

肘関節屈曲時の Power と持久力に対する温水及び冷水浴の受動的 Warming-up の効果について

小沢 教子・西浦みどり*・市川 裕子**・藤 墳 規 則***

Effect of Warming-up by Means of Taking a Preliminary Hot or Cold Water Bath on Power and Endurance Times of Elbow Flexion in College Girls

N. OSAWA, M. NISHIURA*, H. ICHIKAWA** and N. FUJITSUKA***

緒 言

Warming-up (W-up) に対する一般的な考え方⁹⁾ は、日常必ず実施されているにもかかわらず、その効果については必ずしも一致していない。しかし、P. V. Karpovich,¹⁰⁾ は今のところ W-up の効果を裏づける科学的な資料の不足していることを指摘し、より詳細な研究の必要性を説いている。

従来、W-up の効果は筋温の上昇によるものと言う考え方から、温水や冷水浴による受動的 W-up を行なわせ、その効果の是非を多くの人が検討している。その結果をまとめてみると、温水浴は筋力やスピードを増すのに効果があり¹⁵⁾¹¹⁾、冷水浴は持久性の増大に効果がある¹²⁾ とするものが多い。しかし、その反対の効果なしとするものもあり⁶⁾、はっきりとした結論が出ていない。

これらの結果は主運動の質や被験者の性別、鍛練度のちがいが、W-up の時間などの多くの要因がかかわりあうために、さまざまな結果が生じたものと考えられる。同時に我々が日常スポーツ活動をする上で重要なものは Power とその持久性である。

そこで、本実験においては肘関節屈曲時の Power と持久力に対する温水、および冷水浴の W-up 効果について、女子大学生を対象に測定した。

方 法

被験者には21歳から22歳の女子大学生10名を選んだ。これらの被験者は全員日常定期的な身体活動に参加していない者である。受動的 W-up としては、10°、20°、30°、40°Cの浴槽に前腕を肩関節の部位まで入浴させた。入浴時間は10分とし、その時の室温は20~22°Cに保った。入浴後、図1に示すような方法で肘関節屈曲運動を行なわせ、その時の Power と屈曲回数を測定した。運動に用いた負荷は両者とも最大筋力の2/3の重さとした。

Power の測定は、図1に示した滑車の回転軸に Potentio meter を接続し、肘関節を約120°から70°まで最大努力で屈曲運動を行なわせ、その時の角度の変位をビジュコーダーで記録し、この曲線から角速度曲線を出し、さらに、角加速度曲線を算出した。その平均値を

$$\bar{p} = v \left\{ mg + \left(m + \frac{I}{r^2} \right) \alpha \right\}$$

*香川県山田小学校 **滋賀県金勝小学校 ***名古屋工業大学

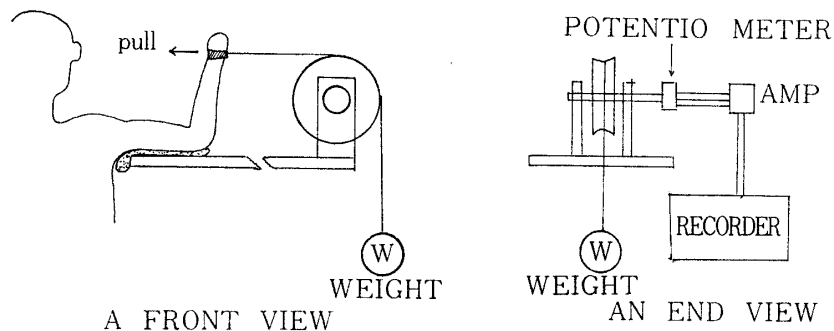


Fig. 1. The experimental apparatus.

\bar{p} = 平均 Power, V = 角速度, m = 荷重, g = 重力の加速度, α = 角加速度, r = 滑車の半径, I = 慣性能率.

の公式に代入し Power を算出した.

持久力の測定は 1 秒に 1 回の割合で肘関節を 120° から 70° まで最大努力で屈曲させ, この屈曲ができなくなるまでの回数を測定した. 測定は Power および持久力とも, 日を変えて各被験者につき 3 回行なった.

結果と考察

1) Power の測定結果

各被験者および全被験者の平均 Power (P) を表 1 と図 2 の A, B に示した.

Table 1. Data of power measured on elbow flexion in various passive warming-up

W. T.	10	20	30	40
subj.				
J. A.	2.92	3.09	2.87	2.88
A. I.	2.09	3.05	2.82	3.06
H. I.	2.44	2.77	2.50	2.72
S. U.	2.40	2.47	2.69	3.05
N. O.	3.04	2.37	2.52	2.47
M. K.	2.36	2.55	2.88	2.70
S. T.	2.89	3.54	3.14	3.32
N. H.	2.58	2.25	2.65	2.81
Y. H.	2.01	2.34	2.46	2.72
K. Y.	2.72	3.45	3.50	2.87
X	2.55	2.79	2.80	2.86
±s. d.	0.30	0.45	0.31	0.22

W. T. is water temperature a unit of temperature is centigrade a unit of power is kg. m/sec

各個人の入浴水温と P の関係を見ると, 10 名中 9 名の者が水温の上昇ともなって P も上昇する傾向を示した. しかし, 1 名の被験者では逆の傾向を示した. 全体の平均値でみると当然の結果として, 水温の上昇に伴ない P も上昇する傾向を示した. 特に水温が 10° から 20° に上昇する時, P は急激に向上するが, 20°C 以下での受動的 W-up ではマイナスの効果を示している.

