

# 橈骨コンポーネント付き人工肘関節の開発と使用経験

中嶋 洋 西塔 進 山本 隆文  
太田 信彦 石山 照二 山本 健吾  
宮崎 忠勝 島田 幸造

臨床整形外科

第32巻 第9号 別刷  
1997年9月25日 発行

医学書院



## 橈骨コンポーネント付き人工肘関節の 開発と使用経験\*

中嶋 洋\*\* 西塔 進 山本 隆文  
太田 信彦 石山 照二 山本 健吾  
宮崎 忠勝 島田 幸造\*\*\*

抄録：人工肘関節に安定性と生理的な荷重伝達を可能とするためステムに9°の傾斜をつけた橈骨コンポーネント付き人工肘関節(N式)を開発し、12例14肘に置換した。その臨床成績、安定性を工藤III型(K式)症例9例10肘と比較した。N式は平均手術時年齢60.2歳、平均追跡期間35.1カ月、K式は62.7歳、70.4カ月であった。JOA scoreはK式は53.1点が75.8点に、N式は45.6点が87.1点と改善し、N式に有意に高い術後点数が得られた。X線学的にゆるみの変化はいずれの群にも見られなかった。X線ストレス撮影ではK式は外反方向に8.4°の動揺性を示したのに対し、N式は1.6°で有意に安定性を示した。橈骨コンポーネント関節面の動態を中間位、回内位、回外位での正側面X線像により検討した。関節面の角度変化、軸偏位は極めて少なく、橈骨コンポーネントは適正な動態を示した。以上のことからN式人工肘関節は、関節の安定性と高い臨床成績が得られることがわかった。

臨整外 32 : 973~983, 1997

Key words : elbow joint(肘関節), artificial joint(人工関節), radial head component(橈骨コンポーネント)

### はじめに

慢性関節リウマチ(以下RAと略す)症例において肘関節の罹患頻度は20%から50%と報告され<sup>9,14,28)</sup>、実際に治療の対象となることは多い。肘関節が障害されると疼痛、関節可動域制限、不安定性のゆえに、上肢のリーチ障害が生じ、衛生動作、食事動作、更衣動作など必須のADLに支障をきたす<sup>23)</sup>。肘関節の骨破壊が高度で上記の症状をきたした症例に対して、最近では再建法の1つとして人工肘関節置換術(以下TERと略す)が適応されてきている。

人工肘関節は初期は蝶番型関節であった<sup>5)</sup>。しかし、高率にゆるみを生じたため<sup>10)</sup>、最近では半制

動型もしくは非制動型のものが開発され使用されている<sup>12,17,26,33)</sup>。とくに後者では長期の成績も報告されている<sup>7,31,39)</sup>。その多くは上腕骨、尺骨関節面のみが再建される非解剖学的な形態を持ったtwo-component人工肘関節であり、不安定性の残存、荷重伝達の偏在性といった問題を残す。そのため関節脱臼や<sup>8,22,31,39)</sup>コンポーネントのゆるみといった合併症も報告されている<sup>16,18,35)</sup>。われわれは上記の問題点を解決するために橈骨コンポーネントを備えた人工肘関節を開発し(以下N式人工肘関節とよぶ)、1992年2月より臨床応用している<sup>27)</sup>。今回、N式人工肘関節を紹介するとともにその機能、安定性を評価し、two-component人工肘関節と比較したので報告する。

\* Total Elbow Prosthesis with Radial Head Component ; Its Development and Clinical Trial(1997.2.19 受稿)

\*\* 住友病院整形外科 (〒530 大阪市北区中之島5-2-2) Hiroshi Nakashima, et al : Department of Orthopaedic Surgery, Sumitomo Hospital

\*\*\* 大阪厚生年金病院整形外科

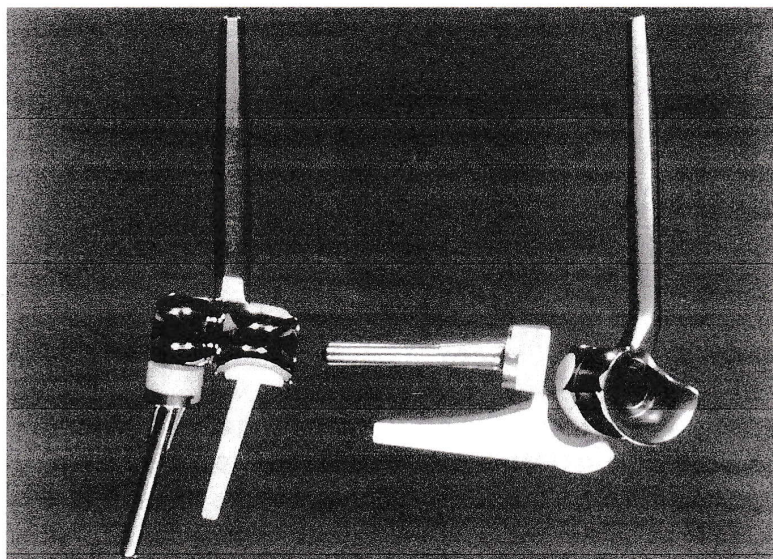


図1 N式人工肘関節

上腕骨・尺骨コンポーネントは左右別，橈骨コンポーネントは左右共通である。金属部はチタン合金，プラスチック部はHDPよりなる。

### I. N式人工肘関節およびその手術適応と手術法について

N式人工肘関節は上腕骨・尺骨・橈骨コンポーネントよりなる(図1)。形状，サイズは成人男性，女性それぞれ100肘のX線像を解析してデザインした。各コンポーネントはステムを有し，そのステムは関節面の垂直線に対し橈側に上腕骨6°，尺骨7°，橈骨9°の傾斜をつけ，X線像上より計測した関節面と骨軸の傾斜角を再現した。橈骨コンポーネントの関節部とステムの接合部は回旋防止の役目を持ったフレンジで補強している。腕橈関節は上腕側が凸，橈骨側が凹の等しい曲率を持った球面で形状されている。男性サイズをL，女性サイズをMとし，また小柄な女性を対象にSサイズを追加した。組成は上腕骨部はチタン合金(Ti-6Al-4V)，尺骨部はHDP(UHMWPE)，橈骨部は関節面はHDP，ステムはチタン合金よりなる。

