変形性膝関節症外来患者の片脚立位における HAT 運動戦略と骨盤周囲筋の関係

Relationship between single leg standing of HAT movement strategy and the surrounding muscles of the pelvis in outpatients with knee osteoarthritis

吉永 龍史

RYUJI YOSHINAGA

要旨：本研究は変形性膝関節症（膝 OA）患者の運動機能改善の指標を明らかにするために、骨盤運動戦略および Head・Arm・Trunk (HAT) 運動戦略と骨盤周囲筋力の関係を検討した。対象は、膝 OA 外来患者14名で、11名は両肢を3名は片肢を評価した。方法は、片脚立位動作を前額面上の写真から肩峰、体幹傾斜および股関節内転角度で骨盤運動と HAT 運動戦略に分類し、中殿筋、大殿筋および股関節内転筋の最大等尺性収縮を比較した。その結果、HAT 運動戦略は、立脚肢の中殿筋の筋力が有意に低下していること、体幹および肩峰傾斜角度と中殿筋の間に負の相関を認めた。歩容で HAT 運動戦略がみられた場合は、片脚立位の評価を加えることで、中殿筋の弱化傾向を推測できる可能性がある。

キーワード：変形性膝関節症、片脚立位、骨盤周囲筋

Abstract: This study was undertaken to clarify the relationship between pelvis movement strategy, head-arm-trunk (HAT) movement strategy, and the strength of pelvic surrounding muscles in patients with knee osteoarthritis (OA). The subjects were 14 outpatients with knee OA, 11 of whom were evaluated both limbs and 3 were evaluated unilateral limb. We classified the pelvis movement and HAT movement strategy from a photograph of single leg standing on the frontal plane which inclined an angle of the acromion, trunk and adduction of the hip joint. We compared the maximum isometric contraction of gluteus medius muscle, gluteus maximus muscle and adductor muscle about the difference between the pelvis movement and HAT movement strategy. As the results, we found out two important clinical aspects. First, the muscle strength of gluteus medius muscle of HAT movement strategy was significant decreased. Second, the gluteus medius muscle strength and the inclined angle between the acromion and trunk were negatively correlated with HAT movement strategy. The present study suggests that we may estimate the weakening trend of gluteus medius muscle from the single leg standing when we observe HAT movement strategy in knee OA.

Key words: knee osteoarthritis, single leg standing, the surrounding muscles of the pelvis

受付日：2016年1月17日，採択日：2016年2月15日

医療法人社団正和会 松下クリニック リハビリテーション科

現 国立病院機構熊本医療センター リハビリテーション科：熊本市中央区二の丸1-5（〒860-0008）

電話番号：096-353-6501，FAX 番号：096-325-2519

e-mail：snowboard_atp@yahoo.co.jp

Department of Rehabilitation, Matsushita clinic

Department of Rehabilitation, National Hospital Organization Kumamoto Medical Center:

1-5 Ninomaru, Chuo-ku, Kumamoto-city, Kumamoto 860-0008, Japan. TEL+81-96-353-6501 FAX+81-96-325-2519

E-mail: snowboard_atp@yahoo.co.jp

I. はじめに

内側型変形性膝関節症（以下、膝 OA）は、関節軟骨の退行性変化を基盤として、疼痛や関節可動域制限などの関節機能の障害を来す疾患である¹⁾。膝 OA の我が国の有症状者は820万人、40歳以上の X 線所見で診断される有病者数は、2530万人（男性860万人、女性1670万人）と推定されている²⁾。膝 OA の発症と関係のある既往歴は、前十字靱帯損傷および再建術、半月板損傷および切除術である³⁾。また、危険因子は、男性と女性で性差はなく、肥満、膝の外傷、肉体労働である^{4,5)}。本邦の膝 OA の多くが内側型膝 OA であり、病態の進行に伴い O 脚変形が進行していく⁶⁾。膝 OA の歩行の1つの特徴として、荷重応答期から立脚中期にかけて lateral thrust が生じ、これが外部膝関節内反モーメントを増加させている⁷⁾。先行研究では、外部膝関節内反モーメントが膝 OA の進行に影響する⁸⁾とされている。

