

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 10日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010年度～2012年度

課題番号：22591336

研究課題名（和文） 人工股関節術後に生じる骨盤側骨萎縮に対するCTを用いた研究

研究課題名（英文） Pelvic bone atrophy after total hip arthroplasty evaluated by computed tomography

研究代表者

江川 洋史 (EGAWA HIROSHI)

徳島大学・病院・講師

研究者番号：20359912

研究成果の概要（和文）：

人工股関節全置換術後の骨盤側インプラントに隣接する骨盤骨密度の継時的な変化を定量的CT法により評価した。カップ周囲の海綿骨密度は術後1年で大きく(10～36%)減少し、その後の1年では緩やかに減少した。一方、皮質骨密度の低下は僅かであった。そして、骨密度減少の程度はカップから離れるほど少なかった。さらに、最終経過観察時にオステオライシスやカップのゆるみを認めた症例はなかった。手術後の荷重応力伝達パターンの変化により骨盤海綿骨の著しい萎縮を生じるが、一方で皮質骨は変化を受けにくいことがわかった。

研究成果の概要（英文）：

Pelvic bone adaptation around the acetabular component (cup) after cementless total hip arthroplasty was evaluated using quantitative computed tomography technique. Acetabular cancellous bone around the cup decreased as much as -36% at one year after operation. On the other hand, the decrease was moderate between one-year and two-year evaluation. In contrast, there was tiny bone density change in the cortical bone. We observed neither osteolytic lesion nor loosening of the cup at two years after operation. The changes of load transfer pattern may affect the remodeling of pelvic bone around the cup after total hip arthroplasty.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：X線・CT

1. 研究開始当初の背景

セメントレス人工股関節全置換術は末期

変形性股関節症に対する優れた治療方法であり、わが国でも毎年5万人以上に適用され年々増加している。本手術では骨と剛性の全く異なる金属製インプラントを体内に設置するため、ホスト側の骨である骨盤及び大腿骨には種々の適応・骨リモデリングが起こる。すなわち、荷重が集中する部位の骨量は維持されるが、荷重から遮蔽された部位では廃用により骨萎縮が生じる。この骨萎縮は人工関節と骨の結合を弱めて人工関節の弛みにつながる危険性があり、その詳細を明らかにすることはセメントレス人工股関節長期生存のための重要研究課題と考えられる。

最もよく知られている術後の骨萎縮現象は、大腿骨コンポーネントに隣接した大腿骨に生じる、いわゆるストレスシールドと呼ばれる廃用性骨萎縮である。これまで、皮質骨が主体で円筒形のシンプルな形態を持つ大腿骨側の手術後骨萎縮の研究は、単純X線やDEXA法により信頼できる骨密度データが容易に得られるため数多く行われてきた。申請者も人工股関節置換術後患者の新鮮遺体を用いて大腿骨側の骨萎縮に関する研究を行い、遠位固定型ステムでは大腿骨近位部で強い骨萎縮が生じることをDEXA法で示した。しかし、著明な骨萎縮の存在下でも大腿骨側コンポーネントの固定性は強固であり、長期にわたる臨床成績は極めて良好であるため、実際の臨床場ではこの骨萎縮現象はある程度許容されているのが現状である。

一方、大腿骨側とは対照的に、骨盤カップ側はインプラント周囲の骨溶解現象であるオステオライシス、脆弱性骨折など、術後に生じる骨萎縮に起因すると考えられる種々の問題を抱えており、人工股関節置換術の長期生存の鍵を握っていると考えられる。しかしながら、骨盤の三次元的に複雑な形態と海綿骨及び皮質が混在する不均一な組成のために、正確な骨盤側の骨萎縮の評価が従来の方法では困難であり、術後のカップ周辺の骨萎縮に関する研究は大腿骨側に比べて遅れてきた。人工股関節の長期成績を左右するのは主として骨盤側カップの長期固定性であるにもかかわらず、このカップを実際に支持している骨盤骨の萎縮現象については未だに正確かつ十分な評価がされていないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、Computed tomography (CT) を用いた新しいアプローチにより、人工股関節置換術後の骨盤側の骨密度の変化を評価し、術後骨盤骨萎縮の詳細を明らかにすることである。

