



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	持続トレーニングが立位姿勢に及ぼす効果：陸上競技を専門としない大学生を対象として
Author(s)	中澤，翔；国兼，慶；厚東，芳樹
Citation	北海道大学大学院教育学研究院紀要，128，1-11
Issue Date	2017-06-23
DOI	https://doi.org/10.14943/b.edu.128.1
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/66746
Type	departmental bulletin paper
File Information	010-1882-1669-128.pdf



持続トレーニングが立位姿勢に及ぼす効果

ー陸上競技を専門としない大学生を対象としてー

中 澤 翔*・国 兼 慶**・厚 東 芳 樹***

【目次】

1. はじめに
2. 研究方法
 - 2.1. 対象
 - 2.2. プロトコル
 - 2.3. 測定方法
 - 2.4. 解析方法
3. 結果
 - 3.1. 分析1の結果
 - 3.2. 分析2の結果
4. 考察
5. 最後に

参考文献

【キーワード】 走行距離, 持続トレーニング, 立位姿勢の安定性

1. はじめに

陸上競技の長距離走トレーニングは、走行距離を重視する持続トレーニングと走速度を重視するインターバルトレーニングとに大別できる（山地・橋爪，1999）。前者を重視した場合は、走速度が遅くなる一方で低から中程度の運動強度のため長時間トレーニングが可能になる。これに対して、後者を重視した場合は走速度が速くなるが、高い運動強度のトレーニングができるといった特徴がある（瀧澤・山地，2008）。

大学生などアマチュアの長距離陸上選手を対象とした研究によれば、前者の走行距離を重視したトレーニングの方が競技成績の向上が期待できることが数多く示されている（藤田，2000；松田ら，2001；野呂，2012；家吉ら，2014，2015）。また、有酸素性作業能（最大酸素摂取量：VO₂max，無酸素性作業閾値：AT）といった生理的反応へのトレーニング効果も期待できることが示されている（丸山・美坂，1983；Gorostiaga et al，1991；長崎，2001）。これらの研究成果を受け、大学生などアマチュアの長距離陸上選手を対象としたトレーニングでは、走行距離を重視する持続トレーニングが選択される傾向にあるが、その科学的根拠は未だ不十分な点が多いのも事実である。

*新潟医療福祉大学講師 **北海道大学大学院文学研究科修士課程 ***北海道大学大学院教育学研究院准教授
DOI: 10.14943/b.edu.128.1

ところで、大学生などアマチュア選手を指導対象とした場合、インターバルトレーニングを選択することのデメリットとは何なのであろうか。

長距離走種目の中での走速度とは、単位時間当たりの歩数（ピッチ）と一歩当たりの進む距離（ストライド）を乗じたものと言われている（若吉ら，1998）。長距離走選手の走速度に着目した研究成果より、歩数（ピッチ）の方が距離（ストライド）よりもパフォーマンスや競技成績に影響することが知られている。具体的には、世界一流の選手には共通した経済的ピッチ（step rate）が存在し、走速度に関係なく、一定値の歩数（ピッチ）を保った走りが最も走効率の高かったことが数多く報告されてきた（Hogberg, 1952：山岡ら，1958：Dillman, 1975：佐竹ら，1987）。一方で、距離（ストライド）の変化と走効率とはほとんど関係しないことも認められてきた（Knuttgen, 1961：佐竹ら，1987）。

これらの研究成果については、実際の長距離走をトレーニングしている指導現場でもしばしば知られている。そのため、より高い走速度を一定に保った状態で一定値の歩数（ピッチ）を保つトレーニングが競技レベルに関係なく行われるようになっていた。ところが、大学生などアマチュア選手の場合、例えば走速度の向上に比例して歩数（ピッチ）も高くなる傾向になることが多く、結果的にスポーツ障害を発症する選手が数多く生起することが問題視されてきた（村上ら，1997：大山ら，2005）。

