

前腕動的把握作業後の疲労回復に及ぼすマッサージ効果

野口盛雄¹、片岡幸雄²、村松成司²、新堀道夫²、難波俊夫³、手島 昇³、

¹千葉工業大学、²千葉大学、³日本女子体育大学

Effect of Massage on Recovery of Fatigue after Maximal and Submaximal Grip Muscular Work

Morio NOGUCHI¹, Yukio KATAOKA², Sigeji MURAMATSU²,
Michio SINBORI², Tosio NANBA³ and Noboru TEJIMA³

1 Chiba Institute of Technology

2 College of Arts and Sciences, Chiba University

3 Japan Women's College of Physical Education

Abstract

The present study was investigated to clarify the effect of massage administered by unskilled massagist on recovery of fatigue after maximal and submaximal grip muscular work.

Eight males and four females, aged 19~22 years, served as subjects.

Measurement of skin temperature, blood lactate and accelerated plethysmography (APG) were made before work, immediately after work and after massage or resting (control), and grip repetition performance was measured before and after massage or resting (control).

The results obtained were as follows:

1) Grip repetition times changed hardly in the maximal work case. In the submaximal case, increased significantly.

However, there was no significant difference between without and with massage in the both work cases.

2) Skin temperature changed no significantly in all cases during both works except increasing after massage or resting.

3) Blood lactate increased significantly after work immediately, and then decreased significantly after massage or resting in both work cases.

However, there was no significant difference between without and with massage in both work cases.

4) Accelerated Plethysmography points decreased significantly after work immediately, and then increased significantly after massage or resting in both work cases. However, there was no significant difference between without and with massage in both work cases.

5) Heart rate changed hardly in all cases of both works.

6) These results indicated that the effect of massage administered by unskilled massagist could be hardly expected to recover of fatigue after maximal and submaximal grip muscular work.

はじめに

今日、スポーツマッサージはスポーツのトレーニングシステムを構成する重要な一要素であると考えられている。⁽¹⁾

スポーツマッサージに関する報告は、I, Z, ザブルドフスキー以来、数多く発表されている。Carrier⁽²⁾、Mitchell⁽³⁾、Schneider⁽⁴⁾らは、マッサージによって赤血球の増加及びヘモグロビン量の増大を認めている。本邦では芹沢⁽⁹⁾らは400 m疾走直後や投競技の競技前、中、後のマッサージは静脈環流を促進すると述べている。しかし、Cajori⁽⁷⁾、Cuthbertson⁽⁸⁾、Pemberton⁽⁶⁾らは、マッサージは代謝面に著明な影響を与えないと述べている。

マッサージは、古くから実践されているが、その効果については必ずしも明確な証拠が示されていないように思われる。運動後に行われる回復マッサージについては、マッサージによる局所的筋温上昇、血圧ならびに心拍数への影響は全く認められない⁽⁵⁾ことや、機械的刺激では乳酸は産生されない⁽⁶⁾という事実は運動後の疲労物質を除去しようとする時、積極的休息としての運動よりもマッサージの方が良いという推論の根拠となっているように思われる。

マッサージは、手技であるが故にその効果には施術法の個人差、被術者の感受性（疲労状態など）など様々な要因が絡み合うものと考えられる。つまり、マッサージは熟練者が施術して、はじめて効果が表れるという側面も無視できない。

そこで、本研究では本邦においては多くのスポーツ集団では専門のマッサージストを採用していないという実状を考え、マッサージに熟練していない複数の施術者が一定の作業（把握作業）後の急性筋疲労の軽減を目的とした回復マッサージを行った際の影響について検討することを目的とした。

研究方法

1) 被験者

対象は19～21歳の一般の男子大学生8名、21～22歳の体育専攻の女子大学生4名の計12名である。被験者の身長は平均170.4±6.85 cm、体重は平均62.9±6.50 kg、作業側握力は平均44.9±7.81 kgであった。

