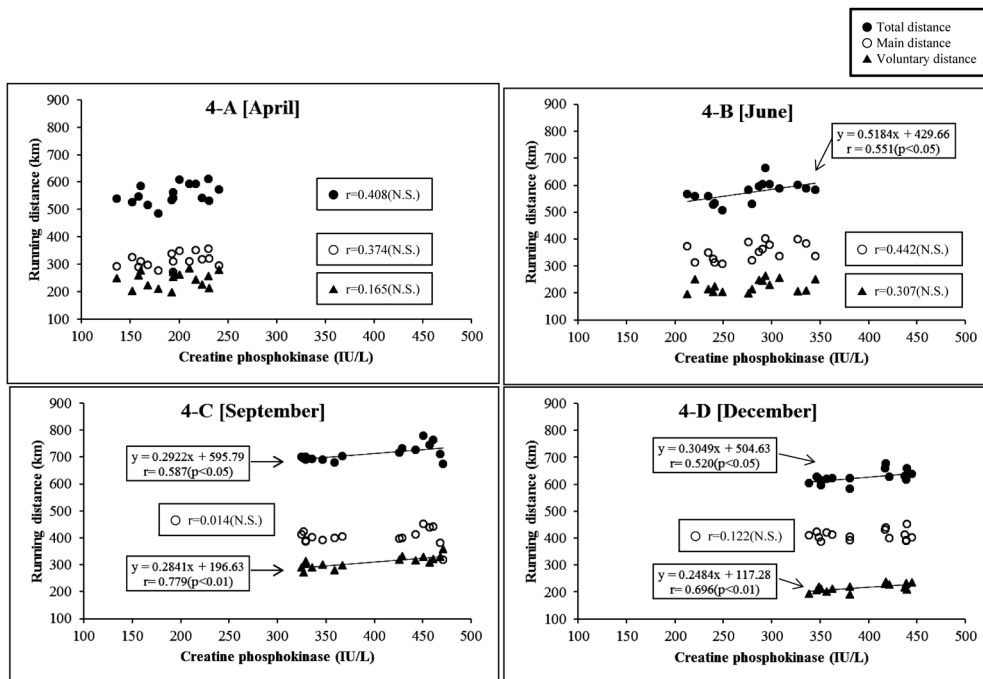


Fig. 4. Relationship of Creatine phosphokinase (CPK) and Running Distance in April, June, September, and December

の中で6月以後において著しく活性値の上昇をみせた血清CPK活性値と各時期別の走行距離との相関関係についてみると、4月では、Total距離 ( $r=0.408$ ), Main距離 ( $r=0.374$ ), Voluntary距離 ( $r=0.165$ )のいずれにおいても有意な相関関係は認められなかった (Fig. 4-A). 6月についてみると、Total距離 ( $r=0.551$ ,  $p < 0.05$ ) との間には正の有意な相関関係がみとめられた

ものの、Main距離 ( $r=0.442$ ) と Voluntary距離 ( $r=0.307$ ) との間には統計学的に有意な差は認められなかった (Fig. 4-B). 一方、10月 ( $r=0.014$ ) と 12月 ( $r=0.122$ ) の Main距離と血清CPK活性値の間には有意な差は認められなかったが、Total距離 (10月:  $r=0.587$ ,  $p < 0.05$ , 12月:  $r=0.520$ ,  $p < 0.05$ ) と Voluntary距離 (10月:  $r=0.779$ ,  $p < 0.01$ , 12月:  $r=0.696$ ,  $p <$

0.01) では、いずれも有意な正の相関関係が認められた (Fig. 4-C, D)。

以上の結果、4項目の逸脱酵素 (血清 CPK, LDH, GOT, GPT 活性) において6月以後、特に著しく活性値の上昇がほとんどの対象者にみられた血清 CPK 活性の変動について検討してみると、先ず6月では活性値の正常上限以上を示した対象者は10名 (62.5%)、9月と12月においては対象者全員が正常上限以上を示し、シーズン後半において走行距離などトレーニング量や内容は選抜選手の組織的 (主に骨格筋) 疲労を高めた可能性が考えられる。さらに、各時期別に走行距離と血清 CPK 活性値との相関関係を検討した結果、6月以後はいずれの時期において Total 距離と血清 CPK 活性値との間に有意な正の相関関係が認められた。しかし、Main 距離と Vuntary 距離に分類して血清 CPK 活性値との相関関係を検討したところ、6月以後いずれの時期においても Main 距離と血清 CPK 活性値との間に有意な相関関係は認められなかったが、10月と12月での Vuntary 距離と血清 CPK 活性値との間にそれぞれ有意な正の相関関係が認められた。したがって、6月以後の血清 CPK 活性の上昇の要因の一つとして、各選手の総走行距離 (Total 距離) の増加と、中でも選手自身が自主的に行った練習時の走行距離 (Vuntary 距離) の要因が強く影響を及ぼしたものと推考される。

