

# 身体運動時の下肢機能軸の変化に関する文献調査

羽場俊広, 岩月宏泰

青森県立保健大学 健康科学部 理学療法学科

## 抄 録

〔目的〕 下肢機能軸 (MA: Mechanical Axis) は膝関節の変形の指標として利用されている。本研究では身体運動時の MA についての文献調査を行うことで, MA の動作分析への利用に資する可能性を考察することとした。

〔方法〕 「下肢機能軸」, 「Mechanical axis」を検索語とし, 日本語および英語のデータベースにおいて1983年~2020年の期間で検索した。対象論文は身体運動時の MA または MA が垂線と成す角度に関連する評価項目があるものとした。

〔結果〕 124編の文献が抽出され, 著者らの採択基準を満たした10編を分析対象とした。身体運動の分類では片脚立位が2編と歩行が7編であり, MA が垂線と成す角度の報告は静止立位時の1編であった。身体運動時の MA についてはすべての論文が MA の膝関節通過点についての報告であり, 荷重や歩行様式の違いと関連する変化を認めていた。

〔結論〕 身体運動時の MA を報告している論文は少なかったが, 膝関節の変形, 片脚立位や歩行などの身体運動において MA が変化することを考慮すると, 身体運動時の MA が垂線と成す角度を生体力学的に分析することは動作分析を行う上で有用であると考えられた。

《キーワード》 下肢機能軸, 生体力学的分析, 文献調査

## I. 緒 言

下肢機能軸 (MA: Mechanical Axis) は股関節中心と足関節中心を結ぶ線として定義され, Mikulicz 線や荷重軸 (Load bearing axis) とも表現される。MA は変形性膝関節症 (膝 OA: Knee Osteoarthritis) に対しての外科的治療である人工膝関節全置換術 (TKA: Total Knee Arthroplasty) や高位脛骨骨切り術 (HTO: High Tibial Osteotomy) の臨床結果と密接に関係し, Iseki ら<sup>1)</sup> は TKA や HTO の術前後の下肢アライメントを評価するための最適な指標であると述べている。実際に, TKA では術後の下肢アライメントが MA を基準に中立となるよう計画<sup>2-4)</sup> され, この目標を達成するために多くの検討がなされている<sup>4-6)</sup>。また, HTO においても MA を基準に手術の計画が行われ, Liu ら<sup>7)</sup> は HTO の生体力学的な目的は, 前額面において MA を外側に移動させることと述べており, 近年では軟骨損傷の程度によって目標とすべき MA の移動距離を調整する試み<sup>8)</sup> も行われている。

Krackow<sup>9)</sup> は図1で示すように MA が垂線と成す角度が 3° となることを正常な膝の特徴とし, 片脚立位や歩行時において膝関節の関節面が床面と平行になる理由について言及している。MA が片脚立位および歩行などの身体運動時の生体力学的指標となることが示唆される一方で, MA の評価は通常 X 線で行われるため, 身体運動時の MA についての報告は少なく, 臨床においては膝関節の変形の指標としての利用に留まると推測される。

本研究では, 生体力学的指標としての MA の発展に寄与すべく, (1)片脚立位や歩行時などの身体運動時における MA の利用状況の把握, (2)MA が垂線と成す角度の検討を目的として, 先行研究の文献調査を実施した。

## II. 対象と方法

### 1. 対象 (採択プロセス)

MA に対する主要なアウトカムを得るために, MA を主題に含む1983年~2020年3月31日までの日本語と英語論文を検索した。日本語論文については, 「下肢機能軸」を検索語とした。下肢機能軸は「Mikulicz 線 (Mikulicz line)」, 「下肢荷重線」, 「下肢荷重軸」とも表現されるため, これらの検索語に対しても同様に検索を行った。英語論文については検索語を「Mechanical axis」, 「Mikulicz line」, 「Bearing axis」および「Loading axis」とし, 各検

連絡先 羽場俊広 (E-mail: t\_haba@auhw.ac.jp)  
青森県立保健大学 健康科学部 理学療法学科  
〒030-8505 青森県青森市大字浜館字間瀬58-1  
Tel: 017-765-2098 Fax: 017-765-2099  
(2020年3月11日受付: 2020年6月17日受理)