このことについて、佐竹ら（1996）は不安定な動作や悪い動作で走る者が多いアマチュア選手の場合、一定値より異なった歩数（ピッチ）になると腓腹筋や大腿部の筋のリラクゼーションが低下し不必要な筋活動が生じていること、不必要な筋活動によって足関節の底屈が大きくなり前腓骨筋の筋放電量が大幅に増加していたことを報告した。つまり、腓腹筋、大腿部の筋や前腓骨筋は立位姿勢保持とも密接に関係する（湯浅，2006：橋内・大塚，2008）ことから、トレーニング中の歩数（ピッチ）の乱れは立位姿勢や走行姿勢の安定性を低下させる危険性が高いということである。これらの研究からは、大学生などアマチュア選手を対象としたインターバルトレーニングの継続は、不要な筋活動を継続させてしまい、結果的に立位姿勢や走行姿勢の安定性を低下させ、何らかのスポーツ障害を発症させてしまう危険性のあることを示唆している。このことが、実際の指導現場でインターバルトレーニングが選択されない時の理由の一つであるように考えられた。

それでは、アマチュアの選手を対象に持続トレーニングを継続した場合、立位姿勢や走行姿勢の安定性はどうなるのであろうか。なかでも安定した立位姿勢は、多様なスポーツ障害の予防に通じているため（猪飼，1953：山下・山際，1990：島田・内山，1999：樽本ら，2000：塩田，2003：辻村，2009：塚原ら，2013）、質の高い競技生活を保証し、高いパフォーマンス発揮や競技成績を向上するための十分条件となる。そのため、仮に走行距離を重視した持続トレーニングの継続で立位姿勢の安定性が向上した場合、大学生などアマチュア選手を対象としたトレーニング現場では、インターバルトレーニングよりも持続トレーニングを積極的に推進する大きな根拠の一つに成り得るものと考ええる。しかしながら、これまで持続トレーニングが安定した立位姿勢に効果があることを言及したものはない。

そこで本研究では、長距離陸上を専門としない一般の大学生を対象に、走行距離を重視した持続トレーニングを一定期間行うことで、彼らの立位姿勢がどのように変化するのか調査することを目的とした。

2. 研究方法

2.1. 対象

本研究の対象は、大学生 5 名（男子学生 4 名，女子学生 1 名）とした。対象者は，整形外科的疾患がないこと，長距離運動など陸上競技に関わった何らかの定期的なトレーニングを行っていないこと，過去に長距離陸上選手でなかった者とした。合わせて，過去に障害歴があると長期的なトレーニング中にスポーツ障害を好発しやすい（Stephen et al, 1989）という先行研究の指摘より，過去に障害歴の無い者とした。

表 1 は，調査対象者の中学校および高校時代のスポーツ歴を示している。年齢，身長，体重の平均値（±標準偏差値）は，それぞれ 21.4（±1.1）歳，172.8（±10.9）cm，68.9（±7.6）kg であった。実験に先立ち，すべての対象者には，研究の途中であっても希望があれば，参加を中断できることを事前に伝えた後，調査に対する説明を行い，書面にて同意を得た上で本研究に参加してもらった。また，突発的な事故のリスクも考えられたため，常に理学療法士の有資格者 1 名およびコーチング学の研究を専門とする研究者 1 名の監視下にて持続トレーニングを実施した。なお，調査対象者には，トレーニング期間中，大きく生活習慣や運動習慣を変化させないように口頭で依頼し，変化したと考えられた場合は申し出るように指示した。

表 1 調査対象者の過去の運動経験

No	年齢	中学時の スポーツ歴	高校時の スポーツ歴
1	23	陸上（短距離）	陸上（短距離）
2	20	バレーボール	ハンドボール
3	21	軟式野球	ハンドボール
4	21	バスケットボール	ハンドボール
5	22	ハンドボール	ハンドボール

2.2. プロトコール

実施した持続トレーニングは，平成 28 年 9 月 4 週目～12 月 3 週目の 13 週間，週 4 回，1 回につき 50 分で行った。1 回につき 8000m の距離を走行し，1 か月あたりの走行距離が 100000m を超えるように設定した。ちなみに，8000m の距離については，1 週あたり 30.6km 以上からスポーツ障害の発生率が急激に増加するという先行研究（Stephen et al, 1989）の指摘より設定した。

