

人工膝関節全置換術後の歩行獲得と入院期間
に影響を及ぼす機能的因子に関する研究

2017

吉備国際大学大学院

保健科学研究科

保健科学専攻

D311401 天野 徹哉

目次

定義，省略文字のリスト	1
-------------	---

序章 序論（総合）	2
-----------	---

第1節 研究背景	2
第1項 変形性膝関節症の疫学	2
第2項 変形性膝関節症の臨床症状と治療	2
第3項 人工膝関節全置換術適用患者の機能低下	3
第4項 人工膝関節全置換術後の機能回復	5
第2節 研究目的	6
第3節 論文の構成	6

第1章 人工膝関節全置換術後の歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違い	7
-------------------------------------	---

第1節 背景	8
第2節 方法	8
第1項 対象	8
第2項 方法	8
第3項 統計解析	10
第3節 結果	11
第4節 考察	18
第5節 結論	20

第2章 最小侵襲手術法による人工膝関節全置換術適用患者の入院期間に影響を及ぼす機能的因子の検討	21
---	----

第1節 背景	22
第2節 方法	23
第1項 対象	23
第2項 方法	23
第3項 統計解析	25

第3節 結果	25
第4節 考察	29
第5節 結論	30
第3章 総合考察	31
終章 結論（総合）	33
謝辞	34
学位論文の基礎となる原著	35
参考文献	36

定義，省略文字のリスト

本研究で使用する用語の定義，省略文字は以下ものとする．

用語の定義

検査前確率：検査前に対象である集団が，ある状態（疾患）を有する確率のこと．

省略文字

ADL : activities of daily living

AUC : area under the curve

BMI : body mass index

CPM : continuous passive motion

CRP : C-reactive protein

FIM : functional independence measure

FTA : femorotibial angle

HHD : hand held dynamometer

JKOM : Japanese knee osteoarthritis measure

KL 分類 : Kellgren-Lawrence 分類

LR+ : positive likelihood ratio

LR- : negative likelihood ratio

MIS : minimally invasive surgery

MWS : maximum walking speed

NRS : numerical rating scale

OA : osteoarthritis

ROAD : research on osteoarthritis against disability

ROC : receiver operating characteristic

ROM : range of motion

SR-FAI : self rating Frenchay activities index

TKA : total knee arthroplasty

TUG : timed up & go test

UKA : unicompartmental knee arthroplasty

序章 序論（総合）

第 1 節 研究背景

第 1 項 変形性膝関節症の疫学

2015 年の日本人の平均寿命（男性：80.79 歳，女性：87.05 歳）が過去最高となった我が国では，健康寿命を延伸するための取り組みが重要視されている．健康寿命とは，自立して健康に生活できる期間であり，先行研究では最大歩行速度が速い高齢者ほど，健康寿命を維持できる確率は高いと報告されている¹⁾．一方で，厚生労働省による「平成 25 年国民生活基礎調査の概況」の調査において，介護が必要となった主な原因として，要支援者では関節疾患が第 1 位（20.7%）であったと報告している²⁾．吉村ら³⁾による臨床研究プロジェクト ROAD（Research on Osteoarthritis Against Disability）の調査では，関節疾患の代表例である変形性膝関節症（knee osteoarthritis：以下，膝 OA）の罹患者数は推計 2,530 万人であり，40 歳以上の有病率は全体で男性 42.6%，女性 62.4%であったと報告されている．膝 OA とは，関節を構成する組織に慢性の退行性変化と増殖性変化が起こり，関節形態に変化をきたす疾患で，臨床現場において遭遇する頻度の高い疾患である⁴⁾．膝 OA は，原因の明らかでない一次性が大部分を占め，85%以上が内側型関節症を呈しており，男女比は 1 対 3～4 と女性に多く発症することが報告されている^{5),6)}．超高齢社会を迎えた我が国では，膝 OA の有病率はさらに増加することが予想される．

第 2 項 膝 OA の臨床症状と治療

膝 OA 患者の臨床症状としては，疼痛・関節可動域（range of motion：以下，ROM）制限・筋力低下による日常生活活動（activities of daily living：以下，ADL）障害が挙げられる．具体的には，階段昇降や歩行・立ち上がり・しゃがみ込み・浴槽への出入りなどの ADL 障害が起こる⁷⁾．特に，歩行や階段昇降といった移動動作能力の低下が最も問題となり，活動意欲の低下とともに廃用症候群を引き起こす可能性がある．健康寿命の延伸が重要視されている我が国では，膝 OA 患者の機能低下を最小限にすることは理学療法士の重要な役割である．

膝 OA の治療には保存療法と手術療法があり，年齢・病期や臨床症状によって治療法が決定される．治療の第一選択は保存療法であり，保存療法では薬物療法・装具療法とリハ

ビリテーションが実施されている。リハビリテーションの中核を成している運動療法では、筋力増強運動・ROM 運動・有酸素運動の有効性が認められている⁸⁻¹¹⁾。一方、保存療法にもかかわらず、重症化する症例に対しては手術療法が適用となる。膝 OA 患者に対する手術療法には、骨切り術や人工膝関節置換術があり¹²⁾、その適用は年齢・病期・機能低下や対象者の活動性などを踏まえて総合的に判断されている¹³⁾。具体的には、比較的若く軽度から中等度の変形を有しており、変性が関節全体におよんでいない場合には、骨切り術や人工膝関節単顆置換術（unicompartmental knee arthroplasty : UKA）が選択され、重度の関節症で年齢が 70 歳以上の場合には、人工膝関節全置換術（total knee arthroplasty : 以下、TKA）が適用になる¹⁴⁾。膝 OA に対する手術療法の中で、最も多く行われている手術は TKA であり、10 年以上の長期成績でも 90% を超える安定した成功率が報告されている⁵⁾。TKA 後のリハビリテーションでは、術側膝関節を中心とした筋力増強運動や ROM 運動などの運動療法が、関節可動域の改善や歩行能力・階段昇降能力の回復に有効であるとされている¹⁵⁻¹⁸⁾。TKA 後は、歩行能力の改善による活動性の向上が目標となるため、リハビリテーションに対する需要は高まっている。

第 3 項 TKA 適用患者の機能低下

TKA の主目的は、除痛と関節機能の改善であり、術後のリハビリテーションでは、術前機能までの回復が最低限の目標となる。しかし、TKA の適用となる膝 OA 患者の機能低下（筋力低下・ROM 制限や ADL 障害）の程度については明らかになっていない。著者らは多施設共同研究を行い、TKA 適用となった膝 OA 患者の術前機能について調査した。対象は、2013 年 7 月～2016 年 10 月の間に多施設共同研究の協力が得られた 15 施設において膝 OA と診断され、下記の選択基準を満たした 473 名〔男性 96 名、女性 377 名、年齢 74.9 ± 7.5 歳、body mass index（以下、BMI） $25.6 \pm 3.8 \text{kg/m}^2$ 〕であった。取込基準は TKA の適用となった者、Kellgren-Lawrence 分類（以下、KL 分類）が Grade 3 あるいは Grade 4 の者とし、除外基準は運動麻痺などの神経学的所見が認められる者、認知機能障害・精神機能障害を有する者、膝関節以外の機能障害が著明な者とした。TKA 適用となった膝 OA 患者の術前機能を表 1 に示す。なお、表 1 に示した項目は術前入院時に術前評価として実施した。

表 1 : TKA 適用患者における術前機能の記述統計値 (n=473)

術側膝伸展筋力 (Nm/kg)	0.75 ± 0.64
術側膝屈曲筋力 (Nm/kg)	0.39 ± 0.20
術側膝伸展 ROM (°)	-9.0 ± 8.7
術側膝屈曲 ROM (°)	121.9 ± 17.6
5mMWS (m/秒)	1.02 ± 0.34
TUG (秒)	12.3 ± 5.9
FIM (点)	121.0 ± 7.2

平均±標準偏差, ROM: range of motion, 5mMWS: 5m maximum walking speed

TUG: timed up & go test, FIM: functional independence measure

多施設共同研究の調査の結果, TKA 適用となった膝 OA 患者は男性 20.3%, 女性 79.7% であり, 最年少は 52 歳, 最年長は 92 歳であった. また, 対象者の KL 分類は Grade 3 が 42.5%, Grade 4 が 57.5% であった. 対象者のうち, 内側型膝 OA [大腿脛骨角 (femorotibial angle: 以下, FTA) $\geq 180^\circ$] は 75%, 外側型膝 OA (FTA $\leq 170^\circ$) は 8%, それ以外 (FTA = $171^\circ \sim 179^\circ$) は 17% であり, 両側性膝 OA は 68.5%, 片側性膝 OA は 31.5% であった.

TKA 適用となった膝 OA 患者の 5m 最大歩行速度 (5m maximum walking speed: 以下, 5mMWS) の平均は 1.02m/秒であり, 屋外歩行が可能な歩行速度の基準とされている 1.00m/秒¹⁹⁾と同程度であった. また, 林ら²⁰⁾は, 通所介護サービスを利用する要介護高齢者 2,695 名のうち, ADL 自立群 [機能的自立度評価法 (functional independence measure: 以下, FIM) の運動項目 13 項目がすべて 6 点 (修正自立) 以上である者] 1,429 名の Timed up & go test (以下, TUG) は 13.0 ± 5.3 秒であったと報告しており, TKA 適用となった膝 OA 患者 473 名の TUG 12.3 ± 5.9 秒と同程度であった. さらに, 本調査における FIM の平均は 121 点であり, 強い ADL 障害は認められなかった. これらのことから, TKA 適用となった膝 OA 患者の過半数は術前 ADL が修正自立~自立レベルであり, 屋外歩行が可能な程度の歩行能力が保たれていた.

