

「変形性股関節症患者における腹横筋の活性と  
身体機能の関係」

弘前大学大学院保健学研究科保健学専攻

提出者氏名： 鈴木 秀 基

所 属： 総合リハビリテーション科学領域

指導教員： 對馬 栄 輝

## 目次

略語一覧.....	2
序論.....	3
I. 変形性股関節症患者における人工股関節全置換術術後の腹横筋の活性と身体機能の関 係.....	5
はじめに.....	5
方法.....	6
結果.....	10
考察.....	13
II. 変形性股関節症患者の歩行速度に対する腹横筋の影響.....	15
はじめに.....	15
方法.....	16
結果.....	18
考察.....	20
結論.....	23
謝辞.....	24
引用文献.....	25
Abstract.....	32

## 略語一覧

ADL: 日常生活動作 (Activity of Daily Living)

BMI: 肥満度指数 (Body Mass Index)

Hip OA: 変形性股関節症 (Hip Osteoarthritis)

JOA: 日本整形外科学会 (Japanese Orthopedic Association)

NRS: 数値評価スケール (Numerical Rating Scale)

QOL: 生活の質 (Quality of Life)

THA: 人工股関節全置換術 (Total Hip Arthroplasty)

## 序 論

変形性股関節症 (Hip Osteoarthritis: 以下, Hip OA) は関節軟骨の変性, 摩耗, 破壊, 疼痛を伴う退行変性疾患である<sup>1)</sup>. わが国における Hip OA の発症の有病率は 1.0~4.3%であり, 男性は 0~2.0%, 女性は 2.0~7.5%と女性で高い<sup>2)</sup>. 症状や病期が進行すると, 日常生活動作 (Activity of Daily Living : 以下, ADL) に支障をきたす<sup>3)</sup>. 病期が進行期や末期の者の多くに対しては人工股関節全置換術 (Total Hip Arthroplasty: 以下, THA) が施行される<sup>4, 5)</sup>. Hip OA に対する理学療法は保存療法や術後療法のどちらにおいても施行される.

Hip OA に対する理学療法は保存療法や術後療法に関わらず, 主に下肢関節の障害に注目した評価や治療が中心となる<sup>6-16)</sup>. しかし, Hip-spine syndrome や Spine-hip syndrome という概念は, 股関節と腰椎骨盤帯が密接に関連していることを意味する<sup>17-21)</sup>. さらに腰椎骨盤帯の安定した機能が下肢関節の機能にも影響を与える<sup>22-25)</sup>. これらのことから, Hip OA に対する理学療法では, 股関節の評価や治療だけではなく, 腰椎骨盤帯の運動機能も把握する必要がある.

しばしば Hip OA 患者において, 腹横筋の活性低下を認める者を経験する. 本研究における活性とは, 超音波診断装置で測定した安静時の筋厚と収縮時の筋厚の変化からみた筋の反応性のことと定義する. 腰椎骨盤帯の運動機能として腹横筋は重要な役割を果たしている. 腹横筋は体幹の深部にある筋であり, 腹腔内圧の上昇, 腰椎骨盤帯の安定性の向上に関与する<sup>26, 27)</sup>. 先行研究において, Hip OA 患者は腹横筋の活性低下がある<sup>28)</sup>と報告されているが, THA 術後も低下した状態であるかは明らかになっていない. もし, 低下したままの状態であれば下肢の運動にも影響を及ぼすことが考えられ, 腹横筋への評価や治療も重要になる. また, THA 術後の身体機能を改善させるために, 術後の腹横筋の活性と身体機能が関係しているかを明らかにする必要がある.

ADL を反映する指標に歩行速度があり<sup>29-31)</sup>, それは生活の質 (Quality of Life: 以下, OQL) に影響を及ぼす<sup>32)</sup>. Hip OA 患者は健常者と比べて歩行速度が遅く<sup>33-35)</sup>, Hip OA 患者の健康関連 QOL には歩行速度が関係する<sup>32)</sup>と報告されている. Hip OA 患者の歩行速度に影響する因子については, 下肢機能の影響を検討している報告<sup>36)</sup>があるが, 腰椎骨盤帯の影響を考慮した報告は見当たらない. 歩行時には下肢がロコモーター機能として身体を移動さ

せるのに対し、腰椎骨盤帯はパッセンジャー機能として姿勢の安定を保つ必要がある。歩行時に腹横筋は体幹の安定化を図り<sup>37)</sup>、歩行速度とともに筋活動が向上する<sup>27, 37-39)</sup>と報告されている。そのため、Hip OA 患者の歩行速度に影響する因子を検討する際には、下肢機能のみではなく、腹横筋の影響も加味して検討する必要がある。

これらのことから、Hip OA 患者における腹横筋の活性と身体機能について明らかにするために以下の研究課題を設定した。

- I . Hip OA 患者における人工股関節全置換術術後の腹横筋の活性と身体機能の関係
- II . Hip OA 患者の歩行速度に対する腹横筋の影響

# I. 変形性股関節症患者における人工股関節全置換術術後の腹横筋の活性と 身体機能の関係

## はじめに

Hip OA は関節軟骨の変性、摩耗、破壊、疼痛を伴う退行変性疾患である<sup>3)</sup>。病期が進行期や末期の者の多くに対しては THA が施行され<sup>4, 5)</sup>、身体機能や QOL の改善に有効であることが報告されている<sup>34, 40, 41)</sup>。

THA 術後の Hip OA 患者に対する理学療法では、主に下肢関節の障害に注目した評価や治療が中心となる<sup>6-16)</sup>。Hip-spine syndrome や Spine-hip syndrome は、股関節と腰椎骨盤帯が密接に関連していることを意味する<sup>17-21)</sup>。腰椎骨盤帯の安定した機能が下肢関節の機能にも影響を与えるため<sup>22-25)</sup>、股関節の評価や治療だけではなく、腰椎・骨盤帯の運動機能も把握する必要がある。

しばしば、Hip OA 患者の THA 術前後において腹横筋の活性低下を認める者を経験する。腹横筋は体幹の深部にある筋であり、腹腔内圧の上昇、腰椎骨盤帯の安定性の向上に関与する<sup>26, 27)</sup>。他者の報告では、Hip OA 患者は健常者と比べ、腹横筋厚に有意差を認めなかったが、腹直筋のエコー輝度が健常者に比べて有意に高かったとの報告<sup>42)</sup>がある。これは Hip OA 患者では股関節の筋だけでなく腹筋群の筋組成の変化も表している。また、Hip OA 患者は健常者と比べ、腹横筋厚変化率が低い値を示す報告<sup>28)</sup>から考えると、腹横筋の活性が低下している可能性がある。健常者を対象とした研究<sup>23, 24)</sup>では、腹横筋の活性によって腰部骨盤帯の安定性が高まると、股関節や膝関節周囲筋の筋活動が向上するとの報告がある。さらに腹横筋は歩行中に外腹斜筋、内腹斜筋とともに同時、連続して働くことで体幹の安定に寄与し<sup>37)</sup>、歩行速度の増加とともに筋活動も高まると報告されている<sup>27, 38, 39)</sup>。

上述した研究から Hip OA 患者は腹横筋の活性低下を有すると考えるが、THA 術後の腹横筋の活性と身体機能との関係については明らかになっていない。THA 術後も腹横筋の活性は低下しているとすれば、体幹の不安定な状態が残存し、結果として下肢の運動にも影響するだろう。従って、腹横筋の活性低下は Hip OA 患者の THA 術後における身体機能に影響を及ぼす可能性がある。

我々は、Hip OA 患者は健常者と比べ腹横筋の活性が低下しており、THA 術後も低下した状態

であると仮説を立てた。さらに THA 術後の腹横筋の活性と身体機能は関連すると考えた。本研究の目的は、Hip OA 患者は THA 術後に腹横筋の活性が低下しているかを検討することである。さらに THA 術後の腹横筋の活性と身体機能の関係について検討することである。

## 方法

### 1. 対象

研究デザインは横断研究、前向き研究とした。研究は 2018 年 2 月から 2021 年 5 月に福島県立医科大学附属病院において実施された。

本研究の対象は、Hip OA 患者と健常者とした。

Hip OA 患者の包含基準は、福島県立医科大学附属病院に Hip OA の診断で片側の初回 THA 目的に入院した女性患者(年齢 40-80 歳)とした。Hip OA 患者の除外基準は、対側股関節罹患例(末期股関節症)、下肢の整形外科的手術歴がある者、10 年以内に腹部・腰部手術歴がある者、患側股関節以外の腰部・下肢症状を有する者、中枢神経疾患の既往がある者、歩行困難な者、腹部引き込み運動課題の理解や習得が困難な者、Body Mass Index(以下、BMI)が  $30\text{kg}/\text{m}^2$  以上の者、本研究で測定するデータが欠損している例とした。

