

令和 3 年 6 月 29 日現在

機関番号：22701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09073

研究課題名(和文) 股関節鏡視下手術におけるコンピュータ支援手術の開発と臨床応用

研究課題名(英文) Clinical application of computer assisted technology for hip arthroscopic surgery

研究代表者

小林 直実 (Kobayashi, Naomi)

横浜市立大学・附属市民総合医療センター・准教授

研究者番号：20453045

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：股関節鏡視下手術は特に大腿骨寛骨臼インピンジメント(FAI)に対する有効性が広く認められ、近年本邦においても広く行われている。本研究ではFAIに対するコンピュータナビゲーション支援股関節鏡手術の安全性と精度検証を行った。臨床成績としていずれのスコアの術前に比べ有意な改善を認め、明らかな有害事象は認めなかった。全体での切除精度として、91.4%において誤差3mm以内の正確性を実現していた。最大過剰切除は6.3mm、最大切除不足は-8.9mmであった。全体として過剰切除よりも切除不足が多い傾向にあった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は世界で初めて、FAIに対するコンピュータナビゲーション支援股関節鏡手術の正確性について詳細に3次元解析を用いて精度検証を行なった研究である。前向き研究であり洗練された計測手法を用いた信頼性の高い結果を提供したものと考える。今後のコンピュータナビゲーション支援股関節鏡手術の臨床応用に向けてインパクトの高い研究である。

研究成果の概要(英文)：Precise osteochondroplasty is the most important factor in hip arthroscopic surgery for cam-type femoroacetabular impingement (FAI). Although computer-assisted surgery, particularly with a navigation system, may improve the accuracy of arthroscopic osteochondroplasty, few clinical studies have assessed its accuracy. The purpose of this study was to evaluate the accuracy of arthroscopic osteochondroplasty with a computed tomography (CT)-based navigation system for cam-type FAI, especially its effect on the deviation of the actual resection from preoperative planning.

Navigation-assisted arthroscopic osteochondroplasty showed generally favorable overall accuracy. Under-resection was more frequent than over-resection on the anterior-superior side of the femur, even with the assistance of the navigation system.

研究分野：整形外科

キーワード：大腿骨寛骨臼インピンジメント 股関節鏡視下手術 コンピュータ支援手術 ナビゲーション手術

1. 研究開始当初の背景

股関節鏡視下手術は特に大腿骨寛骨臼インピンジメント (FAI) に対する有効性が広く認められ、近年本邦においても広く行われている。FAI における骨軟骨形成も鏡視下で行われるが、適切な骨軟骨切除は技術的難易度が高く、コンピュータ支援技術による補助が期待され、その臨床応用が待たれていた。特に術前計画と実際の手術による骨軟骨形成を比較した報告、特に過剰切除、切除不足に注目した研究は認めなかった。

2. 研究の目的

Cam-type FAI に対する鏡視下骨軟骨形成術を行う際、股関節鏡の限られた視野で適切な骨切除を行うことは時に困難を伴う。この問題に対し、われわれはすでに CT based navigation を併用し安全かつ十分な cam 病変の切除を行う術式について報告している (Kobayashi et al., Arthrosc Tech. 2018)。しかし、鏡視下の操作は自由度が少なく、navigation 支援下においても正確な骨切除が困難な箇所も存在すると考えられる。本研究の目的は、navigation を併用した鏡視下骨軟骨形成術の精度を評価することである。術後 CT 画像を用いた 3 次元画像解析を行い、骨切除の誤差やその方向、および位置を明らかにすることを目指した。

3. 研究の方法

対象は当施設で navigation 併用鏡視下骨軟骨形成術を行った 20 例について検討

した。臨床成績として術後 mHHS、non arthritic hip score を術後 2 年時に評価した。また有害事象について調査した。精度検証として、患側大腿骨頸部軸に垂直な平面で CT 再構成画像を作成し、近位から遠位にむけて作成された 4 枚の再構成画像上で計測を行った。再構成画像を頸部軸が通る点を基準点とし、CT 画像上の骨表面と navigation ガイド用 STL モデルの輪郭の差を計測した。切削不足 (under resection: UR) は正、過剰切削(over resection: OR)は負の距離とした。計測は Cloudcompare software (ver. 10.2.3, France)を用い、統計解析は R version 3.5.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)により Wilcoxon signed-rank tests および Kruskal–Wallis rank sum tests、Fisher’s exact tests を用いた。

