

## リサーチ図形を用いた臨床的に有用な 変形性股関節症患者の歩行分析についての研究

藤田保健衛生大学大学院  
医学研究科・リハビリテーション医学 I (指導教授:才藤栄一)

山村 怜子

### 緒 言

変形性股関節症は、関節軟骨の変性・摩耗による股関節破壊とそれに対する反応性の骨増殖(骨硬化, 骨棘)を特徴とする疾患で, 原疾患が明らかではない一次性股関節症と, 何らかの疾患に続発する二次性股関節症に分類できる。本邦においては二次性股関節症の割合が約 80% と高く, その原因として先天性股関節脱臼および亜脱臼, 臼蓋形成不全による亜脱臼性(脱臼性)股関節症が多い。変形性股関節症では患肢の短縮や筋力低下などから跛行を生じることが多い。歩行障害の存在は日常生活活動(activities of daily living: ADL)や外出, 買い物などの手段的 ADL(instrumental ADL: IADL)に大きく影響するため, その評価が重要になる。

近年, 歩行評価のための三次元動作解析装置や筋電図計, 大型床反力計, 携帯型呼気ガス計測器といった計測機器が発達し, 運動学的, 運動力学的, 生理学的指標を用いた歩行分析の研究が行われている。しかし, 実際の臨床場面では, 未だに視覚的観察による主観的な歩行評価が主流であり, 客観的な指標は 10 m 歩行分析による時間・距離因子を算出する程度にとどまっ

ている。このように, 歩行分析において, 研究と臨床の間には深い「溝(chasm)」が存在している。なぜこの溝が生じているのか。図 1 は, 平地歩行の三次元動作解析風景である。健常者に対し, 三次元動作解析(赤外線カメラ 8 台)と床反力計測(フォースプレート 6 枚)を行っている。計測区域は, 8 台の赤外線カメラで撮影するために約 5 m × 5 m の空間が必要であり, 死角ができると解析に支障が出るため被験者以外はこの計測区域に立ち入れない。つまりこのシステムで計測可能な被験者は歩行が自立またはそれに近い状態であることが要求されてしまう。また, 床反力計測のためには 6 枚のフォースプレートを上手く踏み分ける必要があり, それでも 1 回の計測で採取することができる床反力の歩数は数歩程度である。研究場面では歩行能力の高い被験者を対象として, 何施行も計測を繰り返し, 再現性を高めることが出来る。しかし, 逆に臨床では歩行能力の低い患者を被験者としてすることが多く, 耐久性も低いため計測を繰り返すことは困難であり, 再現性の低い歩行障害患者の数歩の分析では, 信頼性の低いデータしか得られない。また, 計測スペースの確保や計測機器の購入といった設備投資にも費用がかかり, さらには歩行分析の結果の解釈が複雑であり非専門家には理解し難いという問題点も存在している。したがって, 臨床で必要とされる歩行分析の条件は, 省スペースにおける測定が可能であり, 低歩行能力者の計測もできること, 計測・解析が簡便であること, 結果が直感的に理解可能なこと, 短時間・少人数で計測できることなどが挙げられる。

我々は, これらの問題を解決するためにトレッドミル上の歩行分析を導入している。トレッドミルは, 1990 年代以降に脊髄損傷者に対する歩行訓練に用いられ, 現在は片麻痺患者やパーキンソン病患者などへの応用も行われている。トレッドミル歩行分析の利点としては, 懸垂装置・手すりの併用により低歩行能力者の歩行分析が可能となること, 同一空間を歩行するという特性から省空間の定常環境にて計測が行えるこ



図 1 大型計測機器を使用する平地歩行分析  
三次元動作解析装置(赤外線カメラ 8 台)と床反力計(フォースプレート 6 枚)を使用した健常人の歩行分析。

と、速度設定が可能であること、多数歩の連続採取が容易に行えるため統計・学習指標の導入が可能となることなどがあげられる。平地歩行とトレッドミル歩行は完全に同一の歩行ではなく、両者を比較すると、快適歩行速度が平地歩行では約1.5倍速くなるとされるが、その他についてはほぼ近似した歩行であるとの見解が多い。また、トレッドミル上では同一空間を歩行することから各標点の軌跡は繰り返しとなり、互いに直交する2つの単振運動を合成して得られる平面図形であるリサージュ図形を得ることが可能であり、リサージュ図形は直感的に理解しやすいという性質を持つ。

本研究の目的は三次元動作解析によるトレッドミル歩行分析（以下三次元トレッドミル歩行分析）を健康者と変形性股関節症患者に行い、変形性股関節症患者に特徴的な歩行障害を非専門家でも理解可能なリサージュ図形を用いて記述することである。

## 第1章 健康者の三次元トレッドミル歩行分析

### 目的

若年健康者、高齢健康者に対し三次元トレッドミル歩行分析を行い、健康者におけるリサージュ図形を作成した。

### 対象

若年健康者群は、男性11名、女性7名、年齢 $27 \pm 5$ 歳、身長 $165.8 \pm 9.6$ cm、体重 $60.7 \pm 10.2$ kg、高齢健康者群は、男性9名、年齢 $61 \pm 2$ 歳、身長 $167.8 \pm 5.5$ cm、体重 $69.6 \pm 12.1$ kg、(いずれも平均値 $\pm$ 標準偏差)を対象とした。研究にあたり、被験者には口頭および文書にて実験の趣旨と内容を十分に説明し、文書にて同意を得た。この研究は、藤田保健衛生大学医学部倫理委員会にて審査を受け、承認を得た。

### 方法

三次元動作解析システム KinemaTracer<sup>®</sup> (キッセイコムテック株式会社製) を用いてトレッドミル歩行分析を行った(図2)。4台のCCDカメラ(60fps)をトレッドミルの周辺に設置し、1台の収録・解析用コンピュータにIEEE1394で接続した。被験者の両側肩峰・股関節・大腿骨外側上顆・外果・第5中足骨頭にカラーマーカーを装着し、被験者の静止立位を基本姿勢として撮影した後、トレッドミル歩行をサンプリング周波数60Hzにて20秒間撮影、記録した。歩行速度は2.0km/hrとした。また、計測前にはトレッドミル歩行になれるため数分間のトレッドミル歩行を施行した。記録したデータを三次元化し、以下のデータを検討項目として抽出した。データは、各被験者について

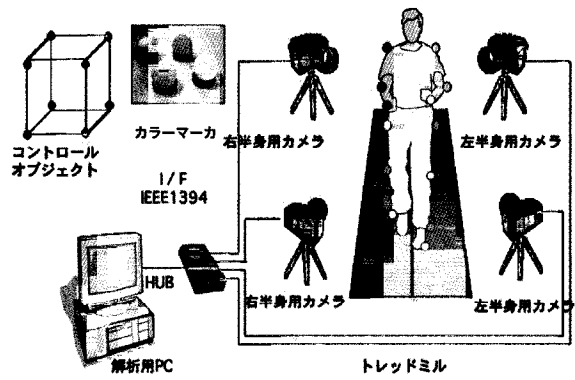


図2 三次元動作解析装置 KinemaTracer<sup>®</sup>  
4台のカメラで歩行を記録、解析用PCにケーブルでつなぎデータを算出する。

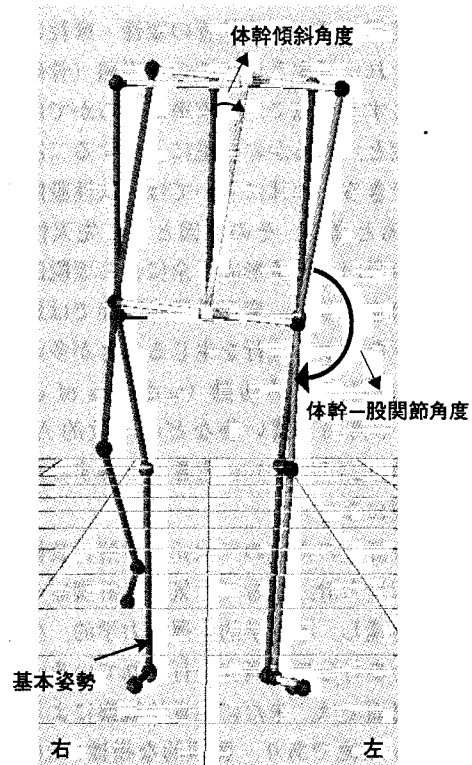


図3 体幹傾斜角度、体幹-股関節角度  
基本姿勢と、歩行時(左立脚期)のスティックピクチャを正面からみた図である。体幹-股関節角度は、基本姿勢よりも小さくなっている場合を外転、大きくなっている場合を内転と定義した。

表1 健康者 時間距離因子

	若年健康者	高齢健康者	p値
歩行率(歩/分)	86.1 $\pm$ 11.9	104.1 $\pm$ 19.3	0.0059
ステップ長(cm)	39.4 $\pm$ 5.4	33.3 $\pm$ 7.3	0.0209
立脚時間(秒)	1.0 $\pm$ 0.1	0.8 $\pm$ 0.2	0.0016
遊脚時間(秒)	0.4 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.1	0.3837

(平均値 $\pm$ 標準偏差)

各歩行周期のデータを加算平均して得られたデータを、各群で加算平均して算出した。

#### 1) 時間・距離因子

歩行率、ステップ長、立脚時間、遊脚時間を算出し

た。立脚時間、遊脚時間、ステップ長は、左下肢および右下肢についてそれぞれ算出しこれらを平均した。

### 2) 前額面股関節リサージュ図形

股関節に装着したカラーマーカの左右、鉛直方向の動きをとらえた前額面における股関節リサージュ図形を作成し、左右振幅、上下振幅、左右/上下振幅比を検討した。

### 3) 体幹傾斜角度、体幹-股関節角度 (図3)

体幹傾斜角度は、両側肩峰を結ぶ線分の中点と両側股関節マーカを結ぶ線分の中点とを結ぶ線分を体幹のラインとし、前額面上の1歩行周期中の傾斜角度を求めた。体幹-股関節角度は、前額面上で肩峰と股関節、股関節と膝関節を結ぶ線分のなす角度とし、1歩行周期中の内外転角度を求めた。両角度とも、基本姿勢の角度を0としてオフセットをかけた。左接地および右接地から切り出した歩行周期中の角度を求め、これらを平均して健常者標準値とした。

## 統 計

2群間の比較はStudent t検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

## 結 果

2群間の年齢には有意差がみられたが ( $p < 0.0001$ )、身長、体重は有意差がなかった。

### 1) 時間距離因子 (表1)

遊脚時間以外の項目で2群間に有意差を認めた。若年健常者群に比し高齢健常者群では、歩行率が増加しステップ長が減少、立脚時間が減少した。

### 2) 前額面股関節マーカの軌跡とリサージュ図形 (図4, 5, 表2)

2群とも、左右の前額面股関節マーカの軌跡およびリサージュ図形は同一パターンとなった。左右方向は、立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側へ変位した。上下方向は、立脚中期と遊脚中期に上方へ、立脚後期と遊脚後期から接地にかけて下方へと変位した。リサージュ図形の平均振幅は若年健常者が左右方向6.5 cm、上下方向2.3 cm、高齢健常者が左右方向6.0 cm、上下方向2.3 cm、左右/上下振幅比は若年健常者が平均2.9、高齢健常者が平均2.7であり、いずれも有意差はみられなかった。

