

異なる強度の筋力トレーニングが高齢者の筋力及び筋電図積分値比率に及ぼす影響

Effect of strength training on maximal voluntary strength and integrated EMG activity of the elbow flexor muscles in aged men.

中野 雅之・島野 敬四郎^{***}・角田 直也^{***}

Masayuki Nakano^{*}, Keiishirou Shimano^{***} and Naoya Tsunoda^{***}

<はじめに>

これまでに、骨格筋の形態や機能的特性は加齢に伴って変化することが多くの研究によって明らかにされている。

この高齢者の筋力の低下を引き起こす要因として、筋の形態的变化や神経系の変化などがあげられている。即ち、加齢による筋量の減少や筋の活動水準の低下などが指摘されている。

一方、筋力トレーニングに関する報告には筋肥大はみられなかったが筋力は増大したというものと筋力及び筋量ともに有意に増加したというものがある。筋力を増大させる因子として、筋の形態的要因と神経的要因の両者が考えられており、特に短期間のトレーニングにおいては神経的要因が大きいことが指摘されている。

そこで本研究では、高齢者を対象として、肘関節屈筋群について異なる強度と時間での筋力トレーニングが神経筋活動に及ぼす影響を検討することにした。

<方 法>

1. 被検者

被検者は、これまでに規則的な身体トレーニングを行っていない健康な高齢者男子10名であった。

これらの被検者を高強度（最大筋力で10秒間）のトレーニング群（MG）と低強度（最大筋力の50%で20秒間）のトレーニング群（HG）にそれぞれ5名ずつに無作為に分けた。

被検者の年齢及び身体的特徴を平均値と標準偏差でトレーニング群別に表1に示した。

表1 Physical Characteristics of Subjects

Group	n	Age (yrs)	Body Height (cm)	Body Weight (kg)
M Group	5	60.20±2.17	167.4±2.9	64.40±3.78
H Group	5	60.60±3.05	164.6±6.8	69.80±6.98

Mean ± S. D.

* 格技研究室 (Lab. of Judo)

** 運動生理学研究室 (Lab. of Exercise Physiology)

2. 最大筋力の測定

肘関節屈曲時の等尺性随意最大筋力の測定はストレンゲージ法を用いて特別に作製した総合筋力測定装置（竹井機器）により、肘関節角度を70度（肘関節伸展時を0度とした）に固定して行った。

被検者は筋力測定装置の椅子に股関節をほぼ90度にして座り、上腕部と床とほぼ水平に保ち、体幹部をシートベルトで、また上腕部をマジックテープでそれぞれ固定して、随意に肘関節の屈曲動作を行った。各被検者とも最大筋力の発揮は1分間の休息をおいて3回行い、その内のもっとも大きい値を随意最大筋力（MVC）として採用した。

MG では、トレーニング開始前と終了後及びトレーニング時に MVCの測定を毎回行った。

HG はトレーニング開始前と終了後及び2週間に一度トレーニング負荷決定のために MVCの測定を行った。

3. 筋電図の測定

最大及び最大下での筋力発揮中の筋電図測定は表明電極法を用いて上腕二頭筋（BB）と上腕筋（BR）及び腕橈骨筋（BBR）について行った。

各筋とも電極は筋腹中央をはさんで筋の走行方向に沿って3cmの距離に装着した。導出された筋の活動電位は生体アンプ（日本光電製）で増幅し、

積分アンプ（日本光電製）を用いて積分した後、筋電図とその積分値（iEMG）を熱ペン式レコーダー（日本光電製）で同時記録した。

筋電図の測定はトレーニング開始前と4週間のトレーニング後に行った。

4. トレーニング内容

トレーニング内容については図1に示した通りである。すなわち MG は最大筋力（100% MVC）を10秒間発揮し、1分間の休息をおいて1日に4回行い、HG は最大筋力の $\frac{1}{2}$ （50% MVC）の筋力発揮を20秒間行い、1分間の休息をおいて1日に4回行った。