2.3. 測定方法

立位姿勢は，日本整形外科学会が示している正常立位姿勢にしたがって測定した。すなわち，身体を横方面から見たとき，「耳垂－肩－大転子－膝外骨－踝が一直線になった状態」「骨盤部位の上前腸骨棘（以下，ASIS と称す）と上後腸骨棘（以下，PSIS と称す）が床と水平かつ ASIS と恥骨が床と垂直になった状態」がより良い立位姿勢であると捉えられている（Richard et al, 2016）。

そこで，調査対象者の左側の耳垂，肩峰，大転子，膝外骨，外果それぞれにマーカーを貼布し，立位姿勢を撮影した（図 1 参照）。同様に，ASIS，PSIS および恥骨部位それぞれにマーカー

を貼布し、骨盤角度を撮影した。このとき、水平器を用いて床と撮影機が水平状態を担保した上で撮影を行った。

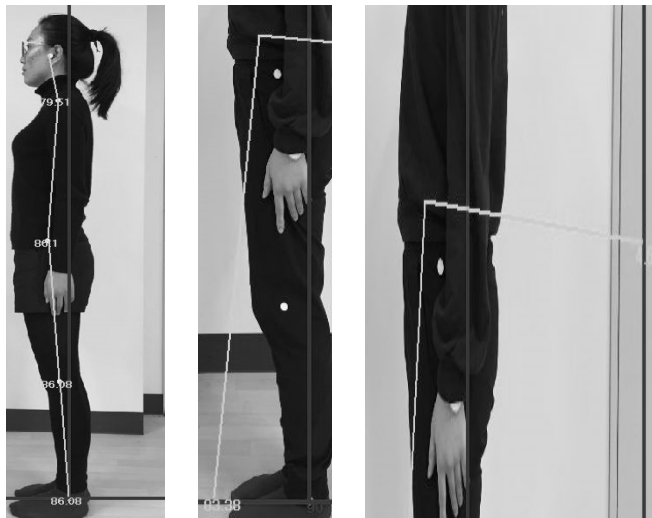


図1 立位姿勢と骨盤の角度測定方法

撮影した静止画は、オクトル社製の動作解析支援システムOTL-8PV_v Version6.60を用いて5つの角度を測定した。次に、導出した角度より立位姿勢と骨盤角度の評価を行った。すなわち、(1) 耳垂－肩峰－大転子によって得られる角度の理想値は 180° である。そこで、上記の角度を算出し、「肩峰(度)」の評価とした。なお、耳垂－肩峰－大転子を結んだラインの頂点が頭正面側に位置した場合はプラス値、逆側をマイナス値と表現した。(2) 肩峰－大転子－踝によって得られる角度の理想値も 180° である。そこで、上記の角度を算出し、「大転子(度)」の評価とした。なお、(1) 同様にラインの頂点が頭正面側に位置した場合はプラス値、逆側をマイナス値と表現した。(3) 膝－踝と床の水平ラインによって得られる角度の理想値は 90° である。そこで、上記の角度を算出し、「外果(度)」の評価とした。(4) 立位姿勢時の骨盤は、ASIS－PSISラインは床の水平ラインと平行を理想値、ASIS－恥骨ラインは床の水平ラインと垂直を理想値とした上で、それぞれの角度を算出し、「ASIS－PSIS(度)」 「ASIS－恥骨(度)」の評価とした。なお、平行を0度、上方(骨盤後傾位)、下方(骨盤前傾位)共にプラス値と表現した。

2.4. 解析方法

有意差検定は、Excel統計によって対応のあるt検定を行い、有意水準は5%以下を用いた。分析については、以下の内容とした。

分析1：走行距離を重視した持続トレーニングと長距離走パフォーマンスとの関係を検討するため、トレーニング実施前とトレーニング終了後それぞれで8000mの距離を調査対象者に走行してもらい、そこでの心拍数の最大値(220－年齢〔20歳で統一〕)と走行終了3分後の心拍数を分析した。心拍数は、8000mの持続トレーニングの実施が調査対象者にとっての強度(85%以上を高強度運動、84～70%を中強度運動)にどのような変化を与えるのかのみ検討した。