4 . 研究成果

臨床成績としていずれのスコアの術前に比べ有意な改善を認め、明らかな有害事象は認めなかった。全体での切除精度として、91.4%において誤差 3mm 以内の正確性を実現していた。切削部位はほぼ全て、頸部前方 12 時～6 時の範囲に含まれていた。骨頭中心から最遠位に設定した平面において、UR の頻度が OR の約 5 倍であった。その他の平面では、OR と UR の頻度はほぼ同一であった。3mm 以上の OR は 2 時から 3 時方向で多い傾向があった(図 1)。最大過剰切除は 6.3mm、最大切除不足は-8.9mm であった。全症例、全ての領域でアルファ角は 55 度以下を達成していた(図 2)。全体として過剰切除よりも切除不足が多い傾向にあった。

Navigation を併用した術式であっても、頸部遠位側では、計画に対して切削不

足になりやすいことが示唆された。

図 1 各領域別の過剰切除、切除不足数

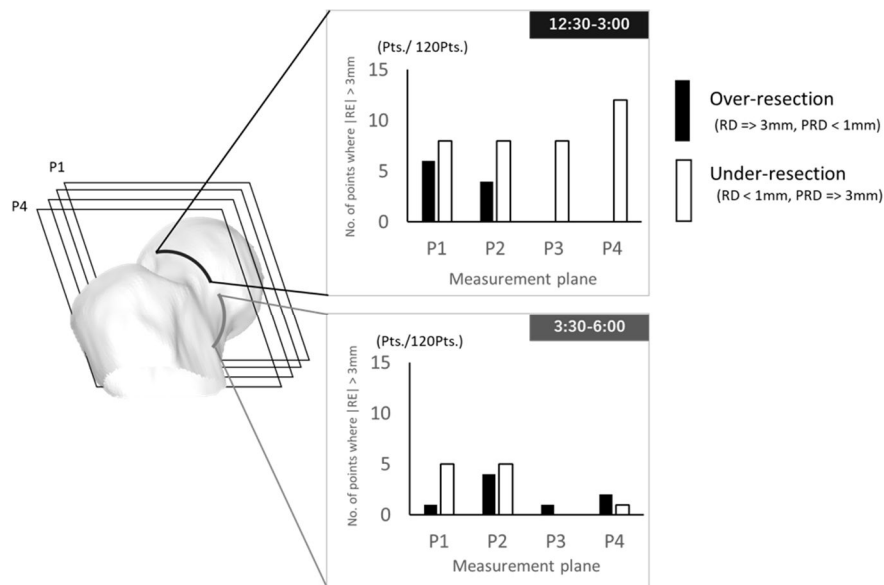
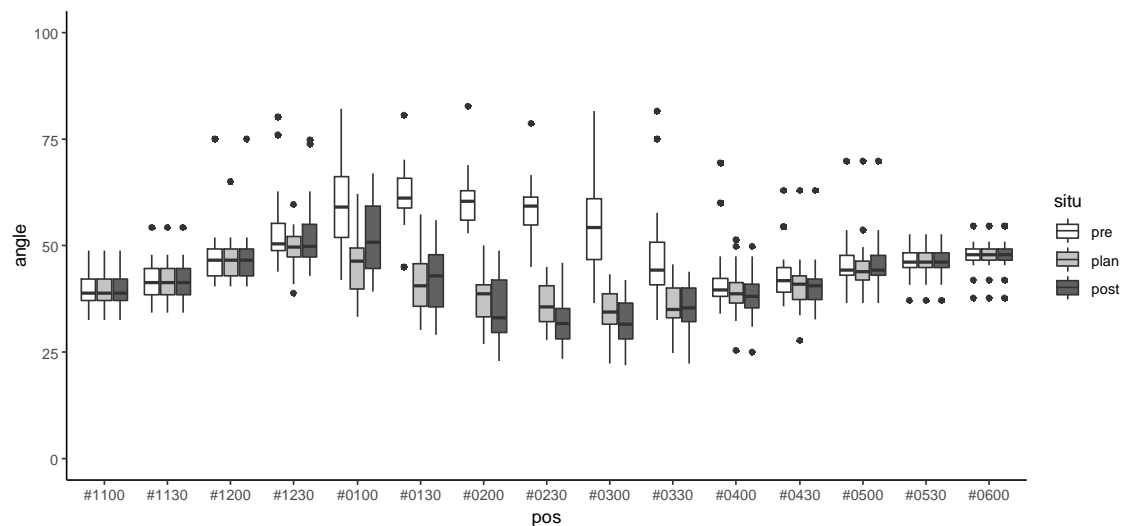


