

# 股関節疾患患者の日常生活動作能力を反映した 質的筋機能評価システムの開発

—Wavelet周波数解析を用いた廃用性筋萎縮と運動単位活動評価—

代表研究者 九州大学大学院医学研究院整形外科学分野助教授 神宮司 誠也  
共同研究者 吉備国際大学保健科学部理学療法学科助教授 加藤 浩

## 【まとめ】

慢性股関節疾患では廃用性筋萎縮を伴い、十分な歩行能力回復のためには手術後療法が重要である。従って歩行時筋活動や筋萎縮の程度を反映するような評価方法が望ましい。これまで開発してきたWavelet変換による表面筋電図周波数解析を用いて、歩行時筋活動と筋組織との関連性について調べた。中殿筋の萎縮の程度は踵接地時の外転筋活動における平均周波数変化と相関しており、同萎縮を反映する指標となる可能性が示された。

### 1. 研究の目的

股関節疾患治療の最終目的は股関節機能の改善とそれに伴う歩行能力の回復である。特に慢性疾患では手術治療のみではその目的を十分に達することはできない。罹病期間が長い為にしばしば股関節周囲筋の筋力低下を伴い、筋力回復を含む後療法が必要となる。しかし、適切な後療法を行うための、運動中の筋力の客観的評価方法は乏しい。この方法として、最近我々はWavelet変換を用いた表面筋電図(EMG)周波数解析で、歩行時の動的な筋力評価が可能となることを報告した。今回、中殿筋筋組織の形態解析を同時に行い、EMG周波数特性と比較することにより、同特性の意義について検討した。

### 2. 研究の方法と経過

#### 2.1. 対象

当科にて手術治療を行った股関節疾患患者33症例。女性24、男性9症例、手術時平均年齢 $56 \pm 14$ 歳。原疾患は変形性股関節症21例、大腿骨頭壊死症1例、急速破壊型股関節症1例。

THA後の大腿骨ステムのlooseningや中心性脱臼10症例。適応手術はTHA、revisionTHA、寛骨臼移動術、外反骨切り術、内反骨切り術が各々15、10、3、4、1症例であった。

#### 2.2. 方法

##### 2.2.1. EMG評価

手術側の股関節中殿筋筋腹部に電極及び、足底部(踵、母趾)にフットスイッチセンサ

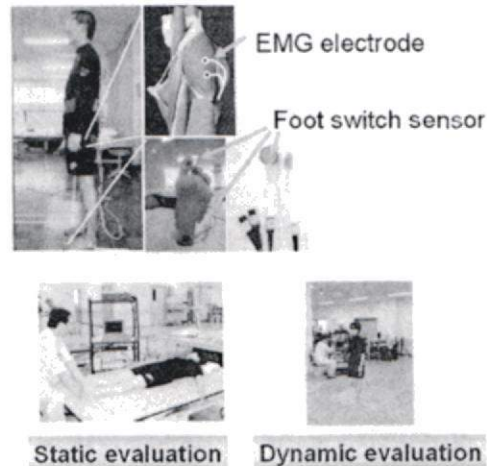


図1 EMG評価

一を貼付し、等尺性筋収縮による静的EMG評価と自由歩行時の動的EMG評価を行った。

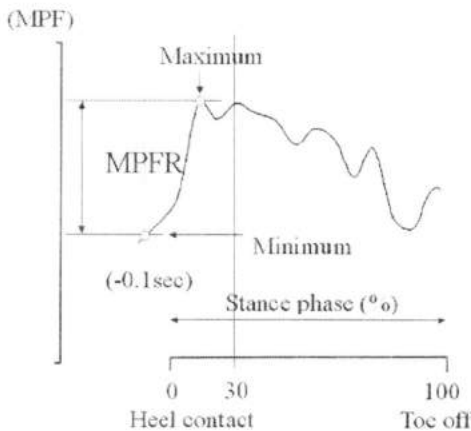
EMG評価にはMyosystem1200(Noraxon社製)を使用した。

### 2.2.1.1. 静的EMG評価

収縮強度は100%及び50%MVC (%maximum voluntary contraction:以下%MVC)とし、各収縮強度時のEMGから平均周波数(mean power frequency:以下MPF)を算出した。

### 2.2.1.2. 動的EMG評価(歩行解析)

歩行時の最終遊脚相(Heel contactの0.1秒前)から立脚相全域にかけて0.1秒間隔でMPFを算出した。1被検者あたり5カ所の立脚期データを加算平均し、立脚時間を100%とし(階級幅10%)相対化した。次に、最終遊脚相から立脚相30%までの間でMPFの最小値と最大値を求めその変化量(MPF rising in the initial foot contact:以下MPFR)を算出した。



## 2.3. 筋生検

十分なインフォームドコンセント後、筋生検に対する協力の意思が得られた患者に対し、手術中に大転子から約3cm骨頭部方

向の筋腹部において中殿筋を採取した。組織学的観察には、ATPase染色を用い、筋線維のタイプ分類 (type I 及びtype II) を行った。また、画像解析ソフト(NIHImage-Ver1. 6. 1)を用いて筋線維横断面の形態計測を行った。

