人工膝関節置換術の術後関節位置覚の推移と それに影響を与える因子の抽出

Perioperative Changes in Proprioception after Total Knee Arthroplasty and Identification of Factors Affecting it

澤田 優子¹⁾ 赤木 将男²⁾ 浜西 千秋²⁾ 朝田 滋貴²⁾
森 成志²⁾ 丸尾 優子¹⁾ 福田 寛二¹⁾

YUKO SAWADA¹⁾, MASAO AKAGI²⁾, CHIAKI HAMANISHI²⁾, SHIGEKI ASADA²⁾,
SHIGESHI MORI²⁾, YUKO MARUO¹⁾, KANJI FUKUDA³⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Kinki University School of Medicine: 377-2 Ohno-Higashi, Osaka-Sayama City, Osaka 589-8511, Japan. TEL +81 72-366-0221 E-mail sawada@reha.med.kindai.ac.jp

²⁾ Department of Orthopaedic Surgery, Kinki University School of Medicine

Rigakuryoho Kagaku 23(2): 279-283, 2008. Submitted Sep. 27, 2007. Accepted Nov. 30, 2007.

ABSTRACT: The purpose of this study was to clarify the longitudinal perioperative change in knee proprioception after total knee arthroplasty (TKA) and to identify factors affecting it. Thirty knees of patients with TKA for osteoarthritis or rheumatoid arthritis were prospectively analyzed. Preoperative score of knee proprioception averaged 19.0 ($\pm$ 3.9). Mean score of knee proprioception was 6.2 ($\pm$ 3.0) three weeks after the operation ($p < 0.01$) and recovered with time, reaching a score comparable to the preoperative one three months after surgery (18.1 ± 4.1). Factors affecting the decrease in the score three weeks after surgery included age at time of operation, preoperative JOA knee score, BMI, perioperative blood loss, operating time, and length of skin incision. Maintaining and improving preoperative daily activity of the patients seems to be important for quick postoperative recovery of proprioception after TKA, when preoperative rehabilitation could effectively intervene.

Key words: total knee arthroplasty, proprioception, affecting factors

要旨: 本研究の目的は、人工膝関節置換術における術後関節位置覚の経時的推移を明らかにし、膝関節位置覚の変化に影響を与える因子を抽出することである。人工膝関節置換術（以下TKA）を施行した患者30名を対象とした。術前後の位置覚を測定、得点化し、推移を明らかにした。その結果位置覚得点は3週で最も低下し、その後時間の経過に伴い改善することが分かった。術後3週での関節位置覚低下に関与する要因を検討するため、位置覚を高値群、中間群、低値群の3群に分けて関連要因を検討した。その結果、関節位置覚得点が低い群では、年齢が高い、日本整形外科学会膝関節スコアが低い、BMIが高い、術中・術後の出血量が多い、術時間が長い、皮切が大きい傾向が認められた。術前の日常生活活動性の維持、および改善が術後の膝関節位置覚の早期回復に重要と思われた。

キーワード: 人工膝関節置換術、関節位置覚、影響因子

¹⁾ 近畿大学医学部附属病院 リハビリテーション部：大阪府大阪狭山市大野東377-2（〒589-8511）TEL 072-366-0221

²⁾ 近畿大学 医学部整形外科

I. 緒 言

身体空間での位置や運動の感覚に関連する固有感覚の代表的なものの一つに関節位置覚がある。関節位置覚の受容器は筋や腱、皮膚、関節包、靱帯など関節および関節周囲に多く分布している¹⁾。術後、関節位置覚は手術侵襲、関節周囲組織の腫脹などにより傷害され、歩容の変化を来すと考えられる。人間は歩行、立ち座り、階段昇降などのADLに必要な基本動作において関節の位置覚を多用しており、術後の早期復帰を目指すには、手術により傷害された関節位置覚の早期回復が望まれる。