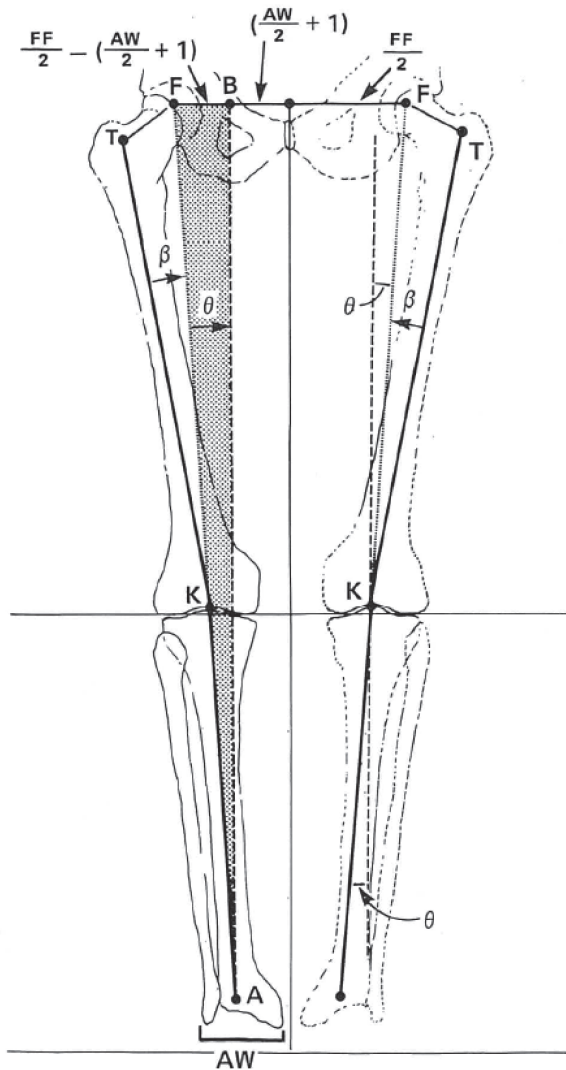


図1. 下肢機能軸 (MA) が垂線と成す角度<sup>9)</sup>

下肢機能軸 (MA) は股関節中心 (F) と足関節中心 (A) を結ぶ線として定義される。片脚立位や歩行においては、膝関節の関節面が床面と平行になるために、MA が垂線と成す角度 ( $\theta$ ) は正常な膝で約  $3^\circ$  と考えられている。(凡例, K: 膝の中心, B: 垂線との交点, T: 大腿骨解剖軸の近位点, FF: 左右の股関節中心を結ぶ線, AW: 足関節の幅,  $\beta$ : 大腿骨機能軸と大腿骨解剖軸の成す角度)

索用語は [Title] で絞り込みを行った。文献検索に使用したデータベースは医学中央雑誌, メディカルオンライン, MEDLINE (PubMed) とした。

重複論文の削除後, 主題および抄録から本研究の採択基準と明らかに合致しないものを除外した。採択基準は, 1) データベースで抄録の閲覧が可能である原著論文または総説, 2) 身体運動時の MA または MA が垂線と成す角度に関連する評価項目があるもの, 3) 単に MA の評価や計測方法の検討に限定される論文以外のものとした。「下肢機能軸」や「Mechanical axis」と検索する場合には, 大腿骨と脛骨のそれぞれの機能軸が成す角度 (HKA 角: Hip-Knee-Ankle angle) と表現される場合がある。また, 股関節中心や足関節中心とは異なる基準を用いて定義される MA が存在するため, 除外基準として大腿骨頭

中心と足関節中心を結ぶ線として定義されない MA を設けた。主題および抄録からでは採択基準に該当するか判断が困難な場合は, 本文を熟読し採択基準に合致するものを本研究の対象論文とした。なお, 本研究は人を対象とする研究に該当しないことを確認して実施した。