### 3) 体幹傾斜角度 (図6)、体幹-股関節角度 (図7)

体幹傾斜角度は、若年健常者、高齢健常者とも接地より立脚中期～後期にかけて立脚側に傾斜し、その後遊脚中期～後期にかけて遊脚側に傾斜したのち中間位にもどる波形が得られた。両群の振幅は有意差がみられなかった。体幹-股関節角度は、立脚期は若年健常者群が高齢健常者群に比べやや内転位の波形となり、

両群とも立脚後期から遊脚初期にかけて大きく外転したのち中間位に戻る波形となったが、その振幅に有意差はみられなかった。

## 考 察

自由歩行では一般的に年齢が増加するほどステップ長が減少し歩行率が増加すると言われている。本研究でも同様の結果が得られ、高齢健常者ではステップ長の減少を歩行率増加で代償していると考えられる。Menzらは若年健常者と高齢健常者を比較すると高齢者で歩行時における体幹動揺が有意に大きくなると報告しており、また、両上前腸骨棘の動きで骨盤動揺性を評価したところ、加齢とともに骨盤の動揺性が大きくなったとの報告がある。今回の結果でも体幹傾斜角度、体幹-股関節角度は両者とも高齢健常者群で振幅は大きかったが若年健常者と有意な差はなかった。また、リサージュ図形は2群間で類似しており、左右振幅、上下振幅、左右/上下振幅比には有意差がみられなかった。以上から、若年健常者と比較すると高齢健常者の歩行パターンには歩行率増加、ステップ長の減少といった特徴が認められるが、前額面股関節リサージュ図形では年齢による違いは生じないことがわかった。

## 第2章 変形性股関節症患者の歩行分析

### 目 的

変形性股関節症患者に対して三次元トレッドミル歩行分析を行い、リサージュ図形を作成して高齢健常者と比較した。

### 対 象

当院整形外科にて人工股関節置換術の適応と診断され、2004年8月から2007年4月に当科にて三次元トレッドミル歩行分析を施行した末期変形性股関節症患者55名を対象とした。患側は、右29例、左26例であった。男性9名、女性46名、年齢 $63 \pm 8$ 歳、身長 $154.1 \pm 7.7$  cm、体重 $56.8 \pm 9.7$  kg、(いずれも平均値 $\pm$ 標準偏差)であった。研究にあたり、被験者には口頭および文書にて実験の趣旨と内容を十分に説明し、文書にて同意を得た。この研究は、藤田保健衛生大学

表2 健常者前額面股関節リサージュ図形 左右振幅、上下振幅、左右/上下振幅比

	若年健常者	高齢健常者	p値
左右振幅(cm)	6.5 $\pm$ 1.5	6.0 $\pm$ 0.8	0.3521
上下振幅(cm)	2.3 $\pm$ 0.5	2.3 $\pm$ 0.5	0.9830
左右/上下振幅比	2.9 $\pm$ 0.8	2.7 $\pm$ 0.7	0.5643

(平均値 $\pm$ 標準偏差)

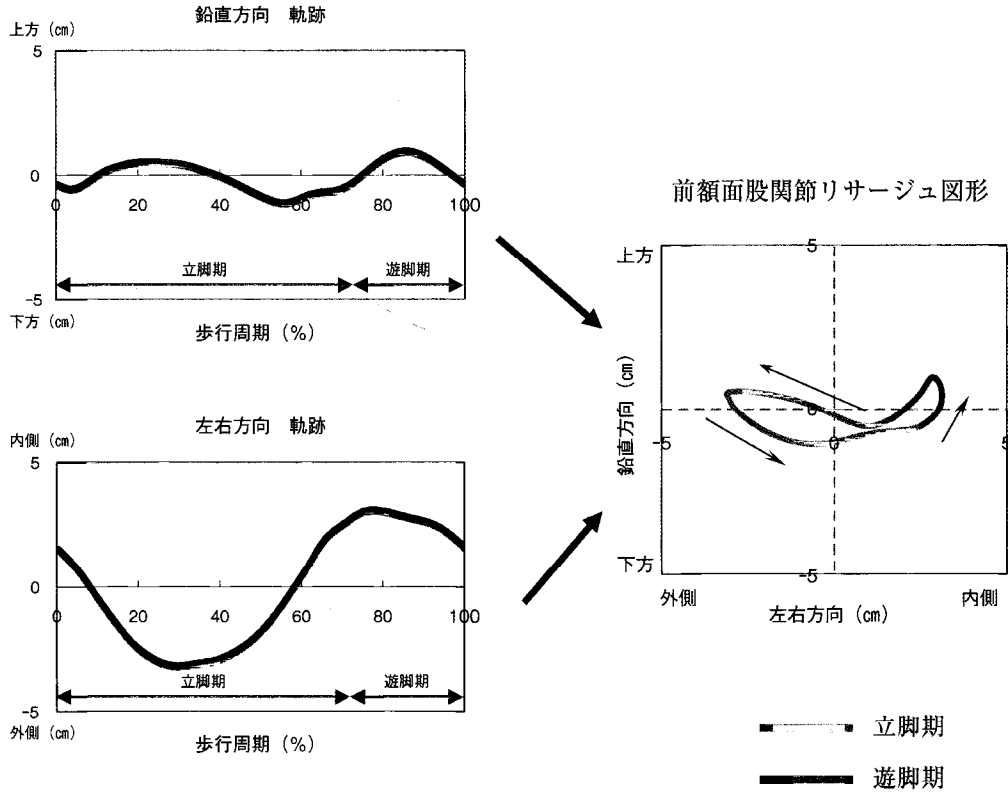


図4 若年健常者 前額面股関節リサージュ図形 (左股関節)  
股関節の鉛直方向、左右方向の軌跡を合成して得た、若年健常者の股関節リサージュ図形。左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側へと変位した。

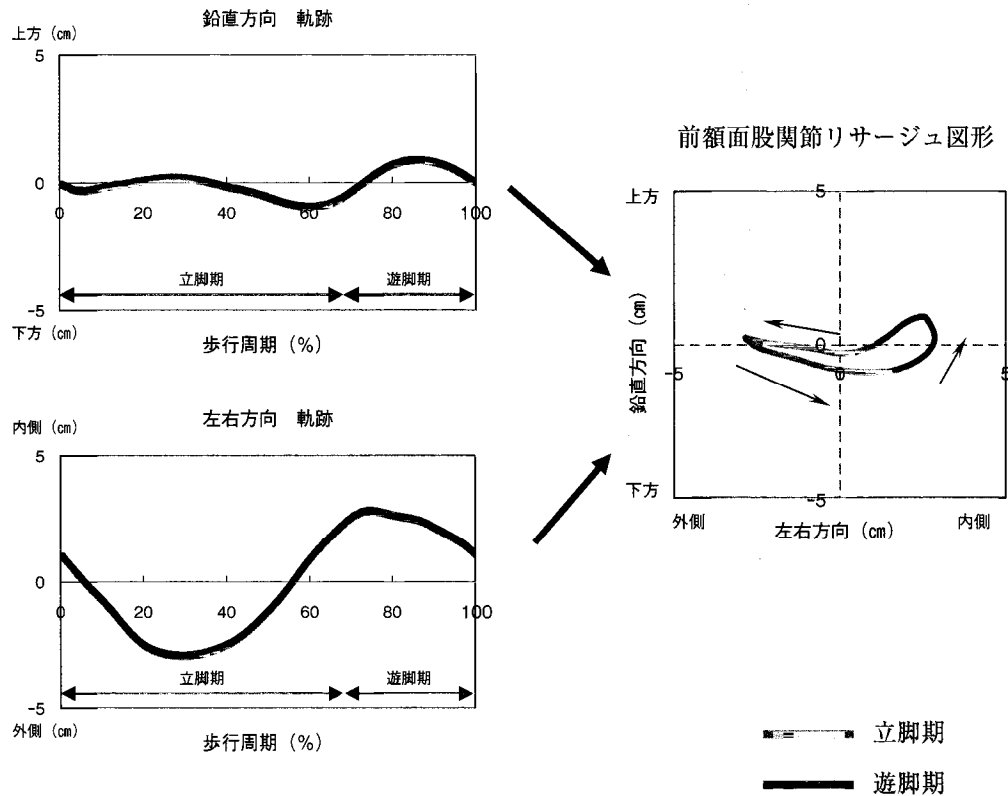


図5 高齢健常者 前額面股関節リサージュ図形 (左股関節)  
若年健常者と類似したパターンを呈した。

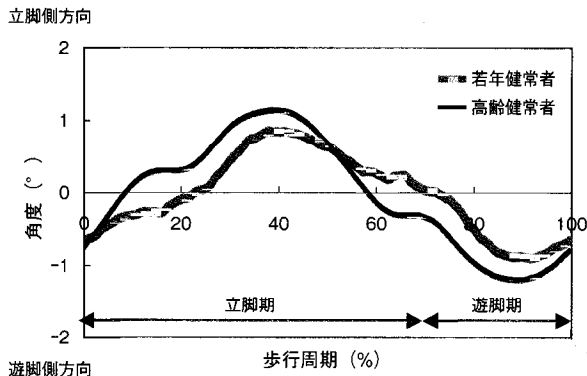


図6 健常者 体幹傾斜角度  
1歩行周期中の体幹傾斜角度を表す。

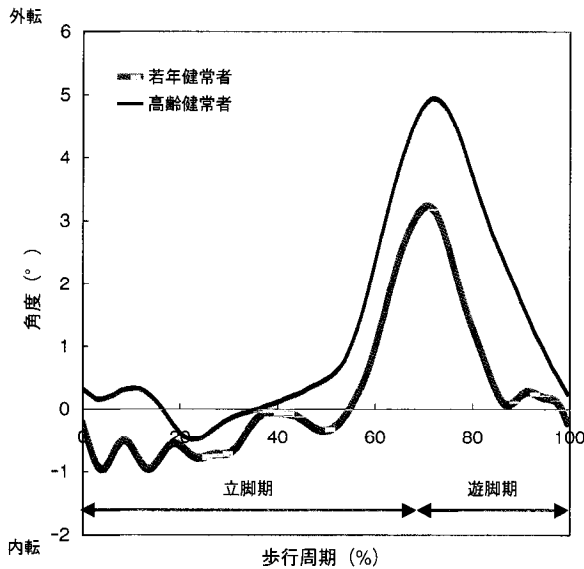


図7 健常者 体幹-股関節角度  
1歩行周期中の体幹-股関節角度を表す。

医学部倫理委員会で審査を受け、承認を得た。

## 方 法

三次元動作解析システム KinemaTracer® (キッセイコムテック株式会社製) を用いてトレッドミル歩行分析を行った。4台の CCD カメラ (60fps) をトレッドミルの周辺に設置し、被験者の両側肩峰・股関節・大腿骨外側上顆・外果・第5中足骨頭にカラーマーカを装着し、被験者の静止立位を基本姿勢として撮影した後、トレッドミル歩行をサンプリング周波数 60Hz にて 20 秒間撮影、記録した。歩行速度は主観的快適トレッドミル歩行速度とした。また、計測前にはトレッドミル歩行になれるため数分間のトレッドミル歩行を施行した。記録したデータを三次元化し、以下のデータを検討項目として抽出した。各被験者のデータは、各歩行周期のデータを加算平均して算出した。

