Key words : Rheumatoid arthritis, forefoot deformity, joint-preserving surgery, resection arthroplasty

リウマチ性前足部変形に対する関節温存手術と切除関節形成術の術後成績の比較

水木　伸一*　　今井　麻央　　兒島　祐希
堀元絵梨花　　三嶋　耕司　　押領司健介

要　　旨

背景：関節リウマチ（RA）に対する薬物治療の進歩に伴い，RA 患者の前足部変形に対して関節温存手術が広く行われるようになった．当科では 2010 年まで切除関節形成術を施行していたが，2010 年以降は関節温存手術を施行している．これら 2 つの手術法の術後成績について比較した報告は限られている．

目的：RA 患者の前足部変形に対して施行された関節温存手術の臨床成績を切除関節形成術のものと比較すること．

方法：2000－2016 年に当科で前足部変形に対する手術を受けた RA 患者を対象とした．患者立脚型評価として SAFE-Q（足部足関節評価質問票）を，医師主導型評価として日本足の外科学会 RA 足部・足関節判定基準（JSSF　RA）を用いた．関節温存手術（温存群）の術後成績を，切除関節形成術（切除群）を歴史的対照群として比較した．

結果：SAFE-Q の下位尺度のうち，全体的健康感は温存群では切除群と比較して有意に高かった（平均点 82. 4 vs. 65. 7，p 値＜0. 05）．JSSF　RA スケールでは，温存群は切除群よりも有意に高かった（平均点 80. 1 vs. 72. 1，p 値＜0. 05）．中足趾節関節の背屈可動域は，温存群では切除群よりも有意に小さかった．

結論：関節温存手術では，患者立脚型評価および医師主導型評価の両方において，切除関節形成術よりも良い術後成績が得られた．関節温存手術において，中足趾節関節可動域改善について工夫が必要である．

はじめに

関節リウマチ（RA）は関節に炎症の首座がある全身性炎症性疾患である．中足趾節（MTP）関節を含む RA 前足部変形は，RA の時間経過とともに頻度は増加する[1]．RA 前足部変形に対する手術として中足骨頭を切除する切除関節形成術が広く行われてきた[2),3)]が，近年の RA 薬物治療の進歩に伴い，中足骨頭を切除しない関節温存手術が多くの患者に適応されるようになった[4),5),6),7)]．当科では 2010 年まで切除関節形成術を施行していたが，2010 年以降関節温存手術を施行している．しかし，RA 前足部変形に対する関節温存手術と切除関節形成術の臨床的成績について比較した報告は限られている．

本研究では，RA 前足部変形に対する関節温存手術の術後の患者立脚型評価および医師主導型評価を，切除関節形成術を施行した患者群を歴史的対照群として比較する．

対象と方法

患　者

2000 年から 2016 年までに当科で RA 前足部変形に対して足趾形成術を施行された患者を対象とした．2010 年までに切除関節形成術を施行された患

*松山赤十字病院　リウマチ膠原病センター

者を「切除群」とし，2010年以降に関節温存手術を施行された患者を「温存群」とした．

臨床評価

患者立脚型評価としてSAFE-Q（足部足関節評価質問票）[8]を用いた．SAFE-Qは34個の質問の回答に対して0－4点が与えられ，5つの下位尺度スコア（痛み・痛み関連，身体機能・日常生活の状態，社会生活機能，靴関連，全体的健康感）が0－100点で計算され，高いほうが良好な状態を表す．対象患者はSAFE-Q質問票を直接あるいは郵送で回答するように求められた．

医師主導型評価には日本足の外科学会RA足部・足関節判定基準（JSSF RAスケール）[9]を用いた．JSSF RAスケールは疼痛（0－30点），変形（0－25点），関節可動域（0－15点），歩行能力（0－20点），日常生活動作（ADL）（0－10点）で評価され，合計点数が0－100点で計算され，高いほうが良好な状態を表す．対象患者は外来受診時に医師によってJSSF RAスケールを用いて評価され，同時にMTP関節可動域が徒手的に計測された．

