

研究報告



従来式 TKA と低侵襲 TKA における術後早期成績の比較*

笠野甲斐¹⁾・内藤敏博¹⁾・原 貴大¹⁾・小出健太¹⁾・生田旭洋¹⁾古井崇博¹⁾・後藤寛司²⁾・古橋亮典³⁾・及川道雄³⁾

【要 旨】

人工膝関節置換術 (TKA) において、内側広筋を切離する従来式 TKA より、内側広筋への侵襲を最小限にし、膝関節機能の早期回復が期待できる低侵襲 TKA が注目されている。しかし、これら術式間において、術前、術後早期から退院時まで経時的に膝関節機能を比較検討した報告は少ない。そこで本研究では、従来式 TKA を用いた 12 膝 (M 群)、低侵襲 TKA を用いた 17 膝 (U 群) を対象に、各術式における経時の変化を比較検討した。評価項目は、膝関節可動域・膝伸展筋力・knee injury and osteoarthritis outcome score・日本整形外科学会変形性膝関節症治療成績判定基準・T 字杖歩行獲得日とした。結果、膝伸展筋力変化率において両群間で交互作用を認め、術前と比較し M 群のみ術後 3 日～1 週で有意に減少した。今回、長期的に各術式間の違いは認めないが、術後早期において、低侵襲 TKA では、従来式 TKA と比較して筋力低下が少ないため、今後はその利点を活かした積極的な理学療法を検討していく必要がある。

キーワード：低侵襲 TKA、膝伸展筋力変化率、経時の変化

はじめに

我が国において変形性膝関節症は推定 2,530 万人と推定されており、その数は高齢社会においてますます増加すると報告されている¹⁾。したがって、現状のまま高齢者が増加し医療費をはじめとする社会保障関連支出費が膨張すると国民生活を圧迫することを意味する。一方で、高齢者人口の増加は避けられない。そこで、医療費抑制策の 1

つとして「健康な高齢者を増やす」すなわち「健康寿命の延伸」が求められている。

変形性膝関節症に対する治療法の一つとして、人工膝関節置換術 (Total Knee Arthroplasty: 以下、TKA) が広く行われている。TKA の目的は、除痛、関節可動域の改善や筋力改善による ADL 能力の改善である²⁾。近年の TKA 手術において、低侵襲でのアプローチが注目されている³⁾。従来式の人工膝関節全置換術 (以下、従来式 TKA) では内側広筋を切離し、その展開術野は大きい。しかし、最小侵襲人工膝関節全置換術 (以下、低侵襲 TKA) は内側広筋への侵襲を最小限にし、小皮膚切開で行う術式である。中山⁴⁾によると、関節損傷や炎症性関節では筋活動が大きく抑制されるとし、術後 10～15 日後においても 40% 以上も筋活動の抑制が続いたと報告している。よって低侵襲 TKA は、大腿四頭筋などの侵襲を最小限にすることで、術後の疼痛を軽減する可能性があり、低侵襲 TKA の有用性が示唆されている。

しかし、各アプローチ間における膝関節機能等の成績を術前および術後早期から退院時まで経時的に比較検討した報告は少ない。そこで本研究で

* Comparison of Clinical Results between Conventional-TKA and MIS-TKA

1) 総合青山病院 リハビリテーション技術室
(〒441-0195 愛知県豊川市小坂井町道地 100 番地 1)
Kai Kasano, PT, Toshihiro Naito, PT, Takahiro Hara, PT,
Kenta Koide, PT, Akihiro Ikuta, PT, Takahiro Furu, PT:
Department of Rehabilitation, General Aoyama Hospital

2) 豊橋創造大学 保健医療学部 理学療法学科
Hiroshi Goto, PT, Ph.D: Department of Physical
Therapy, School of Health Sciences, Toyohashi SOZO
University

3) 総合青山病院 整形外科
Ryosuke Furuhashi, Oikawa Michio: General Aoyama
Hospital Orthopaedic Surgery

