

3週間のギブス固定が前腕の筋と骨形態に及ぼす影響

Effects of three weeks immobilization on forearm muscle size and bone mineral density in men.

中野雅之^{*}, 辻 秀一^{**}, 南 和文^{***},
斉藤 仁^{****}, 角田直也^{*****},

Masayuki NAKANO^{*}, Syuichi TSUJI^{**}, Kazufumi MINAMI^{***},
Hitosi SAITO^{****}, Naoya TSUNODA^{*****},

Our purpose was to investigate the effects of elbow cast immobilization during 3 weeks on structural characteristics of muscle and bone in 8 well trained male judoists. Cross-sectional area of the forearm flexors (FCSA) and extensors (ECSA) was measured with computed tomography. Radial bone mineral density was determined by Dual Energy Xray Absorptiometry (DEXA) method on the forearm for two sites of distal (BMDDie) and middle (BMDMid) portions of the radius, for both arms, before and after immobilization. FCSA was reduced by 8.1% and ECSA by 7.3% following immobilization ($p < 0.001$). No significant differences were obtained for BMDDie (-0.06%) and for BMDMid (0.32%) following immobilization. These results would suggest that the immobilization-induced disuse during 3 weeks appears to have a greater effect on muscle size compared to bone density.

研究目的

これまでに、ヒトの骨格筋の形態（筋線維も含む）はトレーニングやスポーツ外傷時のギブス固定による体肢の不活動などによって変化すること

が知られている^{1, 2, 3, 4, 6, 8, 14}。

また、体肢を構成する組織としての骨の形態も身体運動やギブス固定等による不活動によって変化することが報告されており、瞬発的な身体運動を継続している者の骨密度は一般人に比べて高い¹²⁾

* 国士舘大学体育学部スポーツ・リハビリテーション教室 (Lab. of Sports Rehabilitation, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 慶応大学スポーツ医学研究センター (Sports Medical Research Center, Keio University)

*** 日本医科大学整形外科 (Dept. of Orthopedics, Nippon Medical School)

**** 国士舘大学体育学部柔道研究室 (Lab. of Judo, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

***** 国士舘大学体育学部身体運動学教室 (Dept. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

が長期間のギブス固定は廃用性骨萎縮を引き起こし、骨塩量が減少する¹¹⁾ことが報告されている。

しかし、これまでに報告されている筋及び骨組織の廃用性萎縮に関する研究をみると、筋形態と骨密度を同時に検討した報告は筆者らの知る限りにおいてみられない。

そこで、本研究では3週間の上肢のギブス固定が前腕の筋及び骨の形態的变化に及ぼす影響について検討した。

研究方法

1. 被験者

本研究の被験者は大学生の柔道部員8名であった。被験者の年齢、身長及び体重の平均と標準偏差値はそれぞれ19.8 ± 1.0歳、175.9 ± 6.2 cm及び99.1 ± 17.9 kgであった。各被験者には研究の目的、内容等について十分説明し、本研究への任意による参加の同意を得た。

2. ギブス固定

ギブス固定はSynthetic Casting Tape (ジンマー社製)を用いて非利き手について3週間施行した。固定は上腕中間位から手指MP関節までとし、

肘関節を90度、手関節を軽度背屈位、前腕を回内、回外中間位とした。なお、固定期間中は全ての身体的トレーニングを禁止し、最低限の日常生活とした。また、利き手をコントロールとした。

筋及び骨形態の測定は固定前日及びギブス除去後に拘縮がないことを確認して翌日に実施した。

3. 筋形態の測定

前腕の伸筋及び屈筋の筋断面積の測定は肘関節から手関節に向かって、前腕長の30%部位をCT法(横河メディカル社製)により測定した。

4. 骨密度の測定

ギブス固定前後の骨密度(BMD)としての骨塩量の測定はDEXA法(Norland社製XR 26)により行った。測定部位は皮質骨として橈骨中央部、海綿骨として橈骨遠位端とした。

結果と論議

表1はギブス固定前後における前腕の屈筋及び伸筋の筋断面積、骨密度及び周径圍の変化を平均値と標準偏差値で示したものである。

表1. ギブス固定前後の筋断面積, 骨密度及び周径圍の変化

	Immobilization		Control	
	pre	post	pre	post
<i>Muscle Area (cm²)</i>				
Flexor	22.55 ± 2.76	20.78 ± 3.00***	23.38 ± 3.56	23.45 ± 3.54
Extensor	21.44 ± 2.94	19.85 ± 2.55***	21.76 ± 3.11	21.90 ± 3.00
<i>BMD (g/cm²)</i>				
Mid	0.893 ± 0.066	0.896 ± 0.075	0.913 ± 0.043	0.919 ± 0.036
Dis	0.529 ± 0.062	0.528 ± 0.058	0.554 ± 0.065	0.559 ± 0.062
<i>Girth (cm)</i>				
	29.31 ± 1.60	29.28 ± 1.64	29.94 ± 2.16	29.81 ± 2.12

Mid : 橈骨中央部 Dis : 橈骨遠位端

*** p<0.001

表 2. ギブス固定による筋断面積, 骨密度及び周径囲の変化率

	Immobilization	Control
<i>Muscle Area (%)</i>		
Flexor	- 8.12±3.42***	- 0.39±1.10
Extensor	- 7.24±3.20***	- 0.70±1.10
<i>BMD (%)</i>		
Mid	0.316±2.130	0.706±1.006
Dis	- 0.057±2.260	1.142±4.388
<i>Girth (%)</i>		
	- 0.12±1.32	- 0.40±1.45