評価された患者のうち，歩行不能症例，神経炎合併症例，下肢切断術を受けたもの，母趾単独あるいは外側趾単独の手術を受けたものは除外された．また母趾にSwansonインプラントを用いられたものは温存群からは除外されたが，切除群には含められた．

手術手技

関節温存手術では背側皮切でアプローチし，母趾にはMitchell変法[10]あるいは第1中足骨近位楔状回旋骨切り術[7]，外側趾には中足骨遠位斜め短縮骨切り術[4),11)]を施行した．母趾内転筋を外側種子骨および基節骨付着部で切離し，第1中足骨頭内側骨隆起を切除する．Mitchell変法ではMTP関節面より2 cm近位で，第1中足骨近位楔状回旋骨切り術では中足楔状骨関節より1.5 cm遠位で，外側楔状に短縮骨切りを行い，変形を矯正し，1.5 mm径キルシュナー鋼線で交差固定する．第1MTP内側関節包を縫縮する．第2－5中足骨遠位で斜め短縮骨切りを行い，足趾尖端より1.2 mm径キルシュナー鋼線を刺入しMTP関節および骨切り部を固定する．2－3週間免荷し，2－3週間後に第2－5趾のキルシュナー鋼線を抜去し，足底板を装着下に全荷重歩行を行う．

切除関節形成術では母趾には背内側アプローチで，外側趾には底側アプローチで中足骨頭を約1.5 cm切除する．キルシュナー鋼線固定は行わず，歩行訓練を行う．

統計学的解析

切除群を歴史的対照群として，温存群と比較した．患者背景因子の比較にはt検定あるいはχ^2検定を行った．SAFE-Q，JSSF RAスケールの各点数，関節可動域を比較するためにt検定を行った．統計解析はJMP15を用い，有意水準は0.05とした．

結　果

SAFE-Qについては温存群17例（27足）と切除群21例（41足）を比較し，JSSF RAスケールについては温存群30足（21例）と切除群27足（14例）を比較した（**Table 1**）．手術時平均年齢は温存群ではSAFE-Qにおいて62.9歳，JSSF RAスケールにおいて63.5歳で，切除群より高かった．平均経過観察期間は温存群では切除群よりも短く，調査時の年齢は両群間に差はなかった．手術時のメトトレキサートの服用用量や生物学的製剤の使用率が温存群では切除群よりも高く，RA疾患活動性DAS28-CRPは低く，JSSF RAスケール対象患者においては有意な差であった．

SAFE-Qの各質問の平均点数を**Fig. 1**に示す．調査時に温存群で切除群よりも有意に高い点数であった質問は，足の症状のために「家の中で杖やてすりを使いましたか？」（3.8 vs. 3.0），「家の外で杖を使いましたか？」（3.9 vs. 3.0），「仕事，学校生活や家事が難しかったですか？」（3.6 vs. 2.9），「イライラすることがありましたか？」（3.5 vs. 2.7），「周りの人に迷惑をかけていると感じることがありましたか？」（3.5 vs. 2.8）であった．SAFE-Q下位尺度の平均点数をレーダーチャートで**Fig. 2**に示す．すべての下位尺度において数値的に温存群は切除群より高い点数で，全体的健康感においては有意な差であった（82.4 vs. 65.7）．

