

## 7. 振動による筋再教育訓練

高知リハビリテーション学院

山本 双一 大倉 三洋

高知整形外科病院

島 晶子

### 〔振 動〕

筋再教育訓練および筋力強化の補助的手段として用いることのできる物理療法には、低周波電流による電気刺激療法やバイオフィードバック療法のなかの機能的電気刺激療法の他に、振動がある。

振動は、バイブレーターを用い機械的振動を骨格筋の筋腹や腱、特に筋腱接合部に皮膚上から与え筋収縮を起こさせるものであり、これを緊張性振動反射 TVR という。用いる振動の振幅は 1 mm ~ 2 mm でよい。振動の周波数は 100 Hz ~ 200 Hz の範囲内の高い周波数程反応が大きい、100 Hz ~ 150 Hz であればよい。

等張性 TVR では通常 1 秒~数秒の潜伏時間の後、筋収縮がはじまり 20 秒程度で一定の筋収縮となり関節運動が終了する。等尺性 TVR は 50 ms ~ 100 ms のごく短い潜伏時間の後、すぐに一定の筋収縮となる。反射経路は、筋紡錘第 1 終末が興奮し Group I a 線維から脊髄を介し  $\alpha$  運動神経線維に伝えられたインパルスが錘外筋収縮を起こす単シナプス反射が主である。しかし、刺激終了後 1 s 以上筋収縮が残ることから多シナプス反射も含まれるとされる。TVR は、正常者では意識的に減少させることもでき、また皮膚温と緊張性頸反射や立ちなおり反射の姿勢反射に影響を受ける。

### 〔予備計測〕

臨床应用到先だち、正常者男性 5 名、平均年齢  $21.8 \pm 0.4$  才の右大腿四頭筋を用い、正常神経筋への振動の影響をみた。まず、椅坐位で Cybex II にて等運動性収縮 5 RPM で 5 回膝関節伸展をさせての最大筋トルク値を求めた。次に、TVR を促通するため大腿前面に ice pack を 10 分間行い皮膚温を  $28^{\circ}\text{C}$  程度に下げた後、バイブレーター導子を膝蓋骨より 5.0 cm 上の大腿前面にラバーストッパーで固定し、100 Hz で振動を与え、5 秒後に振動を与えたまま最大努力で膝関節伸展させ、最終域に達した後、振動を中止し筋を弛緩させて下腿を下垂位にもどす。5 秒の休息をはさんで同様の繰り返しを 5 回行っての最大筋トルク値を求めた。

結果は、平常時最大筋トルク平均値  $102.6 \text{ ft.lbs}$  で、平常時最大筋トルク値に対する振動刺激時最大筋トルク値は  $\bar{x} \pm \text{SD} = -4.2 \text{ ft.lbs} \pm 9.63 \text{ ft.lbs}$   $t = 0.975$  と差がなく、振動による効果は認められなかった。

### 〔症 例〕

臨床への応用は、16 才女性の外来患者においてである。

本症例は、スポーツ外傷にて受傷翌日に右前十字靭帯縫合術と右外側半月板形成術を受け、術後 6 週より運動療法を開始したが、膝関節拘縮とともに大腿四頭筋筋力低下が著しく筋力の回復がみられなかった。そこで、運動療法開始後 1 か月目より振動による刺激を試みた。

あらかじめ TVR が出現することを確認し、また刺激部位が膝蓋骨上縁より 2.0 cm 上の大腿前面が適当であることを検索しておいた。運動肢位は両手でベッド側縁を把持した椅坐位で、下腿に

Cybex II のレバーアームを固定して重力により下腿下垂し、本症例での膝関節最大屈曲位である約 50°位とした。筋トルク値の計測は Cybex II によったが、重量のある Cybex II のレバーアームを持ち上げられなかったため等尺性収縮とした。先ず、振動刺激前に最大努力のみによる膝関節伸展を 5 回繰り返し、最大筋トルク値を計測した。次に、平和電子 TMT-18 バイブレーターにて周波数 100 Hz で導子を徒手的に圧着固定して 5 秒間振動刺激を加えた後、振動刺激を与えながら最大努力しての膝関節伸展を行い、その後弛緩することを 5 回繰り返しての最大筋トルク値を計測した。そして、引き続き振動刺激を除いての最大努力のみによる膝関節伸展を 5 回繰り返し、最大筋トルク値を計測した。なお、Cybex II での等尺性収縮筋トルク値計測は補正が必要なため、毎回最大屈曲位を取りなおした。

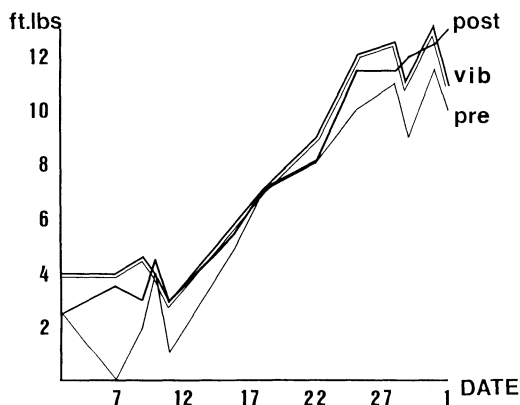


図 1 症例の最大筋トルク値

1 日 1 回の計測で 1 か月間に 16 回の計測を行っての結果は、振動刺激前の最大筋トルク平均値 2.5 ft.lbs で、振動刺激前の最大筋トルク値に対する振動刺激時の最大筋トルク値は  $\bar{x} \pm SD = 1.56 \pm 0.96$  ft.lbs,  $t = 6.48$  と危険率 1% で有意差を認めた。振動刺激後の最大筋トルク値を計測したのは 16 回のうち 13 回であるが、振動刺激時の最大筋トルク値に対する振動刺激後の最大筋トルク値は  $\bar{x} \pm SD = -0.27 \pm 0.99$  ft.lbs  $t = 0.98$  と差がなく、振動刺激前の最大筋トルク値に対する振動刺激後の最大筋トルク値は  $\bar{x} \pm SD = 1.27 \pm 1.24$  ft.lbs,  $t = 3.70$  と危険率 1% で有意差を認めた。

### 【まとめ】

振動は正常者の等運動性収縮における最大筋トルク値を増加させないものの、筋力低下の著しかった本症例では等尺性収縮における最大筋トルク値を増加させ、振動刺激中止後も筋収縮のきっかけがつかめたことで比較的高い最大筋トルク値を持続できた。この経験から、骨関節損傷後の筋再教育訓練には補助的手段として振動も応用できるといえる。なお、振動の効果をより高めるには、TVR に影響を与える条件を整え、より高い周波数を用いるのが望ましいと思われる。

### 文 献

- 1) Bishop B : Vibratory Stimulation. Part I . Neurophysiology of Motor Responses Evoked by Vibratory Stimulation, Phys Ther 54, 1273-1281, 1974
- 2) Bishop B : Vibratory Stimulation. Part III . Possible Applications of Vibration in Treatment of Motor Dysfunctions, Phys ther 55, 139-143, 1975
- 3) De Domenico G : Tonic vibratory Reflex. What is it ? Can we use it ? , Physiotherapy 65, 44-48, 1979
- 4) Griffin J W : Use of Proprioceptive Stimuli in Therapeutic Exercise, Phys Ther 54, 1072-1078, 1974
- 5) Johnston R, et al : Mechanical Vibration of Skeletal Muscles, Phys Ther 50, 499-505, 1970
- 6) Lievens P, et al : The Influence of Cycloidal Vibrations on the Knee Joint Mobility of Osteoarthritic Patient, Physiotherapy 70, 241-243, 1984