

【短 報】

大学駅伝ランナーのコンディショニング管理におけるヘモグロビン モニタリング装置の有効性に関する検討

黄 仁官¹⁾, 別府 健至²⁾

¹⁾ 日本体育大学保健医療学部 (救急医療学 III 研究室)

²⁾ 日本体育大学児童スポーツ教育学部 (陸上競技研究室)

An investigation of the validity of hemoglobin monitoring apparatus in collegiate EKIDEN runner's conditioning management

Inkwan HWANG and Kenji BEPPU

(Received: October 21, 2014 Accepted: December 3, 2014)

Key words: collegiate EKIDEN runner, hemoglobin monitoring apparatus, conditioning management

キーワード: 大学駅伝ランナー, ヘモグロビンモニタリング装置, コンディショニング管理

1. 緒 言

陸上競技における長距離種目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。そのため、多くのランナーは、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^{1,2)}。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^{3,4)}。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されて疲労やストレスを引き起こすものと考えられる⁵⁻⁷⁾。よって、競技レベルの高いランナーは、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。

以前我々は、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 名を対象に、年間におけるトレーニング内容と、各時期別に血中の貧血関連項目及び逸脱酵素活性の動態を

比較検討し、年間における貧血関連項目では、いずれも 4 月と 6 月のシーズン前半に比べて 9 月と 12 月のシーズン後半において有意な低下と、逸脱酵素活性は、いずれも 4 月と 6 月のシーズン前半に比べて 9 月と 12 月のシーズン後半において有意に高い活性値を示し、大学男子駅伝ランナーにおける年間のトレーニング内容に関して、強度が比較的低くても長い距離の練習を繰り返す時期でのコンディショニング維持・管理の為には練習量や質などの調整を十分考慮する必要性について報告した⁸⁾。しかしながら、上記の結果も他の研究報告と同様、競技選手に対して血液検査や身体組成などを直接計測することは、より正確な結果を現場に伝えることが可能であるが、採血や時間を要する測定などは選手に対して身体的にも精神的にもプレッシャーを与えることは勿論、フィードバックまでの分析に掛かる時間も長く、経済的にも負担が非常に大きいことから、競技力向上の為の現場的立場からすれば理想とは言えない。また、各種競技における選手のコンディショニングは様々な要因 (練習量・質, 栄養, 心理, 睡眠, 休養など) によって生じることから、総合的な検査や調査の必要性も否定できないのが現状である。従って、競技・スポーツの現場的な側面からは、正確さも考慮しながら専門的な技術や測定・分析に長い時間も要せず手軽に計測・管理の可能なものが理想的であるものと考えられる。そのためには、手軽に計

表 1 対象者の身体的特徴及び各レースにおけるベスト記録

Subjects (n=16)	Age (years)	Weight (kg)	Height (cm)	%Fat (%)	Lean body mass (kg)	Best record time		
						5000m race	10000m race	Half marathon race
Mean	20.3	56.8	168.7	10.9	51.4	14'04"36	29'06"02	64'09"58
S.D.	1.1	3.1	5.6	2.1	2.7	13"98	25"48	55"18

全ての値は平均値と S.D. である。

測可能な一つのファクターが示す数値と直接的に採取・計測された結果の数値の関連性を調べる必要性が挙げられる。

そこで本調査では、競技現場における選手のコンディショニング管理を目的として、2013 年度（2014 箱根駅伝）の大学駅伝選抜選手 16 名を対象に、採血不要・計測時間の短いことから選手に負担も少なく、毎日モニタリングの可能なヘモグロビン測定装置を用いて、2013 年度シーズン（強化合宿開始前の 7 月～箱根駅伝まで期間）を通してモニタリングを実施した。得られたモニタリングデータと実際の練習内容及び測定結果との比較を行い、その関連性から長距離ランナーのコンディショニング管理におけるヘモグロビンのモニタリング装置の有効性について検討した。

II. 方 法

1. 対象及び期間

対象者は、N 体育大学の陸上競技部に所属し、長距離と駅伝を専門とする男子選手 16 名（2014 年第 90 回箱根駅伝）選抜選手を対象とした。対象期間は、2013 年 7 月から同年 12 月までの 6 ヶ月であった。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 010-H08 号）。

2. 測定項目及び方法

被験者の身体組成は、身長、体重、体脂肪率（%Fat）、除脂肪体重（LBM）を指標として用いた。体重、%Fat、LBM については InBody430（Biospace 社製）を用い、部位別直接多周波数測定法にて測定した。なお、被験者の身体的特徴については表 1 に示した。