健常者の包含基準は、研究参加に協力を得られた女性健常者(年齢 40-80 歳)であり、福島県立医科大学附属病院に勤務する者や、福島県立医科大学附属病院に勤務する外部機関の者とした。除外基準は、過去 10 年以内に腹部・腰部の手術歴がある者、腰部疾患の症状を有する者、腹部引き込み運動課題の理解や運動の習得が難しい者、BMI が  $30\text{kg}/\text{m}^2$  以上の者、本研究で測定するデータが欠損している例とした。募集方法は有意抽出法(典型法)とし、院内にて紙面を用いてアナウンスした。

参加者には本研究の趣旨と方法について書面と口頭にて事前に説明し、研究協力の同意を対象者本人の署名にて得た。本研究は福島県立医科大学倫理委員会(整理番号 29237)、弘前大学保健学研究科倫理委員会(整理番号 2021-040)の承認を得て実施した。

### 2. 基本情報の収集と腹横筋収縮率の測定

基本情報として年齢、身長、体重、BMI、日本整形外科学会(Japanese Orthopedic Association: 以下、JOA)病期分類<sup>43, 44)</sup>、術式を診療録より収集した。

Hip OA 患者と健常者に対し、腹横筋収縮率を測定した。Hip OA 患者は術前と術後 12 週の 2 回で測定した。腹横筋収縮率の測定には超音波診断装置 (MyLabFive, Esaote, 東京) を用いた。腹横筋を測定する側は、Hip OA 患者は患側、健常者はボールを蹴る側の足とした。

超音波診断装置の画像表示モードは B モードとし、15MHz, リニア式プローブで撮影した。測定肢位は背臥位で骨盤中間位とした。骨盤中間位は矢状面上で上前腸骨棘から床への垂線と上後腸骨棘から床への垂線との距離が 2 横指となるように視診触診で確認し、股関節伸展制限を有する者は股関節・膝関節の関節角度を変化させて骨盤中間位となるようにした<sup>28)</sup>。腹横筋の測定部位は中腋窩線上における肋骨下縁と腸骨稜の中央部で、プローブの中央が中腋窩線と直交する部位とした (図 1)<sup>45-50)</sup>。その部位で腹横筋が撮影できない場合は、プローブを前腋窩線まで移動させ、腹横筋を撮影した<sup>22, 51, 52)</sup>。腹横筋の位置を標準化させるために腹横筋の内側端が画面の右側に映し出すようにした<sup>46)</sup>。安静呼気終末時の腹横筋厚を安静時筋厚、腹部引き込み運動時の腹横筋厚を収縮時筋厚とし、各 3 回測定した (図 2)。腹部引き込み運動は腹横筋の単独収縮に最適と報告されており<sup>47)</sup>、被験者に対し「あなたの下腹部を凹ませてください」と指示し、腹部引き込み運動を実施した。測定した静止画 (725×625 Pixel) にして、画像解析ソフト image J (1.51k National Institutes of Health, USA) を用いて最大膨隆部の筋厚を測定した。筋厚は各画像を 3 回繰り返し測定した平均を用いて、以下のように腹横筋収縮率 (下記参照) を算出した<sup>45, 46, 48, 49, 52)</sup>。

$$\text{腹横筋収縮率 (活性比)} = \text{収縮時筋厚} / \text{安静時筋厚}$$

腹横筋収縮率は腹横筋の活性や収縮能力を表している<sup>53)</sup>。

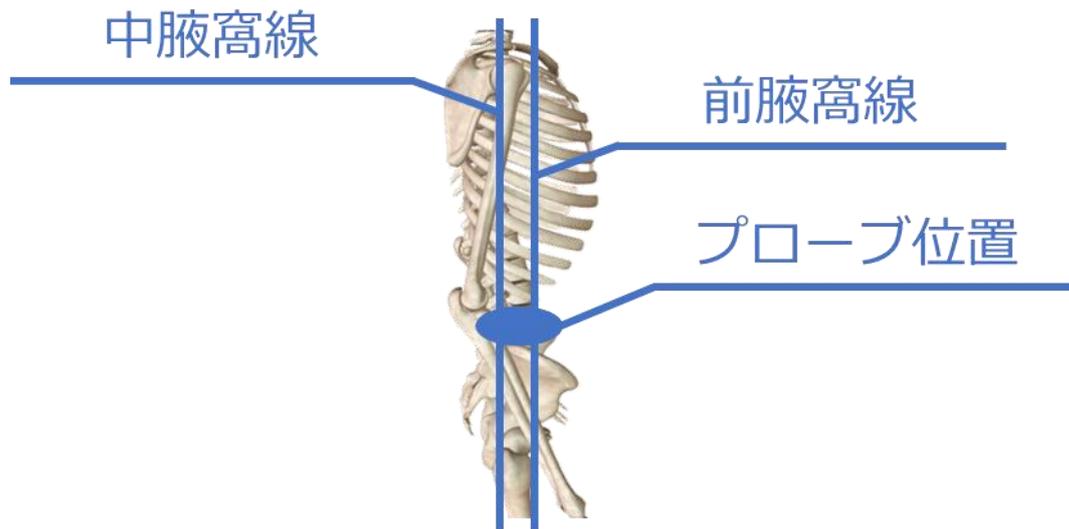


図1. 腹横筋の測定部位

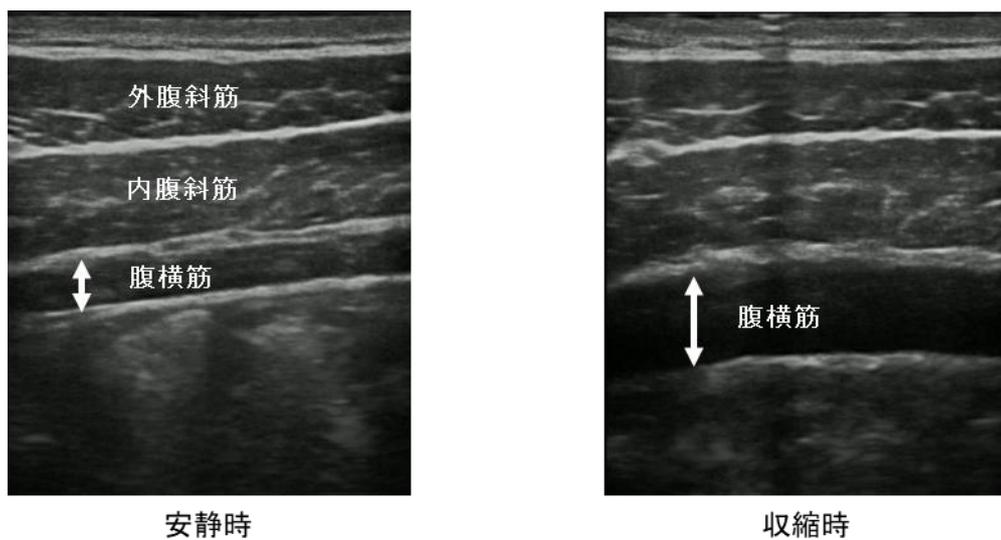


図2. 安静時と収縮時の腹横筋の筋厚

### 3. 身体機能の測定・評価

Hip OA 患者を対象に以下の測定項目を術後 12 週に測定した。

#### a. 疼痛

疼痛検査は歩行時の疼痛の程度を数値評価スケール (Numerical Rating Scale: 以下, NRS) を用いて測定した<sup>54, 55)</sup>。その際, 疼痛部位についても聴取した。

#### b. 下肢筋力の測定

股関節外転筋力と膝関節伸展筋力の測定には徒手筋力計 (Power Track II MMT COMMANDER, MF-104AA, 日本メディックス社製) を用い, 最大等尺性筋力を測定した (図 3)<sup>56-60)</sup>. 股関節外転筋力の測定肢位は背臥位, 股関節内外転/内外旋中間位とし, 検査者は対側の骨盤を抑えた. 被検者は両上肢でベッド端を把持した. センサー位置は大腿遠位外側 (膝関節裂隙の 5cm 近位) とした. 膝関節伸展筋力の測定肢位は端座位, 膝関節 90° 屈曲位とした. 被検者は両上肢を前胸部で交差させた. 筋出力を受けるセンサー位置は下腿遠位部前面とした. アーム長はそれぞれ股関節中心および膝関節からセンサー部中央までとし, メジャーを用いて計測した. 計測は一度練習のための最大等尺性筋力を実施した後, 約 3 秒間の最大等尺性筋力を非術側, 術側の順で各 2 回繰り返し測定し, 同側に対する 2 回目の測定の間には約 30 秒間の休息時間を設け, 左右の測定間には約 1 分の休息を設けた. 測定結果から各 2 回測定した平均値を求め, トルク体重比 [Nm/kg; センサー部の力 (N) × アーム長 (m) / 体重 (kg)] に換算した.