## 2. 方法 (分析方法)

対象論文については抄録と本文を熟読し, MA の利用状況の把握を行った。MA の利用状況は著者, 発表年, 身体運動, 研究目的, 対象者, MA の計測機器および評価項目, 研究結果を分析することで把握し, 片脚立位, 歩行などの身体運動の種類により分類した。また, MA が垂線と成す角度が記載されている場合も同様に一覧表 (表1) とした。

## III. 結果

### 1. 論文の選考

文献調査の過程を図2に示す。データベースでの検索結果は医学中央雑誌20編, メディカルオンライン21編, MEDLINE 95編であった。この中から重複論文を削除し, 124編の論文に対して主題および抄録から採択基準に対するスクリーニングを行った。スクリーニングによって除外された論文は112編であり, 採択基準を満たさない論文の多くは, MA が HKA 角として表現される論文, MA の測定方法について検討した論文 (測定方法の改良, 信頼性や再現性の検討など), 膝関節の変形の指標として静的に MA を利用した論文 (手術時のアライメント調整, 臨床転帰への関連性, 他の膝関節変形指標との比較など) であった。適格性判断のための本文精査では12編が選択され, 本文吟味により田中ら<sup>10)</sup>, Larose ら<sup>11)</sup> の論文が除外された。MEDLINE での検索において「Mechanical axis」の検索結果では87件中1件, 「Loading axis」とした場合の検索結果では4件中3件が対象論文となった。そこでMEDLINEにおいて, 「Loading axis」[Title/Abstract] で再検索した69件 (重複論文5件を除く) で採択基準を満たす論文を調査したが, 基準を満たす対象論文は存在しなかった。最終的に10編の論文を本研究における分析対象とした。

### 2. 採択した論文の概要

最終的に採択された研究の概要を表1に示す。身体運動時の MA に関連するアウトカムを認めた論文は9編であり, 片脚立位が2編, 歩行が7編であった。MA が垂線と成す角度が記載された論文は1編であったが, 静止立位時の報告であった。

発表年では2020年3月31日を基準とした場合, 半数の論文が5年以内に発表されていた<sup>12-16)</sup>。対象者は膝関節の変形や膝 OA を有する患者, 膝 OA 術後患者であり, 対照群として健常者が研究に参加していた。MA の計測機器では主に X 線や CT が用いられており<sup>12-21)</sup>, 歩行時の MA の変化を計測する場合