分析2：走行距離を重視した持続トレーニングの継続と立位姿勢の安定性との関係を検討するため、トレーニング実施前とトレーニング終了後それぞれで調査対象者の立位姿勢を分析した。

3. 結果

3.1. 分析1の結果

まず、陸上競技未経験者に対する持続トレーニングの3カ月の継続による彼らの生理的反応の変化を求めた。表2は、持続トレーニング前後の心拍数の最大値と走行終了3分後の心拍数を示した。

心拍数の最大値は、トレーニング前は 171.4 ± 12.2 回（平均値 $\pm$ 標準偏差）であったがトレーニング後になると 140.2 ± 7.4 回になり、両者の間で有意差（ $P < .01$ ）が認められた。また、走行終了3分後の心拍数はトレーニング前で 113.4 ± 17.7 回だったものがトレーニング後では 98.8 ± 11.7 回になった。しかしながら、両者の間に有意な差は認められなかった。トレーニング前後の心拍数の最大値と走行終了3分後の心拍数を比較すると、トレーニング前は強強度運動（85.7%）になっていたのに対して、トレーニング後は中強度運動（70.1%）へと運動強度が下がる結果にあった。

3.2. 分析2の結果

陸上競技未経験者に対する持続トレーニングの3カ月の継続によって、立位姿勢がどのように変化したのかを求めた。表3は、トレーニング前後の立位姿勢時の「肩峰（度）」「大転子（度）」「外果（度）」「ASIS-PSIS（度）」「ASIS-恥骨（度）」の角度値を示している。

トレーニング前後で、いずれの角度値も理想値に近づく結果が認められた。上記の結果は、今回実施したトレーニングによって立位姿勢が良くなった可能性を示唆している。また、「大転子（度）」（ $170.2 \pm 2.2 \rightarrow 175.7 \pm 1.7$ ）、「ASIS-PSIS角度（ $6.2 \pm 1.0 \rightarrow 4.6 \pm 1.0$ ）」「ASIS-恥骨角度（ $5.3 \pm 0.3 \rightarrow 4.3 \pm 0.3$ ）」の3つの角度値では、有意な変化のあったことが認められた。一方、トレーニング前後の「肩峰（度）」（ $167.1 \pm 4.5 \rightarrow 168.6 \pm 4.6$ ）「外果（度）」（ $85.4 \pm 1.7 \rightarrow 85.6 \pm 1.8$ ）」の2つの角度間に有意な差は認められなかった。

4. 考察

本研究では、陸上競技未経験者5名を対象に、走行距離を重視した持続トレーニングを3カ月継続的に実施することで、トレーニング前後の彼らの立位姿勢の安定性がどのように変化するのか比較を行った。その結果、トレーニング前後の心拍数最大値の変化より、強強度運動から中強度運動へと負荷が下がる結果が得られた。これより、今回対象とした5名の大学生にとって、トレーニング前の8000m以上の走運動は中から低強度運動にあたる持続トレーニングに成

り得ていなかったが、トレーニング後には中強度運動の継続に変化していたことがわかった。このことから、今回の実験では対象者への持続トレーニングが実践されていたものと判断した。

また、トレーニング前後の立位姿勢を比較すると、「大転子（度）」、「ASIS-PSIS角度」「ASIS-恥骨角度」の3つの角度が理想値（日本整形外科学会が示している正常立位姿勢）に近づき、いずれも有意な変化のあったことが認められた。

表2 8000m走時の心拍数、走行終了3分後の心拍数、タイム

項目	トレーニング前			トレーニング後	
	最大心拍数	平均値	SD	平均値	SD
心拍数の最大値	220-(年齢)	171.4	12.2	140.2	7.4 **
3分後の心拍数		113.4	17.7	98.8	11.7

** p<.01

表3 持続トレーニング前後の調査対象者の姿勢数値

項目	トレーニング前			トレーニング後	
	理想角度値	平均値	SD	平均値	SD
肩峰（度）	180°	167.1	4.5	168.6	4.6
大転子（度）	180°	170.2	2.2	175.7	1.7 **
外果（度）	90°	85.4	1.7	85.6	1.8
骨盤					
ASIS-恥骨（度）	0°	5.3	0.3	4.3	0.3 **
ASIS-PSIS（度）	0°	6.2	1.0	4.6	1.0 *
		人数	平均値	人数	平均値
骨盤前傾位		5	0.4	5	0.8
骨盤後傾位		0	0	0	0