調査時のJSSF RAスケール平均点数を**Fig. 3**に示す．合計点は温存群で切除群よりも有意に高く

Table 1　患者背景

	SAFE-Q		JSSF RA	
	温存群	切除群	温存群	切除群
N	17例27足	21例41足	21例30足	14例27足
手術時年齢（歳）	62.9 ± 2.6	56.7 ± 2.4	63.5 ± 1.3 *	58.3 ± 2.0
女性（%）	88.2%	100%	96.7%	92.9%
罹病期間（年）	17.3 ± 2.7	19.5 ± 1.9	17.8 ± 1.4	19.0 ± 2.1
BMI（kg/m²）	20.7 ± 0.8	20.3 ± 0.8	20.7 ± 0.6	19.2 ± 0.8
DAS28-CRP	1.92 ± 0.23	2.41 ± 0.25	1.89 ± 0.15 **	2.89 ± 0.24
MTX服用（%）	88.2%	81.0%	70.0%	85.7%
MTX用量（mg/週）	7.7 ± 0.5	6.5 ± 0.4	7.9 ± 0.4 *	5.9 ± 0.5
PSL服用（%）	82.4%	81.0%	86.7%	85.7%
PSL用量（mg/日）	4.1 ± 0.6	5.6 ± 0.5	4.3 ± 0.5	4.8 ± 0.6
生物学的製剤使用（%）	21.4%	11.1%	26.7% *	0%
経過観察期間（年）	2.8 ± 0.5 **	8.1 ± 0.5	2.8 ± 0.5 **	12.9 ± 0.7
調査時年齢（歳）	65.7 ± 2.6	64.9 ± 2.3	66.3 ± 1.3	70.9 ± 1.9

平均 ± 標準誤差
BMI: body mass index, DAS28-CRP: Disease Activity Score in 28 Joints calculated with CRP, MTX: メトトレキサート, PSL: プレドニゾロン, SAFE-Q: 足部足関節評価質問票, JSSF RA: 日本足の外科学会RA足部・足関節判定基準
t-検定あるいはχ^2検定による温存群の切除群との比較 *: p<0.05, **: p<0.01

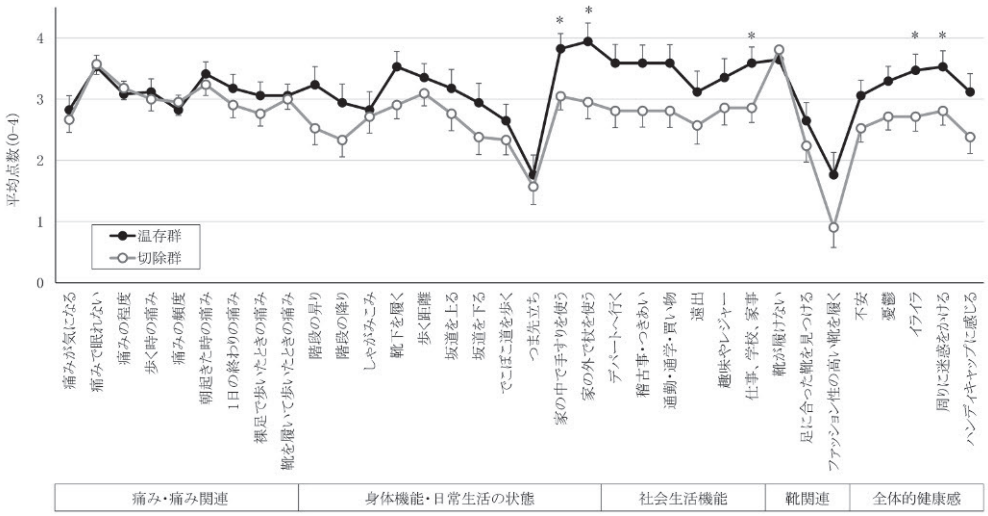


Fig. 1　SAFE-Q 各項目点数の温存群/切除群間の比較
バーは標準誤差を示す
SAFE-Q：足部足関節評価質問票
t-検定による温存群の切除群との比較 *：p<0. 05

（80. 1 vs. 72. 1），各評価項目のうち歩行能力において温存群で切除群より有意に高い点数であった（16. 8 vs. 12. 2）．MTP 関節可動域は母趾から 5 趾の背屈において温存群では切除群より有意に小さかった（**Tabel 2**）．