3. 研究の方法

セメントレス人工股関節術後のカップ側の骨萎縮現象を解明するために、当院でセメントレス人工股関節置換術を施行した患者の骨盤CTデータを解析した。骨盤部CT撮影の時期は手術後3週間、手術後1年、そして手術後2年の定期検診時に行った。CT値のキャリブレーションのために、5本のアパタイト円柱を有する骨密度測定用ファントムを患者の背側に設置しCT撮影範囲に含めた。アーチファクト低減アルゴリズムでCTを撮像し、定量的CT法を用いてカップ周辺の骨盤骨密度の経時的変化を調べた。

撮像されたCTデータはAnalyze software (AnalyzeDirect Inc.)を使用して解析を行った。骨密度の計測に先立ち、まず撮像イメージの再オリエンテーションを行った。初回のCTと2回目、3回目のCT撮影時の骨盤の位置・方向・捻じれは同一ではないため、経時的に同一部位での骨密度の正確な比較を行うためには、比較するそれぞれのCT像を3次的に完全に一致させることが必須であるが、これまでの研究ではこの操作は行われていない。2回目、3回目のイメージを再オリエンテーションし、初回イメージと完全に一致させて再保存した。

そして、アーチファクト混入による異常なCT値の混入の可能性を排除するために、カップ固定のためにスクリューを要した症例は対象から除外し、また骨ファントムによるキャリブレーションは全てのスライスで個別に行った。計測部位はカップ直上頭側2mmと10mmの部位とした。CT値の最低及び最高閾値を調節することにより骨皮質と海綿骨を分離し、それぞれの領域のCT値を計測した。そして、骨ファントムのCT値と既知の骨密度より得られた回帰式を用いて、CT値を骨塩量に変換した。ここで得られた骨密度の手術直後の骨密度に対する割合を算出し、骨密度の経時的な変化を観察した。さらに、術後2年のCT解析時には、カップ周辺の骨盤オステオライシスの発生の有無についても検討した。

4. 研究成果

カップの固定にスクリューを要さず、2年間のフォローアップが可能であった21股関節の解析を行った。術後1年時のカップ直上(2mm)の骨盤海綿骨密度は術直後骨密度の平均75.4%と著明に減少していたが、術後1年以降~2年時の間の海綿骨密度の減少は平均2.4%と緩やかになっていた。また、カップ近位10mmの離れた部位では、海綿骨密度の低下はカップ直上のそれよりも明らかに少なく、術後1年では術直後の

海綿骨密度の平均 83.8%であった。この部位でも術後 1 年以降～2 年間の海綿骨密度の減少は少なく、術直後の海綿骨密度に対して平均 1.6%の減少にとどまっていた。

一方、皮質骨密度の変化に着目してみると、海綿骨密度の変化と比較して有意に少なく、カップ直上 (2 mm) レベルにおいて術後 1 年時には術直後の皮質骨密度の平均 93.8%、2 年時には平均 96.0%であった。また、カップ近位 10 mm の離れた部位では、海綿骨の場合と同様にその減少は少なく、術後 1 年では術直後の平均 95.1%、2 年では術直後の平均 98.1%であった。そして、最終経過観察時、オステオライシスやカップのゆるみを認めた症例はなく、臨床的には全例で良好な経過が確認された。

カップの初期固定力を骨盤 (寛骨臼) の辺縁皮質骨との嵌合により得るセメントレス人工股関節置換術では、手術後の骨盤への荷重応力伝達パターンが術前と大きく変化する。すなわち、元来寛骨臼全体で荷重を支え、皮質骨のみならず軟骨下骨を介して骨盤海綿骨に伝播されていた応力の多くが、カップを介して皮質骨に伝わり骨盤に伝播されるため、骨盤海綿骨は荷重応力から遮蔽される。そのために、海綿骨と皮質骨の術後リモデリングに差が生じると考えられた。また骨密度低下の程度はカップから離れるほど少ないことも明らかとなった。CT を用いた骨盤骨密度の測定に、骨盤の再オリエンテーションと海綿骨及び皮質骨の分離測定を併せた方法による解析により、今後さらに新規インプラントや新しい手術方法の有効性の検証を続けたい。