### 1) 時間・距離因子

歩行率、ステップ長、立脚時間、遊脚時間を算出した。

### 2) 前額面股関節リサージュ図形

変形性股関節症患者には患側の股関節外転筋力低下が生じるため、これによる歩容の変化は患側よりも健側の、特に前額面における股関節リサージュ図形の変化として表れると考えた。健側股関節に装着したカラーマーカの左右、鉛直方向の動きをとらえた前額面における股関節リサージュ図形を作成し、左右振幅、上下振幅、左右/上下振幅比を検討した。

### 3) 体幹傾斜角度、体幹-股関節角度

体幹傾斜角度は、両側肩峰を結ぶ線分の中点と両側股関節マーカを結ぶ線分の中点を結ぶ線分を体幹のラインとし、前額面上の患側立脚期、患側遊脚期における患側方向・健側方向への最大傾斜角度とその和(体幹移動角度) および 1 歩行周期中の体幹移動角度を求めた。股関節角度は、前額面上で肩峰と股関節、股関節と膝関節を結ぶ線分のなす角度とし、患側・健側それぞれの立脚期、遊脚期における最大外転値・最大内転値とその和(変動) および 1 歩行周期中の変動を、各被験者ごとに算出した。両角度とも、基本姿勢の角度を 0 としてオフセットをかけた。

### 4) 股関節機能評価

股関節の機能評価として、下記項目を評価した。

#### 1. 股関節可動域 (屈曲・伸展・外転)

日本整形外科学会・リハビリテーション医学会の定める関節可動域測定法に従い、患側・健側の股関節可動域を測定した。

#### 2. 股関節外転筋力

被験者を仰臥位とし、検者が徒手的に骨盤を固定して大腿骨外顆上縁に Hand held dynamometer (図8) をあて股関節を外転させる(図9)。5回計測したうちの2~4回目の筋力の平均値を、各被験者の体重で除して評価した。

#### 3. 脚長差

術前の股関節正面X線写真にて、涙痕下端を結ぶ線分と左右の小転子との距離を求め、健側値から患側値を引いて算出した。

#### 4. 日本整形外科学会股関節機能判定基準 (以下 JOA) スコアおよび JOA 疼痛スコア

術前リハビリ時に問診し評価した。

## 統 計

Student t 検定または Tukey-Kramer の honestly significant difference (以下 HSD) 検定を用いた。p < 0.05 を有意差ありとした。

## 結 果

平均トレッドミル歩行速度は 1.5 ± 0.5 km/hr であった。



図8 Hand held dynamometer  
股関節外転筋力計測に使用した。

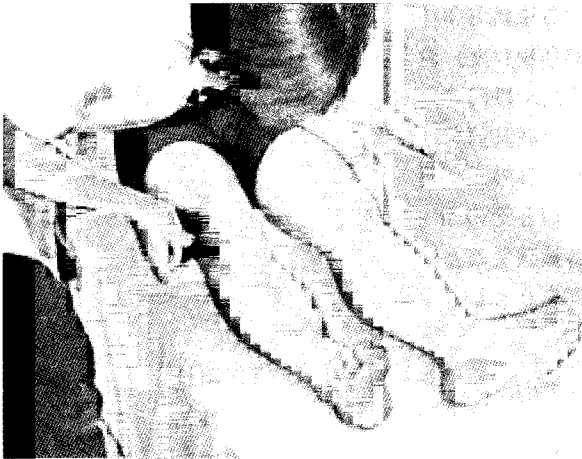


図9 股関節外転筋力計測  
被験者を仰臥位とし、検者が徒手的に骨盤を固定して大腿骨外  
顆上縁に Hand held dynamometer をあて股関節を外転させる。  
5回計測したうちの2~4回目の筋力の平均値を、各被験者の  
体重で除して評価した。

表3 時間距離因子 健常者群-変形性股関節症患者群 比較

	高齢健常者	変形性股関節症患者	p値
歩行率(歩/分)	104.1 ± 19.3	92.1 ± 18.4	0.0788
ステップ長(cm)			
患側	33.3 ± 7.3	24.1 ± 7.6	0.0016
健側		23.6 ± 6.7	0.0002
立脚時間(秒)			
患側	0.7 ± 0.1	1.0 ± 0.3	0.0675
健側		1.0 ± 0.3	0.0499
遊脚時間(秒)			
患側	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.9262
健側		0.4 ± 0.1	0.4960

(平均値 ± 標準偏差)

### 1) 時間・距離因子

表3に高齢健常者と変形性股関節症患者群全体の時間距離因子の比較を示した。健常者に比して健側立脚時間が長く、患側・健側のステップ長が短くなった。(Student t 検定)

### 2) 前額面股関節マーカの軌跡とリサージュ図形

健側の前額面股関節リサージュ図形は、歩行分析に詳しいリハビリテーション科医2名の合意の基に水平型、内側下方傾斜型、垂直型、外側下方傾斜型の4パターン(図10-13)に分類した。また、リサージュ図形の左右振幅、上下振幅、左右/上下振幅比も比較した(図14)。以下の数値は平均値 ± 標準偏差である。

1. 水平型(24例): 健常者のリサージュパターンと同様に横長の図形となり、明らかな図形の傾斜や狭小化を認めないもの(図10)。

左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側へと変位し、上下方向は遊脚中期に上方へ変位を認め健常者とほぼ同様の波形パターンを示した。振幅は左右方向  $4.8 \pm 1.7$  cm, 上下方向  $1.5 \pm 0.5$  cm, 左右/上下振幅比は  $3.7 \pm 3.1$  であり、左右振幅は健常者より小さく、垂直型よりも大きかった。上下振幅は健常者、内側下方傾斜型、垂直型よりも小さかった。左右/上下振幅比は内側下方傾斜型、垂直型、外側下方傾斜型よりも大きかった。

2. 内側下方傾斜型(18例): 遊脚期(患側片脚立脚期)に垂直成分が上昇せず立脚期に比べて低い位置で軌跡を描き、内側下方に傾斜した図形となるもの(図11)。

左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側への変位を認め、健常者とほぼ同様の波形パターンとなったが、上下方向は立脚中期に上方へ、立脚後期から遊脚初期にかけて大きな下方への変位を認めた。リサージュ図形では遊脚期に内側下方へ、立脚中期に外側上方へと振れた。振幅は左右方向  $4.0 \pm 1.1$  cm, 上下方向  $3.2 \pm 1.5$  cm, 左右/上下振幅比は  $1.5 \pm 0.8$  であり、左右振幅は健常者より小さく、垂直型よりも大きかった。上下振幅は健常者、水平型よりも大きかった。左右/上下振幅比は水平型よりも小さかった。

3. 垂直型(7例): 左右方向への移動が減少し、狭小化した図形となるもの(図12)。

左右方向への変位はほとんどみられず、上下方向は遊脚期に上方への変位を認めた。振幅は左右方向  $1.5 \pm 0.6$  cm, 上下方向  $2.6 \pm 0.6$  cm, 左右/上下振幅比は  $0.6 \pm 0.3$  であり、左右振幅は健常者、水平型、内側下方傾斜型、外側下方傾斜型より小さかった。上下振幅は水平型より大きかった。左右/上下振幅比は健常者、水平型よりも小さかった。

4. 外側下方傾斜型(6例): 遊脚期に垂直成分が上昇し立脚期に比べて高い位置で軌跡を描き、外側下方に傾斜した図形となるもの(図13)。

左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側へと変位したが、上下方向は遊脚期に上方への変位を認めた。振幅は左右方向  $5.7 \pm 3.0$  cm,

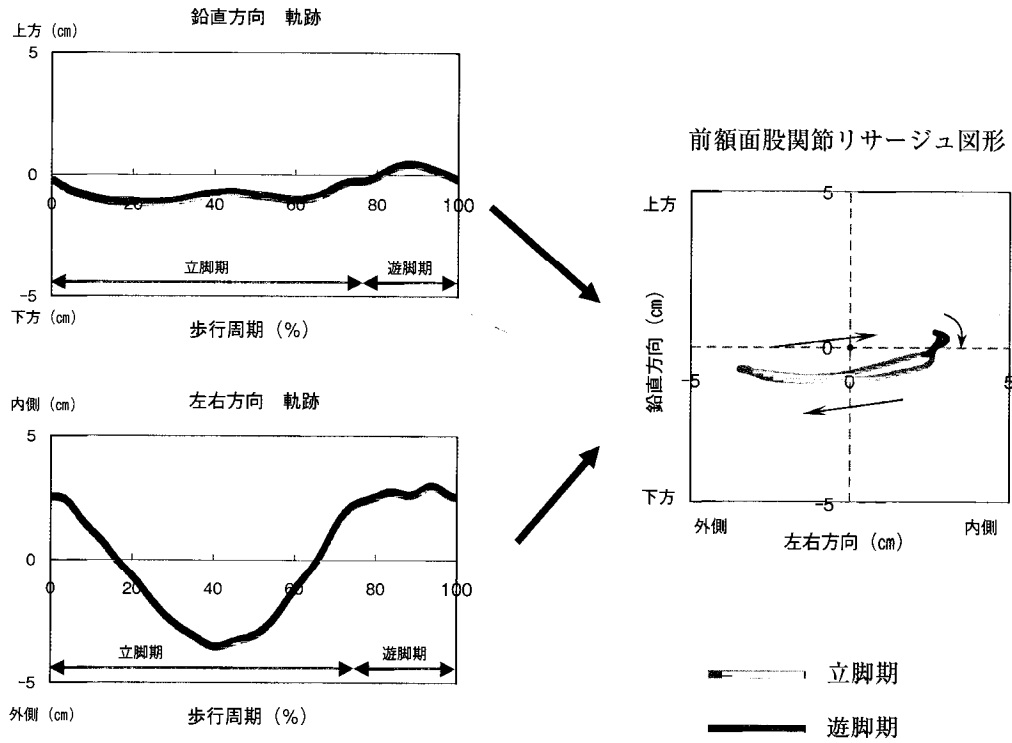


図10 前額面股関節マーカの軌跡とリサージュ図形(水平型)  
左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側へと変位し、上下方向は遊脚中期に上方に変位を認め健常者とはほぼ同様の波形パターンを示した。