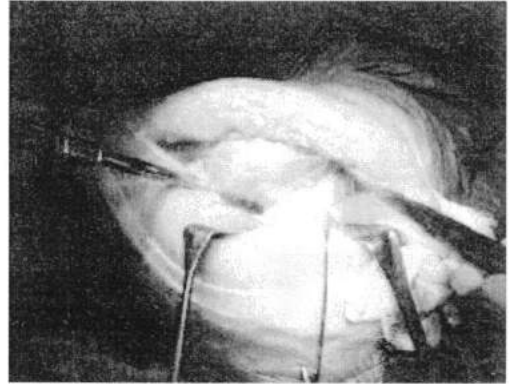


図3 手術風景

中殿筋組織小片を採取し液体窒素で急速凍結後、クリオスタットを用いて10 $\mu$ m厚で連続凍結切片を作成した。

### 2.3.1. type I、type II 線維の組成比

type I、type II 線維の組成比(以下%Fibers)を算出した。

### 2.3.2. type I、type II 線維の筋線維径と萎縮筋線維の比率

Brookeらの短径法<sup>2)</sup>に従いtype I、type II 線維の筋線維短径 (short diameter : 以下Diameter)の計測を行った。またDiameterが30 $\mu$ m以下のものを萎縮筋線維と定義した。

### 2.3.3. type I、type II 線維の筋線維横断面積

type I、type II 線維の筋線維横断面積(以下Area)を計測した。

## 3. 研究の成果

### 3.1. 筋線維タイプ組織形態学的特徴

% typeI は平均65%で、多くが遅筋線維であった(p<0.01)。type I 線維及びtype II 線維のDiameterは各々41.3、35.7 $\mu$ mであり、

type II 線維の小径化が認められた( $p < 0.05$ )。また、type II 線維の萎縮筋線維 ( $30 \mu\text{m}$  以下)の割合は、同type全体の約34%で、type I の約16%に比べ有意に多かった( $p < 0.05$ )。

表1筋線維タイプの組織学的特徴

Parameter	type I fibers		type II fibers	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
%Fibers (%)	85.1	12.3	34.9	12.3
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	41.3	9.5	35.7	9.2
Area ( $\mu\text{m}^2 \times 10^3$ )	24.3	9.5	21.1	9.1

\*\* $p < 0.05$  \*\*\* $p < 0.01$

### 3.2. EMG周波数特性と筋組織形態との関連

中殿筋typeII 線維のDiameterとMPFRの間に相関関係が認められた。

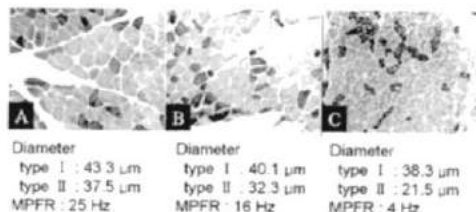


図4中殿筋組織像とMPFR

代表的な中殿筋組織画像とMPFRを示す。症例A:歩容良好。症例C:歩容不良(10m歩行が辛うじて可能) ATPase(pH10.5)。type I 線維は淡染、type II 線維は濃染。

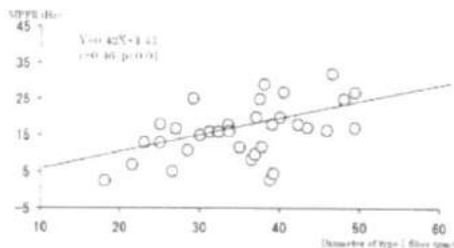


図5 Diameter (type II 線維) とMPFRの相関

表2 EMGパワースペクトルと筋組織学的特徴の相関関係

	type I fiber			type II fiber		
	Diameter ( $>30 \mu\text{m}$ )	Area	%Fibers	Diameter	Area	%Fibers
Static contraction						
MPFR:100%MVC	0.21	-0.31	0.22	-0.26	0.17	-0.27
MPFR:50%MVC	0.14	-0.26	0.14	<b>-0.52</b>	-0.04	-0.02
Dynamic contraction						
MPFR	0.36	-0.32	0.33	-0.04	<b>0.46</b>	<b>-0.40</b>

Values are correlation coefficient. \*\* $p < 0.01$  \*\*\* $p < 0.05$

## 4. 今後の課題

本研究においてWavelet変換を用いた動的EMG周波数特性は type II 線維の線維径と深く関連しており、Wavelet周波数解析は中殿筋type II 線維の非侵襲的廃用性筋萎縮評価に有効である結論を得た。そこで今後の課題としては、以下の2点が重要と考える。

### 4.1. Wavelet周波数解析の普及

現状ではEMGの解析ツールとしてWavelet周波数解析が行えるソフトウェアは高額かつ希少である。臨床の一評価ツールとし定着させるには、ソフトウェアの普及が不可欠である。

### 4.2. 質的筋活動改割に向けた新しい運動療法の展開

慢性股関節疾患患者における中殿筋筋組織の特徴は、病期の進行に伴うtype I 線維の著明な廃用性筋萎縮であり、歩行時におけるtype I 線維の筋活動の低下(放電頻度の減少)であった。そのため歩行能力の向上にむけた筋機能改善プログラムとして、股関節外転筋力の増強(量的改善)に加え、速筋線維であるtype II 線維の筋活動を積極的に取り入れた動的筋力の改善(質的改善)が必要である。すなわち、収縮速度の速いtype II線維をいかに選択的に効率よくトレーニングするプログラムを構築するかが今後の重要な課題である。

## 5. 研究成果の公表方法

### 5.1. 学会発表

神宮司誠也ほか：股関節術後療法における、筋組織タイプを反映した歩行時筋活動評価方法の開発。第76回日本整形外科学会、金沢、2003年 Katoh H, Jingushi S, et al. : Time-frequency analysis of the surface electromyogram using wavelet transform enables to evaluate dynamic abductor muscle performance in the patients with chronic hip diseases. 50th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, San Francisco, USA, 2004.

### 5.2. 総説論文

加藤浩、神宮司誠也・他:変形性股関節症における機能予測の試み。理学療法20:221-235、2003。

神宮司誠也ほか:股関節術後療法における、筋組織タイプを反映した、動的筋活動評価方法の開発。Hip Joint 29:9-12, 2003