

国際医療福祉大学審査学位論文（博士）
2019 年度大学院医療福祉学研究科博士課程・論文要旨
題目：片側 TKA 患者に対する歩行補助具を用いた歩行分析
～下肢関節モーメントからみる力学的関節負担の検討～

保健医療学専攻・理学療法学分野・基礎理学療法学領域

学籍番号：17s3011 氏名：伊藤将円

研究指導教員：丸山仁司 教授 副研究指導教員：原毅 講師

キーワード：歩行分析，関節モーメント，歩行補助具，高齢者，人工膝関節全置換術

1. 研究の背景と目的

令和元年度版高齢社会白書より，平成 30 年の本邦における高齢者率は 28.1%であり，超高齢社会となっている．高齢者は加齢に伴う身体変化を背景に関節負担が増大するといわれている．関節負担の増大を起因として発症し，高齢者に罹患率が多い疾患として，変形性膝関節症（knee osteoarthritis；以下膝 OA）が挙げられる．膝 OA が高齢者に与える影響は，身体機能の低下を背景に日常生活動作（activities of daily living；以下 ADL）能力の低下を来すとされている．膝 OA の治療法の一つに人工膝関節全置換術（total knee arthroplasty；以下 TKA）がある．TKA は，人工関節への置換，骨アライメントの修正により，除痛，ROM 制限の改善，歩行能力の向上など身体機能が改善することで，ADL や QOL の向上を認めている．TKA で得られる効果は大きい，一方で，TKA 後患者の約 60%が非術側の膝 OA を罹患しており，術後に非術側の変形が進み，反対側の手術に至る者は 5 年で 30%と高くなっている．膝 OA の進行の予測に歩行時の膝関節外反モーメント（knee abduction moment；以下 KAM）の最大値が有用とされている．この報告では KAM 最大値の 1%の増加で，膝 OA の進行のリスクが，約 6.5 倍に増加している．TKA 後患者では術側は術前と比較し有意に減少するが，非術側は術側と比べ 20%程度上昇している．これらのことから，TKA 後は術側のみならず，非術側の関節負担にも着目し経過を観察する必要がある．歩行時の関節負担を軽減する方法として，免荷作用のある杖や歩行器・歩行車のような歩行補助具（以下補助具）の使用が挙げられる．補助具における KAM の変化は，健常高齢者や膝 OA 患者において，独歩と比較し約 10～20%減少したと報告されている．このように補助具の使用は，膝関節への力学的負担を軽減できる可能性があり，TKA 後患者の移動手段や，TKA 後のクリニカルパスに採用されている．先行研究の問題点として，杖類は疾患者を対象とした報告や異なる種類の杖を比較した報告など様々な条件下での計測がなされているが，歩行器・歩行車は運動力学的研究が少ない．歩行器・歩行車はテクノエイド協会の分類によると，歩行器，歩行車，椅子付き歩行車，前腕支持台付き歩行車などに分けられている．これら補助具は，種類によって形状が異なり，この形状の違いは歩行時の姿勢や関節モーメントに影響を与える可能性がある．よって，補助具の種類の違いによる姿勢や関節モーメントの変化を明らかにし，補助具の特徴を提示することは，TKA 後患者の関節負担軽減の視点から補助具を選定する一助となると考えた．

そこで，本研究の目的は，TKA 後患者において，歩行器・歩行車を使用した際の歩行分析を行うこととした．また，膝関節への力学的関節負担を反映する KAM に着目し，どの補助具が関節負担の軽減に有用かを明らかにすることも合わせて分析した．

2. 方法

対象は，国際医療福祉大学病院で過去 5 年以内に TKA を施行した患者で同意が得られた女性 9 名と，対照群の健常高齢女性 9 名とした．取り込み基準として，日常生活を独歩もしくは杖で自立している者，過去 1 年以内に腰部・下肢に新たな整形外科疾患を発症していない・整形外科的