表 1. 採択された研究の概要

著者	発表年	身体運動	研究目的	対象者	【MAの計測機器】 評価項目	結果
茨城ら <sup>12)</sup>	2015	なし(立位)	MAと関節面の傾斜との関係について調査する。	平均74歳のTKA術前患者25例50膝	【X線】 ・MAと垂線の成す角度 ・関節面と水平線の成す角度	① MAと垂線の成す角度は $1.89 \pm 1.3^\circ$ であった。 ② MAと関節面の傾斜は相関関係なし。
静的						
Desaiら <sup>17)</sup>	2007	片脚立位 (バランスを保つ程度 の反対側の支持は許可)	両脚と片脚立位において、膝関節の変形が2種類のMA(通常のMAと床反力作用点を基準としたMA)に与える影響を比較する。	膝関節の変形を有する患者33例	【X線】 ・MAと膝関節の中心との距離	① MAと膝関節中心との距離は両脚立位と片脚立位で変化した。 ② 脛骨と距骨の成す角度が内反の患者では片脚立位時にMAと膝関節中心との距離が $3.4 \pm 2.4$ mm大きくなった。
藤原ら <sup>13)</sup>	2019	片脚立位	MAと下肢に作用する荷重の方向を評価し、その適用例を報告する。	70歳の膝OA患者1例2膝	【X線, CT】 ・MAと床反力の膝関節通過点	① MAと床反力の膝関節通過点は一致しない。
寺島ら <sup>18)</sup>	1994	歩行	MAの動的变化を三次元的に検討する。	18歳の健常者1例と膝OA患者1例	【X線, 六自由度電気角度計】 ・MAのStick picture(背面図) ・歩行におけるMAの膝関節通過点	① Stick pictureにおいて健常者ではMAは垂線に比較的平行となるが、膝OA患者では内側に傾斜する(MAと垂線の成す角度の記載はなし)。 ② 膝OA患者ではMAの内側移動がみられた。
Kawakamiら <sup>19)</sup>	2005	歩行	歩行におけるMAの膝関節通過点を視覚化する。	84歳の膝OA患者1例2膝	【X線, CT, 動作解析装置】 ・歩行におけるMAの膝関節通過点の軌跡	① MAの膝関節通過点は膝関節の変形の影響を受けける。
Kawakamiら <sup>20)</sup>	2005	歩行	歩行におけるMAの膝関節通過点の軌跡を評価し、HTO術後の変化を調査する。	HTO術前後患者3例	【X線, CT, 動作解析装置】 ・歩行におけるMAの膝関節通過点の軌跡	① HTO術後はMAの内側移動が減少した。 ② MAの前後方向および横方向への動きの変化は患者によって異なった。
動的						
木村ら <sup>21)</sup>	2010	歩行	歩行におけるMAとLateral thrustとの関係性を評価する。	平均57.5歳の健常者と膝OA患者16例16膝	【X線, CT, 動作解析装置】 ・歩行におけるMAの膝関節通過点と側方移動量	① Lateral thrustの出現例ではMAの内側移動がみられた。 ② 内外反角度変化とMAの側方移動は高い正の相関関係を示した( $r=0.98$ )。
Nishinoら <sup>14)</sup>	2015	歩行	異なる重症度の膝OA患者でMAの膝関節通過点の評価する。	健常者14例と膝OA患者27例(軽度OA8例, 重度OA19例)	【X線, CT, 動作解析装置】 ・歩行におけるMAの膝関節通過点の軌跡	① 膝OAが進行するにつれて、MAの膝関節通過点は内側に移動し、重度の膝OA患者では急速な移動がみられた。
吉田ら <sup>15)</sup>	2018	歩行	重度の膝OA患者で歩行におけるMAとLateral thrustとの関連を検討する。	平均26.8歳の健常者12例24膝とLateral thrustを有する平均72.5歳の重度膝OA患者15例15膝	【X線, 動作解析装置】 ・歩行におけるMAの膝関節通過点の軌跡	① 重度の膝OA患者では、立脚期を通してMAの膝関節通過点は内側であった。 ② 荷重心容期におけるMAの内側移動量は重度の膝OA患者で高値を示したが、内反角度変化量は差を認めなかった。
浮城ら <sup>16)</sup>	2018	歩行	TKA術後患者で歩行におけるMAの膝関節通過点を明らかにする。	平均73.3歳のTKA術後患者33例37膝と平均26.8歳の健常人12例24膝	【X線, 動作解析装置】 ・歩行におけるMAの膝関節通過点の軌跡	① MAの内側移動距離は健常者 $7.9 \pm 5.4$ mm, TKA患者 $3.7 \pm 3.3$ であり、TKA患者の内側移動距離は小さかった。

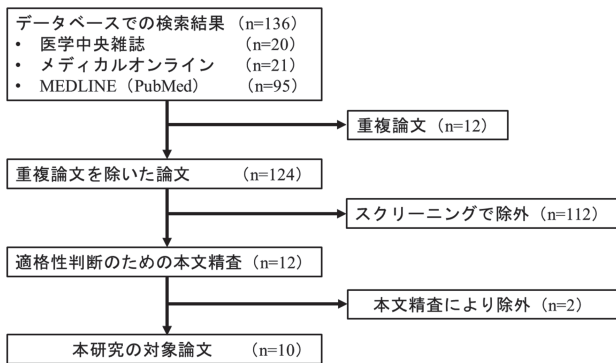


図2. 文献調査の過程

採択基準は、1) データベースで抄録の閲覧が可能である原著論文または総説、2) 身体運動時のMAまたはMAが垂線と成す角度に関連する評価項目があるもの、3) 単にMAの評価や計測方法の検討に限定される論文以外のものとした。