図 2 各断面における平均アルファ角



まとめとして、FAI に対する navigation を併用した鏡視下骨軟骨形成術の安全性は高く術後 2 年の臨床成績は良好であった。その精度は概ね良好であったが、全体の 8.6% で誤差 3 mm 以上の領域を認め、過剰切除よりも切除不足が多い傾向にあっ

た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Oishi Takayuki, Kobayashi Naomi, Choe Hyonmin, Tezuka Taro, Kobayashi Daigo, Higashihira Shota, Inaba Yutaka	4. 巻 27
2. 論文標題 Posterior acetabular uptake on 18F-fluoride positron emission tomography/computed tomography reveals a putative contrecoup region in patients with femoroacetabular impingement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Orthopaedic Surgery	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/2309499019868929	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Higashihira Shota, Kobayashi Naomi, Oishi Takayuki, Choe Hyonmin, Ike Hiroyuki, Tezuka Taro, Inaba Yutaka	4. 巻 35
2. 論文標題 Comparison Between 3-Dimensional Multiple-Echo Recombined Gradient Echo Magnetic Resonance Imaging and Arthroscopic Findings for the Evaluation of Acetabular Labrum Tear	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery	6. 最初と最後の頁 2857 ~ 2865
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.arthro.2019.05.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 大石 隆幸、小林直実、小林 大悟、東平 翔太、稲葉 裕	4. 巻 44(3)
2. 論文標題 FAI症例における18F-fluoride PET/CTによる寛骨臼後方集積(contre-coup region)の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 631-635
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi N, Inaba Y, Kubota S, Higashihara S, Choe H, Ike H, Kobayashi D, Saito	4. 巻 7(4)
2. 論文標題 Computer-assisted hip arthroscopic surgery for femoroacetabular impingement.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Arthrosc Tech	6. 最初と最後の頁 e397-e403
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eats.2017.10.013.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Oishi T, Kobayashi N, Inaba Y, Choe H, Tezuka T, Kubota S, Kobayashi D, Saito T	4. 巻 34(4)
2. 論文標題 The Relationship Between the Location of Uptake on Positron Emission Tomography/Computed Tomography and the Impingement Point by Computer Simulation in Femoroacetabular Impingement Syndrome With Cam Morphology.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Arthroscopy	6. 最初と最後の頁 1253-1261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.arthro.2017.10.055.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oba M, Kobayashi N, Inaba Y, Choe H, Ike H, Kubota S, Saito T	4. 巻 34(8)
2. 論文標題 Mechanical Strength of the Proximal Femur After Arthroscopic Osteochondroplasty for Femoroacetabular Impingement: Finite Element Analysis and 3-Dimensional Image Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Arthroscopy	6. 最初と最後の頁 2377-2386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.arthro.2018.03.036	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 東平翔太, 小林直実, 北山陽菜, 雪澤洋平, 大石隆幸, 崔 賢民, 手塚太郎, 大庭真俊, 森田 彰, 稲葉 裕
2. 発表標題 骨盤アライメントの影響を考慮したインピンジメントシミュレーション ~CAM切除術前後のCT画像による検討~
3. 学会等名 第15回日本股関節鏡研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 雪澤洋平, 小林直実, 大石隆幸, 高川 修, 辻 雅樹, 東 親吾, 白井健人, 名取修平, 稲葉 裕
