

平成 30 年 5 月 16 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2017

課題番号：24500578

研究課題名(和文)変形性関節症の進行予防法開発に向けた動作特性と関節症進行との因果関係の縦断的研究

研究課題名(英文) Cohort study on relationship between gait characteristics and progression of hip osteoarthritis toward development of approach for hip osteoarthritis prevention

研究代表者

建内 宏重 (Tateuchi, Hiroshige)

京都大学・医学研究科・特定准教授

研究者番号：60432316

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：前期から進行期の変形性股関節症(股関節症)を50名対象としてコホート研究を実施し、股関節症の進行に関わる要因を調査した。股関節症の進行の有無を従属変数、ベースラインでの骨形態、股関節痛、股関節機能障害、歩行時の股関節負荷を独立変数として、多変量解析を行った結果、過剰な股関節累積負荷(一歩行周期における股関節モーメント積分値と患側の一日平均歩数との積)と股関節症進行との関係性が明らかとなった。本研究により、世界で初めてリハビリテーションで改善可能な要因の中から股関節症進行の危険因子を特定できた。今後は、股関節累積負荷に着目した介入研究を実施し股関節進行予防の効果検証を行う必要がある。

研究成果の概要(英文)：Cohort study was conducted on 50 hip osteoarthritis (hip OA). We investigated risk factors related to the progression of hip OA. Independent variables was radiographic progression of hip OA (yes/no) and dependent variables were hip morphology, hip pain, hip joint dysfunction, and hip joint load at walking. Multivariable logistic regression analysis showed excessive hip joint cumulative load (the product of hip joint moment impulse and daily average number of steps on the affected side) was risk factor for hip OA progression. Through this study, we were able to identify the risk factor for the hip OA progression among the factors that can be improved by rehabilitation. It will be necessary to conduct intervention research focusing on effect of reducing cumulative hip loading on hip OA progression in the patients with hip OA.

研究分野：理学療法

キーワード：変形性股関節症 歩行

## 1. 研究開始当初の背景

変形性関節症は加齢変化を基盤とした関節変性疾患であり、その頻度は年々増加傾向にある。X線学的に変形性関節症変化を認める症例は、60歳以上の人口の約8割に達するといわれており、そのうち約4割が有症状であるとされている。

変形性関節症には、軟骨マトリクスの変性に代表される生物学的要因、身体的特徴や運動時の姿勢などの力学的要因、遺伝学的要因の三要因が大きく影響していると考えられている。その中でも、力学的要因が与える影響が最も大きいとされ、関節軟骨の代謝には適度な力学的ストレスが必要であるが、これが過剰になると逆に軟骨変性を引き起こす要因になる。例えば、変形性膝関節症に関しては、関節への外的負荷となる歩行時の膝関節内反モーメントやモーメントの力積などが、健常者よりも変形性膝関節症患者において増大していることが分かっている (Block JA et al. Curr Opin Rheumatol 2010, Kito N et al. Clin Biomech 2010)。

変形性股関節症 (股関節症) については、近年、日本人の患者を対象とした縦断的な研究により、変形性関節症の進行には臥位でのレントゲン画像から測定した臼蓋と大腿骨頭のなす角度が重要な因子であることが報告された (Aoki H et al. JBJS 2010)。この報告は、関節のアライメントの異常が変形性股関節症の進行に大きく関与することを示唆するものであるが、安静臥床時の骨アライメントを測定しているものであり、立位や歩行時にそれらの位置関係が変化することは考慮されていない。もし、臼蓋と大腿骨頭との位置関係が重要な要因であるならば、さらに大きな荷重がかかり、関節の位置関係もダイナミックに変化する立位や歩行、階段昇降などの実際の日常的動作時の骨アライメントや外的負荷 (すなわち、患者個々の動作特性)こそが、関節症変化に多大な影響を与える可能性があると考えられる。しかし、股関節症の進行と歩行時の股関節負荷との関係はいまだ明らかでない。そこで本研究では従来考えられている股関節症進行の危険因子に加えて、特に実験室環境だけではなく日常的に行っている歩行時における患者個々の運動特性が、変形性関節症の進行に対して最も強く影響を与えると仮説を立て、仮説を検証するために前向きコホート研究を行う計画を立てた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、股関節症の進行にかかわる危険因子を歩行時の関節負荷要因の中から特定することである。

