



手関節運動の筋電図学的研究 : 主動筋と分回し運動の検索を中心に

王, 昭弘

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

1983-05-11

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙0851

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2000851>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍） おう 王 あき 昭 ひろ 宏 （台湾）

学位の種類 医学博士

学位記番号 医博ろ第747号

学位授与の要件 学位規則第5条第2項該当

学位授与の日付 昭和58年5月11日

学位論文題目 手関節運動の筋電図学的研究

—— 主動筋と分回し運動の検索を中心に ——

審査委員 主査教授 広畑和志

教授 山鳥 崇 教授 溝口 史郎

論文内容の要旨

緒言

手関節の動きは、背屈、掌屈、桡屈、尺屈と分回し運動に大別される。そしてその動きに関与する前腕の筋については解剖学的によく説明がなされている。しかし筋電図による手関節筋の運動学的研究は比較的少なく、手関節角度と筋電図との関連性、運動に関与する筋の定量的解析および分回し運動の実験などについて報告されたものはみられない。そこで著者らは、正常人における手関節動作中の前腕活動筋の確認およびその活動性の定量化、角度と筋活動の関係などの筋電図学的解析を行い、今回は特に日常よくみられる橈骨神経麻痺患者に対してこれらの研究を応用したのでその成果も併せて報告する。

研究対象および方法

A. 対象

症例は正常人20名と橈骨神経麻痺患者8名である。筋電図記録のための対象筋肉は、長・短桡側および尺側手根伸筋、指伸筋、桡側および尺側手根屈筋の前腕筋である。

B. 方法

1. 実験装置および記録法

対象筋肉の活動電位は表面電極法で導出し、MEDELEC社筋電計およびSANEI社 poly-graph にて観察し、SONY社 data recorder に記録した。動作中の手関節角度の測定には electrogoniometer を作製し使用した。

2. 手関節動作の内容

被験者に goniometer を装着させ、固定台上で前腕水平位、肘が90°屈曲位、手指は軽度屈曲位とし手関節は自由に下記の運動を行わせた。

- ① 前腕水平位、回施中間位における背屈、掌屈、橈屈、尺屈および分回し運動
- ② 前腕下垂位と挙上位で①の動作
- ③ 前腕水平回内位45°、90°および回外位 90°における分回し運動

なお動作の時間は分回しが5～6秒でその他の動作では2～3秒である。

3. 筋活動と関節角度の解析法

筋活動性は各運動中にみられた最大収縮の活動電位の積分値を100とし、これに対する％値であらわした。また関節角度は0°から最大角度までを3等分し、初期、中期、後期に分類し筋活動と対応させた。

成 績

A. 正常人について

1. 前腕水平位における主動筋、固定筋、共同筋について

- ① 背屈では、尺側手根伸筋、短橈側手根伸筋、指伸筋が主動筋で、長橈側手根伸筋が共同筋の作用をしめす。
- ② 掌屈では橈側手根屈筋、尺側手根屈筋が主動筋で、尺側手根伸筋が固定筋の所見を呈した。
- ③ 橈屈では短橈側手根伸筋、橈側手根屈筋が主動筋で、長橈側手根伸筋、指伸筋では共同筋の作用を示した。
- ④ 尺屈では尺側手根伸筋、尺側手根屈筋が主動筋である。

2. 前腕水平位と挙上および下垂位について

主動筋は前腕の肢位に関係なく同一である。下垂位は水平位とほぼ同じ時期に活動が始まるが、振幅が少し大きくなっていた。しかし挙上位では、主動筋の放電開始が遅れ、また振幅も小さくなるのがみられた。

3. 主動筋の活動性と関節角度について

- ① 背屈における短橈側手根伸筋の経時的推移は前期28.9%，中期44.8%，後期67.0%（以下％省略）であった。
- ② 挙屈の橈側手根屈筋は前期26.4，中期47.2，後期69.3と変化した。
- ③ 橈屈では橈側手根屈筋は前期28.6，中期49.0，後期76.5である。
- ④ 尺屈では尺側手根伸筋は前期14.7，中期31.7，後期79.2となった。

4. 分回し運動について

分回し動作中の最大尺屈位は軽度掌屈位にあり、最大橈屈位は軽度背屈位にある。分回し運動の軌跡は尺掌側一橈背側を長軸とする楕円形となる。分回しを1つの円とみなし、最大尺屈位を開始点0°とすると右回しの分回しにおいては、尺側手根屈筋が30°～60°で最大運動を行い、橈側手根屈筋60°～90°、橈側手根伸筋180°～210°、尺側手根伸筋270°～360°で

