

- peutic criteria in rheumatoid arthritis. JAMA 1949 ; 140 : 659.
- 13) Conlon PW, Isdale IC, Rose BS. Rheumatoid arthritis of the cervical spine. An analysis of 333 cases. Ann Rheum Dis 1966 ; 25 : 120.
- 14) Mathews JA. Atlanto-axial subluxation in rheumatoid arthritis. A 5-year follow-up study. Ann Rheum Dis 1974 ; 33 : 526.
- 15) Henderson DR. Vertical atlanto-axial subluxation in rheumatoid arthritis. Rheumatol Rehabil 1975 ; 14 : 31.
- 16) Webb FW, Hickman JA, Brew DS. Death from vertebral artery thrombosis in rheumatoid arthritis. Br Med J 1968 ; 2 : 537.
- 17) Ball J, Sharp J. Rheumatoid arthritis of the cervical spine. In : Hill AGS, editor. Modern trends in rheumatology. London : Butterworths ; 1971. p. 117.
- 18) Martel W, Abel MR. Fatal atlanto-axial luxation in rheumatoid arthritis. Arthritis Rheum 1963 ; 6 : 224.
- 19) Martel W, Page JW. Cervical vertebral erosions and subluxations in rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. Arthritis Rheum 1960 ; 3 : 546.
- 20) Parish DC, Clark JA, Liebowitz SM, et al. Sudden death in rheumatoid arthritis from vertical subluxation of the odontoid process. J Natl Med Assoc 1990 ; 82 : 297.
- 21) Storey G. Changes in the cervical spine in rheumatoid arthritis with compression of the cord ; with reports of four cases. Ann Phys Med 1958 ; 4 : 216.
- 22) 平泉 裕, 並木 脩, 藤巻悦夫, ほか. ムチランス型慢性関節リウマチの頸椎病変の管理上の留意点. 整形外科 1997 ; 48 : 265.
- 23) Casey AT, Crockard HA, Bland JM, et al. Surgery on the rheumatoid cervical spine for the non-ambulant myelopathic patient-too much, too late? Lancet 1996 ; 347 : 1004.
- 24) Boden SD, Dodge LD, Bohlman HH, et al. Rheumatoid arthritis of the cervical spine. J Bone Joint Surg Am 1993 ; 75 : 1282.
- 25) Peppelman WC, Kraus DR, Donaldson WF, et al. Cervical spine surgery in rheumatoid arthritis : improvement of neurologic deficit after cervical spine fusion. Spine 1993 ; 18 : 2357.
- 26) 塚本正美, 浅井富明, 近藤健治. 発症からみた慢性関節リウマチ患者の長期予後. 別冊・整形外科 1998. p. 15.
- 27) Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. J Am Stat Assoc 1958 ; 53 : 457.
- 28) Mori T, Matsunaga S, Sunahara N, et al. 3-to 11-year followup of occipitocervical fusion for rheumatoid arthritis. Clin Orthop 1998 ; 351 : 169.
- 29) Sunahara N, Matsunaga S, Mori T, et al. Clinical course of conservatively managed rheumatoid arthritis patients with myelopathy. Spine 1997 ; 22 : 2603.

* * *

RA肘滑膜切除術のあとTEAに至った症例の検討

水関 隆也, 市川 誠, 津下 健哉

Key words: Rheumatoid Arthritis(関節リウマチ), Elbow synovectomy(肘滑膜切除術), Total Elbow Arthroplasty(人工肘関節形成術)

[目的]われわれは関節リウマチ(以下, RA)肘の痛みに対し可能な限り滑膜切除術で対応してきた。しかし不本意ながら術後, 人工肘関節形成術(以下, TEA)へ移行した症例も経験している。今回はこれらの症例をまとめ, 滑膜切除術の適応に関する適否, 滑膜切除後に行われたTEAに関する予後, 技術的側面について考察する。

[対象]最初に肘滑膜切除術を施行し, 後にTEAにいたった対象症例は7例8肘であった。その内訳は男性1例, 女性6例であった。越智の臨床病型ではMES;3例3肘, MUD;4例5肘であった。滑膜切除術施行時年齢は47~63(平均56)才, TEA施行時年齢は55~68(平均62)才であった。

初回滑膜切除術からTEAに至る期間は2年6月~13年1月(平均6年10月), TEAから調査時までの期間は4月~6年3月(平均4年2月)であった。

[手術方法]初回手術の滑膜切除術は後側方進入を用いた滑膜切除術を施行した。橈骨頭は全例で温存した。2回目の手術, すなわち人工肘関節形成術では全例, Kudo type Vを使用した。

TEA時の進入法は滑膜切除時と同じ後側方進入路を利用した。上腕三頭筋を外側から反転し, 三頭筋筋膜の尺骨付着部は骨膜下に必要だけ剥離し, 関節面を尺側から橈側に向かって完全に露出した。尺側側副靭帯は切離しなくても, 骨質の吸収のため人工関節の挿入に必要な空隙は確保できた。人工関節を挿入した後, 一般的には尺骨神経は前方移動を要するが, 対象症例では, 内側支持機構を温存できたので原位置に留置した。

これらの症例について, 滑膜切除術の前, TEAの直前, 追跡調査時のX線学的変化, 日整会肘機能評価点数(以下, JOA score)の変化についてまとめた。なお, 男女各1名が調査時には死去していたので, 彼らのデータは最終調査時のものを引用した。

[結果]X線像のLarsen分類は滑膜切除前でGrade 3; 1

広島県身障者リハビリテーションセンター整形外科

肘, 4;5肘, 5;2肘であったが, TEA直前では全例Grade 5まで破壊されていた。

合併症として, TEA周術期に尺骨鉤状突起骨折を一例に起こした。尺骨神経刺激症状を来した症例はなかった。現在の所, Componentのloosening, 破損, 脱臼, 亜脱臼を来した症例もみられていない。

JOA scoreは肘滑膜切除術の直前平均で45点, TEAの直前で41点であった。TEA後調査時には平均79点へ改善されていた(図1)。

JOA score

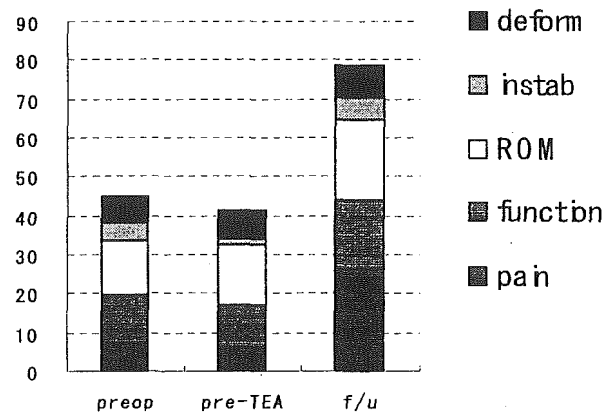


図1. JOA scoreの変化

滑膜切除術からTEAへ至る期間を臨床病型別に調べてみると, MESでは10年5ヶ月であったが, MUDでは4年9ヶ月と明らかに後者が短かった($p < 0.05$) (図2)。

[考察]TEAのデザイン, 材質の改良にともなって安定した術後成績が報告されるようになった^{1,2)}。しかしながらその長期成績については未だなお不明確なところがあり, 合併症も皆無ではない。一方, 滑膜切除術についてはその一定の

効果は認められている。昨年の本学会でわれわれは滑膜切除術の適応をムチランス型以外, Larsen grade 4 以前にあることを報告した⁹⁾。この条件に当てはまる症例では滑膜

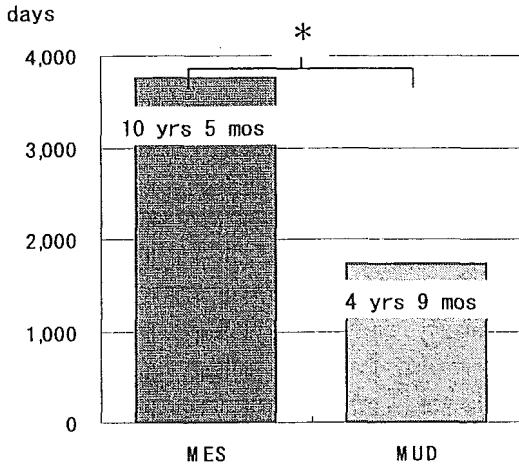


図2. 臨床病型分類とTEAまでの期間

切除術の効果は10年を越して認められており、時間稼ぎの手術として今なお適応があると思われる。しかし、ムチランス型RAでは滑膜切除術後、平均5年弱でTEAが必要となっており、時間稼ぎとしての役割は少なく、一回目からTEAを選択することもやむなしと考えられた。

不幸にして滑膜切除術の後に骨吸収が進み、TEAが必要となった時に、軟部組織が菲薄な肘関節の解剖学的特徴上TEAを行うことに技術的な難易度が上がるのではないかと不安が残る。滑膜切除後、TEAに至った症例を報告した論文はわれわれが渉猟しえる範囲でSchemitschの論文⁹⁾のみであった。彼は23肘のmatched studyから、最初からTEAを施行したグループに比べて成績が劣っていたと報告している。