E-mail: sepkkuma17@gmail.com

は、当院にて従来式 TKA と低侵襲 TKA を施行した変形性膝関節症の症例を対象に、術後における各運動機能等の経時的変化を比較検討することを目的とした。

方法と対象

1. 対象と術式概要

平成 25 年 10 月から平成 26 年 9 月までに当院にて TKA を施行した 29 膝を対象とした。うち、従来式 TKA において Medial parapatellar approach を用いた群（以下、M 群）は 12 膝（男性：2 膝、女性：10 膝、平均年齢：79.1 ± 9.7 歳、平均身長：148.9 ± 20.6 cm、平均体重：62.4 ± 14.0 kg）、低侵襲 TKA において Under vastus approach（図 1）を用いた群（以下、U 群）は 17 膝（男性：3 膝、女性：14 膝、平均年齢：81.1 ± 7.3 歳、平均身長：144.9 ± 6.6 cm、平均体重：51.5 ± 11.0 kg）であった。各術式において、Medial parapatellar approach は内側広筋を切離して展開し、膝蓋骨を翻転した。Under vastus approach は内側広筋を関節包から剥離し持ち上げて、膝蓋骨内側の関節包を切開し関節を展開した。術中、必要に応じて皮切を追加した。各術式に関しては、ランダムに決定されたものを抽出した。本研究の対象は、術前の ADL が T 字杖歩行自立以上、かつ改訂長谷川式簡易知能評価スケールが 20 点以上の症例とした。また、計測期間中に人工関節感染、インフルエンザ等による全身状態悪化を認めた対象は除外した。なお、本研究は総合青山病院が定める臨床研究規定に基づき、総合青山病院倫理委員会の審査・承認を経て実施された。

2. 評価項目・計測時期

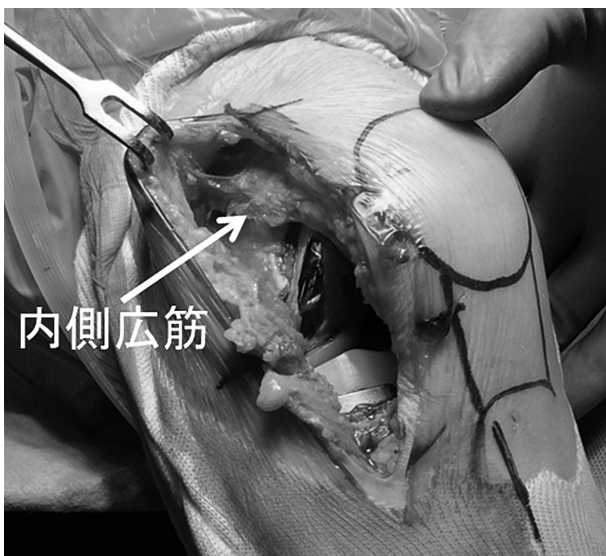


図 1. Under vastus approach 展開図

膝関節可動域（以下、膝 ROM）・膝伸展筋力・knee injury and osteoarthritis outcome score（以下、KOOS）・日本整形外科学会変形性膝関節症治療成績判定基準（以下、JOA）・T 字杖歩行獲得日を評価項目とした。

膝 ROM・膝伸展筋力の計測時期に関しては、術前日、術後 3 日目、術後 1, 2, 3, 4 週、退院時とした。計測肢は術前日と退院時において両側測定し、術後 3 日目、各週においては術側を測定した。KOOS, JOA は術前と退院時に計測を行った。T 字杖歩行獲得日は上内ら⁵⁾による病棟内歩行自立判定テストを採用し、自立の可否を判定した。

3. 計測方法

計測方法に関しては、術後の膝伸展筋力は簡易筋力測定器（Mobie, SAKAImed 製）を使用して計測した。計測肢位は SAKAImed 社推奨の肢位とした（図 2）。端坐位にて頸部は顎を引き、上肢は体幹より後方に置く。骨盤は後傾位、下肢は股関節および膝関節屈曲 90°、足底は床につかないようにした。測定器は下腿前面でベルトの下縁が踵部近位となるように計測した。計測手順においても SAKAImed 社推奨に基づき、2 回計測し、高い値を採用した。2 つの値の差が 10% を超える場合、もう 1 回計測し、差が少ない 2 つのうち、高い値を採用した。