両群のトレーニング負荷（強度とその発揮している時間との積）が同一になる様に強度と時間を決定した。また、両群ともトレーニング頻度は週に3日間を原則として、4週間実施した。

<結果と考察>

図2はトレーニング前後における MVCの平均値をトレーニング群別に比較したものである。トレーニング前の MVCの値は MG が 227.6 ± 39.9 N, HG が 233.0 ± 37.0 Nを示し、両群の間には有意な差は見られなかった。

またトレーニング後の MVCの値はそれぞれ MG が 260.9 ± 37.6 N, HG が 284.5 ± 23.6 Nで増加の

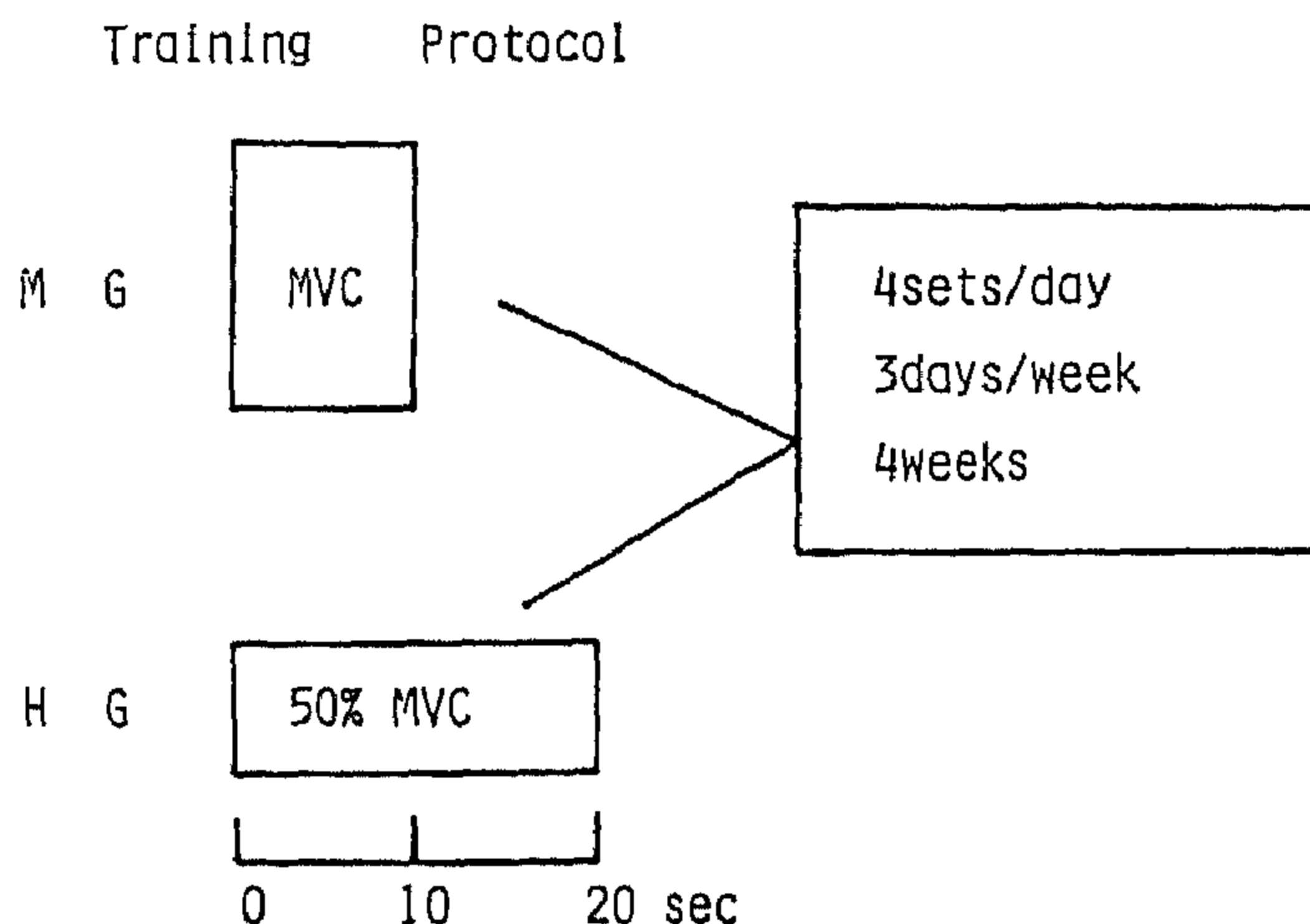


