

氏 名 : 羽 場 俊 広
学 位 の 種 類 : 博 士 (健 康 科 学)
学 位 記 番 号 : 研 博 第 63 号
学 位 記 授 与 年 月 日 : 令 和 5 年 3 月 9 日
学 位 授 与 の 要 件 : 学 位 規 則 第 4 条 1 号 該 当
論 文 題 目 : 立 位 姿 勢 の 安 定 性 を 示 す 生 体 力 学 的 指 標 の 妥 当 性 と 変 形 性 膝 関 節 症 患 者 に 対 す る 臨 床 応 用
論 文 審 査 委 員 : 主 査 篠 原 博
副 査 岩 月 宏 泰
副 査 鈴 木 俊 明

論 文 内 容 の 要 旨

I. はじめに

変形性膝関節症（膝 OA）は膝関節軟骨の摩耗に伴う疼痛により移動動作に障害を来す疾患であり、本邦における有病率は2530万人とされる（Yoshimura, 2009）。膝 OA の発生や進行には内反膝や外反膝と言われる不良な膝関節アライメントが関わり、その修正を目的として人工膝関節全置換術や高位脛骨骨切り術などの外科治療が施行される。

膝 OA に対する外科治療では図1の股関節中心（a）と足関節中心（b）を結ぶ線で定義される下肢機能軸を基準に膝関節アライメントが修正されるため、膝 OA 術後患者では下肢機能軸が垂線と成す角度が変化する。筆者はこの下肢機能軸が垂線と成す角度を下肢機能軸傾斜角（mechanical axis inclination angle : MIA）と命名した。

外科治療による MIA の変化は身体の質量中心（COM）と足圧中心（COP）の相対距離を増加させるため、片脚立位や歩行などの動作に影響を与えることが推察される。しかし、動作時の MIA については十分に解明されておらず、術後リハビリテーションで目標とすべき明確な基準も定まっていない。本研究では MIA の基準値とそれに影響を与える要因を解析し、膝 OA 術後患者に対する有効性を検討する。

II. 研究方法と対象

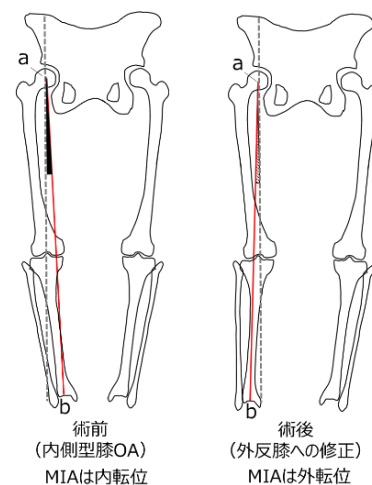


図1 外科治療による MIA の変化

本研究は、健常成人を対象とした本学での実験研究（研究 1 および 2）と膝 OA 患者を対象とした医療機関での観察研究（研究 3）により構成され、前者は青森県立保健大学、後者は A 医療機関の研究倫理委員会の承認を得て実施した。

【研究 1】 健常成人における動作時の MIA の計測

健常成人 24 名（男女各 12 名）を対象とし、片脚立位を 5 回施行し、施行毎に MIA を計測した。MIA は 3 次元動作解析装置を用いて、被験者の身体に貼付した反射マーカークラからサンプリング周波数 100 Hz で得られた座標データをもとに算出した。統計解析では片脚立位の間 3 秒間の平均を測定値とし、MIA の級内相関係数 (ICC) を算出した。また、妥当性については日本人成人男女を対象とした単純 X 線写真を用いた土屋ら (2017) の報告と比較した。

【研究 2】 健常成人における動作時の MIA に影響を与える要因の検討

健常成人男性 11 名を対象とし、通常の片脚立位と片脚立位に加えて骨盤を水平に保持した体幹の側屈運動を支持脚と同側および反対側の 2 方向に対して行う 3 条件について、3 次元動作解析装置を用いて MIA、体幹側屈角度、骨盤傾斜角度、COM および COP を計測した。統計解析では体幹側屈角度別の多重比較検定を実施した。また、MIA と各測定項目との関連性の強さを評価するために、MIA と各測定項目間の時間的類似性を表す指標である相互相関係数を算出した。