Mid : 橈骨中央部 Dis : 橈骨遠位端

*** p<0.0001

筋断面積は屈筋群及び伸筋群ともに、ギブス固定による不活動後ではそれぞれ有意に減少することが認められた。

一方、橈骨中央部と遠位端の骨密度及び周径囲はギブス固定によってともに有意な変化を示さなかった。

そこで、筋断面積、骨密度及び周径囲の不活動後の変化率を示したのが表2である。

筋断面積の低下率は屈筋群が約8%、伸筋群が約7%とそれぞれ統計学的に有意な値が認められた。

橈骨中央部と遠位端の骨密度及び周径囲については絶対値と同様にギブス固定後において有意な変化がみられなかった。

ギブス固定による体肢の不活動に伴う筋の形態的变化に関しては動物やヒトにおいて古くから検討されており、長期間の不活動は骨格筋の廃用性萎縮を引き起こすことが知られている^{1, 2, 3, 4, 6, 8, 14)}。本研究での筋断面積の有意な減少は先の報告を強く支持しているものと考えられる。また、ギブス固定による筋の廃用性萎縮の度合いは伸筋群と屈筋群では異なることが動物やヒトの骨格筋を用いた研究で比較的多く報告されている^{1, 6)}。本研究での筋断面積の低下率は伸筋群及び屈筋群ともほぼ同様な値であったことからヒトの上肢の筋が非荷重筋であるために先行研究の結果と異なったこと

が推察された。

骨の形態は長期間にわたる瞬発的な身体運動の継続によって上昇し¹²⁾、ギブス固定などによる体肢の長期間にわたる不活動や無荷重負荷は骨塩量を減少させ、廃用性萎縮を生じさせることが報告されている¹¹⁾。

本研究での橈骨中央部と遠位端の骨密度は3週間のギブス固定による不活動で、有意な変化を示さなかった。このことは、非荷重骨の形態は3週間のギブス固定などによる不活動では影響を受けないことを意味するものと考えられる。

ま と め

3週間のギブス固定が前腕の筋と骨の形態に及ぼす影響について8名の大学生柔道部員を対象として検討した。筋断面積は屈筋群と伸筋群で8%と7%の低下率を示し、それぞれ統計学的に有意な変化であった。一方、骨密度及び周径囲はともにギブス固定前後で有意な差異を示さなかった。

これらのことから、3週間のギブス固定は骨形態に影響を与えないであろうことが示唆された。

本研究は体育学部附属体育研究所の平成5年度研究助成によって実施した。

引用・参考文献

- 1) Appell HJ(1986a) Skeletal muscle atrophy during immobilization. *Int J Sports Med* 7:1-5
- 2) Appell HJ(1986b) Morphology of immobilized skeletal muscle and the effects of pre- and postimmobilization training program. *Int J Sports Med* 7:6-12
- 3) Appell HJ(1990) Muscular Atrophy following immobilization. A review. *Sports Med* 10:42-58
- 4) Davies CTM, Rutherford IC, Thomas DO(1987) Electrically evoked contractions of the triceps surae during and following 21 days of voluntary leg immobilization. *Eur J Appl Physiol* 56:306-312
- 5) Duchateau J, Hainaut K(1991) Effects of immobilization on electromyogram power spectrum changes during fatigue. *Eur J Appl Physiol* 63:458-462
- 6) Haggmark T, Jansson E, Eriksson E(1979) Fiber type area and metabolic potential of the thigh muscle in man after knee surgery and immobilization. *Int J Sports Med* 2:12-17
- 7) Kristensen JH, Ingemann - Hansen T(1985) Wasting of the human quadriceps muscle after knee ligament injuries. II muscle fiber morphology. *Scand J Rehabil Med Suppl* 13:12-20
- 8) MacDougall JD, Elder GCB, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR(1980) Effect of strength training and immobilization on human muscle fibers. *Eur J appl Physiol* 43:25-34
- 9) MacDougall JD, Ward JR, Sale DG, Sutton JR (1977) Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and immobilization. *J Appl Physiol* 43:700-703
- 10) Müller EA(1970) Influence of training and of inactivity on muscle strength. *Arch Phys Med* 51: 449-462
- 11) 森 諭史、真柴 賛、乗松 尋道(1994)骨代謝のメカニズム-運動が骨動態に与える影響について-、*臨床スポーツ医学* 11:1233-1238
- 12) 小沢 治夫(1994)スポーツ種目と骨密度、*臨床スポーツ医学* 11:1245-1251
- 13) Sale DG, McComas AJ, MacDougall J.D, Upton ARM(1982) Neuromuscular adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. *J Appl Physiol* 53:419-424
- 14) Veldhuizen JW, Verstappen FTJ, Vroemen JPAM, Kuipers H, Greep JM(1993) Functional and morphological adaptations following four weeks of knee immobilization. *Int J Sports Med* 14:283-287
- 15) White MJ, Davies CTM, Brooksby P(1984) The effects of immobilization on the contractile properties of human triceps surae. *J Exp Physiol* 69:685-691