

# 膝前十字靭帯再建術後の 正座姿勢獲得を目標とした踵殿間距離の 経時的な評価

Chronological recovery of the range of knee flexion for sitting on one's heels following anterior cruciate ligament reconstruction surgery

今屋 健\*<sup>1</sup>, 田中龍太\*<sup>1</sup>, 志田峻哉\*<sup>1</sup>  
深井 厚\*<sup>2</sup>, 眞田高起\*<sup>2</sup>

キー・ワード：anterior cruciate ligament reconstruction surgery, range of knee flexion, heel-to-hip distance  
膝前十字靭帯再建術, 屈曲可動域, 踵殿間距離

〔要旨〕 ACL再建術後の膝関節屈曲可動域の変化を, 術後5カ月, 術後8カ月, 術後12カ月と経時的に計測し, 回復状況を調査した. 対象は, 当院で半腱様筋腱による二重束ACL再建術を施行した症例で, 術前に明らかな関節内構成体の損傷による屈曲可動域制限を有さなかった296名(男性101名, 女性195名)とした. 方法は屈曲可動域を正座姿勢での踵殿間距離(以下, HH)(単位: cm)で計測した. 対象を性別で群分けして術前, 術後5カ月, 術後8カ月, 術後12カ月のHHの推移と, 術前のHHが術後のHHに与える影響を調査した. 結果は以下ようになった. (1)各時期のHHは男性群, 女性群ともに他の時期と比べ術後5カ月で有意に大きく, 術後8カ月から術後12カ月と有意に改善がみられた. (2)HH0の獲得率は両群とも術後5カ月から術後12カ月まで経時的に有意に上昇しており, 男性群と女性群の同時期でのHH0獲得率を比較すると, すべての時期で男性群が女性群よりも有意に低かった. (3)術前HHと術後HHの関係は, 男性群・女性群とも術前の屈曲可動域が, すべての時期の術後屈曲可動域と有意な正の相関関係がみられた. (4)術前のHH0の可能・不可能が, 術後のHH0獲得に与える影響は, 術前HH0可能群では, 術後経時的に良好な屈曲可動域改善がみられたが, 術前HH0不可能群は可能群と比較して術後HH0獲得に難渋していた. また全ての時期で, 術前HH0可能群が不可能群よりも, HH0獲得率が有意に高かった. 本研究の結果より, 術後のHH0獲得に向けて術前のリハビリテーション介入の中で, HH0を念頭に置く必要性が示唆された.

## はじめに

膝前十字靭帯(以下, ACL)再建術後における膝関節可動域の獲得は, 術後のADL復帰やスポーツ復帰に密接に関与している<sup>1,2)</sup>. 特に伸展可動域については重要視されており, 術後の経時的な可動域の変化や, 術前と術後の可動域の関係性, また伸展可動域と筋力との関係など, 数多くの研究報告がなされている<sup>3-6)</sup>. これに対し屈曲可動

域, 特に正座姿勢に近い深屈曲の可動域に関する詳細な報告は極端に少ない.

今回, ACL再建術後の正座姿勢を意識した深屈曲可動域に関して踵殿間距離を計測し, 術前と術後の屈曲可動域の獲得状況や関係性, 性差などを調査し, 若干の知見を得たので報告する.

## 対 象

対象は2013年1月から2015年12月までの期間中, 当院で半腱様筋腱による二重束ACL再建術(初回及び片側)を施行した1027名のうち, 本研究の評価が全て可能であった296名(男性101

\*1 関東労災病院中央リハビリテーション部

\*2 関東労災病院スポーツ整形外科



図1 Heel to Hip distance (HH) の測定方法  
踵骨の最上部位から垂直線上に殿部までの距離をメジャーを使って0.5cm単位で計測した。健側がHH0ではない場合、健側と患側の差を表記した。

名  $31.1 \pm 10.5$  歳，女性 195 名  $25.0 \pm 12.8$  歳) である。なお，半月板のロッキングなど明らかな関節内構成体の損傷による屈曲可動域制限を有した症例は除外した。

## 方法

屈曲可動域は，正座姿勢での踵殿間距離 (Heel to Hip distance : 以下, HH) (単位 : cm) を計測し，踵骨の最上部位から垂直線上に殿部までの距離をメジャーを使って 0.5cm 単位で計測した (図 1)。なお，健側の HH が 0 でないものは，HH の健側と患側との左右差 (患側－健側 : cm) で評価し，患側の HH が大きければ屈曲可動域制限を有する膝とした。