P は筋力とその収縮スピードにより決定されるが, そのひとつである筋力と水温の関係を Clarke 等 (1958)⁴⁾ の行なった結果からみると, 40°C で最も成績がよく, 10°C 以下になると 40°C の約 60% 位まで急激に減少する傾向を示している. これは本研究で得た結果とほぼ一致している. このことは P の加温による上昇が発揮筋力の増大に

よるところが大きいことを示すものと考えられる. しかし, 加温により動作のスピードが早くなるという報告⁹⁾¹¹⁾ も多いことから, 筋の収縮スピードも当然増大しているものと考えられ

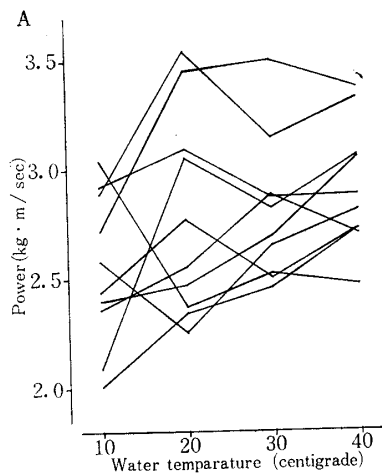
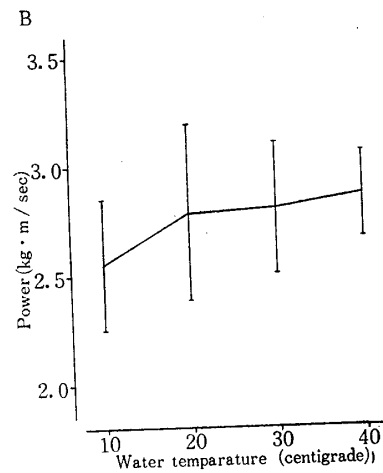


Fig. 2. Relation between power and water temperature.
A : result of each subject



B : result of average and standard deviation.

る。20°C以下での受動的W-upのPowerに対する効果が著しく低下する点について、Barcroft等(1943)²⁾の入浴とbloodflowの関係について調べた結果をみると、20°C以下では前腕の血流量は著しく減少している。このことは血流量の減少が筋自体の温度を低下させることになり、収縮のスピードや発揮筋力の低下をもたらすものと考えられ、その結果としてPowerも低下するものと思われる。

これらのことから、Powerが特に要求される運動種目の温水浴による受動的W-upは、40°C前後の温水浴によるものが最も効果的であると考えられる。

2) 持久力の測定結果

Table 2. Data of elbow flexion times in various passive warming-up

W. T.	10	20	30	40
subj.				
J. A.	80	71	80	70
A. I.	44	57	59	56
H. I.	60	60	80	53
S. U.	53	47	60	58
N. O.	63	70	84	67
M. K.	65	58	52	56
S. T.	75	86	72	81
N. H.	64	73	65	54
Y. H.	36	52	47	41
K. Y.	64	69	65	60
X	60.4	64.3	66.4	59.3
±s. d.	12.53	10.99	11.81	10.37

W. T. is water temperature a unit of temperature is centigrade a unit of endurance is flexion times

各水温による受動的W-up後の肘関節屈曲持続回数について測定した結果を表2、および図3のA、Bに示した。

この結果から、各個人の作業成績をみると、10名の被験者のうち5名は30°Cの水温において作業回数が最も多く、4名の被験者では水温が20°Cの時に最もよい作業成績を示した。1名の被験者では水温が10°Cの時に最もよい成績を示したが、他の被験者では水温が20°Cの時よりもさらに低い成績を示した。また、水温が40°Cになると8名の被験者は30°Cの時の成績よりも低下する傾向を示した。