第4項 TKA後の機能回復

我が国では、1990年代後半から医療の標準化と医療費削減などを目的として、クリティカルパス（以下、パス）が導入され、チーム医療の推進や患者満足度の向上に効果があるとされている²¹⁾。前述した多施設共同研究の協力が得られた15施設において、TKAのパスを導入している施設は12施設、導入していない施設は3施設であった。また、パスを導入している12施設のうち、入院期間の設定が術後21日以内の施設は7施設、術後30日以内の施設は3施設、術後30日を超過する施設2施設であった。上記のようにパスは普及しているものの、入院期間の設定については施設毎に様々であった。その理由としては、本邦の運動器リハビリテーション分野では、術後14日までは初期加算、術後30日までは早期リハビリテーション加算が認められており、術後150日までは所定の単位数が上限なく算定できるという医療保険制度が大きく影響していると考える。一方で、少子高齢化が急速に進むことが予測される我が国では、2025年問題への対策が急務とされている。2025年問題とは、団塊の世代の約700万人が2025年までに後期高齢者（75歳以上）に到達し、全人口の4人に1人が後期高齢者となることにより、社会保障費の急増などが引き起こされる問題のことである²²⁾。このような状況において、厚生労働省による調査では、平成27年（2015年）の一般病床の平均在院日数は16.5日であり、急性期病院における在院日数は年々短縮傾向にあることが報告されている²³⁾。今後も在院日数は短縮することが予想されるため、リハビリテーションの果たす役割は更に大きくなる。

TKA後の自宅復帰には、歩行獲得が必要不可欠であり、歩行獲得には、術後の機能回復が重要になると考える。TKA後の機能回復について藤吉ら²⁴⁾は、術前と術後1週の膝伸展筋力・膝屈曲筋力・膝伸展ROM・膝屈曲ROMを比較した結果、術後1週の機能は有意に低下していたと報告している。また、飛永ら²⁵⁾は術前と術後1ヵ月の膝伸展筋力・TUGを比較した結果、有意な差は認められなかったが、術後3ヵ月の膝伸展筋力・TUGは術前機能と比較して有意に改善していたと報告している。さらに、中村ら²⁶⁾は術前と術後6ヵ月の下肢筋力・疼痛・10m歩行時間・TUGを比較した結果、術後6ヵ月の機能は有意に改善していたと報告している。これらの先行研究では、TKA後の機能回復には、少なくとも術後1ヵ月以上の期間が必要であることを示唆している。しかしながら、先行研究の限界として、歩行獲得が順調に進んだ症例と歩行獲得が遅延した症例の機能回復の違いについては検討されていないことが挙げられる。術後早期の歩行獲得は、入院期間の短縮に繋がるため、歩行獲得に対する機能回復の違いを明らかにする必要性は高い。

近年、TKAでは最小侵襲手術（minimally invasive surgery：以下、MIS）法が行われるようになり、従来法と比較して離床時期が早く、術後の疼痛軽減や関節機能の早期回復が認められるため、入院期間の短縮に有効であると報告されている²⁷⁻²⁹⁾。また、術後5年を経過したMIS法によるTKAの調査において、関節機能は良好な状態であることが報告されている³⁰⁾。一方、本邦におけるTKA後の入院期間に関する先行研究では、医療保険制度や社会的背景が影響すると推察されているが³¹⁾、MIS法によるTKA適用患者の入院期間に影響を及ぼす機能的因子については明らかになっていない。超高齢社会における社会保障費の急増が問題となっている我が国では、入院期間の短縮は医療費適正化計画の目標のひとつでもあるため、理学療法士が介入可能な術後早期の機能回復と入院期間との関係を明らかにすることは重要である。

以上のような研究背景から、TKA後の機能回復と歩行獲得・入院期間との関係について検討し、早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにすることができれば、より効果的なリハビリテーションの実践に役立つと考える。

第2節 研究目的

本研究の目的は、TKA後の機能回復と歩行獲得・入院期間との関係について検討し、早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにすることである。

第3節 論文の構成

本論文は、第1章と第2章の結果を基に、第3章において総合考察を行い、終章として結論を述べた。第1章では、TKA後の歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違いについて検討し、歩行獲得を目的とした早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにした。第2章では、MIS法によるTKA適用患者の入院期間に影響を及ぼす機能的因子について検討し、入院期間短縮を目的とした早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにした。第3章では、第1章と第2章の結果を基に、TKA後の早期リハビリテーションに対する臨床提言を述べた。

第 1 章

TKA 後の歩行獲得に対する
術後早期の機能回復の違い

第 1 節 背景

膝 OA が重症化し、ADL 障害や活動制限が出現する症例に対しては、TKA が有効かつ費用対効果の高い手段であるとされている³²⁾。TKA は除痛効果と関節機能の改善により、術後早期に歩行獲得が期待でき、我が国における先行研究では、術後 16 日程度で T 字杖歩行が獲得できたとの報告がある³³⁾。TKA 後の歩行獲得には、術後の機能回復が重要になると考える。TKA 後の機能回復に関する先行研究では、身体機能や歩行能力の回復には、少なくとも術後 1 ヶ月以上の期間が必要であることを示唆している²⁴⁻²⁶⁾。しかしながら、先行研究の限界として、歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違いについては検討されていないことが挙げられる。歩行獲得が順調に進んだ症例と歩行獲得が遅延した症例の機能回復の違いを比較検討することによって、早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにできると考える。

本研究では、TKA 後の歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違いについて検討し、歩行獲得を目的とした早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにすることを目的とした。

第 2 節 方法

第 1 項 対象

2013 年 7 月～2015 年 7 月の間に、研究協力が得られた 3 施設において TKA の適用となり、パスを使用した膝 OA 患者 185 名のうち、歩行獲得の調査が可能であった 148 名（男性 33 名、女性 115 名、年齢 74.5 ± 7.2 歳）を対象とした。除外基準は、両側同時 TKA を施行した者、術後 14 日目までに T 字杖歩行練習が開始できなかった者とした。

本研究は吉備国際大学倫理審査委員会から承認（受理番号 14-31）され、対象者には本研究の目的と内容に関する説明を行い、同意を得た。

第 2 項 方法

研究デザインは、前向きコホート研究である。研究協力が得られた 3 施設では、術後 1 日目からリハビリテーションを開始しており、病室では状態に応じて 1 日 20～40 分、リハビリテーション室では原則 1 日 40 分のリハビリテーションを実施した。また、リハビ

リテーションの内容については、術側膝関節を中心とした筋力増強運動や ROM 運動、歩行練習や ADL 練習といった標準的なリハビリテーション介入³⁴⁾が実施されており、特殊手技を用いた介入は行われていないことを確認した。協力施設における術後のリハビリテーションスケジュールと介入内容を表 1 に示す。日本整形外科学会・日本理学診療医学会が推奨する TKA のパスでは、T 字杖歩行・階段昇降や床上動作を獲得し、術後 21 日目までに退院することを目標としている³⁵⁾。なお、パスにおける歩行補助具のステップアップや応用歩行練習の開始時期に関しては、パスのスケジュールに従い、理学療法士が対象者の動作の安定性が得られたと判断した時点で行った。

表 1：パスで設定されている術後リハビリテーションスケジュール

術後 1 日目	病室にてリハビリテーション開始 起居・起立・移乗動作練習開始 関節可動域運動・筋力増強運動開始
術後 2～3 日目	リハビリテーション室にてリハビリテーション開始 歩行練習開始（平行棒・歩行器→T 字杖）
術後 7～14 日目	応用歩行練習開始（階段昇降や屋外歩行など） 床上動作練習開始
術後 14～21 日目	退院（退院指導）

本研究における歩行獲得の判断基準は、①2 名の理学療法士が歩行観察を行い、T 字杖歩行が安定して 50m 以上可能であると主観的に判断した場合、②対象者自身が T 字杖歩行に自信を持った場合、③TUG が 13.5 秒未満になった場合³⁶⁾とした。本研究では、上記 3 条件をすべて満たすまでに要した術後日数を歩行自立日数と定義した。

調査・測定時期は術前入院時と術後 14 日目であり、術前評価は手術 1～2 日前に実施した。術前評価では基本属性である性別、年齢、BMI、医学的属性である手術歴、KL 分類、障害側、改訂版 self rating Frenchay activities index（以下、改訂版 SR-FAI）^{37),38)}、変形性膝関節症患者機能評価尺度（Japanese knee osteoarthritis measure：以下、JKOM）^{39),40)}、身体機能である術側・非術側膝関節筋力（膝伸展筋力・膝屈曲筋力）⁴¹⁾、術側・非術側膝関節可動域（膝伸展 ROM・膝屈曲 ROM）、疼痛、歩行能力である 5mMWS の調査・測定を行った。また、術後 14 日目に身体機能と歩行能力の測定を行った。

手術歴は反対側の TKA 既往の有無を、障害側は両側性膝 OA あるいは片側性膝 OA について調査を行った。改訂版 SR-FAI は 15 項目の設問からなる応用的日常生活活動の評価法のひとつであり、0 点（非活動的）～45 点（活動的）の範囲で合計点を算出した。筋力は hand held dynamometer（アニマ社製、ミュータス F-1、以下、HHD）を使用し、等尺性最大筋力を測定した。測定肢位は両腕を前胸部で組み、膝関節は 90° 屈曲位、非測定側の足底のみ台に接地した端座位とした。筋出力を受ける HHD のセンサー部の位置は、膝伸展筋力では下腿遠位前面、膝屈曲筋力では下腿遠位後面とした。測定には固定用ベルトを併用し、膝伸展筋力ではベッド脚にベルトを固定し、膝屈曲筋力では検者の下腿部にベルトを固定した。また、アーム長として、膝関節外側裂隙からセンサーの中心部までの距離を測定した。測定は休憩時間を設けて 2 回繰り返し行い、センサー部の出力の最大値（N）とアーム長（m）の積を対象者の体重（kg）で除したトルク体重比（Nm/kg）の平均値を算出した。ROM は、日本整形外科学会および日本リハビリテーション医学会が推奨する方法に準じ、ゴニオメーターを用いて 5° 単位で測定した。疼痛は、ベッド上臥床における術側膝関節の安静時痛を、numerical rating scale（以下、NRS）を用いて評価した。5mMWS の測定は、室内に設けられた 11m の直線歩行路を用い、歩行路の両端の 3m を予備路とした。対象者の下肢が、スタートラインを横切った時点からゴールラインを横切った時点までの所要時間を測定し、5mMWS（m/秒）を算出した。

第 3 項 統計解析

歩行自立日数が術後 14 日以内の者を歩行獲得群、術後 14 日を超過した者を歩行遅延群として 2 群に分類して、2 群の基本属性と医学的属性の違いを検討するために、2 標本 t 検定と χ^2 検定を用いて群間比較を行った。2 群の属性因子の比較において、統計的有意性が認められた属性因子と歩行獲得との receiver operating characteristic（以下、ROC）分析を行い、カットオフ値を求め、感度・特異度・陽性尤度比（positive likelihood ratio：以下、LR+）および陰性尤度比（negative likelihood ratio：以下、LR-）を算出した。その際、歩行獲得群を「1」、歩行遅延群を「0」とした。さらに、各群の術前機能と術後 2 週の機能については、対応のある t 検定を用いて群内比較を行った。なお、術前機能より術後 2 週の機能が改善している場合はプラス、術前機能より術後 2 週の機能が劣っている場合はマイナスになるように解析を行った。解析統計ソフトは SPSS Statistics 22 を使用し、有意水準は 5%とした。

第 3 節 結果

本研究対象者の術式は、MIS 法が 95.9%，従来法が 4.1%であった。また、本研究では歩行獲得群が 59.5%，歩行遅延群が 40.5%であり、両群とも歩行獲得から退院までに 7～10 日程度要していた（表 2）。

表 2：2 群の歩行自立日数と在院日数

	全体 (n=148)	歩行獲得群 (n=88)	歩行遅延群 (n=60)
歩行自立日数 (日)	14.3±5.3	11.0±2.4	19.0±4.8
在院日数 (日)	23.4±8.2	21.9±8.6	25.5±7.1

