

《原 著》

# 鍼刺激による動的筋持久力増大現象について

明治鍼灸大学・保健体育教室

三浦 敏弘

要旨：動的筋持久力に対する鍼刺激の影響を成年男子を被験者として検討した。筋持久力としては、自記式エルゴグラム上の疲労曲線より算出した仕事量を用いた。又、サーモグラフィーによって筋運動中の皮膚温の経時的変化を測定した。

作業筋内に鍼刺激を加えた結果、仕事量の増大および作業時間の延長効果を認めた。この鍼刺激効果は、作業側上腕部の血流遮断によって消失した。又、鍼刺激によって作業前の皮膚温上昇が認められた群において、作業量増大、作業時間延長効果は顕著であった。

以上の結果から、鍼刺激が末梢の筋血流量を増加させ、筋持久力の増大をもたらしたことが強く示唆された。

## Increase of Human Dynamic Muscular Endurance by Acupuncture Stimulation.

Toshihiro MIURA

*Department of Health and Physical Education, Meiji College of Oriental Medicine*

Summary: Effects of acupuncture stimulation on the dynamic muscular endurance were examined in healthy subjects. The dynamic muscular endurance was calculated from the fatigue curves induced by loaded muscular exercises of the middle finger. And the skin temperature during exercises was measured simultaneously using a thermograph. Acupuncture stimulation applied to the flexor muscles of the forearm induced clear increase of total amount of work. This effect was completely abolished after the occlusion of blood flow in the forearm. The subjects who showed the increase of skin temperature by acupuncture had a tendency to cause a large increase of dynamic muscular endurance.

These results suggest that the increase of dynamic muscular endurance induced by acupuncture stimulation is caused by the improvement of peripheral blood flow in the muscles in exercise.

---

Key words: 動的筋持久力 Dynamic muscular endurance,  
鍼刺激 Acupuncture stimulation, 疲労曲線 Fatigue curve,  
皮膚温 Skin temperature, エルゴグラム Ergogram.

## I 緒 言

東洋医学、特に鍼灸の臨床においては体表の特定部位を刺激することにより効果的な生体反応を起し、身体機能の変調を矯正すると言われているが、<sup>16)</sup> その作用機序については、いまだ充分明らかでない。

一方、体育学の分野においては、筋力および筋持久力に関する数多くの研究が報告され、筋活動には、筋内外のさまざまな物理化学的条件が影響を与えており、筋自体の問題と共にこれらの条件についても検索が進められている。<sup>7,10)</sup> そこでどのような条件が筋力や筋持久性の向上に最も望ましいものであるかが重要な問題となっている。筋の反復作業による疲労の原因は、これまでの研究から筋力の源泉となる物質や酸素欠乏による代謝産物の蓄積とされている。そこで生体の筋では、筋の血流を良くすることによってエネルギー源や酸素を供給し、代謝産物を除去し疲労を防ぎ、既に疲労している筋ならばその回復を促進することが可能と考えられる。<sup>3,4)</sup>

一方、鍼灸の臨床において何らかの原因で筋の持続的な収縮が起こりその結果、筋肉痛が生じている場合に刺鍼すると血行改善され、治療効果をもたらすと考えられている。しかし、この点について具体的な研究は極めて少ない。

本研究においては、鍼刺激が筋の動的仕事量にどのような影響があるのか又、同時にその部位の血流の状態とどのような関連があるのかについて検討した。

## II 方 法

実験は、18～22歳の健康な男子3名で実施した。実験には自記式エルゴグラフ（竹井機器）を用い、<sup>11,14)</sup> メトロノームのテンポに合わせ1秒に1回、プーリーを介した負荷を連続的に第3指により屈伸運動をさせた。<sup>2,8,9)</sup> 負荷は、絶対負荷法を用い3kgとした。疲労の判定は運動継続<sup>10,12)</sup> ができなくなったり、負荷の持ち上がらなくなった時点疲労困憊とした。そして、疲労曲線より高さ×3kgの方法に基き総仕事量を算出した。又、

