

安静時と等尺性筋活動時における肘関節屈筋群の筋形状と肘関節屈曲トルクの関係

人間科学専攻 スポーツ科学研究領域

3804C003-8 赤木亮太

研究指導教員： 福永哲夫教授

第1章 緒論

ヒトの身体運動は、筋の発揮張力により成り立つ。この時発揮される筋力が筋断面積に比例することは、ヒト生体で確かめられてきた(Ikai and Fukunaga 1968 など)。しかしながら、上腕二頭筋のような平行筋の場合、筋線維の短縮によって断面積は増加し、その結果、筋厚および筋断面積も増加する(川上 1997)。また、筋活動時の筋厚および筋断面積には、安静時と比較して、力発揮を担う収縮要素がより反映されやすい。これらのことは、筋活動時の筋断面積と筋力との関係は、安静時のそれよりも密接である可能性を示唆するものである。

本研究は、肘関節屈曲動作を対象とした。肘関節屈筋群の筋厚に着目し、等尺性筋活動時の筋形状と肘関節屈曲トルクとの関係を明らかにすることを目的とした。その目的を達成するために、肘関節屈曲トルクの変化と筋厚の変化の対応関係(第2章)、および最大等尺性筋活動時の筋厚を用いた筋形状指標と肘関節屈曲トルクとの相関関係(第3章および第4章)を検討した。

第2章 力発揮レベルに応じた肘関節屈筋群の筋厚

等尺性筋活動時、力発揮レベルの増加に対して、筋線維長(筋束長)の変化は非線形的である(Ichinose et al. 1997 など)。また、筋厚を用いて筋断面積を近似することが可能である(Miyatani et al. 2000)。そこで第2章では、筋活動時の筋形状と筋力との関係を考察するために、力発揮レベルの変化に対する筋厚の変化について検討した。

その結果、肘関節角度 70°、90° いずれにおいても、力発揮レベルに対応する筋厚は非線形的な関係を示した(Fig.1)。この原因として、力発揮レ

ベルの変化に伴う、筋線維長(Ichinose et al. 1997 など)および腱伸長量(Fukashiro et al. 1995 など)の変化が挙げられた。また、力発揮レベルの増加に伴う体液量の減少(Barcroft and Millen 1939 など)は、筋厚を減少させる要因ではあるものの、本章の筋厚変化に影響していることが推察された。

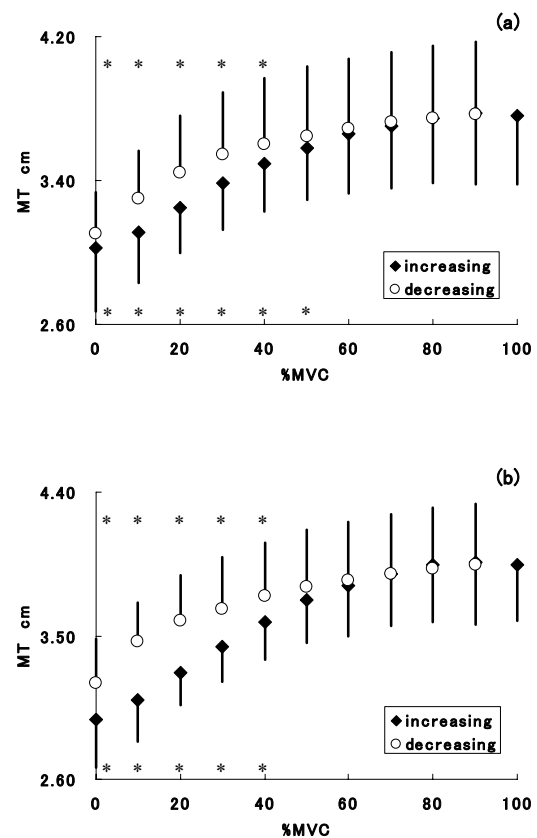


Fig.1: 肘関節角度(a)70°、および(b)90°における力発揮レベルと肘関節屈筋群の筋厚の関係 (n=8)

*: p<0.05 vs. MT_{mvc}

第3章 最大等尺性筋活動時の筋形状指標と肘関節屈曲トルクとの関係

第3章では、肘関節屈筋群の筋厚を用いた筋形状指標を求め、肘関節屈曲トルクとの関係について、安静時、最大等尺性筋活動時ともに検討し

た。

その結果、最大等尺性筋活動時の上腕周径囲および各指標は、安静時のそれよりも有意 ($p<0.001$) に高い値を示した。筋形状指標と肘関節屈曲トルク間の相関係数 (Table.1) は、いずれも安静時と最大等尺性筋活動時の間に有意な差は認められなかったが、 70° における最大等尺性筋活動時の各指標は、安静時のそれよりも高い値を示した。一方、 90° では $MT \times C$ のみ、最大等尺性筋活動時の相関係数が安静時のそれよりも高い値であった。このような結果をもたらした要因として、腕橈骨筋の貢献度、筋厚の測定および周径囲の計測位置が挙げられた。また、いずれの条件においても、 $MT \times C$ の相関係数は、 90° の安静時を除き、 MT および $\pi \times (MT/2)^2$ よりも有意に高いものであった。つまり、筋厚のみではなく、周径囲を考慮することでより正確な筋断面積を反映できる可能性が示唆された。