さらに、合併症として、周術期には創周囲の部分皮膚壊死1例、尺骨神経知覚枝麻痺4例、運動枝麻痺1例、componentの亜脱臼1例を、晩期にはcomponentの脱臼3例、亜脱臼2例、loosening3例、尺骨神経麻痺1例を報告しているが、これらは主に軟部組織不全に由来するものである。

人工関節の安定性を得る要件として、十分な骨性支持、軟部組織の完全性、そして的確な手術手技が必要であるとされている³⁾が、彼は合併症の頻度が高い理由を複数回手術による軟部組織不全に求めている。初回手術によって軟部組織が瘢痕に置き換わっており、これを十分に廓清、代替靭帯で置換できないままTEAが行われると内側支持機構の緩み、ひいてはTEAの脱臼につながるという。

われわれの対象症例では尺骨神経障害、componentの

亜脱臼、looseningを一例も認めていない。彼等の対象、方法と比較すると相異点は進入路、使用TEAくらいであるが、なぜ彼等の成績より優っていたのだろうか。

初回の後側方進入による滑膜切除術では内側側副靭帯の大半が温存されている。2回目のTEA時には関節周辺の骨質が吸収されているため、内側支持機構を温存したままでもcomponentの設置が可能である。このように複数回の手術でも同機構が温存されるため肘の安定性が比較的保たれていると思われる。加えて、尺骨神経を原位置へ残したまま創閉鎖が可能なので尺骨神経に与える外傷が少なくすむので神経障害が生じにくい。これらが低い合併症頻度の理由と思われる。したがって後側方進入路を用いた滑膜切除術は、後にTEAの必要性が生じた時にも有利な術式といえる。

[まとめ]

- 1) 最初に肘滑膜切除術を施行し、後にTEAにいたった7例8肘を追跡調査した。
- 2) 手術間隔はMESは10年5ヶ月であったが、MUDでは4年9月と明らかにムチランス群でtime saving effectは短かった。
- 3) 後側方進入法を用いた滑膜切除術を先行することによるTEAの技術的難易度の上昇はなく、その予後にも劣化は現在の所認められていない。

本研究は厚生労働省科学研究事業(H15-免疫-015)の一環として行われた。

文献

- 1) Kudo H, Iwano K and Nishino J: Total elbow arthroplasty with use of a nonconstrained humeral component inserted without cement in patients who have rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg, 81A: 1268-1280,1999.
- 2) Morrey B and Adams R: Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. J Bone Joint Surg, 74A: 479-490,1992.
- 3) Morrey B and Bryan R: Complications of total elbow arthroplasty. Clin Orthop, 170: 204-212,1982.
- 4) 水関隆也, 市川誠, 津下健哉: 肘滑膜切除術-どこまで可能か. 日肘会誌, 10: 1-2,2003.
- 5) Schemitsch EH, Ewald FC and Thornhill TS: Results of total elbow arthroplasty after excision of the radial head and synovectomy in patients who had rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg Am, 78: 1541-7,1996.

特集 RA 上肢の手術—最近の動向

RA 手指に対する再建術

正 富 隆*

要旨：リウマチ手指変形に対する再建方針と術式について述べた。手指再建の前提として、手関節が維持あるいは再建されていることが重要で、場合により手指再建と同時に手関節の再建術を併用する必要がある。把持・把握機能の再建のため安定で対立可能な母指の再建は必須であるが、患者のニーズを考えれば「平らな手」(橈側外転可能な手)を再建するため、できるだけCM関節の可動性を残した関節形成術が望まれる。MP関節の尺側偏位を矯正し、把持機能を再建するためにはMP関節形成術と伸展機構をはじめとする軟部組織再建術が必要である。手指の関節に対する安定な人工関節の開発途上である現在、CM関節・MP関節いずれにおいてもシリコンインプラントの長期成績をみれば、いまだに重要な選択肢の一つである。

はじめに

関節リウマチにおける手指の再建は、各関節に限ってみれば下肢をはじめとする大関節の再建と適応に変わりはないが、小関節であるため大関節のような理想的な人工関節がなく、手としての高次機能を完全に再建できないジレンマがある。私はこれまで材質については議論もあるもののシリコンインプラントであるSwanson implantを用いてリウマチ手指の再建を行ってきた。ここにその再建方針と術式、および長期成績について紹介する。

I. RA 手の再建方針 (図1)

手指の機能が発揮されるためには、要となる手関節の除痛と安定性が維持されていることが前提となる。手関節の再建については他稿に譲るが、

* Takashi MASATOMI, 大阪厚生年金病院, 整形外科

Key words : Rheumatoid hand, Swanson implant, Reconstructive surgery

ムチランスなどの collapsed wrist に対しては bone stock が減少しており、確実な安定性を得るため手関節全固定術を適応とされることが少なくない。しかしこれまで私は全固定術を最終手段とし、基本的に可動性の確保を目指してムチランス

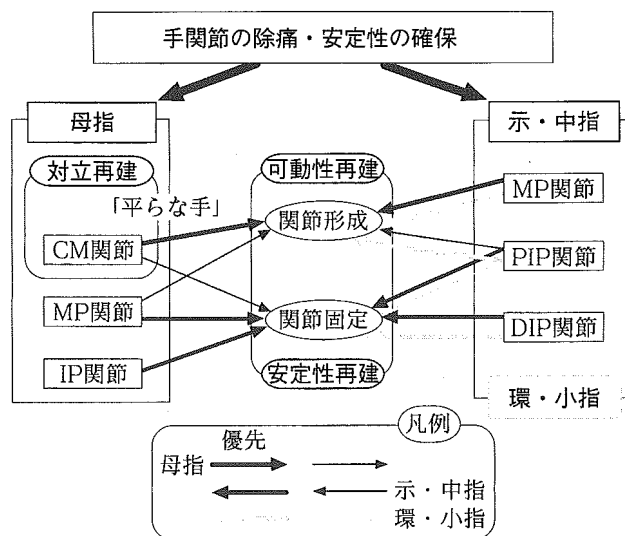


図1 RA手指の再建方針



図 2 手関節に対する Swanson implant
若干、骨切が近位に及んでも alignment を重視してインプラント置換する (A)。沈み込みは避けられず、可動域も 10°程度に制限されるものの、alignment は保たれている (B)。折損例も掌側脱臼の再発はなく、可動域はよく保たれる (C)。

手関節にも Swanson implant を使用してきた (図 2)。長期的には sinking を生じて可動域がほぼ消失したもの (図 2 B) や、折損をきたしたものもある (図 2 C) が、幸い論議の的となるシリコン滑膜炎も経験しておらず、抜去・全固定術を要した症例もない。沈み込みを生じて強直におちいった例もあるが、少なくとも 10°程度の可動性を残す例がほとんどで、患者は「わずかなその動きが助かる (特に hygiene care)」という。また collapsed wrist に対して手術したにもかかわらず、私の経験では折損例が再び掌側脱臼などを生じないことも興味深い。折損例は「力がいらない」という訴えはあるものの可動域は極めて良好である。ム

チランスに対する手関節の Swanson implant は選択肢のひとつとなりうると考えている。

母指は手指に対し対立位のとれる安定した支柱として再建すべきである。母指は大きな可動域よりも物を把持しやすくするための変形の矯正と安定性の確保が重要で、IP 関節は固定術がよい。母指 IP 関節固定術は患者の満足度が高く、患者との信頼関係構築の端緒となることが多い。MP 関節と CM 関節は少なくとも 1 関節の可動性を残したいが、対立位がとれ、しかも掌がつけるよう (「平らな手」) 原則的に CM 関節の可動性維持を優先した方が患者のニーズに適応している。

母指に対向する手指の把持機能を再建するため



図3 母指CM関節に対するsling arthroplasty
リウマチ患者はactivityも低いためか、術後7年(右)でも第1中手骨の沈み込みはない。疼痛もなく可動域は保たれ、患者の満足度は高い。

にはいずれもMP関節の屈伸を確保し、PIP関節に関しては、pinch, grasp機能を考えて示・中指は指尖に力の伝わる安定性を重視して再建すべきであり、環・小指はgrip機能を考えて、できれば屈曲可能なPIP関節の再建を目指すべきである。

II. 母指再建術

母指機能を障害する変形はCM関節での内転拘縮、ダックネック変形やボタンホール変形、IP関節の不安定性である。前述のようにIP関節は絶対的な安定性が確保できる固定術が適応となる。MP関節はどんな変形でも可動性を温存できそうな程度の関節破壊であれば滑膜切除と軟部組織手術、関節破壊が進行していれば関節固定術がよい。以前は母指MP関節にもSwanson implantを用いて可動性の維持を試みたこともあったが、十分な安定性が確保できず把持力が再建できなかった例の満足度が低かったため、最近では骨破壊や脱臼のあるMP関節に対しては関節形成術より固定術を選択している。CM関節破壊と内転拘縮に対しては、CM関節形成術と必要に応じた第1指間形成術(web Z-plasty, 母指内転筋解離)が適応となるが、指間形成まで必要となる症例は少ない。CM関節固定術も安定した術式であるが、