結果の判定には t-test を用いた。同一個人は、同じ目的をもった測定を別の日の同一時刻に10～20回にわたって実施した。

置鍼部位は通常の場合、作業側前腕内側すなわち橈側手根屈筋と長掌筋の間にあり、手根関節と中関節の1/2の部位に各実験による時間範囲内において置鍼した。一部の実験では、置鍼部位による効果の差を検討するため近傍の伸筋を用いた。鍼はステンレス製、長さ3.9cm、直径0.2mmであり、深さ1cm前後まで静かに刺入し、わずかに刺激が感じられたところで2～3回雀啄し、各実験による時間範囲内において置鍼した後抜鍼した。

実験としては、安静時から作業を実施した対照群と作業前10分間の鍼刺激後、抜鍼し作業を実施した鍼刺激群の仕事量を比較した。又、血流の影響を調べる目的で両群共、作業側右上腕に手動式血圧計マンシェットにより圧力(180mm/Hg)を加え血流を遮断<sup>13)</sup> しながら負荷テストを行い鍼刺激群、対照群の仕事量を求めた。更に、鍼刺激群、対照群の作業前、中、後の皮膚温を日本電子製J I G-M B型サーモビュアを用いて測定した。<sup>16)</sup> 測定は室温 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 10\%$ の室内で実施し、その被験者は18～25歳までの健康な成人50名とした。

## III 結 果

図1は、自記式エルゴグラフに描かれた、対照群と作業前10分間の鍼刺激を与えた後、抜鍼し作業を実施した鍼刺激群の疲労曲線を示している。曲線は、時間経過に伴ない仕事量が漸次低下しているが、鍼刺激群のほうが作業時間と仕事量ともに対照群に比べ増加している。疲労曲線は、すべてこのようなパターンで表われていた。又、その各個人の再現性について、疲労曲線より10秒間隔で仕事量10回の平均値と標準偏差を調べた結果、各個人において仕事曲線には、十分な再現性があることが確かめられた。アイマスクの使用や音楽を聞かせるなどの実験も実施したが、疲労曲線に大きな変動はなかった。