変形性膝関節に対して人工膝関節全置換術を施行した場合、関節内の固有感覚受容器は大きく切除される。また、術後は手術侵襲により関節周囲組織の著しい腫脹を生じる。このため、術直後は固有感覚の著しい低下が予想される。切除され傷害を受けた固有感覚受容器を有する組織にかわり、残存した筋・靱帯組織が代償として働き、正常な関節の位置覚を取り戻すまでにはある程度の時間を要すると考えられる。術後リハビリテーションにおいては、早期に積極的な介入が必要とされており²⁾、膝関節可動域や膝関節周囲筋力のみならず関節位置覚をいかに早く回復させ、本来の社会生活に復帰させるかも重要な点の一つである。特に在院日数の短縮が求められ早期退院が要求される昨今の医療情勢にあつては、関節位置覚の回復は転倒予防の観点からも注目すべきリハビリテーション項目の一つと考えられる。しかし、人工膝関節術後の関節位置覚の自然経過および関節位置覚の回復に影響を与える因子については十分な検討がなされてきていない。

本研究の目的は、人工膝関節置換術における術前後関節位置覚の経時的推移を明らかにし、膝関節位置覚の変化に影響を与える因子を抽出することである。

II. 方 法

1. 対象

平成16年9月1日から17年3月30日の間にK大学附属病院整形外科において変形性関節症に対し、人工膝関節全置換術（以下TKA）を施行した患者のうち、検査・測定、訓練の遂行に支障がない者連続30名を対象とした（男性2名、女性28名）。全例、ACL、PCLを切除する術式であった。平均年齢 73.1 ± 7.1 歳、平均身長 149.0 ± 5.0 cm、平均体重 63.7 ± 11.4 kg、平均BMI 28.5 ± 5.1 であった。研究にあたっては対象患者の理解と同意、お

よび主治医の許可を得た。検査・測定は同一の理学療法士が行った。理学療法の進行は、当院で使用しているクリティカルパス（術後1日目から歩行開始、1週間後階段昇降、2週間後自宅退院）に準拠した。

2. 方法

調査項目は、対象患者の性別、年齢、身体計測値（体重、身長、BMI）、術中出血量、術時間、皮切長、日本整形外科学会膝関節評価スコア（JOAスコア：歩行能力、階段昇降能力、膝関節可動域、腫脹の有無）、関節位置覚得点とした。関節位置覚得点の測定時期は、術前、術後3週（退院時）、術後6週、術後3ヶ月、術後6ヶ月の計5回とした。

座位での膝屈曲 30° 、 60° 、および腹臥位での膝屈曲 30° 、 60° の4種類の肢位で関節位置覚測定を行った。測定姿勢は、重力の影響をバイアスとしないため、座位、腹臥位の2姿勢で行った。また、方法の妥当性、信頼性を健常者を対象とした事前テストで確認した。関節位置覚は以下の方法にて定量化した。すなわち、術側膝を屈曲 30° 、 60° で保持し非術側を同じ位置に持つてくるよう指示した。測定は検査者がランダムに検査側の下肢を測定角度に保持し、その状態で「膝の角度を同じ位置にしてください」と指示し、停止した状態で測定側の膝の角度を測定した。術側と非術側の屈曲角度の差を定量的に表すため、下記の方法で数値化した。術側と非術側膝の屈曲角度の差が 5° 未満を2点、 5° 以上 10° 未満を1点、 10° 以上を0点とした。各々の肢位で測定を3回繰り返し、得点を合計した（満点24点）。角度の測定は酒井医療社製、東大型角度計を使用し、関節可動域の基本軸と移動軸は日本整形外科学会及び日本リハビリテーション医学会の「関節可動域表示ならびに測定法」（1995年）に従った。

1) 術前後の膝関節位置覚得点の平均値をt-testを用いて比較した。

2) 術後3週の膝関節位置覚得点を目的変数、年齢、BMI、術前JOAスコア（項目別点数および合計点数）を説明変数とした一要因一元配置分散分析を行った。術後3週の関節位置覚得点が6点未満を低値群、7から10点未満を中間群、10点以上を高値群とした。

有意水準は5%未満とした。統計処理には統計処理ソフトウェアSPSS12.0 for windowsを用いた。

III. 結 果

術前後の膝関節位置覚の推移を表1に示す。術前後

の関節位置覚の得点は、術後3週で最も低下した。術前では18.9点であったのに対し、術後3週で6.1点と大きく低下し、術後6週で14.1点と改善し、術後3ヶ月で18.1点とほぼ術前位置覚得点と同等に回復し、術後6ヶ月では19.8点と術前より改善の傾向が認められた。各々の時期の平均値の差を t-test で比較したところ、全てに5%水準で有意な差が見られた。