* p<.05, ** p<.01

まず、大転子の位置がずれてしまう原因の一つとして、骨盤の歪みがある（Saunders et al, 1953:Murray et al, 1964）。骨盤の位置と歩行動作や走行動作とは密接に関連する（渡部, 1982）ことから、まずい歩行動作や走行動作の継続は偏った筋機能や可動域制限を形成し、そこから下行性運動連鎖と上行性運動連鎖のそれぞれもしくはいずれかで波及が乱れたり止まると言われている（Richard et al, 2016）。逆に言えば、中強度運動の動作の継続が可能になったということは、筋機能や可動域制限がある程度正常に働いたものと考えられ、結果的に骨盤の歪みが修正され大転子も正常な位置に近づいた可能性はある。

また、阿江（2005）は、走動作の効率性を向上させる行為は、回復脚の力学的エネルギー交換を骨盤部で行えるようにすることであると述べている。同様に、長距離走における力学的エネルギー効率が高まり、持続トレーニングなど長距離走運動が実践できるようになるということは、骨盤を中核とした下肢筋群での素早い伸張-短縮サイクル運動の遂行能力が高まったことを示唆しているという報告が数多く認められる（Paavolainen et al, 1999:長谷川, 1999:図子ら, 1993, 2000:Dumke et al, 2010）。

これらのことから、長距離走運動の継続が可能になるとは、骨盤が正しい位置で上手く機能している可能性が高いともいえる。今回対象とした5名は、生理的反応より持続トレーニングが継続して実践できていたと判断できたことから、走動作の効率性が向上したものと考えられた。このことが、結果的に「骨盤」の角度を改善し「大転子」の位置も修正した可能性はある。

さらに、低ピッチや一定の中強度運動の場合、高ピッチや強強度運動時よりも腓骨筋や前傾腓骨筋、下腿三頭筋（ヒラメ筋、腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭）が顕著に使われるようになる（佐竹，1996：谷澤ら，2014）。腓骨筋や前傾腓骨筋はつま先や足底内側アーチ形成に関連した筋であり、下腿三頭筋は足関節底屈筋である。いずれも、立位姿勢保持機能に大きく関与すると言われている（Oshita・Yano, 2011：Ushiyama・Masani, 2011：Kouzaki・Masani, 2012）。これより、今回、中強度運動の持続トレーニングを継続したことで立位姿勢保持機能に関与する筋機能が向上し、結果的に「骨盤」や「大転子」の位置が修正された可能性も考えられる。

以上、大学生を対象とした走行距離を重視した持続トレーニングの継続は、立位姿勢を改善する可能性のあることが認められ、これには「筋機能や可動域制限が正常に働きはじめること」「骨盤を中核とした下肢筋群での素早い伸張－短縮サイクル運動の遂行能力が高まること」「立位姿勢保持機能に関与する筋機能が高まること」の3点が理由として推定できた。したがって、調査対象者が少なく一般化することは困難であるが、初任者や大学アマチュア選手などを対象としたコーチングの現場では、中強度運動にあたる持続トレーニングに重点を置いた指導の方がインターバルトレーニングに重点を置いた指導よりもスポーツ障害の発生率を減少させる可能性はあるものと考えられた。

ただし、パフォーマンスや競技成績の向上に視点をあてた場合、高強度のインターバルトレーニングの方が持続的能力の改善することが経験的に知られており、一流選手の間で持続トレーニングは受け入れられていない現実はある（Coyle, 2005）。これより、いつ頃（レベル、経験年数、既往歴など）の選手にどのようなトレーニング方法が妥当なのかという「トレーニングの適時性」の問題については、今後も継続的に検討する必要がある。