図2は、安静時から作業を実施した対照群と作

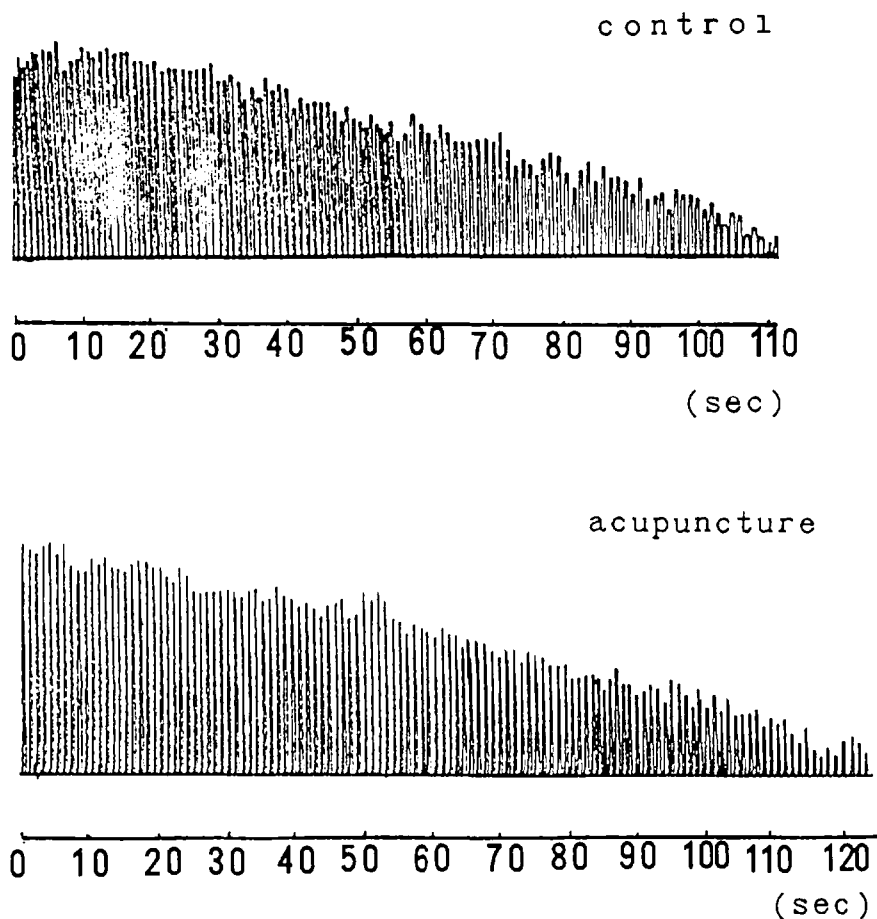


図1 鍼刺激の筋疲労曲線に及ぼす影響。  
図は同一被験者の対照実験（上段）と鍼刺激実験（下段）における疲労曲線の1例である。

業前10分間、鍼刺激後、按鍼し作業を実施した鍼刺激群、両群10回の血流遮断前及び遮断後の平均値と標準偏差値を示したものである。作業開始直後から鍼刺激群（●—●）の方が対照群（○—○）より仕事量は大きくなり、作業経続時間も10秒程度延長傾向を示した。

一方、作業側上腕部に血圧計マンシェットを用い圧力（180mm/Hg）を加え血流を遮断すると、対照群（□—□）、鍼刺激群（■—■）共、似かよった時間経過で仕事量が減少し疲労困憊の時間も両群共差はなく、鍼の効果はほとんど認められなかった。

次に作業し疲労困憊後、90秒の休憩をとり再作業実施の対照群と作業し疲労困憊後、90秒間鍼刺激を与えた鍼刺激群、両群10回の仕事量の平均値及び標準偏差を図3に示すが、図から明らかなように鍼刺激群の方が、鍼刺激終了後の作業開始直後より仕事量が大きくなり、疲労困憊に到る時間も延長する傾向を示した。一方、疲労困憊すると考えられる時間の%の時間で作業停止し90秒間休憩から再作業を開始した対照群と90秒間の鍼刺激からの再作業を開始した鍼刺激群、両群の仕事量を調べた結果においても鍼刺激群の方に仕事量増大の傾向が認められた。次に置鍼の部位について