次に各水温と全被験者におけるW-upの効果を平均値からみると、図3-Bに示すごとく、水温が30°C

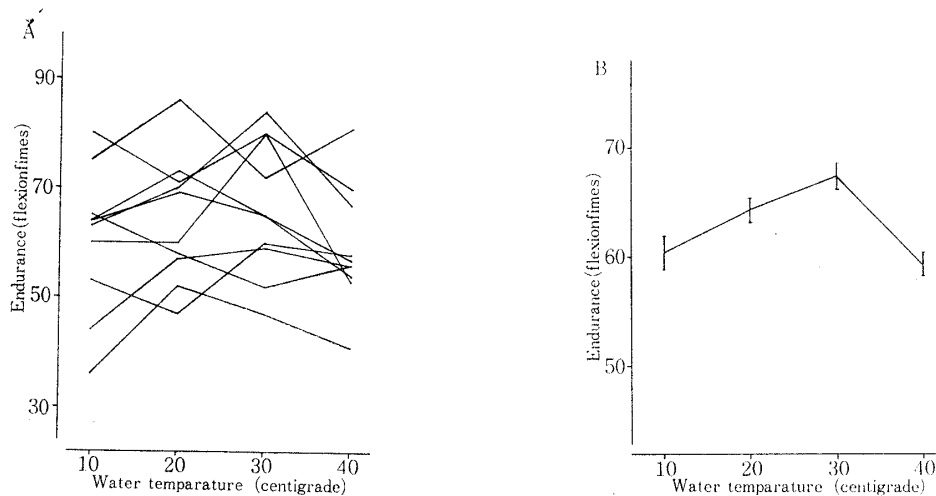


Fig. 3. Relation between flexion times and water temperature.
A : result of each subject

B : result of average and standard deviation

Cの時に最も成績がよく、次いで20°C、10°C、40°Cの順となった。特に40°Cの時には低下が著しく、その成績は10°Cの時の作業回数よりも少ない回数を示した。

以上のことから、水浴による受動的 W-up の動的持久性に及ぼす効果は、水温が高すぎても、また、低すぎてもよい結果は得られないことを示している。この結果は Nukada と Müller (1955)¹²⁾ が下腿部の水浴で得た結果にほぼ等しいもので、下腿と上肢の持久性に対する入浴の効果はほぼ同じと考えられる。しかし、Grose 等 (1958)⁶⁾ によると手掌の加熱と冷却の効果はどちらもマイナスに作用したという結果とは一致せず、より末梢部分の W-up 効果は、何か他の要因が関係しているものと考えられる。

次に10°Cと40°Cの入浴による W-up の効果が持久力にマイナスの効果を示したことについて考えてみると、猪飼等 (1975)⁸⁾ はこの実験で行なったような肘関節を数多く屈曲する運動では、筋血流量の増大が重要な因子であると述べているが、このことはこの実験における10°Cと40°Cの時の水浴による W-up では、上肢筋への血流量が増加しなかったことを暗示している。すなわち、40°Cのような高温での水浴は Hyman 等 (1964)⁷⁾ が述べているように上肢血流量増加の大部分は皮膚血流量で、筋血流量はわずかであることから、屈曲回数を増大させるための筋への血流量が充分確保されない状態をつくり出しているものと思われる。一方、10°Cの場合には40°Cの時とは異なり、冷水浴によって皮膚および筋が冷却され両者の血流量が減少することにより、作業成績が低下したものと考えられる。

要 約

女子大学生10名を被験者として、肘関節屈曲に対する10°、20°、30°、40°Cの入浴による受動的 W-up が、Power と持久力に与える効果について調べた。

その結果、Power は40°Cの入浴時に最も効果があり、10°Cではマイナスの効果を示した。持久力については30°Cの時に最も成績がよく、40°Cでは成績が最も低かった。

引 用 文 献

- 1) Asmussen, E. and O. Bje : Body temperature and capacity for work. Acta Physiol.

- Scand. 10, 1-22 (1945).
- 2) Barcroft, H. and O. G. Edholm : The effect of temperature on blood flow and deep temperature in the human forearm. *J. Physiol.* 102, 5-20 (1943).
 - 3) Carlisle, F. : Effect of preliminary passive warming on swimming performance. *Res. Quart.* 27, 143-151 (1956).
 - 4) Clark, R. S. T., R. F. H. Hellon and A. R. Lind : The duration of sustained contraction of the human forearm at different muscle temperature. *J. Physiol.* 143, 454-437 (1958).
 - 5) De Vrie, H. A. : Effect of various warm-up procedures on 100 yard times of competitive swimmer. *Res. Quart.* 30, 11-20 (1957).
 - 6) Grose, J. E. : Depration of muscle fatigure curve by heat and cold. *Res. Quart.* 29, 19-31 (1958).
 - 7) Hyman, C., T. Greeson, M. Clem and D. Winsor : Capacitance-plethysmograph for seperating blood flow in muscle and skin in the human forearm. *Amer. Heart J.* 68, 508-514 (1964).
 - 8) Ikai, M. : Physiology of physical activity, Ist Ed., Chap. 5, Kyorinshoin, Tokyo, 238-239 (1975).
 - 9) Ishiko, T. : Critique, Physiology of Warming-up, Reserch Journal of Physical education. 18, 1-8 (1973).
 - 10) Karpovich, P. V. and W. Sinning : Physiology of musclar activity, 7th Ed., Chap. 2, Saunder, Phyradelphia, 29-31 (1971).
 - 11) Muido, L. : The influence of body temperature on performance in swimming. *Acta Physiol. Scand.* 12, 102-109 (1964).
 - 12) Nukada, A. and E. A. Müller : Haut-temperatur and Leistungsfahigkeit in Extremitaten bei dynamischer Arbeit. *Int. Z. angew. Physiol.* 16, 61-73 (1955).
 - 13) Thomson, H. : Effect of warm up upon physical performance in selected activities. *Res. Quart.* 29, 231-246 (1958).