股関節外転



膝関節伸展

図3. 下肢筋力の測定

### c. 最大歩行速度の測定

最大歩行速度は距離 10m を計測区間とし, その両端に 2m ずつの助走路を設けた計 14m の平地な直線距離を歩かせた<sup>61)</sup>. 対象者には最大努力での歩行を促した. 杖の使用が必要な場合は, 杖の使用を許可した. 対象者の足が計測開始線を踏むまたは超えた時にストップウォッチをスタートさせ, 計測終了線を超えたときにストップウォッチをストップさせた. 測定の前に一度練習を実

施した。測定は2回行い、平均値を算出して、秒速(m/sec 単位)で表した。

#### 4. 統計解析

健常者と Hip OA 患者の腹横筋収縮率を比較するために、2 標本 t 検定または Mann-Whitney 検定を適用した。また、Hip OA 患者の術前と術後の比較には、対応のある t 検定を適用した。さらに Hip OA 患者の術後の腹横筋収縮率と身体機能との関係には、Pearson または Spearman の相関係数を適用した。統計解析ソフトウェアは R4.0.2 (CRAN, freeware) を使用し、全ての検定で有意水準は 5% とした。

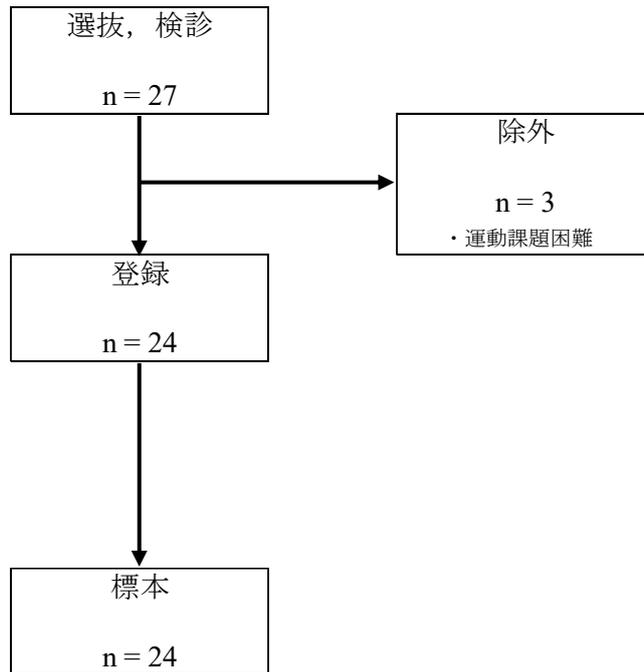
### 結果

対象者を選択した結果、健常者 24 名、Hip OA 患者 14 名を解析に使用した(図 4)。

健常者群と Hip OA 患者群で年齢、身長、体重、BMI に有意差は認められなかった(表 1)。健常者群と Hip OA 患者の THA 術前群、THA 術後群を比較すると、それぞれ安静時筋厚には有意差を認めなかったが、収縮時筋厚は健常者群に比べて THA 術後群が有意に低値であった(表 2)。腹横筋収縮率は健常者群と比較して THA 術前群、THA 術後群は有意に低値であった(表 2)。THA 術前群と THA 術後群では有意差を認めなかった(表 2)。

THA 術後の身体機能を示す(表 3)。THA 術後の腹横筋収縮率は術側股関節外転筋力、非術側膝関節伸展筋力、最大歩行速度と有意な相関を認めた(表 4)。

健常者



Hip OA患者

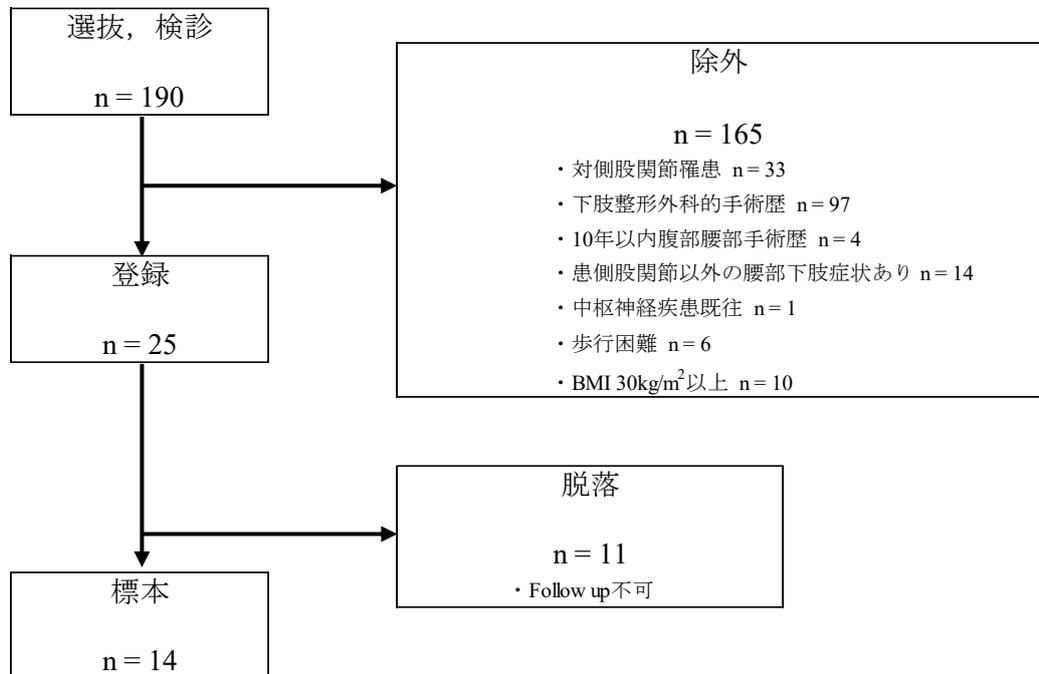


図 4. 対象者選択のフローチャート

表1. 健常者と Hip OA 患者の特性

	健常者群 ( n = 24 )	Hip OA群 ( n = 14 )	p値
年齢(歳)	58.6 ± 7.6	63.0 ± 7.5	0.090
身長(cm)	154.4 ± 4.2	154.2 ± 5.7	0.921
体重(kg)	51.0 ± 6.1	56.3 ± 9.2	0.072
BMI	21.4 ± 2.5	23.7 ± 3.6	0.051
JOA病期分類, n		末期 14	
術式, n		後方アプローチ 14	

JOA, Japanese Orthopedic Association

BMI, Body Mass Index

表 2. 健常者と Hip OA 患者の腹横筋収縮率

	健常者群 ( n = 24 )	THA術前群 ( n = 14 )	THA術後群 ( n = 14 )	健常者群 vs THA術前群		健常者群 vs THA術後群		THA術前群 vs THA術後群
				p値	効果量(r)	p値	効果量(r)	p値
安静時筋厚(cm)	0.29 ± 0.09	0.32 ± 0.10	0.30 ± 0.09	0.600		0.792		0.855
収縮時筋厚(cm)	0.50 ± 0.13	0.42 ± 0.11	0.41 ± 0.12	0.075		< 0.05	0.323	0.757
腹横筋収縮率	1.74 ± 0.36	1.35 ± 0.25	1.37 ± 0.27	< 0.01	0.512	< 0.01	0.488	0.848

THA, Total Hip Arthroplasty

Mann-Whitney test (健常者群 vs THA術前群; 健常者群 vs THA術後群)

Wilcoxon test (THA術前群 vs THA術後群)

