Open wedge HTO における術後膝側方動揺性に 影響を与える X 線因子の検討

長 松 晋太郎* 石 松 哲 郎**** 工 藤 悠 貴****
出 口 直 樹** 野 尻 圭 悟*** 平 川 善 之***
花 田 弘 文* 藤 原 明** 原 道 也*

【目的】内反膝に対する内側楔状開大式高位脛骨骨切り術（以下 OWHTO）後に膝側方動揺性が低下する。しかし、術後に再内反をきたす症例も散見される。OWHTO 術後の膝動揺性を加速度計を用いて測定し、術後膝動揺性に関与する X 線学的因子を検討した。【方法】OWHTO を施行し、術後 5 週および 1 年時に歩行解析が可能であった 58 例 58 膝を対象とした。X 線学的評価項目として術前、術後 1 年の WBL ratio, HKA angle, mLDFA, MPTA, JLO, JLCA を計測した。術後 5 週から 1 年時に内側・外側加速度の増加群と減少群に分け 2 群間比較した。【結果】内側加速度は増加群で術後 WBL ratio, HKA angle が有意に小さく、外側加速度は増加群で術後 JLCA が有意に大きかった。【結語】矯正不足の症例、術後 JLCA が大きい症例は膝側方動揺性が再燃しており、再内反の原因になり得る可能性が示唆された。

Key words : osteoarthritis of the knee (変形性膝関節症), open wedge high tibial osteotomy (楔状開大式高位脛骨骨切り術), accelerometer (加速度計), joint line convergence angle (JLCA)

はじめに

変形性膝関節症では、進行すると歩行時の荷重線が偏位し、立脚期初期に膝側方動揺性が増加して変形が増強する¹⁾。変形性膝関節症に対する高位脛骨骨切り術後に膝側方動揺性が低下することは多く報告されているが¹⁾、術後に再内反をきたす症例も散見される。再内反をきたす原因としてアライメント矯正不足や靱帯不安定性²⁾、術前 MPTA が小さいこと³⁾が報告されているが、再内反と側方動揺性の関連についての報告はない。

本研究の目的は、内側楔状開大式高位脛骨骨切り術 (open wedge high tibial osteotomy : OWHTO) 後の膝側方動揺性を、加速度計を用いて測定し、再内反の原因となりうる膝動揺性に関与する X 線学的因子を検討することである。

方 法

対象は 2017 年 6 月から 2018 年 3 月に施行した内反膝に対する OWHTO 84 例 84 膝のうち、26 例（術後

深腓骨神経麻痺：1 例、両側同時手術（HTO+全人工膝関節置換術）：1 例、術前歩容問題あり：2 例、フォロー中断：2 例、同意を得られない：9 例、データ不備あり：11 例）を除外した 58 例 58 膝（男性 27 膝、女性 31 膝、平均年齢 66.9 歳）である。

加速度計は 3 軸加速度計 (MA3-04Ac, Micro-Stone, Nagano, Japan) を使用し、腓骨頭直下に装着し、10 m 自由歩行で得られた加速度の平均値を算出した。術前、術後 5 週及び術後 1 年時に加速度を測定した。

X 線学的項目は、術前と術後 1 年の立位下肢全長を用いて、weight-bearing line ratio (WBL ratio), hip knee ankle angle (HKA angle), mechanical lateral distal femoral angle (mLDFA), medial proximal tibial angle (MPTA), joint line obliquity (JLO), joint line convergence angle (JLCA) を使用した (図 1)。

検討方法は、術前と術後 5 週、術後 5 週と術後 1 年の加速度をそれぞれ比較した。また、術後 5 週から術後 1 年で加速度が増加した群（増加群）と減少した群

* 福岡リハビリテーション病院整形外科

** 福岡リハ整形外科クリニック

*** 福岡リハビリテーション病院リハビリテーション科

**** 福岡大学整形外科

(減少群)に分け、内側、外側加速度各々について比較した。統計学的検討には共分散分析 (ANCOVA) を行い、交絡因子として歩行速度を投入した。

また、術後 JLCA が残存するリスクを検討するた

めに、術後 JLCA と相関する術前の X 線学的因子を Pearson's correlation coefficient を用いて検討した。 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果

術前、術後 5 週及び術後 1 年の加速度の比較を表 1 に示す。術前から術後 5 週で内外側加速度は有意に減少したが、術後 1 年で有意に増加した。

また、術後 5 週から術後 1 年の加速度変化と X 線学的項目を表 2, 3 に示す。内側加速度は増加群 45 例と減少群 13 例であり、増加群の方が術後 WBL ratio, HKA angle が有意に小さかった。外側加速度は増加群 48 例と減少群 10 例であり、増加群の方が術後 JLCA が有意に大きかった。

術後 JLCA と相関する術前 X 線学的因子を表 4 に示す。術後 JLCA と相関する因子は、術前 WBL ratio, 術前 HKA angle は負の相関を示した。最も強い相関を示したのは術前 JLCA であった。