【研究 3】 膝 OA に対する外科治療前後の MIA や体幹および下肢の関節角度の変化

膝 OA 患者 20 名を対象とし、高位脛骨骨切り術の術前および術後 6 ヶ月に片脚立位と屋内平地歩行を観察した。3 次元動作解析装置を用いて MIA、体幹と下肢の関節角度および COM を計測し、片脚立位の間 3 秒間の平均値と立脚期中に COM が最も外側に変位した時の値を測定値とした。統計解析では対応のある t 検定を実施し、各測定項目間で高位脛骨骨切り術の術前後で差の検定を行った。

III. 結 果

研究 1 では健常成人における片脚立位時の MIA は男性 $6.5 \pm 0.9^\circ$ 、女性 $7.5 \pm 0.6^\circ$ であった。また、ICC (1, 1) は 0.91、ICC (1, 5) は 0.98 を示し、高い級内相関係数が得られた。さらに、土屋らの報告と比較した絶対位置の測定誤差は男性で外側に約 3 mm、女性で外側に約 6 mm となり、Fiorentino ら (2016) の報告の範囲と一致した。

研究 2 では体幹側屈運動と片脚立位時の MIA は強い関連性を示し、同側への体幹側屈運動 ($r = -0.99$) は MIA を外転させ、反対側への体幹側屈運動 ($r = 0.94$) は MIA を内転させた。

研究 3 では片脚立位と歩行の両動作において術後に股関節内転角度、膝関節外反角度および足関節内反角度の増加を認めた。一方、MIA は片脚立位では術前 $8.4 \pm 1.0^\circ$ 、術後 $8.5 \pm 0.9^\circ$ 、歩行では術前 $5.9 \pm 1.4^\circ$ 、術後 $5.9 \pm 1.3^\circ$ であり、片脚立位および歩行の MIA

は術前後で有意な差を認めなかった。

IV. 考 察

研究 1 では動作時の MIA を計測し、片脚立位時の基準値について信頼性と妥当性が得られた。この結果は、術後リハビリテーション場面で MIA の計測が可能なことを示しており、MIA は臨床応用が可能な指標と言える。また、研究 2 で得られた体幹側屈運動と MIA の強い関連性は COM の変位に対して COP を一定の位置に保つための下肢の姿勢戦略による影響と考えられる。体幹側屈運動は MIA の内外転変位と強く関わるため、MIA は立位姿勢の安定性に関わる指標として利用が可能と考える。研究 3 では、MIA は片脚立位と歩行のいずれの動作時にも術前後で差を認めず、膝 OA 術後患者は術前の MIA を再現するために、股関節内転角度を増加させることが示された。これらの結果は、膝 OA 術後患者が安定した片脚立位や歩行動作を獲得するためには、股関節内転角度を増加させる運動療法が有効であることを示している。

膝 OA 患者では MIA を評価することで、外科治療後に立位姿勢の安定性を考慮した適切な運動療法（股関節内転角度の増加や体幹筋の強化など）を実施することが可能となる。

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

本論文は 3 つの研究から構成され、下肢機能傾斜角 (MIA) について、健常成人の基準値及び妥当性の検証から、変形性膝関節症の術前後の比較まで、テーマが首尾一貫している。全ての研究計画も緻密に練られており、データ収集から統計処理も適切になされ、その解釈も理にかなっている。また、研究成果の一部は 4 つの論文として公表されており、この知見が変形性膝関節症者の運動療法の新たな指針となることから、学問的意義も高い。最終試験においても十分検討し実施された研究内容であり、一つのテーマとして完結していることを確認する事ができた。

以上の事から、本論文は学位論文に値するものと認める。