

wavelet 解析による人工膝関節全置換術前後における筋機能の検討

大西邦博¹⁾²⁾, 松下和哉¹⁾, 島谷健太郎¹⁾, 河村顕治³⁾, 加藤浩⁴⁾

1) ツカザキ病院 2) 吉備国際大学保健福祉研究員

3) 吉備国際大学大学院保健科学研究科 4) 九州看護福祉大学大学院看護福祉学研究科

キーワード: wavelet 周波数解析・人工膝関節全置換術・筋機能

はじめに

本邦の人工膝関節全置換術(以下,TKA)の手術件数は,2013年には年間約8万件であると報告されている¹⁾.TKAの研究において,静的条件下での筋力や筋活動など量的な報告は散見されるが,術後早期の動的条件下での歩行時の筋活動の報告は我々が渉猟した限り少ないのが現状である.本研究の目的は変形性膝関節症患者を対象に表面筋電図(以下EMG)を用いて,TKA前後における経時的な筋機能(筋力,筋活動)の回復過程を明らかにすることである.

方法

対象は,当院でTKAを施行した女性14名14膝(平均年齢74.9±5.6歳)とした.包含基準は当院でTKAの手術を施行され外来継続可能な者で,杖歩行又は独歩が15m以上可能な者とした.除外基準はBMI40kg/m²以上の高度な肥満者,神経学的な既往があり明らかな運動障害がある者,本研究の主旨を理解できず認知機能が低下している者とした.評価項目は①等尺性膝伸展筋力,②等尺性膝伸展時の周波数パワースペクトル帯域の累積パワー,③歩行時の周波数パワースペクトル帯域の累積パワーとした.測定時期は術前,術後2週,術後4週とし,測定筋は術側の内側広筋(以下VM)と外側広筋(以下VL)とした.快適速度での10m歩行を課題動作として全ての時期を杖歩行で行い,裸足にて測定した.踵にフットスイッチセンサーを貼付し,1歩行周期を同定した.計測回数は2回とし,歩き始めから5歩目以降のデータを解析対象とした.筋電図信号の処理は,サンプリング周波数1kHzとした.解析は,5歩行周期分の生データを1歩行周期100%に正規化し,15%までを荷重応答期とした②および③の筋活動を連続wavelet変換による時間周波数解析を行い,60Hz以下を低周波帯域(以下,LFB),140~220Hzを高周波帯域(以下,HFB)と定義²⁾³⁾し,パワーの総和を算出した.

統計学的解析は,一元配置分散分析を行い,等分散している場合はTukeyの検定を用いて分析した.またノンパラメトリック検定においては,Scheffeを用いて分析し,統計学的有

意水準は5%未満とした.

本研究はツカザキ病院研究審査倫理委員会の承認(承認番号261013)を得た上で,全ての対象者に研究の主旨と内容を十分に説明し,研究への参加の有無により不利益が生じないことを説明した後に,書面にて同意を得た後に計測を行った.

結果

①は0.65±0.24Nm/kg,0.38±0.14Nm/kg,0.54±0.21Nm/kgで,術前と比較し術後2週で有意差を認めた.

②はLFBのVMは62.4±4.9%,66.2±6.7%,66.2±6.2%であった.VLは58.1±5.2%,63.1±5.5%,62.3±3.8%であった.

HFBのVMは7.6±1.6%,6.8±1.8%,6.1±1.6%であった.VLは10.7±2.7%,9.4±2.4%,9.8±2.2%であった.(図1)

③はLFBのVMは55.5±7.3%,61.2±6.0%,62.6±6.9%であった.VLは51.2±5.7%,54.7±6.5%,53.7±8.4%であった.

HFBのVMは11.2±2.7%,8.4±2.6%,8.2±1.9%で,術前と比較し術後4週で有意差を認めた.VLは15.1±2.1%,11.6±2.6%,13.2±2.9%であった.(図2)