数値は、平均±標準偏差を示す。

2 群の基本属性・医学的属性を比較した結果、歩行遅延群と比較して、歩行獲得群の年齢は有意に低値を示し、改訂版 SR-FAI は有意に高値を示した（表 3）。2 群の属性因子の比較において、統計的有意性が認められた 2 項目（年齢・改訂版 SR-FAI）と歩行獲得との ROC 分析の結果を表 4、図 1 と図 2 に示す。

表3：2群の基本属性と医学的属性の比較

		全体 (n=148)	歩行獲得群 (n=88)	歩行遅延群 (n=60)	p 値
基本属性	性別（男性/女性） ††	33/115	20/68	13/47	0.879
	年齢（歳） †	74.5±7.2	73.4±7.0	76.2±7.3	0.021
	BMI（kg/m ² ） †	25.1±3.8	25.5±4.0	24.5±3.5	0.093
医学的属性	手術歴（有/無） ††	45/103	24/64	21/39	0.316
	KL分類（Grade 4/Grade 3） ††	74/74	42/46	32/28	0.503
	障害側（両側性/片側性） ††	87/61	51/37	36/24	0.804
	改訂版 SR-FAI（点） †	23.8±8.3	25.4±8.1	21.5±8.2	0.008
	JKOM（点） †	49.0±21.1	46.2±21.1	53.3±20.6	0.058

平均±標準偏差, †:2 標本 t 検定, ††: χ^2 検定, BMI:body mass index, KL 分類:Kellgren-Lawrence 分類

SR-FAI:self rating Frenchay activities index, JKOM:Japanese knee osteoarthritis measure

表4：選択された属性因子と歩行獲得との ROC 分析の結果

	カットオフ値	感度	特異度	LR+	LR-	AUC	p 値	95%信頼区間
年齢	74 歳	54.5%	68.3%	1.7	0.7	0.617	0.016	0.524-0.710
改訂版 SR-FAI	26 点	51.9%	73.6%	2.0	0.7	0.633	0.010	0.537-0.728

AUC: area under the curve, LR+:positive likelihood ratio, LR-:negative likelihood ratio

SR-FAI: self rating Frenchay activities index

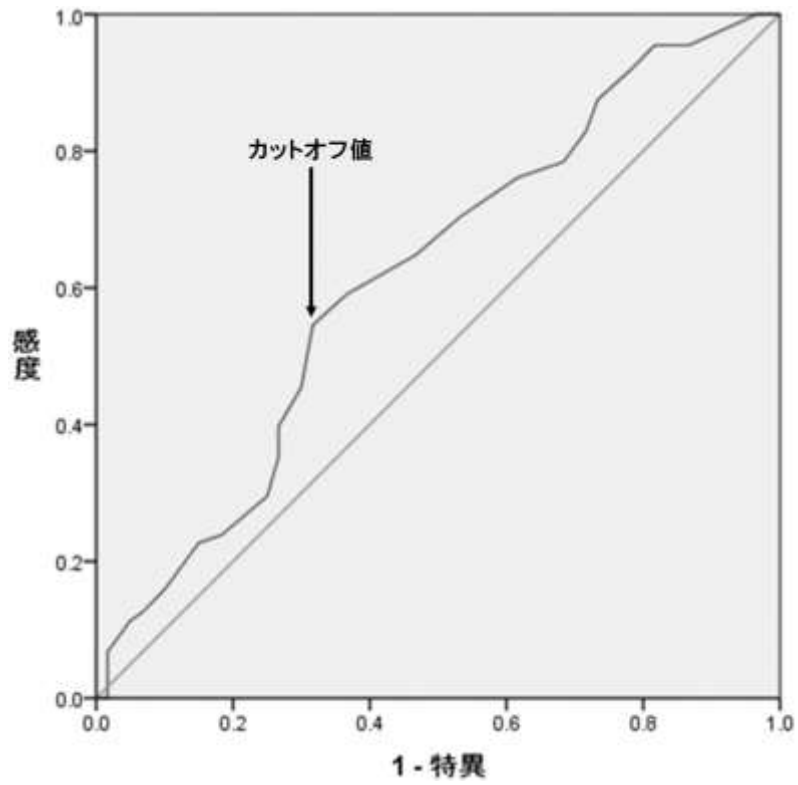


図 1 : 年齢の ROC 曲線

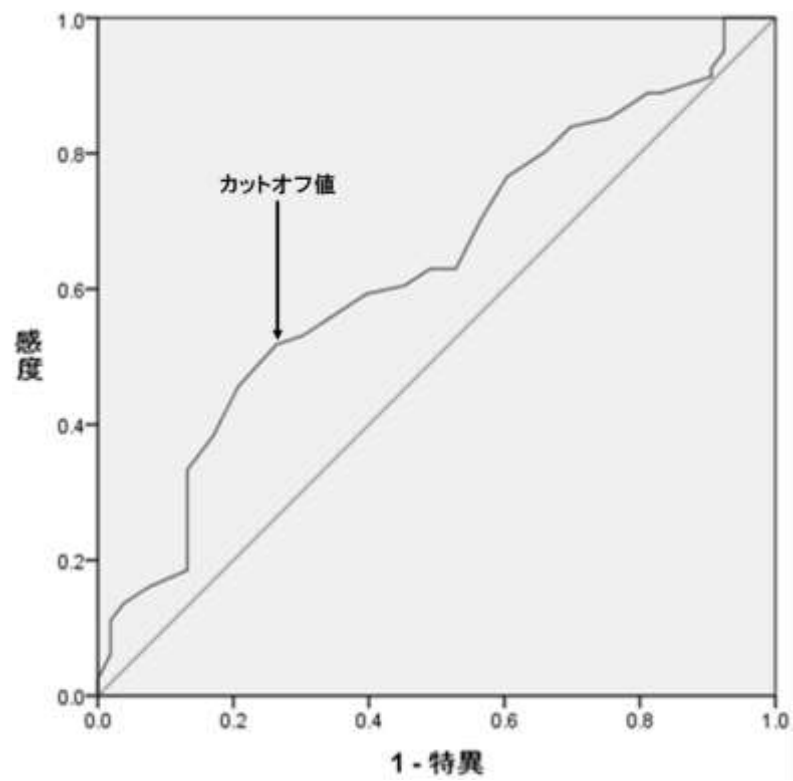


図 2 : 改訂版 SR-FAI の ROC 曲線

各群の術前機能と術後 2 週の機能を比較した結果、歩行獲得群では、術後 2 週の術側膝伸展筋力・非術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲 ROM・NRS・5mMWS は術前機能と比較して有意に低値を示したが、術後 2 週の術側膝伸展 ROM は有意に高値を示した(表 5)。また、歩行遅延群では、術後 2 週の術側膝伸展筋力・非術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲 ROM・5mMWS は、術前機能と比較して有意に低値を示した(表 6)。すなわち、両群とも術後 2 週の術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲 ROM・5mMWS は、術前機能と比較して有意に低下していたが、歩行獲得群の術後 2 週の術側膝伸展 ROM と疼痛は、術前機能と比較して有意に改善していた(図 3～図 6)。

表 5：歩行獲得群の術前機能と術後機能の比較 (n=88)

	術前	術後 2 週	p 値	95%信頼区間	
				下限	上限
術側膝伸展筋力 (Nm/kg)	0.81±0.36	0.55±0.29	p<0.001	-0.31	-0.19
非術側膝伸展筋 (Nm/kg)	0.99±0.42	0.91±0.38	0.002	-0.14	-0.03
術側膝屈曲筋力 (Nm/kg)	0.44±0.22	0.33±0.17	p<0.001	-0.14	-0.06
非術側膝屈曲筋 (Nm/kg)	0.50±0.25	0.48±0.21	0.353	-0.05	0.02
術側膝伸展 ROM (°)	-8.9±8.4	-5.8±5.9	0.001	1.3	4.9
非術側膝伸展 ROM (°)	-5.6±7.6	-4.8±6.9	0.340	-0.6	1.5
術側膝屈曲 ROM (°)	123.6±19.6	114.5±15.6	p<0.001	-12.4	-5.8
非術側膝屈曲 ROM (°)	130.3±15.6	131.0±13.7	0.468	-1.2	2.5
NRS (点)	2.2±2.6	1.5±1.4	0.020	0.1	1.3
5mMWS (m/秒)	1.16±0.29	1.05±0.24	p<0.001	-0.18	-0.06

平均±標準偏差, ROM: range of motion, NRS: numerical rating scale, 5mMWS: 5m maximum walking speed

表 6 : 歩行遅延群の術前機能と術後機能の比較 (n=60)

	術前	術後 2 週	p 値	95%信頼区間	
				下限	上限
術側膝伸展筋力 (Nm/kg)	0.84±0.32	0.46±0.23	p<0.001	-0.45	-0.29
非術側膝伸展筋力 (Nm/kg)	0.95±0.32	0.82±0.27	p<0.001	-0.20	-0.06
術側膝屈曲筋力 (Nm/kg)	0.45±0.19	0.27±0.12	p<0.001	-0.22	-0.12
非術側膝屈曲筋力 (Nm/kg)	0.51±0.21	0.47±0.17	0.139	-0.07	0.01
術側膝伸展 ROM (°)	-7.7±8.3	-6.6±6.3	0.237	-0.8	3.2
非術側膝伸展 ROM (°)	-5.4±6.0	-4.9±5.5	0.253	-0.4	1.6
術側膝屈曲 ROM (°)	122.4±18.0	110.9±13.0	p<0.001	-15.3	-6.6
非術側膝屈曲 ROM (°)	129.9±16.9	129.2±14.9	0.834	-2.7	2.2
NRS (点)	1.3±2.0	1.3±1.6	0.961	-0.7	0.7
5mMWS (m/秒)	0.94±0.31	0.69±0.19	p<0.001	-0.33	-0.15

平均±標準偏差, ROM: range of motion, NRS: numerical rating scale, 5mMWS: 5m maximum walking speed