5. 最後に

長距離走運動の場合、毎回の着地で下肢に体重の3から8倍の力が加わっている（Miller, 1990）と言われ、こうした負荷の積み重ねが他のスポーツ種目より障害が生じやすいものと考えられる。とりわけ、経験の浅いランナーや長距離運動未経験者が速いペースや強強度運動でトレーニングすると、走行動作時のフォームやアライメントが乱れスポーツ障害の発生率が大きくなるため、トレーニングの継続がしばしば困難になることが指摘されている（Willen, 1992）。こうしたスポーツ障害の発生は、スポーツ選手としてのキャリア発達を大きく阻害するものとなるため、可能な限り予防していきたいものである。

本研究では、陸上競技未経験者を対象に、走行距離を重視した持続トレーニングを3カ月継続的に実施することで、トレーニング前後の立位姿勢の安定性がどのように変化するのか比較

を行った。その結果、トレーニング前よりもトレーニング後の方が解剖学的に良い立位姿勢と言われる状態に近づいていた。これより、走行距離を重視した持続トレーニングは、現代病とも言われる腰痛や肩こりの主たる発生要因と言われる立位姿勢の改善を促す可能性が示唆された。もっと言えば、スポーツ障害の発生率が他のスポーツ種目よりもきわめて高いと言われる陸上競技（長距離走）で大学生やアマチュア選手を指導する場合、走行距離を重視した持続トレーニングの指導がその発生率を低下させる一助となり得る可能性があるものと考えられた。

他方、今回、調査対象者が5名と少なかったことから、得られた結果より持続トレーニングと立位姿勢の安定性との間に因果関係があるとはまでは言い切れない。そのため、今後も被検者数を増やして調査・検討する必要がある。また、走速度を重視するインターバルトレーニングで同様の調査を実施していないため、真に走行距離を重視した持続トレーニングが立位姿勢の安定性に関係するのか、それとも陸上競技の長距離走トレーニング自体が立位姿勢の安定性に関係するのかまではわからなかった。これについても、今後、調査を進めていく必要がある。さらに、今回はスポーツ障害の発生に関わる内的要因である筋力、筋力のアンバランス、アライメント（骨の配列）、柔軟性、関節の安定性、関節弛緩性など（James・Jones, 1990：Stephen et al, 1989：建内, 2015）の変化は検討していない。今後、持続トレーニングの継続によってこれらの要因がどのように変化するのかも合わせて検討する必要がある。

参考文献

- 阿江通良（2005）骨盤をうまく使うと何が変わるのか. *Training Journal*, 27(12)：12-15.
- Coyle.E.F. (2005) Very intense exercise-training is extremely potent and time efficient—a reminder. *J.Appl. Physiol.*, 98：1983-1984.
- Dillman, C.J. (1975) Kinematic analyses of running. *Exercise and sports sciences reviews vol.3*：New York, pp.193-218.
- Dumke, C.L., Pfaffenroth, C.M., McBride, J.M. and McCauley, G.O. (2010) Relationship between muscle strength, power and stiffness and running economy in trained male runners. *International Journal of sports physiology performance*, 5(2)：249-261.
- 藤田敦史（2000）2つの学生新記録を樹立した4年間のトレーニング実績. *陸上競技研究*, 42(3)：22-43.
- Gorostiaga, E.M., Walter, C.B., Foster, C., and Hickson, R.C. (1991) Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 63(2)：101-107.
- 長谷川裕（1999）プライオメトリックに関係するストレッチ・シュートニング・サイクルの神経生理学背景. *コーチングクリニック*, 8：6-9.
- Hogberg, P. (1952) How do stride length and frequency influence the energy-output during running?—. *Arbeitsphysiologie*, 14：437-441.
- 家吉彩夏・松村勲・山本正嘉（2014）長距離走選手のトレーニング評価指標としての「ランニングポイント」の提案. *ランニング学研究*, 25(1)：29-37.
- 家吉彩夏・増本和之・森寿仁・松村勲・山本正嘉（2015）長距離走選手のトレーニング評価指標としての「ランニングポイント」の検討—生理的応答および選手の感覚との対応性について—. *ランニング学研究*,

26(2) : 21-29.

猪飼道夫 (1953) 姿勢の研究. 体育の科学 3 : 190-193.