症状、痛み、日常生活動作、スポーツ・レクリエーション、膝に関する QOL の各項目の点数からなる KOOS および、疼痛・歩行能力、疼痛・

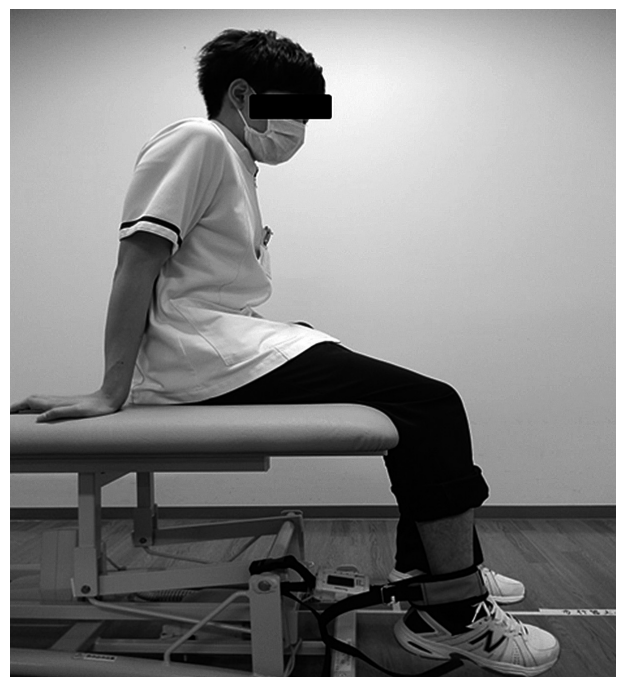


図 2. 計測肢位

階段昇降能力、屈曲角度および強直・高度拘縮、腫脹の総得点（100点満点）からなるJOAを用いて、総合的な膝関節機能を評価した。

4. 分析方法

膝伸展筋力は計測値（N）を体重（kg）で除した値（体重比筋力値）とした。算出した体重比筋力値の術前値を基準（100%）とし、各計測時期での膝伸展筋力変化率（%）を算出した。算出方法は各計測時期の計測値を術前値で除した。膝伸展筋力変化率を経時的変化における術式間の違いについて検討を行った。なお、各対象者における膝伸展筋力の計測値では、設定した計測時期のうち、術後早期の疼痛や早期退院などの理由により未計測な時期を有した者がおり、一部で欠損値を認めたため、各計測時期における例数を表示した（表3）。

5. 統計処理

統計ソフトはStatcel 3（エクセルアドインソフト、柳井久江製、オーエムエス出版）を使用した。すべての測定値は、平均 ± 標準誤差で示した。膝ROM・膝伸展筋力・膝伸展筋力変化率に関して二元配置分散分析を用いた。交互作用を認められた場合、各術式と時間経過の水準における全標本に対し、一元配置分散分析を用いた。多重比較検定はTukey-Kramerを用いた。また、KOOS・JOA・T字杖歩行獲得日に関しては、paired t検定

にて統計処理を行った。有意確率5%未満をもって有意差ありと判定した。

結果

膝ROMに関しては、屈曲および伸展で両群間の有意差を認めなかった（表1, 2）。

膝伸展筋力変化率においては、二元配置分散分析より両群間において有意差および交互作用を認めたため、全標本での一元配置分散分析を行った。その結果、M群において術後3日、術後1週で有意に減少したが、U群では同比較時期において有意差は認められなかった。両群共に術後3日から退院時にかけて増加傾向を示した（表3）。

KOOSに関しては、術前および退院時での両群間で有意差を認めなかった。M群およびU群において痛み、日常生活動作、膝に関するQOLの項目で術前と比較し、退院時で有意に増加した（表4）。JOAに関しては、M群が術前で48.5 ± 3.2点、退院時で70.0 ± 5.3点であった。U群は術前で50.9 ± 2.4点、退院時で62.0 ± 3.0点であった。JOAにおいても、術前および退院時での両群間で有意差を認めなかったが、M群およびU群において術前と退院時で有意に増加した。T字杖歩行獲得日に関しては、M群で18.0 ± 5.6日、U群で16.7 ± 2.2日であり、両群間での有意差を認めなかった。

表1. 膝関節屈曲角度

（単位：°）

	術前	術後3日	1週	2週	3週	4週	退院時
M群（n=12）	113.3 ± 5.9	91.7 ± 4.1	106.8 ± 3.8	115.3 ± 4.1	117.3 ± 4.8	121.3 ± 6.3	119.5 ± 15.6
U群（n=17）	124.6 ± 12.3	104.1 ± 13.9	108.8 ± 13.3	113.1 ± 4.1	116.2 ± 14.6	118.8 ± 13.6	123.5 ± 11.5