## 3. 研究の方法

### 1) 対象

対象は、京都大学医学部付属病院整形外科で診察を受けた股関節症患者とした。前期か

ら進行期の患者で20歳から65歳までの女性患者を対象とした。末期の股関節症患者は除外した。連続的にリクルートを進め、50名の患者を測定対象とした (年齢: 47.4歳 ± 10.7歳)。

### 2) 方法

下記の ~ について、初回評価時と12か月間経過時に評価を行った。

#### レントゲン評価

整形外科医師が診療で用いる背臥位単純レントゲン画像を用いて股関節の形態及び関節裂隙幅を評価した。

股関節形態としては、Sharp角、CE角、acetabular head index (AHI)、臼蓋傾斜角を計測した。また、関節裂隙幅は、骨頭中心の直上部、寛骨臼荷重面の内側、外側の3か所とそれ以外の部位に最小関節裂隙部位があればさらに1か所の測定を行い、それらの部位の中で最小の部位の裂隙幅を最小関節裂隙幅とした。股関節症の進行は、上記の3か所ないし4か所のうち、12か月間で0.5mm以上の裂隙幅の減少を認めた場合と定義した。なお、初回と12か月後の評価については、患者氏名と画像撮影日を盲検化された1名の検者が行った。各画像評価の信頼性はICC1,1で0.95-0.99であり、最小関節裂隙幅の最小可検変化量は0.39mmであった。

#### 疼痛、機能評価

疼痛は、visual analogue scaleを用いて評価し、股関節機能はHarris hip scoreを用いて評価した。

#### 歩行評価

光学式カメラと床反力計からなる3次元動作解析装置 (Vicon Motion System社製)を用いて、自然歩行時の歩行速度と股関節モーメント最大値およびモーメント積分値を求めた。また、測定日に歩数計 (山佐時計社製)を各被験者に渡し、以降1か月以内の連続した7日間の歩数を記録した。さらに、実験室での計測による1歩行周期における股関節モーメント積分値に患側の一日平均歩数を乗じることで、股関節累積負荷を算出した。股関節累積負荷は、一日に股関節に加わる負荷の総量を表す。

統計学的分析として、12か月間における股関節症の進行の有無を従属変数、骨形態や疼痛、股関節機能、歩行に関する股関節負荷を独立変数として、多変量ロジスティック回帰分析を行った (年齢、体重、ベースラインでの関節裂隙幅で調整)。

## 4. 研究成果

50名の患者のうち、21名 (42%) において股関節症の進行を認めた (進行群)。進行群の12か月間の関節裂隙幅の減少は、 $1.3 \pm 0.8$  mmであった。

表1に単変量ロジスティック回帰分析の結果を示す。前額面における股関節累積負荷は股関節症進行と有意な関連を認めた。表2に

年齢、体重、ベースラインでの関節裂隙幅で調整した多変量ロジスティック回帰分析の結果を示す。前額面における股関節累積負荷が股関節症の進行と有意に関連した(図1)。また、矢状面における股関節累積負荷も関連する傾向を示した。股関節形態とは有意な関連性を認めなかった。

表1 単変量ロジスティック回帰分析

	Crude OR (95% CI)	P value
Age, years	1.02 (0.97-1.08)	0.499
Weight, kg	1.02 (0.97-1.08)	0.426
Minimum JSW, mm	0.68 (0.45-1.03)	0.066
Pain (VAS), mm	1.01 (0.99-1.04)	0.198
Morphology parameters		
Sharp angle, degrees	0.96 (0.88-1.06)	0.407
CE angle, degrees	1.03 (0.98-1.08)	0.286
AHL, degrees	1.02 (0.97-1.08)	0.447
ARO, degrees	0.98 (0.92-1.06)	0.654
Gait-related variables		
Steps/day*	1.26 (0.99-1.61)	0.062
Gait speed, meters/seconds	0.13 (0.00-4.73)	0.268
Load-related parameters during gait		
Peak external hip moment, Nm		
Hip flexion moment	0.99 (0.94-1.05)	0.758
Hip extension moment	1.01 (0.94-1.07)	0.877
Hip adduction moment	1.01 (0.97-1.05)	0.597
Hip internal rotation moment	0.92 (0.78-1.07)	0.278
Hip external rotation moment	1.05 (0.84-1.33)	0.670
Hip moment impulse, Nm seconds		
Sagittal plane	1.01 (0.82-1.24)	0.950
Frontal plane	1.06 (0.98-1.15)	0.155
Transversal plane	0.90 (0.45-1.80)	0.774
Cumulative hip joint moment, 10kNm seconds		
Sagittal plane	1.39 (0.88-2.21)	0.159
Frontal plane	1.23 (1.01-1.49)	0.038
Transversal plane	2.01 (0.61-6.68)	0.253

