

高位脛骨骨切り術による膝関節の矯正により足圧中心は変化するか

羽場俊広¹⁾ *、東 利樹²⁾

1) 青森県立保健大学理学療法学科

2) やわたメディカルセンターリハビリテーション技師部

Key Words ①足圧中心 ②高位脛骨骨切り術 ③片脚立位 ④歩行解析

I. はじめに

高位脛骨骨切り術 (High Tibial Osteotomy: HTO) は変形性膝関節症に対する外科治療として施行され、機械的負荷を減少させる目的で膝関節の変形を矯正する。膝関節の変形の矯正が隣接関節に与える影響を明らかにすることは理学療法にとって重要である。

足圧中心 (Center of Pressure: COP) は足底面内において床反力が作用する平均位置であり、川上ら¹⁾は 1 症例のデータを用いて HTO 後に COP が内側へ移動することを報告している。COP は足関節の筋活動と強い関連性を示す指標であり²⁾、HTO 後に COP が変化する場合は術後に足関節の筋力増強を実施しなければならない。しかし、HTO 術後の COP の変化は十分に明らかになっていない。

II. 目的

HTO による COP の変化と足関節に与える影響を調査するため、HTO 術前後で片脚立位および歩行時の COP を計測し、足関節の生体力学的分析とともに術前後で比較する。

III. 研究方法

1. 対象

整形外科医によって変形性膝関節症と診断された患者 21 名 (男/女: 9/12) を対象とした。術前の基礎情報では年齢 62.7 ± 8.3 歳、身長 161.1 ± 7.8 cm、体重 65.4 ± 11.4 kg であった。

2. 測定項目および手順

すべての対象は HTO の術前および術後 6 ヶ月に片脚立位と快適なペースで歩くよう指示された屋内平地歩行を実施した。直径 14 mm の反射マーカーを各対象の体表に貼付し、9 台の赤外線カメラで構成される 3 次元動作解析装置 (VICON MX) および床反力計 (BP400600HF-2000) を用いてサンプリング周波数 100 Hz で座標データと床反力データを取得した。座標データを用いて歩行の時間距離因子 (歩幅および歩行速度) と関節角度 (足関節外反角、体幹側屈角および骨盤傾斜角) を算出した。また、床反力データを用いて COP と外部足関節外反モーメントを算出した。COP は足角の影響を受けるため足部セグメントに対する位置座標として求め、原点である足関節中心に対して内外側方向を COP-X (外側が正)、前後方向を COP-Y (前方が正) として定めた。

*連絡先: 〒030-8505 青森市浜館間瀬 58-1 E-mail: t_haba@auhw.ac.jp

各測定項目について片脚立位では3秒間の平均値を求め、歩行では立脚期を100%とした正規化後に25%、50%および75%立脚期のデータを抽出した。有意水準を5%とし、片脚立位では対応のあるt検定を用いた前後比較を行った。また、歩行では反復測定による二元配置分散分析を行い、手術と歩行期の主効果および交互作用の有無を解析した。

IV. 結果

歩行の時間距離因子について、歩幅は術前 $60.1 \pm 4.0\text{cm}$ 、術後 $61.4 \pm 4.2\text{cm}$ 、歩行速度は術前 $1.2 \pm 0.1\text{m/s}$ 、術後 $1.2 \pm 0.1\text{m/s}$ で歩行時間距離因子は術前後の差を認めなかった。

COP、関節角度および関節モーメントについて片脚立位の結果を表1、歩行の結果を表2に示す。片脚立位および歩行の両条件においてCOPは術前後の差を認めなかったが、HTO術後は足関節が内反し足関節外反モーメントは減少した。特に、術後の足関節外反モーメントの減少は歩行期によって異なっていた。

表1 片脚立位における計測値の変化

	平均(標準偏差)	
	術前	術後
COP-X(mm)	2.8 (6.7)	3.8 (8.2)
COP-Y(mm)	76.7 (15.1)	75.6 (16.9)
足関節外反角(°)	9.5 (3.3)	7.3 (2.5)*
足関節外反モーメント (N・mm/kg)	117.6 (36.2)	81.3 (40.3)*
体幹側屈角(°)	2.3 (2.7)	3.5 (3.2)
骨盤傾斜角(°)	4.3 (2.8)	5.3 (2.5)

対応のあるt検定, *: $p < 0.05$

表2 歩行における計測値の変化

	術前			術後			多重比較
	25%立脚期	50%立脚期	75%立脚期	25%立脚期	50%立脚期	75%立脚期	
COP-X(mm) [†]	5.7 (4.5)	7.7 (6.1)	0.6 (6.2)	5.4 (5.3)	7.7 (5.4)	1.9 (5.4)	a, b, c
COP-Y(mm) [†]	39.4 (17.0)	99.8 (20.9)	134.8 (15.2)	34.6 (15.0)	95.4 (21.2)	136.8 (11.8)	a, b, c
足関節外反角(°) ^{*, †}	7.4 (2.8)	6.7 (3.2)	4.3 (3.3)	4.3 (2.0)	4.4 (2.4)	2.3 (3.3)	a, b, c
足関節外反モーメント ^{*, †, ※} (N・mm/kg)	48.5 (53.2)	127.6 (45.6) ^a	206.1 (48.5) ^{b, c}	24.9 (56.7)	75.3 (49.3) ^a	140.8 (61.5) ^{b, c}	-
体幹側屈角(°) [†]	1.5 (2.0)	0.8 (2.3)	0.5 (2.4)	1.9 (1.5)	1.1 (1.6)	0.8 (1.8)	a, b, c
骨盤傾斜角(°) [†]	-2.9 (2.8)	-0.2 (2.4)	0.5 (2.4)	-2.4 (2.7)	0.7 (2.5)	1.4 (2.3)	a, b, c

反復測定の二元配置分散分析, 手術の主効果(*: $p < 0.05$), 歩行期の主効果(†: $p < 0.05$), 交互作用(※: $p < 0.05$)

事後検定(歩行期毎の多重比較), ^a: $p < 0.05$ (25% vs. 50%立脚期), ^b: $p < 0.05$ (50% vs. 75%立脚期), ^c: $p < 0.05$ (25% vs. 75%立脚期)

V. 考察

HTOは足関節を内反させ外反モーメントを減少させたが、COPには影響を与えなかった。これらの変化は片脚立位と歩行で同程度であり、体幹側屈角や骨盤傾斜角の差がないことから、HTOに伴う膝関節の矯正に伴う変化と考えられる。

VI. 文献

- 1) 川上秀夫, 菅野伸彦, 三木秀宣 他: 足底部を通過する足底圧中心点軌跡を評価する歩行解析システムの構築. J JSCAS, 12(4), 527-531, 2010.
- 2) Winter DA: Human balance and posture control during standing and walking. Gait & Posture, 3, 193-214, 1995.

VII. 発表

本研究の成果は英文雑誌(Gait & Posture)に投稿している(2022.12.29)。