退院時（週） M群：5.1 ± 2.1 U群：6.0 ± 1.9

表2. 膝関節伸展角度

（単位：°）

	術前	術後3日	1週	2週	3週	4週	退院時
M群（n=12）	-10.8 ± 2.0	-14.2 ± 2.1	-12.1 ± 1.9	-8.9 ± 1.9	-9.7 ± 2.1	-9.8 ± 2.8	-8.1 ± 5.9
U群（n=17）	-11.1 ± 1.9	-13.5 ± 1.5	-11.1 ± 1.4	-9.6 ± 1.4	-9.3 ± 1.6	-8.0 ± 1.4	-5.9 ± 5.0

退院時（週） M群：5.1 ± 2.1 U群：6.0 ± 1.9

表3. 膝伸展筋力変化率

（単位：%）

	術前	術後3日	1週	2週	3週	4週	退院時
M群（n）	100.0 ± 0.0 (8)	37.2 ± 7.3 (6)*	50.5 ± 5.0 (8)*	66.0 ± 5.1 (8)	97.1 ± 7.5 (7)	104.0 ± 9.0 (5)	104.2 ± 9.4 (5)
U群（n）	10.00 ± 0.0 (12)	75.0 ± 7.0 (12)	85.4 ± 5.4 (12)	100.1 ± 7.6 (12)	100.1 ± 8.6 (9)	113.3 ± 10.1 (9)	134.6 ± 10.2 (10)

*：vs 術前（p < 0.01） 退院時（週） M群：5.1 ± 2.1 U群：6.0 ± 1.9

表 4. knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS)

(単位：点)

	M 群 (術前 / 退院時)	U 群 (術前 / 退院時)
症 状	55.9 ± 21.6 / 70.7 ± 17.6	41.4 ± 12.8 / 66.6 ± 13.9
痛 み	45.8 ± 18.1 / 81.9 ± 12.0*	35.5 ± 9.3 / 83.8 ± 9.9*
日常生活動作	41.4 ± 20.6 / 86.2 ± 7.1*	53.5 ± 28.4 / 80.1 ± 5.7*
スポーツ・レクリエーション	9.2 ± 12.0 / 33.3 ± 29.6	17.0 ± 21.1 / 17.5 ± 16.7
膝に関する QOL	16.7 ± 13.5 / 49.0 ± 28.6*	23.7 ± 43.4 / 53.1 ± 20.4*

*: 術前 vs 退院時 (p < 0.05)

考察

今回、膝伸展筋力の回復過程において、両群共に術後早期は減少したものの、その後、段階的に増加する傾向が認められた (表 3)。膝伸展筋力変化率では交互作用を認め、術式間での膝伸展筋力変化率の経時的変化において違いが生じた。

膝伸展筋力変化率において、M 群では U 群と比較し、術後 3 日～1 週で有意な減少を認めた (表 3)。長谷川ら⁶⁾は従来式の TKA に比較して低侵襲 TKA は術後成績が良好と報告している。勝呂ら⁷⁾は Subvastus approach では膝伸展機構や血行を温存することができ、筋力回復が早いと報告している。松枝⁸⁾は mini subvastus approach を用いた低侵襲 TKA を用いた 16 例と従来式 TKA を用いた 20 例を比較し、低侵襲 TKA では術後 1 週目、3 週目で筋力の回復率が有意に良好であったと報告している。Subvastus approach とは関節包の切離方法がわずかに異なるが、Under vastus approach と類似した手術方法である。これらのことから、術後早期においては、膝伸展筋力の低下は従来式 TKA と低侵襲 TKA とともに認められたが、当院における膝伸展機構を温存した低侵襲 TKA は、術前と比較して術後早期の膝伸展筋力が低下しにくいと考えられた。筋力低下に関して、林⁹⁾は最大筋収縮力の 20% 以下の筋出力しない状態が続くと筋萎縮が生じると報告している。Muller¹⁰⁾は絶対安静の状態では筋収縮を行わないでいると、1 日 1～1.5% の筋力低下が生じると報告している。江藤¹¹⁾は骨格筋を不動に固定すると進行性に筋力は低下し、はじめの 4～5 週間で 1 週ごとに 10～15% ずつ低下すると報告している。一方で、本研究の対象者は絶対安静の状態ではなく、術後 3 日後の筋力計測値は術前と比較して 30% 程度の低下率を呈した。つまり、本研究における両群間の筋力差は廃用性の筋力低下よりも筋出力の低下による可能性が高く、筋切離の違いからも筋出力の低下には疼痛が大きく関与しているのではないかと考えられる。