毎日のヘモグロビンのモニタリングには、採血不要の健康モニタリング装置 ASTRIM FIT（シスメックス株式会社製）を用いて、毎日 1 回起床時に計測した（計測は 3 回計測した平均値をデータとして用いた）。尚、測定装置の計測時の風景は写真 1 に示すとおりである。



写真 1 ヘモグロビン・モニタリング装置（ASTRIM FIT シスメックス社製）による計測風景

尚、採血による血液分析から得られた貧血関連 4 項目（RBC、Hb、Ht、Fe）と筋活動や損傷状況を観察するための血清酵素活性関連 4 項目（CPK、乳酸脱水素酵素 lactate dehydrogenase；以下 LDH と略す、トランスアミナーゼ glutamic oxaloacetic transaminase；以下 GOT と略す、glutamic pyruvic transaminase；以下 GPT と略す）は、各時期別（4 月、7 月、9 月、11 月、12 月）にチームドクターにより各選手の体調や健康状況の確認のために実施する血液検査結果から提供されたデータを用いた。

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。尚、監督から提示されるメインの練習メニューの走行距離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ジャーに報告、集計した走行距離の両方を合わせた総走行距離を用いた。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。

3. 統計処理

全ての値は平均値±標準偏差で示した。各時期別の差の検定については、それぞれの平均値±標準偏差に対して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。いずれの統計処理においても分析ソフト SPSS（Version 11）を用い、危険率 5% 未満をもって有意水準とした。

III. 結果及び考察

1. ヘモグロビンモニタリング装置による結果の変動について

Hb モニタリング装置によるモニタリング開始は平成 25 年 7 月 24 日（血液検査の採血日）から始め、同年 12 月 20 日 5 か月間であった。尚、以下の値はすべて Hb モニタリング装置による値である。

モニタリング開始日の平均値は 14.98 ± 0.86 g/dL から始まったが、日を追うごとに値が減少し、第一次強化合宿期間である平成 25 年 8 月 12 日 (14.09 ± 0.81 g/dL) ~ 平成 25 年 8 月 21 日 (13.69 ± 0.69 g/dL) までの間は、貧血であることを示す 13.60 g/dL までの下限近くまで減少し、第二次強化合宿期間である 25 年 8 月 23 日 (13.52 ± 0.97 g/dL) ~ 平成 25 年 8 月 31 日 (12.62 ± 1.02 g/dL) までの間にも減少し続け、第二次強化合宿全期間において貧血として判定する下限値以下を示した。その後、一時的に第二次から第三次強化合宿への移動などを含む 3 日後には平成 25 年 9 月 4 日には 14.34 ± 1.09 g/dL までに値が回復した。しかし、強化合宿開始 7 日目である平成 25 年 9 月 13 日 (13.42 ± 1.16 g/dL) 合宿終了日である平成 25 年 9 月 20 日 (12.89 ± 1.19 g/dL) までの間は全て貧血を示す下限値の以下の値を示した。全ての強化合宿期間中においてメインとなるポイント練習日（午前と午後にスピードと距離をセットとして行う練習日）の翌日は必ず完全休養または休養できるレベルの練習量として設定したものの、モニタリング値の回復はそれほどみられなかった。尚、モニタリング装置による値が合宿期間中に平常範囲に戻った例を見ると合宿の間 2 日から 3 日後に回復していることも確認された。しかし、合宿期間中において完全休

養など休息を 2 日以上設けることは現場的な思考からすると非常に計画し難く、簡単な問題では無い為、合宿期間中のポイント練習日においても一日に行う量的・質的問題の配慮もするべきと思われる。9 月の第三次強化合宿終了以後モニタリング値は徐々に回復し、出雲駅伝及び全日本大学駅伝の駅伝レース期間では、モニタリング値の上下はみられるが、正常範囲の下限以下となる値を示すことはなかった。しかし、全日本大学駅伝大会を終え、箱根駅伝までの間における選抜選手による短期強化合宿期間が 2 回あり、いずれの合宿期間においても合宿中盤から終盤にかけて正常範囲の下限値に近い値まで低下することが確認された。このような現象も夏の強化合宿でみられたような一時的に集中的に練習の質と量が高まったことによる減少として推測される。箱根駅伝本番までの間においても値の上下はみられるが異常値を示すことなく、測定終了日である平成 25 年 12 月 20 日を迎えた（図 1）。