表 3. Hip OA 患者の身体機能

	術後12週
歩行時痛(NRS)	0.3 ± 0.7
疼痛部位, n	
鼠径部	-
下前腸骨棘	-
大腿前面	-
大腿外側面	-
殿部	-
術創部	4
非術側股関節外転筋力(Nm/kg)	0.65 ± 0.21
術側股関節外転筋力(Nm/kg)	0.52 ± 0.17
非術側膝関節伸展筋力(Nm/kg)	0.81 ± 0.29
術側膝関節伸展筋力(Nm/kg)	0.76 ± 0.24
最大歩行速度(m/sec)	1.51 ± 0.25

NRS, Numerical Rating Scale

表 4. Hip OA 患者の腹横筋収縮率と身体機能の関係

	歩行時痛	非術側股関節 外転筋力	術側股関節 外転筋力	非術側膝関節 伸展筋力	術側膝関節 伸展筋力	最大歩行速度
腹横筋収縮率	$r_s = -0.330$ $p = 0.247$	$r = 0.508$ $p = 0.063$	$r = 0.559$ $p < 0.05$	$r_s = 0.643$ $p < 0.05$	$r = 0.479$ $p = 0.082$	$r = 0.666$ $p < 0.01$

r : Pearsonの相関係数  
r<sub>s</sub> : Spearmanの順位相関係数

## 考察

健常者と Hip OA 患者における腹横筋収縮率を比較したところ、Hip OA 患者は THA 術前、術後ともに有意に低値であった。さらに THA 術後の腹横筋収縮率は術側股関節外転筋力、非術側膝関節伸展筋力、最大歩行速度と有意な相関を認めた。

Kellgren/Lawrence 分類で grade3-4 の Hip OA 患者と健常者を対象に超音波診断装置を用いて、腹横筋の安静時筋厚を測定した報告<sup>42)</sup>では、両群間で有意差は認められなかった。末期の Hip OA 患者と健常者の腹横筋を調査した横断研究<sup>28)</sup>では、安静時筋厚には有意差が認められなかったが、腹部引き込み運動時筋厚と腹横筋厚変化率は Hip OA 末期患者が有意に低値であった。しかし、先行研究では THA 術後の腹横筋の筋厚変化については検討されていなかった。

本研究は Hip OA 患者に対して THA 術前後における腹横筋収縮率の低下を認めたことが新たな知見である。これは我々が考えた仮説通りの結果であった。腹横筋は体幹を安定させる作用を有し、下肢の運動や歩行に影響を与える<sup>25, 38)</sup>。従って Hip OA 患者に対しては腹横筋の評価や治療の対象とする必要性は高い。また、Hip OA 患者は健常者よりも腹横筋収縮率が有意に低かったことから、腹横筋を活性化させることが困難であると考えられる。

Hip OA 患者の腹横筋収縮率と身体機能の関係は、腹横筋収縮率が低い場合は THA 術後の術側股関節外転筋力、非術側膝関節伸展筋力、そして最大歩行速度も低かった。健常者を対象にした介入研究<sup>23, 24)</sup>では、腹横筋と内腹斜筋を収縮させて下肢の運動を実施した場合、何もしないで下肢の運動を実施した場合と比べ、股関節と膝関節周囲筋の筋活動が高かったと報告されている。健常者を対象とした他の報告<sup>27)</sup>では、腹横筋の収縮を代用した骨盤帯ベルトを装着して歩行した場合、装着しないで歩行した場合と比べて歩行時の大殿筋の筋活動が高まったと報告されている。これらの報告からも腹横筋が体幹の安定性を反映し、股関節や膝関節周囲筋と深くかわる可能性を示している。また腹横筋は、歩行中に持続的に働いて体幹安定化を図り<sup>37)</sup>、歩行

速度の増加に伴って筋活動が増加すると報告されている<sup>27, 39)</sup>。腰椎変性後弯症患者に対する介入研究<sup>62)</sup>では、多裂筋や腹横筋と内腹斜筋への経皮的電気刺激を実施した場合、実施しない場合に比べて歩行速度が速いと報告されている。これらから腹横筋の活性が向上すると体幹は安定し、歩行速度も向上すると考える。歩行速度は ADL の活動性に影響するため、歩行速度が遅い対象では、下肢だけではなく腹横筋の活性を向上させるような介入が有効となる可能性がある。

本研究の限界として主なものが2つある。1つ目は選択バイアスである。今回対象とした Hip OA 患者は手術目的に入院してきているため、通常の Hip OA 患者よりも腹横筋の活性が低い可能性がある。さらに健常者は筆頭著者所属の病院に勤務している者を対象としている。そのため、通常の健常人よりも健康意識が高い可能性は否定できない。2つ目は交絡因子を調整した腹横筋収縮率の身体機能への影響や因果関係について解析したものではないという点である。今後はマッチング、または多変量解析を用いた研究へ進展させる必要がある。

## II. 変形性股関節症患者の歩行速度に対する腹横筋の影響

### はじめに

Hip OA は関節軟骨の変性、摩耗、破壊、疼痛を伴う退行変性疾患であり<sup>1)</sup>、症状の増悪に伴い ADL が障害される<sup>3)</sup>。ADL を反映する指標の 1 つとして歩行速度がある<sup>29-31)</sup>。Hip OA 患者は健常者と比べて歩行速度が遅く<sup>33, 34)</sup>、その程度は 26%遅いとも報告されている<sup>35)</sup>。また、歩行速度は QOL にも関与する。Hip OA 患者を対象とした前向きコホート研究では、ベースラインから 12 か月後の健康関連 QOL の変化量には、歩行速度が関連すると報告されている<sup>32)</sup>。これらのことから、Hip OA 患者の ADL や QOL には歩行速度が重要であることがわかる。

すでに明らかになっていることとして、末期 Hip OA 患者の歩行速度には健側膝関節伸展筋力、歩行時痛、患側股関節外転筋力、杖使用の有無による歩行形態が影響する<sup>36)</sup>。この報告では Hip OA 患者の歩行について下肢機能の影響を検討しており、Hip OA 患者に対する一般的な理学療法では下肢関節機能に対する評価や治療が中心である<sup>6-16)</sup>。しかし、股関節と腰椎骨盤帯は Hip-spine syndrome や Spine-hip syndrome と表現されるように隣接関節として密接に関連している<sup>17-21)</sup>。さらに腰椎骨盤帯の安定性が下肢の運動にも影響を与えることも報告されており<sup>22-25)</sup>、歩行の評価時には下肢のみではなく腰椎骨盤帯の影響も考慮する必要がある。歩行時には下肢がロコモーター機能として身体を移動させるのに対し、腰椎骨盤帯はパッセンジャー機能として姿勢の安定を保つ必要がある。腰椎骨盤帯の安定のためには、腹横筋の作用が重要である<sup>26, 27)</sup>。腹横筋は歩行中に外腹斜筋、内腹斜筋とともに同時的、連続的に働くことで体幹の安定化を図り<sup>37)</sup>、歩行速度の増加とともに筋活動が高まると報告されている<sup>27, 37-39)</sup>。また、Hip OA 患者は健常者と比べて腹横筋厚変化率が低値を示すことが報告されており<sup>28)</sup>、腹横筋の活性低下が考えられる。これらの報告から Hip OA 患者における歩行速度には腹横筋の影響も加味して検討する必要がある。

しかし、上述した Hip OA 患者の歩行速度に影響する要因を見出す研究では、歩行時の痛みや下肢筋力の影響が報告されているが、腹横筋の関与については明らかにされていない。我々は Hip OA 患者の歩行速度には、下肢筋力に加えて腹横筋の活性も影響すると仮説を立てた。歩行速度に対して腹横筋の活性が大きく影響するとなれば、Hip OA 患者の体幹機能を把握する必要性が明らかになる。

本研究の目的は、Hip OA 患者の歩行速度に腹横筋の活性が影響するかを検討することである。

## 方法

### 1. 対象

研究デザインは横断研究とした。研究は 2018 年 2 月から 2021 年 2 月に福島県立医科大学附属病院において実施された。包含基準は、福島県立医科大学附属病院に片側の初回 THA 目的に入院した女性の Hip OA 患者(年齢 40-80 歳)とした。除外基準は、健側股関節罹患例(末期股関節症)、下肢の整形外科的手術歴がある者、10 年以内に腹部・腰部手術歴がある者、患側股関節以外の腰部・下肢の疼痛を有する者、中枢神経疾患の既往がある者、歩行困難な者、本研究で測定するデータが欠損している例とした。

