

400m 走における腕振りの効果に関する研究

佐藤 光浩 中川 功哉 関岡 康雄

A study on the effects of arm motions in 400m sprinting

Mitsuhiro Sato Koya Nakagawa Yasuo Sekioka

Abstract

Purposes of this study were to find out the effects of consciously changed arm motions in 400m sprinting phase and to obtain basic instructional data from electromyography developed in the related muscles. Five college runners participated in conscious arm motion trials: which consisted of (1) one's own style and then with conscious relaxation and (2) one's own style and then with conscious arm motion. To analyze speed, step frequency, stride length and body angle, digital video cameras (CANON, DM-PV2) were set at the points of 120-130m and 350-360m from the start, and to obtain lap times every 10m from the start, the course was marked at each 10m and a digital video camera was set at the center of the 400m track. To find the main working muscle in the arm motion, an electromyography was taken with a multi telemeter system WEB-5000 (NIHON KODEN) and Thermal Array Recorder (NIHON KODEN) for 2 college runners.

With the relaxed arm motion, running speed was reduced due to decreased step frequency and increased stride length in the first half, but, in the second half, speed was tended to increase due to extended stride length. By conscious arm motions, both increase in the step frequency and stride length contributed to increase in the running speed in the first half, but in the second half it tended to decrease. It was suggested that to do efficient arm motion it is necessary to be conscious on the main working muscle as well as on its relaxing and tensing rhythm.

Key words : 400m sprinting, arm motion, electromyography, consciousness

1. 問題の所在

400m 走は、約 43 秒から 50 秒の運動時間を要する種目である。生理学的観点から 400m 疾走中に働くエネルギー供給の割合は CP 系が約 20-25%、解糖系が約 55-60%、有酸素系が約 15-25% とし、多くのエネルギー生産過程を解糖系に依存している。また、ATP・CP 系が約 8 秒、解糖系は約 33 秒で合わせて無酸素系過程の運動継続時間は約 41 秒であることから無酸素性エネルギーの強い種目であるといえる。無酸素性エネルギー供給機構（解糖系）は、乳酸が産生され酸素の介在なしでピ

ルビン酸に分解し筋中と血中の pH 値を下降させる。この体内での乳酸の蓄積と筋のアシドーシスが疲労の原因となり筋の代謝能力の低下をもたらし、400m 疾走中の後半部分において疾走動作変容をきたし疾走速度減が起ころ。

これまでの 400m 走の疾走速度減に関する研究では、生理学的見地からは、スタートから 200m 疾走後の速度減は ATP（アデノシン三リン酸）再合成のスピードの低下および遅筋線維の動因に原因があり、後半の速度減は筋の CP が枯渇し乳酸の蓄積も最大になることに

原因がある可能性を示唆している (Hirvonen et al, 1992). また, 後半の速度減速をできる限り抑え, 前半と後半の疾走速度の差を小さくすることは, パフォーマンス向上のための1つの要因であると報告されている (Van-Coppenolle, 1980).

一方, 市川ら (1997) は, バイオメカニクスの見地から 400m 走中の 150m 地点と 350m 地点の疾走動作を比較し, 後半の速度減速の要因として膝の上がりの低下, 支持スウィング動作の速度低下, 支持脚膝伸展動作の速度増加などを挙げている. また, 400m 疾走中のペース配分では, より高い疾走速度を維持し 400m 走前半・後半のペースの差を少なくすることや後半の疾走速度減速を緩やかにすることが 400m 走のパフォーマンスが高いと報告されている (尾縣ら, 2000).

これらのように 400m 走に関する研究では, バイオメカニクスの見地, 生理学的見地 (体力的見地), ペース配分といったものが多くを占めている. しかし, これらはスプリントに直接的に関係している下肢の動作に着目しているものが多く, 上肢の動作 (腕振り) についての研究は下肢の動作に比べて少ない.

400m 走での上肢の動作 (腕振り) についての研究では, 上肢の持久性を高めるトレーニングを行うことにより, 400m 走の疾走能力が向上する可能性があることが報告されている. また, 400m 走レース後半では, 疾走速度減速により下肢の動作変容がおこるが, 腕を前に振る動作を強調することで疾走速度減速を抑えることに繋がるとし, 上肢の持久性が疾走速度減速および, 下肢の動作変容に影響していると報告されている (伊藤ら, 2000). しかしながら, 腕振りは, 疾走速度を高めるために重要であると検討されてきたが, その効果についてはスプリントに間接的に関与しているため統一した見解が得られていない. そのため, 400m 疾走中における腕振りの具体的な役割も明確にされていないのが現状である.