表2 多変量ロジスティック回帰分析

	Adjusted OR† (95% CI)	P value
Age, years	-	-
Weight, kg	-	-
Minimum JSW, mm	-	-
Pain (VAS), mm	-	-
Morphology parameters		
Sharp angle, degrees	-	-
CE angle, degrees	-	-
AHL, degrees	-	-
ARO, degrees	-	-
Gait-related variables		
Steps/day*	-	-
Gait speed, meters/seconds	-	-
Load-related parameters during gait		
Peak external hip moment, Nm		
Hip flexion moment	0.99 (0.93-1.05)	0.640
Hip extension moment	0.99 (0.92-1.06)	0.701
Hip adduction moment	0.99 (0.94-1.05)	0.760
Hip internal rotation moment	0.88 (0.73-1.05)	0.160
Hip external rotation moment	1.03 (0.80-1.34)	0.799
Hip moment impulse, Nm seconds		
Sagittal plane	1.00 (0.80-1.26)	0.971
Frontal plane	1.09 (0.96-1.24)	0.190
Transversal plane	0.83 (0.36-1.91)	0.663
Cumulative hip joint moment, 10kNm seconds		
Sagittal plane	1.80 (0.99-3.26)	0.052
Frontal plane	1.34 (1.06-1.70)	0.013
Transversal plane	2.93 (0.71-12.11)	0.253

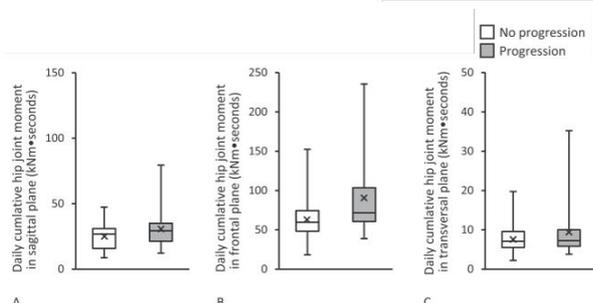


図1 進行群と非進行群の股関節累積負荷 (A 矢状面; B 前額面; C 水平面)

本研究課題により、世界で初めて、過剰な股関節累積負荷が股関節症進行の危険因子の一つであることが明らかとなった。現在まで、股関節症進行の危険因子は、遺伝的要因や性別(女性)や年齢、骨形態異常など、リハビリテーションで変化させることができない要因に限られていた。しかし、本研究課題で危険因子として特定された股関節累積負荷は、正しい歩行様式の学習や日常生活上の過剰な活動量の制御などにより変化させることが可能な要因であり、その点において本研究結果の意義は大きい。

今後は、さらに長期間における股関節症進行の要因を調査するとともに、明らかとなった危険因子を改善させることを手段とした介入研究を計画し、股関節症進行の予防に向けた研究を継続する予定である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計8件)

Tajima T, Tateuchi H, Koyama Y, Ikezoe T, Ichihashi N, Gait strategies to reduce the dynamic joint load in the lower limbs during a loading response in young healthy adults, Hum Mov Sci, 2018;58:260-267 DOI: 10.1016/j.humov.2018.03.002.

Tateuchi H, Koyama Y, Akiyama H, Goto K, So K, Kuroda Y, Ichihashi N, Daily cumulative hip moment is associated with radiographic progression of secondary hip osteoarthritis, Osteoarthritis Cartilage, 2017;25:1291-1298 DOI: doi: 10.1016/j.joca.2017.02.796.

建内宏重, 股関節への力学的負荷と変形性股関節症の進行, J Musculoskeletal Medicine, 2017;28:264-268

建内宏重, 変形性股関節症患者の観察的動作分析, 理学療法, 2017;34:10-18

Tateuchi H, Koyama Y, Akiyama H, Goto K, So K, Kuroda Y, Ichihashi N, Radiographic and clinical factors associated with one-leg standing and gait in patients with mild-to-moderate secondary hip osteoarthritis, Gait Posture, 2016;49:207-212 DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.07.018.