木藤ら⁹⁾は、膝 OA を「身体の合理的な関節運動連鎖と筋活動が障害されることにより、膝関節が有する機能解剖と運動の合理性から逸脱し、膝関節内に異常な圧縮・回旋ストレスが作用した結果生じる膝の症状を主症状とする運動連鎖機能不全の一病態」と捉えている。つまり、膝 OA に対する理学療法は、立位や歩行といった重力環境下で行われる身体活動時の膝に生じる異常な力学的ストレスを減じる姿勢動作戦略の獲得が必要であることを意味する。膝 OA 患者は、前額面の姿勢安定に関わる体幹が加齢に伴い骨盤運動様式から頭部・上肢・体幹（以下、HAT: head, arm, trunk）と下腿傾斜を利用した動作様式へ変化する¹⁰⁾。これを HAT 運動戦略と呼ぶ。例えば右の単脚支持期の時、骨盤運動戦略が右股関節内転による足圧中心を制御しながら、頭部と体幹は水平位で骨盤移動を行うのに対して、HAT 運動戦略は、HAT と下腿の動きで身体重心と足圧中心の位置を調整し、右股関節が外転位となり、頭部と体幹を右へ傾けて行う動作様式である¹¹⁾。このように膝 OA では、立脚初期に股関節内転・内旋が不足しているため、相対的に筋長が短縮することで大殿筋や中殿筋による内部股関節外転モーメントが発揮しにくく、それに関与する股関節内転筋の筋力などの骨盤周囲筋の機能低下が HAT 運動戦略の生じる原因の一つである¹²⁾とされている。歩行時の前額面上の動作観察として、片脚立位が歩行時の立脚中期と類似¹³⁾しており、HAT 運動戦略の簡便な評価で用いられることがある。よって、膝 OA の特徴的

な HAT 運動戦略を片脚立位から評価し、大殿筋、中殿筋および股関節内転筋である骨盤周囲筋の関係を明らかに出来れば、筋機能低下を推察する1つの評価指標にできると考えられる。また、片脚立位における動作戦略と骨盤周囲筋の筋力との関係性について明らかにした先行研究はこれまでにない。

本研究の目的は、膝 OA 患者の片脚立位動作から評価した骨盤運動戦略と HAT 運動戦略の違いを骨盤周囲筋の関係から検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

被検者は、片側性または両側性内側型膝 OA と診断された14名で、女性が13名、男性が1名のうち、両側性膝 OA と片側性膝 OA の計25肢とした。膝 OA の内訳は、片側性膝 OA が3名、両側性膝 OA が11名だった。基本属性は、年齢が 79.0 ± 7.4 歳、身長が 148.9 ± 5.6 cm、体重が 54.8 ± 9.8 kg、BMI が 24.7 ± 3.7 kg/cm²、X 線画像である Kellgren & Lawrence 分類（以下、K-L 分類）Ⅱが17肢、Ⅲが6肢、Ⅳが2肢であった。すべての測定は、リハビリテーション室内のプラットホームで実施した。包含基準は整形外科医から膝 OA と診断された外来患者であること、除外基準は認知症などコミュニケーションに問題ある患者とした。中止基準は、本測定を施行中に膝などの疼痛が増悪した患者とした。なお、本研究は全被験者に研究の目的と内容を十分に説明し、文書による同意を得た上で実施した。

2. 方法

運動力学的データは、骨盤周囲筋である中殿筋、大殿筋、内転筋の最大等尺性収縮時に発揮される力(N)と大転子から Hand Held Dynamometer(以下、HHD)のセンサーパッド接触部位の中心部までのモーメントアーム(m)を乗し、体重で除した関節モーメントを筋力値(Nm/kg)とした。測定器具は、MICRO FET 2（日本メディクス社製、FET-102）であった。以下に述べる方法は、すべて筆者が徒手的に3回実施し、その3回の平均値を代表値とした。測定は、十分な練習を実施した後に行った。中殿筋の測定は、ベッド上に患側上の側臥位となり股関節を外転した肢位を保持してもらい、股関節が外旋するといった代償動作に留意しながら大腿遠位外側部を接触した。大殿筋の測定は、腹臥位で膝は90度屈曲位に保った肢位から股関節

を伸展してもらい、大腿遠位後面を HHD で圧迫した。内転筋の測定は、患側下の側臥位で健側の下肢を股関節屈曲内転、膝屈曲位でベッド上に設置してから患側を膝伸展位で保持したまま股関節を内転してもらい、大腿遠位内側面に HHD を当てた。なお、大殿筋と内転筋のモーメントアームの計測は、HHD の接触部位がそれぞれ大腿遠位後面と内側面となるが、大転子から大腿骨外側上顆の直線上の距離とするため、接触部位から大腿骨長軸の直角に投影した位置を目安とした。