James, S. L. and Jones, D. L. (1990) Biomechanic aspects of distance running injuries. In: Cavanaugh, P. R. (Ed.), *Biomechanics of Distance Running. Human Kinetics Books*: Champaign, IL, pp. 203-224.

Knuttgen, H.G. (1961) Oxygen uptake and pulse rate while running with undetermined and determined stride lengths at different speeds. *Acta physiol*, 52 : 366-371.

Kouzaki.M., Masani.K. (2012) Postural sway during quiet standing is related to physiological tremor and muscle volume in young and elderly adults. *Gait. Posture*, 35(1) : 11-17.

丸山敦夫・美坂幸治 (1983) Distance trainingが長距離選手の VO_2AT , VO_2max およびPerformanceにおよぼす影響について. 体力科学, 32(6) : 614.

松田三笠・図子浩二・平田文夫・金高宏文・瓜田吉久 (2001) 永田宏一郎選手の実施した大学4年間のトレーニング事例. 陸上競技研究, 46(3) : 25-35.

Miller, D. (1990) Ground reaction forces in distance running. In: Cavanaugh, P. R. (Ed.), *Biomechanics of Distance Running. Human Kinetics Books*: Champaign, IL, pp.203-224.

長崎文彦 (2001) LSD (Long Slow Distance) trainingにより開発される有酸素運動能力の特徴とその長所 -Speed training との比較から-. 日本臨床スポーツ医学会誌, 9(1) : 93-96.

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 : 33-38.

村上秀孝・野口蒸冶・宮本義明 (1997) 一般市民ランナーにおける下肢のランニング障害-佐伯番匠健康マラソン大会におけるアンケート調査より-. 整形外科と災害外科, 46(4) : 1214-1216.

Murray.M.P., Draught.A.B., et.al. (1964) Walking patterns of normal men. *J Bone joint surg*, 46A : 335-360.

Oshita.K., Yano.S. (2011) Low-frequency force steadiness practice in plantar flexor muscle reduces postural sway during quiet standing. *J. Physiol. Anthropol*, 30(6) : 233-239.

大山康彦・鋤柄純忠・佐藤晋也 (2005) 大学生の疾走能力の発達に関する一考察 (第Ⅱ報) -疾走能力と形態の関係-. 茨城キリスト教大学紀要Ⅱ社会・自然科学, 39 : 311-326.

Paavolainen, L., Hakkinen, K., Hamalainen, I., Nummela, A. and Rusko, H. (1999) Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology*, 86(5) : 1527-1533.

Richard L.D., Wayne A.V., Mitchell. W.M.: 塩田浩平・秋田恵一監〔訳〕(2016) グレイ解剖学. エルゼビア・ジャパン: 東京.

佐竹昌之・前河洋一・青柳幸利・姜燕成・池上晴夫 (1987) 走運動及び自転車運動におけるピッチと酸素摂取量の関係. 体育学研究, 32 : 91-97.

佐竹昌之 (1996) 長距離走におけるピッチと下肢の筋電図パターンとの関係. スポーツ方法学研究, 9(1) : 57-64.

Saunders.J.B., Inman.V.T., et.al. (1953) The major determinants in normal and pathological gait. *J Bone joint surg*, 35A : 543-558.

島田裕之・内山靖 (1999) 後期高齢者の姿勢バランスと転倒との関係-老人保健施設利用者を対象に-. 理学療法学, 26(1) : 106.