一方、6月以後にみられた正常範囲以上の血清 CPK 活性値を臨床医学的な見解から明確に結論付けることは現在のところ困難である。しかし、各時期別に採血前日は高強度の練習を避けるように指示したものの、シーズン中において完全休養を取らせることはできなかったことを踏まえて考慮すれば、前日やその前の練習内容などが血清 CPK 活性値を高めた要因となった可能性は否定できない。しかしながら、これまでの報告<sup>23)</sup>によれば、オリンピック選手などの血清の CPK 及び GOT の活性の安静値は一般人に比べて高い値を示すとし、それは運動・トレーニングに適應しているもほぼ毎日行われる運動負荷により血清酵素活性値が高くなると指摘している。よって、本研究の6月以後にみられた基準値より高い血清 CPK 活性については、研究報告<sup>23)</sup>を引用すれば、十分とはいえないが理解できる。さらに、本研究の血清 CPK 活性値のみならず、LDH, GOT, GPT の活性においても平均値は正常範囲内であるものの9月で最も高く、年間を通じてシーズン後半に活性値が高かった。このことは血清 CPK 及び LDH 活性値はマラソンレースで約2.6倍の増加がみられ、特に長期間運動負荷を繰り返すと著しく上昇を示すとする先行研究<sup>24)</sup>や、血清 GOT 及び GPT 活性は短時間の激運動では肝臓からの逸脱が大きく、長時間の運動では筋肉からの逸脱が大きいとし

ている先行研究<sup>25)</sup>を支持する結果である。

以上、シーズン前半の走行スピード向上を目的に比較的強度の高い練習・トレーニング内容に合わせ、シーズン後半でのロードレースへの適応力向上を狙いとした比較的走行距離の長いトレーニング内容が加わった影響によって逸脱酵素のすべての項目がシーズン後半になるに従って活性値が上昇したものと推測される。また、本研究における血清 CPK 活性値の著しい上昇を年間の各時期別の走行距離を中心に検討してみると、シーズン後半の血清 CPK 上昇は総走行距離の増加と密接な関連があり、中でも本練習での走行距離よりも自主的な走行距離の増加が血清 CPK 活性値を増加させた可能性が高いものと推測される。よって、シーズン中において血清 CPK 活性値をコントロールし組織的疲労を抑制するためには、各時期別の本練習の意味を良く理解するとともに、必要以上のトレーニング量を抑制・コントロールする指導も必要であるものと推考される。

最後に、駅伝競技の年間におけるトレーニングの内容は、特に前年度の競技成績によって大きく左右される。本研究は2012年度のトレーニングプログラムを対象として用いていることから、2011年度のチームの駅伝競技成績が2012年度の選手の強化と駅伝チームとしての管理計画に少なくとも影響を及ぼしたものと考えられる。なお、2012年度では、特にシーズン前半においては第44回全日本大学駅伝の予選会 (6月)、シーズン後半には第89回箱根駅伝の予選会 (10月) をそれぞれ控えていたため、必然的に各予選会の通過を見据えた形での年間スケジュールであり、各予選会のない年度とは異なるトレーニングプログラムであった可能性は否定できない。したがって、今後も継続した現場のサポート活動によるデータ収集が必要であり、各年度別のトレーニング目的や、それに応じたプログラムによるコンディショニング管理体制の確立が要求される。

## 文 献

- 1) トレーニング科学研究編 (1994) エンデュランストレーニング。朝倉書店：東京，pp. 11-19.
- 2) 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10,000 m 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.
- 3) 黄 仁官・別府健至・水野増彦・能條 学・山本俊彦・石井隆士・菅原 勲・小林史明・下嶽進一郎・菊池直樹・松永修司・小林正利 (2011) 大学駅伝選手の競技力向上を目的とした年間サポート活動の試み—2010年サポート活動にて得られたデータを中心として—。NITTAI Sports Training Journal, 8: 23-24.

