

学 位 論 文 要 旨

氏 名 戸 田 成 昭



論 文 題 目

「Walking speed and postural stability after total knee arthroplasty in elderly patients with osteoarthritis (高齢変形性膝関節症患者における人工膝関節全置換術後の歩行速度と姿勢制御機能の関連性)」

指 導 教 授 承 認 印

松 永 篤 彦



Walking speed and postural stability after total knee arthroplasty in elderly patients with osteoarthritis (高齢変形性膝関節症患者における人工膝関節全置換術後の歩行速度と姿勢制御機能の関連性)

DM15017 戸田 成昭

【背景】

変形性膝関節症（膝 OA）は膝関節痛を主症状とし、日常生活活動（ADL）のなかでも歩行などの移動能力が障害される疾患である。人工膝関節全置換術（TKA）は、膝関節痛の軽減や ADL の改善に有効な観血的療法であり、身体機能は術前の状態と比べて 10~20%程度改善することが報告されている。しかし、身体機能の中でも筋力、バランス、および歩行速度は TKA 後 6 ヶ月経過しても同年代の健常者と比べて低下していることが報告されている。特に、高齢者における歩行速度の低下は、ADL の制限だけでなく身体的フレイル発症のリスクを高めるとともに、生命予後の低下にも繋がることが指摘されている。そのため、高齢 TKA 後患者の歩行速度に関連する因子を詳細に検討することは極めて重要である。健常者を対象に歩行速度に関連する因子を検討した過去の報告では、高齢者の歩行速度は下肢筋力だけでなく立位バランスの影響を強く受けることが示されている。また、TKA 後患者のバランスについては、片脚立位時間などのパフォーマンステストに加えて、立位時の姿勢の安定性を保つ制御機能も検討されており、この姿勢制御機能は術後 6 ヶ月においても健常者と比較して著しく低下していることが示されている。しかし、TKA 後患者の立位時の姿勢制御機能と歩行速度との関連を検討した報告は未だないのが現状である。高齢 TKA 後患者に対する歩行速度を改善するための適切な運動療法プログラムを立案するためには、歩行速度と立位バランスを含めた身体機能との関連を詳細に検討する必要がある。

【目的】

高齢膝 OA 患者における TKA 後の歩行速度と立位時の姿勢制御機能を含めた身体機能との関連性を検討すること。

【方法】

北里大学北里研究所病院にて膝 OA の診断を受け、2013 年 4 月から 2017 年 7 月に初回片側 TKA を施行した連続症例のうち、取り込み基準に合致した 22 名（男性 4 名、女性 18 名）と同年代の健常者 27 名（男性 5 名、女性 22 名）を対象とした。除外基準は、転倒による下肢ならびに脊椎骨折の既往、脳血管疾患、末梢神経障害、認知症、および立位バランスに支障となる視力障害を有する者とした。評価項目は、患者背景因子として年齢、身長、体重、および体格（BMI）、身体機能として膝伸展筋力、立位バランス、および 10m 快適歩行速度を調査ならびに測定した。さらに、TKA 後患者に対しては、膝関節の症状として膝関節痛（VAS）、身体機能として膝伸展および膝屈曲可動域を加えて測定した。また、本研究では立位バランスとして片脚立位時間に加えて、立位時の姿勢制御機能の指標である安定性限界（支持基底面内で身体重心線を意図的に移動可能な範囲）と重心動揺（姿勢を保持する際に倒れようとする身体の動きと元に戻そうとする動きとが繰り返されることで生じる身体重心線の揺らぎ）を採用した。姿勢制御機能の測定には重心動揺計（GP-6000 ANIMA、東京）を用い、安定性限界については、先ず直立位から前後左右の 4 方向に最大に移動した際の前後と

左右の重心移動距離を算出し、これら移動距離を掛け合わせて求めた面積を安定性限界面積 (cm^2) とした。また、重心動揺については、直立位ならびに前後左右へ重心を最大に移動させた計 5 地点のそれぞれにおいて 10 秒間静止させ、その際に認められる重心軌跡から求めた矩形面積を重心動揺面積とした。なお、直立位での重心動揺面積を直立位重心動揺面積 (cm^2)、前後左右への最大移動させた 4 地点の重心動揺面積を平均したものを安定性限界上重心動揺面積 (cm^2) とした。さらに、安定性限界面積と重心動揺面積から安定性限界重心動揺比 ($\log\{(\text{安定性限界面積} + \text{重心動揺面積}) / (\text{重心動揺面積})\}$) を算出した (値は大きいほど姿勢制御能力が優れていることを示す)。なお、この安定性限界重心動揺比を求める際の重心動揺面積とは直立位ならびに左右前後の 4 地点の計 5 地点の重心動揺面積の平均値とした。