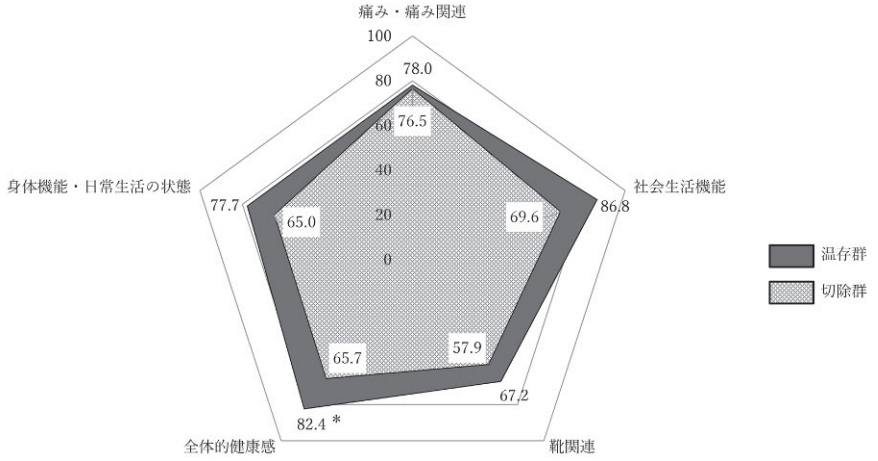


Fig. 2　SAFE-Q 下位尺度平均点の温存群/切除群間の比較
SAFE-Q：足部足関節評価質問票
t-検定による温存群の切除群との比較 *：p<0. 05

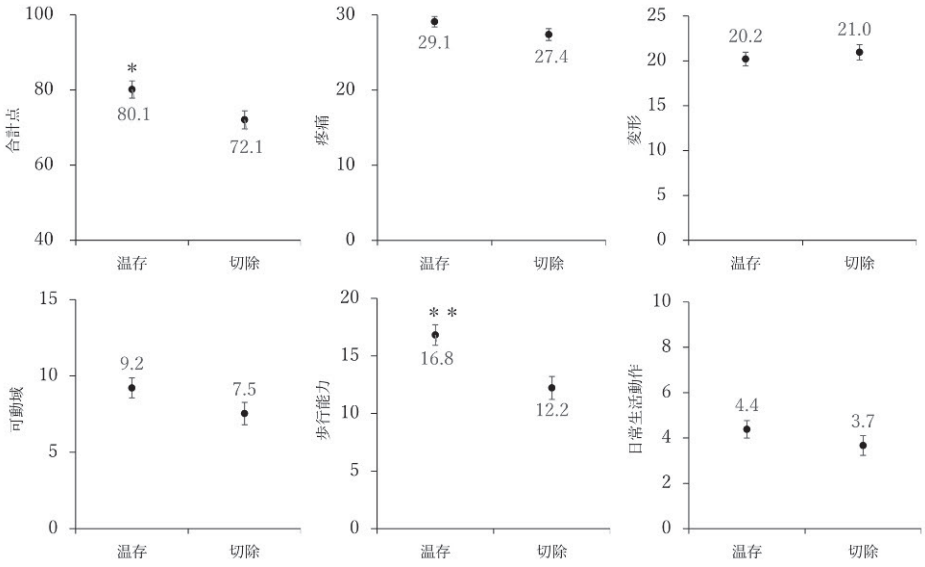


Fig. 3　JSSF RA スケールの温存群/切除群間の比較
バーは標準誤差を示す
JSSF RA：日本足の外科学会 RA 足部・足関節判定基準
t-検定による温存群の切除群との比較 *：p<0. 05，**：p<0. 01

Table 2　MTP 関節可動域の温存群/切除群間の比較

	背屈					底屈				
	温存群		切除群			温存群		切除群		
	平均	SE	平均	SE	p 値	平均	SE	平均	SE	p 値
母趾	24.0	4.1	55.2	4.4	<.01	7.8	3.0	-0.2	3.2	0.07
2趾	36.3	3.8	81.5	4.0	<.01	-0.7	3.9	4.4	4.1	0.37
3趾	37.2	3.5	87.4	3.7	<.01	-2.0	4.2	7.8	4.4	0.11
4趾	40.7	4.3	87.4	4.6	<.01	1.8	4.4	7.4	4.7	0.39
5趾	44.2	4.2	82.2	4.5	<.01	-0.8	5.5	8.9	5.8	0.23