には電気角度計<sup>18)</sup> や動作解析装置<sup>14~16,19~21)</sup> を追加で使用し、歩行時の膝関節の動きを運動学的に捉える工夫を行っていた。MAに関連する評価項目ではMAの膝関節通過点または膝関節中心との距離であり、膝関節に対する相対的なMAの変化を捉えていた<sup>13~21)</sup>。また、MAが垂線と成す角度は立位における関節面との傾斜を求めるために副次的に計測されていた<sup>12)</sup>。研究結果では膝関節の変形や荷重・歩行様式の違いと関連してMAの膝関節通過点が増加するため、身体運動時の生体力学的指標となり得るとの報告が多かった<sup>14~21)</sup>。MAが垂線と成す角度は膝OA患者における静止立位時の角度<sup>12)</sup>のみが得られ、身体運動時や健常者における角度は本調査では得られなかった。

#### IV. 考察

MAを主題とした論文の中で身体運動時のMAに関連するアウトカムについて言及した論文は抽出された全論文(124編)の10%未満であった。また、MAが垂線と成す角度に対する記載を認めた論文は1編に過ぎず、身体運動時のMAが垂線と成す角度を検討した報告は今回渉猟できなかった。

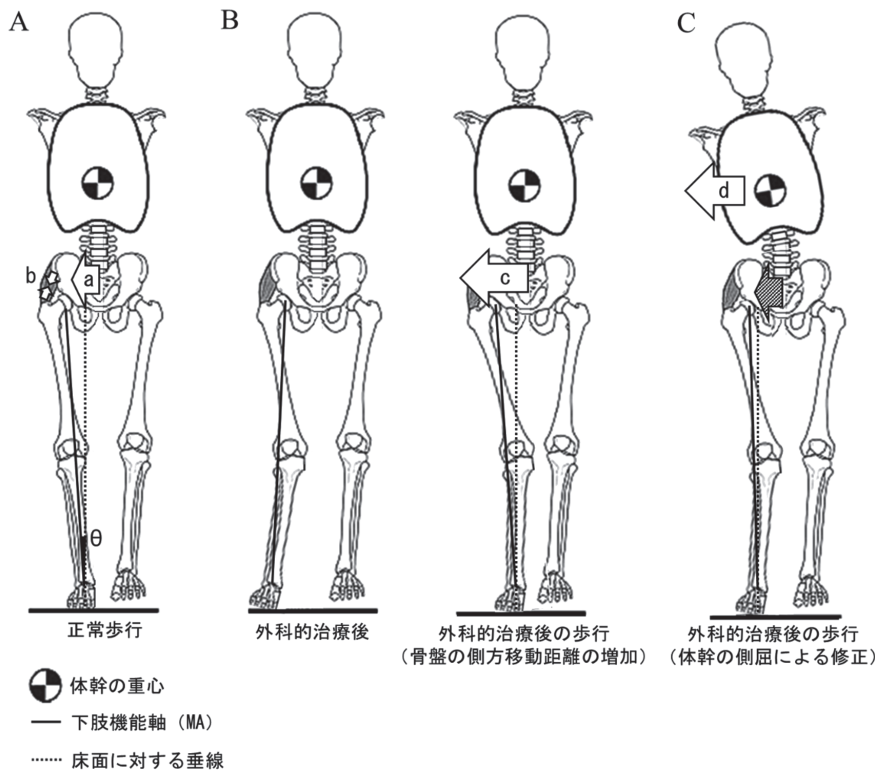
Desaiら<sup>17)</sup>、寺島ら<sup>18)</sup>に代表されるように、本研究における対象論文の多くは身体運動時のMAの計測の重要性を述べている。また、TKA術後患者の歩行について検討した近年の調査<sup>11)</sup>でも、静止立位時の下肢アライメントと歩行時の下肢アライメントの間には相関がなく、X線による下肢アライメントの評価では歩行動作を予測できないと述べている。生体力学的指標として身体運動時のMAを考慮する必要性がある一方で、X線では身体運動時のMAの計測が困難であるため、対象論文が少なかったと考える。

MAの計測においては股関節中心と足関節中心を評価する必要があるが、股関節は足関節と比べ周囲の軟部組織の厚みのため、体表面上から股関節中心を観察することは困難である。抽出された論文の中には、動作解析装置を使用して股関節中心を計測す