手術適応は，肘関節に強い疼痛を伴いX線像でSteinbrocker stage III以上の関節破壊があり，上肢ADLに支障をきたしている症例である。ただし，橈骨コンポーネント挿入の理由から，橈骨頸部が残っているものを対象とした。橈骨コンポーネント付き人工肘関節において，前腕の円滑な回旋を得るためには，橈骨関節面は同一平面上，同一軸中心の回転運動が要求される。また，円滑な

屈伸を得るためには，上腕骨関節面に対し橈骨，尺骨関節面が同時に適合しなければならない。そうでない場合には，腕橈関節面もしくは腕尺関節面は不適合を生じ，かえって可動域の制限のみならず，コンポーネントの摩耗，ゆるみを引き起こすこととなる。したがって，手術のポイントは以下の2点である。第1に橈骨コンポーネントは関節面が前腕回旋軸に対し垂直に，また関節面中心軸が前腕回旋軸上となるように設置する。第2に固定順位は上腕骨コンポーネント，橈骨コンポーネントを固定したのち，尺骨コンポーネントをインプラントする。尺骨コンポーネントの固定位置は橈骨コンポーネントに比べ自由度が大きいので，橈骨コンポーネントと同時に上腕骨コンポーネントと適合する位置に調整して固定することができる。

以上の点に留意して下記に手術法を記載する。体位は手術側が上方の側臥位とする。エアータニケットを用い駆血下で手術を施行する。皮切は，肘関節背側に肘頭部では橈側凸の約15cmの弓状切開を用いる。尺骨神経は術中の損傷を予防するために，創全域において剝離し手術終了時に前方移行する。次に伸筋腱共通頭および外側側副靭帯を上腕骨外上顆より切離し，上腕三頭筋を腱部で逆V字形に切離し関節にいたる。前腕を回外および過屈曲することにより肘関節を脱臼し関

節面を露出する。展開が不十分な場合、尺側側副靭帯の fan-like portion を切離する。cord-like portion は温存する。

橈骨コンポーネント挿入について、前腕の回旋軸(橈骨頭関節面の中心より遠位尺骨頭を結ぶ線<sup>36)</sup>)にキルシュナーワイヤー(以下Kワイヤーとよぶ)を挿入する。方法として前腕の背側表面に、前腕の回旋軸上に置いたKワイヤーを指標として、Kワイヤーを橈骨関節面中心より遠位尺骨頭に向けて挿入する。挿入位置が適正な場合は前腕の回内外運動でKワイヤー近位端の偏位は生じない。偏位を生じる場合には、再度Kワイヤーを入れ直し偏位のないことを確認する。次に輪状靭帯を切離して橈骨頸部を露出して、Kワイヤーに対して垂直に約10mm骨切除を行なう(図2左)。Kワイヤー抜去後、橈骨髄腔を鋭匙で搔爬する。橈骨コンポーネントを、関節面が骨切り面に対して平行を保ち、かつステムが髄腔中心となるように試行的に挿入する。橈骨結節の位置を0時とした場合、6時方向にステムが9°の傾斜を持つ面が位置するように挿入する。ステムの長さはMサイズで50mmであり、髄腔に深く挿入され、強固な固定が得られる(図2右)。前腕を回内外させてみて、コンポーネント関節面がブレずに(同一平面上)、同心円運動(同一軸回転)することを確認する。上腕骨、尺骨関節面のトリミングおよび髄腔のラスピングは従来の two-component 人工肘関

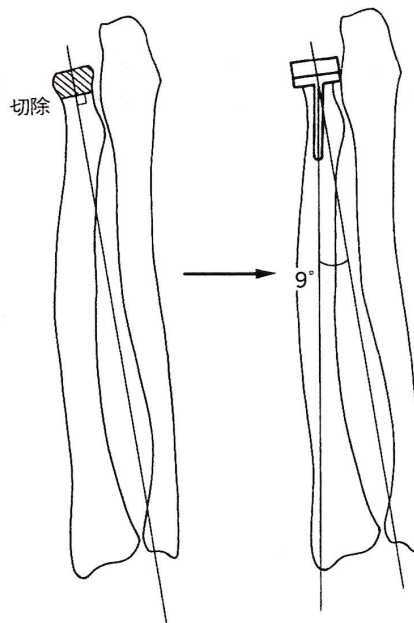


図2 橈骨コンポーネントの挿入法  
左：橈骨頸部を前腕回旋軸(橈骨関節面中心—遠位尺骨頭)に対し垂直に骨切りする。  
右：橈骨コンポーネントの挿入は関節面が骨切り面に平行を保つように、ステムは髄腔中心に挿入する。

節と変わるところがないので割愛する。セメント固定は、まず上腕骨コンポーネント、次に橈骨コンポーネントに施行する。最後に尺骨コンポーネントを、橈骨コンポーネントと同時に上腕骨関節面に適合する位置に調整しセメント固定する。止血洗浄後、輪状靭帯を修復し、上腕骨外上顆にKワイヤーにより小孔を作成し、これに2-0エチポンドを通し、切離した腱、靭帯を固定する。上腕三頭筋腱を縫合、筋膜を縫合、皮膚縫合し手術完了する。術後は肘屈曲90°、前腕は回内外中間位でギプス固定を2週間施行する。ギプス除去後は自動屈曲、他動伸展から開始し、術後3週間で他動屈曲、自動伸展および回内、回外運動を加え、術後4週間で抵抗運動による筋力トレーニングを開始する。それ以後にはリハビリ目標をセルフケアの確立として日常生活動作を中心に行なう。最低目標を食事の摂取とし、そのため肘の可動域は屈曲130°以上、回内40°、回外60°以上を目標と