運動学的データは、被験者の前額面の片脚立位を脚立に固定したデジタルカメラで撮影した。撮影条件は、被検者とデジタルカメラの距離が常に一定になるように床のテープを目印に脚立の位置を固定し、被写体がフレーム内に全身写るように配慮した。片脚立位の撮影は、「片脚立位となった直後から 2 秒以上四肢や頭部の大きな揺れを伴わずに片脚立位保持可能になった時点」と設定した¹⁴⁾。被験者の身体上の直径 20mm の蛍光マーカー貼付部位は、前頭部、左右肩峰、左右上前腸骨棘、左右膝蓋骨中央の計 7 点とした。また、撮影したカメラが傾斜している可能性があるため、鉛直成分はメジャーの巻尺の先端を画鋲で室内の壁に固定し、本体部分を下垂させた直線上にマーカーを 2 点貼

付した直線とした。撮影した片脚立位の写真は、パソコン上に取り込み、画像解析ソフトウェア Scion image を用いて以下の 4 点について角度を測定した。体幹傾斜角度は基本軸が鉛直成分、移動軸が左右上前腸骨棘の midpoint と前頭部を結ぶ線、肩峰傾斜角度は基本軸が水平面、移動軸が左右肩峰を結ぶ線、骨盤傾斜角度は基本軸が水平面、移動軸が左右上前腸骨棘を結ぶ線、股関節内転角度は基本軸が左右上前腸骨棘、移動軸が膝蓋骨中央を結ぶ線から 90 度を引いた値とした(図 1)。画像解析上で測定したそれぞれの角度は、3 回の平均値を用いた。そして、膝 OA の 25 肢は、立脚側へ体幹および肩峰傾斜角度の両者が 5 度以上、股関節内転角度が 5 度未満のすべてを満たすものを HAT 運動戦略群、それ以外を骨盤運動戦略群と定義し 2 群に分類した(図 2)。理由として、HAT 運動戦略とは、前述したように膝 OA において股関節の外転と下腿内反、HAT の動作を組み合わせ、足圧中心と身体重心の調節を行い、頭部と体幹が傾く動作様式である¹¹⁾と報告されている。このため、骨盤の傾きについては言及されていないことから、上記の 3 つの指標から分類した。

統計処理は、まず全ての各データを Shapiro-Wilk

図 1 片脚立位の姿勢分析方法

点線が鉛直成分、実線が基本軸、破線が移動軸を表す。(股関節内転角度の測定時は、左右上前腸骨棘が基本軸となる)

図 2 骨盤運動戦略と HAT 運動戦略

左図は骨盤運動戦略の症例で体幹・肩峰・骨盤が水平で右股関節が内転位に位置している。一方、右図は HAT 運動戦略で体幹・骨盤・肩峰が立脚側へ傾き、左股関節が下腿傾斜も加わり内転位に位置できていない。

検定で正規性の有無を確認した。HAT 運動戦略群と骨盤運動戦略群の 2 群について K-L 分類に比率の差がないかを Fisher の正確確率検定、骨盤周囲筋筋力値の差を明らかにするために中殿筋、大殿筋および内転筋それぞれについて平均値の比較の場合は対応のない t 検定、中央値の比較は Mann-Whitney の U 検定を選択した。次に、2 群間の片脚立位動作時の体幹、肩峰、骨盤傾斜角度および股関節内転角度と骨盤周囲筋筋力値の関連性を明らかにするために、平均値の比較は Pearson の相関分析、中央値の比較は Spearman の順位相関係数をそれぞれ使用した。なお、有意水準は両側 5 % 未満とした。すべての統計解析は、R2.8.1 (CRAN, free software) を使用した。

III. 結 果

Shapiro-Wilk 検定より正規性に従う場合は平均値 ± 標準偏差、正規性に従わない場合は中央値 (範囲) で表記した。骨盤運動戦略群は 12 肢、HAT 運動戦略群は 13 肢であった。表 1 に、骨盤運動戦略群と HAT 運動戦略群の 2 群間における部位別傾斜角度と筋力値の

比較を示す。統計解析の結果、2 群間の K-L 分類の比率の差については、有意差を認めなかった。2 群間の筋力値の差の比較は、大殿筋 ($p=0.07$) と内転筋 ($p=0.07$) に有意差を認めなかったが、中殿筋 ($p<0.05$) のみ HAT 運動戦略群が骨盤運動戦略群と比べ有意に筋力が低下していた。