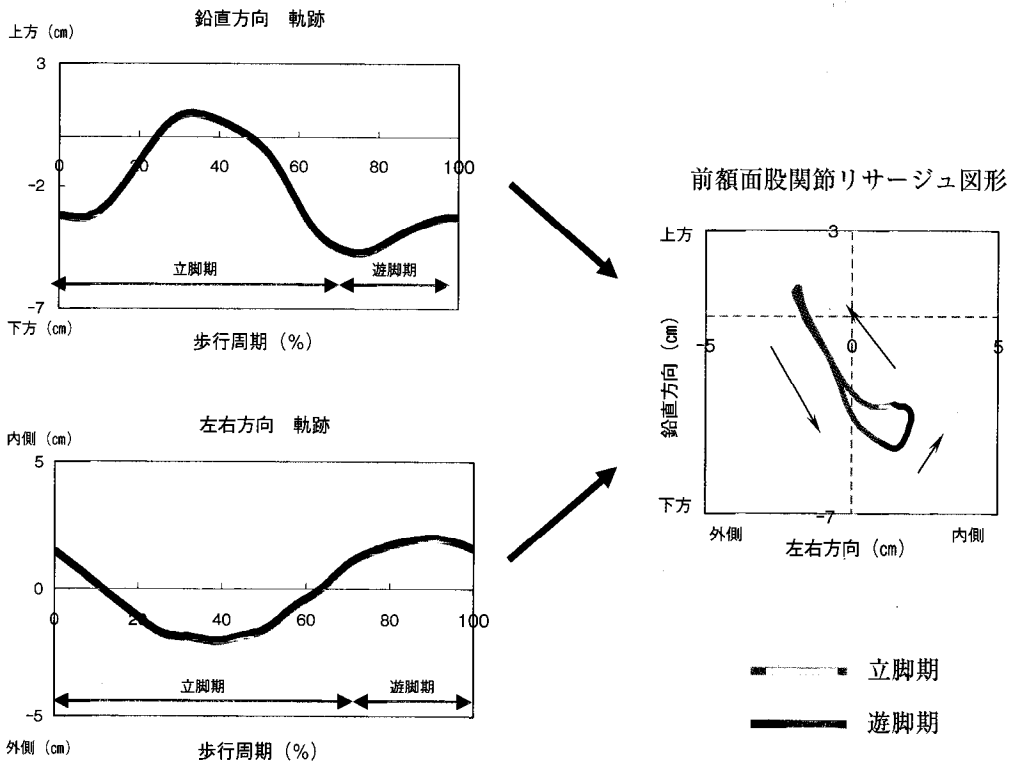


図11 前額面股関節マーカの軌跡とリサージュ図形(内側下方傾斜型)  
左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側への変位を認め、健常者とはほぼ同様の波形パターンとなったが、上下方向は立脚中期に上方へ、立脚後期から遊脚初期にかけて大きな下方への変位を認めた。

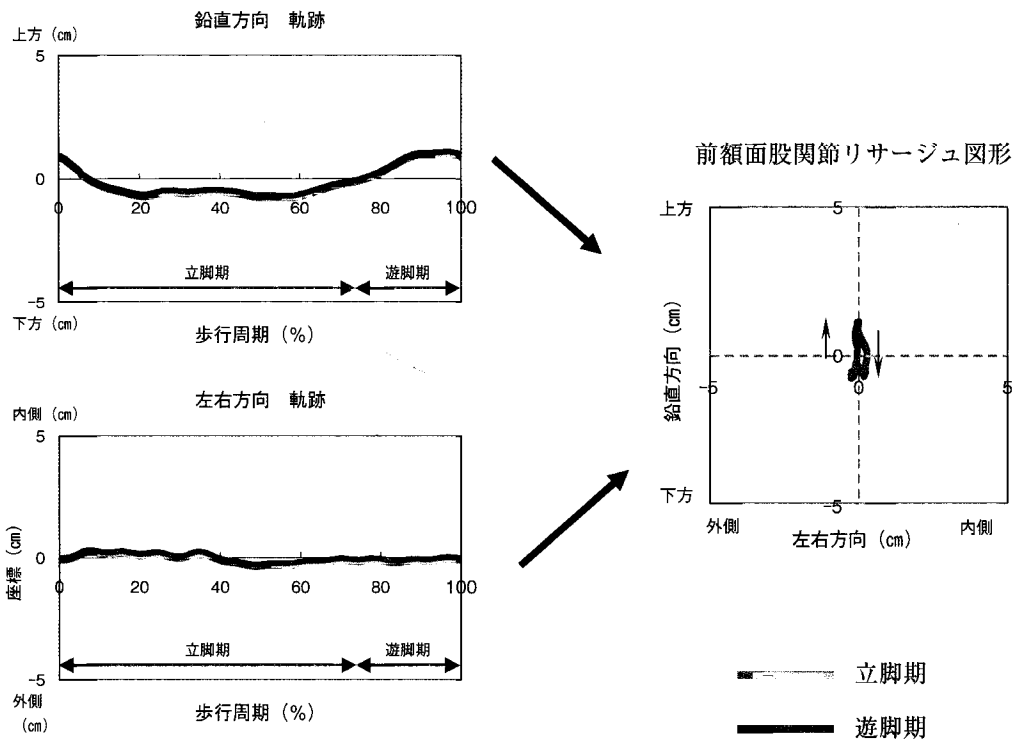


図12 前額面股関節マーカの軌跡とリサージュ図形（垂直型）  
左右方向への変位はほとんどみられず、上下方向は遊脚期に上方への変位を認めた。

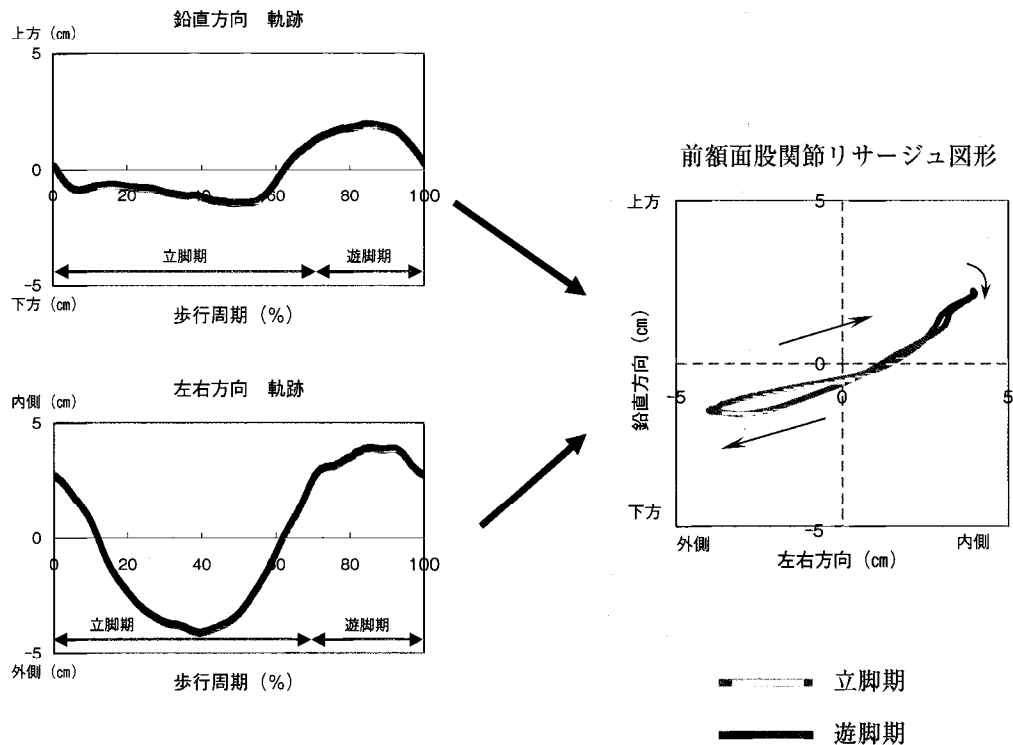


図13 前額面股関節マーカの軌跡とリサージュ図形（外側下方傾斜型）  
左右方向は立脚期に外側へ、立脚後期から遊脚初期にかけて内側へと変位したが、上下方向は遊脚期に上方への変位を認めた。

上下方向  $2.2 \pm 0.7$  cm, 左右/上下振幅比は  $2.5 \pm 0.9$  であり、左右振幅は垂直型より大きく、左右/上下振幅比は水平型よりも小さかった。

水平型, 内側下方傾斜型, 垂直型, 外側下方傾斜型

の4群間の比較では年齢, 身長は有意差を認めなかったが, 体重は垂直型が外側下方傾斜型より有意に重かった ( $p = 0.0201$ ) (Student t 検定)。トレッドミル歩行速度は水平型  $1.4 \pm 0.5$  km/hr, 内側下方傾斜型



表4 リサーチパターン別時間距離因子

	健常者	水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	p値
歩行率(歩/分)	104.1±19.3	91.5±18.3	89.3±15.7	103.0±12.2	88.5±29.6	0.4607
ステップ長(cm)						
患側	33.3±7.3	23.1±8.2	23.2±6.5	24.9±6.5	30.3±7.8	0.2682
健側		22.9±6.9	25.0±7.0	22.6±4.9	24.2±7.6	0.8903
立脚時間(秒)						
患側	0.7±0.1	1.0±0.4	0.9±0.2	0.8±0.1	1.0±0.4	0.5653
健側		1.0±0.4	1.0±0.2	0.8±0.1	1.0±0.5	0.5948
遊脚時間(秒)						
患側	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.5±0.1	0.4239
健側		0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.5±0.1	0.4866

(平均値±標準偏差)

1.4 ± 0.3 km/hr, 垂直型 1.7 ± 0.4 km/hr, 外側下方傾斜型 1.4 ± 0.2 km/hr であり, 4 群間で有意差を認めなかった。また, リサーチパターン別時間距離因子は 4 群間に有意差は認めなかった (表 4) (Tukey-Kramer の HSD 検定)。

3) 体幹傾斜角度 (図 14, 表 5), 体幹-股関節角度 (図 15, 表 6)

体幹傾斜角度については, 患側立脚期, 遊脚期ともに患側方向傾斜, 健側方向傾斜, 体幹移動角度の群間有意差を認めた。患側立脚期の患側方向傾斜は垂直型, 外側下方傾斜型で大きく, 健側方向傾斜は内側下方傾斜型で大きかった。体幹移動角度は垂直型で最も大きかった。体幹-股関節角度については患側立脚期の外転に群間有意差を認めた (Tukey-Kramer の HSD 検定)。

4) 股関節機能評価 (Tukey-Kramer の HSD 検定)