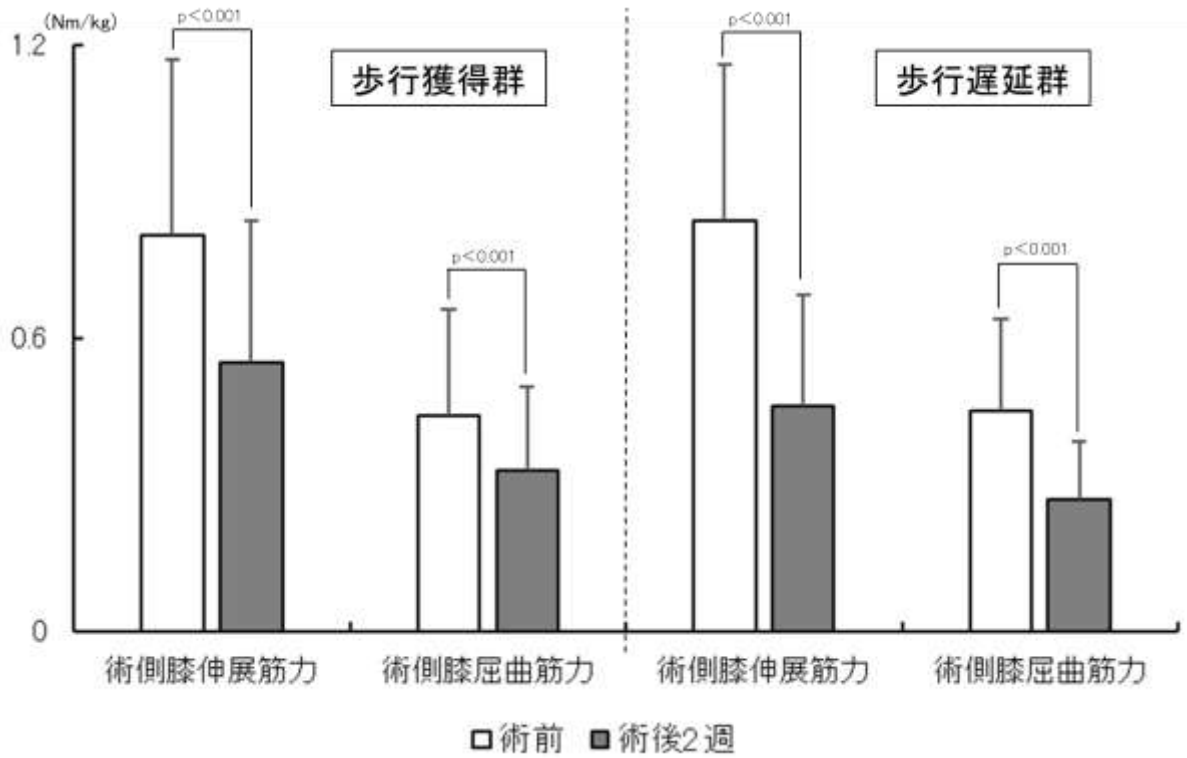


図 3 : 2 群の術前と術後 2 週の膝関節筋力の比較

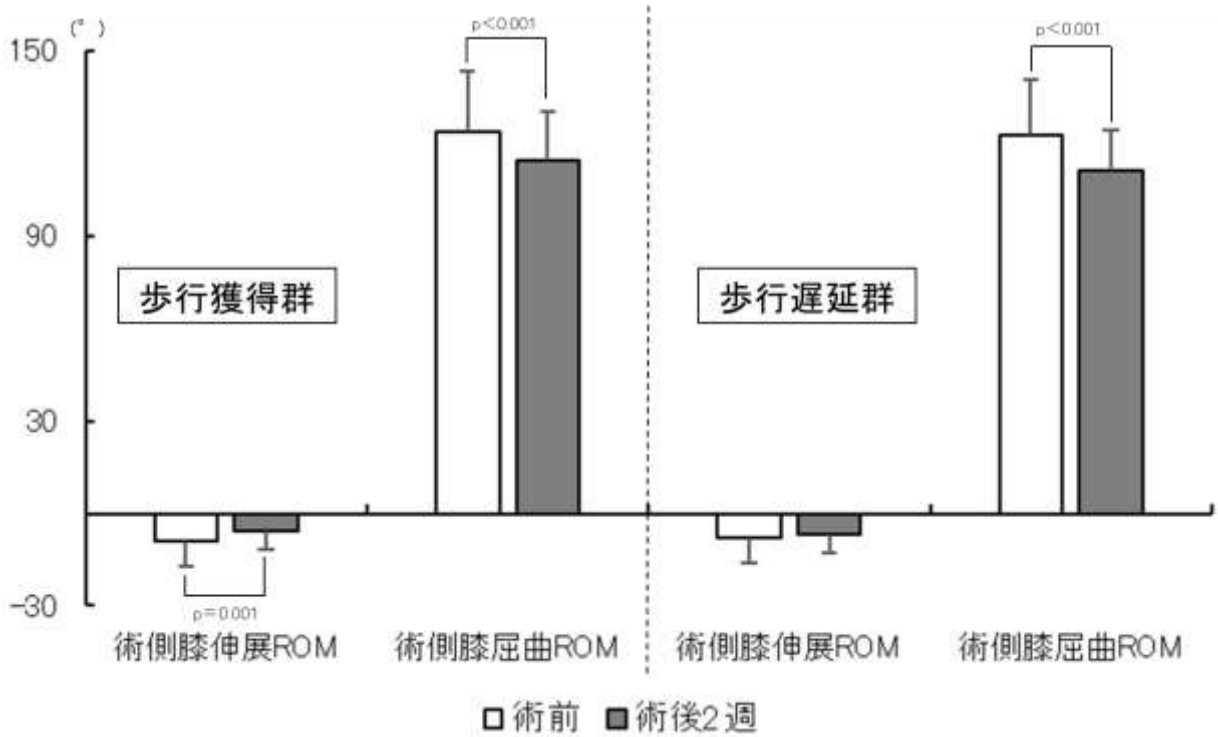


図 4 : 2 群の術前と術後 2 週の膝関節可動域の比較

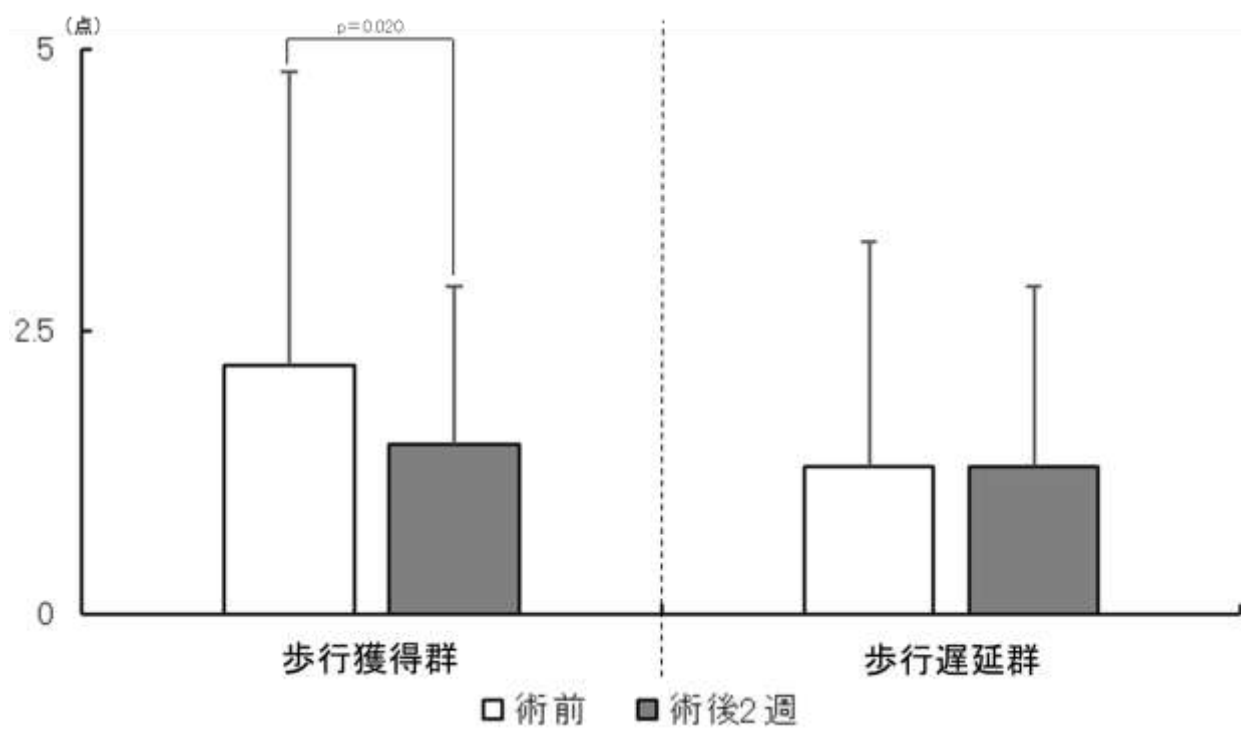


図 5 : 2 群の術前と術後 2 週の疼痛の比較

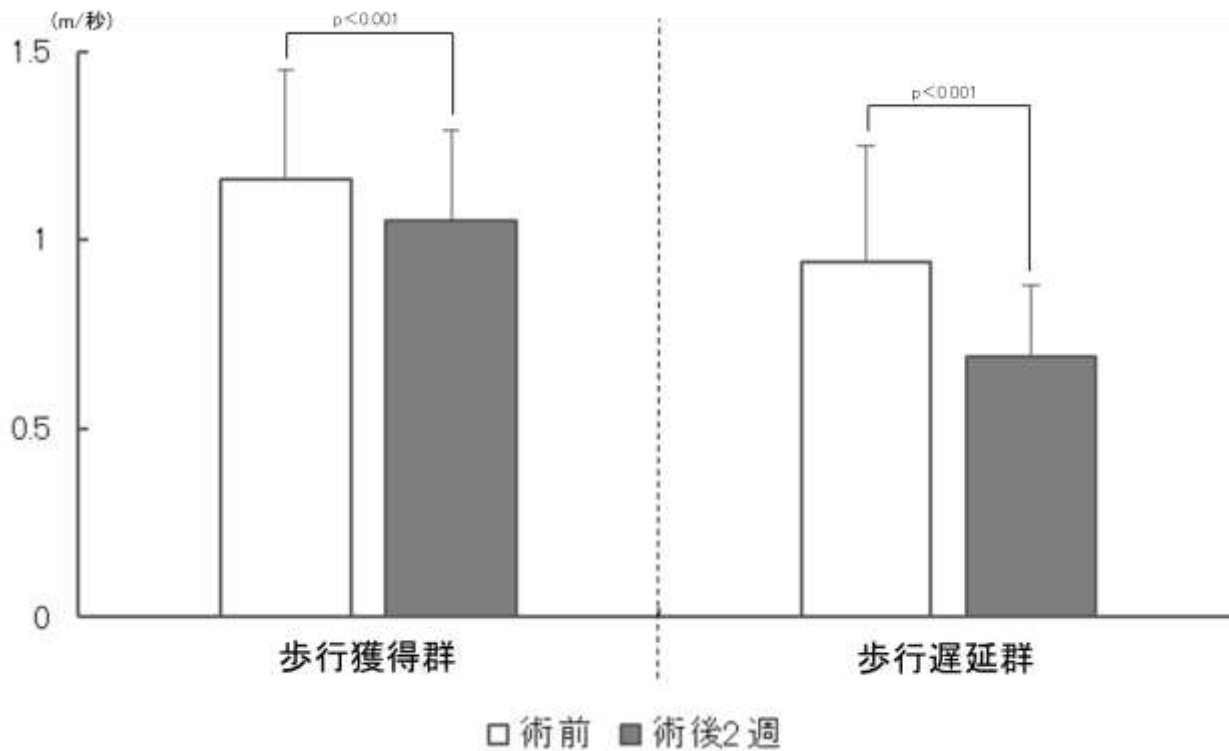


図 6 : 2 群の術前と術後 2 週の歩行速度の比較

第4節 考察

本研究では、歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違いについて検討するために、歩行自立日数が術後14日以内の者を歩行獲得群、術後14日を超過した者を歩行遅延群として2群に分類して比較した。本研究における歩行獲得の判断基準は、①2名の理学療法士が歩行観察を行い、T字杖歩行が安定して50m以上可能であると主観的に判断した場合、②対象者自身がT字杖歩行に自信を持った場合、③TUGが13.5秒未満になった場合とし、3条件をすべて満たすまでに要した術後日数を歩行自立日数と定義した。臨床現場における歩行自立の判断は、担当理学療法士に委ねられており、その判断基準は担当理学療法士によって様々である。本研究では、理学療法士による定性的評価と対象者の自信に加えて、定量的評価という3つを組み合わせ、歩行自立の判断基準とした。客観的指標であるTUGに関しては、転倒のカットオフ値である13.5秒³⁶⁾を採用したが、序論で記述したようにTKA適用となった膝OA患者の術前TUGの平均は12.3秒であったこと、TKA後に農作業や海外旅行が行えるほど活動性が改善したとの報告⁴²⁾があることから、TKA後の歩行能力として達成可能な基準であると考えられる。