図1 トレーニング条件

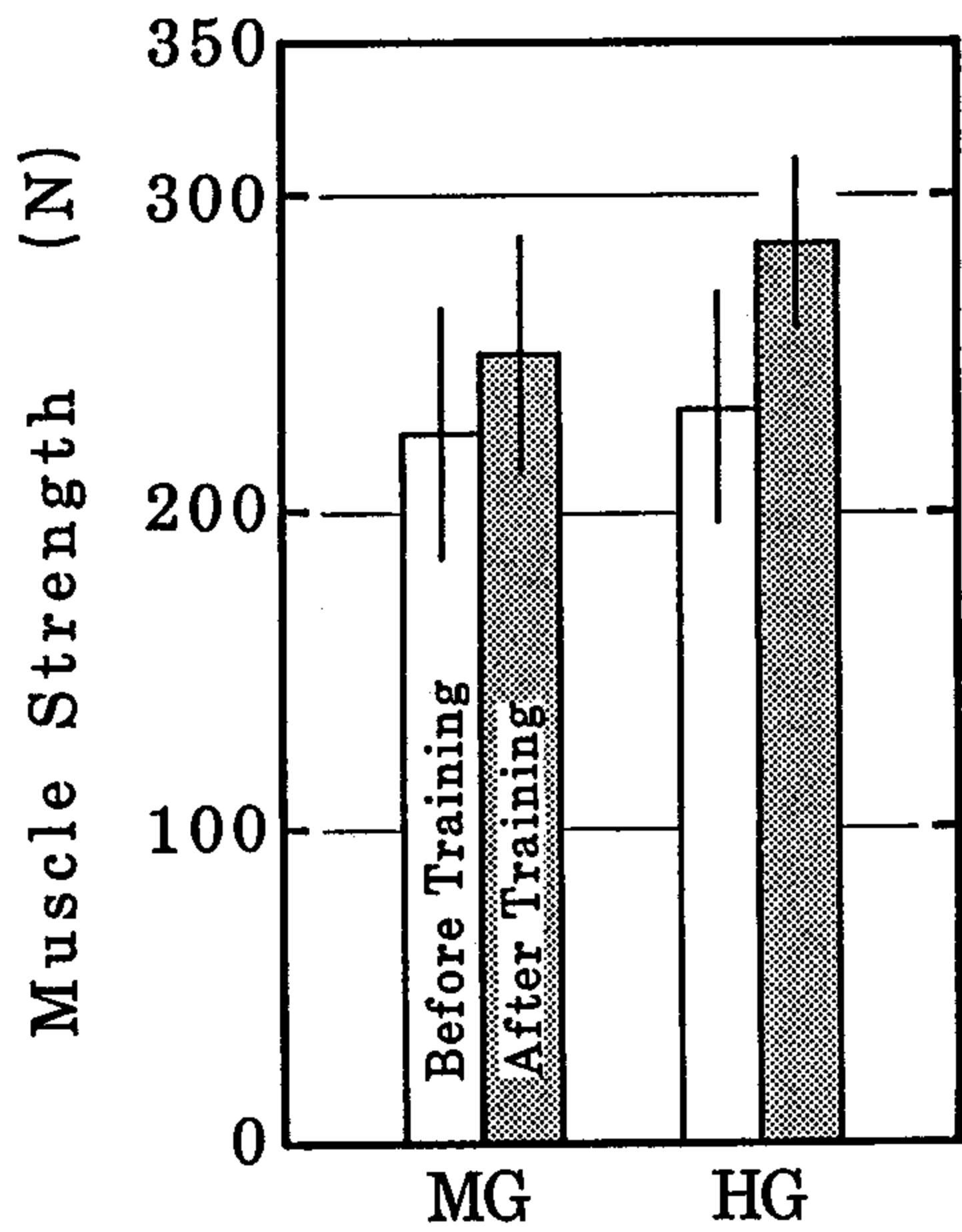


図2 最大筋力のトレーニング前後の比較

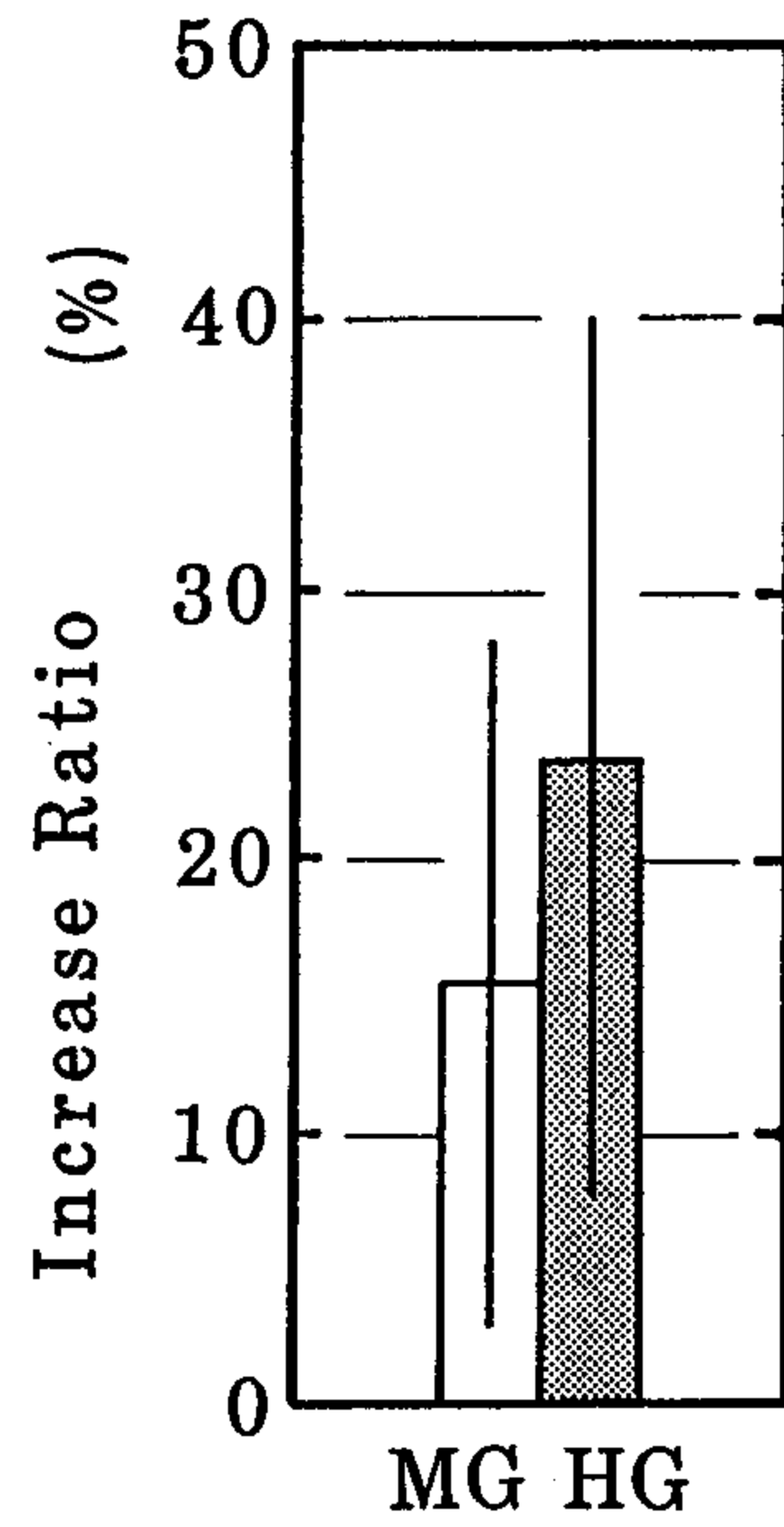


図3 最大筋力の増加率

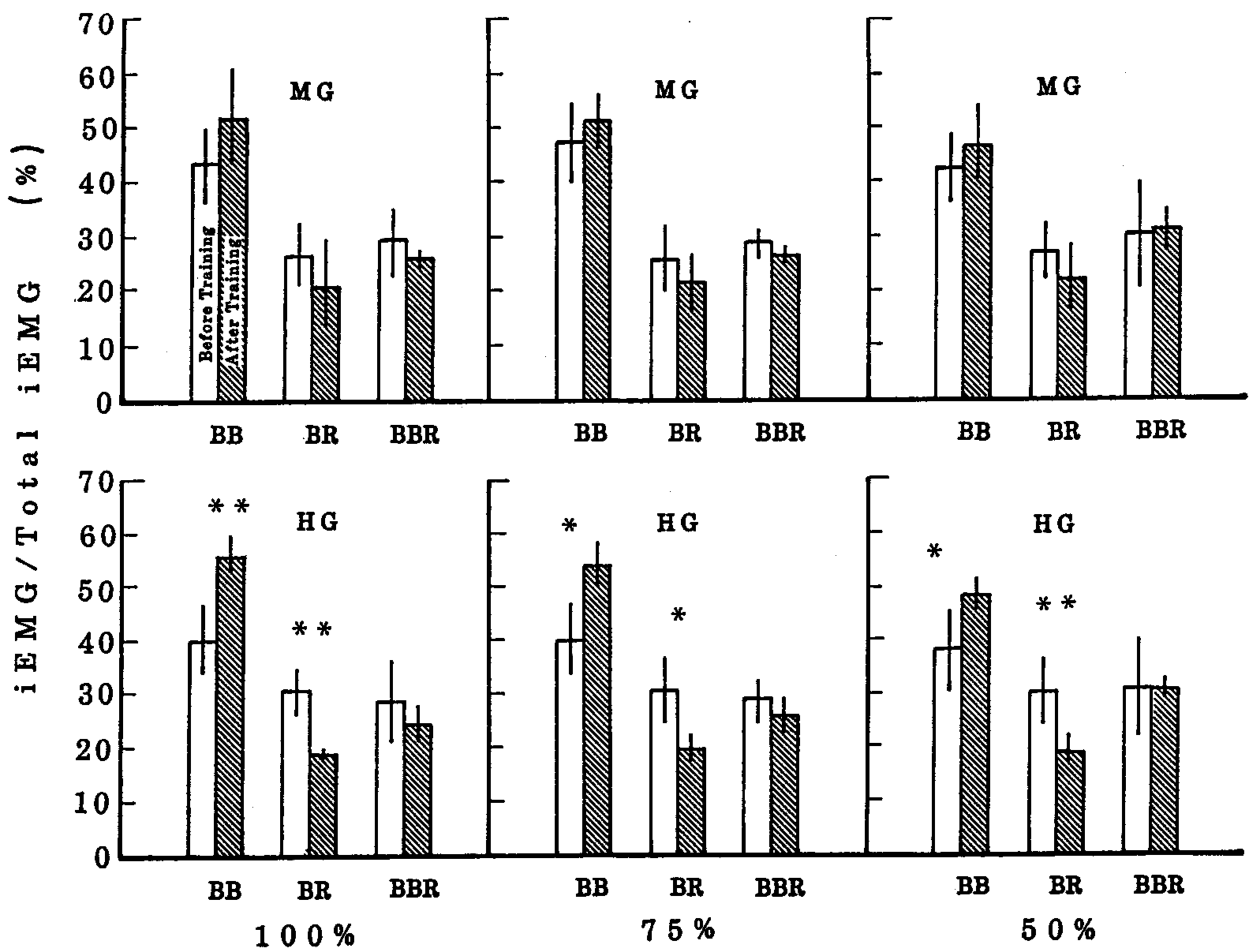


図4 筋電図積分値比率のトレーニング前後の比較

傾向がみられたが、各群のトレーニング前後の値に統計的に有意な差は認められなかった。角田²⁰⁾は異なる強度で筋力トレーニングを行い、その結果6週間まで同様の筋力の増加傾向を示しトレーニング強度による差はないとしているが、本研究の結果もほぼ同様な傾向を示した。