結果を表 7 に示す。

1. 股関節可動域

4 群間に有意差は認めなかった。

2. 股関節外転筋力

患側股関節外転筋力は 4 群間に有意差を認め, 内側下方傾斜型群で小さかった。健側の筋力には有意差はみられなかった。

3. 脚長差

4 群間に有意差を認め, 内側下方傾斜型群が最大であったが, 平均脚長差は 1.2 cm であった。

4. JOA スコア

総得点, 疼痛項目とも 4 群間に有意差は認めなかった。

考 察

前額面股関節リサーチ図形から変形性股関節症患者の歩行を 4 群に分けることが可能であった。変形性股関節症の特徴的な歩行としてトレンデレンブルグ

行, デュシェンヌ跛行が挙げられる。トレンデレンブルグ徴候は股関節外転筋力の減弱により生じる患側立脚期 (健側両脚支持期~遊脚期) の健側方向への骨盤下方傾斜をいい, 今回の内側下方傾斜型に一致する。一方, デュシェンヌ現象は, 一般的には股関節外転筋不全によるトレンデレンブルグ徴候の代償動作とされており, 患側立脚期 (健側両脚支持期~遊脚期) に健側骨盤の上方への動きがみられる。今回, これに該当するのは垂直型と外側下方傾斜型であった。両者の違いは左右方向の振幅の大きさであり, 垂直型では小さく, 外側下方傾斜型では大きかった。廣瀬<sup>10</sup>は, デュシェンヌ現象は立脚時の股関節合力軽減を目的とした重心の荷重側への移動動作として生じうるとしている。また, Schröter<sup>11</sup>らは, デュシェンヌ跛行を認めると同時に患側立脚期に遊脚側へ骨盤移動することで股関節合力を軽減させている変形性股関節の歩行パターンを報告している。この歩行パターンは健側股関節の立脚後期から遊脚期にかけての内側への変位が減少し, 垂直型と類似した歩行パターンと考えられる。外側下方傾斜型に比べ体重の重い垂直型では, デュシェンヌ現象による体幹の側屈で効率的に重心を荷重側へ移動し股関節合力を軽減させるために, 股関節の左右方向への移動を減少させたものと考えられ, 逆にこの現象が生じなかったものが外側下方傾斜型であったと考えられる。デュシェンヌ現象が左右方向への振幅の大きさから 2 つのパターンに分かれることは本研究の新しい知見であると考えられる。一方, 水平型は 55 例中 24 例と多く認められ, 骨盤の患側立脚期側方移動により健側股関節も側方へ移動している。変形性股関節症患者の体幹の側方移動についての報告は少ない。廣瀬<sup>12</sup>らが体幹上部の側方平行移動を, Murray<sup>13</sup>らが患側立脚期における患側方向への過度の骨盤側方移動を報告している。健常者歩行のリサーチパターンに比較的類似していることから, トレンデレンブル

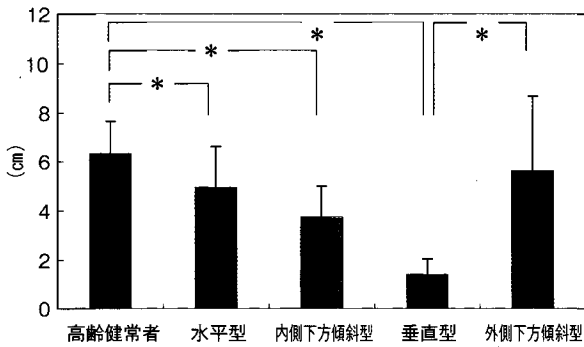


図14-a 左右振幅

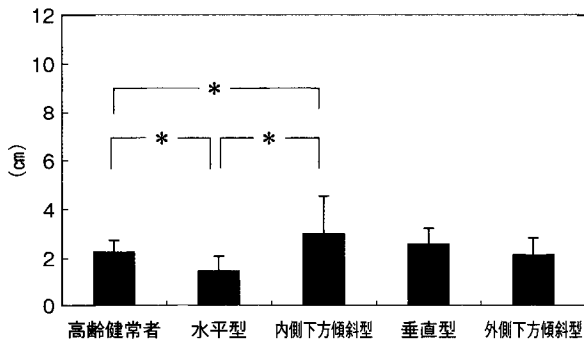


図14-b 上下振幅

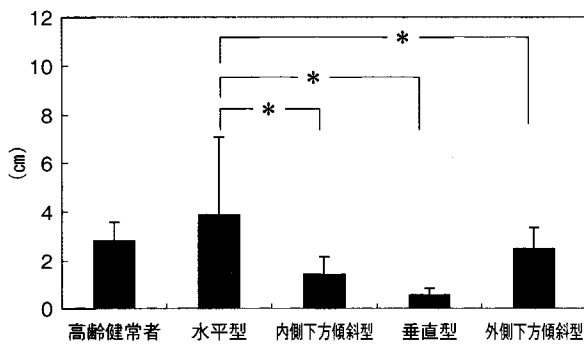


図14-c 左右/上下振幅比

\* : 有意差あり (p < 0.05)

図14 リサーチパターン別 左右振幅, 上下振幅, 左右/上下振幅比  
パターン別に振幅の相違が得られた。

グ徴候やデュシェンヌ現象を生じない、やや軽度の跛行を呈する変形性股関節症患者に特徴的なリサーチパターンと思われる。

股関節機能と歩容の関係については、山田ら<sup>14</sup>が変形性股関節症患者の歩容異常の原因には、外転トルクの低下、脚長差、股関節屈曲拘縮、内転拘縮、疼痛が主な関連要因としてあげられるが、このような機能障害は単独で生じることは少なく、多くの変形性股関節症患者は複数の機能障害を有しており、またこれらの機能障害は互いに独立であるとは考えにくいと述べている。我々の調査においては、患側股関節外転筋力、脚長差以外は各々特徴的な歩行パターンを呈した4群間での股関節機能の差は認められなかった。脚長差については3 cm以下であれば跛行の原因とはならない<sup>15</sup>と報告されており、我々の調査では有意差は認められたものの最大値であった内側下方傾斜型群の脚長差は平均1.2 cmと大きなものではなく、今回認められた歩行パターンに与える影響は少ないと考えられる。股関節筋力と歩容の関係については、トレンドレンプルグ徴候陽性群は陰性群に比して股関節外転筋力が低下している<sup>16</sup>、トレンドレンプルグ徴候の出現には外転トルクがもっとも影響し、ついで外転筋活動時期の遅延が影響する<sup>17</sup>、トレンドレンプルグ徴候は内転筋による等運動性内転筋力の低下も原因として考えられる<sup>18</sup>、外転筋の筋長が60%以下になると張力低下が起こり、跛行の原因となる<sup>18</sup>との報告がある。我々の調査でも、股関節外転筋力については、トレンドレンプルグ徴候をみとめた内側下方傾斜型群は4群間で最も低い値となり、外側下方傾斜型群と有意差を認め、股関節外転筋力の低下がトレンドレンプルグ徴候に関係していると考えられた。また、坂本ら<sup>19</sup>は、外転筋力の低下に加え、大腿骨頭の上外方への移動による片脚起立時の体重によって生じるモーメントの増加が、股関節症患者の前額面で観察される跛行の大きな原因になっているとし、外転筋力がほぼ正常で、反対側と比して大きくても、大腿骨頭の上外方への移動が非常に大きければ、片脚立脚時に体重によって生じるモーメントに対抗す

表5 リサーチパターン別 体幹傾斜角度 (°)

		健常者	水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	p値
患側立脚期	患側方向傾斜	1.3±0.6	2.1±2.1	0.1±2.3	4.7±4.2	4.8±4.6	< .0001
	健側方向傾斜	1.0±0.3	2.2±2.4	3.2±1.9	3.1±2.0	1.1±4.4	0.0059
	体幹移動角度	2.3±0.9	4.4±1.9	3.3±1.7	7.8±4.1	5.9±4.1	< .0001
患側遊脚期	患側方向傾斜	0.0±0.3	-1.3±2.5	-1.9±2.6	-1.6±2.9	-0.3±4.3	0.0216
	健側方向傾斜	1.3±0.6	2.7±2.6	3.4±2.4	4.7±2.1	2.5±4.8	0.0015
	体幹移動角度	1.3±0.6	1.4±0.6	1.5±0.9	3.2±2.7	2.2±0.7	0.001
1歩行周期中	体幹移動角度	2.7±1.1	4.9±2.2	4.3±2.2	9.5±5.0	7.2±4.3	< .0001

(平均値±標準偏差)

ることが出来ず、トレンドレングレグ徴候や跛行の出現をみると報告している。

時間距離因子に関しては、4群間で有意差は認められなかった。榎らは、変形性股関節症患者の時間距離因子には患側健側差が認められなかったとし、また、股関節可動域や中殿筋筋力などの理学所見では患側が有意に低値を示したことから、変形性股関節症患者は患側の機能低下に健側を合わせて、代償的に左右対称な歩行を行っているとして報告している。我々の調査結果においても股関節外転筋力の患側健側差が認められたものの時間距離因子には差が認められないことから、代償的な左右対称歩行となっていることが考えられる。Bejekらは、健常者と変形性股関節症患者に同一トレッドミル歩行速度で測定した時間距離因子を比較し、変形性股関節症患者は患側疼痛軽減のために、ス

テップ長を減らして代償的に歩行率を増加させると述べている。ステップ長は健常者に比し変形性股関節症患者は患側、健側とも有意に小さくなっており、患側股関節機能低下による患側立脚時の支持性の低下と荷重時の疼痛軽減目的、および代償的な左右対称歩行が関係していると考えられる。

### 第3章 人工股関節置換術後の変化

#### 目的

人工股関節置換術後の変形性股関節症患者に三次元トレッドミル歩行分析を行い、術前と比較した。

#### 対象

第2章と同じく、当院整形外科にて人工股関節置換術の適応と診断され、2004年2月から2007年4月に

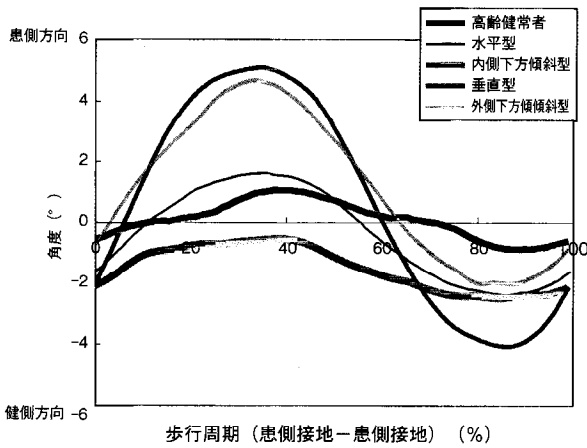


図15 リサーチパターン別体幹傾斜角度  
4群とも、健常者と同様に患側立脚期に患側方向へ、患側遊脚期に健側方向への振幅を認めた。健常者に比し、垂直型の振幅が大きくなっていた。