2群の属性因子の違いを比較した結果、歩行遅延群と比較して、歩行獲得群の年齢は若く、術前の活動性は高かった。また、歩行獲得に対する年齢のカットオフ値は74歳でLR+は1.7であり、改訂版SR-FAIのカットオフ値は26点でLR+は2.0であった。尤度比に関しては、LR+が10を超えるような検査は高価で危険なことが多く、一般的な検査はLR+が2.0~5.0であり、検査前確率が中等度のときのみ有用であるとされている⁴³⁾。年齢と改訂版SR-FAIの歩行獲得に対するカットオフ値は一定の判別能力を有するため、術前に歩行獲得を判別する際の臨床判断に活用できると考える。すなわち、検査前確率が中等度である場合、年齢が後期高齢者より若く（年齢が74歳以下）、術前の活動性が中等度以上（改訂版SR-FAIが26点以上）のTKA適用患者は、標準的なりハビリテーション介入を実施することによって、術後14日以内にT字杖歩行を獲得できる可能性は高いと考える。

歩行獲得群の術後2週の術側膝伸展ROMと疼痛は、術前機能と比較して有意に改善していた。日常生活では、83~105°の膝関節屈曲角度が必要とされており⁴⁴⁾、床上動作などを行う和式の生活様式においては、より深い屈曲角度が必要になる。また、TKA後は術後早期よりcontinuous passive motion (CPM)を用いたROM運動が行われており、術

後の膝関節屈曲角度についての検討が積極的に行われている⁴⁵⁾。一方、歩行中の膝関節の正常な運動範囲は0~70°であり、膝伸展ROMが制限されると、立脚中期から立脚後期の前方への推進力が低下して、歩行能力が低下することが指摘されている⁴⁶⁾。本研究ではアウトカムを歩行獲得としたため、膝伸展ROMに有意な差が認められたと考える。これらことから、TKA後の歩行獲得を目的とした早期リハビリテーションでは、膝伸展ROMの改善と疼痛軽減に着目すべきであると考ええる。

歩行獲得群と歩行遅延群の術後2週の術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲ROM・5mMWSは、術前機能と比較して有意に低下していた。藤吉ら²⁴⁾は、TKA後1週の術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝伸展ROM・術側膝屈曲ROMは術前機能より有意に低下していたと報告している。飛永ら²⁵⁾は、TKA適用患者の術前と術後1ヵ月の膝伸展筋力・TUGを比較した結果、有意な差は認められなかったが、術後3ヵ月の膝伸展筋力・TUGは術前機能と比較して有意に改善していたと報告している。また、中村ら²⁶⁾は、TKA適用患者の術前と術後6ヵ月の下肢筋力・疼痛・10m歩行時間・TUGを比較した結果、術後6か月の機能は有意に改善していたと報告している。本研究においても術後14日という短期間では、両群の術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲ROM・歩行速度は、術前機能まで回復していないことが明らかになった。したがって、TKA適用患者の膝関節筋力・膝屈曲ROM・歩行速度を改善させるためには、退院後のリハビリテーションが重要になると考える。

本研究の限界として、膝OAの発症から手術までの期間や保存療法の実施期間を調査していないこと、リハビリテーション以外の術後治療の方針（対象者の服薬状況や検査の時期など）を統一することはできなかったことが挙げられる。そのため、それらの影響についてまで言及することはできない。

第 5 節 結論

本研究の結果より，歩行獲得群と歩行遅延群の術後 2 週の術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲 ROM・5mMWS は，術前機能と比較して有意に低値を示したが，歩行獲得群の術後 2 週の術側膝伸展 ROM と疼痛は，術前機能と比較して有意に高値を示した．すなわち，歩行獲得が順調に進む症例は，術後 14 日目までに術側膝伸展 ROM が改善し，疼痛が軽減することが明らかになった．以上のことから，TKA 後の歩行獲得を目的とした早期リハビリテーションでは，膝伸展 ROM の改善と疼痛軽減に着目すべきである．

第 2 章

MIS 法による TKA 適用患者の入院期間 に影響を及ぼす機能的因子の検討

第 1 節 背景

第 1 章では、TKA 適用患者を対象に、歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違いについて検討した。その結果、歩行獲得群と歩行遅延群の術後 2 週の術側膝関節筋力と術側膝屈曲 ROM は、術前機能と比較して有意に低値を示したが、歩行獲得群の術後 2 週の術側膝伸展 ROM と疼痛は、術前機能と比較して有意に高値を示した。すなわち、歩行獲得が順調に進む症例は、術後 14 日目までに術側膝伸展 ROM が改善し、疼痛が軽減することが明らかになった。以上のことから、TKA 後の歩行獲得を目的とした早期リハビリテーションでは、膝伸展 ROM の改善と疼痛軽減に着目すべきであることが示された。

近年、TKA では MIS 法が行われるようになり、MIS 法による TKA 後は早期の運動を獲得することによって、安静による合併症の減少や廃用性障害の発生を防止できるという利点が報告されている⁴⁷⁾。第 1 章の研究では MIS 法による TKA が約 96% であり、我が国においても多く実施されていることが示唆された。加えて、MIS 法による TKA は従来法と比較して、術後の疼痛軽減や関節機能の早期回復が認められるため、入院期間の短縮に有効であることが報告されている²⁷⁻²⁹⁾。本邦における TKA 適用患者の入院期間には、医療保険制度や社会的背景が影響すると推察されている³¹⁾。また、眞田ら⁴⁸⁾は、TKA 適用患者の入院期間と術前機能（膝伸展 ROM・膝屈曲 ROM・疼痛・TUG）との関係を検討した結果、有意な関係は認められなかったと報告している。さらに、石原ら⁴⁹⁾は、TKA 適用患者の入院期間に影響を及ぼす因子を明らかにするために、術前の膝伸展 ROM・膝屈曲 ROM・下肢伸展挙上筋力・T 字杖歩行獲得日数を説明変数とした多変量解析を行った結果、T 字杖歩行獲得日数のみが抽出され、術前の身体機能（膝伸展 ROM・膝屈曲 ROM・下肢伸展挙上筋力）は抽出されなかったと報告している。社会的要因や術前機能は、術後のリハビリテーション介入による改善が不可能な因子であるため、術後早期のリハビリテーション介入に反映させることはできない。術後早期のリハビリテーション介入に反映させるためには、理学療法士が介入可能な術後早期の機能回復と入院期間との関係を検討することによって、早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにする必要があると考える。

本研究では、MIS 法による TKA 適用患者の入院期間に影響を及ぼす機能的因子について検討し、入院期間短縮を目的とした早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにすることを目的とした。

第 2 節 方法

第 1 項 対象

協力が得られた 4 施設において、2013 年 7 月～2015 年 12 月までの間にパスを使用した膝 OA 患者 193 名を対象とした。選択基準は年齢が 50～90 歳，KL 分類 Grade 3 あるいは Grade 4 とし，除外基準は従来法による TKA，反対側の手術歴，両側同時施行，FTA<180° とした。すなわち，本研究の分析対象は，MIS 法による片側 TKA を施行した内側型膝 OA 患者 123 名（男性 22 名，女性 101 名，年齢 75.5±6.6 歳）であった（図 1）。

本研究は吉備国際大学倫理審査委員会から承認（受理番号 14-31）され，対象者には事前に本研究の目的と内容に関する説明を行い，同意を得た。

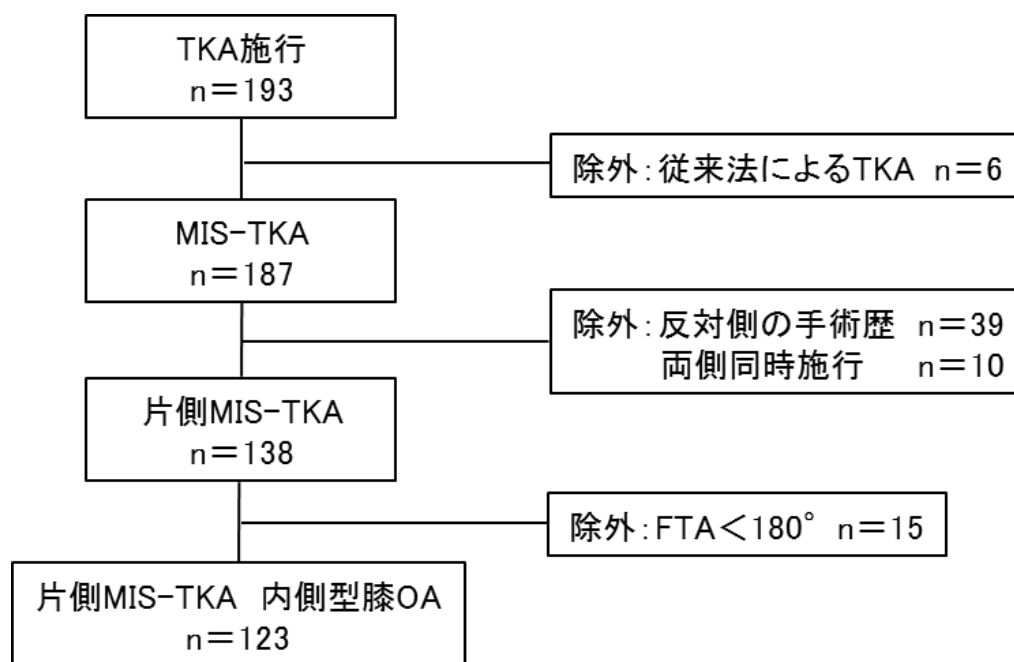


図 1：対象者選定のフローチャート

第 2 項 方法

研究デザインは，前向きコホート研究である。協力が得られた 4 施設では，術後 1 日目からリハビリテーションを開始しており，病室では状態に応じて 1 日 20～40 分，リハビリテーション室では原則 1 日 40 分のリハビリテーションを実施した。また，術側膝関節を中心とした筋力増強運動や ROM 運動，歩行練習や ADL 練習といった標準的なリハビリ

