

【要約】

Radioulnar instability, risk of subcutaneous extensor tendon rupture, and usefulness of ulnar stump stabilization after salvage procedure for distal radio ulnar joint arthritis: a study using fresh frozen cadavers

(遠位橈尺関節症術後の橈尺骨不安定性、伸筋腱皮下断裂リスク、尺骨遠位断端制動術の有用性について：新鮮凍結屍体を用いた検討)

千葉大学大学院医学薬学府

先端医学薬学専攻

(主任：大鳥 精司教授)

大原 建

【背景】

変形性関節症や関節リウマチに伴う遠位橈尺関節 (DRUJ) 障害は、しばしば手関節部痛や伸筋腱断裂を生じる。保存的治療に抵抗した患者は Darrah 法や Sauvé-Kapandji 法 (S-K 法) などの手関節形成術が選択され、良好な成績が報告されている。一方で、手関節形成術後の尺骨近位切除断端 (stump) での痛み・不安定感、伸筋腱断裂など stump に関連した合併症が報告されている。伸筋腱断裂の原因として、橈尺骨間の不安定性が挙げられる。それに寄与する骨間膜を温存するため、尺骨骨切り位置は出来るだけ遠位が良いとの報告がされ、Millroy らは S-K 法後、stump が関節面から 25mm 以上である症例で click が生じやすいと述べているが、一方骨切り位置が遠位になると伸筋腱への stump と伸筋支帯と摩擦が起きる可能性があり、関節面から 25mm 程度は開けたほうが良いとの報告もあり、議論の余地がある。

また橈尺骨間不安定性への対策として、stump の制動術が報告されている。Minami ら、Chu ら、Leslie らは尺側手根伸筋 (ECU) 腱を用いて、Breen らは ECU 腱と尺側手根屈筋 (FCU) 腱を用いて制動し良好な成績を報告しているが、Sauerbier らは新鮮凍結屍体を用いて、方形回内筋 (PQ) での制動や ECU 腱と FCU 腱での制動術を行ったが有用な結果は得られなかったと報告しており、有用性ははっきりしていない。

我々は Darrah 法や S-K 法後の橈尺骨間の不安定性の大きさが、尺骨骨切り位置や術後の肢位や負荷に依存し、過去に報告された stump の制動術によりその不安定性を制動することができるかと仮説を立てた。本研究の目的は、新鮮凍結屍体を用いて手関節形成術後の橈骨尺骨間の不安定性や、前腕の肢位や負荷による stump の伸筋腱への刺激について検討し、その不安定性に対し stump の制動術を行い、その有用性を検証することである。

【対象と方法】

千葉大学クリニカルアナトミーラボより提供された新鮮凍結屍体を使用した。上腕中央で離断した外傷歴や手術歴の無い上肢とし、橈尺骨の不安定性と伸筋腱への刺激の検討 (実験 1, 2) は 84 歳女性の左右の 2 上肢、stump の制動術の有用性の検討 (実験 3) は 103 歳男性と 99 歳男性の左右の計 4 上肢を使用した。あらかじめ背側の皮膚を切開し展開、伸筋腱を剥離し、伸筋支帯は温存した。

円筒を設置した専用の治具を作成し、肘関節が 90 度、前腕回転軸である尺骨の fovea が円の中央になるように治具と尺骨を K-wire で固定し、手関節は創外固定で中間位に固定した。位置の測定として、磁気位置センサー (Fastrak, Polhemus, Inc., Colchester, VT) を用いた。橈骨茎状突起ならびに尺骨骨幹部尺側にセンサーを設置し、transmitter を治具に設置した。尺骨の座標は、回内外の回転中心である fovea への距離を計測し補正を行い、これで得られた尺骨と橈骨の座標を元に尺骨を中心とする橈骨の位置を xy 座標に記録した。

回内外動作を他動で行い、その時の橈骨の位置座標を約 10000 点計測し、それを座標平面上に図示することで、尺骨を中心とした半円状の橈骨の動きを図示した。

実験 1：骨切り位置と橈骨の軌道範囲

尺骨骨切りを行う位置における、橈骨の動きの変化を検討した。尺骨を骨切りした後に橈骨の動きを計測し、骨切り位置における橈骨の動く範囲の変化を観察した。骨切り位置は関節面より 10mm、25mm、40mm とし、それぞれ橈骨の動きの範囲を図示し比較した。

実験 2：伸筋腱断裂リスク

Stump の刺激による、伸筋腱断裂のリスクについて検討した。臨床上断裂が想定される総指伸筋（EDC）腱に stump が触れる領域を接触域、触れない領域を非接触域と定義し、予め測定しておいた。前腕中間位、回内 30 度・60 度、回外 30 度・60 度の肢位で、掌背側、橈尺側に重錘で過去の報告を参考に 1 kg の負荷をかけ、その移動した橈骨の位置を記録した。その座標が伸筋腱の接触域かどうかで、肢位と負荷による伸筋腱断裂のリスクを評価した。検討は骨切り位置 10mm、25mm、40mm でそれぞれ行った。実験 1,2 は Darrah 法（尺骨頭切除術）を施行し行った。

実験 3：Stump の制動術

Stump の制動術の有用性について検討した。過去の報告を参照に S-K 法を施行、stump の位置は臨床上の作成位置に近い、関節面より 25mm とした。Stump の制動方法として以下のものを行った。