一方、箱根駅伝当日まで継続してモニタリングができなかった主観的な理由としては、出場する選手からすると、箱根駅伝は 3 大駅伝と言われている出雲や全日本大学駅伝とはもう一つ違った特別な思いがあるようで、選手個々がこれまでの大会とは異なる緊張感と集中力をみせる中、モニタリング結果に関して過敏な反応をみせるなど大会に向けての選手のモチベーションに大きく悪影響をもたらす可能性が考えられたため、2013 年（平成 25 年）12 月 20 日をもってモニタリング計測を終了させた。なお、本装置の投入の目的が選手の日頃の練習でのコンディショニングにあることを考慮すれば、大会に向けてベストの状態を維持する上で、選手自身の心理的要素も十分に押領しながらの計測も重要であるものと推考された。

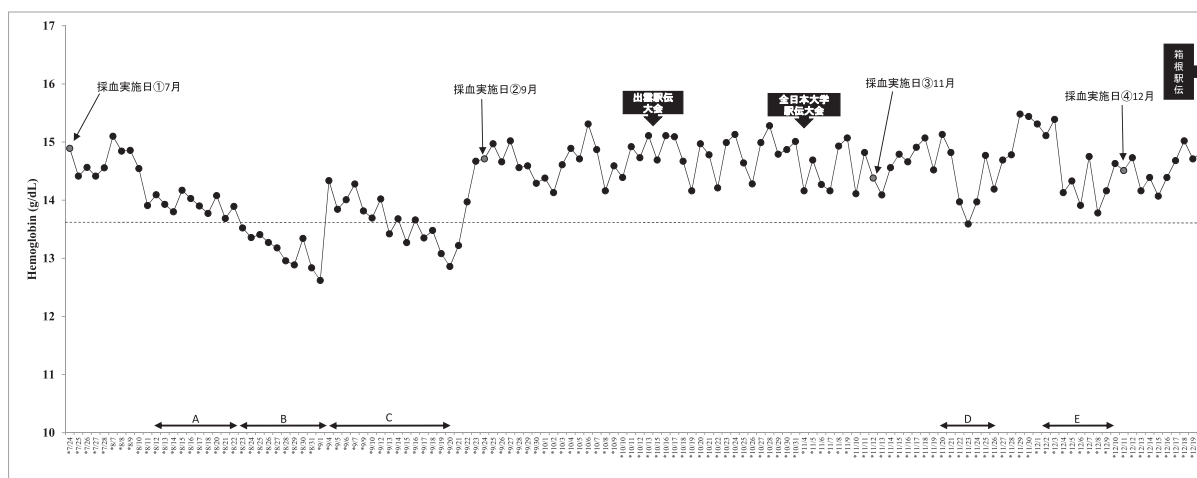


図 1 ヘモグロビンモニタリング装置のアストリム（シスメック社製）により得られたデータ

（図中の点線はヘモグロビン標準値 [13.6 ~ 18.3 g/dL] の最低値を示す）

[A：第一次夏季選抜強化合宿，B：第二次夏季選抜強化合宿，C：第三次夏季選抜強化合宿，D：秋季選抜強化合宿①，E：秋季選抜強化合宿②]