手術データは、術中出血量 355.7 ± 217.7 g, 術後出血量 590.5 ± 207.9 g, 手術時間 176.0 ± 37.8 分, 皮切長 11.0 ± 2.0 cmであった。

JOA スコアの変化を表2に示す。歩行能力については、術前14.5点であったが、術後3週で16.0点、術後6週で17.9点、術後3ヶ月で20.9点、術後6ヶ月で20.7点と大きく改善した。階段昇降能力は、術前9.8点、術後3週で12.4点、術後6週で15.2点、術後3ヶ月で16.0点、術後6ヶ月で17.9点と歩行能力と同様の改善を示した。膝関節可動域では、術前24.3点に対し、術後3週で23.9点、術後6週で24.0点、術後3ヶ月と24.1点、術後6ヶ月で25.3点と大きな変化は見られなかったが、術前に比べて、術後6ヶ月の時点では、1点の改善を示した。膝関節腫脹については、術前8.1点、術後3週8.1点、術後6週6.6点、術後3ヶ月8.3点、術後6ヶ月8.8点と可動域と同様大きな変化は見られなかった。

合計点の推移を見ると、術前56.7点、術後3週60.3点、術後6週63.6点、術後3ヶ月69.3点、術後6ヶ月72.8点と時間経過に伴い、改善を示した。

関節位置覚得点低中高の3つグループに分類した分散分析の結果、JOA スコアの階段、腫脹、合計において、5%水準で有意な主効果がみられた(表3)。

多重比較(TukeyのHSD法)の結果、階段では低値群と中間群、低値群と高値群部の間に5%水準で有意差がみられ、高値群、中間群の得点が高かった。腫脹、合計においても同様の傾向が見られた(表4)。

IV. 考 察

本研究では、膝関節置換術前後の関節位置覚の変化を明らかにした。関節位置覚の研究は股関節、膝関節で行われているが、人工関節置換術については股関節での検討が多い。中川らは³⁾人工股関節全置換術(THA)を実施された108名を被験者とし関節位置覚について検討しており術後の変化を明らかにしている。田竈らは⁴⁾右人工股関節全置換術(THA)再々置換術を受けた者を対象に股関節の関節位置覚を測定しており、関節位置覚の低下と脱臼との関連を示している。股関節

表1 術前後の関節位置覚得点の変化

	平均値	標準偏差
術前	18.97	3.94
術後3週	6.17	2.98
術後6週	14.45	4.27
術後3ヶ月	18.14	4.13
術後6ヶ月	19.76	4.11

※各々の時期の平均値の差を t-test で比較したところ、全ての経過で有意な差が見られた(5%水準)。

表2 術前後のJOAスコアの変化(平均値)

	術前	術後			
		3週	6週	3ヶ月	6ヶ月
歩行	14.5 (3.4)	16.0 (3.1)	17.9 (4.9)	20.9 (6.4)	20.7 (6.6)
階段昇降	9.8 (5.1)	12.4 (3.7)	15.2 (5.9)	16.0 (5.1)	17.9 (3.9)
可動域	24.3 (1.8)	23.8 (2.2)	24.0 (2.1)	24.1 (1.9)	25.3 (2.7)
腫脹	8.1 (3.1)	8.1 (2.8)	6.6 (3.0)	8.3 (2.4)	8.8 (2.2)
合計	56.7 (8.9)	60.3 (7.2)	63.6 (9.3)	69.3 (7.8)	72.8 (8.7)

() : 標準偏差

については脱臼の問題もあり、関節位置覚に関する注目が高いが、同様に膝関節についても人工関節による関節位置覚の変化は考えられる。膝関節の関節位置覚については、靱帯損傷症例について多くの検討がなされている。岡村らは⁵⁾、前十字靱帯(ACL)再建術症例において靱帯損傷と関節固有感覚の関連を示し、神経筋再教育などの関節固有感覚を向上させる訓練の確立と前十字靱帯損傷の予防の可能性を示している。岡村らは⁶⁾前十字靱帯損傷膝における膝関節固有感覚の関与を検討するため、高校バスケットボール部員837名を前向きに観察し、膝関節位置覚の低下がACL損傷の身体的素因の一つとなっている可能性を示している。本研究の対象者は全例ACL, PCL切除されており、関節位置覚の低下を考慮する必要がある。このことから、本研究は、人工関節置換術後の関節位置覚の変化を明らかにした点で有用といえる。