る研究も散見されるが、皮膚運動による測定誤差(skin-movement-artifact)や体表面上のランドマークから回転中心としての股関節の位置を推定するための測定誤差<sup>22)</sup>が問題とされる。近年では、股関節中心を機能的に予測するためのアプローチ方法であるSCoRE(symmetrical centre of rotation estimation)が開発<sup>23)</sup>されている。本研究における対象論文では膝関節の変形や荷重・歩行様式の違いと関連してMAの膝関節通過点が増加することが示唆されており、半数が5年以内に発表されていた。MAの性質を考慮し、今後更に身体運動の分析が活発に行われることが望まれる。

本研究の結果から、身体運動時のMAが垂線と成す角度についてはKrackowの報告<sup>9)</sup>以降ほとんど検討されていないと判断できる。しかし、膝関節の変形や外科的治療により、MAが垂線と成す角度は容易に変化するため、片脚立位や歩行などの身体運動の分析はMAの変化を考慮する必要がある。実際、Liuら<sup>7)</sup>はHTOの生体力学的な目的は、前額面においてMAを外側に移動させることと述べており、外科的治療によってMAが増加することを示唆している。歩行は体幹の重心を支持側下肢へ変位させることと、片脚支持時に不安定な骨盤を支えるための股関節外転筋の活動により維持される<sup>24)</sup>(図3A)。特に、体幹の重心の支持側下肢への変位は骨盤を側方移動することで行われる<sup>25)</sup>ため、股関節内転運動が関与する。Krackow<sup>9)</sup>の報告から正常歩行時のMAが垂線と成す角度が3°内転位と仮定された場合、外科的治療によってMAが外転位となると片脚支持を保つために必要な骨盤の側方移動量が増加する(図3B)。そのため、より大きな股関節内転の可動域が要求されると予測される。また、股関節内転の可動域制限や股関節外転筋の活動低下を認める場合は骨盤の側方移動を十分に行うことが困難となり、片脚支持を保つために体幹の側屈による修正が起ると予測される(図3C)。体幹の側屈による修正が行われた場合は重力の作用線が仙骨中央から離れるため、体幹を保持するためにより大きな体幹の筋活動を必要とする。外科的治療によってMAが垂線と成す角度が増加した場合、体幹を側屈(体幹の筋活動が増加)することでMAを外転位で保持する、あるいは股関節内転の可動域の拡大によりMAを内転位で保持する場合など個人で姿勢戦略が異なると考える。本研究の結果、MAが垂線と成す角度はほとんど着目されていないことが明らかとなったが、MAが垂線と成す角度の分析を行うことで姿勢戦略の予測が可能となれば、外科的治療後にMAを考慮した適切な運動療法(体幹筋の強化や股関節内転の可動域の拡大など)を選択することが可能となり、理学療法の発展に寄与できる。

本研究の限界として、対象論文の採択プロセスでMAを主題に含む論文と限定したことが挙げられる。本研究ではMAに関連するアウトカムを得るために検索条件を限定したが、主題にMAを含まない場合



**図3. MAの変化と歩行 (Perry & Burnfield<sup>24)</sup> の図を改変)**  
 A: 正常歩行。MAが垂線と成す角度( $\theta$ )は約 $3^\circ$ となる。歩行は体幹の重心を支持側下肢へ変位させるための骨盤の側方移動(矢印a)と、片脚支持時に不安定な骨盤を支えるための股関節外転筋の活動(矢印b)により行われる。B: 外科的治療によりMAが外転位となった場合の歩行。MAが垂線と成す角度を $3^\circ$ とするためには、Aに比べて骨盤の側方移動距離が増加する(矢印c)。C: 骨盤の側方移動を十分に行うことが困難な症例ではMAが垂線と成す角度は $3^\circ$ 未満となり、体幹の側屈による修正(矢印d)が行われると予測される。