また、Berth ら¹²⁾は従来式 TKA と低侵襲 TKA では術後 3 ヶ月、6 ヶ月の筋力差なしと報告して

いる。Chang ら¹³⁾は術後 1 ヶ月から 1 年においての両者での筋力差はないと報告している。Bonutti ら¹⁴⁾は術後 3 ヶ月の筋力差なし、術後 2 年までの関節可動域と臨床スコアに差はないと報告している。よって、これらの報告からも術後の膝関節機能回復過程において、長期的な経過では両群間での差異は認めなくなるとされている。本研究の結果からも膝伸展筋力変化率において、2 週以降における両群間での有意差は認められなかった。小柳ら¹⁵⁾によると骨格筋の修復は 2 週後より正常な筋線維の形態に近づくとしており、従来式 TKA の内側広筋切離も術後 2 週以降に筋修復が起こり、筋出力が安定したことで両群間に差異を認められなくなることが考えられる。また、T 字杖歩行獲得日は各群において、術後 2 週～3 週までの期間に獲得されている。活動性が増大することにより筋出力の安定化に影響を与える可能性も考えられる。

これまで両群間の術後早期比較や長期成績の比較検討は多くされてきた。術後早期に関しては低侵襲 TKA の方が優れているという報告があるのに対して、長期成績に関しては両群間での違いがみられない報告もされている。しかし、術後早期からどの期間で両群間の有意差が認められなくなるのかを示している報告はない。本研究より、膝伸展筋力変化率において低侵襲 TKA に比べ、従来式 TKA において術後 3 日～1 週で有意な低下を認めた。よって、術後 1 週までの期間で低侵襲 TKA は術後膝伸展筋力における成績が良好であった。そのため、変形性膝関節症の理学療法を検討していくうえで、低侵襲 TKA の有効性を活かした術後早期からの理学療法に資する知見が得られたと考えられる。

KOOS に関しては、M 群および U 群において痛み、日常生活動作、膝に関する QOL の項目で術前と比較して有意に増加したが、両群間での有意差は認められなかった (表 4)。JOA においても術前および術後での増加は認められたが、両群間での有意差は認められなかった。今回の結果から、

各術式間において活動性や主観的な満足度には差異がない可能性が示唆される。しかし、これまでTKAにおける術式間でのKOOSおよびJOAを経時的に評価した報告はない。本研究においてもKOOS, JOAにおいては入院時と退院時のみ評価を行ったため、術後早期の詳細については明確に出来ていない。今後の展望として術後早期における筋力差の原因を追究するためにも、評価時期や頻度の再検討を行うことで両群間での違いが生じる可能性があると考えられる。

膝伸展筋力の回復過程とT字杖歩行獲得日に関しては、U群の方が比較的早期にT字杖歩行を獲得したものの、両群間で有意差を認めなかった。山崎ら¹⁶⁾は筋力低下に従って主要な移動動作の自立者の割合は急速に低下し、移動動作獲得と必要筋力には関係があると報告している。このことから我々の仮説ではT字杖歩行の獲得は術後の筋力回復に影響を及ぼしていると考えていた。しかし、術後早期の膝伸展筋力変化率に差を認めたものの、T字杖歩行獲得日においては両群間で差を認めなかった。今回の結果より、T字杖歩行獲得日は術後2週～3週に獲得されている。膝伸展筋力変化率においても2週より両群間に差異を認められなくなり、これらの関連に関しては今後検討していく必要があることが示唆された。

なお、本研究の膝伸展筋力において、各計測時期で欠損値を認め、各群の対象数が異なった。現段階では対象数が異なり、同数での検討が困難であるため、今後も計測を継続し、対象数を統一した上で再検討していく必要があると考える。