表3 術後3週の関節位置覚得点に影響を与える因子の分散分析表

		平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
年齢	得点 (高中低)	56.578	2	28.289	0.584	0.564
	誤差	1550.165	32	48.443		
	全体	1606.743	34			
術時間	得点 (高中低)	6150.271	2	3075.135	1.337	0.282
	誤差	55216.396	24	2300.683		
	全体	61366.667	26			
出血量	得点 (高中低)	108622.234	2	54311.117	1.464	0.251
	誤差	890241.396	24	37093.392		
	全体	998863.630	26			
SLR 自立	得点 (高中低)	0.443	2	0.222	0.267	0.767
	誤差	26.528	32	0.829		
	全体	26.971	34			
術前 BMI	得点 (高中低)	52.692	2	26.346	1.137	0.333
	誤差	741.309	32	23.166		
	全体	794.000	34			
歩行	得点 (高中低)	7.619	2	3.810	0.434	0.652
	誤差	280.952	32	8.780		
	全体	288.571	34			
階段昇降	得点 (高中低)	315.411	2	157.706	8.288	0.001
	誤差	608.874	32	19.027		
	全体	924.286	34			
可動域	得点 (高中低)	3.853	2	1.926	0.953	0.396
	誤差	64.719	32	2.022		
	全体	68.571	34			
腫脹	得点 (高中低)	91.948	2	45.974	7.170	0.003
	誤差	205.195	32	6.412		
	全体	297.143	34			
JOA スコア計	得点 (高中低)	750.173	2	375.087	5.989	0.006
	誤差	2004.113	32	62.629		
	全体	2754.286	34			

関節位置覚に注目した研究は多くなされている⁷⁻¹⁰⁾が、変形性膝関節症に対し膝関節置換術を施行した場合の関節位置覚の変化についての報告は見あたらないため、本研究結果は新たな知見といえる。

関節位置覚得点の特徴は、術後3週で最も低下し、その後時間の経過に伴い改善することが分かった。当院のクリティカルパスでは、術後3週は歩行獲得し、階段動作、その他ADL動作についても自立し、自宅退院する時期である。しかしながら今回の研究結果から見ると、手術の影響を大きく受けている時期であり、腫脹

や、歩行時の痛みを訴える場合もある。

術後3週での関節位置覚低下に関与する要因を検討するため、関節位置覚得点を高中低の3群に分けて関連要因を検討した。要因としては、年齢、BMIなどの身体特性、術前の膝関節機能、術侵襲の関連が大きいと考え、術後3週の関節位置覚の高中低別に、各々の項目の平均値を算出し比較を行った。その結果、関節位置覚得点が低い群では、年齢が高い、BMIが高い、術中、術後の出血量が多い、術時間が長い、皮切が大きいなどの傾向が認められた。なお、統計学的な有意差

表4 術後3週の関節位置覚得点に影響を与える因子の多重比較 (平均値)

	低値群	中間群	高値群	
年齢	72.4	74.0	69.7	
	7.6	6.4	8.5	
術時間	182.7	172.1	122.5	
	28.0	60.3	10.6	
出血量	402.7	303.6	186.0	
	192.6	191.5	206.5	
SLR 自立	3.1	3.0	2.7	
	0.8	1.0	0.6	
術前 BMI	29.6	27.8	25.2	
	4.9	5.0	1.7	
歩行	15.0	14.0	15.0	
	4.5	2.0	0.0	
階段昇降	6.8***	12.1*	16.7**	*: p=0.007
	4.6	4.4	2.9	** : p=0.004
可動域	24.1	24.8	25.0	
	2.0	1.1	0.0	
腫脹	5.9†, ‡	9.3†	10.0 ‡	† : p=0.003
	3.8	1.8	0.0	‡ : p=0.048
JOA スコア計	51.8 †, #	60.2 †	66.7#	† : p=0.020
	9.6	7.3	2.9	# : p=0.019