参加者には本研究の趣旨と方法について書面と口頭にて事前に説明し、研究協力の同意を対象者本人の署名にて得た。本研究は福島県立医科大学倫理委員会(整理番号 29237)、弘前大学保健学研究科倫理委員会(整理番号 2021-040)の承認を得て実施した。

### 2. 基本情報の収集

年齢、身長、体重、BMI、健側・患側 JOA 病期分類<sup>43, 44)</sup>、Crowe 分類<sup>63, 64)</sup>、構造的脚長差<sup>21)</sup>は診療録や術前の単純 X 線画像から情報収集した。

### 3. 身体機能評価の測定・評価

身体機能評価は手術前日に測定した。

#### a. 最大歩行速度

最大歩行速度は距離 10m を計測区間とし、その両端に 2m ずつの予備路を加えた計 14m の直線距離を準備して測定した<sup>61)</sup>。対象者には最大努力での歩行を促した。対象者の足が計測開始線を踏むまたは超えた時にストップウォッチをスタートさせ、計測終了線を超えたときにストップウォッチをストップさせた。測定の前に一度練習を実施した。測定は 2 回行い、平均値を算出して、m/sec を採用した。杖を必要とする者には杖の使用を許可し、杖使用の有無による歩行形態を記録した。

#### b. 疼痛

疼痛検査は歩行時の疼痛の程度をNRSを用いて測定した<sup>54, 55)</sup>。その際、疼痛部位についても聴取した。

#### c. 下肢筋力の測定

股関節外転筋力と膝関節伸展筋力の測定には徒手筋力計 (Power Track II MMT COMMANDER, MF-104AA, 日本メディックス社製)を用い、最大等尺性筋力を測定した(図 3)<sup>56-60)</sup>。股関節外転筋力の測定肢位は背臥位、股関節内外転/内外旋中間位とし、検査者は対側の骨盤を抑えた。被検者は両上肢でベッド端を把持した。センサー位置は大腿遠位外側(膝関節裂隙の 5cm 近位)とした。膝関節伸展筋力の測定肢位は端座位、膝関節 90°屈曲位とした。被検者は両上肢を前胸部で交差させた。筋出力を受けるセンサー位置は下腿遠位部前面とした。アーム長はそれぞれ股関節中心および膝関節からセンサー部中央までとし、メジャーを用いて計測した。計測は一度練習のための最大等尺性筋力を実施した後、約 3 秒間の最大等尺性筋力を健側、患側の順で各 2 回繰り返し測定し、同側に対する 2 回目の測定の間には約 30 秒間の休息時間を設け、左右の測定間には約 1 分の休息を設けた。測定結果から各 2 回測定した平均値を算出し、トルク体重比[Nm/kg; センサー部の力(N)×アーム長(m)/体重(kg)]を採用した。

#### d. 腹横筋収縮率の測定

腹横筋収縮率の測定には超音波診断装置(MyLabFive, Esaote, 東京)を用いた。腹横筋を測定する側は患側の腹横筋を測定した。画像表示モードはBモードとし、15MHz, リニア式プローブで撮影した。測定肢位は背臥位で骨盤中間位とした。骨盤中間位は矢状面上で上前腸骨棘から床への垂線と上後腸骨棘から床への垂線との距離が 2 横指となるように視診触診で確認した。骨盤前後傾調整のために股関節・膝関節の関節角度を変化させることで骨盤中間位となるようにした<sup>28)</sup>。腹横筋の測定部位は中腋窩線上における肋骨下縁と腸骨稜の中央部で、プローブの中央が中腋窩線と直交する部位とした(図 1)<sup>45-50)</sup>。その部位で腹横筋が撮影できない場合は、プローブを前腋窩線まで移動させ、腹横筋を撮影した<sup>22, 51-52)</sup>。腹横筋の位置を標準化させるために腹横筋の内側端が画面の右側に映し出すようにした<sup>46)</sup>。安静呼気終末時の腹横筋厚を安静時筋厚、腹部引き込み運動時の腹横筋厚を収縮時筋厚とし、各 3 回測定した(図 2)。測定した静止画像を画像解析ソフト image J(1.51k National Institutes of Health, USA)を用いて最大膨隆部の筋厚を測定

した。各3回測定した平均値を用いて、以下のように腹横筋収縮率を算出した<sup>45, 46, 48, 49, 52</sup>。腹横筋収縮率は腹横筋の活性や収縮能力を表している<sup>53</sup>。腹横筋の単独収縮には腹部引き込み運動が最適と報告されているため<sup>47</sup>、「あなたの下腹部を凹ませてください」と指示し、腹部引き込み運動を実施した。

$$\text{腹横筋収縮率(活性比)} = \text{収縮時筋厚} / \text{安静時筋厚}$$

#### 4. 統計解析

最大歩行速度に影響する因子を明らかにするために、最大歩行速度を従属変数、歩行時痛、股関節外転筋力、膝関節伸展筋力、腹横筋収縮率、年齢、健側のJOA病期分類、構造的脚長差、歩行形態を独立変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)を適用した。統計解析ソフトウェアはR4.0.2(CRAN, freeware)を使用し、全ての検定の有意水準は5%とした。

### 結果

対象者を選択した結果、49名を解析に使用した(図5)。対象者の基本属性と身体機能を示す(表5)。最大歩行速度に影響する因子を明らかにするために、重回帰分析(ステップワイズ法)を適用した結果、分散分析の結果は有意であり( $p < 0.01$ )、健側股関節外転筋力、歩行形態、年齢、腹横筋収縮率が選択された(表6)。決定係数 $R^2$ は0.452であった。

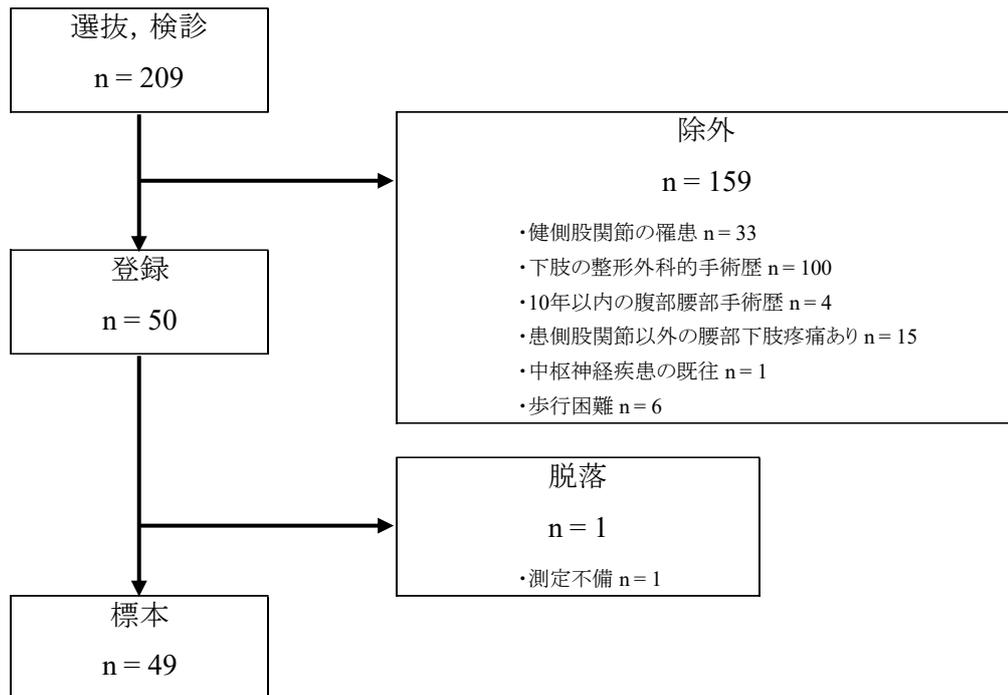


図 5. 対象者選択のフローチャート

表 5. 対象者の特性と身体機能

n = 49	
年齢(歳)	64.2 ± 7.1
身長(cm)	153.1 ± 6.4
体重(kg)	55.5 ± 10.5
BMI	23.6 ± 3.9
JOA病期分類 健側, n	前期:18 初期:13 進行期:9
JOA病期分類 患側, n	進行期:5 末期:44
Crowe分類, n	I :42 II :5 III :1 IV :1
構造的脚長差(mm)	8.1 ± 7.1
最大歩行速度(m/sec)	1.18 ± 0.33
歩行形態, n	杖なし:27 杖あり:22
歩行時痛(NRS)	3.81 ± 2.2
疼痛部位, n	
鼠径部	18
上前腸骨棘	1
下前腸骨棘	6
大腿前面	4
大腿外側面	9
殿部	11
内転筋部	2
健側股関節外転筋力(Nm/kg)	0.58 ± 0.2
患側股関節外転筋力(Nm/kg)	0.42 ± 0.17
健側膝関節伸展筋力(Nm/kg)	0.84 ± 0.28
患側膝関節伸展筋力(Nm/kg)	0.66 ± 0.29
腹横筋収縮率	1.58 ± 0.38