表 2 に、骨盤運動戦略群と HAT 運動戦略群それぞれの片脚立位動作時の体幹、肩峰傾斜角度および股関節内転角度と骨盤周囲筋筋力値の関連性を示す。骨盤運動戦略群は、すべて有意な相関を認めなかったのに対し、HAT 運動戦略群が肩峰傾斜角度および中殿筋の間 ($p<0.05$, $r=-0.62$)、体幹傾斜角度および中殿筋の間 ($p<0.05$, $r=-0.68$) の両者に有意な負の相関を認めた。

IV. 考 察

本研究結果より、以下 2 点が示された。第 1 に、膝 OA 患者の片脚立位評価でみられる HAT 運動戦略は立脚肢の中殿筋の筋力低下が関係していた。第 2 に、HAT 運動戦略の片脚立位評価時の体幹あるいは肩峰

表 1 部位別の傾斜角度と筋力値の 2 群間の比較

	骨盤運動戦略群 (n=12)	HAT 運動戦略群 (n=13)	p 値
K-L 分類 (Ⅱ/Ⅲ/Ⅳ) (肢)	9 / 3 / 0	8 / 3 / 2	0.56
肩峰傾斜角度 (°)	0.2 ± 3.7	8.1 (5.5–17.8)	<0.001
体幹傾斜角度 (°)	2.5 ± 4.5	7.6 (5.0–15.8)	<0.001
骨盤傾斜角度 (°)	2.8 ± 4.5	7.2 (5.0–13.9)	<0.001
股関節内転角度 (°)	8.5 ± 3.9	0.3 (–4.3–4.0)	<0.001
大殿筋 (Nm/kg)	0.44 ± 0.18	0.32 ± 0.15	0.07
中殿筋 (Nm/kg)	0.84 (0.47–1.57)	0.60 ± 0.26	<0.05
内転筋 (Nm/kg)	0.48 ± 0.18	0.36 ± 0.14	0.07

平均値 ± 標準偏差

中央値 (範囲)

K-L : Kellgren & Lawrence

表 2 片脚立位動作時の傾斜角度と筋力値の相関係数

	大殿筋	中殿筋	内転筋
(a) 骨盤運動戦略群 (n=12)			
肩峰傾斜角	0.28	0.31	0.20
骨盤傾斜角	0.13	0.17	0.13
体幹傾斜角	0.02	0.10	–0.13
股関節内転角度	–0.16	0.15	–0.52
(b) HAT 運動戦略群 (n=13)			
肩峰傾斜角	–0.19	–0.62*	–0.23
骨盤傾斜角	0.12	–0.43	0.36
体幹傾斜角	–0.32	–0.68*	–0.13
股関節内転角度	0.49	0.10	0.49

* $p<0.05$

傾斜角度が立脚側へ増加すればするほど中殿筋の筋力がより低下している可能性があるという負の相関が認められた。

膝 OA 患者の片脚立位評価でみられる HAT 運動戦略は、立脚肢の中殿筋の筋力低下が関係していた。木藤ら¹⁵⁾によると、膝 OA の立脚初期に大殿筋や中殿筋といった内部股関節外転モーメントを発揮するためには、立脚初期の股関節内転・内旋運動が起こることが重要である。さらに、荷重応答期から立脚中期までに股関節内転・内旋運動が起こらなければ、単脚支持期に外部膝関節内反モーメントが増加すると述べている。本研究結果から、片脚立位の前額面の評価より、骨盤運動戦略群と比較して HAT 運動戦略群は、股関節内転角度が有意に減少、体幹、肩峰および骨盤傾斜角度がすべて立脚側へ有意に増加していた。片脚立位は、バランス評価や姿勢観察などで理学療法士がよく使用する簡易的な評価である。今回、前額面の片脚立位姿勢を画像上から客観的に体幹・肩峰・骨盤・股関節内転角度の 4 点を同時に評価し、筋力との関係を検討したことは非常に臨床的で新規性がある。片脚立位動作は、前述したように立脚中期の評価に近い¹³⁾。健康者と膝 OA を比較した木藤らの先行研究⁷⁾によると、片脚起立期の外部膝関節内反モーメントの比率の増加は、前額面の身体バランス制御において股関節の役割が減少し、膝関節の内側コンパートメントに生じる圧縮ストレスなどが増えていることを意味している。骨盤運動戦略群と比べ HAT 運動戦略群は、股関節内転可動域が減少していたことから、本研究のように膝 OA の中でも片脚立位時の股関節の位置関係を含めた前額面上の姿勢制御について評価していくことが重要であることがわかる。また、今回興味深いことに、骨盤運動戦略群と比べ HAT 運動戦略群は、骨盤傾斜角度が最低でも 5 度以上立脚側に有意に増加していた。このことは、HAT 運動戦略の片脚立位での動作では、デュシェンヌ歩行のように股関節内転不足に加え、骨盤傾斜角度もさらに増加するという動作確認も重要であることを意味している。木藤が述べているように、荷重応答期から立脚中期に内部股関節外転モーメントを発揮するためには、股関節を内転位に位置させ、特に中殿筋の筋機能を高めることが理学療法戦略に必須である。以上より、膝 OA の肩峰、体幹、骨盤傾斜が立脚側へ増加および股関節内転不足の片脚立位動作は、特に中殿筋の最大等尺性筋力低下と関係する 1 つの観察評価になる可能性がある。