図3はトレーニング後の最大筋力値の増加率をHG, MGの両群について示したものである。両群の増加率に有意な差はみられなかった。

図4は、100% MVC, 75% MVC, 及び50% MVCでの筋力発揮における各筋の筋電図積分値を三筋の筋電図積分値の総和に対する比率で表し、トレーニング前後で比較したものである。

100% MVCの筋力発揮時における各筋の比率は、MG, HGの両群ともBBにおいては増加し、BR, BBRにおいては減少する傾向を示し、HGにおける各筋のトレーニング前後の比率はBBが40.5±6.1%から56.3±3.8%へ、BRが30.6±4.1%から19.0±0.7%へとそれぞれ有意な変化を示した。また75% MVCでも各筋の比率はMG, HGともBBは増加しBRとBBRは減少し、100% MVCと同様の傾向が見られた。HGにおける各筋のトレーニング前後の比率はBBが40.2±6.9%から54.3±4.5%へ、BRが30.8±6.3%から20.0±2.7%へとそれぞれ有意な変化であった。50% MVCについてみると、MG及びHGの両群ともに各筋の比率はBBが増加し、BRは減少する傾向が見られた。特に、HGではBBの比率がトレーニング前の38.1±7.7%からトレーニング後の19.9±2.5%へ有意に減少した。BBRの比率は両群で同一の傾向を示さなかった。

これらのことから等尺性による随意での筋力発揮における筋の関与する割合はトレーニングによって変化し、低強度で長時間のトレーニングの方がその傾向が顕著であることが示唆された。

<まとめ>

高齢者10名を対象に肘関節屈筋群について、等尺性による高強度(100% MVC)で短時間(10秒)の筋力トレーニングと低強度(50% MVC)で長時間(20秒間)の筋力トレーニングを4週間実施し、等尺性随意最大筋力と筋電図積分値にお

よぼすトレーニング負荷法の差異による影響について検討した。

その結果から、次の様なことが明らかになった。

1. 等尺性随意最大筋力は両群とも増加する傾向を示した。
2. 100% MVC, 75% MVC, 50% MVCの筋力発揮において、トレーニング前にはBB, BR及びBBRの筋放電量の割合は筋収縮の強さに関係なく一様な傾向を示した。