それぞれ最大に達する。90°回内、回外位での分回しは、goniometer の軌跡が正常に比べて小さくなり、主動筋活動も減少している。しかし45°内位は主動筋の4筋ともに活動の増加がみられ軌跡は正常とほぼ大きさは変わらない。

B. 橈骨神経麻痺例に対する分回しの応用

症例は橈骨神経深枝麻痺6例、高位麻痺2例である。個々の症例において麻痺の程度は異なるがいずれにおいても術前は完全な分回し運動は不可能であった。得られた結果は、受傷直後非麻痺筋に著明な筋活動がみられた。さらに神経剥離を行った症例において術前筋活動の増加が、術後症状の軽快とともに減少し正常近く低下することもわかった。

考 察

手関節の動きの記録には仲村らの8ミリカメラや渋谷らのカメラを利用した光学的方法と McFarland らの2方向性 electrogoniometer による方法の報告がある。しかし光学的方法では分析が難解であったり、2方向性 goniometer では十分な手関節運動を理解することができない。そこで著者らは臨床に使用可能な構造を有した4方向性 goniometer を作成し実験を行った。正常人における手関節運動の結果をみると各運動に関与する主動筋は前述の通りでこれは McFarland の実験結果とほぼ同様であった。さらに手関節運動における筋共同運動の経時的变化も明らかとなった。

しかしこの結果は前腕水平位の実験から得られたものである。そこで重力がいかに影響するかを重力に関係しない挙上位と逆に重力に抵抗する下垂位で実験を行った。するといずれの場合でも主動筋は同じであることがわかった。下垂位の筋活動性は水平位とほぼ同じであったが、挙上位では筋放電の開始が遅れまた放電も小さくなった。結局水平位の実験では、重力は筋活動に大きな変化を与えていないことがわかった。

手関節角度と筋活動の解析を行った結果、各主動筋の活動性は平均すると前期27.9%、中期47.0%、後期64.6%とほぼ同様な変化を示した。この理由はよくわからないが、長さや大きさの異なる筋が可動域に差のあるいろいろの動作において同じような比率で推移したことは興味深い。

分回し運動は、4方向の運動解析が一度に可能で、この運動範囲内に含まれる日常生活動作の手関節の動きを知る上でも最も重要な運動である。前述の如く分回し運動の軌跡は尺掌側一桡背側に長い楕円形である。また一つの動作で2方向を示す分回しの筋活動は、Steindlerの述べる functional pattern とよく合致している。

ところで日常生活動作の指動作は前腕回内位が多くこの点を注目し、前腕の肢位が分回しにどのように影響するかも調べた。その結果では90回内および回外位よりも45回内位で主動筋全部に著明な筋放電がみられたことが特徴的であった。これは前腕回内位がいわゆる functional position であり、muscle balance がとれた肢位であるため、手関節可動域が大きくなり他の肢位に比べ筋活動が高くなったと考えられる。

この分回しを橈骨神経麻痺例に応用したがこれらの症例の中で背屈不能な場合、背屈方向だけ

で行う実験は不可能である。それ故この背屈方向を手関節の連続動作に含めた分回し運動が実験に必要なことがわかった。実験の結果、非麻痺筋の活動性は前期、中期に高くなり術後症状の軽快とともに正常値に低下した。これは指伸筋や尺側手根伸筋などが麻痺して dynamic muscle balance が崩壊し、非麻痺筋に代償的筋活動が生じる。そして麻痺筋の回復とともにそれが減少すると推測される。

今後日常生活動作について分回しを含めた筋電図学的研究を行うことにより、従来の運動学的研究では計測し得なかった詳細な筋活動が解明されると思われる。また臨床面においてもこのような検索が機能再建に有用な情報を提供すると考えられる。

結 語

1. 正常人20名と橈骨神経麻痺患者8名の右手関節に筋電図学的研究を行った。
2. 手関節運動に関与する主動筋は、①背屈：尺側および短橈側手根伸筋②掌屈：尺側および橈側手根屈筋③橈屈：短橈側手根伸筋、橈側手根屈筋④尺屈：尺側手根伸筋、尺側手根屈筋であった。
3. 前腕水平位と下垂位では主動筋の活動性はほぼ同じである。挙上位では放電開始が遅くなり、筋活動も小さくなる。
4. 主動筋活動性と角度の関係は、平均すると前期27.9%、中期47.0%、後期64.6%であった。
5. 分回し運動の軌跡は橈背屈位と掌尺屈位を長軸とする楕円形となる。
6. 分回し運動により主動筋の経時的共同運動が明らかとなった。
7. 分回し運動は前腕45°回内位で最も大きな軌跡を描き、その際各主動筋の活動も著明であった。
8. 橈骨神経麻痺例における分回し運動では、非麻痺筋は受傷直後筋活動が正常に比べ増加するが、麻痺筋の回復とともに低下し正常化する。
9. 分回し運動の動態を解析することによって機能再建の際に有用な指標が提供される。