(1) 対象を男性群 101 名と女性群 195 名に分け，術前，術後 5 カ月 (以下，5M)，術後 8 カ月 (以下，8M)，術後 12 カ月 (以下，12M) の HH を経時的に計測し，反復測定による分散分析 (repANOVA) で比較した。

(2) 各時期で HH0 が獲得できている人数の割合 (HH0 を獲得している人数 / 対象人数  $\times 100 : \%$ ) を求め， $\chi^2$  検定で比較した。

(3) 術前・術後各時期の HH の相関関係を調査し，Spearman の相関係数を求めた。

(4) 男性群と女性群それぞれで，術前に HH0 だった群 (以下，術前 HH0 可能群) と，HH0 が不可能だった群 (以下，術前 HH0 不可能群) に分類し，各々の経時的な HH0 獲得率を求め， $\chi^2$  検定で比較した。

統計処理は統計ソフト SPSS23 を使用し，有意

表 1 当院における屈曲可動域のリハビリテーションスケジュール

- 0 ~ 1w : 90°
- 1w ~ 10days : 110 ~ 120° (退院)
- 10days ~ 4w : 120°
- 4w ~ 8w : 130°
- 8w ~ 12w : 140°
- 12w ~ 4M : 150°
- 4M ~ 5M : HH0 (約 160°) を目標とする。

水準は 5% または 1% とした。

なお，当院の術後屈曲可動域獲得スケジュールは表 1 の通りであり，段階的に可動域を獲得し，術後 4 カ月から HH0 を目標にリハビリテーションを行う。

## 結果

### (1) HH の経過と時期による比較 (図 2)

男性群の HH は，術前  $1.1 \pm 2.2$ cm，5M で  $2.1 \pm 3.6$ cm，8M で  $0.6 \pm 1.5$ cm，12M で  $0.2 \pm 1.0$ cm であった。女性群の HH は，術前  $0.9 \pm 1.2$ cm，5M で  $1.5 \pm 2.4$ cm，8M で  $0.5 \pm 1.6$ cm，12M で  $0.2 \pm 1.0$ cm であった。

男性群，女性群ともに HH は他の時期と比べ 5M で有意に大きく ( $p < 0.05$ )，8M から 12M と有意に改善して小さくなっていった ( $p < 0.05$ )。

男性群と女性群の同時期の HH に有意差はなかった。

### (2) HH0 の獲得率と時期による比較 (図 3)

各時期での HH0 の獲得率は図 3 の通りである。男性群の HH0 獲得率は，術前 65.3%，5M で 58.4%，8M で 82.2%，12M で 91.1% であった。女性群の HH0 獲得率は，術前 75.4%，5M で 62.6%，8M で 88.7%，12M で 95.4% であった。両群とも 5M から 12M まで経時的に有意に上昇していた ( $p < 0.05$ )。

男性群と女性群の同時期での HH0 獲得率を比較すると，すべての時期で男性群が女性群よりも有意に低かった ( $p < 0.05$ )。

### (3) 術前・術後各時期の HH の相関関係 (図 4)

男性群・女性群とも術前の HH は，すべての術後の時期の HH と有意な正の相関関係があった ( $p < 0.01$ )。また術後各時期の HH は，互いにすべて有意な正の相関関係があった ( $p < 0.01$ )。