BMI, Body Mass Index

JOA, Japanese Orthopedic Association

NRS, Numerical Rating Scale

表 6. 最大歩行速度に影響する因子(重回帰分析, ステップワイズ法)

	偏回帰係数	標準偏回帰係数	95%信頼区間		p値
			下限	上限	
健側股関節外転筋力	0.468	0.287	0.049	0.886	0.029
歩行形態	-0.197	-0.294	-0.364	-0.029	0.022
年齢	-0.013	-0.279	-0.023	-0.002	0.016
腹横筋収縮率	0.208	0.24	0.001	0.415	0.048

分散分析  $p < 0.001$ ,  $R^2 = 0.452$

## 考察

Hip OA 患者の歩行速度に腹横筋の活性が影響するかを検討した。最大歩行速度に影響する因子を明らかにするために、重回帰分析を適用した結果、健側股関節外転筋力、歩行形態、年

齢, 腹横筋収縮率が選択された.

先行研究において末期 Hip OA 患者の歩行速度には, 健側膝関節伸展筋力, 歩行時痛, 患側股関節外転筋力が影響すると報告されている<sup>36)</sup>. この研究では下肢筋力や歩行時痛などが重回帰分析の独立変数として検討されているが, 体幹機能については検討されていない. 本研究では体幹機能として腹横筋収縮率を独立変数に投入して有意な因子として選択された. 腹横筋収縮率は腹横筋の活性や収縮能力を表しているため, 最大歩行速度には腹横筋の活性や収縮能力も重要であることが新たに明らかになった.

重回帰分析の結果, 注目すべき点は健側股関節外転筋力に加え, 腹横筋収縮率が選択されたことである. 歩行速度に健側下肢筋力が重要であることは一般的に知られているが, 体幹機能として腹横筋が選択されたことは興味深いことである. これらの筋にはそれぞれ股関節や腰椎骨盤帯を安定化させる作用があり, それが関係している可能性がある.

Hip OA 患者の歩行では患側下肢の短縮や患側股関節外転筋力の低下がある場合, 患側下肢立脚期において前額面上で体幹の患側変位がみられる<sup>65, 66)</sup>. 次の歩行相である健側下肢立脚期に円滑に移行するには, 体幹の患側変位によって患側に変位した身体重心を前額面上で健側方向に修正する必要がある. 歩行の立脚期の支持には股関節外転筋が重要である<sup>67)</sup>. 股関節外転筋は歩行時に股関節や骨盤帯を安定させる作用があり<sup>66)</sup>, 中殿筋は立脚初期から中期に筋活動が高まる<sup>68)</sup>. 健側下肢立脚期に体幹の患側変位が大きくなるほど, 健側股関節外転筋力が必要になる. そのため, 健側下肢立脚期に移行する際に健側股関節外転筋が股関節や骨盤帯を安定させて前額面上での身体制御に働いた可能性がある.

腹横筋は体幹安定化作用を有し, 歩行周期中に連続的に働き, 歩行速度の増大とともに筋活動が高まる<sup>37)</sup>. 歩行時に体幹はパッセンジャー機能として姿勢を安定させることが求められる. 前述の通り, Hip OA 患者は歩行時に前額面上で体幹異常運動を有するため, 腹横筋を活性化して体幹を安定させることにより体幹異常運動を減少させ, 歩行時の円滑な重心移動に寄与した可能性がある. 歩行には円滑な重心移動が必要であり, これが阻害されれば歩行速度にも影響を及ぼすことが考えられる. これらのことから, 健側股関節外転筋や腹横筋の作用によって, 歩行時の体幹異常運動を修正して制御し, 円滑な重心移動を獲得することで歩行速度に寄与した可能性がある.

さらに腹横筋は歩行時の下肢運動に正の影響を与え, 歩行速度に寄与した可能性もある. 動

作時に腹横筋によって体幹を安定化させた場合、下肢の筋活動が高まることが報告されている<sup>23, 24)</sup>。歩行時の体幹安定化に伴う下肢の筋活動向上によって歩行速度に正の影響を及ぼしたことが考えられる。下肢の機能障害を認める Hip OA 患者では腹横筋を活性化させることによって相対的に下肢機能を向上させることも必要かもしれない。

その他に杖使用の有無による歩行形態や年齢も選択されたが、これらは先行研究においてすでに報告されている。Hip OA 患者は杖を使用することで患側股関節の負荷を軽減させることができるが、今回測定した最大歩行速度では杖の操作という課題自体が歩行速度に負の影響を与えてしまった可能性がある。年齢と歩行速度の関係はすでに一般的に知られている。先行研究においても年齢が歩行速度を説明する因子の一つであることを報告している<sup>69, 70)</sup>。

本研究の限界として主なものが3つある。1つ目は選択バイアスである。対象とした Hip OA 患者はTHA手術直前のため、腹横筋の活動を含む身体機能低下例が多いことが考えられ、一般社会の Hip OA 患者に一般化できない可能性がある。2つ目は歩行中の腹横筋の状態が不明な点である。腹横筋の評価には、超音波診断装置や針筋電図が用いられる。しかし、超音波診断装置で歩行時の腹横筋の状態を把握することは難しく、針筋電図においても経験豊富な医師の協力が必要であり、測定環境を整えるのは簡単なことではない。3つ目は症例数が少ないことである。臨床的に最大歩行速度に関係すると思われる変数を重回帰分析の独立変数に投入したが、決定係数は高いとはいえなかった( $R^2 = 0.452$ )。今後はさらに症例数を増やして検討すべきである。

## 結 論

Hip OA 患者は THA 術後に腹横筋の活性が低下しているかを検討し、腹横筋収縮率は THA 術前, THA 術後ともに健常者と比較して有意に低値であった. さらに THA 術後の腹横筋収縮率は術側股関節外転筋力, 非術側膝関節伸展筋力, 最大歩行速度と有意な相関を認めた. Hip OA 患者は THA 術後も腹横筋の活性低下を認め, 腹横筋の活性低下は下肢筋力, 歩行速度と関係がある. 身体機能改善のために腹横筋に着目して評価, 治療することを推奨する.

Hip OA 患者の歩行速度に腹横筋の活性が影響するかを検討した結果, 最大歩行速度には健側股関節外転筋力, 歩行形態, 年齢, 腹横筋収縮率が関係した. Hip OA 患者の歩行速度においては下肢筋力や歩行形態, 年齢だけではなく, 体幹機能として腹横筋の機能把握も必要である.

これらのことから, Hip OA 患者に対する理学療法では, 従来のような下肢機能への評価, 治療に加え, 体幹機能として腹横筋への評価, 治療も重要である.