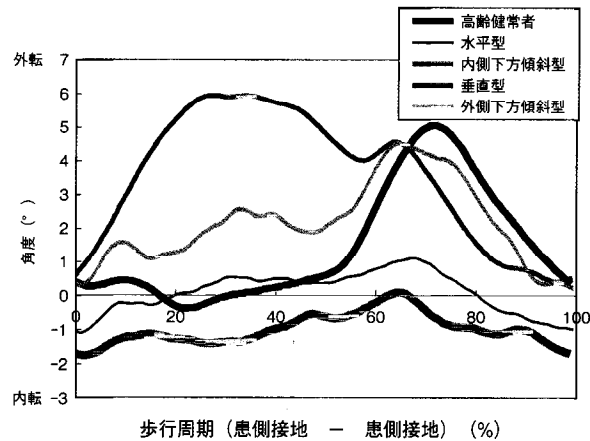


図16 リサーチパターン別 体幹-股関節角度  
垂直型の立脚期外転方向への振幅が大きい。

表6 リサーチパターン別 体幹-股関節角度 (°)

			健常者	水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	p値
患側 立脚期	外転	外転	3.9±3.7	2.5±4.1	1.5±5.1	6.4±4.8	5.3±3.8	0.0479
		内転	1.4±3.3	2.5±3.5	3.4±3.5	0.3±2.5	0.6±5.1	0.2054
		変動	5.3±2.0	5.0±2.3	4.8±3.2	6.7±2.8	5.8±1.9	0.3788
遊脚期	外転	外転	5.7±3.9	1.3±4.2	0.7±4.3	4.1±3.5	5.3±3.2	0.0603
		内転	0.3±3.8	2.2±4.0	2.6±3.2	0.5±2.7	0.0±5.4	0.3912
		変動	6.0±2.2	3.5±1.8	3.4±2.7	4.6±2.1	5.3±3.9	0.2717
1歩行周期中	変動	7.1±2.4	5.6±2.4	5.4±3.2	7.1±2.7	6.7±2.9	0.4344	
健側 立脚期	外転	外転	3.9±3.7	3.6±4.0	5.7±3.1	4.8±3.4	2.5±4.5	0.2584
		内転	1.4±3.3	1.5±4.0	-0.6±3.4	2.9±4.9	2.8±4.7	0.1955
		変動	5.3±2.0	5.1±2.4	5.0±2.1	7.6±2.8	5.2±1.6	0.0742
遊脚期	外転	外転	5.7±3.9	2.8±4.8	5.8±3.7	2.1±3.1	2.9±4.7	0.1605
		内転	0.3±3.8	1.7±5.4	-1.4±4.1	3.0±5.4	2.6±4.8	0.1649
		変動	6.0±2.2	4.5±2.3	4.4±2.4	5.1±3.0	5.5±2.8	0.7722
1歩行周期中	変動	7.1±2.4	6.4±3.2	6.2±2.9	8.1±3.1	6.1±2.6	0.5164	

(平均値±標準偏差)

表7 リサージュパターン別術前股関節機能

	水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	p値
股関節可動域(°)					
患側 屈曲	90.0±19.6	86.5±16.7	102.5±18.5	86.7±21.4	0.5328
患側 伸展	7.0±8.4	4.5±8.0	12.5±2.9	6.7±9.8	0.4461
患側 外転	25.0±7.1	17.0±7.1	25.0±7.1	25.8±9.7	0.2259
健側 屈曲	109.5±15.3	106.5±16.3	97.0±19.2	110.0±15.0	0.4732
健側 伸展	13.1±7.2	10.0±7.1	15.0±5.0	16.7±2.9	0.3642
健側 外転	36.7±8.7	34.5±12.6	36.0±8.2	31.7±2.9	0.8903
股関節外転筋力(N/kg)					
患側	1.7±0.4	1.2±0.7	1.7±0.3	2.0±0.8	0.0421
健側	2.0±0.6	1.7±0.7	1.9±0.3	2.1±1.1	0.6271
脚長差(cm)					
	0.5±0.5	1.2±1.1	0.4±1.0	0.5±0.5	0.0288
JOAスコア					
総得点	48.3±11.7	45.7±3.3	43.6±4.8	40.8±11.5	0.7977
疼痛	10.0±6.8	13.0±10.3	10.0±8.2	10.0±6.3	0.5508

(平均値±標準偏差)

当科にて三次元トレッドミル歩行分析を施行した末期変形性股関節症患者 55 名とした。研究にあたり、被験者には口頭および文書にて実験の趣旨と内容を十分に説明し、文書にて同意を得た。この研究は、藤田保健衛生大学医学部倫理委員会で審査を受け、承認を得た。

## 方 法

人工股関節置換術後 4 か月時に、股関節機能評価および三次元トレッドミル歩行分析を施行した。各被験者の歩行速度は術前評価時と同速度とした。

術前の健側前額面リサージュパターン別に、下記項目の術前データからの変化を検討した。三次元トレッドミル歩行分析に関しては、健常者標準値との比較も行った。

### 1) 股関節機能評価

術後の股関節機能評価として、下記項目を評価した。各評価法は第 2 章と同様である。

#### 1. 股関節可動域 (屈曲・伸展・外転)

#### 2. 股関節外転筋力

### 2) 三次元トレッドミル歩行分析

術前評価時と同じトレッドミル歩行速度で、三次元トレッドミル歩行分析を施行した。下記 3, 4 についての評価方法は第 2 章と同様である。

#### 1. 前額面股関節リサージュ図形

術後の健側前額面リサージュ図形を分類し、術前の健側前額面リサージュパターンごとにパターンの変化を検討した。

#### 2. 時間距離因子

術前と同様に、歩行率、ステップ長、患側・健側の立脚時間、遊脚時間を評価した。

### 3. 体幹傾斜角度、体幹-股関節角度

## 統 計

変形性股関節症患者 4 群間の比較は Tukey-Kramer の HSD 検定を用いた。各群の術前データとの比較は paired t 検定を用いた。p < 0.05 を有意差ありとした。

## 結 果

### 1) 股関節機能評価

#### 1. 股関節可動域 (図 17)

術前と同様に、4 群間に有意差は認めなかった。術後は股関節屈曲角度は内側下方傾斜型で、股関節外転角度は水平型、内側下方傾斜型、外側下方傾斜型で有意な改善を得た。

#### 2. 股関節外転筋力 (図 18)

術後は患側、健側とも 4 群間に股関節外転筋力の有意差を認めなかった。術後は患側筋力が水平型群と内側下方傾斜型群で有意な改善を認めた。

### 2) 三次元トレッドミル歩行分析

#### 1. 前額面股関節リサージュ図形 (表 8)

術前と同様に水平型が最も多く、術前内側下方傾斜型や外側下方傾斜型であった症例も術後水平型に変化する症例が多かった。一方、術後垂直型は 1 例のみとなり、術前の他リサージュ図形パターンからの移行はなかった。

#### 2. 時間距離因子 (表 9)

各因子とも 4 群間に有意差は認めなかった。また、健側患側間、術前データとも有意差を認めなかった。

3. 体幹傾斜角度 (図 19)、体幹-股関節角度 (図 20, 21)

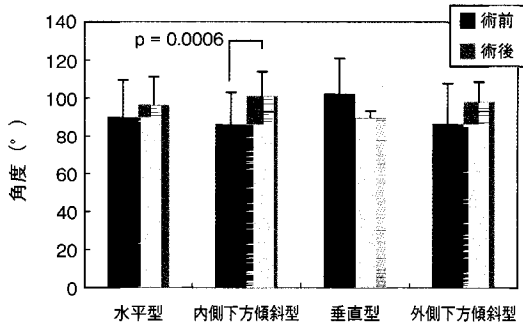


図17-a 患側股関節屈曲

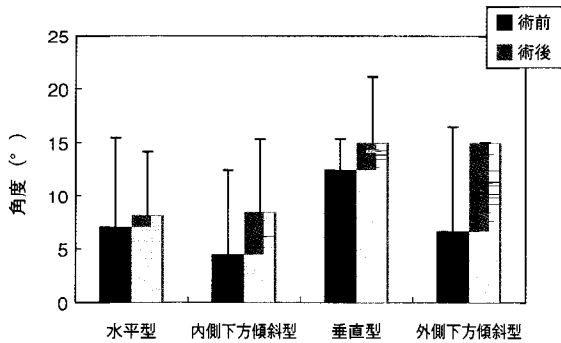


図17-b 患側股関節伸展

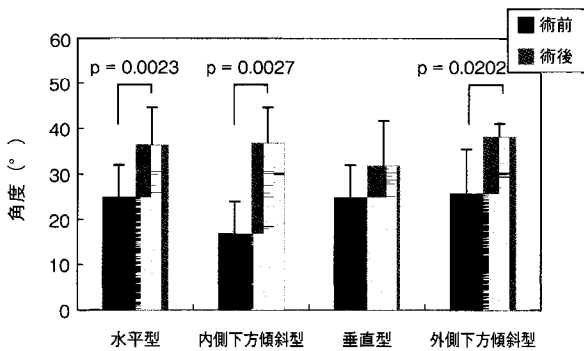


図17-c 患側股関節外転

図17 術前リサージュパターン別 股関節可動域 術前-術後比較  
水平型と外側下方傾斜型は股関節外転角度, 内側下方傾斜型では股関節屈曲角度と外転角度が術後に有意に大きくなった。

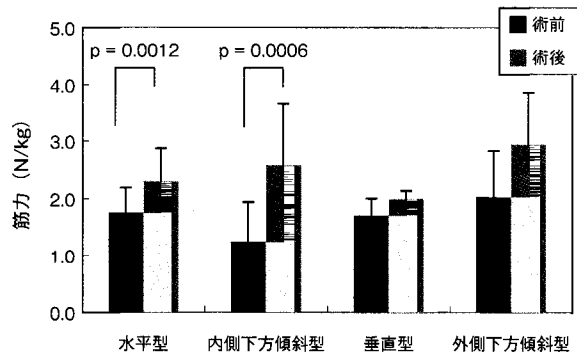


図18 術前リサージュパターン別 患側股関節外転筋力 術前-術後比較  
水平型と内側下方傾斜型では術後の患側股関節外転筋力が有意に大きくなった。

体幹傾斜角度 (図 19) については, 4 群間に有意差は認めなかった。健常者と比較すると, 垂直型群において患側立脚期および 1 歩行周期中の術後も体幹移動角度が有意に大きくなった。術前術後の比較では, 水平型群は患側立脚期および 1 歩行周期中の体幹移動角度が術後に小さくなり, 内側下方傾斜型群は患側遊脚期の患側方向傾斜が術後に大きく, 健側方向傾斜が術後に小さくなった。垂直型群は患側遊脚期の健側方向傾斜と, 患側立脚期および 1 歩行周期中の体幹移動角度が術後に小さくなった。

体幹-股関節角度については, 4 群間に有意差を認めなかった。術前術後の比較では (図 20, 21), 垂直型において患側立脚期の変動が減少していた (図 20-c)。