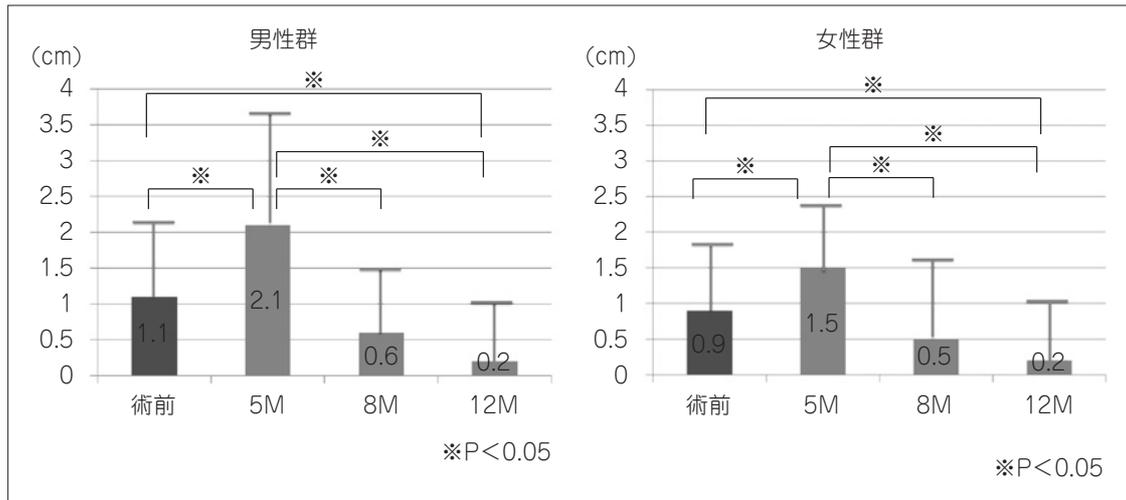


図2 HHの経過と時期による比較

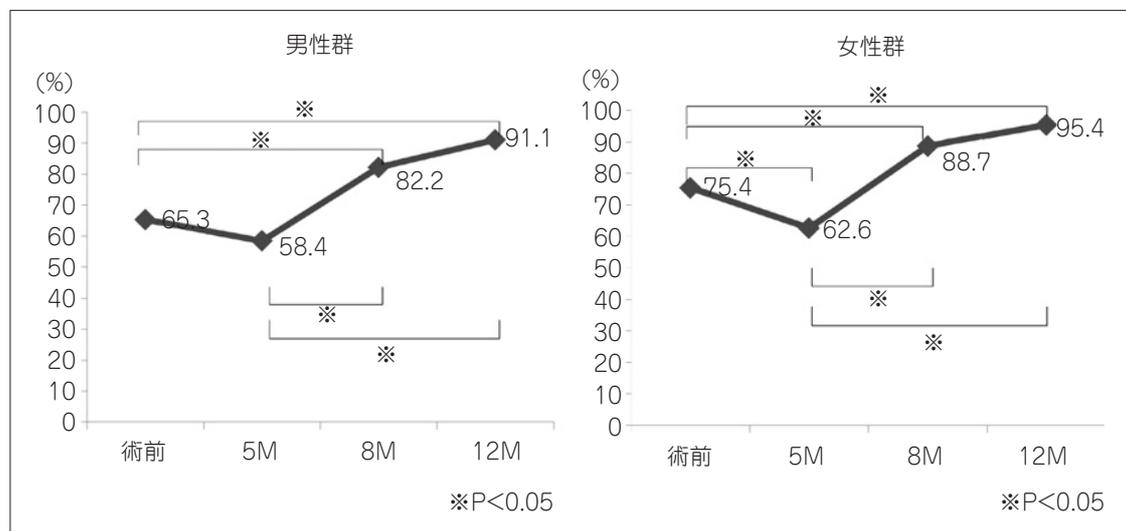


図3 HH0の獲得率と時期による比較

男性					女性				
	術前 HH	5M	8M	12M		術前 HH	5M	8M	12M
術前 HH	—	0.39**	0.41**	0.27**	術前 HH	—	0.28**	0.30**	0.31**
5M		—	0.62**	0.40**	5M		—	0.50**	0.31**
8M			—	0.57**	8M			—	0.49**
12M				—	12M				—

\*\*P<0.01

図4 術前・術後各時期のHHの相関関係

(4) 術前のHH0の可能・不可能が、術後のHH0獲得に与える影響 (図5)