速く走るための腕振りの役割として, 腕の振り方を変えることによりピッチやストライドが変化していると報告している (伊藤章 1991) ことから, 腕振りが及ぼす疾走中の影響は大きいと考えられる. また, 実際の疾走中においては, 400m 日本記録保持者の高野は, 400m 疾走中において腕の振り方を変えることでスピードをコントロールしていると述べていることから (高野, 1993), 腕振りが 400m 走において重要な役割を果たしていると推測し, 400m 疾走中における腕振りの役割を改めて探る必要があると考えられる.

II. 先行研究

1) 400m 疾走中のペース配分

400m のレースは 80-90% 程度の無酸素運動あり, 400m 走でのペースは, 原則的には全距離にわたって比

較的均等な力の配分 (イーブンペース) が必要で緊張感の少ない走法によるスピード持久走フォームが技術の要点となる (金原 1976). 400m 走では, 身体のエ너ギーを有効に活用するために合理的なペース配分, エネルギーの合理的な産出の配分を顧慮した疾走動作で走らなければならない種目である.

400m 走は動員されるエネルギー供給機構からみても, 要求される体力的要因からみても複雑な種目である. それだけに, 400m 走では異なるレースパターンを示すランナーたちが凌ぎを削ることになる. 尾縣ら (2000) は, 400m 走のレースパターンを前半のスピードが高く後半はスピードが低下していく前半型, 前・後半で走速度の変動が小さいイーブンペース型, 前半の走速度が低く後半の走速度が高い後半の強いイーブンペース型に分類した.

これらのことから, 400m 走には異なるレースパターンが存在し, 各個人の身体能力に合わせたペース配分で高い疾走速度とその疾走速度の低下を少なくすることによって, 高いパフォーマンスを得ることができる種目であるといえる.

2) 速く走るための腕振り (上肢) の役割

腕を振る動作は人が歩く, 走る, 跳ぶ時などに行う動作で, このような腕振りの動作は, 幼児期においてすでに自発的になされている (宮丸, 1976).

走るときの腕振りの役割として大きく二つに分けることができる. 一つはからだのバランスをとる為のもので体幹のひねり, 姿勢保持, 横方向の動き (横揺れを防止) 等を抑制する (図 1-1). もう一つは, 前に進もうとする推進力を得るために補佐することである (図 2). 膝の上がりが高くストライドを伸ばすこと (岡野・渡部, 1979) や, ピッチやストライドを調節する (伊藤, 1991) ことも補佐の一つとして疾走能力に影響を及ぼしている. また, 伊藤 (1991) は, 疾走中に上肢を振らないとその速度は低下し, 振り方によっても疾走速度や効率が変化すると述べていることから, その役割は大きいと考えられる.



文献より⁶⁾



図 1 バランスの保持

図 2 推進力の補佐

III. 研究の目的と方法

①研究の目的

400m 疾走時において、腕振りの意識を変えることでどのような効果を及ぼすのかを分析し、400m 走における腕振りの効果を探ること、及び筋放電の測定により、腕振りに関与すると考えられる上肢の筋を分析し、今後の400m 競技を指導するための基礎となるデータを得ることを目的とした。

②研究の方法

(1) 実験, 研究に関する用語の説明と定義

a) 走りのパターンについて

表 1-1 走りのパターンの定義

走りのパターン	説明	前半 200m と後半 200m の差
前半型	前半の走速度が高く後半の走速度が低い	1 秒未満
イーブンペース型	前・後半で走速度の変動が小さい	1 秒以上 2 秒未満
後半型	前半の走速度が低く後半の走速度が高い	2 秒以上

b) 分析地点について

本実験では、120m・130m 地点と 350m・360m 地点を分析対象地点とし、表 1-2 に定義した。

表 1-2 分析地点の定義

120m・130m 地点	400m 疾走中における中間疾走区間で等速疾走が予想される区間以下、400m 前半区間とする
350m・360m 地点	400m 疾走中における疾走速度減速が著しく現れることが予想される区間以下、400m 後半区間とする

c) 400m 走における各区間の区分けについて

表 1-3 400m 走における各区間の定義

距離	区間	距離	区間
スタート・100m	加速区間	スタート・200m	400m 前半区間
100m・200m	中間疾走区間	200m・400m	400m 後半区間
200m・300m	減速(速度増減)区間		
300m・400m	減速区間		

(2) 被験者

被験者は、400m 走を専門とする男子学生 5 名で、詳しい詳細は表 1-4 に記載した。

表 1-4 被験者のプロフィール (15 年 11 月 15 日現在)