Tateuchi H, Koyama Y, Tsukagoshi R, Akiyama H, Goto K, So K, Kuroda Y, Ichihashi N, Associations of radiographic degeneration and pain with daily cumulative hip loading in patients with secondary hip osteoarthritis, J Orthop Res, 2016;34:1977-1983 DOI: 10.1002/jor.23223.

建内宏重, 変形性股関節症患者における歩行制御, 理学療法学, 2015;42:823-824

建内宏重, メカニカルストレスからみた

股関節障害と理学療法, 理学療法, 2014 ;  
31 : 713-723

〔学会発表〕(計 8 件)

Tateuchi H, Koyama Y, Akiyama H, Goto K,  
So K, Kuroda Y, Ichihashi N, Daily  
cumulative hip load is associated with  
radiographic progression of secondary hip  
osteoarthritis, Osteoarthritis Research  
Society International World Congress,  
2017.

建内宏重, 小山優美子, 秋山治彦, 後藤  
公志, 宗和隆, 黒田隆, 市橋則明, 股関節  
累積負荷の増大は変形性股関節症の進行に  
影響を与える. 前向きコホート研究による分析 . 第 52 回日本理学療法学会, 2017.

中西 規能, 建内 宏重, 小山優美子, 市橋  
則明, 歩行時の外的股関節モーメントを軽  
減させる歩行様式の分析 歩行速度・歩幅一  
定条件下での歩隔と足角の変化, 第 52 回日  
本理学療法学会, 2017.

建内宏重, 小山優美子, 黒田隆, 宗和隆,  
後藤公志, 秋山治彦, 市橋則明, 前期から  
進行期の変形性股関節症患者における片脚  
立位・歩行機能に影響を与える要因は何か?  
第 51 回日本理学療法学会, 2016.

田島 稔己, 建内 宏重, 小山 優美子, 池  
添 冬芽, 市橋 則明, 荷重応答期の下肢関節  
への力学的負荷を軽減する歩行様式の検討,  
第 51 回日本理学療法学会, 2016 .

建内宏重, 小山優美子, 秋山治彦, 後藤  
公志, 宗和隆, 黒田隆, 市橋則明, 変形性  
股関節症患者において股関節累積負荷を増  
加させる要因, 第 3 回日本運動器理学療法学  
会学会集, 2016.

建内宏重, 小山優美子, 塚越累, 黒田隆,  
宗和隆, 後藤公志, 秋山治彦, 市橋則明,  
前期から進行期変形性股関節症患者におけ  
る関節裂隙狭小化と歩行特性との関連性.  
股関節累積負荷に着目した解析 , 第 50 回  
日本理学療法学会, 2015.

建内宏重, 小山優美子, 塚越累, 黒田隆,  
宗和隆, 後藤公志, 秋山治彦, 市橋則明,  
前期から進行期の変形性股関節症患者にお  
ける関節形態および変性変化と股関節可動  
域・筋力の関連性, 第 42 回日本股関節学会,  
2015.

〔図書〕(計 7 件)

建内宏重, メジカルビュー社, 身体運動  
学 関節の制御機構と筋機能( 市橋則明 編 ),  
2017, 184-218, 384-444.

建内宏重, ヒューマンプレス, バイオメ  
カニクスと動作分析 ( 福井勉他 編 ), 2016,  
83-92.

建内宏重, 文光堂, 理学療法評価学 ( 市橋  
則明 編 ), 2016, 177-204, 278-297.

建内宏重, 医学書院, 下肢運動器疾患の  
診かた・考え方 ( 中図健 編 ), 2016, 61-114.

建内宏重, 医歯薬出版, 運動器疾患の病  
態と理学療法 ( 奈良勲他 編 ), 2015,  
195-216.

建内宏重, 三輪書店, 理学療法技術の再  
検証 ( 福井勉他 編 ), 2015, 120-130.

建内宏重, 三輪書店, 姿勢と歩行, 2015,  
1-144.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ:

<http://clin-biomech.hs.med.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

建内宏重 ( TATEUCHI, Hiroshige )

京都大学・医学研究科・特定准教授

研究者番号: 60432316

(2) 研究分担者

市橋則明 ( ICHIHASHI, Noriaki )

京都大学・医学研究科・教授

研究者番号: 50203104

秋山治彦 ( AKIYAMA, Haruhiko )

岐阜大学・医学研究科・教授

研究者番号: 60402830