MTP: 中足趾節関節, SE: 標準誤差
p値: t-検定による温存群と切除群との比較

Table 3 リウマチ性前足部変形に対する術式間の術後成績の比較

報告者，年	手術期間	術式 母趾/外側趾	N	手術適応 研究方法	観察期間	患者立脚型評価	医師主導型評価
Fukushi, 2015	2010-2013	固定/切除 温存/温存	9例13足 8例10足	術者裁量 適応（MTPの疼痛，MTP可動域）	28月	ND	JSSF Hallux/lesser スケールでは，温存/温存が高かった
Ebina, 2017	2000-2015	切除*/切除 温存/温存	20例28足 29例35足	術者裁量	4.2年 3.6年	SAFE-Qの3つの質問と下位尺度全般的健康感，靴関連では，温存/温存が高かった	ND
Schrier, 2019		固定/切除 固定/温存	13例 10例	非盲検無作為化試験	1年	FFI/疼痛VAS/SF-36に差はなし	AOFASスケールに差はなし
Takakubo, 2021	2002-2018	温存/温存 温存/切除 切除/切除	22例31足 9例15足 11例16足	適応（拘縮，重度MTP脱臼）	8.4年 7.2年 9年	ND	JSSF RAスケールでは，温存/温存は切除/切除より高かった
Horita, 2022	2013-2017	温存/温存 固定/切除	16例20足 12例13足	適応（年齢，重度の脱臼/骨破壊，ADL，疾患コントロール）	25.8月 23.8月	SAFE-Q下位尺度に差はなし	JSSF RAスケールでは，温存/温存が高かった
本研究	2000-2016	温存/温存 切除*/切除	17例27足 21例41足	歴史的対照研究	2.8年 8.1年	SAFE-Qの5つの質問と下位尺度全般的健康感では，温存/温存が高かった	
		温存/温存 切除*/切除	21例30足 14例27足		2.8年 12.9年		JSSF RAスケールでは，温存/温存が高かった

ADL: 日常生活動作，AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society，FFI: Foot Function Index，JSSF Hallux: 日本足の外科学会母趾判定基準，JSSF lesser: 日本足の外科学会2〜5趾判定基準，JSSF RA: 日本足の外科学会RA足部・足関節判定基準，MTP：中足趾節関節，SAFE-Q: 足部足関節評価質問票，SF-36: Short Form 36 Health Survey，VAS: visual analogue scale
*：スワンソンインプラントを含む

考　　察

本研究では，RA前足部変形に対する関節温存手術では切除関節形成術よりも良い患者立脚型評価および医師主導型評価スコアが得られていた．これまでにRA前足部変形に対する関節温存手術と切除関節形成術の臨床成績を比較した報告は限られている[12),13),14),15),16)]．

患者立脚型評価について，EbinaらはSAFE-Qの3つの質問と全般的健康感，靴関連の下位尺度は温存群で切除群よりも有意に良いスコアであったと報告した[13)]が，HoritaらはSAFE-Qの5つの下位尺度は二群間に有意差はなかったと報告している[16)]．医師主導型評価について，3つの研究で温存群は切除群よりも良いスコアであったと報告されている[12),15),16)]．これらの報告では，術者の裁量あるいは手術適応の違いによって術式が選択されているため，選択バイアスが術後成績に影響した可能性がある．

関節温存手術と切除関節形成術を比較するために，三施設で実施された前向き無作為化試験が報告されている[14)]．患者立脚型評価および医師主導型評価のいずれにおいても，両術式間の有意な差は認められなかった．この報告では，厳格な組み入れ基準により選択バイアスが小さくできているが，一方で組み入れることができた症例数が非常に少なかったことが結果に影響した可能性は否めない．