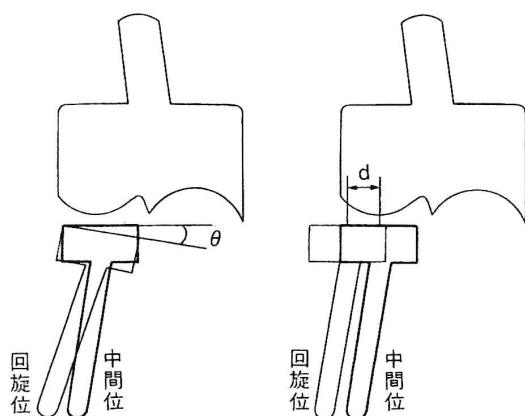


図3 橈骨コンポーネント関節面の動態  
左：関節面の角度変化( $\theta$ )  
右：関節面中心のズレ(d)

表 1 人工肘関節症例

症例	手術時年齢 (歳)	左右の別	追跡期間 (月)	JOA score(術前/術後)											
				疼痛	機能	可動域	動揺性	変形	総合点						
N式人工肘関節															
1	55	左	60	10/30	15/15	16/19	0/5	7/7	48/76						
2	68	右	58	0/30	12/20	21/23	10/10	7/7	50/90						
3	25	左	55	0/30	9/20	9/23	5/10	5/8	28/91						
4	52	右	55	0/30	7/16	12/23	5/10	8/8	32/87						
5	76	右	48	0/30	8/5	12/28	0/5	7/10	27/78						
6	65	右	34	10/25	7/9	19/21	10/10	7/7	53/72						
7	64	左	10	0/30	15/20	21/23	5/10	7/8	48/91						
8	64	右	32	0/30	11/20	23/30	5/10	10/10	49/100						
9	65	左	32	10/30	14/20	23/30	10/10	8/10	65/100						
	65	右	30	10/30	14/20	23/26	10/10	7/8	64/94						
10	56	左	29	10/30	13/17	12/21	0/10	7/8	42/86						
	56	右	27	10/30	13/17	19/17	0/10	8/7	50/81						
11	66	左	12	0/30	11/20	14/23	5/10	5/8	35/91						
12	66	左	9	10/30	17/17	5/19	10/10	5/7	47/83						
平均	60.2		35.1	5/30	11.9/17	16.4/23.3	5.4/9.3	7/8.1	45.6/87.1						
K式人工肘関節															
1	67	右	103	10/30	20/20	16/23	10/10	5/5	61/88						
2	57	左	101	10/30	13/17	21/18	5/0	8/5	57/70						
3	68	右	81	10/20	9/11	23/23	5/0	10/10	57/64						
4	64	左	78	10/30	10/11	23/23	0/5	7/7	50/76						
5	74	右	67	10/30	12/16	21/14	0/5	8/7	51/72						
6	62	右	65	10/30	15/17	16/23	10/5	7/7	58/82						
	62	左	64	10/30	15/17	23/23	10/5	8/8	66/83						
7	53	左	64	10/30	14/20	7/16	10/5	5/5	46/76						
8	55	右	62	0/30	9/15	16/19	5/0	7/7	37/71						
9	65	右	19	10/30	13/17	10/14	10/10	5/5	48/76						
平均	62.7		70.4	9/29	13/16	17.6/19.6	6.5/4.5	7/6.6	53.1/75.8						
P値(t検定)				0.04	0.5	0.4	1	0.61	0.03	0.51	0.0004	1	0.02	0.1	0.002

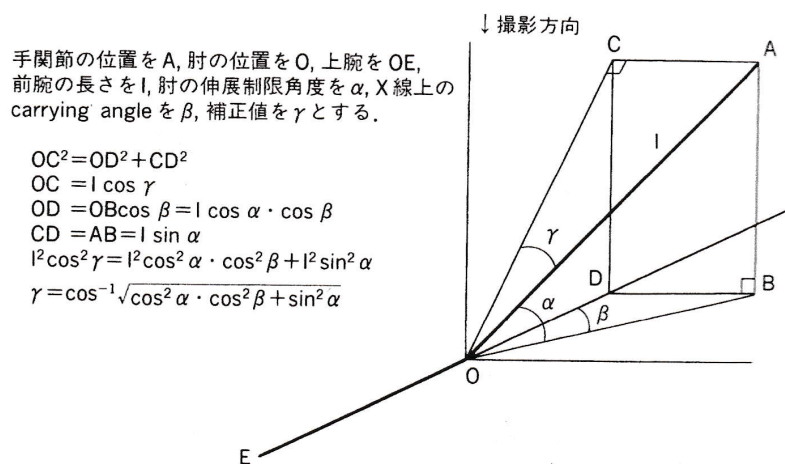


図 付録：伸展制限肘の carrying angle の補正式

表 1 (続き)