テーション介入³⁴⁾が実施されており、その他の特殊手技を用いた介入は行われていないことを確認した。協力施設における術後のリハビリテーションスケジュールと介入内容を表1に示す。

表1：パスで設定されている術後リハビリテーションスケジュール

術後 1 日目	病室にてリハビリテーション開始 起居・起立・移乗動作練習開始 関節可動域運動・筋力増強運動開始
術後 2～3 日目	リハビリテーション室にてリハビリテーション開始 歩行練習開始（平行棒・歩行器使用→T字杖）
術後 7～14 日目	応用歩行練習開始（階段昇降や屋外歩行など） 床上動作練習開始
術後 14～21 日目	退院（退院指導）

測定時期は、術前入院時と術後 14 日目とした。ベースライン調査として、術前入院時に基本属性である性別・年齢・BMI，医学的属性である運動習慣・KL 分類・FTA・障害側・FIM，身体機能である術側・非術側の下肢筋力（膝伸展筋力・膝屈曲筋力）⁴¹⁾・術側・非術側関節可動域（膝伸展 ROM・膝屈曲 ROM）・疼痛，歩行能力である 5mMWS の調査・測定を行った。また，追跡調査として，術後 14 日目の身体機能と歩行能力，歩行自立日数の測定を行った。

運動習慣に関しては，週 2 回以上，1 回 30 分以上の運動（ウォーキング，筋力トレーニング，ストレッチ）を 1 年以上継続している者を運動習慣あり，それ以外を運動習慣なしとし，障害側については両側性膝 OA あるいは片側性膝 OA に判別した。筋力は，HHD を使用し，等尺性最大筋力を測定した。測定肢位は両腕を前胸部で組み，膝関節は 90° 屈曲位，非測定側の足底のみ台に接地した端座位とした。筋出力を受ける HHD のセンサー部の位置は，膝伸展筋力では下腿遠位前面，膝屈曲筋力では下腿遠位後面とした。測定には固定用ベルトを併用し，膝伸展筋力ではベッド脚にベルトを固定し，膝屈曲筋力では検者の下腿部にベルトを固定した。また，アーム長として，膝関節外側裂隙からセンサーの中心部までの距離を測定した。測定は休憩時間を設けて 2 回繰り返し行い，センサー部の出力の最大値 (N) とアーム長 (m) の積を対象者の体重 (kg) で除したトルク体重比 (Nm/kg) の平均値

を算出した。ROM は、日本整形外科学会および日本リハビリテーション医学会が推奨する方法に準じ、ゴニオメーターを用いて 5° 単位で測定した。疼痛については NRS を使用して、術側膝関節の安静時痛を評価した。5mMWS の測定は、室内に設けられた 11m の直線歩行路を用い、歩行路の両端の 3m を予備路とした。対象者の下肢が、スタートラインを横切った時点からゴールラインを横切った時点までの所要時間を測定し、5mMWS (m/秒) を算出した。本研究における歩行自立日数の定義は、T 字杖歩行が自立するまでに要した日数とした。その判定基準は、①2 名の理学療法士が歩行観察を行い、T 字杖歩行が安定して 50m 以上可能であると主観的に判断した場合、②対象者自身が T 字杖歩行に自信がある場合、③TUG が 13.5 秒未満になった場合³⁶⁾とし、3 条件をすべて満たすまでに要した術後日数を歩行自立日数とした。入院期間は、手術翌日から退院日までの術後入院日数とし、退院基準は応用歩行 (T 字杖使用) が安定して可能であり、床上動作や入浴動作の獲得を達成した場合とした。

第 3 項 統計解析

入院期間に影響を及ぼす機能的因子を抽出するために、術後入院日数をアウトカムとした重回帰分析を行った。重回帰分析では、術前と術後 2 週の身体機能・歩行能力の変化量、歩行自立日数を説明変数としてステップワイズ法により変数選択を行い、基本属性と医学的属性を交絡因子として強制投入して調整を行った。その際、身体機能・歩行能力の変化量については、術前機能より術後 2 週の機能が改善している場合はプラス、術前機能より術後 2 週の機能が劣っている場合はマイナスになるように算出した。また、医学的属性である KL 分類は Grade 4 を「1」、Grade 3 を「0」とした。なお、説明変数の選択については、先行研究^{50),51)}に従い、事前にスクリーニングを行い、有意水準が 0.20 を下回る説明変数のみ重回帰モデルに投入した。統計ソフトは SPSS Statistics 22 を使用し、有意水準は 5%とした。

第 3 節 結果

本研究対象者の基本属性と医学的属性を表 2、術前と術後 2 週の身体機能・歩行能力と歩行自立日数を表 3 に示す。

表 2 : 術前の基本属性と医学的属性 (n = 123)

基本属性	性別	男性 : 22 名	女性 : 101 名
	年齢 (歳)	75.5 ± 6.6	
	BMI (kg/m ²)	25.4 ± 3.7	
医学的属性	運動習慣	有 : 39 名	無 : 84 名
	KL 分類	Grade 4 : 72 名	Grade 3 : 51 名
	FTA (度)	186.8 ± 5.1	
	障害側	両側性 : 80 名	片側性 : 43 名
	FIM (点)	120.8 ± 4.4	

数値は平均 ± 標準偏差を示す。

BMI: body mass index, KL 分類: Kellgren-Lawrence 分類

FTA: femorotibial angle, FIM: functional independence measure

表 3 : 術前機能・術後機能と歩行自立日数 (n = 123)

	術前	術後 2 週
術側膝伸展筋力 (Nm/kg)	0.81 ± 0.34	0.49 ± 0.23
非術側膝伸展筋力 (Nm/kg)	0.92 ± 0.36	0.83 ± 0.31
術側膝屈曲筋力 (Nm/kg)	0.43 ± 0.20	0.30 ± 0.14
非術側膝屈曲筋力 (Nm/kg)	0.49 ± 0.22	0.46 ± 0.20
術側膝伸展 ROM (度)	-9.2 ± 8.2	-6.7 ± 6.4
非術側膝伸展 ROM (度)	-6.3 ± 7.3	-5.0 ± 6.2
術側膝屈曲 ROM (度)	121.9 ± 17.2	112.2 ± 16.2
非術側膝屈曲 ROM (度)	129.9 ± 14.2	129.7 ± 13.4
NRS (点)	2.2 ± 2.7	1.7 ± 1.8
5mMWS (m/秒)	1.00 ± 0.33	0.89 ± 0.29
歩行自立日数 (日)	13.8 ± 4.3	

数値は平均 ± 標準偏差を示す。ROM : range of motion, NRS : numerical rating scale

5mMWS : 5m maximum walking speed

単変量解析によって抽出された説明変数は術側膝伸展筋力変化量，術側膝屈曲筋力変化量，術側膝伸展 ROM 変化量，非術側膝伸展 ROM 変化量，術側膝屈曲 ROM 変化量，NRS 変化量，5mMWS 変化量と歩行自立日数であった ($p < 0.20$)。これらの因子を投入した重回帰分析の結果 ($p < 0.001$, $R = 0.540$, $R^2 = 0.291$)，入院期間に影響を及ぼす機能的因子は，歩行自立日数 ($p < 0.001$, $\beta = 0.540$) であった。次に，交絡因子を投入して重回帰分析を行った結果 ($p < 0.001$, $R = 0.730$, $R^2 = 0.533$)，歩行自立日数 ($p < 0.001$, $\beta = 0.495$)，5mMWS 変化量 ($p = 0.008$, $\beta = -0.285$) が抽出された (表 4)。本研究対象者の歩行自立日数の平均は 13.8 ± 4.3 日，5mMWS 変化量の平均は -0.15 ± 0.30 m/秒であり，術後 2 週の 5mMWS は術前機能を上回っていなかった。また，交絡因子では KL 分類 ($p = 0.021$, $\beta = 0.251$) が抽出され，本研究対象者の KL 分類は Grade 4 が 58.5%，Grade 3 が 41.5% であった。本研究の結果より，歩行自立日数と歩行速度は入院期間に影響を及ぼす機能的因子であり，交絡因子の影響からも独立していた。

表 4 : 入院期間に影響を及ぼす因子

独立変数	β	p 値	95%信頼区間
交絡因子投入前			
定数	—	<0.001	11.209 ~ 16.448
歩行自立日数	0.540	<0.001	0.376 ~ 0.747
交絡因子投入後			
定数	—	0.120	-88.938 ~ 10.515
歩行自立日数	0.495	<0.001	0.300 ~ 0.740
5mMWS 変化量	-0.285	0.008	-0.126 ~ -0.020
KL 分類	0.251	0.021	0.362 ~ 4.171
性別	-0.120	0.248	-3.893 ~ 1.029
年齢	0.173	0.093	-0.020 ~ 0.245
BMI	0.104	0.383	-0.154 ~ 0.395
運動習慣	-0.070	0.496	-2.789 ~ 1.368
FTA	0.105	0.313	-0.089 ~ 0.273
障害側	0.014	0.892	-2.011 ~ 2.304
FIM	0.163	0.134	-0.061 ~ 0.441

交絡因子投入前 : $R=0.540$, $R^2=0.291$, ANOVA: $p<0.001$

交絡因子投入後 : $R=0.730$, $R^2=0.533$, ANOVA: $p<0.001$

β : 標準偏回帰係数, 5mMWS: 5m maximum walking speed, KL 分類: Kellgren-Lawrence 分類

BMI: body mass index, FTA: femorotibial angle, FIM: functional independence measure

第4節 考察

TKA後の入院期間については、医療保険制度の違いなどの社会的要因や生活習慣の違いなどの文化的要因の影響を受けるため、各国によって様々であることが報告されている⁵²⁾。また、Hustedら⁵³⁾は、TKA後の入院期間について調査した結果、2000年には10～11日であったが、2009年には4日に短縮したと報告しており、近年欧米ではTKAの入院期間は術後3～4日が一般的になっている⁵⁴⁾。我が国においても、TKA後の入院期間は短縮しており、近年は入院期間を術後2～3週に設定しているパスが多い^{55),56)}。本邦における入院期間に関する先行研究では、社会的要因が影響すると推察されていること³¹⁾、術前の身体機能や歩行能力が予測因子にはならないことが報告されているが^{48),49)}、術後早期の機能回復と入院期間との関係については明らかになっていない。そのため、本研究では入院期間をアウトカム、術前から術後2週の身体機能・歩行能力の変化量と歩行自立日数を説明変数とした重回帰分析を行った。その結果、膝関節筋力やROMなどの身体機能の変化量は抽出されなかったが、歩行能力である5mMWSの変化量と歩行自立日数は有意な変数として抽出された。すなわち、術前から術後14日目までの歩行速度の回復が早く、早期にT字杖歩行が獲得できる症例は、入院期間が短期化することが明らかになった。これらのことから、MIS法によるTKA適用患者の入院期間短縮を目的とした早期リハビリテーションでは、歩行速度の回復と早期の歩行獲得に着目すべきであると考えられる。