本研究では，歴史的コントロールを比較対照として設定したことは最大の強みである．機能障害を有するRA前足部変形という同じ選択基準の患者に対して両術式が実施されたため，選択バイアスは小さいと考えられる．また手術は数名の整形外科医によって行われたが，ほぼ同じ手術手技で手術は行われている．一方で，あまり適していない患者にも関節温存手術が適応された可能性もある．関節温存手術の適応/除外基準について，MTP関節の破壊・脱臼の程度/可動域，隣接関節の状態[12),15),16),17),18)]などが記載されており，患者個々人に合わせた適応を考えなければならない．

MTP関節の可動域は温存群で切除群よりも小さくなっていた．Hiraoらは，中足骨骨切り後にMTP関節をキルシュナー鋼線固定し，術後2週からの他動/自動可動域訓練を行うことで立脚終末期のMTP関節可動域が増加したと報告している[19)]．Horitaらは，中足骨骨切り部の固定にスクリューを用いて，JSSF　RAスケール可動域の点数は温存群で切除群よりも有意に高いと報告している[16)]．術後のリハビリや術式を工夫し，MTP関節可動域の改善を目指さなければならない．

本研究にはいくつかの限界がある．第一に，歴史

的対照群であるために手術時のRA治療環境に違いがあった．実際，手術時の年齢，免疫抑制剤の使用頻度，使用用量に有意な違いがあった．第二に，後向き研究であったため，すべての臨床データが得られなかった．第三に，横断観察研究のため術後経過年数に違いがあり，時間経過の影響を考慮しなければならない．

結論として，RA前足部変形に対する関節温存手術は，患者立脚型評価および医師主導型評価の両方において，切除関節形成術よりも良い術後成績が得られた．関節温存手術において，中足趾節関節可動域改善について工夫が必要である．

文　献

1) Matsumoto T. *et al.*: Radiologic patterning of joint damage to the foot in rheumatoid arthritis. Arthritis Care Res (Hoboken)., **66**: 499-507, 2014.
2) Matsumoto T. *et al.*: Midterm results of resection arthroplasty for forefoot deformities in patients with rheumatoid arthritis and the risk factors associated with patient dissatisfaction. J Foot Ankle Surg., **53**: 41-46, 2014.
3) Simon MJK. *et al.*: Forefoot Reconstruction Following Metatarsal Head Resection Arthroplasty With a Plantar Approach-A 20-Year Follow-Up. Foot Ankle Int., **40**: 769-777, 2019.
4) Hanyu T. *et al.*: Arthroplasty for rheumatoid forefoot deformities by a shortening oblique osteotomy. Clin Orthop Relat Res., **338**: 131-138, 1997.
5) Takakubo Y. *et al.*: Mid-term results of joint-preserving procedures by a modified Mann method for big toe deformities in rheumatoid patients undergoing forefoot surgeries. Mod Rheumatol., **20**: 147-153, 2010.
6) Niki H. *et al.*: Combination joint-preserving surgery for forefoot deformity in patients with rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg Br., **92**: 380-386, 2010.
7) Yano K. *et al.*: Proximal rotational closing-wedge osteotomy of the first metatarsal in rheumatoid arthritis: clinical and radiographic evaluation of a continuous series of 35 cases. Mod Rheumatol., **23**: 953-958, 2013.
8) Niki H. *et al.*: Validity and reliability of a self-administered foot evaluation questionnaire (SAFE-Q). J Orthop Sci., **18**: 298-320, 2013.
9) Niki H. *et al.*: Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders II: interclinician and intraclinician reliability and validity of the newly established standard rating scales and Japanese Orthopaedic Association rating scale. J Orthop Sci., **10**: 466-474, 2005.
10) 今給黎篤弘，香取庸一：外反母趾の中足骨遠位骨切り術 Mitchell変法．新OS NOW., 15：90-95, 2002.
11) Nomura Y. *et al.*: More than 20 years' follow-up of metatarsal neck shortening oblique osteotomy for rheumatoid forefoot deformity. J Orthop Sci., doi: 10.1016/j.jos.2022.03.005. 2022.
12) Fukushi J. *et al.*: Outcome of Joint-Preserving Arthroplasty for Rheumatoid Forefoot Deformities. Foot Ankle Int., **37**: 262-268, 2016.
13) Ebina K. *et al.*: Comparison of a self-administered foot evaluation questionnaire (SAFE-Q) between joint-preserving arthroplasty and resection-replacement arthroplasty in forefoot surgery for patients with rheumatoid arthritis. Mod Rheumatol., **27**: 795-800, 2017.
14) Schrier JC. *et al.*: Resection or preservation of the metatarsal heads in rheumatoid forefoot surgery? A randomised clinical trial. Foot Ankle Surg., **25**: 37-46, 2019.
15) Takakubo Y. *et al.*: Forefoot Deformities in Patients with Rheumatoid Arthritis: Mid- to Long-Term Result of Joint-Preserving Surgery in Comparison with Resection Arthroplasty. Int J Environ Res Public Health., **18**: doi: 10.3390/ijerph182111257. 2021.
16) Horita M. *et al.*: Subjective and Objective Outcomes of Surgery for Rheumatoid Forefoot Deformities Under the Current Treatment Paradigm. J Foot Ankle Surg., **61**: 53-59, 2022.
17) Niki H. *et al.*: Long-term outcome of joint-preserving surgery by combination metatarsal osteotomies for shortening for forefoot deformity in patients with rheumatoid arthritis. Mod Rheumatol., **25**: 683-688, 2015.
18) Yano K. *et al.*: Patient-Reported and Radiographic Outcomes of Joint-Preserving Surgery for Rheumatoid Forefoot Deformities: A Retrospective Case Series with Mean Follow-up of 6 Years. J Bone Joint Surg Am., **103**: 506-516, 2021.
19) Hirao M. *et al.*: Effects of range of motion exercise of the metatarsophalangeal joint from 2-weeks after joint-preserving rheumatoid forefoot surgery. Mod Rheumatol., **30**: 305-312, 2020.