2) 実験手順

本実験は2回にわたって実施された。すなわちマッサージの前および後にいずれも最大把握運動を実施した場合（実験Ⅰ）とマッサージ前の把握運動回数をマッサージ有りの場合と無しの場合で同一にする為に、マッサージ前の把握運動回数を最大の90%に規定し、マッサージの後、最大把握運動を実施した場合（実験Ⅱ）の2通りである。

実験のタイムスケジュールはまず運動前に血中乳酸濃度、加速度脈波、皮膚温を測定した後、5 kg負荷の利き手把握運動を自己の最大能力（実験Ⅰ）あるいは自己の最大能力の90%（実験Ⅱ）の回数まで行わせた。

把握運動終了から3分間で血中乳酸濃度、加速度脈波及び皮膚温について2回目の測定を実施した。その後直ちに、運動側の前腕前側を手掌揉ねつ法によるマッサージを5分間施術した場合と、5分間安静状態でマッサージを施術しなかった場合の2通りについて各々実施した。マッサージの終了後から3分間の間に血中乳酸濃度、加速度脈波及び皮膚温について3回目の測定を行った。その後、直ちに5 kg負荷の把握運動を自己の最大能力まで行わせた。

尚、実験Ⅱでは被験者にあらかじめ最大把握運動を5回実施させ、その最大と最小値を除いた3回の値の平均値を最大把握回復能力とし、その値の90%を第1回目の運動回数とした。又、両群の実験順序は半数ずつ日を変えて実施した。

3) 測定項目

1) 作業回数；写真1に示したような運動装置を用い、立位で体幹部と腕部が直角になるような

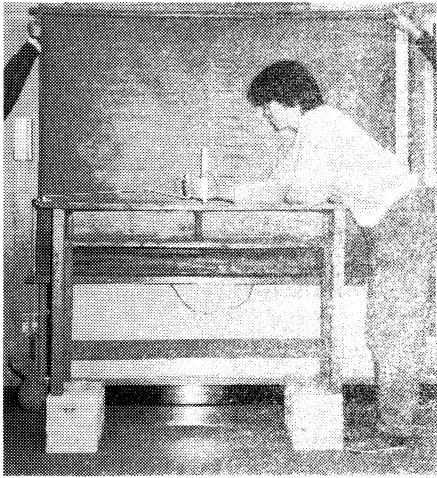


写真1 把握運動装置

状態で維持し、机上に打ちつけた釘を軸として滑車をつるした5kgの負荷をその軸に引き寄せる把握運動を行った。把握の作業リズムはメトロノームに合わせて1秒間に1回の割合で実施した。この重量は各被験者の利き手握力最大値の15%を越えない重量であり、筋内圧の上昇に伴って血流阻止が起ころはじめる作業強度と考えられ、作業放棄に至らない強度、いわゆる「限界作業強度」に相当する。⁽¹³⁾

ロ) 皮膚温；皮膚温は運動前、運動直後および運動後をTAKARA社製のサーミスタ温度計（型番：TA-2502）を用いて、0.1S、SPOT（0.1mm）で測定し、3部位の平均した値を用いた。測定部位は前腕前側の心包径の2倍の長さの直線上に、肘門穴と大陵穴の間中点（間使）、肘門穴と腕骨穴の間中点の3点である。

ハ) 血中乳酸濃度；運動側の前腕動脈にカテーテルを挿入しベーリンガーマンハイム社製乳酸測定装置を用いて測定を行った。

ニ) 加速度脈波；従来の指尖容積測定装置を使用して微分したもので、年齢、鍛錬度、運動強度、運動効果などの結果から血液循環の動態をより的確に表現できるとされている⁽¹⁴⁾。波形パターン分析のみならず、デジタル化も可能で佐野ら⁽¹⁵⁾が提案