Aitem	Sub	A	B	C	D	E	Mean ± SD
400m personal best time(sec)		47.65	48.64	49.40	49.54	49.80	49.01 ± 0.87
Height(cm)		177	167	168	176	172	172.0 ± 4.53
Weight(kg)		67	59	61	68	60	63.8 ± 4.18
Age(year)		21	21	19	21	19	20.5 ± 1.10

(3) 実験日時・および場所

実験日時および時間は表 1-5 に示した。実験場所は全天候型トラック (仙台大学陸上競技場) で行った。

表 1-5 実験日時および実験時間

	実験 1	実験 2
実験日時	2003 年 11 月 15 日 (土)	2003 年 11 月 16 日 (日)
実験時間	1 回目を 9 時から、2 回目を 12 時から、5 分おきに被験者 A、B、C、D、E の順に試技を行った	

(4) 実験方法および腕振りの意識の仕方

実験試技は、被験者 5 名を対象に腕振りの意識を変えて競技会同様に、400m 走を全力で行わせた。

試技は計 4 本で、腕振りの意識の仕方を表 1-6 に、試技の順序を表 1-7 に記載した。

表 1-6 腕振りの意識の仕方

腕振りのタイプ	説明
固有	各自がそれぞれ行っている腕振り
リラックス	400m 走前半(スタートから 200m)においてリラックスを意識する
強調	400m 走前半において腕を振ることを強調する

表 1-7 試技の順序

	実験 1	実験 2
1 回目	固有 1	固有 2
2 回目	リラックス	強調

※固有 1 : 実験 1 の固有 固有 2 : 実験 2 の固有

(5) 撮影方法

撮影は、分析地点の 120m・130m 地点と 350m・360m 地点を倍歩 (2 歩) で走速度、ピッチ、ストライド、身体関節角度の分析を行うため、トラックの外側よりデジタルビデオカメラ (CANON DM-PV2) 2 台を用いてパンニング撮影をした。レーンライン上には、ビデオ画像の縮小率が判断できるように 1m 間隔で較正器を設置した。また、10m 毎の所要タイムを測定するためにスタート地点からゴール地点まで 10m ごとにマークを設置し、トラック中央よりデジタルビデオカメラ (SONY DCR-VX1000) を用いて撮影した。撮影は、疾走タイムを撮るカメラ 1 台、分析地点を撮るカメラ 2 台の計 3 台を用い毎秒 60 コマで撮影をした。

(6) 分析方法

400m 疾走中の 120m・130m 地点と 350m・360m 地点の左側を分析対象とした。動作分析は左脚の接地瞬時から再び接地するまでの倍歩を対象とした。

ビデオ撮影から得られた画像は、動作分析を行うために動作分析システム (DKH 社製 Frame DIAS for

Windows) を用いた。対象となる左脚の倍歩の動作分析のための必要なデジタルポイント(身体測定点 23 点(図 3)と校正点 4 点の計 27 点であった。そのデータを実長換算し、デジタルフィルター法により遮断周波数で平滑化した。これらの平滑化されたデータから、これまでの疾走動作に関する研究を参考に各測定項目を算出した。

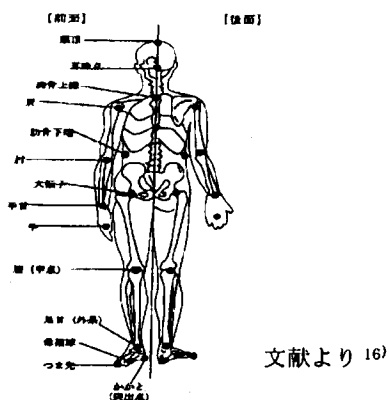


図 3 身体分析点 (松井)

(7) 分析項目

400m 疾走時における分析地点の走速度の変化率、低下率および走りのパターンを分析するために、ピッチとストライドおよび 10m 毎の通算・区間タイムを求めた。また、400m 走中の動作変容を分析するために、分析地点における接地瞬時の股関節 (leg)、離地瞬時の股関節 (hip) および接地・離地瞬時の膝関節 (knee)、足関節 (ankle)、肘関節 (elbow) の角度、身体重心変位を求めた。

図 4 に身体角度を定義し、以下に詳しい内容を示した。

- 1) ピッチ：倍歩 (2 歩) に要した時間の逆数「歩/sec」
- 2) ストライド
 - ①倍歩における身体重心の水平移動距離の 1/2
 - 3) 走速度：ピッチとストライドの積
 - 4) 400m 走における各区間タイムと通算タイム
 - 5) 400m 走におけるタイムの相違
 - ①前半 200m と後半 200m のタイム差
 - 6) 身体重心高と身体重心変位
 - ①接地瞬時と離地瞬時における身体重心高
 - ②分析地点の平均・最大・最小の身体重心変位