可動域(術前/術後) (°)								安定性評価(°)			合併症
伸展~屈曲				回内~回外				内反ストレス	外反ストレス	抵抗屈曲	
-40~125/-25~133				30 ~ 70 / 20 ~ 80				6	5	0	尺骨神経不全麻痺
-35~127/-35~145				40 ~ 90 / 70 ~ 90				0	1	0	
-53~ 95/-25~135				70 ~ 45 / 80 ~ 90				0	0	0	
-20~110/-33~135				45 ~ 30 / 70 ~ 90				0	0	0	
-15~ 85/- 8~145				10 ~ 70 / 45 ~ 90				0	1	0	
-35~130/-45~135				30 ~ 90 / 40 ~ 90				0	0	0	
-37~130/-25~137				70 ~ 70 / 90 ~ 90				0	3	0	
-10~120/-15~150				90 ~ 70 / 80 ~ 90				5	4	0	
-20~132/-15~147				80 ~ 90 / 80 ~ 90				6	1	0	
-33~128/-15~140				80 ~ 80 / 80 ~ 90				3	2	0	
-45~135/-35~136				30 ~ 45 / 60 ~ 60				1	5	0	術中上腕骨内顆骨折
-30~125/-35~128				10 ~ 90 / 20 ~ 80				0	0	0	
-45~130/-30~135				60 ~ 45 / 70 ~ 80				0	1	0	
-68~123/-45~143				10 ~ 30 / 30 ~ 80				0	0	0	
-35~121/-28~139				47 ~ 65 / 60 ~ 85				1.5	1.6	0	
-55~125/-47~140				45 ~ 80 / 80 ~ 80				0	6	6	
-25~135/-50~140				80 ~ 70 / 90 ~ 80				0	18	18	
-23~133/-27~140				70 ~ 90 / 45 ~ 90				4	12	9	
-45~145/-35~140				90 ~ 90 / 70 ~ 90				2	7	3	
-25~125/-43~130				45 ~ 90 / 30 ~ 90				11	12	0	
-45~135/-40~135				70 ~ 60 / 90 ~ 80				0	6	0	術中上腕骨内顆骨折 術中上腕骨骨皮質穿孔
-27~130/-27~140				70 ~ 90 / 70 ~ 90				4	6	2	
-70~125/-60~138				40 ~ 30 / 40 ~ 90				0	4	0	
-40~105/-35~135				60 ~ 70 / 60 ~ 60				1	11	6	
-53~124/-60~133				10 ~ 20 / 30 ~ 60				4	2	2	
-41~128/-42~137				58 ~ 69 / 61 ~ 81				2.6	8.4	4.6	
0.4	0.2	0.01	0.43	0.3	0.7	0.93	0.4	0.36	$7.7 \times 10^{-5}$	0.005	

する<sup>32)</sup>。

## II. 対象および方法

N式はRA患者12例14肘に使用した。全例女性で、手術時年齢は平均60.2歳(25~76歳)、追跡期間平均35.1カ月(9カ月~5年)であった。X線像では、全例Steinbrocker stage IIIであった。またtwo-component prosthesisとして関節破壊がN式例と同程度で手術をした工藤III型(以下K式)症例を対照とした。K式症例は9例10肘で、全例女性、手術時年齢62.7歳(53~74歳)、追跡期間70.4カ月(1年7カ月~8年7カ月)であった。

以上の症例に対し、1)臨床評価として日本整形外科学会肘機能評価法(JOA score)、2)X線

上の透亮像、ゆるみの有無、3)肘関節の安定性評価、4)N式例については橈骨コンポーネントの関節面のX線上の動態について検討した。安定性評価は肘最大伸展位で内反、外反ストレスをかけたときのcarrying angleの変化をX線学的に計測した。次に肘関節軽度屈曲位に伸展抵抗を加えた時のcarrying angleの変化をX線学的に計測した。これは日常生活における物の挙上動作時の肘関節の動揺性をシミュレーションしたものである。物の挙上動作、つまり上腕二頭筋、上腕筋の収縮が肘の安定性にどのように影響するかを調べた。またcarrying angleは各症例とも伸展制限がありX線上、大きく測定されるため、付録に示した式により補正して安定性評価に使用した。