男性群の術前HH0可能群では、術後経時的に

良好な屈曲可動域改善がみられ、8Mでは92.5%、12Mでは97.0%でHH0が獲得できていた。一方、術前HH0不可能群ではHH0獲得率は、8Mで

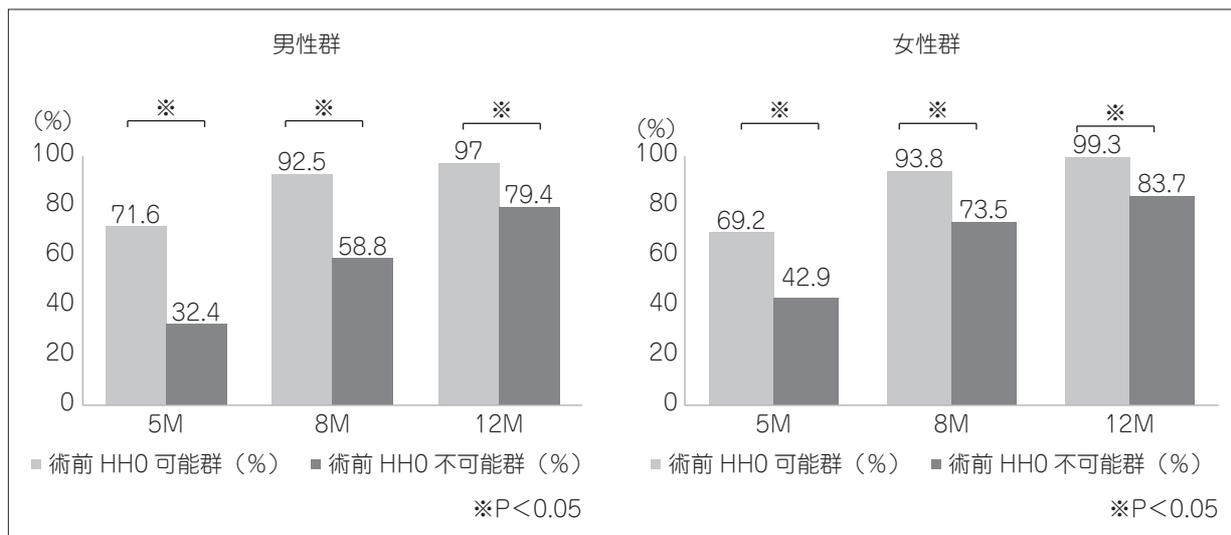


図5 術前 HH0 可能群と不可能群の術後経時的な HH0 獲得率の比較

58.8%, 12Mで79.4%と術前 HH0 可能群に比べ HH0 の獲得に難渋していた。また全ての術後の時期で、術前 HH0 可能群が不可能群よりも、HH0 獲得率が有意に高かった ( $p < 0.05$ )。

女性群の術前 HH0 可能群では、男性群と同様に術後経時的に良好な屈曲可動域改善がみられ、8Mでは93.8%, 12Mでは99.3%でHH0が獲得できていた。一方、術前 HH0 不可能群ではHH0獲得率は、8Mで73.5%, 12Mで83.7%と術前 HH0 可能群に比べ HH0 の獲得に難渋していた。また全ての術後の時期で、術前 HH0 可能群が不可能群よりも、HH0 獲得率が有意に高かった ( $p < 0.05$ )。

### 考 察

ACL 再建術後では関節可動域制限や筋力低下などの機能低下が生じ、これらを如何に回復させるかが焦点となる。また膝関節の機能は相互に関係性を持っており、例えば膝伸展可動域制限は膝伸展筋力の回復に悪影響を及ぼすことは容易に想像できる。我々は、術前の伸展可動域と術後の伸展可動域は正の相関関係があり、また術後の伸展可動域の獲得が不十分であれば、術後の筋力の回復などにも悪影響を及ぼすことを報告してきた<sup>7-10)</sup>。このように ACL 損傷では、術前・術後の完全伸展可動域の獲得は、術後スポーツ復帰には必須事項であると認識している。

一方、屈曲可動域に関しては伸展可動域ほど深刻に考慮していなかった。なぜなら、ある程度の

屈曲制限を有したまま再建術を施行しても、適切にハビリを行うことで屈曲可動域は獲得できる印象にあったからである。また临床上、ある程度の屈曲可動域制限を有していても、筋力の回復が得られれば、スポーツ復帰も可能である。このような理由から、屈曲可動域の研究は、伸展可動域の研究ほど詳細な検討が行われずにいるのが現状である。

しかしながら日本人は床の上で生活を営むことがあるため、正座やしゃがみ動作を行うという文化がある。これらの動作をスムーズに行うためには、完全屈曲すなわち同側下肢の踵と臀部の距離がゼロの状態が求められ、本研究における Heel to Hip distance が0の状態が必要となる。

我々の渉猟する範囲では、欧米における ACL 再建術後の深屈曲や正座に関する報告は見当たらなかった。これは欧米では正座という習慣がないため、屈曲に関する研究報告が少ないためだと思われる。実際の臨床で欧米人の症例をみても、もともと正座が行えないことが多く見受けられる。