今回、術式間において術後早期で膝伸展筋力回復過程において違いが認められた。術後早期における術式間の膝伸展筋力回復過程に差はあるものの、2週以降には認められなかった。今回の筋力差は、廃用性よりも、筋出力の低下が原因と推察される。低侵襲TKAアプローチを施行することにより、膝伸展筋力の術後早期回復が望めるものの、痛みなど様々な要因により、T字杖獲得では従来式TKAとの差異が認められなかった可能性が考えられた。しかしながら、低侵襲TKAによる早期筋力回復は、早期離床による歩行器歩行の獲得や深部静脈血栓症の抑制¹⁷⁾に寄与する可能性が期待され、TKAに対する有効な術式であることが示唆された。今後、術後早期のADL、疼痛や患者満足度などの調査をさらに追及し、低侵襲TKAの有効性を活かした積極的な理学療法を検討していく必要がある。

結語

本研究では、変形性膝関節症を対象に、従来式TKAと低侵襲TKAを施行し、術後における経時的变化を比較検討した。結果、術後早期において低侵襲TKAを施行することにより従来式TKAに比べ、膝伸展筋力変化率が術後早期で低下しにくいことが認められた。また、長期的には各術式間の違いは認めず、T字杖歩行の獲得日においても有意差を認めなかった。しかし、低侵襲TKAによる早期筋力回復は積極的な理学療法の検討が期待され、TKAに対する有効な術式であることが示唆された。

【引用文献】

- 1) 川口浩, 村木重之・他: 変形性関節症の大規模臨床統合データベースの構築と、これを用いた観察疫学・ゲノム疫学研究. 日本整形外科学会誌. 2008; 82 (2): 44.
- 2) 佐々木良, 野本彰・他: TKA術後の膝ROM経過. 理学療法 進歩と展望. 2002; 16: 13-14.
- 3) Repicci JA, Eberle RW: Minimally invasive surgical technique for unicondylar knee arthroplasty. J South Orthop Assoc 1999; 8: 20-27.
- 4) 中山彰一: 変形性膝関節症における筋機能の問題点. 理学療法学, 1994; 21 (2): 120-123.
- 5) 上内哲男, 志村圭太・他: 回復期リハビリテーション病棟における歩行自立判定テストと自立後の転倒者率. 身体教育医学研究. 2012; 13: 9-14.
- 6) 長谷川正裕, 内田淳正: 小切開, mini-midvastusアプローチによるTKA. 関節外科. 2007; 26 (1): 86-92.
- 7) 勝呂徹・井上一: 人工膝関節置換術【TKA】のすべて. メジカルビュー社, 東京, 2007, pp 108.
- 8) 松枝宗則: 低侵襲人工膝関節全置換術におけるmini・midvastus approachとmini・subvastus approachの比較. Journal of Joint Surgery. 2009; 28 (11): 97-99.
- 9) 林泰史: 廃用症候群とは. Geriatric Medical. 2002; 40 (2): 151-154
- 10) Muller EA: Influence of training and of inactivity on muscle strength. Arch Phys Med Rehabil. 1970; 51: 449-462.
- 11) 江藤文夫: 高齢者疾患における廃用性萎縮の原因とその予防. Modern Physician. 1999; 19 (6): 755-757.

-
- 12) Beth A, Urbach D, et al : Strength and voluntary activation of quadriceps Femoris Muscle in total knee artroplasty with midvastus and subvastus approaches. J Arthroplasty. 2007; 22: 83-88.
 - 13) Chang CH, Yang RS, et al : Muscle torque in total knee arthroplasty:comparison of subvastus and midvastus approaches. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010; 18: 934-938.
 - 14) Bonutti PM, Zywiell MG, et al : A comparison of subvastus and midvastus approaches in minimally invasive total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2010; 92: 575-582.
 - 15) 小柳磨毅, 中山彰一・他 : 運動療法学 総論. 医学書院, 東京, 2007, pp 134-135.
 - 16) 山崎裕司 : 日常生活活動に必要な筋力の基準値. Geriatric Medicine. 2010; 48 (2) : 235-237.
 - 17) 藤田悟, 廣田茂明・他 : 下肢人工関節置換術後に起こる深部静脈血栓症の発生頻度. 臨床整形外科. 1996; 31 (9) : 1001-1005.