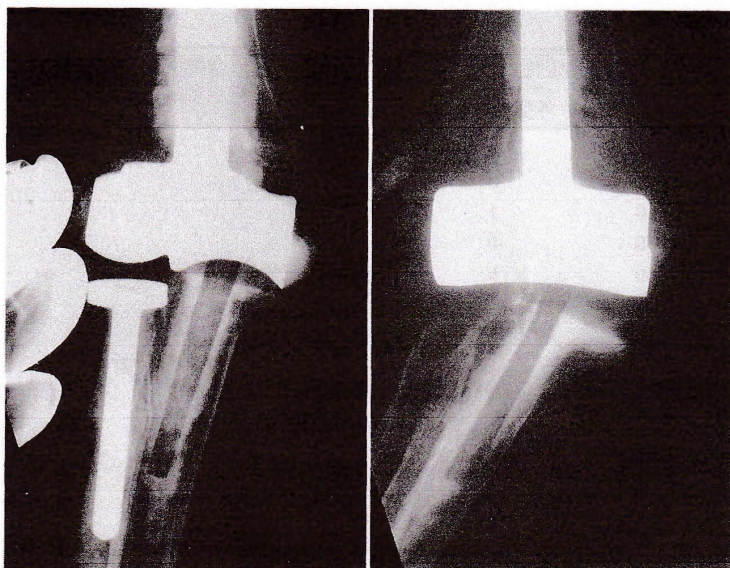


図4 外反ストレス下での動揺性  
左：N式は平均1.6°の動揺性を示した。  
右：K式は平均8.4°の動揺性を示した。

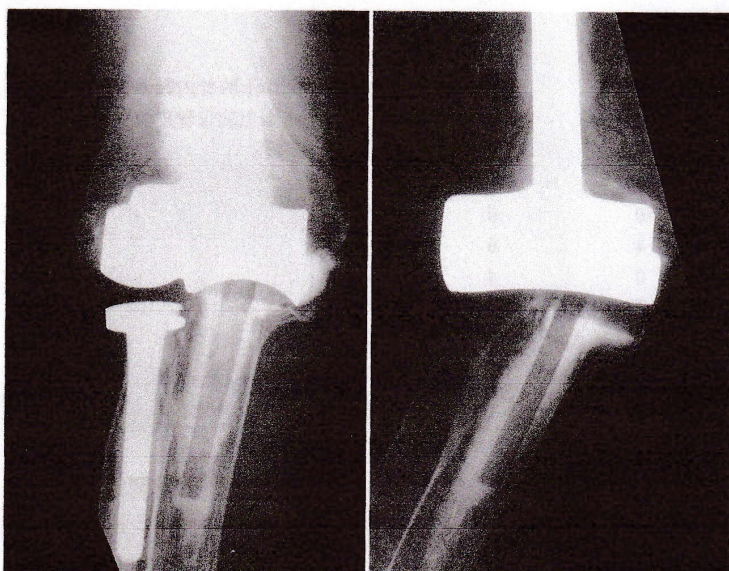


図5 抵抗屈曲時の動揺性  
左：N式は動揺性を認めなかった。  
右：K式は外反方向に平均4.6°の動揺性を示した。

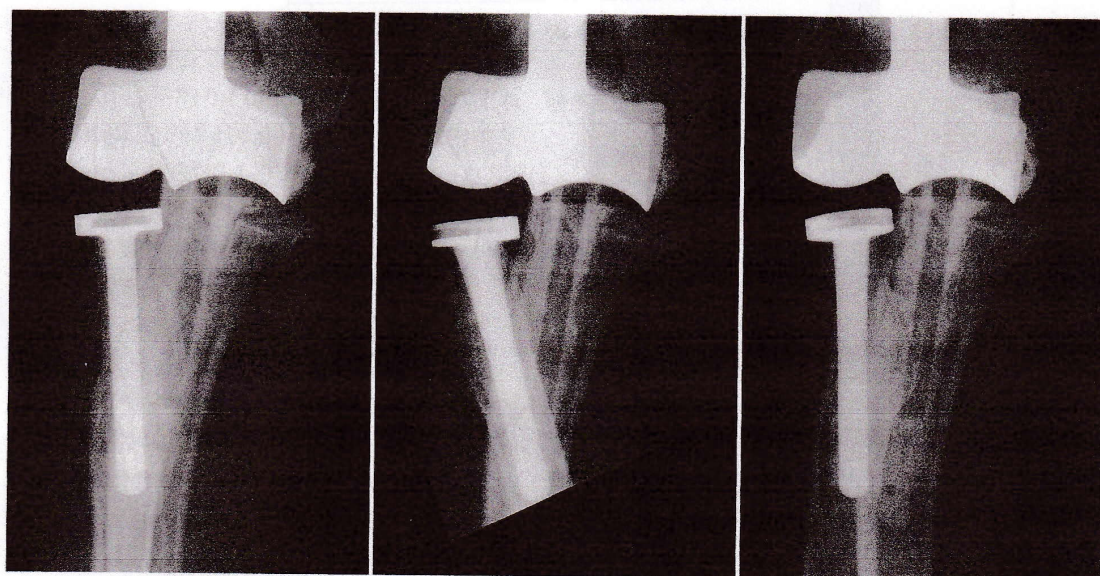
橈骨コンポーネントの関節面の動態は回内外中間位を基準に前腕が最大回内、回外したときの関節面の角度変化( $\theta$ )と、関節面中心の偏位( $d$ )をX線2方向撮影で測定し、その数値を同一平面上での回転運動、同一軸中心の回転運動の指標とした(図3)。

統計学的な有意差検定はt検定を用いた。

### III. 結果

#### 1. 臨床評価(表1)

JOA scoreはN式では術前平均45.6点が術後87.1点となった。K式では53.1点が75.8点となった。術後のJOA scoreでN式はK式よりも有意に( $p=0.002$ )高い点数を獲得していた。項目別では術後の可動域( $p=0.03$ )、動揺性( $p=0.0004$ )、変形( $p=0.02$ )に有意に高い点数を認めた。疼痛、機能は有意差はなかった。



左：中間位

中：回内位

右：回外位

図6 橈骨コンポーネントの動態(正面像)

表2 N式人工肘関節橈骨コンポーネントの動態

症例	正面像				側面像			
	回内		回外		回内		回外	
	$\theta(^{\circ})$	d(mm)	$\theta(^{\circ})$	d(mm)	$\theta(^{\circ})$	d(mm)	$\theta(^{\circ})$	d(mm)
1	0	1	1	2	0	0	2	1
2	7	2.7	2	0	0	1.7	3	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	2	1	0	0
5	1	0.4	6	0.4	2	0	0	0.4
6	0	1.1	0	0	4	1.1	2	0.5
7	0	1	0	0	7	3	3	1
8	2	1	7	0	7	0.9	5	0.8
9(左)	0	0	7	0	1	0	0	0.4
(右)	0	0.4	0	0	1	0.7	2	0
10(左)	0	0	0	0	0	2	0	0.9
(右)	0	0	0	0	0	0.8	5	1.6
11	0	0	0	0	0	1	2	0
12	0	0	0	0	0	0	2	0
平均	0.8	0.7	1.6	0.2	1.7	0.9	1.9	0.5

疼痛に関してN式は術前に高度7肘, 中等度7肘が, 術後には13肘に疼痛なしとなったが1肘に軽度の疼痛が残った. K式は術前に高度1肘, 中等度9肘が術後9肘がなしであったが, 1肘に軽度の疼痛が残った.

伸展-屈曲の可動域について, N式は術前-35°

~121°が術後-28°~139°と屈曲域に18°, 伸展域に7°の改善が得られた. K式は術前-41°~128°が, 術後-42°~137°となった. 回内-回外では, N式は術前47°~65°が, 術後60°~85°と両方向に改善があった. K式は術前58°~69°が術後61°~81°となった. 術後の伸展域においてN式はK式より有