### 考 察

人工股関節置換術施行後, リサージュパターンは外側下方傾斜型が増加し内側下方傾斜型は術前 18 例から 10 例に, 垂直型は 1 例のみとなった。術前後は股関節可動域, 筋力など, 垂直型群を除く 3 群で何らかの改善が認められていた。また, 垂直型から外側下方傾斜型へは 3 例, 水平型へは 2 例移行したものの, 水平型, 外側下方傾斜型から垂直型への移行は認められず, 垂直型のリサージュパターンを呈する患者群はより重症の歩行障害を呈するパターンではないかと推察される。術前リサージュパターン別の股関節外転筋力の術後変化をみると, 術前水平型群, 内側下方傾斜型群は術後有意な筋力改善が認められているが, 垂直型群, 外側下方傾斜型群は有意な筋力改善が得られなかった。このことが, 術後のデュシェンヌ跛行残存の原因になっていると考えられる。また, 青木らは, デュシェンヌ跛行の一般的な原因といわれる, 痛み, 脚長さ, 股関節可動域制限, 股関節外転筋力低下が人工股関節置換術を施行したのち解決しているにもかかわらず, デュシェンヌ跛行が見られる例が存在することを報告し, 歩行時の内転筋と外転筋活動のバランス異常を原因としてあげている。また, このような例には, 術前に骨頭の変形を伴う外上方移動を認め, これにより股関節の不安定性を生じている例が多く, 術後に骨頭の位置が正常化しても股関節内外転筋の活動性は変化がなく, 片脚立脚時に内転筋活動が有意となり骨盤水平位維持が困難となってデュシェンヌ跛行を呈したと述べている。

今回の術後評価は, 術後 4 か月の時点のものである。変形性股関節症患者の時間距離因子, 股関節角度, 床反力などの歩行因子は, 歩行速度によって変化すると報告されており, 術前評価時の歩行速度と同速度で歩行分析を施行した。術後の機能改善について, まず筋

表8 術前術後 リサーチパターン比較

		術後(人数)				合計
		水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	
術前 (人数)	水平型	14	2	0	8	24
	内側下方傾斜型	9	7	0	2	18
	垂直型	2	1	1	3	7
	外側下方傾斜型	4	0	0	2	6
合計		29	10	1	15	55

表9 術前リサーチパターン別 術後時間距離因子

	水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	p値	
歩行率(歩/分)	98.6±19.0	91.9±15.1	96.2±15.1	90.0±25.6	0.5980	
ステップ長(cm)	患側	24.9±10.2	24.9±6.2	33.7±4.2	26.1±9.0	0.7757
	健側	24.6±9.2	26.1±5.8	28.6±6.1	24.7±7.1	0.6935
立脚時間(秒)	患側	0.9±0.2	0.9±0.2	0.7±0.4	1.0±0.4	0.1695
	健側	0.9±0.2	0.9±0.2	0.8±0.2	1.0±0.3	0.4544
遊脚時間(秒)	患側	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.2	0.4±0.1	0.6705
	健側	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4478

(平均値±標準偏差)

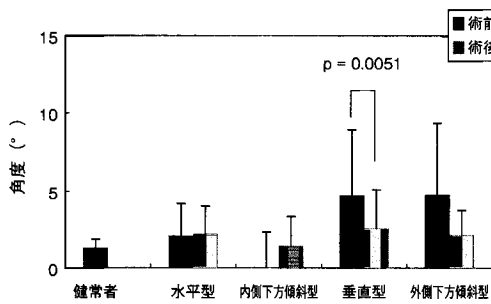


図19-a 患側立脚期患側方向傾斜角度

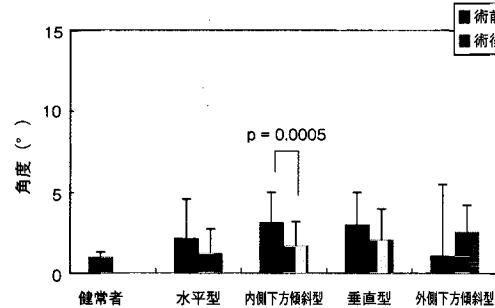


図19-b 患側立脚期健側方向傾斜角度

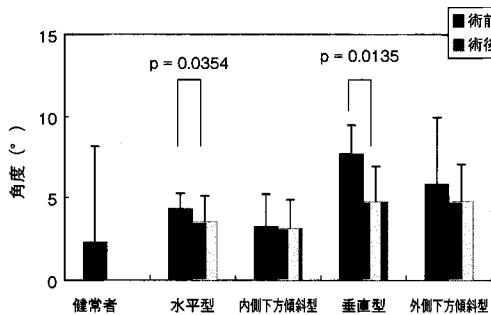


図19-c 患側立脚期体幹移動角度

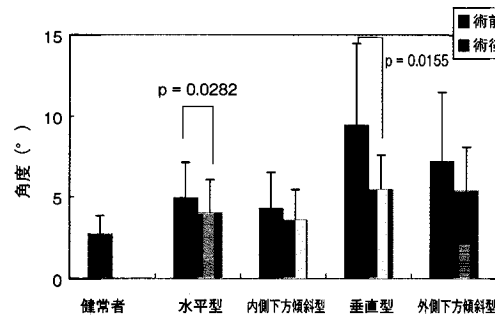


図19-d 1歩行周期中体幹移動角度

図19 術前リサーチパターン別 体幹傾斜角度 術前-術後比較

術後は、水平型群は患側立脚期および1歩行周期中の体幹移動角度が小さくなり、内側下方傾斜型群は患側立脚期健側方向傾斜が小さくなった。垂直型群は患側立脚期患側方向傾斜と、患側立脚期および1歩行周期中の体幹移動角度が小さくなった。

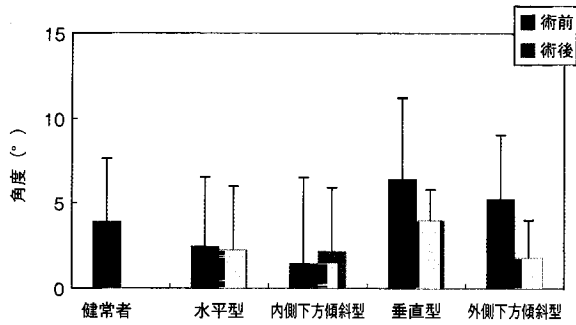


図20-a 患側立脚期 外転

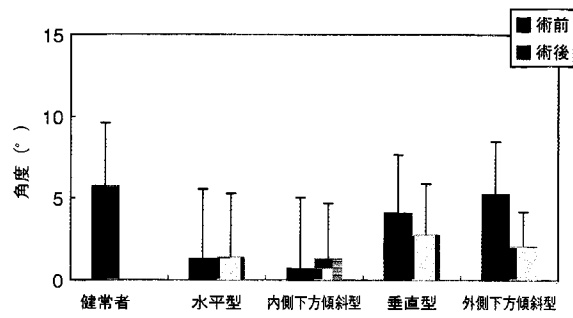


図21-a 患側遊脚期 外転

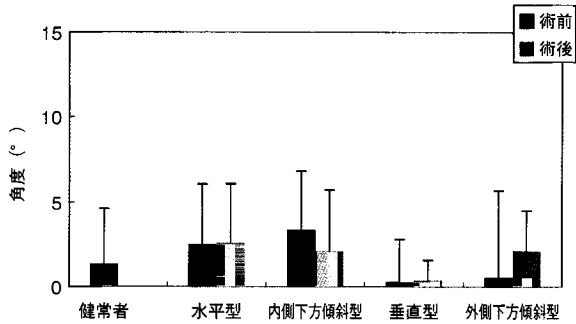


図20-b 患側立脚期 内転

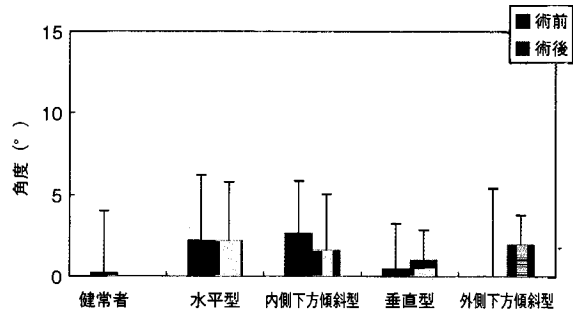


図21-b 患側遊脚期 内転

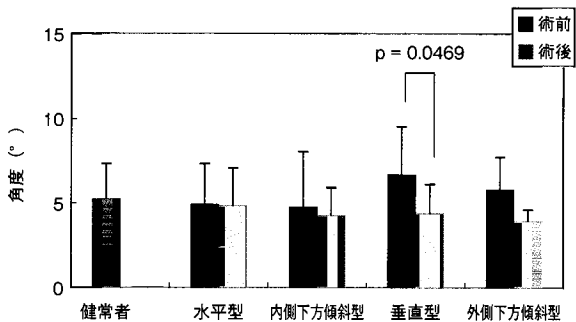


図20-c 患側立脚期 変動

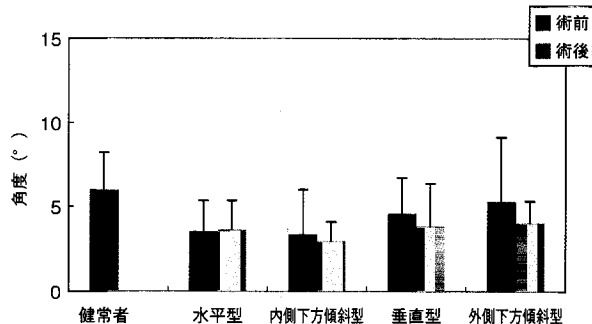


図21-c 患側遊脚期 変動

図20 術前リサージュパターン別 患側立脚期 体幹-下肢角度 術前-術後比較  
垂直型で患側立脚期の変動が術後に有意に小さくなった。

図21 術前リサージュパターン別 患側遊脚期 体幹-下肢角度 術前-術後比較  
手術前後で有意な変化はみられなかった。

力については、外転筋力は術後4週で術前より増加傾向を示し荷重量と正の相関がえられた、患側外転筋力は術後3か月、6か月でも有意に改善しているとの報告があり、今回の評価の時点で股関節外転筋力は改善傾向がみられているものの今後も改善していく可能性が高いと考えられる。その他、術後2か月から6か月で時間距離因子が改善する、時間距離因子や股関節可動域が健側と同レベルに改善するには6か月、健常者レベルまでは1年必要との報告がある。田中らは人工股関節置換術後に前額面および矢状面の股関節モーメントの値が正常化した症例は、時間距離因子、床反力波形などのパラメーターもすべて正常化し、人工股関節置換術後の症例評価においてこれらのモーメントの値が正常化すれば真の意味において歩容が正常化したと言える、と述べている。今回の対象患者も股関節機

能改善にともない歩容の変化が現れると考えられ、術後半年から1年経過して何らかの跛行が残存していた場合は、再度歩行分析を施行することにより問題点を明らかにし、跛行改善のための介入が必要と考えられる。