論文審査の結果の要旨

今まで、手関節の機能に関する筋電図学的研究は比較的少ない。殊に手関節の肢位、運動角度と筋電図との関連性や背屈、掌屈、橈屈、尺屈の組合せで起こる分回し運動についての報告はほとんど見られない。

そこで研究者はまず正常人における手関節動作中に起こる前腕活動筋群の活動能を定量化し、同時に運動角度との関係を明らかにするための筋電図学的な解析を行った。次いでこれらの所見を対照として日常よく遭遇する橈骨神経麻痺患者についても同じ検索を行い、治療法の決定に役立たせようと考えたのである。

研究対象

正常人の20名と橈骨神経麻痺患者8例について全例効き手である右手を選んで検索した。筋電図記録の対象とした筋は長、短橈側および尺側手根伸筋、指伸筋、橈側および尺側手根屈筋の前

腕筋群である。

研究方法

まず、それぞれの筋の活動電位を表面電極法で導出しMEDELEC社筋電計および三栄ポリグラフで観察、ソニー社記録装置を使用した。動作中の手関節角度を測定するためには、背側と尺側に固定された2個の500KrのB型スライド抵抗があって、一方は背屈、一方は掌屈、他方は橈骨-尺骨の方向を示すように考案されたelectrogoniometerが使用された。これで得られた電位はpressure amplifierで増幅され記録された。goniometerの目盛り測定のためには角度計を設定して、動作中の手関節の角度を測定した。その後、被検者にgoniometerを装着させ、手関節だけは自由に運動出来るように前腕、上腕をプラスチック台上に固定した。その後、前腕水平位、回施中間位での手関節の背屈、掌屈、橈屈、尺屈及び分回し運動更に前腕下垂位と挙上位で同様の運動を行わせた。最後に前腕水平回内、回外位での分回し運動を行った。筋活動は各運動中における最大収縮の活動電位の積分値を100として、これに対するパーセント値をもって表した。関節角度は0から最大角度まで3等分して初期、中期、後期に分類して前述の筋活動と関連させた。また筋電図で得られた結果から主動筋、固定筋、共同筋に分類して、①各動作中の主動筋の確認と経時の変化、②前腕肢位の変化が主動筋へ及ぼす影響、③主動筋活動性と手関節角度の関係、④分回し運動についての解析を行った。

結果と考察

正常人における前腕水平位における主動筋、固定筋、共同筋が今回の研究で極めて明瞭に分類された。即ち背屈では尺側手根伸筋、短橈側手根伸筋が主動筋で長橈側手根筋は共同筋であった。掌屈では橈側手根屈筋、尺側手根屈筋が主動筋で尺側根伸筋は固定筋になっている。その他橈屈、尺屈でも同様に分類された。

前腕水平位と下垂位では主動筋の活動性はほぼ同じで、挙上位では筋活動は小さくなる。主動筋活動性と角度の関係は平均すると前期27.9%、中期47.0%、後期64.6%であり、各主動筋の活動性は筋の長さや大きさ、可動域の差があるにも拘らず同じような比率で推移していることを示すものである。

分回し運動の軌跡は橈、背屈と、掌、尺屈位を長軸とする楕円形を示した。分回し運動は主動筋の経時的共同運動であり、前腕45°回内位で、最も大きな軌跡を示した。臨床上注目される橈骨神経麻痺患者では背屈不能なため本検索法は極めて有用なことが理解された。その際重視されたのは分回し運動であり、非麻痺筋は受傷直後に筋活動が正常に比して増加するが、麻痺筋の回復とともに活動性は次第に低下して正常に戻っている。従って分回し運動の動態を解析すれば麻痺の回復状況を把握することが出来るので、予後の判定及び機能再建手術の要否の判定に役立つものと考えられる。

以上は手関節運動における主動筋の役割と分回し運動に関しての臨床筋電図学的研究の成果を示したものである。従来このように関節角度測定装置を併用してそれぞれの運動方向での筋活動の定量的解析を行った報告はほとんどなく、今後の臨床的利用を可能にした基礎的研究として