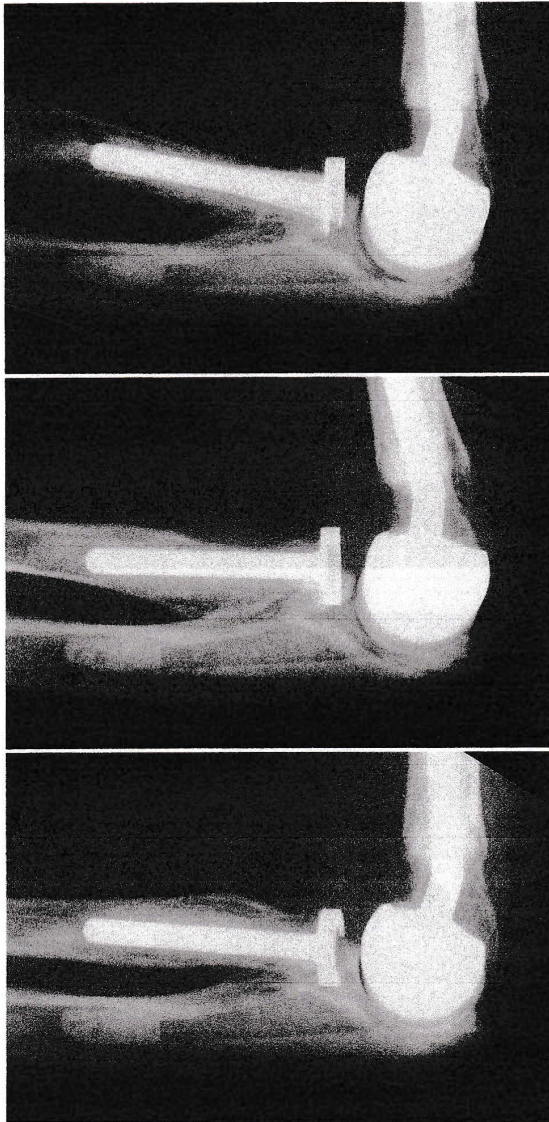


図7 橈骨コンポーネントの動態(側面像)  
上：中間位，中：回内位，下：回外位

意に広い可動域が得られた( $p=0.01$ )。その他の可動域において有意差はなかったが術後の回外域においてN式に高い可動域が得られた。

合併症はN式は術中上腕骨骨折1肘，尺骨神経不全麻痺1肘を認めた。前者には術中骨移植，固定術を施行し骨癒合が得られた。後者には術後5カ月で神経剥離を行ない手指のしびれは改善した。K式は術中上腕骨骨折1肘，上腕骨骨皮質穿孔1肘があり術中に前者は整復固定術，後者は骨

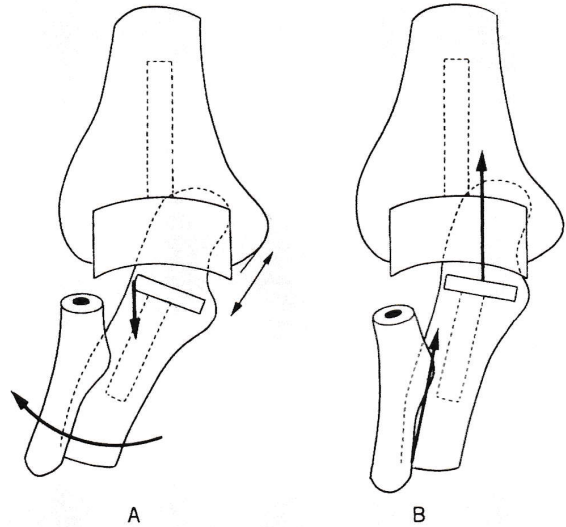


図8 Two-component 人工肘関節の力学的問題点  
A：外反方向への不安定性により，腕尺関節は点接触となり摩耗が促進する。  
B：荷重伝達は尺側に偏在するため上腕骨コンポーネントの沈みこみが促進する。

移植を施行し骨癒合が得られた。これら合併症は術後の肘機能に影響しなかった。

## 2. X線評価

N式，K式例ともゆるみ，沈みこみを生じた症例はなかった。X線上，N式は尺骨の肘頭部に1肘，内側部に3肘に骨セメント間の骨透亮像を認めた。K式では尺骨肘頭に1肘，内側に3肘，上腕骨ステム基部に2肘，骨セメント間の骨透亮像を認めた。以上の所見は部分的で2mm以下であった。

## 3. 安定性評価(表1)

内反ストレス下の動揺性は平均でN式1.5°，K式2.6°で有意差を認めなかった。一方，外反ストレスでは，N式は1.6°に対し，K式は8.4°であり，N式は有意に( $p=7.7 \times 10^{-5}$ )安定性を示した(図4)。抵抗屈曲時の動揺性については，N式では全例動揺性を認めなかった。K式は外反方向へ，平均4.6°の動揺性を認め(図5)，N式は有意に( $p=0.005$ )安定性を示した。

## 4. 橈骨コンポーネントの動態(表2)

術中所見として，全例に橈骨コンポーネント関節面は前腕回旋時に，良好な腕機関節の適合性が

確認された。

X線上の動態は正面像では最大回内位で $\theta$ は平均 $0.8^\circ$ 、 $d$ は平均 $0.7\text{ mm}$ 、回外位でそれぞれ $1.6^\circ$ 、 $0.2\text{ mm}$ であり(図6)側面像では回内位で $1.7^\circ$ 、 $0.9\text{ mm}$ 、回外位で $1.9^\circ$ 、 $0.5\text{ mm}$ であった(図7)。 $\theta$ は $0^\circ\sim 7^\circ$ 、 $d$ は $0\text{ mm}\sim 3\text{ mm}$ のばらつきを認めたが、臨床的な疼痛、可動域、X線上の変化の問題はなかった。

#### IV. 考 察

肘関節の屈伸運動において腕橈関節は腕尺関節とともに、また回内外運動においては遠位橈尺関節とともに適合性のある摺動面を提供している<sup>36)</sup>。また上腕二頭筋、腕橈筋などの肘屈曲筋および円回内筋、回外筋は橈骨に停止しているため腕橈関節は上記筋群の動きのテコの支点を形成する<sup>2)</sup>。N式人工肘関節は橈骨コンポーネントを備えることにより腕橈関節の摺動面と支点としての機能を再建し、結果、術後の広い可動域の獲得と筋力の回復<sup>4)</sup>につながる。つまり、より高い上肢機能を得るのに橈骨コンポーネントは必要である。