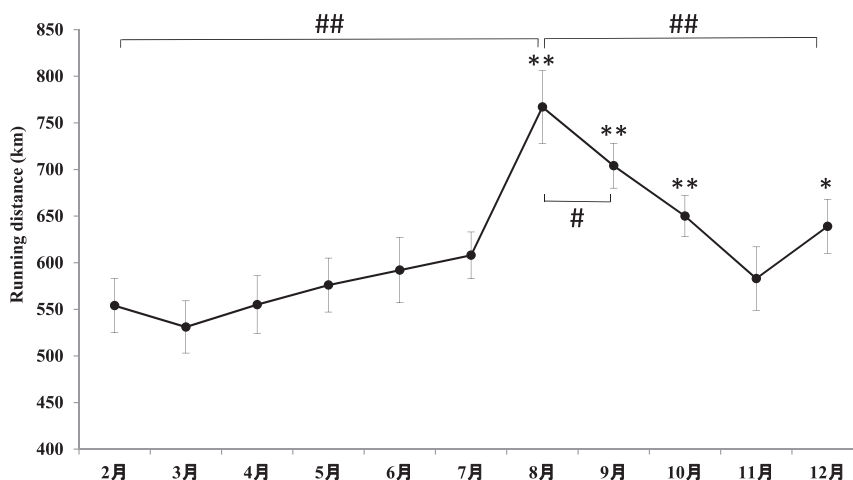


図2 選抜選手の年間における各月別の走行距離の変動

**：p<0.01, *：p<0.05 vs 2月, ##：p<0.01, #：p<0.05 vs 8月 (2月～7月・10～12月)

2. 月間の走行距離について

月間の平均走行距離についてみると、2月の平均値 (552.2±29.8 km) に比べて7月までは徐々に走行距離の増加傾向はみられるが有意な差は認められなかった。しかし、8月以後では、11月 (583.0±34.5 km) を除く8月 (767.4±39.7 km, p<0.01), 9月 (704.6±29.8 km, p<0.01), 10月 (652.7±22.9 km, p<0.01), 12月 (629.2±34.8 km, p<0.05) では、それぞれ2月に比べて有意に高い走行距離を示した。尚、8月の走行距離は全ての月別の走行距離に比べて有意に高い値を示した(図2)。

この結果を本学の駅伝ブロックの2013年度の年間トレーニング計画踏まえて考えると、関東インカレやトラックレースの記録会などが多く占める前半はトラックシーズン(7月まで)として5000 m 走や10000 m 走レースタイムのベスト記録を伸ばす時期として位置付けていることから比較的強度の高いトレーニング(走行スピード)メニューが主流であることから7月までは緩やかに走行距離の増加がみられたものと推測される。一方、後半シーズンである8月以後についてみると、8月上旬から9月の中旬までを3大駅伝(出雲全日本大学選抜駅伝、全日本大学駅伝、箱根駅伝)のロードレースの準備として強化合宿期間が設けられており、必然的に年間の中では8月と9月の走行距離が最も高くなり、その後は10月から駅伝レースが続くために調整トレーニングを取り入れる期間であったことから8月をピークに走行距離の低下がみられ、10月以後は若干の差はあるものの、7月程度の走行距離を示しながらロードレースの後半シーズンに入ることが確認された。

3. 採血による貧血関連項目及び血清酵素活性項目の変動について

貧血関連項目として血中のRBC, Hb, Ht, Fe濃度

の4項目と、筋活動や損傷状況を観察するための血清酵素活性の項目にはCPK, LDH, GOT, GPTの4項目の変動を各時期別に検討した。

血中RBCについてみると、4月 (510.3±27.9×10⁴/μl) から7月と9月に渡って徐々に低下がみられ、11月と12月では増加傾向がみられた。中でも9月 (465.3±23.3×10⁴/μl) は4月に比べて有意な低下が認められた (p<0.05) (図3-A)。血中Htでは、4月 (46.1±2.6%) から9月 (42.9±2.2%) までに低下傾向がみられたが有意な差ではなく、その後12月まで回復傾向がみられた(図3-B)。血中Hbにおいては、4月 (15.3±0.6 g/μl) 以後低下傾向がみられ、9月 (14.2±0.4 g/μl) では4月に比べて有意な低下が認められた (p<0.05) が、その後12月 (14.8±0.5 g/μl) かけて回復の傾向がみられた(図3-C)。血中Feにおいても4月 (115.2±15.9 μg/dL) 以後は低下がみられ、9月 (94.2±15.1 μg/dL) では有意に低い値を示した (p<0.05) が、12月 (100.9±16.4 μg/dL) までには徐々に回復の傾向がみられた(図3-D)。尚、4項目にみられた9月における有意な低下または低下値に関してはいずれも正常範囲以下の低下値はなかった。

筋の活動や損傷状況を観察するための関連項目では、まず血清CPK活性値の変化についてみると、4月 (194.9±46.0 IU/l) では徐々に活性値が増加し、9月 (345.9±42.8 IU/l, p<0.01) 以後は少し低下するものの、11月 (321.9±53.2 IU/l, p<0.01) 及び12月 (309.5±45.4 IU/l, p<0.01) は、いずれも4月に比べて有意に高い活性値を示し、9月から12月までは全ての期間において正常範囲以上の活性値を示した(図4-A)。血清LDH活性の変化では、4月 (177.5±29.6 IU/l) 以後は増加傾向を示し、9月 (236.6±20.8 IU/l, p<0.05) では正常範囲を超える有意な増加を示した。しかし、以後12月