した公式を用いて、各測定においては5個以上の波形を分析し得点化した。

5) マッサージの方法および施術時間

本実験では岸沢ら⁽¹⁶⁾の報告を参考にし揉ねつ法を用いた。4名の施術者は体育専攻の女子大学生でマッサージの不熟者であり、施術順序はランダムとした。マッサージは被験者の運動側の前腕にタオルをあて1分間に40回のリズムでメトロノームに合わせて実施した。施術時間は文献によれば1部位が3～5分⁽¹⁷⁾、5分相当⁽¹⁸⁾が多いことから5分間とした。

実験結果

実験1ならびに実験2の結果は表1および表2に示した。

作業回数は実験1ではマッサージ無し（以下「マ無」と略す）の場合はマッサージ前平均148.3±88.94回から休息後平均145.4±69.07回へ、マッサージ有り（以下「マ有」と略す）の場合はそれぞれ平均153.6±59.08回から平均155.1±45.77回へと増加を示した。実験2ではマッサージ無しは平均149.1回から「マ無」で平均153.1回へ（+3.3%の増加）、「マ有」では平均153.2回から平均160.1回へ（+5.7%）とそれぞれ増加を示したが増加を示した。しかし両群間の差は、いずれの場合にも認められなかった。

皮膚温は実験1では「マ無」、「マ有」ともに同様の変化を示し運動前に比べて運動直後では全く変化を示さなかったが、休息後あるいはマッサージ後では有意な上昇を示した。

実験2では「マ無」では運動前、運動直後および運動休息後を通して有意な変化を示さなかった。一方、「マ有」では運動前に比べてマッサージ後に有意な上昇が認められた。しかし両群間の差は、いずれの場合も認められなかった。

血中乳酸濃度は実験1では「マ無」は運動前平均11.8±2.18 mg/dlから、運動直後では平均39.3±10.20 mg/dlと増加し、休息後では、平均23.5

Table 1. Comparison of Repetition times, Skin temperature, Blood lactate and Accelerated plethysmography without and with Massage (Experiment 1 n=7)

	Repetition time (times)		Skin temperature (° C)		Blood lactate (mg/dl)		Accelerated Plethysmograph(points) e	
	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage
Before Work(A)			33.4 0.95	33.6 0.23	11.8 2.18	11.2 4.25	61.4 18.45	102.1 58.77
After Work immediately(B)	148.3 88.94	153.6 50.0	33.8 0.83	33.6 0.44	39.3 10.20	39.2 9.32	9.7 43.29	26.7 25.87
After massage or rest(C)	145.4 69.07	155.1 45.77	34.6 0.57	34.6 0.41	23.5 6.69	24.2 6.22	25.3 30.06	53.3 25.65
A:B			NS	NS	***	***	NS	NS
B:C	NS	NS	*	**	*	**	NS	NS
A:C			*	**	*	***	NS	NS
With:Without Massage								
A				NS		NS		NS
B		NS		NS		NS		NS
C		NS		NS		NS		NS

Values are means±SD. *,** and *** denote statistically significant differences (p<0.05, p<0.05 and p<0.001 respectively), and NS show no significant. e n=3

Table 2. Comparison of Repetition times, Skin temperature, Blood lactate and Accelerated plethysmography without and with Massage (Experiment 2 n=8)

	Repetition times (times)		Skin temperature (° C)		Blood lactate (mg/dl)		Accelerated plethysmograph(points)		Heart rate (beats/min.)	
	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage	Without Massage	With Massage
Before Work(A)			32.1 0.86	32.3 0.88	11.3 3.75	13.1 6.08	59.4 12.38	66.6 16.57	66.4 10.82	68.6 13.67
After Work immediately(B)	145.3 72.91	145.3 72.91	32.1 0.98	32.5 1.32	37.9 9.01	46.6 8.54	34.5 16.23	31.0 18.57	65.9 8.29	66.9 12.10
After massage or rest(C)	221.9 177.68	228.0 130.14	32.6 0.75	33.1 0.76	28.1 6.81	28.2 5.60	63.3 7.88	56.1 16.96	63.6 11.98	67.1 9.61
A:B			NS	NS	***	***	**	**	NS	NS
B:C	*	**	NS	NS	NS	***	**	*	NS	NS
A:C			NS	*	***	**	NS	NS	NS	NS
Without:With Massage										
A				NS		NS		NS		NS
B		NS		NS		NS		NS		NS
C		NS		NS		NS		NS		NS

Values are means±SD. *,** and *** denote statistically significant differences (p<0.05, p<0.05 and p<0.001 respectively), and NS show no significant.