CM関節の可動性を温存し、対立も橈側外転による「平らな手」(掌をつける手)も確保することが患者の満足度に大きく関与している。CM関節形成術はSwanson implantを用いたものも軟部組織(第1~2中手骨間靭帯と関節包)の再建さえ確実にすれば成績は悪くないが、長期的にはインプラントの摩耗が生じる¹⁾。種々報告され安定な成績を残しているsling arthroplasty²⁾も変形性関節症のようなactivityの高い症例では長期的には沈み込みが生じ、内転拘縮の再発が問題になることもあるが、activityの低いリウマチ患者(特に女性)には沈み込みも少なくよい適応となる。私は手技も平易なThompson変法を愛用している(図3)。しかしCM関節に対する安定した人工関節も極めてニーズが高いのも事実である。

III. 手指再建術

1. MP関節

MP関節の尺側偏位の矯正により、母指とのpinchを再建するが、それには軟部組織の再建が重要である。またMP関節の動き、特に自動屈曲の確保は必須なので関節破壊がある場合は人工物などを用いた関節形成が必要となる。私は滑膜切除を含む軟部組織手術については、関節破壊が最

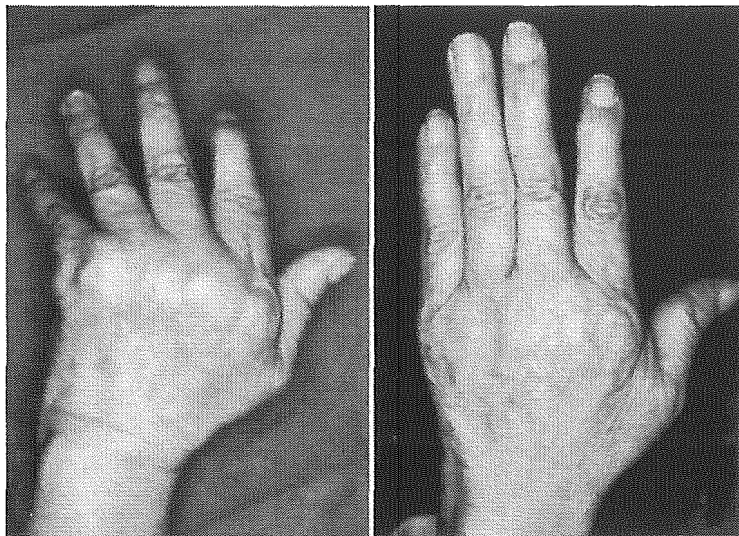


図 4 拘縮の完成していない尺側偏位変形

手関節は橈背屈し，MP 関節は尺側偏位・伸展制限という典型的なジグザグ変形である（左）。他動的に MP 関節を伸展すると MP 関節の伸展位が保持でき，手関節の変形も矯正されている（右）。

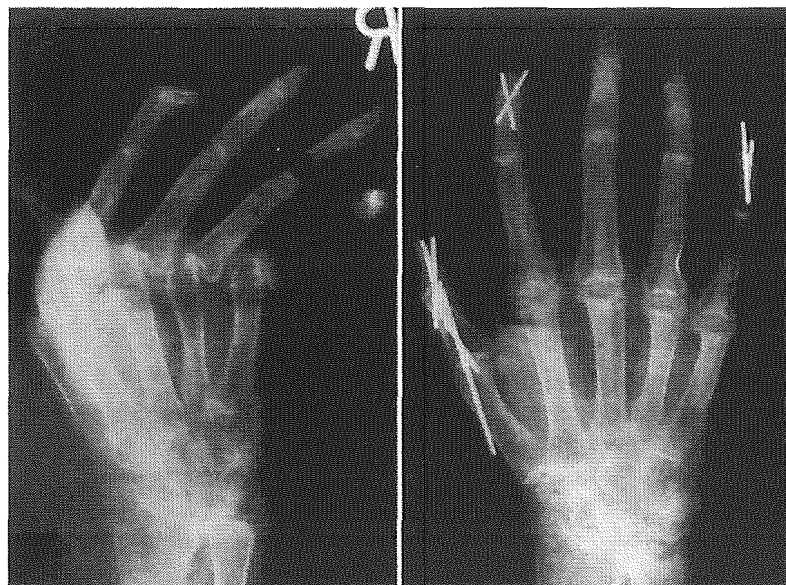


図 5 完成した尺側偏位と MP 関節置換術

MP 関節は脱臼し，拘縮し完成した MP 関節尺側偏位を認めるが（左），Swanson implant による MP 関節の再建により，破壊の少ない手関節の alignment も自然矯正された（右）。

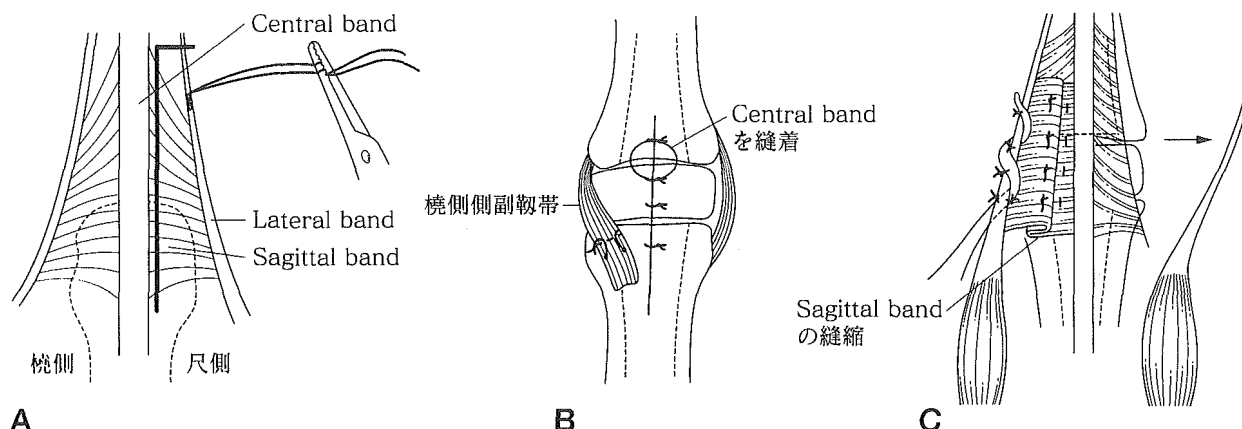


図 6 MP 関節における軟部組織の処置

伸筋腱の尺側縁を切開し、遠位に延長して尺側の lateral band を解離し (A)、伸筋腱を橈側に翻転して進入する。緩んだ橈側側副靭帯は中手骨橈背側に吊り上げるように縫着する (B)。弛緩した橈側 sagittal band を縫縮し、橈側指より解離した尺側 lateral band を橈側の伸展機構に縫着する (C : cross-intrinsic transfer)。

小限度で変形が徒手矯正可能な症例を適応としてきた。機能温存の観点からは関節拘縮が完成しないうちに施行すべきであろう (図 4)。このときも前述のごとく手関節の問題が解決されていることが肝要である。すなわち手関節は MP 関節の変形と密接に関係しており、手指伸筋・屈筋のバランスにより尺屈・屈曲する MP に対して橈背屈する。手関節に問題がなければ MP 関節の軟部組織を含めた再建により容易に矯正される (図 5)。手関節の安定性が確保されていることが MP 関節の再建には重要で、MP 関節の再建時に手関節の橈屈が矯正されない場合は尺側手根伸筋の腱固定を併用する。

軟部組織の処置の要点は十分な滑膜切除と、尺側 lateral band と尺側側副靭帯の解離、伸筋腱の中央化、橈側側副靭帯と橈側 sagittal band の縫縮である (図 6)。再発の危惧もあり、RA activity がコントロールされている軽症例が適応となりがちだが、私自身は比較的重症病型でもインプラントによる関節形成術までの time saving operation として位置づけられても良いと考えている³⁴⁾。

変形 (脱臼)・拘縮が完成したり、骨性破壊が進行すれば人工物を使用するしないにかかわらず関節形成術が適応となる。関節形成術に際して、掌側板を用いた Tupper 法などの interposition

arthroplasty をするのか人工関節を用いるのかという問題がある。ここで注意すべきは、シリコンインプラントは人工物ではありながらコンセプトとしては interposition arthroplasty の範疇に入るものだという点である。シリコンインプラントはゲル状シリコンの発ガン性の問題やシリコン synovitis が報告されて以来、敬遠されがちだが、私の経験では手関節なども含めシリコン synovitis は 1 例もなく、それほど頻度の高いものとは思えない。ゲル状シリコンの発ガン性についてもアメリカで再度検証される見込みである。しかし他の大関節に対する人工関節の成績向上をみれば、MP 関節もいわゆる人工関節による再建が望ましい。Constrained type は失敗に終わっているが、最近では semi-constrained type や surface replacement の implant の開発がその流れとなっており、安定した implant が期待される。関節置換術時にもその成否を分ける重要な要素は、適切な軟部組織の再建である (図 6)。拘縮した尺側 expansion hood を伸筋腱の尺側縁で切開し、そのまま遠位に延長して尺側 lateral band を完全に解離して進入する。腱間結合も切離する。尺側へ落ち込んだ伸筋腱を MP 関節包より剥離し、橈側へ翻転して関節を置換する。緩んだ橈側側副靭帯を中手骨に骨孔をあけて縫縮し、伸筋腱の掌側面