- 4) Malczewska, J., Blach, W. and Stupnicki, R. (2000) The effects of physical exercise on the concentration of ferritin and transferrin receptor in plasma of female judoists. *Int. J. Sports Med.* 21 (3): 175-179.
- 5) Moriguchi, T., Shimomitsu, T., Odagiri, Y., Ichimura, S., Fukuda, J. and Tomoda, A. (2002) Circadian changes in urinary bicarbonate, nitric oxide metabolites and pH in female player during handball camp involved in an exercise, rest and sleep cycle. *Tohoku J. Exp. Med.* 196(4): 281-291.
- 6) MacNeil, B., Hoffman-Goetz, L., Kendall, A., Houston, M. and Arumugam, Y. (1991) Lymphocyte proliferation responses after exercise in men: Fitness, intensity, and duration effects. *J. Appl. Physiol.*, 70: 179-185.
- 7) Cannon, J. G. (1993) Exercise and resistance to infection. *J. Appl. Physiol.*, 74: 973-981.
- 8) 黄 仁官・別府健至・山木俊彦・水野増彦・石井隆士・上田 大・山田 保 (2009) 大学駅伝ランナーの年間における各時期別の走行距離とクレアチンホスホキナーゼ (CPK) との関係について. *NITTAI Sports Training Journal*, 6: 9-15.
- 9) Wilmore, J. and Costill, D. (1994) *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics: American, pp. 221-228.
- 10) Lehmann, M., Dickfuth, H. H., Gendrisch, G., Lazar, W., Thum, M., Kaminski, R., Aramendi, J. F., Peterke, E., Wieland, W. and Keul, J. (1991) Training-Overtraining: A prospective, experimental study with experienced middle and long distance runners. *Int. J. Sports Med.*, 12: 444-452.
- 11) Kumae, T., Kawahara, T. and Uchiyama, I. (1997) A study for prevention of chronic fatigue. Part 1. Effects of endurance running during one month on blood properties and subjective fatigue. *Environ Health Prev. Med.*, 2: 21-27.
- 12) Kumae, T., Kurakake, S., Arakawa, H. and Uchiyama, I. (1998) A study for prevention of chronic fatigue. Part 2. Effects of strenuous physical exercise performed in a training camp on serum enzyme activity levels and subjective fatigue. *Environ Health Prev. Med.*, 3: 89-95.
- 13) Flynn, M. G., Pizza, F. X., Boone, Jr J. B., Andres, F. F., Michaud, T. A. and Rodriguez, Zayas, J. R. (1994) Indices of training stress during competitive running and swimming seasons. *Int. J. Sports Med.*, 15: 21-26.
- 14) Yamamoto, K. (1990) POMS as an index of overtraining. *J. Clin. Sports Med.*, 7: 561-565.
- 15) Schmidt, W., Heincke, K., Rojas, J., Manuel-G. J., Serrato, M., Mora, M., Wolfarth, B., Schmid, A. and Keul, J. (2002) Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34(12): 1934-1940.
- 16) Kobayashi, S., Takaoka, I., Sawaki, K., Terano, T., Hirai, A., Fujishiro, S., Saito, Y. and Nakajima, S. (2003) Effect of fish oil ingestion on red blood cell (RBC) membrane function of a long distance runner in high-altitude training. *Shishitsu Eiyougaku*, 12 (1): 75-84.
- 17) Casoni, I., Borsettol, C., Cavicchi, A., Mattinellis, S. and Conconi, F. (1985) Reduced hemoglobin concentration and red blood cell. *Int. J. Sports Med.*, 6 (3): 176-179.
- 18) Oostenbrug, G. S., Mensink, R. P., Hardeman, M. R., Vries, T. D., Brouns, F. and Hornstra, G. (1997) Exercise performance, red blood cell deformability, and lipid peroxidation; effects of fish oil and vitamin E. *J. Appl. Physiol.*, 83: 746-752.
- 19) Wood, S. C., Doyle, M. P. and Apenzeller, O. (1991) Effects of endurance training and long distance running on blood viscosity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23(11): 1265-1269.
- 20) 石井源信 (2002) ピーキングの心理. *体育の科学*, 52(7): 508-514.
- 21) 熊江 隆 (2012) 強化合宿が実業団所属の若手長距離選手の血液性状, 血清中抗酸化物質, 及び心理状況に及ぼす影響. *体力・影響・免疫学雑誌*, 22(1): 50-61.
- 22) 倉掛重精・梅田 孝・中路重之・熊江 隆・岡村典慶・明石秀伸・村田洋介・藤崎晶子・寺町芳子・海老根直之 (2006) 冬季のマラソンが選手の生体に及ぼす影響 (1)一マラソン前日とレース後の血液成分の比較一. *体力・影響・免疫学雑誌*, 16(1): 23-31.
- 23) Koutedakis, Y., Raafat, A., Sharp, Rosmarin, M. N., Beard, M. J. and Robbins, S. W. (1993) Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 33: 252-257.
- 24) James, A. S., Scarlet, R. J., Carol, B. V. and Robert, B. A. (1983) Delayed-onset muscle soreness and plasma CPK and LDH activities after downhill running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15: 51-56.
- 25) 鈴木政登・飯島好子・塩田正俊・松原 茂・井川幸雄・町田勝彦 (1990) ジョギング愛好者のフルマラソン後の血液・尿成分の変化. *臨床スポーツ医学*, 7: 813-820.

〈連絡先〉

著者名：別府健至

住 所：〒158-8508 東京都世田谷区深沢 7-1-1

所 属：日本体育大学短期大学部体育科専門 3

E-mail アドレス：k-beppu@nittai.ac.jp