±6.69 mg/dl と減少を示した。「マ有」でも全く同様の变化を示し運動前平均 11.2±4.25mg/dl から、運動直後では平均 39.2±9.32 mg/dl と増加を示し、マッサージ後では平均 24.2±6.22mg/dl と減少を示した。

実験 2 でも実験 1 と殆ど同様な変化を示し、「マ無」は運動前が平均 11.3±3.75mg/dl から、運動直後では平均 37.9±9.01mg/dl に増加し、休息後では平均 28.1±6.81 mg/dl に減少した。

「マ有」では、運動前の平均、13.1±6.08mg/dl から、運動直後では平均 46.6±8.54mg/dl に増加し、マッサージ後では平均 28.2±5.60mg/dl に減少した。しかし両群間でいずれの場合も有意な差は認められなかった。

加速度脈波指数は実験 1 では 3 例のみであったが実験 2 と同様の傾向であった。実験 2 では「マ無」では、運動前平均 59.4±12.38 点から運動直後では平均 34.5±16.23 点に減少し、休息後では平均 63.3±7.88 点へと増加を示した。「マ有」では、運動前平均 66.6±16.57 点から運動直後では平均 31.0±18.57 点に減少し、マッサージ後では平均 56.1±16.96 点と増加を示した。しかし両群間でいずれの場合も有意な差は認められなかった。

心拍数は全体を通してほとんど変化を示さなかった。

考 察

スポーツマッサージは大別すると、準備マッサージと回復マッサージに分けることができる。⁽¹⁾ 本論で扱ったのは、回復マッサージに属するものであり、動的把握作業による急性筋疲労の回復に 5 分間のマッサージが有効であるか否かを検討することを目的に計画された。

マッサージの効果を論ずる場合、施術者、熟練度、手技方法、施術時間、被験者の運動形態ならびに疲労状態等によって異なってくるものと考えられる。

とくに、施術者に関しては、熟練したマッサージャーであるゆえに効果が現れるという側面を無視することができないものと思われる。本邦においては、ほとんどのスポーツ集団では専属のマッサージャーをおいていないのが実状である。

その意味で、本実験ではマッサージに熟練していない複数の術者によって無作為に施術しその効果を検討したのである。

把握作業を採用した理由は握る運動は特に柔道、テニス、剣道、鉄棒、ハンドボール、レスリング等のスポーツ活動の場面においては数多く見られ、実際、その部位の筋疲労の大小によっては、その後の競技成績の優劣に大きく影響すると考えられたからである。

疲労困憊に至る筋運動後の回復中に、安静にしているよりも軽い運動を行った方が乳酸等の疲労物質の除去に有効であるという。いわゆる積極的休養の効果が実証されている⁽¹⁴⁾。また、機械的刺激では乳酸は産生されないといわれている⁽⁶⁾。このことは運動後の疲労を除去しようとする場合、何もしていないよりも積極的休息としてマッサージを実施することの有効性と結びついているように思われる。

しかし、本実験では、マッサージの有無によって血中乳酸の消却に全く差が認められなかった。最大ならびに90%の把握運動によって、加速度脈波指数は低下し、血中乳酸濃度も増加して、末梢循環動態が一過性に悪化したものの、休息およびマッサージによって回復する一般的反応が示された。しかし、マッサージ有りの場合と無しの場合で有意な差は示されなかった。このことは、把握運動後の休息やマッサージによって局所循環の改善があったとしても、マッサージが乳酸の消却に促進的に働くという確証は得られなかったことを示している。