今回、術後のJOA scoreの可動域、動揺性、変形、総合点においてN式はK式よりも有意に高い点数が得られた。しかし、JOA scoreの中でADL評価としての機能項目では、有意差は認めず、患者の感じる術後のADLも優劣はつけがたかった。第一の主訴である疼痛に関して両者とも改善度が高いことと、また全般的に患者の活動性は低かったためにN式の可動域、動揺性、変形の優位性が反映されなかったと思われる。多岐にわたるADL項目を、多数の症例で解析する必要があり、今後の課題である。

生体力学的な橈骨コンポーネントの意義について考察する。肘関節は日常生活において外反ストレスに頻繁にさらされ<sup>34)</sup>、正常構造の肘関節ではそれに対し内側側副靭帯(MCL)は最も強固な安定要素であり、橈骨頭の支持は二次的な安定要素でその切除は安定性にほとんど影響しないとされている<sup>15)</sup>。しかし、K式はMCLを温存しているにもかかわらず外反ストレスに対し、不安定性を示した。その原因として、関節包の広範な切除と関節面の切除によるMCLの緊張の減少があげられ

る。また、肘抵抗屈曲動作でもK式は外反方向へ不安定性が生じた。肘屈曲筋が収縮時に橈骨切除端を近位に引き寄せ、外反動揺性が生じたと考えられる<sup>2,25)</sup>。それに対しN式人工肘関節は、外反ストレス下および抵抗屈曲動作においても安定していた。人工関節置換肘では軟部組織の支持機構が広範に喪失されるため、橈骨コンポーネントの安定性の役割は大きい<sup>29,30)</sup>。荷重伝達においては遠位橈骨端に加わった負荷の60%は腕橈関節で、40%は腕尺関節を通して上腕骨に伝達され<sup>11,38)</sup>、つまり橈骨コンポーネントは荷重伝達にも大きな役割を持つ。人工肘関節で橈骨頭の支持がないと外反方向の不安定性が生じ、上腕骨関節面と尺骨関節面の橈側端は点接触となり関節面の摩耗が促進される<sup>2)</sup>(図8-A)。また、前腕にかかった負荷は全て腕尺関節に伝達されるため単位面積あたりの負荷が増大し、上腕骨コンポーネントは尺側に負荷が偏在するため尺側の沈みこみを促進する<sup>17)</sup>(図8-B)。橈骨コンポーネントはこれらを防ぎ、結果、人工肘関節のより長期の耐久性が期待される。

なぜtwo-component人工肘関節が主流であり、橈骨頭の再建がされないのであろう。腕尺関節は屈伸方向のみの一軸運動であり再建が容易である。しかし、腕橈関節は屈伸運動と回転運動の二つの運動軸を持ち<sup>36)</sup>、また腕尺関節と同時に適合性を持たねばならない。つまり生理的肘関節再建の困難さが存在するからである。過去に橈骨コンポーネントを備えた人工肘関節が諸家により報告されてきた<sup>3,6,13,20,30,37)</sup>。しかし、術後早期にゆるみもしくは全周性の透亮像が発生し、特に橈骨コンポーネントの頻度は高い。Amis, 石津らの報告はセメント非使用であり固定法に問題を残すものの、セメント固定例でもPritchardは18カ月の経過で13肘中2肘に、Ewaldは1~3年で8肘中4肘に、Linscheidは40カ月で35肘中2肘に橈骨コンポーネントのゆるみ、透亮像を認めている。原因としてEwaldは橈骨コンポーネント使用により腕橈関節に発生したストレスの関与を示唆し、Linscheidは橈骨コンポーネントの不適正なアライメントに求めている。つまり腕橈関節の生理的な動態が獲得されず関節面に不適合が生じ、

異常なストレスが発生したためと推測される。われわれは、その問題を解決すべく橈骨コンポーネントが生理的動態をもった人工肘関節を開発し、腕橈関節に良好な適合性が得られた。追跡期間平均35カ月であるが、ゆるみは認めず、また橈骨コンポーネントには透亮像も認めず良好な経過をたどっている。

N式人工肘関節の問題点として、手術手技の標準化の不足と人工材料が残っている。すなわち手術手技の上で前腕の回旋軸へのKワイヤー挿入にコツを要する。現在操作を容易にするガイドを考案中である。また素材についてもチタン合金は人工関節摺動面には不適であると最近報告されている<sup>1,19,21,24,40</sup>。われわれの症例で metallosis の経験はないものの短期追跡であり、長期生存率を得るには、より高い強度の素材が必要と認識しており Co-Cr 合金への変更を検討している。

RA 症例の場合には、日常生活の活動性は低く、非生理的な人工肘関節でも容認されてきた。しかし、他の関節の再建が進み、社会に参加する機会が増えたことにより、上肢の使用頻度は増え、より高度な機能、より長期の耐久性を持った人工肘関節が要求されている。われわれの人工関節は橈骨コンポーネントを備えたことにより、要求に十分応えられる人工肘関節と考える。

### 結 語

1) N式を RA 破壊肘の再建に使用し、良好な機能が得られた。

2) N式はK式より有意に安定性を示した。

3) 再建腕橈関節は前腕回旋時に円滑な適合性を示した。

N式人工肘関節の作製に関しては、根本商会、根本嘉夫、伊藤哲夫両氏の協力を得た。ここに深謝します。

本論文の要旨は、第68回日本整形外科学会学術集会で発表した。

### 文 献

- 1) Agins HJ, et al : Metallic wear failed titanium-alloy total hip replacements. *J Bone Joint Surg* **70-A** : 347-356, 1988
- 2) Amis AA, et al : The derivation of elbow joint forces, and their relation to prosthesis design. *J Med Eng Technol* **3** : 229-234, 1979