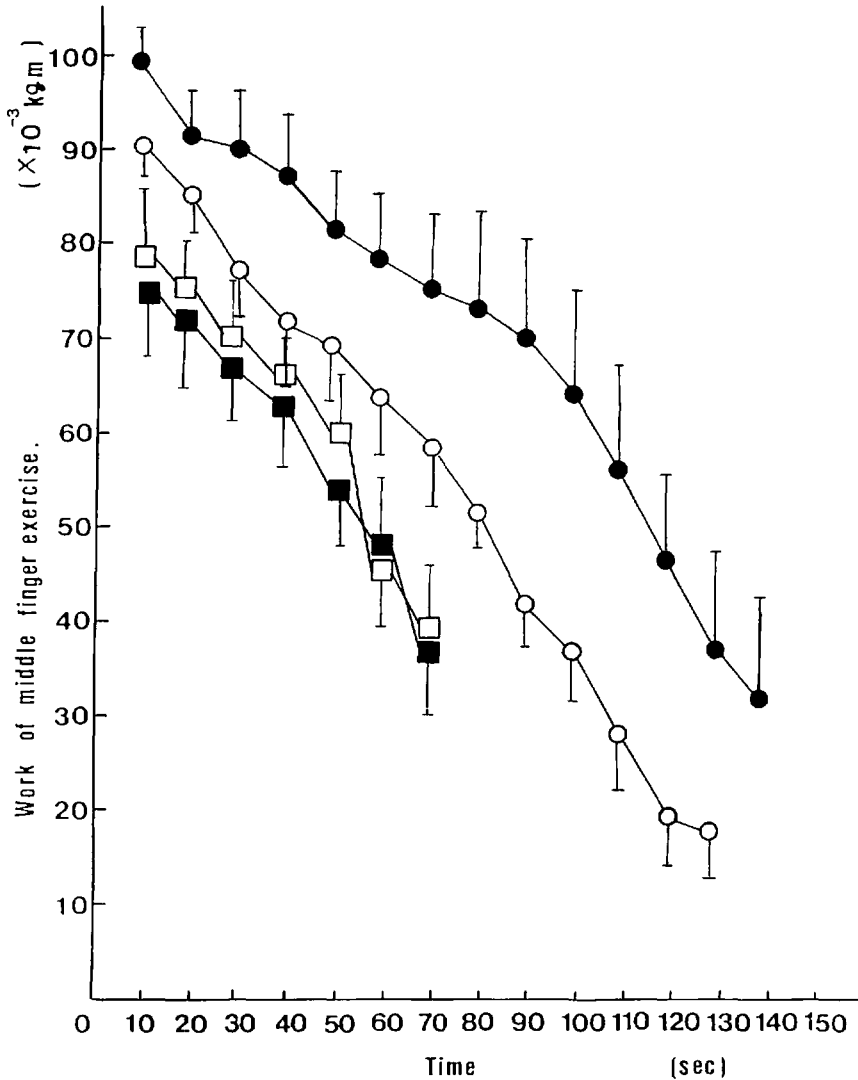


図2 鍼刺激後の筋仕事量に対する増大効果と鍼効果への血流遮断の影響。

図の各印は、それぞれ血流遮断前の鍼刺激群（—●—）、対照群（—○—）及び血流遮断後の鍼刺激群（—■—）及び対照群（—□—）を示す。被験者M. I.

検討した結果をみると、鍼刺激群の刺激部位を作業側同部位の伸筋群に実施した例においては、安静時から作業を実施する対照群と作業前10分間、鍼刺激後、抜鍼し作業実施した鍼刺激群の仕事量の比較した結果、対照群と鍼刺激群の間に大きな

違いは認められず鍼刺激群に仕事量増大傾向は見られなかった。

以上の各実験における、被験者それぞれの鍼刺激群、対照群の総仕事量の平均値と標準偏差、又両者の  $t$ -test の結果をまとめたものが表1

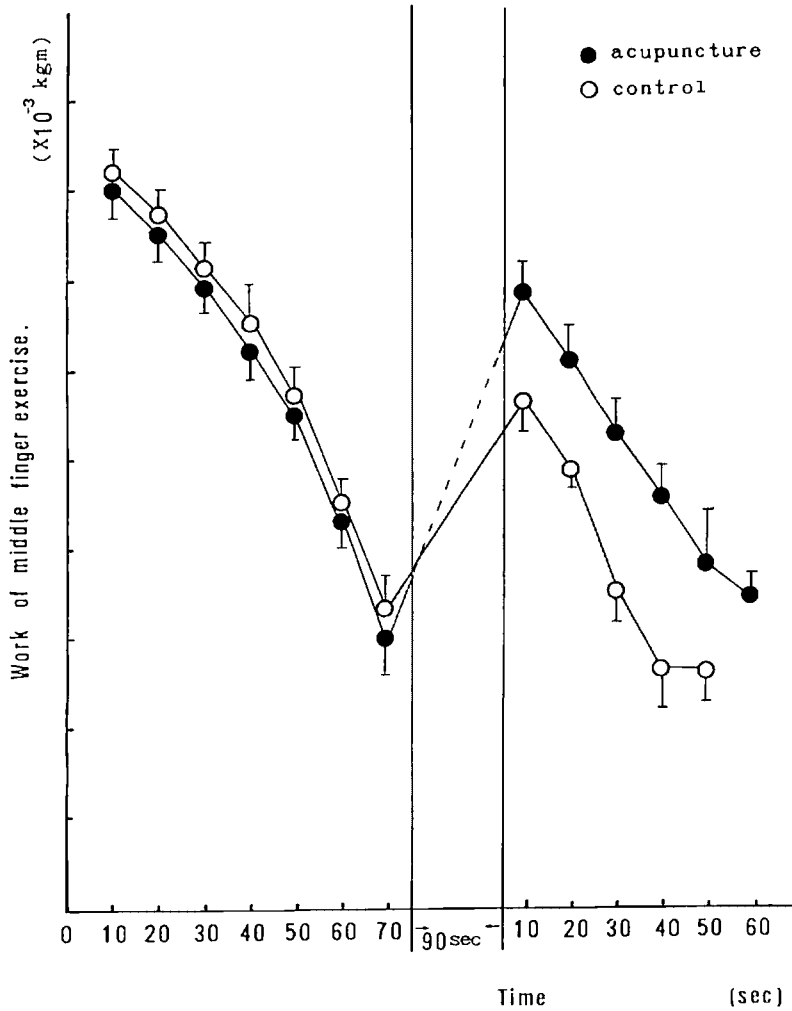


図3 鍼刺激の筋疲労に対する回復促進効果。

図は筋作業中断時の鍼刺激群(●)と対照群(○)の仕事量に対する効果を示す。被験者T. M.