でも、膝関節の変形の指標としてMAを評価項目とする論文は多数存在し、その中にはMAに関連するアウトカムについて述べられている報告もある。実際、Yasuda & Sasaki<sup>26)</sup>は外側楔状足底板の生体力学的効果を検討し、MAが垂線と成す角度の変化について言及している(MAが垂線と成す角度の記載はない)。また、MAを評価項目としている研究では計測機器の性能を踏まえると、MAが垂線と成す角度を計測可能であるが、その指標を主たるアウトカムとし採用していないため、実際には計測されていない。そのため、本研究では採択基準を満たした論文のすべてにおいてMAが垂線と成す角度を検討できる事実を考慮できず、今後の研究課題として成り得たと考える。

**利益相反**

本研究において、開示すべきCOI状態はない。

**引用文献**

1) Iseki Y., Takahashi T., Takeda H., et al: Defining the load bearing axis of the lower extremity obtained from anterior-posterior digital radiographs of the whole limb in stance. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009; 17(5): 586-591.

2) Scherer TP., Hoechel S., Müller-Gerbl M., et al: Comparison of knee joint orientation in clinically versus biomechanically aligned computed tomography coordinate system. *J Orthop Translat*. 2018; 16: 78-84.

3) Cherian JJ., Kapadia BH., Banerjee S., et al: Mechanical, anatomical, and kinematic axis in TKA: Concepts and practical applications. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2014; 7(2): 89-95.

4) Roh YW., Kim TW., Lee S., et al: Is TKA using patient-specific instruments comparable to conventional TKA? A randomized controlled study of one system. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471(12): 3988-3995.

5) Mullaji AB., Shetty GM., Lingaraju AP., et al: Which factors increase risk of malalignment of the hip-knee-ankle axis in TKA?. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471(1): 134-141.

6) Levensgood GA., Dupee J.: Accuracy of coronal plane mechanical alignment in a customized, individually made total knee replacement with patient-specific instrumentation. *J Knee Surg*. 2018; 31(8): 792-796.

7) Liu X., Chen Z., Gao Y., et al: High tibial osteotomy: review of techniques and biomechanics. *J Health Eng*. 2019. doi: 10.1155/2019/8363128.

- 8) Kim MK., Ko BS., Park JH.: The proper correction of the mechanical axis in high tibial osteotomy with concomitant cartilage procedures-a retrospective comparative study. *J Orthop Surg Res.* 2019; 14(1): 4-11.
- 9) Krackow KA.: Approaches to planning lower extremity alignment for total knee arthroplasty and osteotomy about the knee. *Adv Orthop Surg.* 1983; 7: 69-88.
- 10) 田中翔太, 林 豊彦, 棚橋重仁, 他: 大腿骨遠位成長軟骨板と3次元下肢荷重線との位置関係. *臨床バイオメカニクス.* 2016; 37: 121-128.
- 11) Larose G., Fuentes A., Lavoie F., et al.: Can total knee arthroplasty restore the correlation between radiographic mechanical axis angle and dynamic coronal plane alignment during gait? *Knee.* 2019; 26(3): 586-594.
- 12) 茨木一行, 平中崇文, 松田 茂, 他: 変形性膝関節症における下肢機能軸および関節面の傾斜に関する検討. *中部日本整形外科災害外科学会雑誌.* 2015; 58(4): 699-700.
- 13) 藤原 靖, 森清友亮, 中原大輔, 他: 立位下肢アライメントと床反力測定による下肢機能軸と荷重方向の3次元評価法の提案. *臨床バイオメカニクス.* 2019; 40: 121-125.
- 14) Nishino K., Omori G., Koga Y., et al.: Three-dimensional dynamic analysis of knee joint during gait in medial knee osteoarthritis using loading axis of knee. *Gait Posture.* 2015; 42(2): 127-132.
- 15) 吉田美里, 大越康充, 川上健作, 他: 重度膝 OA 症例における歩行時の3次元下肢荷重軸. *JOSKAS.* 2018; 43(2): 306-307.
- 16) 浮城健吾, 大越康充, 川上健作, 他: TKA 術後の歩行時の3次元下肢荷重軸. *日本人工膝関節学会誌.* 2018; 48: 115-116.
- 17) Desai SS., Shetty GM., Song H-R., et al.: Effect of foot deformity on conventional mechanical axis deviation and ground mechanical axis deviation during single leg stance and two leg stance in genu varum. *Knee.* 2007; 14(6): 452-457.
- 18) 寺島和浩, 清水雅晴, 寺島正二郎, 他: 歩行時の三次元荷重線の推定. *日本臨床バイオメカニクス学会誌.* 1994; 15: 369-373.
- 19) Kawakami H., Sugano N., Yonenobu K., et al.: Gait analysis system for assessment of dynamic loading axis of the knee. *Gait Posture.* 2005; 21(1): 125-130.
- 20) Kawakami H., Sugano N., Yonenobu K., et al.: Change in the locus of dynamic loading axis on the knee joint after high tibial osteotomy. *Gait Posture.* 2005; 21(3): 271-278.
- 21) 木村太郎, 西野勝敏, 松尾智史, 他: 内側型変形性膝関節症における歩行時スラスト現象と3次元下肢荷重線の関連性. *臨床バイオメカニクス.* 2010; 31: 401-407.
- 22) Fiorentino NM., Kustschke MJ., Atkins PR., et al.: Accuracy of functional and predictive methods to calculate the hip joint center in young non-pathologic asymptomatic adults with dual fluoroscopy as a reference standard. *Ann Biomed Eng.* 2016; 44(7): 2168-2180.
- 23) Ehrig RM., Heller MO., Kratzstein S., et al.: The SCoRE residual: A quality index to assess the accuracy of joint estimations. *J Biomech.* 2011; 44(7): 1400-1404.
- 24) Perry J., Burnfield JM.: GAIT ANALYSIS normal and pathological function. 2<sup>nd</sup> Edition. 2010. SLACK, INC (=2014. 武田 功監訳. 歩行分析 正常歩行と異常歩行 (原著第2版). 医歯薬出版.)
- 25) 江原義弘, 山本澄子: 歩き始めのときに何が最初に変化するか, *ボディダイナミクス入門 歩き始めと歩行の分析*, pp. 9-16 (2002) 医歯薬出版, 東京
- 26) Yasuda K., Sasaki T.: The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. *Clin Orthop Relat Res.* 1987; 215: 162-172.