## 謝 辞

本研究にご協力いただいた福島県立医科大学整形外科学講座と福島県立医科大学附属病院リハビリテーションセンターの関係者に感謝いたします。また、御懇意なるご指導、ご鞭撻を賜りました指導教員の對馬栄輝教授に心より感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) Lespasio, M. J., Sultan, A. A., PiuZZi, N. S., et al.: Hip Osteoarthritis: A Primer. *Perm. J.* 22: 17–84, 2018.
- 2) 日本整形外科学会, 日本股関節学会: 変形性股関節症診療ガイドライン2016改訂第2版. 南江堂 2016.
- 3) Jacobsen, S., Sonne-Holm, S., Søballe, K., et al.: Radiographic case definitions and prevalence of osteoarthrosis of the hip: A survey of 4 151 subjects in the Osteoarthritis Substudy of the Copenhagen City Heart Study. *Acta Orthop. Scand.* 75: 713–720, 2004.
- 4) Zhang, D., Chen, L., Peng, K., et al.: Effectiveness and safety of the posterior approach with soft tissue repair for primary total hip arthroplasty: A meta-analysis. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 101: 39–44, 2015.
- 5) Sun, X., Zhu, X., Zeng, Y., et al.: The effect of posterior capsule repair in total hip arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet. Disord.* 21: 1–11, 2020.
- 6) Westby, M. D., Brittain, A. & Backman, C. L.: Expert consensus on best practices for post-acute rehabilitation after total hip and knee arthroplasty: A Canada and United States Delphi study. *Arthritis Care Res.* 66: 411–423, 2014.
- 7) Husby, V. S., Helgerud, J., Bjørgen, S., et al.: Early postoperative maximal strength training improves work efficiency 6-12 months after osteoarthritis-induced total hip arthroplasty in patients younger than 60 years. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 89: 304–314, 2010.
- 8) Winther, S. B., Foss, O. A., Husby, O. S., et al.: A randomized controlled trial on maximal strength training in 60 patients undergoing total hip arthroplasty: Implementing maximal strength training into clinical practice. *Acta Orthop.* 89: 295–301, 2018.
- 9) Wu, J. Q., Mao, L. B. & Wu, J.: Efficacy of exercise for improving functional outcomes for patients undergoing total hip arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 98: e14591, 2019.
- 10) Minns Lowe, C. J., Barker, K. L., Dewey, M. E., et al.: Effectiveness of physiotherapy exercise following hip arthroplasty for osteoarthritis: A systematic review of clinical trials. *BMC*

Musculoskelet. Disord. 10: 1–14, 2009.

- 11) Skoffer, B., Dalgas, U. & Mechlenburg, I.: Progressive resistance training before and after total hip and knee arthroplasty: A systematic review. *Clin. Rehabil.* 29: 14–29, 2015.
- 12) Di Monaco, M., Vallero, F., Tappero, R., et al.: Rehabilitation after total hip arthroplasty: A systematic review of controlled trials on physical exercise programs. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 45: 303–317, 2009.
- 13) Minns Lowe, C. J., Davies, L., Sackley, C. M., et al.: Effectiveness of land-based physiotherapy exercise following hospital discharge following hip arthroplasty for osteoarthritis: An updated systematic review. *Physiother. (United Kingdom)* 101: 252–265, 2015.
- 14) Umpierres, C. S., Ribeiro, T. A., Marchisio, Â. E., et al.: Rehabilitation following total hip arthroplasty evaluation over short follow-up time: Randomized clinical trial. *J. Rehabil. Res. Dev.* 51: 1567–1578, 2014.
- 15) Matheis, C. & Stöggel, T.: Strength and mobilization training within the first week following total hip arthroplasty. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 22: 519–527, 2018.
- 16) M. DI Monaco & Castiglioni, C.: Which type of exercise therapy is effective after hip arthroplasty? a systematic review of randomized controlled trials. *Eur J Phys Rehabil Med* 49: 893–907, 2013.
- 17) C.M.Offierski & I.Macnab: Hip-Spine Syndrome. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 8: 316–321, 1983.
- 18) Redmond, J. M., Gupta, A., Nasser, R., et al.: The hip-spine connection: Understanding its importance in the treatment of hip pathology. *Orthopedics* 38: 49–55, 2015.
- 19) Rivière, C., Lazic, S., Dagneaux, L., et al.: Spine-hip relations in patients with hip osteoarthritis. *EFORT Open Rev.* 3: 39–44, 2018.
- 20) Rivière, C., Lazennec, J. Y., Van Der Straeten, C., et al.: The influence of spine-hip relations on total hip replacement: A systematic review. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 103: 559–568, 2017.
- 21) Yoshimoto, H., Sato, S., Masuda, T., et al.: Spinopelvic alignment in patients with osteoarthrosis of the hip: A radiographic comparison to patients with low back pain. *Spine*

- (Phila. Pa. 1976). 30: 1650–1657, 2005.
- 22) Madokoro, S., Miaki, H. & Yamazaki, T.: The effect of the abdominal drawing-in manoeuvre during forward steps. *J. Phys. Ther. Sci.* 26: 889–893, 2014.
  - 23) Tsang, S. M. H., Lam, A. H. M., Ng, M. H. L., et al.: Abdominal muscle recruitment and its effect on the activity level of the hip and posterior thigh muscles during therapeutic exercises of the hip joint. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 42: 10–19, 2018.
  - 24) Harput, G., Calık, M., Erdem, M. M., et al.: The effects of enhanced abdominal activation on quadriceps muscle activity levels during selected unilateral lower extremity exercises. *Hum. Mov. Sci.* 70: 2020.
  - 25) Hodges, P. W. & Richardson, C. A.: Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys. Ther.* 77: 132–144, 1997.
  - 26) Hodges, P. W.: Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man. Ther.* 4: 74–86, 1999.
  - 27) Hu, H., Meijer, O. G., van Dieën, J. H., et al.: Muscle activity during the active straight leg raise (ASLR), and the effects of a pelvic belt on the ASLR and on treadmill walking. *J. Biomech.* 43: 532–539, 2010.
  - 28) 堀弘明, 堀享一, 由利真, 他.: 腹横筋厚変化率および骨盤傾斜角・股関節形態からみた変形性股関節症患者の特徴. *理学療法学* 43: 213–221, 2016.
  - 29) Potter, J. M., Evans, A. L. & Duncan, G.: Gait speed and activities of daily living function in geriatric patients. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 76: 997–999, 1995.
  - 30) Vermeulen, J., Neyens, J. C., Van Rossum, E., et al.: Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: A systematic review. *BMC Geriatr.* 11: 11–33, 2011.
  - 31) Wang, D. X. M., Yao, J., Zirek, Y., et al.: Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. *J. Cachexia. Sarcopenia Muscle* 11: 3–25, 2020.
  - 32) Tateuchi, H., Akiyama, H., Goto, K., et al.: Gait- and Posture-Related Factors Associated With Changes in Hip Pain and Physical Function in Patients With Secondary Hip Osteoarthritis: A

- Prospective Cohort Study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 100: 2053–2062, 2019.
- 33) Reininga, I. H. F., Stevens, M., Wagenmakers, R., et al.: Subjects with hip osteoarthritis show distinctive patterns of trunk movements during gait—a body-fixed-sensor based analysis. *J. Neuroeng. Rehabil.* 9: 3, 2012.
- 34) Mendiola-Goitia, L., Rodríguez, M. Á., Crespo, I., et al.: Kinematic Gait Analysis After Primary Total Hip Replacement: A Systematic Review: Gait After Total Hip Replacement: A Systematic Review. *Indian J. Orthop.* 54: 767–775, 2020.
- 35) Constantinou, M., Barrett, R., Brown, M., et al.: Spatial-temporal gait characteristics in individuals with hip osteoarthritis: A systematic literature review and meta-analysis. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 44: 291–303, 2014.
- 36) 塚越墨, 建内宏重, 福元喜啓, 他.: 片側性末期変形性股関節症患者の最大歩行速度に影響を及ぼす因子. *理学療法学* 36: 363–369, 2009.
- 37) Saunders, S. W., Rath, D. & Hodges, P. W.: Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion. *Gait Posture* 20: 280–290, 2004.
- 38) Hu, H., Meijer, O. G., Hodges, P. W., et al.: Control of the lateral abdominal muscles during walking. *Hum. Mov. Sci.* 31: 880–896, 2012.
- 39) Saunders, S. W., Schache, A., Rath, D., et al.: Changes in three dimensional lumbo-pelvic kinematics and trunk muscle activity with speed and mode of locomotion. *Clin. Biomech.* 20: 784–793, 2005.
- 40) Bahl, J. S., Nelson, M. J., Taylor, M., et al.: Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr. Cartil.* 26: 847–863, 2018.
- 41) Koutras, C., Antoniou, S. A., Talias, M. A., et al.: Impact of Total Hip Resurfacing Arthroplasty on Health-Related Quality of Life Measures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Arthroplasty* 30: 1938–1952, 2015.
- 42) Fukumoto, Y., Ikezoe, T., Tateuchi, H., et al.: Muscle Mass and Composition of the Hip, Thigh and Abdominal Muscles in Women With and Without Hip Osteoarthritis. *Ultrasound Med. Biol.* 38: 1540–1545, 2012.