- 3) Amis AA, et al : Design, development, and clinical trial of a modular elbow replacement incorporating cement-free fixation. *Engng Med* **13** : 175-179, 1984
- 4) An KN, et al : Determination of muscle orientations and moment arms. *J Biomech Eng* **106** : 280-282, 1984
- 5) Dee, R : Total replacement arthroplasty of the elbow for rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* **54-B** : 88-95, 1972
- 6) Ewald FC, et al : Total elbow arthroplasty. *Clin Orthop* **182** : 137-142, 1984
- 7) Ewald FC, et al : Capitulocondylar total elbow replacement in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* **75-A** : 498-507, 1993
- 8) Ferlic DC, et al : Salvage of failed total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* **4** : 290-297, 1995
- 9) Fleming A, et al : Early rheumatoid disease. *Ann Rheum Dis* **35** : 361-364, 1976
- 10) Garrett JC, et al : Loosening associated with G. S. B. hinge total elbow replacement in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* **127** : 170-174, 1977
- 11) Halls AA, et al : Transmission of pressures across the elbow joint. *Anat Rec* **150** : 243-248, 1964
- 12) 井上 一・他 : セラミック人工肘関節の長期成績。 *関節外科* **15** : 346-351, 1996
- 13) 石津恒彦・他 : 大阪医大式人工肘関節の特長と手術成績。 *別冊整形外科* **26** : 144-148, 1994
- 14) Jacoby RK, et al : Onset, early stages, and prognosis of rheumatoid arthritis. *BMJ* **14** : 96-100, 1973
- 15) King JW, et al : Stabilizer of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg* **2** : 165-174, 1993
- 16) 近藤泰紘・他 : RA における DOH 式人工肘関節置換術。 *日関外誌* **11** : 197-207, 1992
- 17) Kraay MJ, et al : Primary semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* **76-B** : 636-640, 1994
- 18) Kudo H, et al : Total elbow arthroplasty with a non-constrained surface-replacement prosthesis in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* **72-A** : 355-362, 1990
- 19) Kudo H, et al : Cementless or hybrid total elbow arthroplasty with titanium-alloy implant. *J Arthroplasty* **9** : 269-278, 1994
- 20) Linscheid RL : Unconstrained devices. 293-310 (Morrey BF : Joint replacement arthroplasty, III, Churchill Livingstone, New York, 1991)
- 21) Lombardi AV, et al : Aseptic loosening in total hip arthroplasty secondary to osteolysis induced by wear debris from titanium-alloy modular femoral heads. *J Bone Joint Surg* **71-**

- A : 1337-1342, 1989
- 22) Lyall HA, et al : Results of the Souter-Strathclyde total elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty* **9** : 279-284, 1994
- 23) 村田秀雄 : 関節可動域と日常生活動作について. *総合リハ* **4** : 800-810, 1976
- 24) McKellop HA, et al : In vivo wear of titanium-alloy hip prostheses. *J Bone Joint Surg* **72-A** : 512-517, 1990
- 25) Morrey BF, et al : Force transmission through the radial head. *J Bone Joint Surg* **70-A** : 250-256, 1988
- 26) Morrey BF, et al : Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg* **74-A** : 479-490, 1992
- 27) Nakashima H, et al : Function and stability of total elbow arthroplasty with the radial head component. 1065-1068 (Vastamäki M, et al : 6th congress of International Federation of Societies for Surgery of the Hand, Monduzzi Editore, Bologna, 1995)
- 28) Porter BB, et al : Rheumatoid arthritis of the elbow : The results of synovectomy. *J Bone Joint Surg* **56-B** : 427-437, 1974
- 29) Pribyl CR, et al : The effect of the radial head and prosthetic radial head replacement on resisting valgus stress at the elbow. *Orthopedics* **9** : 723-726, 1986
- 30) Pritchard RW : Anatomic surface elbow arthroplasty. *Clin Orthop* **179** : 223-230, 1983
- 31) Ruth JT, et al : Capitelcondylar total elbow replacement. *J Bone Joint Surg* **74-A** : 95-100, 1992
- 32) Safaee-Rad R, et al : Normal functional range of motion of upper limb joints during performance of three feeding activities. *Arch Phys Med Rehabil* **71** : 505-509, 1990
- 33) Schemitsch EW, et al : Results of total elbow arthroplasty after excision of the radial head and synovectomy in patients who had rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* **78-A** : 1541-1547, 1996
- 34) Schwab GH, et al : Biomechanics of elbow instability. *Clin Orthop* **146** : 42-52, 1980
- 35) Sjöden GOJ, et al : Late results of the Souter-Strathclyde total elbow prosthesis in rheumatoid arthritis. *Acta Orthop Scand* **66** : 391-394, 1995
- 36) Steindler A : Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions. 493-494, Springfield, Illinois, CC Thomas, 1955
- 37) Trepman E, et al : Radial head replacement in capitelcondylar total elbow arthroplasty. *J Arthroplasty* **6** : 67-77, 1991
- 38) Walker PS : Human joints and their artificial replacements. CC Thomas, Springfield, Illinois, pp 182-183, 1977
- 39) Weiland AJ, et al : Capitelcondylar total elbow replacement. *J Bone Joint Surg* **71-A** : 217-222, 1989
- 40) Witt JD, et al : Metal wear and tissue response in failed titanium alloy total hip replacements. *J Bone Joint Surg* **73-B** : 559-563, 1991

## ● 学会案内

### 第90回 中部日本整形外科災害外科学会開催予告

第90回中部日本整形外科災害外科学会を下記により開催いたします。多くの皆様のご参加をお願いいたします。

なお、演題の応募方法、主題、その他詳細は次号で改めてご案内いたします。

記

会 期 : 1998(平成10)年5月21日(木)・22日(金)  
 会 場 : ホテルニューオータニ大阪  
 ☎ 540 大阪市中央区城見1-4-1  
 連絡先 : 大阪市立大学医学部整形外科学教室  
 TEL 06-645-2161/FAX 06-646-6260

第90回中部日本整形外科災害外科学会  
 会長 山野 慶樹  
 (大阪市立大学医学部整形外科学教室)