A-Eである。表からも明らかなように、安静時から作業実施した対照群と10分間鍼刺激後、抜鍼し作業実施した鍼刺激群(表1-A)については、3名共鍼刺激群と対照群との間に有意差があり鍼刺激群の仕事量増大が認められる。又、90秒休憩

の対照群と90秒間の鍼刺激後、抜鍼し作業実施した鍼刺激群(表1-B)についても、被験者のいずれも対照群と鍼刺激群の間に有意な差が認められた。疲労困憊すると考えられる時間の3/4の時間で作業停止し90秒間休憩から作業開始した対照群

|   | Subj  | acupuncture | control    |          |      |
|---|-------|-------------|------------|----------|------|
| A | T. M. | 580.6±23.5  | 432.0±13.6 | P < 0.05 | n=10 |
|   | S. I. | 628.4±94.0  | 429.0±46.0 | P < 0.05 |      |
|   | M. I. | 989.9±107.5 | 702.7±39.5 | P < 0.05 |      |
| B | T. M. | 337.0±58.9  | 258.1±13.3 | P < 0.05 | n=10 |
|   | S. I. | 340.6±77.7  | 230.6±58.8 | P < 0.05 |      |
|   | M. I. | 559.5±125.5 | 364.8±22.0 | P < 0.05 |      |
| C | T. M. | 540.9±76.6  | 377.9±43.5 | P < 0.05 | n=10 |
|   | S. I. | 489.7±21.2  | 415.9±69.7 | P > 0.05 |      |
|   | M. I. | 688.5±50.9  | 569.7±25.9 | P < 0.05 |      |
| D | T. M. | 332.0±68.6  | 326.4±41.3 | P > 0.05 | n=10 |
|   | S. I. | 394.7±72.5  | 393.2±40.3 | P > 0.05 |      |
|   | M. I. | 454.1±62.4  | 470.6±70.0 | P > 0.05 |      |
| E | T. M. | 489.5±14.0  | 471.5±12.7 | P > 0.05 | n=10 |
|   | S. I. | 492.5±53.1  | 527.9±58.6 | P > 0.05 |      |
|   | M. I. | 801.2±30.6  | 722.6±41.5 | P < 0.05 |      |

表1 各被験者ごとの実験結果及び有意差検定の結果。

と90秒間の鍼刺激から作業開始した鍼刺激群（表1-C）では、2名の被験者について有意差が認められたが、1名については有意差は認められなかった。又、手動式血圧計のマンスレットにより圧力を加え血流を遮断した時の両群（表1-D）については、3名共に有意な仕事量の増大は認められなかった。血流の遮断によって対照群では26.5%～35.5%、鍼刺激群では39.5%～66%の仕事量減少が認められた。又、鍼刺激部位を作業側同部

位の伸筋群に実施した例においては、対照群と鍼刺激群の間には、1名のみ有意差が認められた。

一方、図4は安静時から作業実施の対照群と10分間鍼刺激後、抜鍼し作業開始した鍼刺激群の作業前、中、後の皮膚温を測定した結果である。図はサーモグラフィで撮影した写真に基きそれぞれ個人の面積の割合より求めた係数を掛けて平均皮膚温とし対照群と鍼刺激群における50名平均皮膚温度測定の結果として示している。対照群の温度