手術歴がない者、中枢神経疾患がない者とした。除外基準は、計測を疲労で中断した者、補助具の使用が理解できなかった者、得られた KAM が平均値の $\pm 2SD$ 以上の者とした。上記除外基準に該当した TKA 後患者と対象群の各 1 名を除き、TKA 後患者と対照群ともに女性 8 名 (TKA 患者: 年齢 72.8 ± 7.2 歳, 身長 150.4 ± 6.6 cm, 体重 60.9 ± 13.1 kg, 対照群: 年齢 70.9 ± 6.5 歳, 身長 149.1 ± 6.0 cm, 体重 55.9 ± 7.4 kg) を選出して比較した。使用機器は三次元動作解析装置, 床反力計とした。各対象者に独歩に加えて, T 字杖 (両手把持; 以下両手杖), 椅子付き歩行車, 前腕支持台付き歩行車の 4 条件をそれぞれ 3 回計測した。解析項目は, 歩行速度とストライド長, 体幹前傾角度, 下肢三関節における前額面上の関節角度と関節モーメント, 床反力とした。立脚期時間を等分に分け, 前半と後半の 2 相に分類し解析した。TKA 後患者の術側・非術側下肢, 対照群の利き足において, 2 相それぞれの KAM の最大値と, 最大値を示した時の上記解析項目の値を算出し, 条件間で比較した。さらに, 独歩の KAM 最大値を 100% とし, 各補助具の減少率も算出した。統計処理は, 独立変数を補助具要因 (独歩と補助具 3 種類の歩行条件) と対象者下肢要因 (TKA 後患者の術側・非術側下肢と対照群の利き足) とし, 従属変数を KAM 最大値他上記解析項目とした二元配置分散分析を施行後 Bonferroni 法による多重比較検定を行った。有意水準は 5% とした。倫理上の配慮は, 国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認 (承認番号 17-Io-143, 13-B-309) を得て実施した。また, ヘルシンキ宣言に基づき対象者に紙面と口頭にて説明を行い, 署名にて同意を得た。

3. 結果

歩行速度は補助具要因において有意な主効果を認め, 多重比較検定の結果から両手杖は独歩と比較し有意に減少した。KAM 最大値は, 補助具要因で有意な主効果を認め, 立脚前半・後半ともに補助具全てで独歩と比較し有意に減少した。さらに立脚期前半では前腕支持台付き歩行車が両手杖と比べ減少した。加えて要因間で有意な交互作用を認めた。単純主効果検定の結果, 対照群と術側は補助具全てで独歩と比較し有意な減少を認めた。非術側は椅子付き歩行車と前腕支持台付き歩行車が独歩より有意に減少し, さらに前腕支持台付き歩行車は両手杖より有意に減少した。床反力の鉛直方向成分・左右方向は, 補助具要因で有意な主効果を認め, 立脚期前半・後半ともに前腕支持台付き歩行車が最も減少した。体幹前傾角度も前腕支持台付き歩行車が最も前傾していた。KAM の減少率は, 立脚期前半ですべての対象者を平均して, 両手杖が $15.2 \pm 13.4\%$, 椅子付き歩行車が $20.7 \pm 10.6\%$, 前腕支持台付き歩行車が $23.9 \pm 11.1\%$ であった。

4. 考察

KAM 最大値の減少は床反力の減少が主要因と考えられた。KAM 最大値の減少率は約 15~20% であり, いずれの補助具も膝関節への力学的負担を軽減できる可能性が示唆された。なかでも前腕支持台付き歩行車は, KAM 最大値を最も減少させ, 他の補助具より膝関節への力学的負担を軽減できる可能性が示唆された。この前腕支持台付き歩行車は, 体幹が最も前傾し, 床反力が最も減少していたことから, 体幹前傾角度が大きくなるほど床反力が減少する可能性が考察された。しかし, 先行研究より, 過度な体幹の前傾は, 立脚期中の股関節・膝関節の屈曲角度を増大させ, 通常歩行と異なる運動学・運動力学的変化を示すと報告されている。よって, 補助具の高さなど補助具の条件を調整することで, 通常歩行に近い形で歩行でき, 適切な免荷が得られるのではないかと推察する。さらに, 適切な免荷が得られることで, 床反力が減少し, KAM をはじめとする下肢関節モーメントの軽減も図れると考える。

5. 結語

前腕支持台付き歩行車が KAM を最も減少させ, 膝関節への力学的負担を軽減できる可能性が示唆された。しかしながら, 単純主効果検定の結果から, 計測肢により KAM 減少率に差が生じる可能性が示唆された。今後は, 計測肢別の比較や, 補助具の高さ, 属性情報も考慮した詳細な検証が必要と考える。