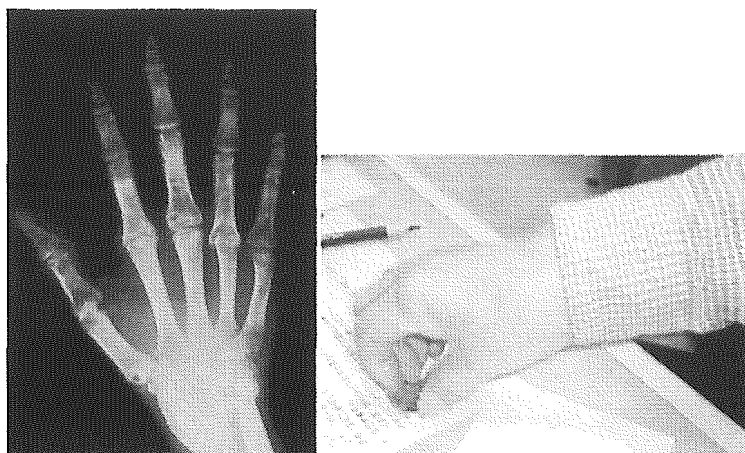


図 7 LES 術後 9 年 6 カ月
インプラントの沈み込みはあるものの、alignment と手指の機能は温存されている。

に糸をかけて関節包の基節骨付着部に縫着することで尺側偏位の矯正と伸筋腱の中央化を確実にする。橈側の緩んだ sagittal band を縫縮し、必要に応じて cross-intrinsic transfer を追加する。Cross-intrinsic transfer は必要ないとの報告もあるが、長期的には尺側偏位の再発防止に効果があるとの報告もある⁵⁾。術前にスワンネックやボタンホール変形の傾向にある場合にはその変形を助長する可能性があり、PIP 関節固定を併用するのでなければ cross-intrinsic transfer はしない方がよい。

2. IP 関節

IP 関節は指尖に力を伝えるためには安定性が重要なので、それに対しては関節固定術が確実で、DIP 関節にはよく適応される。問題は PIP 関節の再建である。示・中指の PIP 関節は pinch, grasp の再建には固定術でよいが、環・小指については grip 機能を再建するため、PIP 関節の屈伸を再建したい。しかし PIP 関節に対する Swanson implant は変形の矯正にはある程度効果を発揮するが、屈伸可動域の獲得はあまり期待できない。PIP 関節の安定した関節形成術の確立が望まれるが、まだ発展途上である。より安定な成績を期待するなら関節固定術となるが、その場合も示・中指よりやや屈曲を強くするほうがよい。DIP 関

表 1 MP 関節の Swanson implant による再建術の長期成績

20 例 25 手 96 指 (追跡 8 年以上, 平均 11.5 年)	
LES 2 手, MES 19 手, MUD 4 手	
ROM	
伸展:	-12.6° (0°~ -30°)
屈曲:	62.5° (15°~82°)
Key pinch	
	260 g (10 g~2 kg)
	不可: 3 hands
握力	
	48 mmHg (0~10 kg)

節固定は 1.2 mm 程度の Kirschner wire による cross-pinning で十分だが、PIP 関節には cross-pinning のみでは癒合不全を生じることが多いので 28 G 程度の suture wire で circular wiring を併用する (図 8)。Circular wire を追加するだけで固定性が確実になるのが術中にも確認できる。

IV. MP 関節 Swanson implant の長期成績 (表 1)

MP 関節に対する Swanson 症例 (追跡期間: 術後 8 年以上, 平均 11.5 年) 20 例 25 手 96 指 (LES: 2 手, MES: 19 手, MUD: 4 手) につき

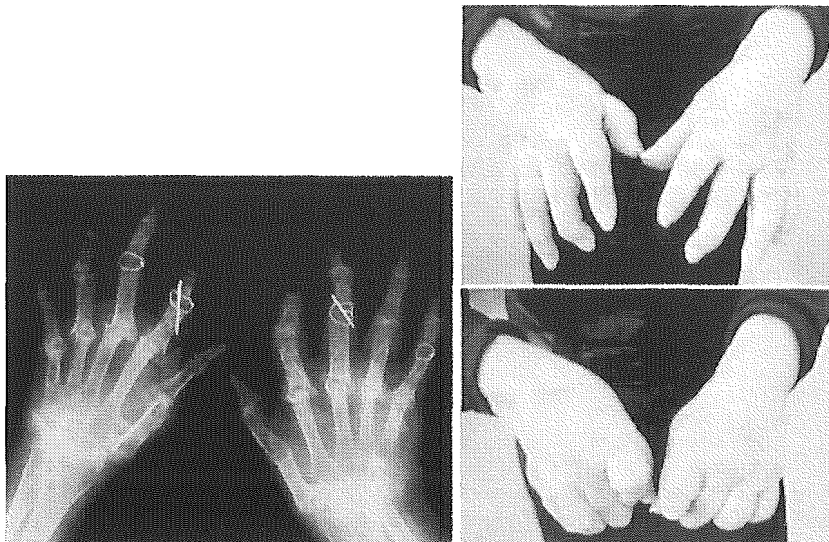


図 8 MES 術後 14 年
インプラントの沈み込みのため屈曲が制限されてきているが、尺側偏位の再発はない。

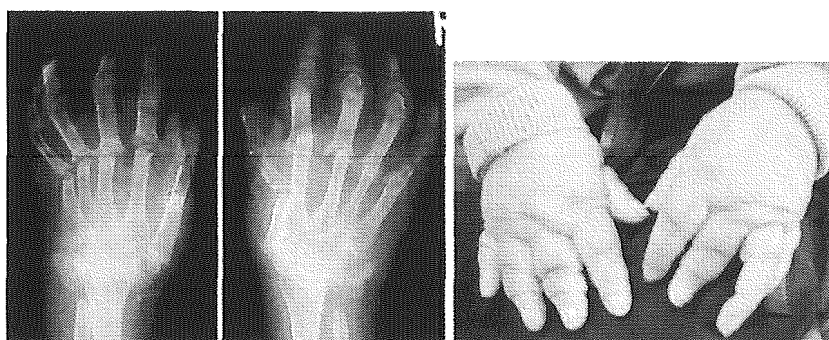


図 9 MUD 術後 16 年
可動域制限は進行しているが、MP 関節を置換していない右手に比して指長は維持され、尺側偏位の再発もない。

検討した。インプラントはいずれの病型でも沈み込みは避けられないが、尺側偏位の再発は 3 指 (3.1%いずれも小指) にしかみられず、alignment の維持には有効であった。病型が重度になるほど長期的には可動域制限が進行するが、ある程度の手指機能は維持されている (図 7~図 9)。Key pinch の不能な例が 3 手あったが、2 手は母指の障害、1 手は示指 PIP の屈曲制限によるものであった。握力・ピンチ力は全例低下傾向にあるものの ADL の維持には十分機能している。いまだに安定

した成績を残せる人工関節がない現在、シリコンインプラントによる interposition arthroplasty は、RA 手指の再建において極めて重要な選択肢の一つといえよう⁶⁾。

文 献

- 1) Hay EL et al : Long-term results of silicon trapezial implant arthroplasty. J Arthroplasty 3 : 215-223, 1988
- 2) Saffar P : Arthritis of the base of the thumb. The Hand, vol V, Saunders, 395-408, 1999

- 3) Wood VE et al : Soft tissue metacarpophalangeal reconstruction for treatment of rheumatoid hand deformity. *J Hand Surg* **14-A** : 163—174, 1989
- 4) Dell PC et al : Surgical correction of extensor tendon subluxation and ulnar drift in the rheumatoid hand ; long-term results. *J Hand Surg* **26-B** : 560—564, 2001
- 5) Clark DI et al : The value of crossed intrinsic transfer after metacarpophalangeal silastic arthroplasty ; a comparative study. *J Hand Surg* **26-B** : 565—567, 2001
- 6) Kimball HL et al : Metacarpophalangeal joint arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Instr Course Lect* **52** : 163—174, 2003

Summary

Reconstruction of thumb and fingers for rheumatoid arthritis

The reconstruction policy of rheumatoid thumb and fingers is mentioned. The opposability and stability of the thumb is important for the reconstruction of pinch and grasp. But patients want a “flat hand”, that is available to support their body by the hand therefore the CM joint of the thumb should be reconstructed by arthroplasty. To correct the ulnar drift of MP joints, reconstruction of soft tissue (centralization of extensor tendon, and tightening of ligament and sagittal band) should be done with arthroplasty. The ideal artificial joint has not been developed, hence the silastic implant is still useful from the viewpoint of long-term results.