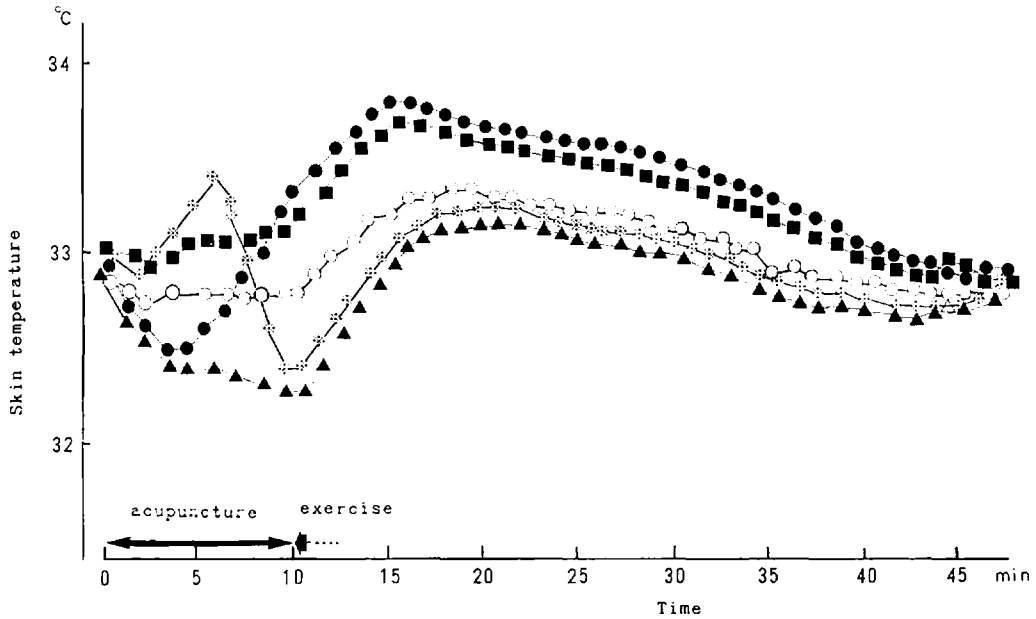


図4 鍼刺激及び筋作業時の皮膚温度変化。

図中の各印は、それぞれ鍼刺激群 (●-●-●) (▲-▲-▲) (■-■-■) (※-※-※) と対照群 (○-○-○) を示す。鍼刺激群については本文を参照のこと。

曲線については、安静時から作業までの10分間ほとんど変化無く、作業開始から上昇し作業後約3分で最高値に達し、その後ゆるやかに下降し作業後28分で作業前温度にもどる。鍼刺激群の温度曲線は、作業開始から上昇し作業後約3分で最高値に達し、その後ゆるやかに下降し作業後28分で作業前温度にもどる対照群と同じ傾向を示した。一方、作業前10分間の置鍼中の温度曲線を調べると次の4つのグループに分けられた。第1のグループ (●-●-●) は置鍼後4分まで下降し、その後上昇し始め抜鍼し作業開始時10分には置鍼前に比べて0.45°C程高くなった。第2のグループ (■-■-■) は置鍼後から上昇し始め抜鍼し作業開始時10分には、置鍼前に比べて0.32°C程高くなった。第3のグループ (▲-▲-▲) は置鍼後から下降し、ゆるやかに上昇しつつあるが、抜鍼し作業開始時10分には、置鍼前温度に比べ-0.3°Cと低くなっている。

第4のグループ (※-※-※) は、置鍼から上昇し始め5分後には、0.32°C程高くなるが、その後急速に下降し抜鍼し作業開始後10分には、置鍼前に比べて-0.25°C低くなった。これら鍼刺激群の4グループの仕事量の変化を見てみると、第1、2グループでは、対照群に比べ仕事量の増大と作業時間の延長が見られるが、第3、4グループでは、対照群に比べて仕事量増大、作業継続時間延長効果は見られない。10分間置鍼し抜鍼後、作業開始前、鍼刺激群の温度が対照群よりも高温時には、著明な仕事量増大と作業継続時間延長があり、低温度時からの作業では、仕事量増大と作業継続時間延長の現象が表われない事が示された。

#### IV 考 察

今回の実験において、鍼刺激によって仕事量が増大した。この理由については、筋肉への鍼の刺

入が血流の改善を促し、ATPなど補給が盛んになり短縮高の回復が促進されると推察される。血圧計マンシュートにより圧力を加え血流を遮断した結果もこの考えを裏づけている。