測定の時期は、TKA 後患者においては身体機能の回復過程をみるために、術前、術後 1、3、6 ヶ月の 4 時点とし、健常者は同意の得られた時点で 1 回の測定を行った。また、解析は、身体機能の変化については術前から術後 6 ヶ月間の差異、健常者との比較については TKA 後 6 ヶ月の身体機能との差異を検討した。さらに、歩行速度と身体機能との関連は TKA 後 1 ヶ月から 6 ヶ月の間の変化量を算出し、Pearson の相関係数を求めた。

【結果】

患者背景因子について TKA 後患者の体重および BMI は健常者と比較して有意に高値を示したが (全て $P < 0.05$)、他の年齢および身長には有意な差は認められなかった。

術前の VAS は TKA 後 1、3、および 6 ヶ月の全ての測定時期において、術前の膝伸展可動域、片脚立位時間、および歩行速度は TKA 後 3 と 6 ヶ月の時点で有意な改善を示した (全て $P < 0.05$)。一方、膝屈曲可動域と膝伸展筋力は術前から術後 6 ヶ月にかけて有意な改善はみられなかった。安定性限界面積については、術前から TKA 後 1、3 および 6 ヶ月にかけて有意な改善が認められたが (全て $P < 0.05$)、直立位重心動揺面積、安定性限界上重心動揺面積および安定性限界重心動揺比は術前から術後 6 ヶ月にかけて有意な改善はみられなかった。

TKA 後 6 ヶ月の膝伸展筋力、片脚立位時間、および歩行速度は健常者に比べて有意に低下していたが (全て $P < 0.05$)、安定性限界面積については健常者との間に有意な差は認められなかった。一方、TKA 後 6 ヶ月の直立位重心動揺面積と安定性限界上重心動揺面積は健常者と比べて有意に高値を示し、また TKA 後 6 ヶ月の安定性限界重心動揺比は健常者と比べて有意に低値を示した (全て $P < 0.05$)。

歩行速度とその他の評価項目の関連について、歩行速度と膝屈曲可動域、膝伸展筋力および安定性限界重心動揺比の間に有意な相関がみられた (全て $P < 0.05$)。

【考察】

本研究の結果から、高齢 TKA 後患者の立位バランス、特に姿勢制御機能に注目すると、安定性限界は健常者と同等のレベルまで改善するが、重心の位置を安定性限界地点まで変化させた時の重心動揺 (安定性限界重心動揺比) は術後 6 ヶ月経過した時点においても健常者の 2 倍近く大きい状態 (バランスが低下した状態) であることが明らかとなった。そして、高齢 TKA 後患者の歩行速度の改善には、膝屈曲可動域や膝伸展筋力だけでなく、姿勢制御機能が関連することが明らかとなった。TKA 後患者の歩行速度の改善と姿勢制御機能の変化との関連を示した報告は国内外を通じて本報告が初めてであり、TKA 後患者に対する運動療法プログラム立案のための有用な情報になり得ると考えられた。

歩行速度と安定性限界重心動揺比が関連した理由を歩行速度と歩幅の関係から考えてみると、歩行動作は、前方へ変化する支持基底面内に重心を円滑に移動させ身体を前進させる連続動作と捉えられるが、立位バランス、特に姿勢制御機能が低下するとこの円滑な重心移動が妨げられることで歩幅が短縮し、結果的に歩行速度の低下に繋がっていた可能性がある。

このため、TKA 後患者に対しては、安定性限界内の様々な位置で重心を制御するなどの運動療法プログラムを積極的に取り入れる必要性が示唆された。

【結論】

高齢 TKA 後患者における歩行速度に関連する因子に関して、立位バランス、特に姿勢制御機能を含めて検討した。その結果、高齢 TKA 後患者の歩行速度には、膝屈曲可動域や膝伸展筋力に加えて、重心の位置を安定性限界地点まで変化させた時の重心動揺（安定性限界重心動揺比）が関連することが示された。