2. 発表標題 50歳以上の患者における股関節鏡手術の術後臨床成績
3. 学会等名 第15回日本股関節鏡研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 雪澤洋平, 小林直実, 大石隆幸, 高川 修, 辻 雅樹, 東 親吾, 臼井健人, 名取修平, 稲葉 裕
2. 発表標題 60歳以上の患者における股関節鏡手術の術後臨床成績
3. 学会等名 第46回日本股関節学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kobayashi N, Sumi K, Higashihira S, Choe H, Ike H, Tezuka T, Oishi T, Morita A, Inaba Y
2. 発表標題 Correlations between radiographic alpha angle, radial alpha angle, and signal intensity of subchondral bone on 3-dimensional magnetic resonance imaging for the evaluation of cam morphology
3. 学会等名 ISAKOS Congress 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shota Higashihira; Naomi Kobayashi; Kosuke Sumi; Hyonmin Choe; Taro Tezuka; Masatoshi Oba; Akira Morita; Koki Abe; Yutaka Inaba
2. 発表標題 Comparison Of Range Of Motion Between Femoroacetabular Impingement And Borderline Developmental Dysplasia Of The Hip Using 3D Dynamic Simulation In Virtual Acetabular Labrum Model
3. 学会等名 The 2020 Annual Meeting of Orthopaedic Research Society
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Haruna Kitayama; Naomi Kobayashi; Shota Higashihira; Yohei Yukizawa; Takayuki Oishi; Hyonmin Choe; Hiroyuki Ike; Taro Tezuka; Akira Morita; Yutaka Inaba
2. 発表標題 Comparison Of The Effectiveness Of The Posterior Pelvic Tilt And Cam Resection In Femoroacetabular Impingement And Borderline Developmental Dysplasia Of The Hip; A Computer Simulation Study
3. 学会等名 The 2020 Annual Meeting of Orthopaedic Research Society
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naomi Kobayashi
2. 発表標題 The practice of computer assisted planning and navigation for hip arthroscopy.
3. 学会等名 KOSSM-JOSSM combined meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naomi Kobayashi, Shota Higashihira, Haruna Kitayama, Emi Kamono, Yohei Yukizawa, Yutaka Inaba.
2. 発表標題 How does change in pelvic tilt influence femoroacetabular impingement?
3. 学会等名 The 2nd Annual Congress of Asia Society of Hip Arthroscopy (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林直実
2. 発表標題 股関節鏡におけるコンピュータ支援手術
3. 学会等名 Hip Total Solution Seminar 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東平翔太、小林直実、崔 賢民ほか
2. 発表標題 関節唇を考慮した3次元動態シミュレーションによるFAI、Borderline DDHにおけるインピンジメントの比較
3. 学会等名 第10回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大石隆幸、小林直実、崔 賢民ほか
2. 発表標題 FAI症例における18F-fluoride PET/CTによる寛骨臼後方集積 (contre-coup lesion) の評価
3. 学会等名 第10回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林直実、稲葉 裕、崔 賢民ほか
2. 発表標題 股関節鏡手術のニューテクノロジー ～コンピュータ支援技術による術前計画と術中支援、そして術後評価～
3. 学会等名 第67回東日本整形災害外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林直実、崔 賢民、池 裕之ほか
2. 発表標題 コンピュータ支援技術による術前計画 その実際と今後の課題
3. 学会等名 第49回日本人工関節学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Kobayashi N, Higashihira S, Inaba Y	4. 発行年 2019年
2. 出版社 IntechOpen	5. 総ページ数 9
3. 書名 The practice of computer assisted planning and navigation for hip arthroscopy	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	稲葉 裕 (Inaba Yutaka) (40336574)	横浜市立大学・医学研究科・教授 (22701)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関