Takashi MASATOMI, Osaka Kosei-nenkin Hospital, Osaka

* * *

* *

手指機能再建術の適応と実際*

正 富 隆**

Key Words : rheumatoid hand, Swanson implant, reconstructive surgery

はじめに

関節リウマチ(以下RA)における手指再建術の適応は、個々の関節をみれば下肢をはじめとする大関節の再建術と変わりはない。しかし、大関節のように理想的な人工関節がないため、小関節の集合体である手としての高次機能を完全に再建できないジレンマがある。材質については議論もあるものの現在のところシリコンインプラントをしのぐ長期成績が報告されたインプラントはなく、著者は関節置換を要する場合にこれを用いて手指の再建を行ってきた。また、関節固定術もRA手指の再建に欠かせない術式であるが、それぞれの関節に関節形成(置換)と固定術のいずれを適応するのか、いまだに議論の多いところもある。本稿では著者の経験と長期成績に基づいたRA手指再建の方針と基本的な術式について紹介する。

RA手の再建方針(図1)

手指の機能が十分に発揮されるためには、要となる手関節の除痛と安定性が確保されていなければならない。手関節の再建については他稿に譲るが、手関節の破壊が進行していない場合、

手指の再建術により手関節を含めた手のalignmentが矯正されることはよく経験され、手関節と手指の密接な関係を示唆して興味深い(図2)。手指の関節再建術は、安定性を重視すれば関節固定術が確実であり、可動性をとれば関節形成術(インプラント置換術を含む)が選択される。

母指は手指に対し対立位がとれることが母指である所以であるので、CM関節は母指の要である。安定した柱としての再建が最低条件であり、関節固定術は恒久的な対立位確保には有用であるが、固定指位の決定が経験を要することと、手のひらをつける「平らな手」のニーズも高く、関節形成術により可動性を残すことが望ましい。インプラントを使用しなくても、活動性の高くないRA患者においてはsuspension arthroplasty(腱を用いた懸垂関節形成術)の成績は安定した満足度を得ている。また、母指のMP・IP関節は、大きな可動域よりも把持しやすくするための変形の矯正と安定性の確保が重要で、IP関節は固定術がよい。MP関節の可動性も母指の自由度の確保のために重要で、CM関節を固定した場合には絶対適応である。しかし、CM関節の可動性が確保できていれば、MP関節は固定術も許容される。

一方、母指に対向する手指の把持機能を再建するためにはMP関節の屈伸を確保することが必須であり、関節形成術以外の選択枝はない。関節破壊が高度であればシリコンインプラント置

* Reconstruction of thumb and fingers for rheumatoid arthritis.

** Takashi MASATOMI, M.D.: 大阪厚生年金病院整形外科(☎553-0003 大阪市福島区福島4-2-78) ; Department of Orthopaedic Surgery, Osaka Kosei-Nenkin Hospital, Osaka 553-0003, JAPAN

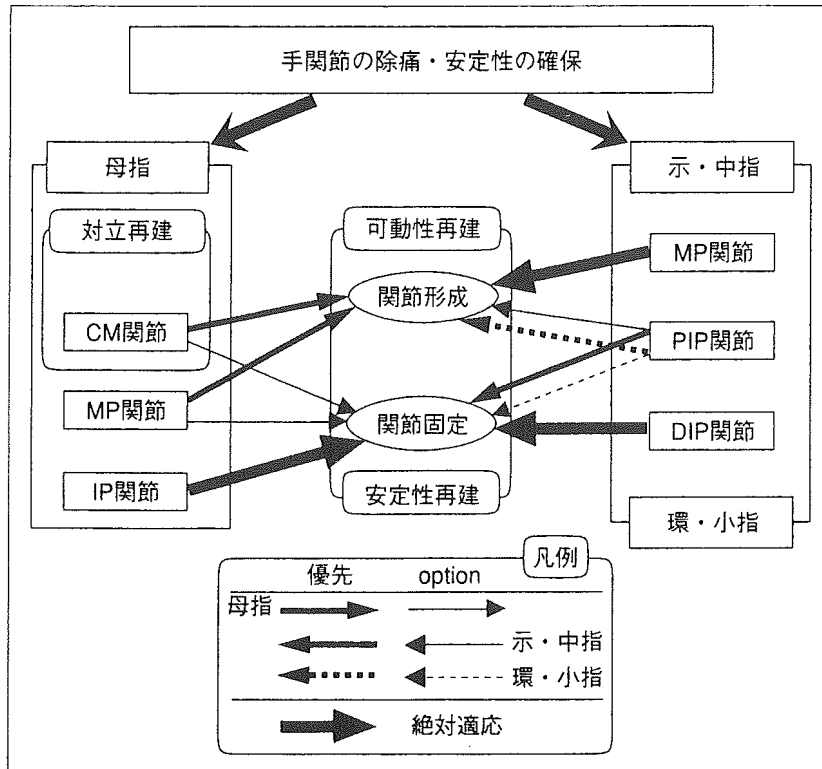


図1 RA手指の再建方針

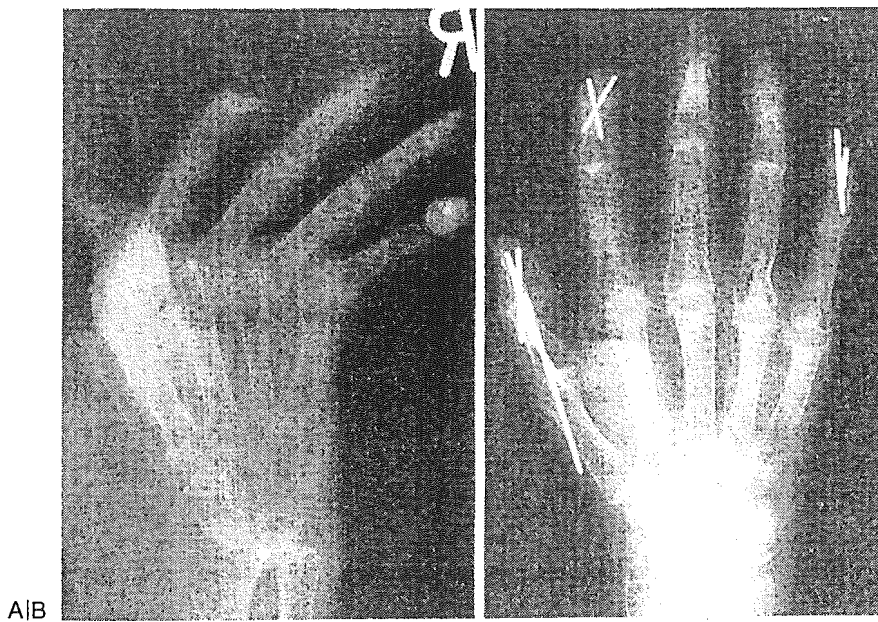


図2 完成した尺側偏位とMP関節置換術

MP関節は脱臼し、拘縮し完成したMP関節尺側偏位を認めるが(A), Swanson implantによるMP関節の再建により、破壊の少ない手関節のalignmentも自然矯正された(B).

換術は現在のところもっとも安定な術式である。PIP関節に関しては、pinch, grasp機能を考えて示・中指は指尖に力の伝わる安定性を重視して

再建すべきであり、関節固定術が優先されることが多い。環・小指はgrip機能を考えて、できれば屈曲可能なPIP関節の再建を目指すべきである

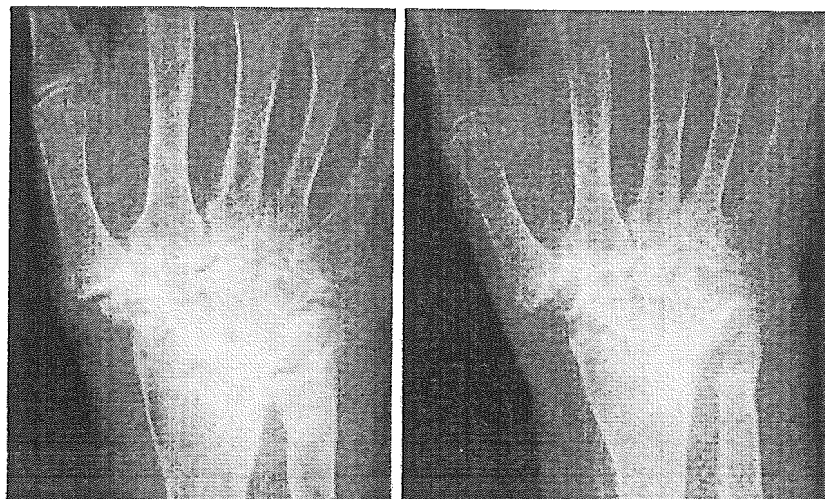


図3 母指CM関節に対するsuspension arthroplasty
RA患者はactivityも低いいためか，術後7年(右)でも第1中手骨の沈み込みはない。
疼痛もなく可動域は保たれ，患者の満足度は高い。

が，関節破壊が高度であれば固定術もやむを得ないのが現状である。PIP関節固定術をする場合には，示指から小指にかけて屈曲角度を強くして固定するのがよいが，小指でも45°を超えた強屈曲位は避けるべきである。DIP関節は機能性・安定性の観点から固定術がよい。

母指再建術

母指機能を障害する変形はCM関節での内転拘縮，ダックネック変形やボタンホール変形，IP関節の不安定性である。変形の原因がCM関節破壊であることも多いが，CM関節が保たれていながら変形を生じることもある。CM関節破壊と内転拘縮に対しては，CM関節形成術と必要に応じた第1指間形成術(web Z-plasty，母指内転筋解離)が適応となるが，指間形成も内転筋解離で足りることが多く，皮膚形成まで必要となる症例は少ない。CM関節固定術は恒久的対立位を確保する意味で安定した術式であるが，関節形成術により可動性を温存し，橈側外転による「平らな手」(掌をつける手)も確保することが患者の満足度に大きく関与している。CM関節形成術はSwanson implantを用いたものも軟部組織(第1～2中手骨間靭帯と関節包)の再建さえ確実にすれば成績は悪くないが，長期的にはインプラントの摩耗が生じる¹⁾。種々報告され安定な成績を残しているsuspension arthroplasty²⁾も変形性関節