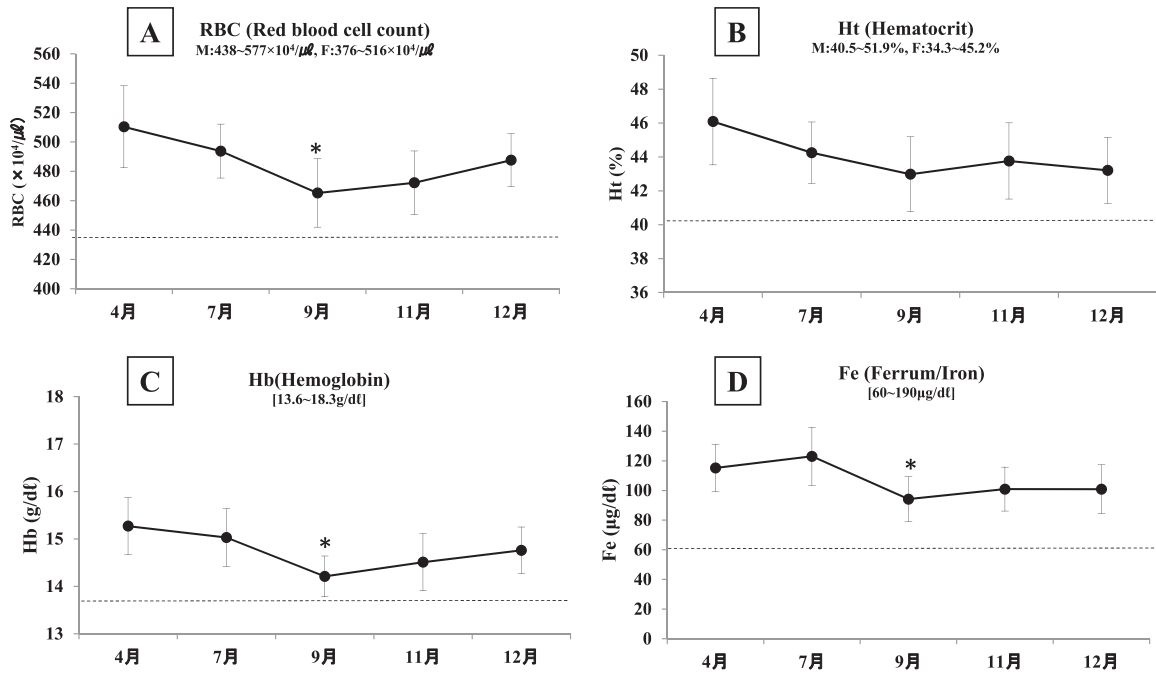


図3 採血による各時期別の貧血関連項目の変動
(A: 赤血球数, B: ヘマトクリット, C: ヘモグロビン, D: 鉄) *: p<0.05 vs 4月

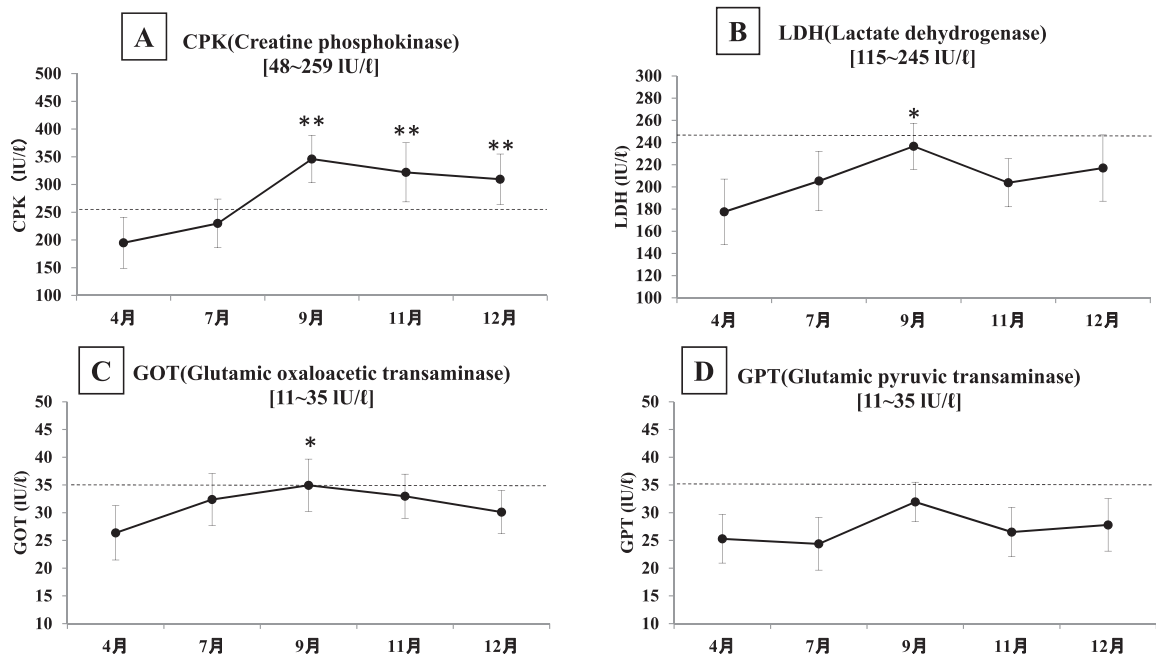


図4 採血による各時期別の血清酵素活性値の変動
(A: クレアチンフォスホキナーゼ, B: 乳酸脱水素酵素, C: GOT, D: GPT) *: p<0.05 vs 4月

(217.0±29.9 IU/l) にかけて殆どの対象者は正常範囲以下の値を示した (図4-B)。血清 GOT 活性の変化についてみると, 4月 (26.4±4.5 IU/l) 以後は増加し9月 (34.9±4.7 IU/l, p<0.05) が最も高く, 平均値が正常範囲の上限値と同様な値であった。