Kelso⁽⁵⁾ はマッサージによって局所的皮膚温の上昇は起こるが、(摩擦によっても熱を生ずる) この温度の上昇は主として血管拡張によるもので

あると述べている。

本実験では、皮膚温はマッサージ有りと無しの場合ともに、安静時に比べて作業直後よりも、11分の休息後の方が高い値を示し、かつマッサージの有無による差は認められなかった。このことは、本実験の皮膚温の上昇は、把握運動そのものによる筋温度の上昇と考えてよく、今回のマッサージでは血管拡張に対する影響は明らかでなかったことを示している。

マッサージが代謝に著明な影響を与えるかどうかは明らかでないといわれている。

Cajori⁽⁷⁾、Cuthbertson⁽⁸⁾、Pemberton⁽⁶⁾らによれば、マッサージは酸素消費量、脈拍数、水素イオン濃度、炭酸ガス含有量、酸素含有量、酸素飽和度、静脈血の無機燐量や乳酸量、尿成分、全窒素、塩化ナトリウム、クレアチニン、クレアチン排泄量に影響を与えないと報告している。

また、マッサージの効果の一つとして血管拡張による血流促進があげられている。マッサージに対する身体の初期反応は、刺激部位の毛細血管と小動脈の開通であり、これは、交感神経系の刺激あるいは血管壁の直接的機械的刺激のどちらかによっておこるといわれている⁽²⁾。つまり、マッサージによって、末梢の循環が改善されることを意味している。しかし、本実験においては、従来の指尖容積脈波を2回続けて微分することで、従来の波型では得られない末梢循環の情報が得られると報告されている⁽¹¹⁾。加速度脈波指数から、把握運動後の変化をみたところ、加速度脈波指数と血中乳酸の変化は対応した変化を示し、加速度脈波指数が低下すると乳酸が増加し休息によって回復する反応を示したのである。この対応した変化からみれば、加速度脈波が末梢循環の動態を表す指標となりうることを示しているが、マッサージの有無による差は認められなかった。

しかし、芹沢らはマッサージ処置群とマッサージ無処置群との容積脈波（原波形）は400 m疾走後30分でマッサージ群の脈波が正常値への回復経

過が著しく早かったのに対し、無処置群の回復は緩慢で遅かったと報告している。しかし本実験では、マッサージの3分後に把握運動を実施させたことから、マッサージ後の経過を観察することができなかった。

芹沢が報告したように末梢循環に及ぼすマッサージの効果がかなり遅れて表れるとすれば、その後に行われた把握運動回数に影響することが十分考えられる。しかし、本実験ではマッサージの有無によって運動回数には全く差は認められなかった。

結局、今回の結果が回復マッサージそのものの有効性をすべて否定するものではないが、その効果の程度はマッサージ士の熟練度によってかなり異なるものであって、その被術者の疲労状態とも関連して、その効果が異ってくると考えた方が妥当であるといえるかもしれない。

今回の問題点としてはマッサージの施術者が全て女子であったことが、マッサージ強度の点ではたして男子に対して適当であったかどうかは今後の課題である。

総 括

動的把握作業による急性筋疲労の回復に及ぼすマッサージの効果を調べる為に、マッサージを熟練していない複数の施術者が無作為に一定の条件下でマッサージ（揉ねつ法で1分間に40回のリズムで5分間）を行った際の作業回数、皮膚温、血中乳酸濃度及び加速度脈波に及ぼす影響について検討した。

実験は、マッサージ有りの場合と無し（休息）の場合を比較する為に、マッサージの前後で最大能力の把握作業を実施させた場合（実験Ⅰ）とマッサージ前の把握運動回数を同一にする為に、マッサージ前の作業回数を個人の最大能力の90%の回数に規定した場合（実験Ⅱ）の2通りについて実施した。