(8) 身体関節角度

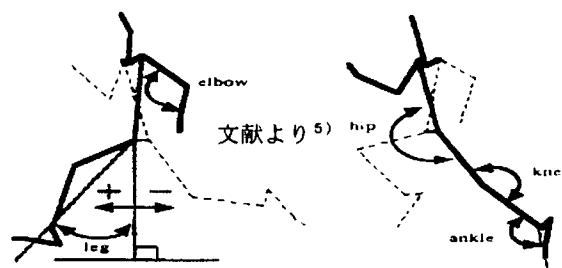


図 4 身体角度の定義

(9) 統計処理

各項目間での関係を見るために各項目の相関関係について検討した。相関分析には、ピアソンの積率相関分析を用いた。

IV. 研究の結果および考察

【走りのパターンについて】

被験者の走りのパターンを表 2-1 に示した。

表 2-1 被験者の走りのパターン

Sub タイプ	A	B	C	D	E
固有 1	前半型	後半型	前半型	前半型	イーブンベース型
リラックス	後半型	後半型	イーブンベース型	前半型	後半型
固有 2	後半型	後半型	前半型	前半型	イーブンベース型
強調	前半型				

①実験 1・2 の「固有 1・2」の走りのパターン

固有の腕振りの走りのパターンには、偏った傾向がみられなかった。また、実験 1、2 とも同じ固有の腕振りにも関わらず、被験者 2 名の走りのパターンに違いが現れた。その原因として、リラックス時と類似した走りのパターンをしていたことから、リラックスの腕振りの学習効果が現れたと推測され、同じ固有の意識であっても、疾走時の状況や条件が異なれば、走りのパターンが変化する可能性があることが示唆された。

②実験 1 の「リラックス」の走りのパターン

リラックスを意識した腕振りの走りのパターンは、前半の疾走タイムは遅く後半の疾走タイムが速い、前半・後半のタイム差が少ない後半型の傾向があると示唆された。

③実験 2 の「強調」の走りのパターン

強調を意識した腕振りの走りのパターンは、前半の疾走タイムが速く後半の疾走タイムが遅い、前半・後半のタイム差が大きい前半型の傾向があると示唆された。

【固有1からリラックス、固有2から強調における各区間の速度変化率の比較】

①「固有1」と「リラックス」の速度変化率

表2-2に固有1からリラックスの速度変化率を示した。400m 速度変化率と100m・200m (<.01), 200m・300m (<.05)に相関があったことから、100m・200mの速度変化率の低下が小さく、200m・300mの速度変化率の増加が大きい者ほど、400m 変化率が高い傾向を示すことが考えられた。

このような結果から、リラックスを意識した腕振りでは、前半区間で速度が低下し、後半区間の速度が増加することで、400m走速度を増加させる効果があることが示唆された。

表2-2 固有1からリラックスの速度変化率 (%)

	A	B	C	D	E	Mean ± SD	400m速度変化率との相関
400m	100.9	100.9	101.1	99.8	97.9	99.9 ± 1.45	
スタート-100m区間	97.0	102.1	97.9	98.4	97.2	98.5 ± 2.05	NS
100m-200m区間	97.3	97.1	100.3	94.9	93.5	96.6 ± 2.59	0.902 **
200m-300m区間	101.7	101.3	103.9	99.3	100.3	101.3 ± 1.74	0.759 *
300m-400m区間	107.3	102.9	102.3	102.7	100.5	103.1 ± 2.54	NS

N = 5 ***P < .001
**P < .01
*P < .05
NS no significant

②「固有2」と「強調」の速度変化率

固有2から強調の速度変化率を表2-3に示した。400m 速度変化率と300m・400m (<.05)に相関があったことから、300m・400mの速度変化率が低下の少ない者ほど、400m 速度変化率が高い傾向があると考えられた。

このような結果から、強調した意識の腕振りでは、前半区間の走速度が増加し、後半区間の走速度が低下することで、400m走速度が低下を招くことが示唆された。

表2-3 固有2から強調の速度変化率 (%)