() : 標準偏差

同じ記号は有意な差が見られた組み合わせを示す。

が認められた項目はBMIのみであった。JOA スコアについては、歩行の項目を除き、関節位置覚が低い群で、得点が高い傾向が見られた。なお、統計学的な有意差が認められたのは、階段昇降能力、腫脹、スコア合計点であった。

術侵襲が大きい場合は、関節位置覚の受容器を大きな範囲で除去していることになり、関節位置覚得点の低下は当然の結果と考えられる。術結果より、関節位置覚が低下することを予測し、リスク管理、改善のための、リハ項目の導入が必要と考えられる。

本研究結果は、術前の活動状態が術後の関節位置覚の高低に影響することを示している。関節位置覚の受容器は関節内のみに分布するのではなく、関節周囲組織に多く分布していると考えられる。術前の活動性が高く、これらを習慣的に使っている症例では手術侵襲が加わった後にも代償機構が働きやすいため、関節位置覚の低下を来しにくいと考えられる。術前の膝の機能的な低下については、変形による痛みの増強、腫脹の増強などが大きく、関節を大きく動かすことが困難

な状態のものも多い。このため、日常生活動作の中で痛みのないものと同様に膝関節を使うことは困難である。しかしながら、痛みを回避するような状況（無荷重の状態など）を設定しできるだけ多くの膝関節運動をしておくことで、術後の位置覚の低下を回避できる可能性があると思われる。すなわち、術前リハビリテーションにより、早期の関節位置覚の回復が得られる可能性を示す結果として興味深い。

本研究では、人工膝関節置換術においては退院時期に相当する術後3週では著しい関節位置覚の低下が存在する症例が多いこと、術侵襲の程度や術前の膝関節機能の程度が術後3週の位置覚の低下と関連することが明らかとなった。この結果は、術前・術直後のリハビリテーションプログラムを考える上で、関節位置覚へのアプローチの必要性また可能性を再認識させるものである。術後関節位置覚の早期回復に必要なリハビリテーションの内容について検討し、その妥当性、有効性を検討していくことが今後の課題である。

引用文献

- 1) Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC: Nerve supply of the human knee and its functional importance. Am J Sports Med, 1982, 10: 329-335.
- 2) 朝野裕一, 福田浩史: 変形性膝関節症に対する術後理学療法工夫. Medical Rehabilitation(1346-0773), 2006, 63: 51-56.
- 3) 中川法一, 嶋田智明, 阪本良太・他: THA 術後の関節位置覚, 前向き研究. Hip Joint, 2004, 30: 59-61.
- 4) 田箆慶一, 中川法一, 細井きみ江・他: THA術後の関節位置覚, 症例報告. Hip Joint, 2004, 30(10): 56-58.
- 5) 岡村良久, 星 忠行, 平賀康晴・他: 膝前十字靭帯損傷(非接触型)の原因と対策, 膝前十字靭帯損傷と関節固有感覚. 臨床スポーツ医学, 2002, 19(9): 1011-1015.
- 6) 岡村良久, 星 忠行, 津田英一・他: スポーツ外傷の最新の知見と治療, 膝前十字靭帯損傷と関節固有感覚. 整形・災害外科, 2003, 46(10): 1241-1246.
- 7) 杉原敏道, 郷 貴大, 三島誠一: 高齢者の関節位置覚測定で信頼性を得るための測定回数に関する検討. 理学療法科学, 2005, 20(1): 49-52.
- 8) 杉原敏道, 郷 貴大, 高橋玲子・他: 角度設定する際の角速度の相違による膝関節位置覚への影響. 理学療法科学, 2004, 19(2): 75-79.
- 9) 高見千由里, 西村育恵, 伊藤直樹・他: 鏡視下半月板切除術による膝関節位置覚と重心動揺の変化. 日本私立医科大学理学療法学会誌, 2005, 22: 21-22.
- 10) 嶋田誠一郎, 佐々木伸一, 北出一平・他: 変形性膝関節症患者における膝関節位置覚の横断的研究. 国立大学理学療法士学会誌, 2004, 25: 46-49.