症のようなactivityの高い症例では長期的には沈み込みが生じ，内転拘縮の再発が問題になることもあるが，activityの低いRA患者には沈み込みも少なくよい適応となる。著者は手技も平易なThompson法を用いている(図3)。しかし，CM関節に対する安定した人工関節が求められているのも事実である。MP関節はどんな変形でも可動性を温存できそうな程度の関節破壊であれば滑膜切除と軟部組織手術，関節破壊が進行していればCM関節の可動性を確保した上での関節固定術がよい。以前は母指MP関節にもSwanson implantを用いて可動性の維持を試みたこともあったが，十分な安定性が確保できず把持力が再建できなかった例の満足度が低かったため，最近では骨破壊や脱臼のあるMP関節に対してはインプラント置換術より固定術を選択している。前述のようにIP関節は絶対的な安定性が確保できる固定術が適応となる。

手指再建術

1. MP関節

MP関節の尺側偏位・掌側脱臼の矯正により母指とのpinchを再建するが，MP関節屈伸の確保は必須なので関節破壊がある場合はインプラントを用いた関節形成が必要となる。インプラント使用の有無にかかわらず軟部組織の再建が重要である。滑膜切除を含む軟部組織手術は関節

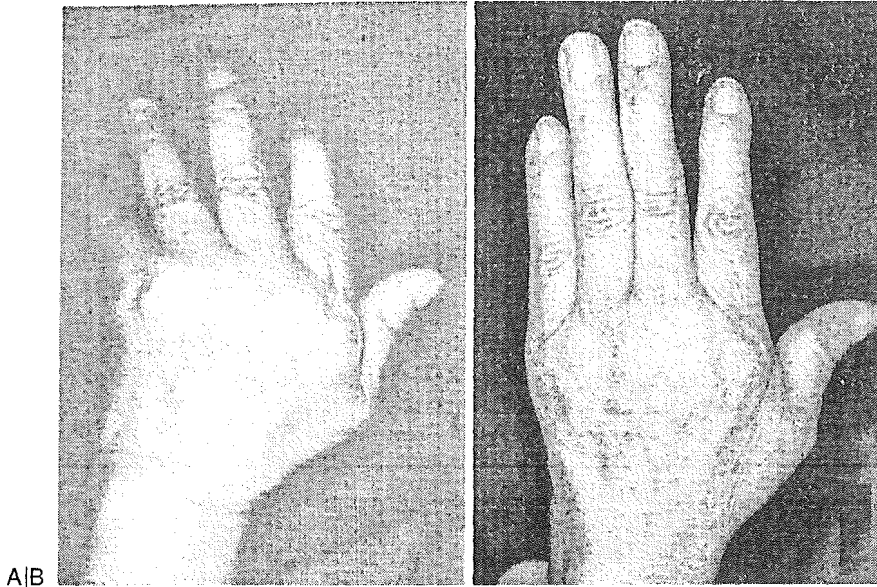


図4 拘縮の完成していない尺側偏位変形

手関節は橈背屈し、MP関節は尺側偏位・伸展制限という典型的なジグザグ変形である(A)。他動的にMP関節を伸展するとMP関節の伸展位が保持でき、手関節の変形も矯正されている(B)。

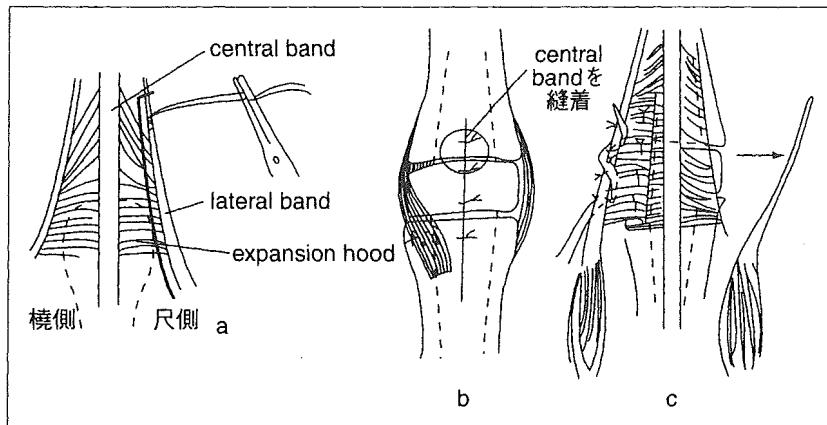


図5 MP関節における軟部組織の処置

伸筋腱の尺側縁を切開、遠位に延長して尺側のlateral bandを解離し(a)、伸筋腱を橈側に翻転して進入する。緩んだ橈側側副靭帯は中手骨橈背側につり上げるように縫着する(b)。弛緩した橈側sagittal bandを縫縮し、橈側指より解離した尺側lateral bandを橈側の伸展機構に縫着する(c: cross-intrinsic transfer)。

破壊が最小限度で変形が徒手矯正可能な症例が適応となる(図4)。関節拘縮が完成してしまえば軟部組織の解離と伸展機構の再建のみでは機能的な改善が少ないことが多い。軟部組織再建の要点は十分な滑膜切除と、尺側lateral bandと尺側側副靭帯の解離、伸筋腱の中央化、橈側側副靭帯と橈側sagittal bandの縫縮である(図5)。RA activityがコントロールされている軽症病型が適応となりがちだが、著者自身は比較的重症病型

でもインプラント関節形成術までのtime saving operationとして位置づけられてもよいと考えている³⁾⁴⁾。MES病型の症例でも骨破壊が軽度で掌側脱臼・尺側偏位が出現し始めた頃に、軟部組織再建を一度は勧めることにしている。手関節の安定性の確保が重要なことは前述の通りであるが、手関節破壊が少ない症例で、MP関節の再建時に手関節の橈屈が矯正されない場合は尺側手根伸筋の腱固定を併用する。

変形(脱臼)・拘縮が完成したり、骨性破壊が進行すれば人工物を使用するしないにかかわらず関節形成術が適応となる。関節形成術に際して、掌側板を用いたTupper法などのinterposition arthroplastyをするのか、人工関節を用いるのかという問題がある。ここで注意すべきは、シリコンインプラントは人工物ではありながらコンセプトとしてはinterposition arthroplastyの範疇に入るものだけということである。シリコンインプラントはゲル状シリコンの発癌性の問題やシリコンsynovitisが報告されて以来敬遠されがちだが、著者の経験では折損はあってもシリコンsynovitisはなく、それほど頻度の高いものとは思えない。ゲル状シリコンの発癌性についてもアメリカで再度検証される見込みである。しかし、ほかの大関節に対する人工関節の成績向上をみれば、MP関節も人工関節による再建が望ましい。Constrained typeは失敗に終わっているが、最近ではsemi-constrained typeやsurface replacementのimplantの開発がその流れとなっており、安定したimplantが期待される。関節置換術時にもその成否を分ける重要な要素は、適切な軟部組織の再建である(図5)。拘縮した尺側expansion hoodを伸筋腱の尺側縁で切開し、そのまま遠位に延長して尺側lateral bandを完全に切離して進入する。環・小指間の腱間結合は切離して尺側からのアプローチを基本にする。尺側へ落ち込んだ伸筋腱をMP関節包より剥離し、橈側へ翻転して関節を正中より切開しインプラントを挿入する。緩んだ橈側側副靭帯は中手骨に骨孔をあけて縫縮し、伸筋腱の掌側面に糸をかけて関節包の基節骨付着部(関節包が弛緩して脆弱な場合には基節骨に骨孔をあけて)に縫着することで尺側偏位の矯正と伸筋腱の中央化を確実にする。橈側の緩んだsagittal bandを縫縮し、必要に応じてcross-intrinsic transferを追加する。Cross-intrinsic transferは必要ないとの報告もあるが、長期的には尺側偏位の再発防止に効果があるとの報告もある⁹⁾。術前にスワンネックやボタンホール変形の傾向がある場合にはその変形を助長する可能性があり、PIP関節固定を併用するのでなければcross-intrinsic transferはしない方がよい。

2. IP関節

IP関節は指尖に力を伝えるためには安定性が重要なので、それに対しては関節固定術が確実で、DIP関節にはよく適応される。問題はPIP関節の再建である。示・中指のPIP関節はpinch, graspの再建には固定術でよいが、環・小指についてはgrip機能を再建するため、PIP関節の屈伸を再建したい。しかし、PIP関節に対するSwanson implantは変形の矯正にはある程度効果を発揮するが、屈伸可動域の獲得はあまり期待できない。PIP関節の安定した関節形成術の確立が望まれるが、まだ発展途上である。より安定な成績を期待するなら関節固定術となるが、その場合も示・中指よりやや屈曲を強くする方がよい。DIP関節固定は1.2mm程度のK-wireによるcross-pinningで十分だが、PIP関節にはcross-pinningのみでは癒合不全を生じることが多いので28G程度のsuture wireでcircular wiringあるいは背側のtension band wiringを併用する(図6)。Suture wireを追加するだけで固定性が確実にするのが術中に確認できる。K-wireは皮膚を刺激して痛みを訴えるようなら、骨癒合完成後に局麻下に抜釘する。無症状のwireは抜去の必要はない。