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 4 件)

- ① Inui A, Nakano S, Yoshioka S, Goto T, Hamada D, Egawa H, Yasui N: Subchondral cysts in displstic osteoarthritic hips communicate with the joint space. Analysis using three-dimensional CT. Eur J Orthop surg traumatol, 27:2012, DOI 10.1007, 査読有
- ② Kawasaki Y, Egawa H, Hamada D, Takao S, Nakano S, Yasi N: Location of intrapelvic vessels around the acetabulum assessed by three dimensional computed tomographic angiography: prevention of vascular related complications in total hip arthroplasty. J Orthop Sci, 17: 397-406, 2012, 査読有

- ③ Nakao S, Takata S, Uemura H, Nakano S, Egawa H, Kawasaki Y, Kashiwara S, Yasui N: Early ambulation after total knee arthroplasty prevents patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis from developing postoperative higher levels of D-dimer. J Med Invest, 57: 146-151, 2010, 査読有
- ④ Egawa H, Ho H, Huynh C, Hopper RH Jr, Engh CA Jr, Engh CA: A three dimensional method for evaluating changes in acetabular osteolytic lesions in response to the treatment. Clin Orthop Relat Res, 468: 480-490, 2010, 査読有

[学会発表] (計 8 件)

- ① Egawa H, Takasago T, Goto T, Yukata K, Yasui N: Long-term follow up of hip arthrodesis in young adults. The 25th ISTA, Hilton Hotel (Sydney, Australia), October 3-6, 2012
- ② Tamaki Y, Goto T, Hamada D, Yukata K, Takasago T, Nishisho T, Egawa H, Yasui N: Unusual huge femoral osteolysis secondary to loosening of cemented roughened long stem. The 25th ISTA, Hilton Hotel (Sydney, Australia), October 3-6, 2012
- ③ Takasago T, Goto T, Yukata K, Egawa H, Yasui N: The accuracy of cup placement using CT based navigation system for revision total hip arthroplasty. The 25th ISTA, Hilton Hotel (Sydney, Australia), October 3-6, 2012
- ④ Goto T, Tamaki Y, Takasago T, Yukata K, Hamada D, Egawa H, Yasui N: Computed tomography analysis of herniation pits in the general population in Japan: association with morphological indicators of femoroacetabular impingement. The 25th ISTA, Hilton Hotel (Sydney, Australia), October 3-6, 2012
- ⑤ Egawa H, Goto T, Hamada D, Yasui N: Accuracy of the three dimensional planning for the uncemented tapered wedge femoral stem. The 24th ISTA, Concert Building (Brugge, Belgium),

September 20-23, 2011

- ⑥ Egawa H, Goto T, Hamada D, Yasui N:
Accuracy of CT based navigation system
for acetabular component placement in
cementless total hip arthroplasty. The
23rd ISTA, Intercontinental Hotel
(Dubai, UAE), October 6-9, 2010
- ⑦ Hamada D, Egawa H, Kawasaki Y, Yasui N:
Navigation-Assisted total knee
arthroplasty in patient with extra
articular valgus deformity of the
femur. The 23rd ISTA, Intercontinental
Hotel (Dubai, UAE), October 6-9, 2010
- ⑧ Kawasaki Y, Hamada D, Egawa H, Yasui N:
Visualization of the pelvic vascular
structures through the pelvis using 3D
CT angiography. The 77th AAOS, New
Orleans Ernest N. Morial Convention
Center (New Orleans, USA), March 10-13,
2010

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江川 洋史 (EGAWA HIROSHI)
徳島大学・病院・講師
研究者番号：20359912

(2) 研究分担者

油形 公則 (YUKATA KIMINORI)
徳島大学・病院・助教
研究者番号：40564430

川崎 賀照 (KAWASAKI YOSHITERU)
徳島大学・病院・助教
研究者番号：00403733

浜田 大輔 (HAMADA DAISUKE)
徳島大学・大学院ヘルスバイオサイエンス
研究部・助教
研究者番号：90380097