	A	B	C	D	E	Mean ± SD	400m速度変化率との相関
400m	99.8	98.2	99.7	101.1	99.9	99.7 ± 1.01	
スタート-100m区間	103.9	106.0	108.5	102.5	103.2	104.8 ± 2.80	NS
100m-200m区間	107.3	104.6	108.9	103.1	104.3	105.6 ± 2.36	NS
200m-300m区間	99.2	94.8	94.9	99.7	101.1	97.9 ± 2.90	NS
300m-400m区間	91.2	90.6	89.2	99.9	92.4	92.5 ± 4.07	0.755 *

N = 5 ***P < .001
**P < .01
*P < .05
NS no significant

【120m・130m 地点と 350m・360m 地点における走速度・ピッチ・ストライドの変化率】

①「固有1」から「リラックス」の変化率

固有1とリラックスの120m・130m 地点と350m・360m 地点の走速度、ピッチ、ストライドの値から変化率(表2-4と表2-5)を求め比較分析を行った。表2-6に速度、ピッチ、ストライドの変化状況を示し、これらの結果から分析地点の変化率のまとめを行った。変化率:(リラックスの値/固有1の値) × 100

表2-4 固有1からリラックスの120m-130m 地点の変化率

	A	B	C	D	E	Mean ± SD	速度変化率との相関
速度変化率(%)	98.15	97.64	99.83	93.10	92.58	96.25 ± 3.23	
ピッチ変化率(%)	93.96	96.27	98.12	90.28	93.46	94.42 ± 2.98	0.820 *
ストライド変化率(%)	104.46	101.43	101.91	103.14	99.06	102.04 ± 2.02	NS

表2-5 固有1からリラックスの350m-360m 地点の変化率

120m・130m 地点の変化率では、速度とピッチの変化率の間に有意差(<.05)がみられ、速度変化率の低下が少

	A	B	C	D	E	Mean ± SD	速度変化率との相関
速度変化率(%)	107.11	101.29	105.75	104.03	100.80	103.73 ± 2.74	
ピッチ変化率(%)	104.11	101.29	99.53	102.56	95.31	100.46 ± 3.38	NS
ストライド変化率(%)	102.88	100.00	106.25	101.43	105.76	103.22 ± 2.71	NS

N = 5 ***P < .001
**P < .01
*P < .05
NS no significant

ないものほどピッチ変化率の低下が少ない傾向であった。

350m・360m 地点の速度変化率は、速度変化率との相関関係は、ピッチとストライドの変化率がどちらも有意差はみられなかった。

これらの結果から、リラックスを意識した腕振りの効果として、120m・130m 地点では、ピッチの減少とストライドの増加が起こり、走速度が低下する。しかし、350m・360m 地点では、ストライドが増加を示し、走速度が増加する傾向にあると示唆された。

表2-6 分析地点の変化状況

	120m-130m地点			350m-360m地点		
	速度	ピッチ	ストライド	速度	ピッチ	ストライド
A	減	減	増	増	増	増
B	減	減	増	増	増	変化なし
C	減	減	増	増	減	増
D	減	減	増	増	増	増
E	減	減	減	増	減	増

②「固有2」から「強調」の変化率

固有2と強調の120m・130m 地点と350m・360m 地点の走速度、ピッチ、ストライドの値から、変化率(表2-7と表2-8)を求め比較分析を行った。表2-9に速度、ピッチ、ストライドの変化状況を示し、これらの結果から、分析地点の変化率のまとめを行った。変化率:(強調の値/固有2の値) × 100

表2-7 固有2から強調の120m-130m 地点の変化率

	A	B	C	D	E	Mean ± SD	速度変化率との相関
速度変化率(%)	108.96	106.09	114.06	103.27	102.56	108.91 ± 4.69	
ピッチ変化率(%)	107.08	99.96	109.38	102.83	96.92	103.10 ± 5.08	0.874 **
ストライド変化率(%)	101.75	106.13	104.29	100.43	105.83	103.59 ± 2.51	NS

表 2-8 固有 2 から強調の 350m-360m地点の変化率

	A	B	C	D	E	Mean ± SD	速度変化率との相関
速度変化率(%)	97.06	92.56	89.57	97.67	95.38	95.86 ± 3.37	
ピッチ変化率(%)	100.92	85.15	89.57	98.17	100.85	96.25 ± 7.17	0.787 *
ストライド変化率(%)	96.17	108.70	100.00	99.50	94.55	99.59 ± 5.48	NS

N = 5 ***P < .001
 **P < .01
 *P < .05
 NS no significant

120m・130m 地点の変化率では、速度とピッチの変化率の間に有意差 (<.01) がみられ、速度変化率の増加が大きいものほど、ピッチ変化率の増加が大きい傾向であった。