Comparison of clinical outcomes between joint-preserving arthroplasty and resection arthroplasty for forefoot deformities in patients with rheumatoid arthritis

Shinichi MIZUKI*, Mao IMAI, Yuki KOJIMA, Erika HORIMOTO, Koji MISHIMA and Kensuke ORYOJI

*The Center for Rheumatic Diseases, Matsuyama Red Cross Hospital

Background : Recent advances in pharmacological treatment for rheumatoid arthritis (RA) have resulted in joint-preserving surgery for rheumatoid forefoot deformities being performed more commonly. In our hospital, resection arthroplasty was performed until 2010; thereafter, joint-preserving arthroplasty is being performed. There is limited literature comparing the outcomes of these two procedures.

Objectives : To study the clinical outcomes of joint-preserving surgery in comparison with resection arthroplasty for forefoot deformities in patients with RA.

Methods : Forefoot surgeries performed between 2000 and 2016 were included. For patient-reported outcomes, patients were asked to answer the self-administered foot evaluation questionnaire (SAFE-Q). For physician-based clinical evaluation, the Japanese Society for Surgery of the Foot RA foot and ankle scale (JSSF RA) was used. We compared outcomes of joint-preserving surgeries (group P) with those of resection arthroplasties (group R), as a historical control group.

Results : General health and well-being subscale scores of SAFE-Q were significantly higher in group P compared with group R (mean score; 82.4 vs. 65.7, p value < 0.05). The group P had significantly higher JSSF RA scores than the group R (mean score; 80.1 vs. 72.1, p value < 0.05). Dorsiflexion angle of 1-5 metatarsophalangeal joints was significantly smaller in group P than in group R.

Conclusions : Joint-preserving arthroplasty resulted in better outcomes for both patient-reported outcomes and physician-based clinical scales than resection arthroplasty for forefoot deformities in patient with RA. Some interventions to improve restricted the range of motion of metatarsophalangeal joints should be considered.

Matsuyama R. C. Hosp. J. Med. 47(1); 3～9, 2022