また、本邦でも深屈曲に関する報告は少なく、特に術前と術後の屈曲可動域の関係性や、術後の可動域の推移に関する詳細な調査報告はほとんどなかった。高石ら<sup>11)</sup>は ACL 再建術後の深屈曲の報告をしており、術前に良好な屈曲可動域が獲得できていれば術後6カ月での深屈曲可動域が見込める可能性があるとし、術後6カ月の時点で屈曲151度以上の可動域を得るための術前屈曲カットオフ値は147度であるとしている。また伊藤ら<sup>12)</sup>

は ACL 再建術後の膝関節可動域制限の予測について検討しており、術後 5 週で 115 度、術後 6 週で 120 度、術後 7 週ないし 8 週で 130 度の屈曲が獲得できていなければ、ほぼ 90% 以上の確率で全可動域(屈曲 151 度)が獲得できないとしている。このようにゴニオメーターによる深屈曲の計測報告はみられるが、実際の正座時の膝屈曲角度は、大腿長や下腿長、大腿周径や下腿周径により変化し、およそ 150~160 度と個人差がみられる。このことから我々は、正座を意識した深屈曲の計測はゴニオメーターによる計測ではなく、実際の正座姿勢をゴールに設定したうえで左右差のない踵殿間距離を臨床評価項目としている。

今回の結果から、術後 1 年の時点において男性群全体で 91.1%、女性群全体で 95.4% が HH0 が可能であり、屈曲予後は良好にも思える。しかしながら、術前と術後の屈曲可動域には有意な正の相関関係があり、男性では約 9%、女性では約 5% の症例が、HH0 を獲得できていないことも念頭に置かなければならない。特に術前に HH0 を獲得しないまま手術を行った場合、術後 1 年の HH0 の獲得率は男性群では 79.4%、女性群では 83.7% となり、術前に HH0 を獲得していた群よりも有意に低い値となった。術前の ROM 制限が術後の可動域制限につながることは周知の事実であり、当院でも完全可動域を獲得するために術前リハビリテーションを施行している。しかし、患者本人の都合や手術日の調整の都合でどうしても可動域制限を残した状態で手術を行うこともある。術前に HH0 を獲得していれば、術後 1 年の時点で男性群では 97.0%、女性群では 99.3% という極めて良好な HH0 の獲得率を示したことから、術後の生活の中に正座が必要な症例や、野球のキャッチャーや相撲、クラシックバレエなどしゃがみ動作の多いスポーツ選手などに対しては、特に注意して術前の HH0 を獲得することが重要であることがあらためて示唆された。

今回の結果から、正座姿勢を意識した術後の HH0 を念頭に置くのであれば、当然ながら屈曲制限となり得る半月板の損傷状況や損傷した ACL のマルアタッチメントを確認したうえで、術前に完全な屈曲可動域を獲得すべきであると考えられた。

本研究の限界としては、正座を目標とした最終屈曲として HH0 を指標にしたが、本来の正座は

踵が殿部に接する位置よりさらに屈曲しており、厳密な意味では正座と HH0 は異なると考えられる。評価方法も含め、本来の正座と一致するよう精査、工夫が必要である。また、術後 1 年以降の経過を追っておらず、HH0 を獲得できなかったものが 1 年以降に HH0 を獲得する可能性も否定できない。さらに、ゴニオメーターでの測定値との関係を明らかにすることは、臨床上重要な因子となるため今後の課題としたい。

## 結 語

正座姿勢を意識した ACL 再建術後の深屈曲可動域の獲得は、術前と術後で有意な相関があった。また、ACL 再建術後に HH0 を獲得するためには、術前の HH0 を獲得することが重要であることも示唆された。

## 利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

## 文 献

- 1) 前十字靭帯 (ACL) 損傷理学療法診療ガイドライン Q&A. In: 理学療法ガイドライン第 1 版ダイジェスト版. 日本理学療法士協会; 60, 2015.
- 2) 日本整形外科学会診療ガイドラインイン会(編). 前十字靭帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン. 南江堂; 178-179, 2012.
- 3) Sachs, RA, Daniel, DM, Stone, ML, Garfein, RF. Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 1989; 17: 760-765.
- 4) 中山 寛, 山口 基, 吉矢晋一, 黒田良祐, 黒坂昌弘. 膝前十字靭帯再建術後の膝伸展制限の変化. JOSKAS. 2010; 35: 112-113.
- 5) 北村宏規, 高原信二, 平川信洋, 青柳孝彦, 可徳三博, 鶴田敏幸. 膝関節前十字靭帯再建術の術後成績に影響する術前の関連因子の検討. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2008; 16(4): S185.
- 6) 平田大地, 佐藤謙次, 石山裕暁, 黒川 純, 岡田亨, 土屋明弘, 蟹沢 泉, 高橋謙二, 酒井洋紀, 長嶺智徳. 膝関節前十字靭帯再建術後の膝関節伸展可動域および筋力の回復状況. JOSKAS. 2013; 38: 128-129.
- 7) 今屋 健. 膝前十字靭帯 (ACL) 損傷に対する術後のリハビリテーション. In: 内山英司, 岩増弘志