HAT 運動戦略は、片脚立位評価時の体幹あるいは肩峰傾斜角度が立脚側へ増加すればするほど中殿筋の筋力がより低下している可能性があるという負の相関が認められた。先行研究によると、膝 OA の立脚側への肩峰および体幹傾斜は、外部膝関節内反モーメントを減少させる補償戦略であると言われている^{16,17)}。本研究結果は、HAT 運動戦略群のみ肩峰および体幹傾斜角度と中殿筋の間に有意な負の相関を示した。片脚立位の前額面上の姿勢の安定は、Pauwels の理論¹⁸⁾と呼ばれる天秤の棒で考えることができる。片脚立位の安定は、股関節の骨頭中心を支点にすると、中殿筋、大腿筋膜張筋および大殿筋といった内部股関節外転モーメントと体重による外部股関節内転モーメントが等しくならなければ骨盤が側方へ傾くことになる。骨盤運動戦略は、体幹を立脚側に傾けなくても内部股関節外転モーメントが十分であるため前額面上の姿勢を安定させることができるのに対し、HAT 運動戦略は、上半身重心の体重を立脚側の支点である大腿骨頭中心に近づけ、モーメントアームを短くすることで中殿筋などの内部股関節外転モーメントを減少させていたと考えられる。さらに、股関節を内転位に保てない HAT 運動戦略は、中殿筋などの筋の起始と停止が近づくため内部股関節外転モーメントが発揮しにくい身体環境となっている。これらのことから、HAT 運動戦略は、肩峰および体幹傾斜を立脚側に傾ける角度が増加しているほど、中殿筋と負の相関が認められたと考えられる。以上より、HAT 運動戦略の片脚立位動作は、肩峰と体幹傾斜角度が立脚側へ傾けば傾くほど、中殿筋の筋力低下がより強いという関連性を示す 1 つの徴候であると考えられる。

本研究の片脚立位評価の方法は、臨床的に大変安易でかつ経済的である。今回、本研究の結果を臨床で用いるとすれば、保存療法で膝 OA 患者の理学療法を担当した時、歩容で HAT 運動戦略が見られれば、片脚立位を行い肩峰・体幹が立脚側へ傾き、かつ遊脚側の骨盤が拳上、さらには股関節が内転位に位置できていなければ中殿筋の弱化傾向を反映する 1 つの徴候となる。加え、肩峰と体幹が立脚側への傾きが強ければ強いほど、中殿筋の筋力はより低下しているかもしれないということになる。

本研究には 3 つの限界がある。第 1 は対象者の数が少なかったことである。木藤らによると、膝 OA の股関節周囲筋である大殿筋、内転筋および膝伸展筋は有意に筋力低下が認められた¹⁹⁾と報告している。今後

は、対象者を増加するとともに、体幹、膝あるいは足関節周囲筋など評価項目を増やして検討する必要がある。第2は、筋力測定の信頼性が乏しいことである。HHDの測定は、徒手的に行うよりもベルトで固定した方法の方が信頼性が高いことが示されている²⁰⁾。今後は、ベルトを用いた信頼性の高い方法で筋力測定を行う必要がある。第3は、本研究が横断研究であるため、中殿筋の筋力低下がHAT運動戦略を引き起こした原因なのか、あるいはその結果なのかについての因果関係を導くことが難しい。これを明らかにするためには、縦断研究で要因と時間的な関係性について今後検証しなければいけない。