- 43) Jingushi, S., Ohfuji, S., Sofue, M., et al.: Osteoarthritis hip joints in Japan: Involvement of acetabular dysplasia. *J. Orthop. Sci.* 16: 156–164, 2011.
- 44) Takatori, Y., Ito, K., Sofue, M., et al.: Analysis of interobserver reliability for radiographic staging of coxarthrosis and indexes of acetabular dysplasia: A preliminary study. *J. Orthop. Sci.* 15: 14–19, 2010.
- 45) Himes, M. E., Selkow, N. M., Gore, M. A., et al.: Transversus abdominis activation during a side-bridge exercise progression is similar in people with recurrent low back pain and healthy controls. *J Strength Cond Res* 26: 3106–3112, 2012.
- 46) Selkow, N. M., Eck, M. R. & Rivas, S.: transversus abdominis activation and timing improves following core stability training: a randomized trial. *Int. J. Sports Phys. Ther.* 12: 1048–1056, 2017.
- 47) Kim, B. J. & Lee, S. K.: Effects of three spinal stabilization techniques on activation and thickness of abdominal muscle. *J. Exerc. Rehabil.* 13: 206–209, 2017.
- 48) Teyhen, D. S., Rieger, J. L., Westrick, R. B., et al.: Changes in deep abdominal muscle thickness during common trunk-strengthening exercises using ultrasound imaging. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 38: 596–605, 2008.
- 49) Saliba, S. A., Croy, T., Guthrie, R., et al.: Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. *North Am. J. Sport. Phys. Ther.* 5: 63–73, 2010.
- 50) Teyhen, D. S., Miltenberger, C. E., Deiters, H. M., et al.: The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 35: 346–355, 2005.
- 51) Chiono, J., Bernard, N., Bringuier, S., et al.: The ultrasound-guided transversus abdominis plane block for anterior iliac crest bone graft postoperative pain relief: A prospective descriptive study. *Reg. Anesth. Pain Med.* 35: 520–524, 2010.
- 52) Mannion, A. F., Pulkovski, N., Toma, V., et al.: Abdominal muscle size and symmetry at rest and during abdominal hollowing exercises in healthy control subjects. *J. Anat.* 213: 173–182, 2008.

- 53) Gaudreault, N., Benoît-Piau, J., van Wingerden, J. P., et al.: An investigation of the association between transversus abdominis myofascial structure and activation with age in healthy adults using ultrasound imaging. *Int. J. Sports Phys. Ther.* 16: 1093–1103, 2021.
- 54) Karcioğlu, O., Topacoglu, H., Dikme, O., et al.: A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *Am. J. Emerg. Med.* 36: 707–714, 2018.
- 55) Williamson, A. & Hoggart, B.: Pain: A review of three commonly used pain rating scales. *J. Clin. Nurs.* 14: 798–804, 2005.
- 56) Ieiri, A., Tushima, E., Ishida, K., et al.: Reliability of measurements of hip abduction strength obtained with a hand-held dynamometer. *Physiother. Theory Pract.* 31: 146–152, 2015.
- 57) Pua, Y. H., Wrigley, T. W., Cowan, S. M., et al.: Intrarater Test-Retest Reliability of Hip Range of Motion and Hip Muscle Strength Measurements in Persons With Hip Osteoarthritis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 89: 1146–1154, 2008.
- 58) Martins, J., Da Silva, J. R., Da Silva, M. R. B., et al.: Reliability and validity of the belt-stabilized handheld dynamometer in hip-and knee-strength tests. *J. Athl. Train.* 52: 809–819, 2017.
- 59) Hirano, M., Katoh, M., Gomi, M., et al.: Validity and reliability of isometric knee extension muscle strength measurements using a belt-stabilized hand-held dynamometer: a comparison with the measurement using an isokinetic dynamometer in a sitting posture. *J. Phys. Ther. Sci.* 32: 120–124, 2020.
- 60) Toonstra, J. & Mattacola, C. G.: Test-retest reliability and validity of isometric knee-flexion and -extension measurement using 3 methods of assessing muscle strength. *J. Sport Rehabil.* 22: 1–5, 2013.
- 61) Ng, S. S. M., Ng, P. C. M., Lee, C. Y. W., et al.: Assessing the walking speed of older adults: The influence of walkway length. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 92: 776–780, 2013.
- 62) Jung, G. S., Chang, M. C., Seo, S. W., et al.: Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation applied to optimal points on the lower abdomen and lumbar paraspinal region changes gait parameters in patients with lumbar degenerative kyphosis. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 31: 267–274, 2018.

- 63) Crowe, J. F., Mani, V. J. & S, C. R.: Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J. bone Jt. surgery.* 61: 15–23, 1979.
- 64) Clavé, A., Tristan, L., Desseaux, A., et al.: Influence of experience on intra- and inter-observer reproducibility of the Crowe, Hartofilakidis and modified Cochin classifications. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 102: 155–159, 2016.
- 65) Homma, D., Minato, I., Imai, N., et al.: Three-dimensional evaluation of abnormal gait in patients with hip osteoarthritis. *Acta Med Okayama* 74: 391–399, 2020.
- 66) Jr, J. Z., Pozzi, F., Abujaber, S., et al.: Relationship between physical impairments and movement patterns during gait in patients with end-stage hip osteoarthritis. *J. Orthop. Res.* 33: 382–389, 2015.
- 67) Winter, D. A.: Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 3: 193–214, 1995.
- 68) Rutherford, D. J. & Hubble-Kozey, C.: Explaining the hip adduction moment variability during gait: Implications for hip abductor strengthening. *Clin. Biomech.* 24: 267–273, 2009.
- 69) Salbach, N. M., Brien, K. K., Brooks, D., et al.: Reference values for standardized tests of walking speed and distance: A systematic review. *Gait Posture* 41: 341–360, 2015.
- 70) Abdul Jabbar, K., Seah, W. T., Lau, L. K., et al.: Fast gait spatiotemporal parameters in adults and association with muscle strength – The Yishun study. *Gait Posture* 85: 217–223, 2021.

## **Abstract**

### **Association between transversus abdominis activity and physical function in patients with osteoarthritis of the hip**

Hideki Suzuki

Rehabilitation Center, Fukushima Medical University Hospital

### **Association between transversus abdominis activity and physical function after total hip arthroplasty for osteoarthritis of the hip**

**Objective:** We investigated whether transversus abdominis activity in patients with hip osteoarthritis (hip OA) changed after total hip arthroplasty (THA). We also investigated the association between post-THA transversus abdominis activity and physical function.

**Methods:** The study subjects, all female, included 24 healthy volunteers and 14 patients diagnosed with hip OA and admitted for unilateral primary THA. We compared the transversus abdominis contraction ratio of the healthy volunteers and the patients with hip OA before and after THA. We investigated the correlation between the transversus abdominis contraction ratio and multiple measures of physical function.

**Results:** The transversus abdominis contraction ratio was significantly lower in patients with hip OA both pre and post-THA than in healthy volunteers. However, there was no significant difference between the pre and post-THA values. The post-THA transversus abdominis contraction ratio was significantly correlated with hip abductor strength on the operated side, knee extension strength on the non-operated side, and maximum walking speed.

**Conclusions:** In patients with hip OA, the activity of the transversus abdominis decreased after THA,

and this decline in transversus abdominis activity was associated with reduced leg muscle strength and walking speed. We recommend assessing and treating the transversus abdominis to improve physical function.

### **Effect of transversus abdominis on walking speed in patients with osteoarthritis of the hip**

**Objective:** The purpose of this study is to investigate the effect of transversus abdominis on walking speed in patients with hip OA.

**Methods:** Forty-nine female patients with hip OA who were admitted to the hospital for primary THA on one side were included in the study. The measures were maximum walking speed, walking pain, muscle strength (hip abductor strength and knee extension strength), and transversus abdominis contraction ratio. Multiple regression analysis (stepwise method) was applied to identify factors affecting maximum walking speed as the dependent variable, and walking pain, hip abductor strength, knee extension strength, transversus abdominis contraction ratio, age, JOA stage on the healthy side, leg length discrepancy, and walking style as independent variables.

**Results:** Analysis of variance was significant ( $p < 0.01$ ), and hip abductor strength on the healthy side, walking style, age, and transversus abdominis contraction ratio were selected ( $R^2 = 0.452$ ).

**Conclusions:** Assessment of walking speed in patients with hip OA also requires an understanding of the function of the transversus abdominis.