#### 第4章 前額面リサージュ図形パターン分類の検者間信頼性の検討

##### 目的

前額面リサージュ図形パターン分類について検者間信頼性を検討した。

##### 対象

歩行分析の非専門家10名。

表10 検者間信頼性

判定が一致した人数	水平型	内側下方傾斜型	垂直型	外側下方傾斜型	割合(%)	累積率(%)
10	24	12	5	9	45.0	45.0
9	11	6	0	6	20.7	65.8
8	9	2	0	3	12.6	78.4
7	2	2	1	2	6.3	84.7
6	4	1	1	0	5.4	90.1
5	5	2	1	3	9.9	100.0

## 方 法

末期変形性股関節症患者 55 名の術前と最終観察時の合計 110 の前額面股関節リサージュ図形は水平型 (53)、内側下方傾斜型 (28)、垂直型 (8)、外側下方傾斜型 (21) に分類された。対象者に 4 分類の特徴を提示後、前額面股関節リサージュ図形を順不同に提示して 4 パターンに分類してもらい、判定に要した時間を計測した。級内相関係数を求めて、検者間信頼性を検討した。研究にあたり、被験者には口頭にて実験の趣旨を説明し、同意を得た。

## 結 果

110 の図形を判定するのに要した時間は  $583 \pm 254$  秒 (平均値  $\pm$  標準偏差) であり、1 つの図形判定に要した時間は平均 5.4 秒であった。前額面股関節リサージュパターン別の判定結果を表 10 に示す。級内相関係数は 0.955 であった。

## 考 察

本研究の目的は非専門家でも理解可能な歩行障害の指標を作成することである。リサージュ図形は理解はしやすいが、実際に非専門家においても容易に分類が可能でなければ臨床的な歩行分析の指標とはなりえない。そのため本章では分類に要する時間と級内相関係数を測定した。級内相関係数は複数回測定したときの測定値の一致度を示す信頼性の指標であり、分散分析法を基にして得られる。今回の結果では級内相関係数が 0.9 以上と極めて信頼性が高く、また判定に要する時間は図形 1 つにつき平均 5.4 秒と短時間であり、歩行分析の非専門家でも容易に分類可能と考えられる。

## 第 5 章 まとめ

健常者と末期変形性股関節症患者に対してトレッドミル歩行分析を行い、前額面股関節リサージュ図形を得た。前額面股関節リサージュ図形は若年健常者と高齢健常者ではほぼ同一のパターンを呈し、変形性股関節症患者では 4 つのパターンに分類することが可能であった。水平型は健常者に比較的近く、最も多いパターンであった。内側下方傾斜型は患側立脚期に健側の骨

盤下方傾斜が生じるタイプでありトレンデレンブルグ徴候を示していた。垂直型と外側下方傾斜型は患側立脚期に健側の骨盤上方傾斜が生じるタイプでありデュシェンヌ現象を示した。デュシェンヌ現象は左右方向の振幅の小さい垂直型と振幅の大きい外側下方傾斜型の 2 つに分類された。パターン分類の級内相関係数は 0.955 と極めて高く、歩行分析の非専門家においても検者間信頼性が十分に得られた。本研究では多くの項目を測定するためにカラーマーカは両側肩峰・股関節・大腿骨外側上顆・外果・第 5 中足骨頭に装着したが、前額面股関節リサージュ図形を得るには股関節のマーカ 1 個あればよい。これまで最小限のマーカによる変形性股関節症の歩行分析は行われたことがなく、本研究はトレッドミル上で行えることから、臨床で必要とされる歩行分析の条件である低歩行能力者にも計測できること、計測・解析が簡便であること、結果が直感的に理解可能なこと、短時間・少人数で計測できることをすべて満たすことができたと考えられる。本研究の結果は臨床的な歩行分析の発展に充分寄与できると確信する。

## 謝 辞

本研究に際し、御懇篤なる御指導、御教授ならびに御校閲を賜りました藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座才藤栄一教授に深謝申し上げます。そして、終始御指導賜りました加賀谷齊准教授に深謝申し上げます。本研究に関し御協力いただいた医局員一同に心から深謝申し上げます。また、本研究に関し多大な御協力ならびに御指導を頂いた藤田保健衛生大学医学部整形外科学講座の山田治基教授および同講座の諸先生方に厚く御礼申し上げます。本研究のデータ収集、解析など多大なる御指導、御協力を賜りました藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科村岡慶裕准教授、大塚 圭助教、藤田保健衛生大学病院リハビリテーション部の理学療法士の方々に深謝いたします。



文 献

- 1) 鳥巢岳彦, 国分正一 (編集) (2005) 標準整形外科学 第9版. pp. 535-540. 医学書院, 東京
- 2) 寺西利生, 大塚 圭, 伊藤直樹, 岡田 誠, 金田嘉清, 才藤栄一 (2005) 脳卒中片麻痺患者に対する部分免荷トレッドミル歩行訓練. 理学療法 22. 853-859.
- 3) 榎 勇人, 野村卓生, 岡崎里南, 西上智彦, 石田健司, 谷 俊一 (2005) 片側変形性股関節症患者における最適歩行の分析. 国大理療士会誌 26. 11-13.
- 4) Murray, M. P., Spurr, G. B., Sepic, S. B., Gardner, G. M., and Mollinger, L. A. (1985) Treadmill vs. floor walking: kinematics, electromyogram, and heart rate. *J. Appl. Physiol.* 59. 87-91.
- 5) 大塚 圭, 才藤栄一, 村岡慶裕, 山村怜子, 沢田光思郎 (2006) 脳波・筋電図の臨床トレッドミル歩行リサーチ図形を用いた新しい三次元動作解析法. 臨脳波 48. 541-546.
- 6) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩著 (2003) 基礎運動学 第6版. pp. 388-389. 医歯薬出版, 東京
- 7) Menz, H. B., Lord, S. R., and Fitzpatrick, R. C. (2003) Age-related differences in walking stability. *Age Ageing* 32. 137-142.
- 8) 廣瀬士朗, 澤井一彦, 服部友一, 丹羽滋郎 (1994) 変形性股関節症の跛行における体幹運動 Trendelenburg および Duchenne 現象について. 日臨バイオメカ会誌 15. 351-354.
- 9) 加藤 浩, 奥村晃司, 今田 健, 大平高正, 木藤伸宏 (2007) 動画でみる変形性股関節症患者の臨床動作分析. 理学療法 24. 1060-1070.
- 10) 廣瀬士朗, 澤井一彦, 服部友一, 丹羽滋郎 (1992) 変形性股関節症患者の歩行中における体幹運動の3次元的分析. 日臨バイオメカ会誌 14. 281-288.
- 11) Schröter, J., Güth, V., Overbeck, M., Rosenbaum, D., and Winkelmann, W. (1999) The 'Entlastungsgang'. A hip unloading gait as a new conservative therapy for hip pain in the adult. *Gait Posture* 9. 151-157.
- 12) 廣瀬士朗, 澤井一彦, 服部友一, 丹羽滋郎 (1994) 変形性股関節症の跛行における体幹運動 Trendelenburg および Duchenne 現象について. 日臨バイオメカ会誌 15. 351-354.
- 13) Murray, M. P., Gore, D. R., and Clarkson, B. H. (1971) Walking patterns of patients with unilateral hip pain due to osteo-arthritis and avascular necrosis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 53. 259-274.
- 14) 山田 実, 平田総一郎, 小野 玲, 安藤啓司, 西山隆之, 荷田啓一郎, 黒坂昌弘 (2005) 変形性股関節症患者における歩容異常の関連要因 重回帰分析を用いた検討. 運動療物理療 16. 298-306.
- 15) 対馬栄輝 (2005) 変形性股関節症患者における歩行分析について. 理療研 22. 15-19.
- 16) Watanabe, H., Shimada, Y., Sato, K., Tsutsumi, Y., and Sato, M. (1998) Gait Analysis before or after varus osteotomy of the femur for hip osteoarthritis. *Biomed. Mater. Eng.* 8. 177-186.
- 17) 永井良治, 上田信弘, 野上正太, 奥村哲生, 井上明生, 山本耕之 (2003) Chiari 手術後における運動療法の客観的指標 外転筋の筋力増強運動の開始時期, 増加量及び到達目標について. 理学療法学 30. 362-370.
- 18) 薩摩 博, 福田寛二, 寺田勝彦, 田中清介 (1999) 人工股関節置換術における股関節外転筋・内転筋力とトレンデレンブルグ徴候との関係. リハ医 36. 234-236.
- 19) 坂本年将, 伊藤浩充 (1992) 股関節疾患患者の前額面で観察される跛行の原因について. 理学療法学 19. 36-42.
- 20) 榎 勇人, 野村卓生, 岡崎里南, 西上智彦, 石田健司, 谷 俊一 (2005) 片側変形性股関節症患者における最適歩行の分析. 国大理療士会誌 26. 11-13.
- 21) Bejek, Z., Paróczai, R., Illyés, A., and Kiss, R. M. (2006) The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 14. 612-622.
- 22) 青木利彦 (1999) THR 術後に高度の跛行が残存した両側変形性股関節症患者に対する理学療法の1考察. 住友病医誌 26. 65-70.
- 23) Möckel, G., Perka, C., Labs, K., and Duda, G. (2003) The influence of walking speed on kinetic and kinematic parameters in patients with osteoarthritis of the hip using a force-instrumented treadmill and standardised gait speeds. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 123. 278-282.
- 24) 六車友美, 吉谷 奏, 厚ヶ瀬雪絵, 榎井貴史, 東 晃子, 藤瀬正史, 馬場裕司, 近藤義剛, 大橋弘嗣 (2007) THA 術後患者と健常人における内・外転筋筋力の比較. *Hip Joint* 33. 101-103.
- 25) 藤原奈緒子, 梶村政司, 畠 優子, 森田哲司, 政森敦宏, 小川健太郎, 児玉直哉, 木原里沙, 蔵本 憲, 高橋和寛, 重信隆史, 岩森 洋 (2006) 人

- 工股関節置換術 (THA) 後の外転筋力・歩行能力の改善が Quality of Life に与える影響 包括的 QOL 尺度を用いて. *Hip Joint* 32 (Suppl). 75 - 78.
- 26) 植木里紀, 重松正森, 本岡 勉, 馬渡正明, 佛淵孝夫 (2006) THA (術前計画・アプローチなど) 人工股関節全置換術症例における歩行分析の有用性について (第 2 報) 歩行改善に影響を及ぼす因子についての検討. *日人工関節会誌* 36. 168 - 169.
- 27) Miki, H., Sugano, N., Hagio, K., Nishii, T., Kawakami, H., Kakimoto, A., Nakamura, N., and Yoshikawa, H. (2004) Recovery of walking speed and symmetrical movement of the pelvis and lower extremity joints after unilateral THA. *J. Biomech.* 37. 443 - 455.
- 28) 田中義孝 (1993) 変形性股関節症および人工股関節置換術例の歩行分析. *日整会誌* 67. 1001 - 1013.
- 29) 今井 樹, 潮見泰藏 (2004) 理学療法研究における“評価の信頼性”の検査法. *理療科* 19. 261 - 265.