しかし, 以後は減少し, 12月 (30.1±3.9 IU/l) では, 殆どの対象者は正常範囲以下の値を示した (図4-C)。血清 GPT 活性において

も9月 (31.9±3.6 IU/l) での活性値が最も高く, 正常範囲の上限を超えることはなく, 12月 (27.8±4.7 IU/l) にかけて低下を示した (図4-D)。

以上の結果は, 我々が2013年に報告した「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」の中で走行距離が最も長い強化合宿期間である8月と9月に貧血関連項目であるRBC, Hb,

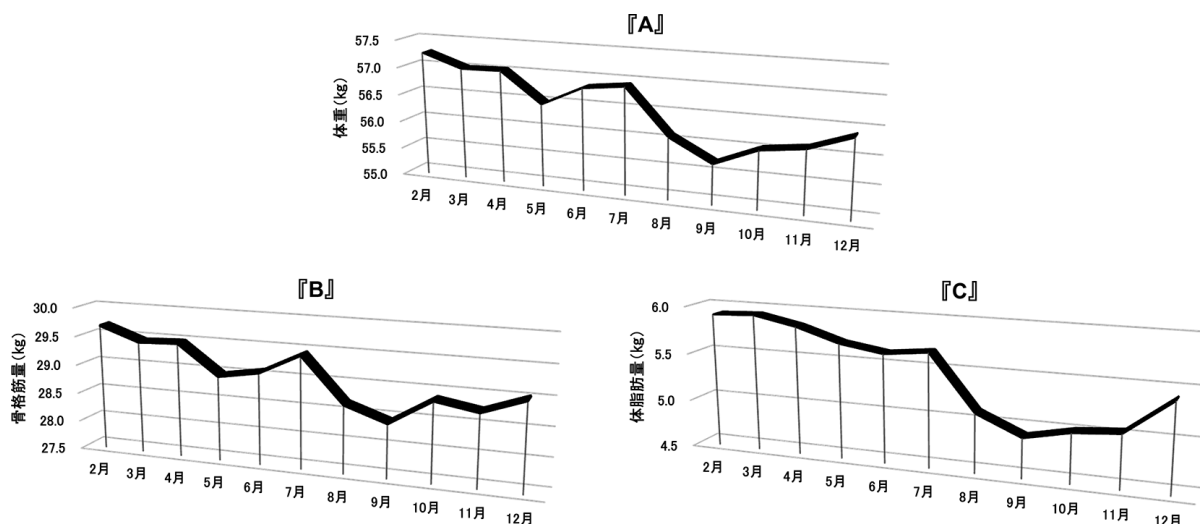


図5 月間別における身体組成の平均値の変動
(A: 体重, B: 骨格筋量, C: 体脂肪量)