しかし、トレーニング後ではその割合が両群とも変化する傾向を示し、特にHG群ではそれが顕著であった。

これらの結果から、HGの行ったトレーニングの方がMGのそれに比較して肘関節屈曲動作に関与する筋が主としてトレーニングされる事が推察された。

本研究の一部は体育学部附属研究所の研究助成により行った。

参 考 文 献

- 1) Bonde-Petersen, F.. Muscle training by static, concentric and eccentric contractions. Act. Physiol. Scand. 48: 406-416, 1960.
- 2) Davies, C. T. M. and Young, K.. Effects of training at 30 and 100% maximal isometric force (MVC) on the contractile properties of triceps surae in man. J. Physiol. 336: 22-23, 1983.
- 3) Davies, C. T. M. and White, M. J.. Contractile properties of elderly human triceps surae. Gerontology 29: 19-25, 1983.
- 4) Davies, J., Paker, D. F., Rutherford, O. M. and Jones, D. A.. Changes in strength and cross sectional area of the elbow flexors as a result of isometric strength training. Eur. J. Appl. Physiol. 57: 667-670, 1988.
- 5) Duchatea, J. and Hainaut, K.. Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. J. Appl. Physiol. 56: 296-301, 1984.
- 6) Enoka, R. M.. Muscle strength and its development. Sports Medicine 6: 146-168, 1988.

- 7) Frontera, W. R., Meredith, C. N., O'Reilly, K. P., Knuttgen, H. G. and Evans, W. J.. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J. Appl. Physiol.* 64 (3) : 1038-1044, 1988.
- 8) Hettinger, T. *Physiology of Strength*. Springfield, Ill, Thomas. 3-82, 1961.
- 9) Ikai, M. and Fukunaga, T.. A study on training effect on strength per unit cross-sectional area of muscle by means of ultrasonic measurement. *Eur. J. Appl. Physiol.* 28 : 173-180, 1970.
- 10) Kauffman, T. L.. Strength training effect in young and aged women. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 65 : 223-226, 1985.
- 11) Komi, P. V., Viitasalo, J., Rauramaa, R. and Vihko, V.. Effect of isometric strength training on mechanical, electrical, and metabolic aspects of muscle function. *Eur. J. Appl. Physiol.* 40 : 45-55, 1978.
- 12) McDonagh, M. J. N., Hayward, C. M. and Davies C. T. M.. Isometric training in human elbow flexor muscles: the effects on voluntary and electrically evoked forces. *J. Bone Joint Surg.* 65 (B) : 355-358, 1983.
- 13) McDonagh, M. J. N., White, M. J. and Davies, C. T. M.. Different effects of ageing on the mechanical properties of arm and leg muscles. *Gerontology* 30 : 49-54, 1984.
- 14) McDonagh, M. J. N., and Davies, C. T. M.. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur. J. Appl. Physiol.* 52 : 139-155, 1984.
- 15) Milner-Brown, H. S., Stein, R. B. and Lee, R. G.. Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 38 : 245-254, 1975.
- 16) Moritani, T. and Devries, H. A.. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J. Gerontology* 35 : 672-682, 1980.
- 17) Murray, M. P., Gardner, G. M., Mollinger, L. A. and Sepic, S. B.. Strength of isometric contractions. Knee muscles of men aged 20 to 86. *Phys. Ther.* 60 : 412-419, 1980.
- 18) Perkins, L. C. and Kaiser, H. L.. Results of short term isotonic and isometric exercise programs in persons over sixty. *Phys. Ther. Rev.* 41 : 633-635, 1961.
- 19) Sale, D. G.. Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 20 : S135-S145, 1988.
- 20) 角田直也. 高齢者における筋力トレーニングの効果. 国士舘大学体育研究所報. 第6巻. 15-19. 1986.
- 21) Vandervoort, A. A., Hayes, K. C. and Belanger, A. Y.. Strength and endurance of skeletal muscle in the elderly. *Physiotherapy Canada.* 38 (3) : 167-173, 1986.
- 22) Young, A., Stokes, M., Round, J. M. and Edwards, R. H. T.. The effect of high-resistance training on the strength and cross-sectional area of the human quadriceps. *Eur. J. Clin. Invest.* 13 : 411-417, 1983.