本研究では、外来の膝OA患者において、片脚立位評価でみられるHAT運動戦略は、立脚肢の中殿筋の筋力低下が関係していること、体幹あるいは肩峰傾斜角度が立脚側へ増加すればするほど中殿筋の筋力がより低下している可能性があるという負の相関が認められたこと、がわかった。今回対象者は限定されているが、歩容でHAT運動戦略がみられた場合は、片脚立位の評価を加えることで、中殿筋の弱化傾向を推測できる可能性がある。今後、本研究のような横断研究により、歩行の動作分析は、臨床経験に関わらず跛行の問題を立脚期のどの期に問題があるのかといった簡易的に絞り込むような評価のアルゴリズムの構築が必要である。

本研究の一部は、2010年12月に開催された第15回広島県理学療法学会（三原市）で発表したものである。

引用文献

- 1) 齋藤知行, 腰野富久, 竹内良平: 変形性膝関節症における軟骨修復. 関節外科, 2006, 25 (suppl-1): 92-98.
- 2) 吉村典子: 本邦における変形性関節症の現状. Anti-aging Science, 2015, 7 (2): 88-91.
- 3) Oiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, et al.: Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. Am J Sports Med, 2009, 37(7): 1434-1443.
- 4) Yoshimura N, Kinoshita H, Hori N, et al.: Risk factors for knee osteoarthritis in Japanese men: a case-control study. Mod Rheumatol, 2006, 16(1): 24-29.
- 5) Yoshimura N, Nishioka S, Kinoshita H, et al.: Risk factors for knee osteoarthritis in Japanese women: heavy weight, previous joint injuries, and occupational activities. J Rheumatol, 2004, 31(1): 157-162.
- 6) 腰野富久: スポーツと変形性膝関節症およびその手術. 日臨スポーツ医会誌, 2006, 14(2): 143-155.
- 7) 木藤伸宏, 新小田幸一, 金村尚彦・他: 内側型変形性膝関節症の外部膝関節内反モーメントと疼痛, 身体機能との関係. 理学療法科学, 2008, 23(5): 633-640.
- 8) 古賀 寛, 大森 豪: 膝関節の運動機能診断の基礎—変形性膝関節症における運動機能—. 関節外科, 2014, 33 (10): 1069-1072.
- 9) 木藤伸宏, 石井慎一郎, 三輪 恵: 変形性膝関節症の理学療法への加速的アプローチ. 理学療法, 2003, 20(4): 429-438.
- 10) 木藤伸宏: 変形性膝関節症に対する理学療法戦略. 香川県理学療法士会会誌, 2010, (16): 10-17.
- 11) 菅川祥枝, 木藤伸宏: 変形性膝関節症患者の生活機能トレーニングの考え方とその実際. 理学療法, 2007, 24(4): 565-572.
- 12) 木藤伸宏, 山崎貴博, 岡西奈津子・他: 変形性膝関節症の理学療法における運動制御・学習理論の応用. 理学療法, 2009, 26(7): 849-862.
- 13) 阿南雅也, 徳田一貫, 木藤伸宏・他: 膝関節疾患による異常歩行とその分析. 理学療法, 2009, 26(1): 138-147.
- 14) 杉本寿司, 佐藤明紀, 山本祥子・他: 体幹深部筋に対するエクササイズが片脚立位に及ぼす影響. 北海道理学療法, 2010, 27: 35-38.
- 15) 木藤伸宏: 内側型変形性膝関節症に対する理学療法. 理学療法兵庫, 2009, (15): 25-30.
- 16) 徳田一貫, 新小田幸一, 羽田清貴・他: 内側型変形性膝関節症における歩行立脚時の関節角度と大腿・下腿回旋運動の評価. 理学療法科学, 2014, 29(3): 437-442.
- 17) Hunt MA, Birmingham TB, Bryant D, et al.: Lateral trunk lean explains variation in dynamic knee joint load in patients with medial compartment knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage, 2008, 16(5): 591-599.
- 18) J.Castaing, J. Delplace: 図解関節・運動器の機能解剖下肢編. 井原秀俊, 中山彰一, 井原和彦共訳, 協同医書出版社, 東京, 2005, 49-53.
- 19) 木藤伸宏: 変形性膝関節症に対する理学療法. 理学療法京都, 2010, (39): 49-53.
- 20) 山崎裕司, 片岡千春, 大倉三洋・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性股関節外転筋力の測定—固定用ベルトの使用が再現性に与える影響—. 高知リハ学院紀, 2008, 10: 61-66.