MP関節Swanson implantの長期成績

MP関節に対するSwanson症例(追跡期間:術後8年以上平均11.5年)20例25手96指(LES:2手, MES:19手, MUD:4手)につき検討した。インプラントはいずれの病型でも沈み込みは避けられないが、尺側偏位の再発は3指(3.1%, いずれも小指)にしかみられず、alignmentの維持には有効であった。病型が重度になるほど長期的には可動域制限が進行するが、ある程度の手指機能は維持されている(図6)。Key pinchの不能な例が3手あったが、2手は母指の障害、1手は示指PIP関節の屈曲制限によるものであった。握力・ピンチ力は全例低下傾向にあるもののADLの維持には十分機能している。いまだに安定した成績を残せる人工関節がない現在、シリコンインプラントによるinterposition arthroplastyは、RA手指の再建においてきわめて重要な選択肢のひとつといえよう⁹⁾。

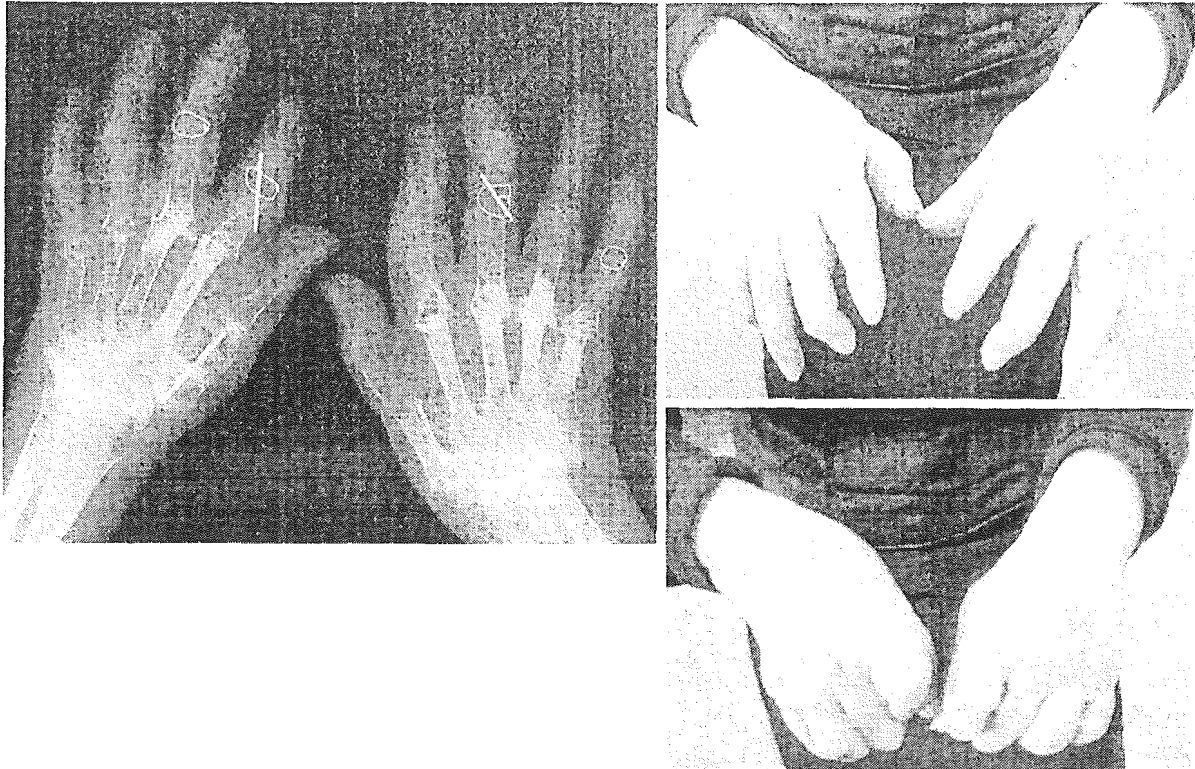


図6 MES術後14年
インプラントの沈み込みのため屈曲が制限されてきているが、尺側偏位の再発はない。

おわりに

大関節における人工関節の成功をみれば、手指においても長期的に安定な人工関節が切望される。しかし、現有の術式をもってしても、関節リウマチ(RA)患者の手指機能を向上させることは可能である。再建術によっていかなる機能が向上するか、なにが犠牲になるかを知った上で、患者のニーズに合わせた適切なアドバイスができることがRA診療に携わるものに必要である。症例によっては整容面の改善も手術適応のひとつとなることもある。徐々に進行する手指の変形に、なんとか適応している患者の訴えが少ないからといって敬遠されがちな手指再建術であるが、むしろ患者の訴え・ニーズをひき出して再建術の適応があるのではないか、という視点で診療にあたっていただきたい。

文 献

1) Hay EL, Bomberg BC, Burke C, et al. Long-term results of silicon trapezial implant arthroplasty. J

Arthroplasty 1988 ; 3 : 215.

2) Saffar P. Arthritis of the base of the thumb. In : Tubiana R, editor. The Hand. Vol V. Philadelphia : Saunders ; 1999. p. 395.

3) Wood VE, Ichtertz DR, Yahiku H. Soft tissue metacarpophalangeal reconstruction for treatment of rheumatoid hand deformity. J Hand Surg [Am] 1989 ; 14 : 163.

4) Dell PC, Renfree KJ, Bolow Dell R. Surgical correction of extensor tendon subluxation and ulnar drift in the rheumatoid hand : long-term results. J Hand Surg [Br] 2001 ; 26 : 560.

5) Clark DI, Delaney R, Stilwell JH, et al. The value of crossed intrinsic transfer after metacarpophalangeal silastic arthroplasty : a comparative study. J Hand Surg [Br] 2001 ; 26 : 565.

6) Kimball HL, Terrono AL, Feldon P, et al. Metacarpophalangeal joint arthroplasty in rheumatoid arthritis. Instr Course Lect 2003 ; 52 : 163.



話 題

光学式三次元位置計測システムを用いた脊椎上肢協同運動の動作解析*

辺見 俊一** 正 富 隆***
米 延 策 雄** 小 田 邦 彦****

Key Words : motion analysis, optical 3-D motion analysis system, activities of daily living, upper extremity, coordination

はじめに

摂食, 洗髪, 洗顔などの日常生活動作(ADL)は, 頸椎と上肢の複数の関節の動きが密接に協同して行われている。これらADLの評価は問診, あるいは実際の動作の観察から, できるかできないかを検者の主観により評価しているのが現状で, 分析的に捉えきれていない。

近年, 歩行解析を中心に光学式三次元位置計測システムが実用化されてきている¹⁾。これは被検者の体にマーカーを貼りつけ, カメラでその位置座標を計測し, このデータを基にして各関節の動きを計測するものである。一方, このシステムを用いて上肢の動きの評価はほとんど行われていない²⁾。今回, 頸椎と上肢が関連するADLを評価するため, 光学式三次元位置計測システムを用いて, 頸椎・上肢協同運動の中で, 個々の関節の動きを定量的に計測し, ADLの運動解析を試みたので報告する。

光学式三次元位置計測システム

使用した光学式三次元位置計測システムは米国Vicon Motion System社製VICON 512™システ

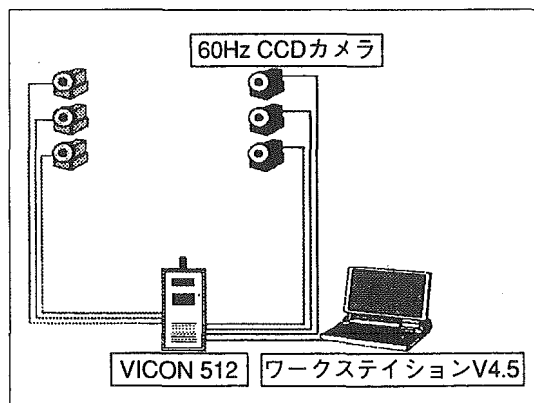


図1 VICON 512™システム

ム(以下VICON)で, 当院のリハビリテーション室の一角に設置されている。これは被検者の体に, マーカーと呼ばれる赤外線を反射する特殊なシールを貼った小球を貼りつけ, 個々のカメラから放射された赤外線の反射光を再びカメラで捉えることにより, その位置座標を計測し, このデータを基にして各関節の動きを自動的に計測する仕組みになっている(図1)。

マーカーはVICONにより指定された位置(図2, 表1)に, 頭部に4個, 体幹に5個, 上肢に7個ずつ計23個貼付した。これらは軽量でレー

* Motion analysis of coordination of the neck and upper limbs for activities of daily living using with an optical 3-D motion analysis system.