従来、筋疲労に関しては、筋収縮時、グリコーゲンが分解されると乳酸の生成がおこり酸素はこの乳酸(1/2)を分解すると同時にその時放出されるエネルギーを利用して残りの1/2の乳酸をグリコーゲンにかえるので、酸素摂取能力は筋が長時間作業する時、極めて大切な要因であり、筋への酸素運搬である。筋への酸素運搬は、血中hemoglobinによっておこり、活動筋への酸素運搬を決定する因子は血流量である。局所作業によって酸素の需要が局所的に高まる場合には、心臓が駆出する血液の量そのものよりは、駆出された血液を活動筋でいかにうまく受入れるのが重要であり、筋への酸素運搬能力を決定する第1の要因として筋への血流量があげられている。<sup>5,6)</sup> 又、皮膚の局所の温度はそこへの血流量変化に影響され、血流増加時は、上昇し血流減少時には、下降すると言われており局所への血流量の増減を推定できる間接的測定法である。<sup>1,15)</sup> 置鍼時における4つの皮膚温度変化に関し、作業開始前、温度上昇の顕著な程に仕事量が増大したことについては、鍼作用によって、血流が改善されたためと考えられた。鍼刺激には筋の持続的収縮による緊張を低下させる作用があるが、その一つの可能性として鍼刺激により軸索反射が誘起され局所における血流が増し筋の緊張が寛解することが推察される。

本実験において鍼刺激の筋持久力に対する影響を検討したが、鍼刺激により血流が改善され仕事量が増大し筋持久力を高めることが認められた。この事実は、体育学的に大変意義深いことであり今後の運動時の鍼効果の研究に大いに役立つものと考えらる。

本研究は、京都大学教養部(保健体育)、武部吉秀助教授の御指導と本学の保健体育教室、生理学教室の御助力のもとに行なわれたものである。ここに記して深謝の意を表する。

## 文 献

- 1) Barcroft, H. and J. L. E. Millen: The blood flow through muscle during sustained contraction. *J. Physiol.* 97: 17~31, 1939.
- 2) Ikai M. Karpovich, P. V. and Clorn, P. H.: Study of endurance of various muscle groups. *Res. Quart.* 35, 393~397, 1967.
- 3) 猪飼道夫, 石井喜八, 中村淳子: 血流からみた筋持久力(I) 体育の科学. 15(4): 201~206, 1965.
- 4) 猪飼道夫, 石井喜八, 中村淳子: 血流からみた筋持久力(II) 体育の科学. 15(5): 281~287, 1965.
- 5) 猪飼道夫, 石井喜八, 中村淳子: 血流からみた筋持久力(III) 体育の科学. 15(6): 334~340, 1965.
- 6) 猪飼道夫, 石井喜八, 中村淳子: 血流からみた筋持久力(IV) 体育の科学. 15(7): 404~410, 1965.
- 7) 猪飼道夫, 石井喜八: 筋力の生理的限界と心理的限界の筋電図学的研究. *体育学研究*. 5(4): 154~165, 1961.
- 8) 猪飼道夫, 石井喜八, 中村淳子: 作業リズムと負荷からみた筋作業能力. *体育学研究*. 10(2): 148, 1966.
- 9) 猪飼道夫, 石井喜八: 青少年発育とトレーニング効果について一とくに筋力と持久力について. *体育学研究*. 6: 337~339, 1961.
- 10) 井上章: 筋的作業の持久力に関する研究その3. 重筋的作業の持続限界と作業強度の関係. *日本生理学雑誌*. 10: 117~122, 1947.
- 11) 石河利寛: 筋作業研究I. 新作した腕エルゴメータ. *日本生理学雑誌*. 14: 487~489, 1952.
- 12) 石河利寛: 筋作業研究II. 負荷と作業耐久時間との関係. *日本生理学雑誌*. 14: 490~493, 1952.
- 13) Maisson, G. L. and Broeker, A. C.: Training in Human Muscles Working with and without Blood Supply. *Am. J. physiol.* 132~390, 1941.
- 14) Mosso, A.: Über die Gesetze der Ermüdung. *Untersuchungen an Muskeln der Menschen. Arch. F. Physiol.* 89~168, 1890.
- 15) 西条一止, 芹澤勝助: 赤外線サーモグラフィの東洋医学的応用(1). *日本温泉気候物理医学会誌*. 36(1, 2): 1972.
- 16) 芹澤勝助: 東洋医学研究集成III: 22~27, 1979.