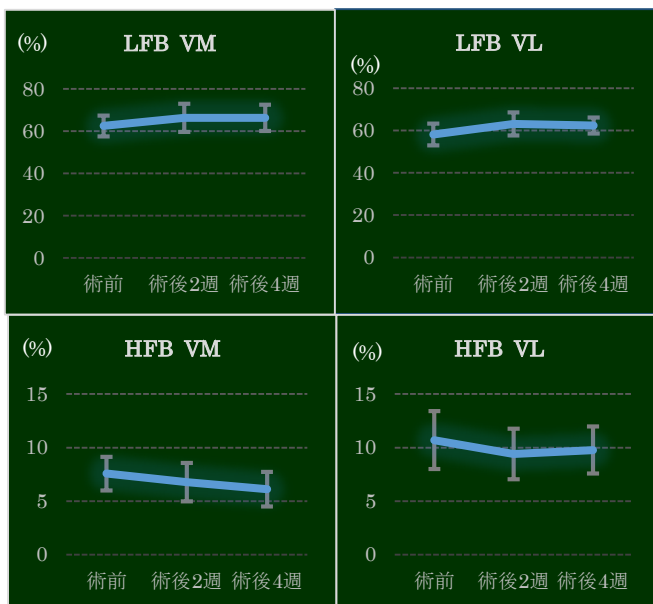


図1 膝伸展時の周波数パワースペクトル帯域の累積パワー

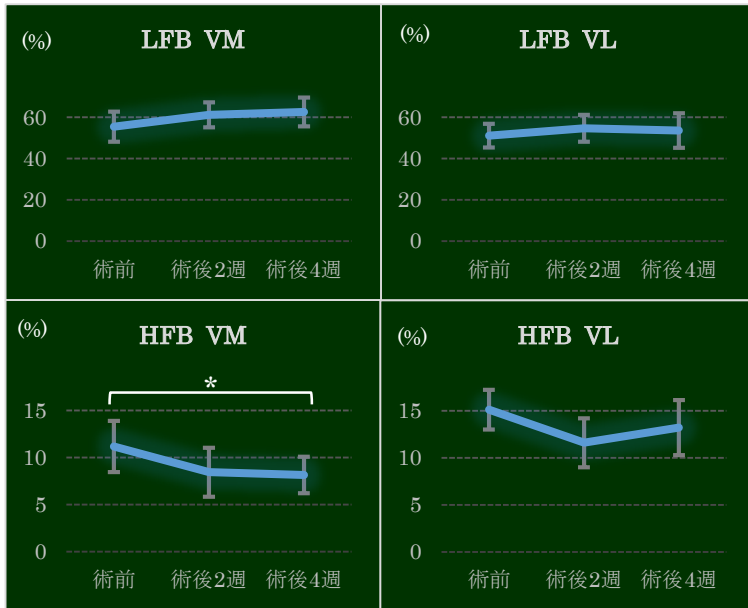


図2 歩行時の周波数パワースペクトル帯域の累積パワー

*: $p < 0.05$

考 察

本研究は、TKA 前後における術後 4 週までの経時的な筋機能(筋力、筋活動)の回復過程を明らかにするために、EMG を用いて周波数解析にて経時的变化を量的・質的側面から捉え、検討した。

Mizner ら⁴⁾は 1 ヶ月後の TKA 患者の大腿四頭筋の筋力は術前の 50~60%に低下したと報告し、YoungWan ら⁵⁾は 3 ヶ月後の大腿四頭筋の筋力は有意に改善し、術後 6 ヶ月で術前機能のレベルまで改善すると報告している。また Petterson ら⁶⁾は 48~83 歳を対象に術後 4 週, 12 週, 1 年までの筋力や筋断面積の研究を行い、筋力は術後 4 週で有意に低下し、術後 12 週で有意に改善した報告している。筋断面積では術後 4 週から 12 週で有意に向上したと報告し、様々な経時的な見解がみられる。

本研究では、量的評価では大腿四頭筋筋力は術後 2 週で有意に低下を認め、術後 4 週で回復する傾向であった。

Mizner らの研究と比較すると本研究は術後 2 週で 60%、術後 4 週で 80%に回復し、術後 4 週でほぼ術前レベルまで改善していたためトルク値の改善は早期から得られた傾向であった。このような筋力低下は廃用性筋萎縮による要因ではなく神経性要因による筋出力低下に付随した一時的な筋力低下と考えられる。

膝伸展時および歩行時の周波数解析において、LFB 領域で向上傾向し HFB 領域で低下傾向であった。特に歩行において術後 2 週・4 週の HFB の VM で低下していることから、筋活動が働きにくい状態であると考えられる。その代償として、LFB では有意差を認めなかったため遅筋線維を動員させて支持して

いる傾向であると考えら、速筋線維を動員させて支持することが困難であると示唆された。

理学療法としての意義

本研究から、量的評価では大腿四頭筋筋力は術後 2 週で有意に低下を認め、術後 4 週で回復する傾向であった。

質的評価では歩行立脚荷重期において HFB で低下傾向、LFB で向上傾向を認めた。これらより TKA 術後早期において筋力トレーニングの介入の検討を考慮する必要があると考えられる。しかし本研究は術後 4 週にとまるので長期的な見解も必要である。

文 献

- 1) (株)矢野経済研究所, メディカルバイオニクス市場の中期予測と参入企業の徹底分析. 2014.
- 2) 永田晟: 筋と筋力の科学. 不昧堂出版. 57, 1987.
- 3) Komi P.V, et al. : EMG frequency spectrum, muscle structure, and fatigue during dynamic. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 42:41-50, 1979.
- 4) Mizner RL, et al. : Quadriceps strength and time course of functional recovery after total knee arthroplasty. J Orthop Sports Phys Ther. 35:424-436, 2005.
- 5) Young-Wan Moon, et al. : Serial change of quadriceps and hamstrings muscle strength following total knee arthroplasty: A meta-analysis. PLOS One 11(2): e0148193, 2016.
- 6) Petterson SC, et al. : Improved function from progressive strengthening interventions after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial with an imbedded prospective cohort. Arthritis Rheum. 61:174-183, 2009.