** Shunichi HENMI, M.D. & Kazuo YONENOBU, M.D.: 独立行政法人国立病院機構大阪南医療センター整形外科(☎586-8521 河内長野市木戸東町2-1); Department of Orthopaedics, Osaka Minami Medical Center, Kawachinagano 586-8521, JAPAN

*** Takashi MASATOMI, M.D.: 大阪厚生年金病院整形外科

**** Kunihiko ODA, M.D.: 大阪医専

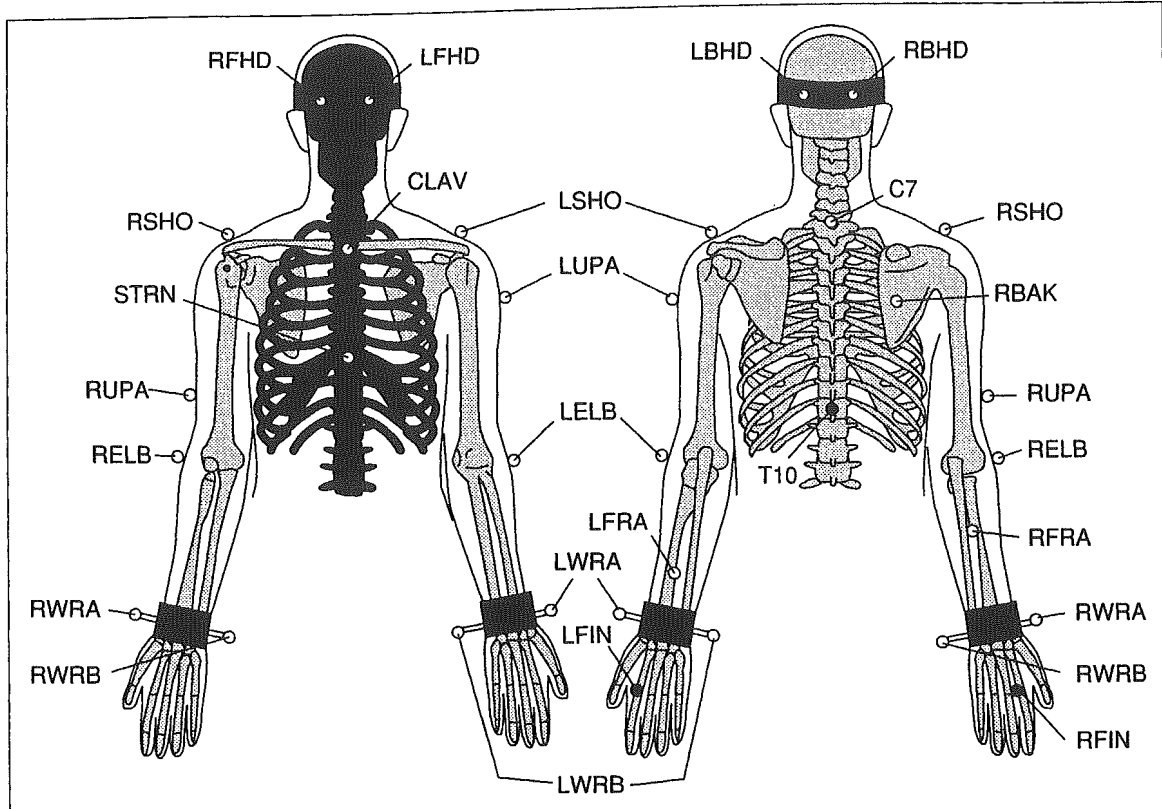


図2 VICON指定のマーカ位置
頭部から頸椎, 上肢全体.

表1 VICON指定のマーカ位置の説明

Marker name	Definition (except from user's manual)
LFHD	Left front head
RFHD	Right front head
LBHD	Left back head
RBHD	Right back head
C7	7th cervical vertebrae
T10	10th thoracic vertebrae
CLAV	Clavicle
STRN	Sternum
RBAK	Right back
LSHO	Left shoulder marker
LUPA	Left upper arm marker
LELB	Left elbow
LFRA	Left forearm marker
LWRA	Left wrist marker A
LWRB	Left wrist marker B
LFIN	Left fingers
RSHO	Right shoulder marker
RUPA	Right upper arm marker
RELB	Right elbow
RFRA	Right forearm marker
RWRA	Right wrist marker A
RWRB	Right wrist marker B
RFIN	Right fingers

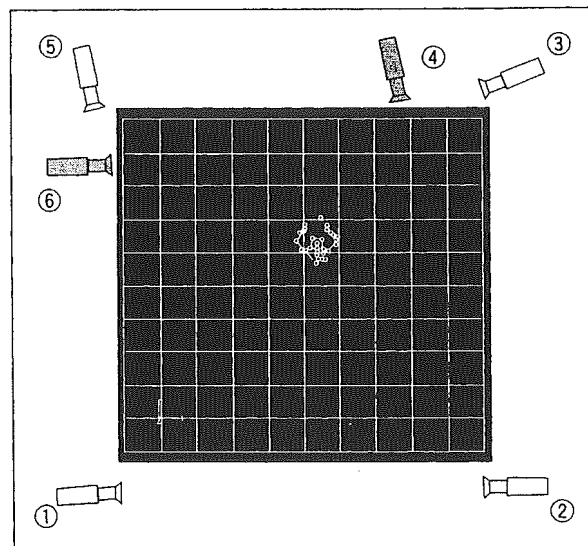


図3 当院での頸椎上肢動作計測システム
中央は被検者, 上からみたところ.

ザー発光ダイオードLEDのように電源を必要としないので, 被検者は自然な動きが可能となる。当リハビリテーション室では6台のCCDカメラを被検者の周りに設置している(図3)。CCDカ

表2 頸椎上肢動作計測システムの測定誤差

		平均	標準偏差
頸椎	屈曲	47	2.03
	伸展	64	2.56
肩関節	屈曲	161	0.78
	伸展	175	1.81
肘関節	屈曲	6	0.89
	伸展	75	2.35
前腕	回内	75	2.35
	回外	100	2.12

(度)

メラはサンプリングレート60Hzのものを用い、4台(図3の①, ②, ③, ⑤)は3mの高さのポール上に固定し、2台(図3の④と⑥)は上肢の動きにより隠れやすい前胸部のマーカが捉えやすいよう1mの高さの三脚に固定し自由に動かせるようにしている。また、カメラによって捉えたマーカ位置座標データは、ワークステーションにより自動的に三次元化される。その後手作業でマーカに対しVICONにより指定されたラベルをつけることにより各関節の可動域が自動的に計測可能となっている。

光学式三次元位置計測システムの精度について

VICONの計測精度は高精度のシステムとされている³⁾が、マーカを体表面に固定し各動作を計測する場合、マーカの位置が動作により移動してしまうため、状況によっては測定精度が低下する可能性がある。このため、実際に被検者にマーカを装着し、本システムの信頼性(再現性)の評価を行った。また、従来行われている万能角度計による可動域計測との比較を行った。

1. 対象と方法

対象は健常者5人(女性3人, 男性2人), 年齢は20~28歳(平均年齢23歳)とした。調査は、VICONを用いて頸椎の屈曲伸展, 肩関節の屈曲, 肘関節の屈曲伸展, 前腕の回内外の可動域を計測した。

まず、本システムで各被検者に対し同一の検者が上記の可動域につき3回繰り返し測定し、各被検者の標準偏差の平均値つまり被検者内の変動を測定誤差として再現性の評価を行った。次に、本システムによる可動域計測の3回測定の平均値と、日常診療で用いられる万能角度計

表3 頸椎上肢動作計測システムと万能角度計の関節可動域計測における相関関係

		VICON	万能角度計	相関係数
頸椎	屈曲	47	50	0.90
	伸展	64	56	0.89
肩関節	屈曲	161	160	0.94
	伸展	175	161	0.91
肘関節	屈曲	6	6	0.83
	伸展	75	76	0.76
前腕	回内	75	76	0.76
	回外	100	93	0.78

(度)

での可動域とを比較し、相関係数を求めた。

2. 結果

VICONによる各関節の可動域計測の平均値と標準偏差を、表2に示す。本システムの標準偏差は0.78~2.56度であり、3度以内の誤差におさまっていた。

次に、本システムと万能角度計による可動域の平均値と両者の相関係数を、表3に示した。頸椎屈曲, 肩関節屈曲, 肘関節屈曲について、相関係数は0.9以上で、そのほかの関節可動域でも相関係数が0.69以下のものはなかった。

光学式三次元位置計測システムを用いた脊椎上肢協同動作解析

洗髪, 洗顔, 食事動作は、脊椎と上肢の複数の関節が関係しており、また日常生活上も不可欠な動作である。これらの動作を、本システムを用いて各関節の可動域を計測した。

1. 対象と方法

先の調査に参加した5名のボランティアを対象として、光学式三次元位置計測システムを用いて洗顔, 洗髪, 食事動作における頸椎屈曲, 肩関節屈曲, 肘関節屈伸, 前腕回内外の最大角度を計測した。次に、関節リウマチ(RA)による肘関節拘縮を生じた患者の洗髪動作を前述の方法で計測し、健常者との比較を行った。

2. 結果

図4は、健常者(case 1)の洗髪動作における頸椎, 肩関節, 肘関節の動きをグラフで示した。洗髪動作において、頸椎, 肩関節, 肘関節はそれぞれ単独で動いているのではなく、協調して動いていた。また、本例の洗髪動作における最