# Change in mechanical axes during dynamic motion: A literature review

Toshihiro Haba and Hiroyasu Iwatsuki

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences,  
Aomori University of Health and Welfare

.....(Received March 11, 2020; Accepted June 17, 2020).....

## ABSTRACT

**[Objective]** Mechanical axis (MA) is used as an index of knee joint deformation. The present review aimed to provide the usefulness of MA for a motion analysis based on a literature search about MA during a motion.

**[Methods]** The literature review was undertaken using Japanese and English databases. The key words were “Mechanical axis”, “Mikulicz line”, and “Load bearing axis”. The literatures searched in this review involved an evaluation item related to MA during a motion or the angle between MA and a perpendicular line.

**[Results]** After selected 124 literatures, 10 literatures were evaluated. The literatures of MA during the motion were consisted of 2 literatures on one-leg-standing and 7 literatures on walking. There was only one literature on the angle between MA and a perpendicular line while an upright position.

**[Conclusions]** Although there were few literatures about MA during the motion, it was suggested that MA changed during the motion, including knee joint deformation, one-leg-standing, and walking. The biomechanical analysis of the angle between MA and the perpendicular line during motions may be contributed as the useful tool for the motion analysis.

Aomori J. Health Welfare, 2(1); 13-19: 2020

**Key words:** mechanical axis, biomechanical analysis, literature review

Corresponding author

Toshihiro Haba (E-mail: t\_haba@auhw.ac.jp)

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Aomori University of Health and Welfare

58-1 Hamadate Mase, Aomori City, Aomori, 030-8505, JAPAN

Tel: 017-765-2098 Fax: 017-765-2099

Originally published in Aomori Journal of Health and Welfare ([https://auhw.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_opensearch&index\\_id=279](https://auhw.repo.nii.ac.jp/?action=repository_opensearch&index_id=279)) This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work, first published in Aomori Journal of Health and Welfare, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on [https://auhw.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_opensearch&index\\_id=279](https://auhw.repo.nii.ac.jp/?action=repository_opensearch&index_id=279), as well as this copyright and license must be included.