Muninら⁵⁷⁾は、術後3日目からリハビリテーション介入を開始した群は、術後7日目からリハビリテーション介入を開始した群と比較して、入院期間が有意に短縮したと報告している。また、Labracaら⁵⁸⁾は、術後24時間以内にリハビリテーション介入を開始した群（早期介入群）は術後48～72時間の間にリハビリテーション介入を開始した群（コントロール群）と比較して入院期間が有意に短かったと報告している。先行研究では、術後早期のリハビリテーション介入が入院期間の短縮に効果的であることが指摘されている。我が国では、近年の診療報酬改定において、疾患別リハビリテーションの日数制限や初期加算を定めて、早期リハビリテーションの実施を推奨しており、TKAでは早期離床の促進を目的として、術後1日目からリハビリテーションを開始することが一般的となっている。そのため、術後1日目からリハビリテーション介入を開始する施設において、入院期間に影響を及ぼす機能的因子を明らかにする必要がある。本研究では、術後1日目からリハビリテーションを実施する施設において、入院期間に影響を及ぼす機能的因子について検討

を行った。その結果、理学療法士が介入可能な歩行速度の回復と早期の歩行獲得が、入院期間に影響を及ぼす機能的因子であることが明らかになった。本研究結果は、TKA 後早期のリハビリテーション介入を検討するうえでの一助になると考える。

本研究の限界として、膝 OA の発症から手術までの期間や保存療法の実施期間を調査していないため、それらの影響については不明であることが挙げられる。また、本研究は多施設共同研究であるため、リハビリテーション以外の術後治療の方針（対象者の服薬状況や検査の時期など）を統一することは不可能であった。

第 5 節 結論

本研究の結果より、歩行速度の変化量と歩行自立日数は入院期間に影響を及ぼす機能的因子であり、交絡因子の影響からも独立していた。一方、膝関節筋力や ROM などの身体機能の変化量は、入院期間に影響を及ぼす機能的因子として抽出されなかった。すなわち、術前から術後 14 日目までの歩行速度の回復が早く、早期に T 字杖歩行が獲得できる症例は、入院期間が短期化することが明らかになった。以上のことから、MIS 法による TKA 適用患者の入院期間短縮を目的とした早期リハビリテーションでは、歩行速度の回復と早期の歩行獲得に着目すべきである。

第3章 総合考察

TKA 後の早期リハビリテーションでは、術側膝関節を中心とした筋力増強運動や ROM 運動、歩行練習や ADL 練習が標準的な介入³⁴⁾として実施されている。本研究では、標準的なリハビリテーション介入を実施している TKA 適用患者を一定期間追跡調査し、術後早期の機能回復と歩行獲得・入院期間との関係に焦点を当てて検討した。

第1章の結果より、歩行獲得群と歩行遅延群の術後2週の術側膝関節筋力・術側膝屈曲 ROM は、術前機能と比較して有意に低値を示したが、歩行獲得群の術後2週の術側膝伸展 ROM と疼痛は、術前機能と比較して有意に高値を示した。すなわち、歩行獲得が順調に進む症例は、術後14日目までに術側膝伸展 ROM が改善し、疼痛が軽減することが明らかになった。また、第1章における歩行自立日数は平均14.3日であったことから、歩行獲得が可能となった時点においても、術後14日という短期間では、術側膝関節筋力と術側膝屈曲 ROM は術前機能まで回復しないことが明らかになった。TKA 後の早期リハビリテーションでは、膝伸展筋力の増強¹⁶⁾や膝屈曲 ROM の改善^{17),45)}に着目した介入が実施されている。一方で、TKA 後の炎症に関する先行研究では、C 反応性蛋白 (C-reactive protein : CRP) は術後4日目に最も高くなり、術後3週目まで炎症反応が認められることが報告されている⁵⁹⁾。そのため、術後3週目までは疼痛や腫脹・熱感などの手術侵襲による炎症症状の改善を重視すべきであり、炎症症状を助長する危険がある強制的な膝屈曲 ROM 運動や負荷の強い筋力増強運動は避けるべきであると考えられる。以上のことから、TKA 後の膝 OA 患者の歩行獲得を促進させるためには、炎症症状の改善による疼痛軽減と膝伸展 ROM の改善に着目すべきであり、これらのことを理学療法評価と治療に反映すべきであると考えられる。

第2章の結果より、MIS 法による TKA 適用患者の入院期間に影響を及ぼす機能的因子として、膝関節筋力や ROM などの身体機能の変化量は抽出されなかったが、歩行速度の変化量と歩行自立日数は有意な変数として抽出された。我が国では、入院期間に影響を及ぼす因子として、社会的要因が影響すると推察されており³¹⁾、術前機能から入院期間を予測することはできなかったという報告^{48),49)}がされている。社会的要因や術前機能は、術後のリハビリテーションによる改善が不可能な因子であるため、術後のリハビリテーション介入に反映させることはできない。一方、本研究では、理学療法士が介入可能な歩行能力の変化が入院期間に影響を及ぼすことを明らかにしたため、歩行能力の早期改善に主眼を置いた介入研究を実施して効果を検証することによって、リハビリテーション介入に反映させ

ることができる。以上のことから、本研究結果は、歩行能力の早期改善に主眼を置いた活動性を高める介入を積極的に実施することによって、MIS法によるTKA適用患者の入院期間短縮に繋がる可能性を見出したと考える。

本研究は、TKA後の早期リハビリテーションにおいて、着目すべき機能を明らかにすることができたため、理学療法学の発展に寄与すると考える。

終章 結論（総合）

本研究では、TKA 後の機能回復と歩行獲得・入院期間との関係について検討し、早期リハビリテーションにおいて着目すべき機能を明らかにすることを目的とした。

第 1 章では、TKA 後の歩行獲得に対する術後早期の機能回復の違いについて検討した結果、歩行獲得群と歩行遅延群の術後 2 週の術側膝伸展筋力・術側膝屈曲筋力・術側膝屈曲 ROM・5mMWS は、術前機能と比較して有意に低値を示したが、歩行獲得群の術後 2 週の術側膝伸展 ROM と疼痛は、術前機能と比較して有意に高値を示した。すなわち、歩行獲得が順調に進む症例は、術後 14 日目までに術側膝伸展 ROM が改善し、疼痛が軽減することが明らかになった。以上のことから、TKA 後の歩行獲得を目的とした早期リハビリテーションでは、膝伸展 ROM の改善と疼痛軽減に着目すべきである。

第 2 章では、MIS 法による TKA 適用患者の入院期間に影響を及ぼす機能的因子について検討した結果、歩行速度の変化量と歩行自立日数は入院期間に影響を及ぼす機能的因子であり、交絡因子の影響からも独立していた。一方、膝関節筋力や ROM などの身体機能の変化量は、入院期間に影響を及ぼす機能的因子として抽出されなかった。すなわち、術前から術後 2 週までの歩行速度の回復が早く、早期に T 字杖歩行が獲得できる症例は、入院期間が短期化することが明らかになった。以上のことから、MIS 法による TKA 適用患者の入院期間短縮を目的とした早期リハビリテーションでは、歩行速度の回復と早期の歩行獲得に着目すべきである。

第 3 章では、第 1 章と第 2 章の結果を基に、TKA 後の早期リハビリテーションに対する臨床提言を述べた。TKA 後の膝 OA 患者の歩行獲得を促進させるためには、炎症症状の改善による疼痛軽減と膝伸展 ROM の改善に着目すべきであり、これらのことを理学療法評価と治療に反映すべきである。また、本研究結果は歩行能力の早期改善に主眼を置いた活動性を高める介入を積極的に実施することによって、MIS 法による TKA 適用患者の入院期間短縮に繋がる可能性を見出した。

謝辞

本研究の調査・測定にご協力いただきました患者様，協力施設の理学療法士の皆様に心から感謝申し上げます。また，大学院において，ご指導いただきました吉備国際大学大学院保健科学研究科 河村顕治教授に心から感謝の意を表します。そして，多施設共同研究に共に取り組み，ご指導いただきました国際協力機構グアテマラ事務所 玉利光太郎先生，広島国際大学 内田茂博先生，山口コ・メディカル学院 伊藤秀幸先生，川崎リハビリテーション学院 田中繁治先生，放射線第一病院 森川真也先生に深く感謝いたします。

最後に，今まで支え続けてくれた家族に心から感謝いたします。

学位論文の基礎となる原著

1. 天野徹哉, 玉利光太郎, 内田茂博, 伊藤秀幸, 田中繁治, 森川真也, 河村顕治 (2016) 人工膝関節全置換術適用患者のバリエーション発生に対する背景因子と術後早期の機能回復の違い. *Jpn J Rehabil Med* 53 : 723-731
2. Tetsuya Amano, Kotaro Tamari, Shigeharu Tanaka, Shigehiro Uchida, Hideyuki Ito, Shinya Morikawa, Kenji Kawamura (2016) Factors for Assessing the Effectiveness of Early Rehabilitation after Minimally Invasive Total Knee Arthroplasty: A Prospective Cohort Study. *PLOS ONE* 11: e0159172. doi:10.1371/journal.pone.0159172

参考文献

- 1) 田井中幸司, 瀧澤 毅 (2015) 在宅高齢女性の身体的健康寿命と運動機能. 日本運動生理学雑誌 22 : 61-69
- 2) 厚生労働省 (2013) 平成 25 年国民生活基礎調査の概要 介護の状況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/dl/05.pdf> [Accessed December 4, 2016]
- 3) Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Mabuchi A, En-Yo Y, Yoshida M, Saika A, Yoshida H, Suzuki T, Yamamoto S, Ishibashi H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T (2009) Prevalence of knee osteoarthritis, lumbar spondylosis, and osteoporosis in Japanese men and women: the research on osteoarthritis/osteoporosis against disability study. *J Bone Miner Metab* 27: 620-628
- 4) 越智隆弘 (2007) 最新整形外科大系 25 高齢者の運動器疾患. 中山書店, 東京, pp142-156
- 5) 岩本幸英 (2013) 神中整形外科学 下巻 改訂 23 版. 南山堂, 東京, pp1080-1087
- 6) 富士川恭輔 (1999) 図説 膝の臨床. メジカルビュー社, 東京, pp210-237
- 7) 岩谷 力 (2006) 変形性膝関節症の保存的治療ガイドブック—改訂版. メディカルレビュー社, 東京, pp32-37
- 8) Lim BW, Hinman RS, Wrigley TV, Sharma L, Bennell KL (2009) Does knee malalignment mediate the effects of quadriceps strengthening on knee adduction moment, pain, and function in medial knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. *Arthritis Rheum* 59: 943-951
- 9) Weng MC, Lee CL, Chen CH, Hsu JJ, Lee WD, Huang MH, Chen TW (2009) Effects of different stretching techniques on the outcomes of isokinetic exercise in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung J Med Sci* 25: 306-315
- 10) Lange AK, Vanwanseele B, Fiatarone Singh MA (2008) Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Arthritis Rheum* 59: 1488-1494
- 11) Wyatt FB, Milam S, Manske RC, Deere R (2001) The effects of aquatic and