- 塩田善朗 (2003) 不適切姿勢症候群. 日本臨床内科医会誌, 18(4) : 447-450.
- Stephen, D. W., L. E. Hart., John, M. M. and John, R. S. (1989) The Ontario cohort study of running-related injuries. *Arch Intern Med*, 149(11) : 2561-2564.
- 瀧澤一騎・山地啓司 (2008) エンデュアランストレーニング研究のこれまでとこれから 呼吸・循環器レベルでの適応. トレーニング科学, 20(4) : 299-306.
- 谷澤真・増田陽子・飛永敬志・宮崎千枝子・齊藤孝道・村田健児・大関寛 (2014) 若年健常女性における腓骨筋筋力強化トレーニング方法の筋電図学的分析. 理学療法科学, 29(5) : 785-788.
- 樽本つぐみ・梶原洋子・木村一彦・小野伸一郎 (2000) 一般市民男子ランナーにおける障害の実態―第10回加古川ハーフマラソン大会の実態調査から―. 真理と科学, 7 : 273-283.
- 建内宏重 (2015) 姿勢と歩行の捉え方―運動連鎖と姿勢制御―歩行への視点―. *Sportsmedicine*, 173 : 2-5.
- 橘内勇・大塚吉則 (2008) 大学生における猫背, 腰痛・肩凝りの発現率とその対策についての調査. 北海道大学大学院教育学研究院紀要, 104 : 205-211.
- 塚原悠介・鈴木厚太・小林諭史・朴相俊・小林正哉・中村崇 (2013) 小学生への良姿勢指導の活動報告―保健室, 教室での活動を中心に―. 信州公衆衛生雑誌, 8(1) : 50-51.
- 辻村尚子 (2009) 姿勢についての文献考察. 豊橋創造大学紀要, 13 : 81-88.
- Ushiyama.J., Masani.K. (2011) Relation between postural stability and plantar flexors muscle volume in young males. *Med. Sci. Sports Exerc*, 43(11) : 2089-2094.
- 若吉浩二・伊藤文子・小野桂市 (1998) 中距離走 (1500m走) におけるピッチとストライドの変化と生理学的パラメーターの関係. スポーツ方法学研究, 11(1) : 103-111.
- 渡部和彦 (1982) 姿勢の乱れとその制御―スポーツの「場」における姿勢の意味―. バイオメカニズム学会誌, 6(3) : 15-24.
- Willen, V. M. (1992) Running injuries, A review of the epidemiological literature. *Sports Medicine*, 14(5) : 320-335.
- 山地啓司・橋爪和夫 (1999) インターバル・トレーニングとコンティニュアス・トレーニングの有酸素的作業能への影響. 日本運動生理学雑誌, 6(1) : 17-25.
- 山岡誠一・蜂須賀弘久・五十川敏男・平岡英雄 (1958) 筋運動の負荷量, 筋収縮速度と酸素需要量の関係―スポーツのエネルギー代謝に関する研究第8報―. 体育学研究, 3 : 37-41.
- 山下文治・山際哲夫 (1990) 衝撃と下肢関節の障害. バイオメカニズム学会誌, 14(2) : 100-106.
- 湯浅景元 (2006) よい姿勢を保ち, 腰痛を予防する. *POSTURE*, 27 : 38-45.
- 岡子浩二・高松薫・古藤高良 (1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. 体育学研究, 38(4) : 265-278.
- 岡子浩二 (2000) S S C理論を応用したトレーニングの可能性. トレーニング科学, 12(2) : 69-84.

The effects of the continuous training of running distance on postural stabilit

Sho NAKAZAWA, Kei KUNIKANE, Yoshiki KOTO

Key Words

running distance, continuous training, postural stability

Abstract

The purpose of this study was to clarify the effect of the continuous training of running distance on postural stability. The subjects were five college students (4 male and 1 female) who did not specialize in long distance running, and had 3 months of continuous training (8000m run/time, 3 times/week). Also, measurement the stability of standing posture of pre and post for 3 months. Result of continuous training for 3 month, (1) Maximum heart rate was decreased during continuous training of training period for 3 months (pre 171.4 ± 12.2 bpm and post 140.2 ± 7.4 bpm). (2) Greater trochanter angle(pre $170.2 \pm 2.2^\circ$ and post $175.7 \pm 1.7^\circ$), ASIS-PSIS angle(pre $6.2 \pm 1.0^\circ$ and post $4.6 \pm 1.0^\circ$), ASIS-pubis angle (pre $5.3 \pm 0.3^\circ$ and post $4.3 \pm 0.3^\circ$) were significantly change by pre and post. From these results, training focused on running distance suggested the possibility of promoting improvement of standing posture. In addition, when coaching college students and amateur players in long distance runner, guidance of continuous training focusing on running distance could be considered to reduce the injuries.