考 察

歩行解析において、加速度計は再現性が高く、変化の早い信号測定が可能、簡便で即座に評価可能であり、膝側方動揺性の解析に有用とされている⁹⁾。

OWHTO 後の歩行解析において多数のカメラを使用したコンピューター解析⁴⁾や、三次元運動分析¹⁾を使用した報告があり、それぞれ術後膝側方動揺性が低下したと報告した。本研究では加速度計を用いて歩行解析を行い、術前後で内側・外側への加速度がそれぞれ減少した。この結果は他の歩行解析の報告と同様、術後膝関節が安定することが示唆された。

X 線学的因子に関し、再内反をきたす原因としてアライメント矯正不足がある²⁾。本研究では報告と同様、内側加速度とアライメントの関与を認め、under correction は膝側方動揺性が再燃しやすく、アライメ

図 1 X 線学的評価項目
a) WBL ratio b) HKA angle c) mLDFA
d) MPTA e) JLO f) JLCA

表 1 加速度

	術前	術後 5 週	術後 1 年	p 値
内側加速度	8.9 ± 0.4	6.0 ± 0.3	8.6 ± 0.4	<0.01* **
外側加速度	11.0 ± 0.6	7.9 ± 0.4	13.6 ± 0.6	<0.01* **

*: 術前 vs 術後 5 週

** : 術後 5 週 vs 術後 1 年

表 2 内側加速度 増加群 45 例 vs 減少群 13 例 (術後 5 週から術後 1 年)

術後	増加群	減少群	p 値
WBL ratio	50.7±1.6	57.6±2.9	0.04
HKA	0.7±0.4	2.3±0.7	0.04
mLDFA	88.6±0.4	88.3±0.6	0.66
MPTA	91.0±0.4	91.7±0.7	0.43
JLO	1.7±0.4	1.8±0.8	0.91
JLCA	1.9±0.3	1.9±0.5	0.97

表 3 外側加速度 増加群 48 例 vs 減少群 10 例 (術後 5 週から術後 1 年)

術後	増加群	減少群	p 値
WBL ratio	51.9±1.6	53.8±3.2	0.59
HKA	1.0±0.4	1.4±0.8	0.62
mLDFA	88.6±0.3	88.1±0.7	0.43
MPTA	91.4±0.4	90.1±0.8	0.12
JLO	1.9±0.4	0.9±0.8	0.26
JLCA	2.2±0.2	0.8±0.5	0.01

表 4 術後 JLCA と相関する術前 X 線学的因子

術前	相関係数	p 値
WBL ratio	-0.34	<0.01
HKA	-0.36	<0.01
JLCA	0.61	<0.01

ントの矯正に注意が必要と考えられた。

膝側方動揺性には、靱帯・関節包などの軟部組織が影響しうること³⁾や、靱帯不安定性は再内反の原因³⁾とする報告がある。本研究では、外側加速度増加群において、軟部バランスを示す術後 JLCA が有意に大きく、術後 JLCA の残存は膝外側動揺性に関与しており、再内反のリスクとなる可能性が示唆された。また、術前 JLCA が術後 JLCA と最も強く相関しており、術前 JLCA が大きい症例は、術後 JLCA が残存し、術後再内反するリスクをもち得るため慎重な術前計画を行う必要があると考えられた。

本研究の limitation として、加速度での評価であり Thrust を評価していないこと、術後加速度やアライメントに影響を与え得る患者背景 (BMI や年齢等)

を評価していないことが挙げられる。

結 語

術前と比較し、OWHTO 術後に膝側方動揺性は改善するが、術後 1 年のフォローで不安定性が再燃した。OWHTO 術後のアライメント矯正不足例や JLCA の開大が残る症例は、術後に膝動揺性が増加して再内反をきたす可能性が示唆された。術前 JLCA が大きい症例は術後も JLCA が残存する可能性があることから、治療計画及び術式を含め更なる検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) Deie, M., et al.: Differences between opening versus closing high tibial osteotomy on clinical out-

- comes and gait analysis. *Knee*, 21 : 1046-1051, 2014.
- 2) El-Azab, H. M., et al.: Limb alignment after open-wedge high tibial osteotomy and its effect on the clinical outcome. *Orthopedics*, 34(10) : e622-e628, 2011.
- 3) Kubota, M., et al.: The medial proximal tibial angle accurately corrects the limb alignment in open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.*, 27 : 2410-2416, 2019.
- 4) Lind, M., et al.: Gait analysis of walking before and after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.*, 21 : 74-81, 2013.
- 5) 野見山 宏, 緒方公介, 安永雅克: 膝関節における側方加速度の再現性と insole の効果について. *整外と災外*, 42(3) : 1041-1047, 1993.
- 6) 西野一郎ら: 歩行解析における加速度計の有用性. *整外と災外*, 42(3) : 1038-1040, 1993.
- 7) 緒方公介, 野見山 宏, 安永雅克: 加速度計を用いた膝の歩行時側方動揺性 (lateral thrust) の評価法. *関節外科*, 16(3) : 320-325, 1997.
- ~~~~~