350m・360m 地点の変化率では、速度とピッチの変化率の間に有意差 (<.01) がみられたが、速度とストライドの変化率には、有意差がみられなかった。速度変化率の低下が少ないものほど、ピッチ変化率の低下が少ない傾向であった。

これらの結果から、強調した腕振りの効果として、120m・130m 地点では、ピッチとストライドを増加させ、走速度が増加する。350m・360m 地点では、被験者によって速度低下の原因は異なるが、走速度が低下する傾向があると示唆された。

表 2-9 分析地点の変化状況

	120m-130m地点			350m-360m地点		
	速度	ピッチ	ストライド	速度	ピッチ	ストライド
A	増	増	増	減	増	減
B	増	減	増	減	減	増
C	増	増	増	減	減	変化なし
D	増	増	増	減	減	減
E	増	減	増	減	増	減

【120m・130m 地点と 350m・360m 地点の身体関節角度と身体重心変位】

表 2-10 体関節角度と身体重心変位の変化状況

	身体関節角度		身体重心変位
	接地瞬時	離地瞬時	
固有 1	肘関節	/	最大(一) 平均
リラックス	/		最大・最小 平均
固有 2	足関節	膝関節	/
強調	膝関節 肘関節	足関節	

腕振りのタイプ別に、120m・130m 地点と 350m・360m 地点の身体関節角度と身体重心変位の有意差があった項目を表 2-10 に示した。

固有 1 の変化状況では、他の腕振りのタイプではみられなかった負の相関があった。また、同じ固有で走ったのにも関わらず、固有 2 の変化状況と共通する部分があり

られなかった。

リラックスの変化状況では、身体重心変位が疾走動作の変容に関与していると考えられた。

強調の変化状況では、膝関節、肘関節、足関節角度が疾走動作の変容に関与していると考えられ、上肢、下肢どちらも変容がみられたのは強調だけであった。

以上の結果から、身体関節角度と身体重心変位からは、被験者数が少なかったことから、各々によって違いがあるために偏った傾向がみられなかった。そのため、腕振りの意識の違いによって疾走動作が変容したのかどうかは、検討しにくい結果となり、今後の課題となった。

V. 腕振り時の関与筋の筋放電について

①研究目的

意識の異なった腕振りを行うことで、腕振りの違いによる関与筋の筋放電の違いを明らかにし、400m 疾走中における腕振りの方法を導きだすための基礎となるデータを得ることを目的とした。

②実験日時・場所・被験者

実験は 15 年 12 月 10 日に仙台大学研究室において、EMG 放電パターン測定を行った。

被験者は、400m を専門種目とする学生 2 名。内訳は、東北インターカレッジ出場者 1 名 (a)、世界選手権出場者 1 名 (b) の計 2 を対象にし、筋電図を図 5.6.7 と図 8.9.10 に示した。

③実験方法

測定は、被験者の皮膚表面から銀板電極で双極誘導した。銀板電極には電極糊を介し、対象の骨格筋の表面皮膚上に筋繊維の走方向に約 3センチメートル隔てて 2 枚貼り、それぞれ絆創膏等を用いて固定した。皮膚と電極間の抵抗を小さくするため、皮膚をアルコール綿で拭いた。

腕振りの動作に関与していると考えられる上半身の 6 筋 (上腕二頭筋・上腕三頭筋・広背筋・大胸筋・僧帽筋・腹直筋) の筋電図 (EMG) を双極の銀板電極を用いてテレメータ方式により導出し、データーレコーダーによって VHS テープに記録した。

筋放電の記録は、送受信機がマルチテレメーターシステム WEB-5000 (日本光電社製)、データーレコーダーは Thermal Array Recorder (日本光電社製) を使用した。校正電圧は 1 mV、記録紙の記録スピードは 25mm/sec とした。

④腕振りの意識の仕方

表 2-11 に示した 3 パターンの腕振りを、それぞれ 10 秒間の試技を行い、筋放電を計測した。

表 2-11 腕振りの意識

固有	各自がそれぞれ行っている腕振り
リラックス	400m走前半(スタートから200m)において、リラクゼーションの腕振りを意識しながら疾走していることをイメージし、腕を振る
強調	400m走前半(スタートから200m)において、強く強調して腕振りをしながら疾走していることをイメージし、腕を振る