- traditional exercise programs on persons with knee osteoarthritis. *J Strength Cond Res* 15: 337-340
- 12) 廣畑和志, 豊島良太, 越智光夫 (1996) 膝関節の外科. 医学書院, 東京, pp238-247
 - 13) 清野大輔, 吉矢晋一 (2010) 膝関節疾患患者への手術適応と手術の実際. *関節外科* 29 : 142-147
 - 14) 池田 浩 (2008) 変形性膝関節症の治療適応の選択の考え方—ADL と QOL への影響をふまえて—. *Jpn J Rehabil Med* 45 : 89-93
 - 15) Piva SR, Gil AB, Almeida GJ, DiGioia AM 3rd, Levison TJ, Fitzgerald GK (2010) A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 90: 880-894
 - 16) Petterson SC, Mizner RL, Stevens JE, Raisis L, Bodenstab A, Newcomb W, Snyder-Mackler L (2009) Improved function from progressive strengthening interventions after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial with an imbedded prospective cohort. *Arthritis Rheum* 61: 174-183
 - 17) Kim TK, Park KK, Yoon SW, Kim SJ, Chang CB, Seong SC (2009) Clinical value of regular passive ROM exercise by a physical therapist after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17: 1152-1158
 - 18) Moffet H, Collet JP, Shapiro SH, Paradis G, Marquis F, Roy L (2004) Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after first total knee arthroplasty: A single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 85: 546-556
 - 19) 大森圭貢, 山崎裕司, 横山仁志, 青木詩子, 平木幸治, 笠原美千代 (2001) 道路横断に必要な歩行速度と下肢筋力の関連—高齢入院患者における検討—. *理学療法学* 28 : 53-58
 - 20) 林 悠太, 鈴川芽久美, 波戸真之介, 石本麻友子, 金谷勇歩, 島田裕之 (2013) 通所介護サービスを利用する要介護高齢者のADL低下に関連する運動機能—大規模データを用いた検討—. *理学療法学* 40 : 407-413
 - 21) 佐嶋義高, 村井謙蔵, 安藤恭子, 大谷 茂, 山中英治 (2001) 人工膝関節全置換術後早期理学療法へのクリティカル・パス導入の試み. *理学療法学* 28 : 14-19
 - 22) 今井博久 (2016) 2025 年問題とは何か : 公衆衛生が直面する問題の諸相. 保健医療

科学 65 : 2-8

- 23) 厚生労働省 (2015) 平成 27 年医療施設 (動態) 調査・病院報告の概況.
http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/15/dl/02_02.pdf [Accessed December 4, 2016]
- 24) 藤吉大輔, 時枝美貴, 河野一郎, 岡 瑠美, 高杉紳一郎, 岩本幸英, 田代泰隆 (2011) 人工膝関節全置換術の術後 1 年の機能回復推移—関節可動域, 筋力, 歩行能力の検討—. 国立大学法人リハビリテーションコ・メディカル学術大会誌 32 : 13-16
- 25) 飛永敬志, 岡 浩一郎, 萩原久美子, 安村建介, 菅野吉一, 大関 覚 (2011) 人工膝関節全置換術による身体機能および健康関連 QOL の回復過程. 理学療法科学 26 : 291-296
- 26) 中村睦美, 木勢千代子, 山形沙穂, 長谷川恭一, 佃 麻人, 浅川育世, 水上昌文 (2016) 人工膝関節置換術患者における活動, 参加に関与する諸要因の関係. 理学療法学 43 : 283-292
- 27) Cho KY, Kim KI, Umrani S, Kim SH (2014) Better quadriceps recovery after minimally invasive total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22: 1759-1764
- 28) Chotanaphuti T, Ongnamthip P, Teeraleekul K, Kraturek C (2008) Comparative study between computer assisted-navigation and conventional technique in minimally invasive surgery total knee arthroplasty, prospective control study. *J Med Assoc Thai* 91: 1382-1388
- 29) Tria AJ Jr, Coon TM (2003) Minimal incision total knee arthroplasty: early experience. *Clin Orthop Relat Res* 416: 185-190
- 30) Yoo JH, Park BK, Han CD, Oh HC, Park SH (2014) Minimum 5-year Follow-up Results of Minimally Invasive Total Knee Arthroplasty Using Mini-Keel Modular Tibial Implant. *Knee Surg Relat Res* 26: 149-154
- 31) 長岡 望, 新田 収 (2016) 人工関節置換術後の在院日数延長を予測する Risk Assessment and Prediction Tool (RAPT) の妥当性の検証. 理学療法—臨床・研究・教育 23 : 57-61
- 32) Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, Abramson S, Altman RD, Arden NK,

- Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, Dougados M, Hochberg M, Hunter DJ, Kwok K, Lohmander LS, Tugwell P (2010) OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. *Osteoarthritis Cartilage* 18: 476-499
- 33) 白井利明, 伊藤 淳, 伊藤真紀 (2011) 人工膝関節全置換術後の歩行能力回復に関する予測因子. *Jpn J Rehabil Med* 48 : 212-217
- 34) 内山 靖 (2015) 今日の理学療法指針. 医学書院, 東京, pp37-46
- 35) 日本整形外科学会, 日本理学診療医学会 (2000) 理学診療マニュアル—運動器疾患のリハビリテーション— 改訂第2版. 全日本病院出版会, 東京, pp196-202
- 36) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M (2000) Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther* 80: 896-903
- 37) 末永英文, 宮永敬市, 千坂洋巳, 河津隆三, 峰須賀研二 (2000) 改訂版 Frenchay Activities Index 自己評価表の再現性と妥当性. *日本職業・災害医学会会誌* 48 : 55-60
- 38) 白土瑞穂, 佐伯 覚, 峰須賀研二 (1999) 日本語版 Frenchay Activities Index 自己評価表およびその臨床応用と標準値. *総合リハビリテーション* 27 : 469-474
- 39) Akai M, Doi T, Fujino K, Iwaya T, Kurosawa H, Nasu T (2005) An outcome measure for Japanese people with knee osteoarthritis. *J Rheumatol* 32: 1524-1532
- 40) 岩谷 力, 飛松好子 (2005) 障害と活動の測定・評価ハンドブック—機能から QOL まで. 南江堂, 東京, pp150-166
- 41) Katoh M, Yamasaki H (2009) Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. *J Phys Ther Sci* 21: 37-42
- 42) 木賀 洋 (2009) 人工膝関節全置換術の理学療法と運動機能の回復. *理学療法ジャーナル* 43 : 775-781
- 43) 野口善令, 福原俊一 (2008) 誰も教えてくれなかった診断. 医学書院, 東京, pp209-216
- 44) Cheng K, Ridley D, Bird J, McLeod G (2010) Patients with fixed flexion deformity after total knee arthroplasty do just as well as those without: ten-year prospective

- data. *Int Orthop* 34: 663-667
- 45) Alkire MR, Swank ML (2010) Use of inpatient continuous passive motion versus no CPM in computer-assisted total knee arthroplasty. *Orthop Nurs* 29: 36-40
- 46) 武田 功 統括監訳 (2007) ペリー歩行分析－正常歩行と異常歩行－. 医歯薬出版, 東京, pp51-63
- 47) 糸満盛憲, 占部 憲, 高平尚伸 訳 (2007) MIS 人工関節置換術. 医学書院, 東京, pp2-16
- 48) 眞田祐太郎, 椎木孝幸, 森本 毅, 大澤 傑, 行岡正雄 (2014) 人工膝関節全置換術施行前の身体機能が術後の歩行および入院期間に及ぼす影響. *理学療法科学* 29 : 197-200
- 49) 石原奈美, 川合直美, 関根利江, 本間朋恵, 中川泰宏, 金子 操, 関矢 仁 (2010) 人工膝関節全置換術術後患者の在院日数に影響を及ぼす因子について. *臨床理学療法研究* 27 : 67-69
- 50) Tamari K (2009) Diabetes predicts decreased quality of life among community-dwelling seniors undertaking progressive resistance exercise: an observational study. *Aust J Physiother* 55: 201-205
- 51) Weigl M, Angst F, Aeschlimann A, Lehmann S, Stucki G (2006) Predictors for response to rehabilitation in patients with hip or knee osteoarthritis: a comparison of logistic regression models with three different definitions of responder. *Osteoarthritis Cartilage* 14: 641-651
- 52) den Hertog A, Gliesche K, Timm J, Mühlbauer B, Zebrowski S (2012) Pathway-controlled fast-track rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized prospective clinical study evaluating the recovery pattern, drug consumption, and length of stay. *Arch Orthop Trauma Surg* 132: 1153-1163
- 53) Husted H, Jensen CM, Solgaard S, Kehlet H (2012) Reduced length of stay following hip and knee arthroplasty in Denmark 2000-2009: from research to implementation. *Arch Orthop Trauma Surg* 132: 101-104
- 54) Gayed B, Black S, Daggy J, Munshi IA (2013) Redesigning a joint replacement program using Lean Six Sigma in a Veterans Affairs hospital. *JAMA Surg* 148: 1050-1056
- 55) 竹本民樹 (2011) 当院における人工膝関節全置換術クリニカルパスのリハビリの介入

における効果の経緯. 日本クリニカルパス学会誌 13 : 50-52

- 56) 池辺智史, 井手衆哉, 伊藤 純, 馬渡正明, 佛淵孝夫 (2011) 人工膝関節全置換術における在院日数減少に伴う医療連携の拡大について. 整形外科と災害外科 60 : 266-268
- 57) Munin MC, Rudy TE, Glynn NW, Crossett LS, Rubash HE (1988) Early Inpatient Rehabilitation After Elective Hip and Knee Arthroplasty. JAMA 279: 847-852
- 58) Labraca NS, Castro-Sánchez AM, Matarán-Peñarrocha GA, Arroyo-Morales M, Sánchez-Joya Mdel M, Moreno-Lorenzo C (2011) Benefits of starting rehabilitation within 24 hours of primary total knee arthroplasty: randomized clinical trial. Clinical Rehabilitation 25: 557-566
- 59) 関矢 仁, 高田 尚, 高德賢三, 杉本直哉, 笹沼秀幸, 星野雄一 (2009) 80 歳以上の高齢者での TKA 術後の血液データ (Hb, CRP, D-dimer) 変化は 70 歳未満, 70 歳代と同じか? 東日本整災会誌 21 : 33-37