1. PQ の縫合：PQ 付着部を尺骨より剥がし、骨切り後 stump を被覆、ECU 筋膜に縫合を行った。
2. ECU half-slip での制動：ECU 腱を半裁、遠位を切離し近位へ反転、尺骨の stump から 10mm の部位に骨孔をあけ通し、近位腱に interlacing suture を行った。
3. ECU half-slip と FCU half-slip での制動：Breen らの報告に準じて、ECU は近位を pedicle、FCU は遠位を pedicle とし、尺骨断端から 10mm の部位に骨孔をあけ、ECU は尺側から橈側へ、FCU は stump 遠位の髓腔内を通し尺側の骨孔へ出し、それを骨幹部に巻き付け、ECU の先端は FCU、FCU の先端は ECU へ縫合した。
4. FCU half-slip での制動：方法 3 と同様の処置を FCU のみで行い、尺骨骨幹部に巻き付けた FCU の先端は FCU 腱に縫合した。

不安定性を評価する方法として、中間位、回内 30 度・60 度、回外 30 度・60 度の肢位で、掌背側、橈尺側に重錘で 1kg の負荷をかけ、橈骨の座標位置の変化を元に移動距離を測定した。制動術を行う際は、使用筋を 500g の重錘で牽引して緊張をかけた。

制動なし群、PQ 群、ECU 群、ECU・FCU 群、FCU 群それぞれで負荷をかけ、移動距離を比較検討した。

データ分析

献体ごとのばらつきをなくすため、制動なし群の移動量を 1 とし、他の群の移動量をそれとの比率で表し制動なし群と比較検討した。統計処理は Wilcoxon T-test を用いた。

【結果】

実験 1：関節面より 10mm、25mm、40mm と骨切り位置が近位になるに従い、橈骨の動く範囲が広がっていくのが確認できた。また骨切り 10mm には stump が総指伸筋腱に触れる接触域が存在しなかったが、骨切り 25mm と 40mm には接触域が存在し、骨切り 40mm では接触域が回内位に限局していた。両上肢で同様の所見がみられた。

実験 2：右上肢では、尺骨骨切り 25mm の場合、回内 60 度の肢位で掌側と尺側に負荷をかけた場合と、回内 30 度の肢位で尺側に負荷をかけた場合で接触域へ入っていたが、他は全て非接触域のままだった。尺骨骨切り 40mm の場合、回内 30 度と 60 度の肢位で掌側と尺側に負荷をかけた場合と、中間位の肢位で尺側に負荷をかけた場合で接触域に入っていた。左上肢では、骨切り 25mm の場合、回内 30 度と 60 度の肢位で掌側と尺側に負荷をかけた場合に接触域へ入り、骨切り 40mm では同様の所見に加え、中間位で掌側に負荷をかけた場合も接触域に入っており、両上肢で、回内位で掌側・尺側に負荷をかけた場合に接触域に入るところが共通していた。

実験 3：実験 2 の結果をもとに、伸筋腱断裂のリスクとなる前腕中間位、回内位の肢位で掌側、尺側に 1kg の負荷をかけた場合の移動距離を比較したが、有意に移動距離を制動した術式はなかった。

【考察】

今回の研究で、関節面から尺骨骨切りを追加するごとに橈骨の動く範囲が増加し、骨切り 25mm と 40mm で stump が伸筋腱に触れる領域が存在した。尺骨骨切りの位置が近位になるに従い、動く範囲が広がることで stump に関連した痛み、不安定感、伸筋腱断裂などのリスクが増加する可能性が示唆された。Stump の位置は可能な限り遠位に置くことを推奨する。また前腕回内位で掌側や尺側に負荷をかけた場合に、stump が EDC に触れる位置へ移動していた。これは日常生活動作に置いて、前腕中間位または回内位で前腕が水平に保たれた状態でものを持つ動作などに相当する。このような肢位で 1kg ほどのものであっても、持つことは腱損傷のリスクとなる可能性が示唆された。患者に可能な限りものを回外位で持つように指導するなど、術後リハビリや日常生活指導を考慮すべきかもしれない。また本研究において、stump の制動術を行っても橈尺骨の不安定性は有意に制動されなかった。過去の臨床研究では、様々な制動術の有用性が報告されているが、制動を行った群と

比較検討をなされたわけでない。また新鮮凍結屍体を用いた研究では、制動術は有用では無かったと報告されている。

以上より手関節形成術を行う際は、伸筋腱断裂のリスクなどを考慮し stump を遠位で形成することを推奨し、stump の制動術は必須ではないと考える。ただ実際の臨床では S-K 法を行う場合、遠位橈尺関節の固定と尺骨の gap を形成するため stump の位置は関節面から 20～25mm 程度になることが多く、遠位での形成が困難場合もある。Stump の直接的な刺激を軽減するため、骨を鈍的に削るなどの工夫も考慮される。

【結語】

新鮮凍結屍体を用いて、遠位橈尺関節形成術後の橈尺骨間の不安定性と stump での伸筋腱断裂のリスク、尺骨断端制動術の有用性について検討した。尺骨骨切り位置を近位にするにつれて橈尺骨間の可動範囲が増大し、合併症のリスクにつながる可能性が示唆された。また、回内時に掌側や尺側に負荷をかけると stump が伸筋腱へ触れるように移動しており、伸筋腱断裂のリスクにつながると考えられた。一方で、過去に報告された stump の制動術の有用性は示されなかった。遠位橈尺関節における関節形成術を行う際は、できるだけ遠位での尺骨骨切りを行い、術後には回内位での、特に掌側や尺側に負荷のかかる動作を避けることで、橈尺骨間の不安定性やそれによる合併症を軽減できる可能性が示唆された。