- (編). 改訂版スポーツ障害・外傷に対する術後のリハビリテーション. 神奈川：運動と医学の出版社；228-232, 2013.
- 8) 今屋 健, 内山英司, 後藤秀隆, 深井 厚. ACL 再建術後の膝伸展制限について—健側膝完全伸展角度の違いによる影響—. JOSKAS. 2014; 39(1): 126-127.
- 9) 田中龍太, 今屋 健, 中山誠一郎, 藤島理恵子, 遠藤康平, 戸渡敏之. 膝前十字靭帯再建術後における術前・術後膝筋力の関連性について. 関東甲信越ブロック理学療法士学会誌. 2011; 30: S156.
- 10) 山本敬之, 眞田高起, 中村謙介, 深井 厚, 後藤秀隆, 岩嶺弘志, 内山英司, 今屋 健, 藤島理恵子. 膝前十字靭帯再建術後の伸展制限と筋力回復の遅延. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2011; 19(4): S128.
- 11) 高石 翔, 小坂則之, 濱田 彩, 吉村千恵, 矢内原成美, 上田康裕, 黒石侑也. 膝前十字靭帯再建術前における膝関節可動域のカットオフ値～術後6カ月で屈曲 151° 以上獲得を目標として～. 高知理学療法. 2016; 23: 69-73.
- 12) 伊藤浩充, 佐浦隆一, 丸山孝樹, 木田晃弘, 角田雅也. 前十字靭帯再建術後の膝関節可動域制限の予測についての検討. 神大医保険紀要. 2000; 16: 31-37.

(受付：2018年3月23日, 受理：2018年11月22日)

## Chronological recovery of the range of knee flexion for sitting on one's heels following anterior cruciate ligament reconstruction surgery

Imaya, T.\*<sup>1</sup>, Tanaka, R.\*<sup>1</sup>, Shida, S.\*<sup>1</sup>  
Fukai, A.\*<sup>2</sup>, Sanada, T.\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> Department of Rehabilitation Medicine, Kanto Rosai Hospital

\*<sup>2</sup> Department of Sports Medicine and Orthopedic Surgery, Kanto Rosai Hospital

**Key words:** anterior cruciate ligament reconstruction surgery, range of knee flexion, heel-to-hip distance

**[Abstract]** In this study, the change in the range of flexion in the knee joint following anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction was measured at 5, 8, and 12 months after surgery, and the recovery was assessed. The subjects were 296 patients (101 males, 195 females) who underwent double-bundle ACL reconstruction with semitendinoid muscle tendons at our hospital, and who did not have restriction of flexion before the surgery. In the sitting position, the flexion range was measured in terms of the heel-to-hip distance (HH). Subjects were grouped by sex to investigate the changes in HH before surgery and at 5, 8, and 12 months postoperatively, as well as the effects of preoperative HH on postoperative HH. The results were as follows: (1) Both males and females had significant HH at 5 months after surgery compared with the other time points, and it significantly improved between 8 and 12 months postoperatively. (2) The HH 0 acquisition rates were significantly higher over time between 5 and 12 months postoperatively in both groups; the HH 0 acquisition rate was significantly lower in the male group than the female group. (3) Both preoperative HH and postoperative HH showed significant positive correlation with the preoperative and postoperative flexion ranges both in males and females at all time points. (4) Although the ease of HH 0 preoperatively influences the achievement of HH 0 postoperatively, in the preoperative HH 0 possible group, good improvement in the range of flexion was seen after the operation, but in the preoperative HH 0 impossible group, similar improvement was difficult to achieve postoperatively. At all time points, HH 0 acquisition rate was significantly higher in the preoperative HH 0 possible group than it the HH 0 impossible group. Based on the results of this study, we suggest that HH 0 should be considered during preoperative rehabilitation to achieve postoperative HH 0.