Ht, Fe 濃度は著しく低下, 筋の活動や損傷状況を観察するための関連項目である CPK, LDH, GOT, GPT は顕著に上昇することを確認し, 大学駅伝ランナーに対するコンディショニングは年間における走行量と質を各時期別に十分な配慮と工夫が必要であると結論付けている昨年の我々の研究報告⁸⁾を支持する結果であった。

4. 身体組成の変動について

月別の身体組成 (体重, 骨格筋量, 体脂肪量)

身体組成は全ての項目において2月から減少し始め, いずれもの項目も5月 (体重: 56.5±1.8 kg, 骨格筋量: 29.1±1.1 kg, 体脂肪量: 5.70±0.89 kg) に一度減少がみられるが, 7月 (体重: 56.9±1.4 kg, 骨格筋量: 29.4±1.13 kg, 体脂肪量: 5.69±0.93 kg) かけて回復されるが, 9月 (体重: 55.7±1.1 kg, 骨格筋量: 28.4±1.1 kg, 体脂肪量: 4.91±0.41 kg) を中心に年間で最も低い値を示した。その後は, 12月 (体重: 56.4±1.2 kg, 骨格筋量: 29.0±1.3 kg, 体脂肪量: 5.41±0.56 kg) にかけて回復がみられなかった (図 5A-C)。

5. Hb モニタリング装置によるデータの変動と他の項目との関係について

図1に示した7月から12月までのHbモニタリング装置によるデータの変動と比較対象全項目との関連性についてみると, ①8月と9月の強化合宿の終盤にかけてモニタリング装置によるHb値の低下を示した時期において最も走行距離の長かった。②モニタリング装置によるHb値が最も低い値を示した8から9月は, 年間5回の血液検査項目中の貧血関連項目であるRBC, Hb, Ht, Fe濃度 (図3) がいずれも9月時点

で最も低く, 血清酵素活性項目であるCPK, LDH, GOT, GPT (図4) においては9月時点が最も高い活性値を示した。さらに, 身体組成 (体重, 骨格筋量, 体脂肪量, 図5) の変化についてもいずれの項目において8月から9月にかけて最も低値を示した同時期にモニタリング装置によるHb値も最も低かった。

IV. 結 論

以上の結果から, Hb モニタリング装置 (ASTRIM FIT) は, 少なからず大学駅伝ランナーの年間における練習量 (走行距離) の増加に伴ってみられる身体組成の低下や血液検査関連8項目 (RBC, Hb, Ht, Fe濃度, CPK, LDH, GOT, GPT 活性) の上下値を推測できる可能性があり, 長距離ランナーの日頃のコンディショニング管理には有効性の高い可能性が推考される。しかし, 本研究では長距離一種目に関するモニタリングデータを用いており, 各種競技現場におけるコンディショニングについての有効性に関しては確実とは言えないことも現状であり, 今後はさらにモニタリングする競技種目を増やし, 多様な現場での身体的・栄養的・練習の量的な要素などからのデータを収集でき次第, その可能性の有無について追って報告する。

V. 文 献

- 1) 黄仁官, 上田大, 別府健至, 石井隆士, 水野増彦, 山田保: 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. 2009.
- 2) 黄仁官, 別府健至, 水野増彦, 能條学, 山木俊彦, 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: 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一. NITTAI Sports Training Journal, 8: 23-24. 2011.
- 3) Malczewska, J., Blach, W. and Stupnicki, R.: 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. 2000.
 - 4) Moriguchi, T., Shimomitsu, T., Odagiri, Y., Ichimura, S., Fukuda, J. and Tomoda, A.: 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. 2002.
 - 5) MacNeil, B., Hoffman-Goetz, L., Kendall, A., Houston, M. and Arumugam, Y.: Lymphocyte proliferation responses after exercise in men: fitness, intensity, and duration effects. *J. Appl. Physiol.*, 70: 179-185. 1991.
 - 6) Cannon, J.G.: Exercise and resistance to infection. *J. Appl. Physiol.*, 74: 973-981. 1993.
 - 7) 黄仁官, 別府健至, 山本俊彦, 水野増彦, 石井隆士, 上田大, 山田保: 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. 2009.
 - 8) 別府健至, 黄仁官: 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変動. *日本体育大学スポーツ科学研究*, 2: 1-8. 2013.

<連絡先>

著者名: 黄 仁官

住 所: 東京都世田谷区深沢 7-1-1

所 属: 日本体育大学保健医療学部 (救急医療学 III 研究室)

E-mail アドレス: hwang@nittai.ac.jp