被験者 a の筋電図

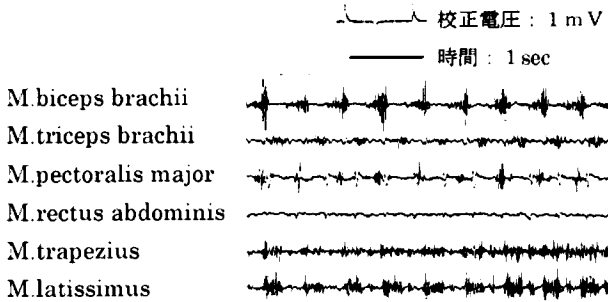


図 5 被験者 a の固有の腕振り

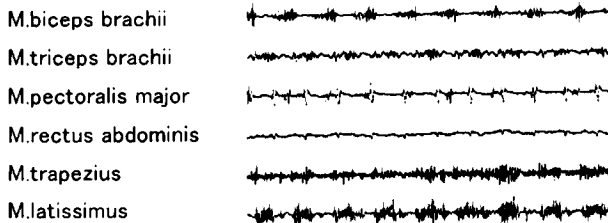


図 6 被験者 a のリラックスの腕振り

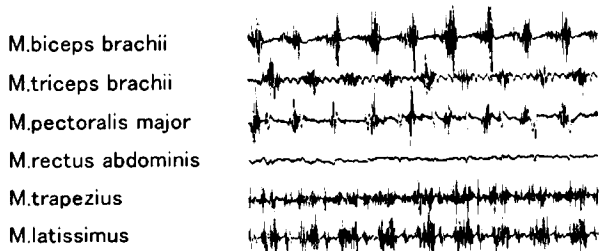


図 7 被験者 a の強調の腕振り

被験者 b の筋電図

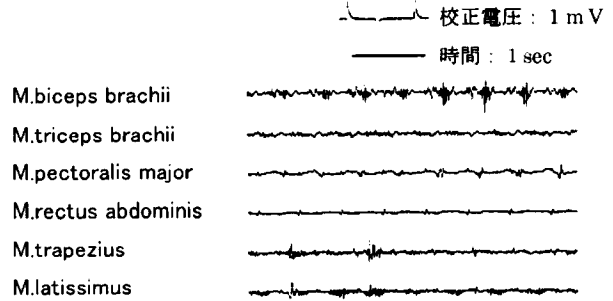


図 8 被験者 b の固有の腕振り

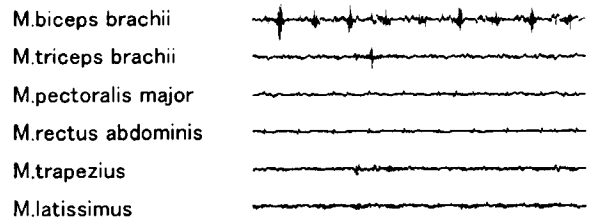


図 9 被験者 b のリラックスの腕振り

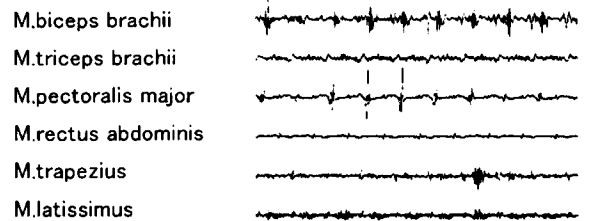


図 10 被験者 b の強調の腕振り

⑤腕振りの筋放電のまとめ

被験者 a は、筋の放電量の割合からみると僧帽筋、広背筋の筋放電が 3 パターンとも同じような様相でみられていたのに対し、被験者 b は、僧帽筋、広背筋の筋放電はほとんどみられず、上腕二頭筋を主放電に重視する傾向がみられた。このことから、被験者 a は、後ろに腕を振ることが強調されて、逆に被験者 b は前に腕を振ることが強調されていたと考えられた。

筋放電量を比較すると、被験者 a に比べ、3 パターンとも明らかに被験者 b の方が少ない傾向であった。このことからいえることは、被験者 b は、被験者 a に比べ筋の出力を抑えていることから、効率のよい腕振りをしていると推測された。特にリラックス時では、上腕二頭筋以外の筋放電の振幅がほとんどみられなかったことから、リラックスをするためには、拮抗筋の関与を少なくすることが必要であると考えられた。

以上の結果から、被験者 2 名の筋放電パターンの比較から、リラックスした効率のよい腕振りを行うためには、各々の腕の振り方(例、前方向に振る)に関与している主動筋に意識を持ち、拮抗筋には意識をおかないようにし、弛緩と緊張のバランスをとることが必要であると考

えられた。

VI. 要約

本研究の目的は、腕振りの意識を変えたときに 400m 走にどのような効果をもたらすのかを明らかにすること、及び、走ることに関与している筋を明らかにし、400m を指導する上での基礎となるデータを得ることである。