結果は次のようにまとめられる。

1) 作業回数は実験Ⅰではマッサージの有無による差は全く認められなかった。

実験Ⅱではマッサージ前に比べてマッサージ後では有意に増加を示したが、マッサージの有無による差は認められなかった。

2) 皮膚温は実験Ⅰでは作業直後から休息後にかけて、マッサージの有無にかかわらず、有意に上昇したが、マッサージの有無による差は認められなかった。

実験Ⅱでは、作業直後から殆ど変化なくマッサージの有無による差は全く認められなかった。

3) 血中乳酸濃度は実験Ⅰでは作業直後に有意に増加し、休息後有意に減少したもののマッサージの有無による差は全く認められなかった。

実験Ⅱでも実験Ⅰとほぼ同様の結果であったが、作業直後からマッサージ無しに比べて、有りの場合では有意に減少したがマッサージの有無による差は全く認められなかった。

4) 加速度脈波指数は実験Ⅱにおいて作業直後では有意に減少し、休息後は有意に増加したが、マッサージの有無による差は認められなかった。

5) 以上の結果から、未熟練のマッサージによる最大ならびに90%把握作業後の5分間のマッサージが疲労回復に有効である確証は得られなかった。

最後に、実験に御協力戴いた日本女子体育大学伊豆野文子嬢、樋口恭子嬢、宮城喜代美嬢、渡部真由美嬢の4氏に深謝いたします。

引用文献

- 1) V, A. マカロフ: スポーツマッサージ〔高橋華王, ベースボールマガジン社, 1981.〕
P. 44
- 2) Carrier, E. B. (1922): Studies on the Physiology of Capillaries V. The Reaction of the Human Skin

capillaries to Drugs and Other Stimuli. Am. J. of Physiol. LXI: 528-547

- 3) Mitchell, John W. (1894): The Effect of Massage on the Number and Haemoglobin Value of the Red Blood Cells. Am. J. of Med. Sci. 107: 502-515
- 4) Schneider, Edward C. and L. C. Havens (1915): The Changes in the Content of Haemoglobin and Red corpuscles in the Blood of Man at High Altitudes. Am. J. of Physiol. XXXVI: 380-397
- 5) Kelso, Dorothy, Margaret Anne Fosse and Fae Henry (1934): The Effect of Massage upon Peripheral Circulation as Measured by Skin Temperature. Res. Quart. 5: 34-41
- 6) Pemberton, Ralph; F. A. Cajori and C. Y. Crouter (1924): The Physiologic Effect of Massage. J. of Am. Med. Associ. 83: 1761-1763
- 7) Cajori, F. A.; C. Y. Crouter and Ralph Pemberton (1927): The Physiologic Effect of Massage. Arch. of Inter. Med. 39: 281-285
- 8) Cuthbertson, David Paton (1932): The Effect of Massage on the Metabolism of Normal Individuals. Quart. J. of Med. I (NS): 387-400
- 9) 芹沢勝助、藤田紀盛 (1960); スポーツマッサージの研究 (第1報) 循環系、特に末梢循環流に及ぼす影響. 体育学研究 IV-1. 123
- 10) 芹沢勝助、藤田紀盛 (1960); スポーツマッサージの研究 (第2報) 末梢循環を指標としたマッサージの効果について.

体育学研究V-1. 188

- 11) 佐野裕司、片岡幸雄、生山 匡、和田光明、今野廣隆、川村協平、渡辺 剛、西田明子、小山内博(1985)； 加速度脈波による血液循環の評価とその応用．労働科学 61(3)：129-143
- 12) 安田好文、宮村実晴(1981)； 動的及び静的最大作業における作業後血流量の比較

体育学研究 26(3)：219-225

- 13) Monod, H. and Scherrer, J. (1965) : The work capacity of synergic muscular group. Ergonomics, 8: 329-338
- 14) エドワード・フォックス：選手とコーチの為のスポーツ生理学．〔朝比奈一男監訳、渡辺和彦訳、大修館書店、1982. 〕

(昭和63年1月30日受付)