Table.1: 筋形状指標と肘関節屈曲トルク間の相関係数 (n=17)

	70°		90°	
	rest	MVC	rest	MVC
MT	0.756***	0.878***	0.738**	0.730**
$MT \times C$	0.886*** †††	0.942*** †	0.811***	0.869*** ††
$\pi \times (MT/2)^2$	0.753*** †††	0.877*** †	0.740**	0.708** †††

** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$

† : $p<0.05$, †† : $p<0.01$, ††† : $p<0.001$

第4章 肘関節屈筋群の筋厚測定位置が筋形状指標と肘関節屈曲トルクの関係に及ぼす影響

第4章では、肘関節屈筋群の筋厚測定位置が、筋形状指標と肘関節屈曲トルクの関係に及ぼす影響について、安静時、最大等尺性筋活動時ともに検討した。

その結果、いずれの測定位置においても、最大等尺性筋活動時の筋厚および周径囲は、同じ肘関節角度における安静時と比べて有意に高い値であった ($p<0.001$)。筋形状指標と肘関節屈曲トルク間の相関係数 (Table.2) は、安静時は上腕

長近位 70%の指標が、最大等尺性筋活動時は上腕長近位 60%の指標が高い値を示した。これは、関節角度変化および筋活動に伴う上腕二頭筋遠位筋腱移行部の移動が、筋厚変化に寄与した結果であると推察された。第4章の結果は、第3章で示された結果に、測定位置の及ぼす影響が大きいことを示唆するものであった。また、最大等尺性筋活動時において、 $MT \times C$ の相関係数は、 MT および $\pi \times (MT/2)^2$ よりも有意に高いものであった。つまり、筋厚のみではなく、周径囲を考慮することでより正確な筋断面積を反映できる可能性が示唆された。

Table.2: 上腕長近位(a)50%, (b)60%, および(c)70%における筋形状指標と肘関節屈曲トルク間の相関係数 (n=13)

(a)	70°		90°	
	rest	MVC	rest	MVC
MT	0.447	0.671*	0.766**	0.563*
$MT \times C$	0.689**	0.822**	0.857**	0.812**
$\pi \times (MT/2)^2$	0.455	0.663*	0.759**	0.518

(b)	70°		90°	
	rest	MVC	rest	MVC
MT	0.649*	0.851***	0.587*	0.703**
$MT \times C$	0.870***	0.916***	0.853***	0.849***
$\pi \times (MT/2)^2$	0.654*	0.849***	0.587*	0.681*

(c)	70°		90°	
	rest	MVC	rest	MVC
MT	0.893***†††	0.575*†	0.780**	0.654*
$MT \times C$	0.928***††	0.760**†	0.848***	0.790**
$\pi \times (MT/2)^2$	0.885***†††	0.558*††	0.756**	0.633*

* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$

上腕長近位 60%における相関係数との有意差 : † ($p<0.05$), †† ($p<0.01$)

上腕長近位 50%における相関係数との有意差 : ** ($p<0.01$)

第5章 総括論議

平行筋である上腕二頭筋を含む肘関節屈筋群の筋厚は、力発揮レベルの変化に対し非線形の関係を示した (第2章)。このことは、等尺性筋活動時における肘関節屈筋群の筋形状と肘関節屈曲トルクの関係が、力発揮レベルの変化に対して非線形的であることを示唆するものであり、先行研究

で考えられていた安静時の筋形状と筋力の関係は、筋活動時のそれとは異なると考えられた。

事実、最大等尺性筋活動時の肘関節屈筋群の筋厚を用いた筋形状指標と肘関節屈曲トルクの相関関係は、安静時のそれよりも高いものであった(第3章)。しかしながら、筋厚の測定位置を考慮すると、最大等尺性筋活動時の相関係数は安静時よりも低い値を示した(第4章)。つまり、最大等

尺性筋活動時の筋形状指標と肘関節屈曲トルクの関係は、安静時のそれよりも密接である、という仮説を支持するものではないといえよう。

これらのことから、等尺性筋活動時における肘関節屈筋群の筋形状と肘関節屈曲トルクの関係が、安静時よりも密接であるかどうかについては、さらなる検討が必要であると結論された。