1) 「リラックス」の腕振りの効果

400m 走における前半区間は、ピッチの減少とストライドが増加により走速度が低下するが、後半区間では、ストライドが増加し走速度が増加する傾向であった。また、走りのパターンは、前半と後半のタイムの差が少なくなる後半型に変容する傾向であった。

2) 「強調」の腕振りの効果

400m 走における前半区間は、ピッチとストライドがともに増加することにより走速度が増加するが、後半区間では、走速度が低下する傾向であった。走速度低下の原因は、被験者によって異なった。走りのパターンでは、前半の疾走速度が高く、後半の速度低下が大きい前半型に変容する傾向であった。

3) 効率のよい腕振り

効率のよい腕振りを行うためには、腕振りの動作における主動筋に意識をおいて、弛緩と緊張をタイミングよく意識することが必要であることが示唆された。

VII. 参考文献

- (1) 尾縣 貢・福島洋樹・大山圭悟・安井年文・鍋倉賢治・宮下 憲・関岡康雄・永井 純 (1998) 下肢の筋持久性と 400m 走中の疾走速度減との関係. 体力学研究, 42: 370-379.
- (2) 福島洋樹・尾縣 貢・安井年文・大庭恵一・関岡康雄 (1997) 400m レース前半の疾走動作に関する研究—全力疾走動作と比較して—. 陸上競技研究, 第 30 号, No.3, 2-13.
- (3) 市川博啓・斉藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・加藤謙一・阿江通良・小林寛道 (1995) アジア大会 400m 決勝のランナーの動作分析. 日本体育学会, 第 46 回大会号, 378.
- (4) 伊藤 章・市川博啓・斉藤昌久・伊藤道郎・佐川和則・加藤謙一 (1997) アジア大会男子 400m の動作分析. アジア一流陸上競技者の技術～第 12 回広島アジア大会陸上競技バイオメカにクス研究班報告～. 財団法人日本陸上競技連盟, 東京, 65-80.
- (5) 伊藤新太郎・尾縣 貢・大山圭悟・征矢英昭・宮下 憲・永井 純 (2000) 400m 走における上肢の役割. 陸上競技研究 40 号, No.1, 8-15.
- (6) 伊藤 章 (1991) 走りにおける腕振りの役割. 体育の科学, VOL.41, 9 月号, 688-692.
- (7) 榎本好孝・狩野 豊・宮下 憲・勝田 茂 (1996) スプリンターにおける上肢, 下肢の無酸素性作業能の評価. 日本体育学会, 第 47 回大会号, 328.
- (8) 小木曾 一之・阿江通良 全力疾走中の上肢における機械的エネルギーの流れ. 日本バイオメカにクス学会第 11 回大会論集, 230-234.
- (9) 安井年文・青山清英・尾縣 貢・関岡康雄・永井 純・宮下 憲・福島洋樹・小木曾一之 (1998) 400m 走の前・後半における疾走動作の相違について. 陸上競技研究, 第 32 号, No.1, 15-24.
- (10) 尾縣 貢・高本恵美・伊藤新太郎 (2003) 上肢の無氣的作業能が 400m 走タイムおよび走速度減に及ぼす影響. 体育学研究, 48, 573-583.
- (11) 尾縣 貢・安井年文・大山圭悟・山崎一彦・荻部俊二・高本恵美・伊藤 穰・森田正利・関岡康雄 (2000) 一流 400m ランナーにおける体力的特性とレースパターンとの関係. 体力学研究, 45, 422-432.
- (12) 高野 進 (1993) 私の 400m. スプリント研究 3, 57-69.
- (13) 宮丸凱史 (1976) 短距離走. 金原 勇編 陸上競技のコーチング (1). 大修館書店, 東京.
- (14) Hirvonen, J., Nummela, A., Rusako, H., Rehnun, S. and Harkonen, M. (1992) Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate, and lactate during the 400m sprint. Can. J. Spt. Sci. 17, 141-144.
- (15) 岡野 進・渡部 誠 (1979) 短距離疾走における Arm Action 効果に関する実験的研究 (その 1). 山梨県立女子短期大学紀要 13, 1-9.
- (16) Frame-DIAS 補助説明書. 株式会社ディケイエイチ.
- (17) 木村邦彦: 人体解剖学. 大修館書店, 132 - 142, 1969.
- (18) Van-Coppenolle, H. (1980) Analysis of 200-metres intermediate times for 400-metres world-class runners. Track-and-Field-Quarterly-Review-80 (2): 37-39.
- (19) 宮丸凱史 (1976) 走る. 身体運動学概論. 浅見俊雄編. 大修館書店, 186-188