

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：37116

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K18014

研究課題名（和文）股関節安定性メカニズムの解明—股関節鏡視下手術の健全な普及のために—

研究課題名（英文）Investigation of the mechanism of hip joint stability for safe spreading of hip arthroscopic surgery

研究代表者

宇都宮 啓 (Utsunomiya, Hajime)

産業医科大学・医学部・助教

研究者番号：60760387

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）：本研究では、股関節の不安定性に関する関節包切開の影響と、関節包修復がその改善に及ぼす影響を調査した。いずれも新鮮凍結屍体股関節を使用し、6 degrees of freedomロボットアームを使用して解析を行った。その結果、関節包切開が股関節の安定性に重要な変化をもたらすことを明らかにした。特に、腸骨大腿靭帯を完全に損傷するような関節包切開を行うと、重大な股関節不安定性を引き起こすことが分かった。関節包修復術については、通常の縫合方法は関節包切開の状態と比較して不安定性の有意差はなかったが、特定の修復方法を用いた場合には関節包切開の状態と比較して不安定性が有意に改善することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

股関節鏡手術を行う際は、腸骨大腿靭帯を完全に損傷するような関節包切開を行うと、重大な股関節不安定性を引き起こすため、手術の際には避けることが望ましいことが示唆された。関節包切開は3cmまで、腸骨大腿靭帯を温存する形であれば重篤ではなく、この程度の関節包切開で手術を行うことが重要と考えられた。また、股関節包修復術の方法として、従来より行われてきた縫合では不安定性は改善せず、より強固な股関節包修復術である shoelace technique、double shoelace technique、Quebec city slider techniqueを用いるべきであることを証明した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the effects of capsulotomy on hip joint instability and the impact of capsular repair on its improvement. We used fresh-frozen cadaveric hip joints and conducted analyses using a 6 degrees of freedom robotic arm. The results revealed that capsulotomy brings about significant changes in hip joint stability. In particular, performing a capsulotomy that completely damages the iliofemoral ligament leads to significant hip joint instability. Regarding capsular repair techniques, while conventional suturing methods showed no significant difference in instability compared to capsulotomy alone, it was evident that certain repair methods significantly improved instability compared to capsulotomy alone.

研究分野：股関節鏡

キーワード：股関節鏡 股関節不安定性 関節包切開 腸骨大腿靭帯

1. 研究開始当初の背景

本邦における股関節鏡視下手術が正しく普及するために、A. 基礎的研究によって股関節の安定性に関する理解を深めること、B. 股関節鏡手術時の関節包切開が股関節の不安定性を惹起しているか否かを明らかにすること、C. 股関節包切開に対する処置である関節包修復術に関する基礎的・臨床的研究を行うこと、が不可であった。しかし、これらについては世界的に報告が少なく、不明な点が多かった。この不明点のために、外科医は手術適応や手術方法について判断に難渋し、予期せぬ術後の医原性股関節不安定性をしばしば招いているのが現状であった。

2. 研究の目的

バイオメカニクス研究では、股関節鏡手術時に実施する関節包切開が、股関節不安定性にどの程度寄与するかを明らかにすること。また、関節包切開による不安定性が、関節包修復によってどの程度改善するかを同定することであった。さらに、関節包修復の方法の差異が、関節鏡視下股関節形成手術の術後成績に与える影響を臨床データから解析することとした。

3. 研究の方法

・関節包切開が股関節不安定性にどの程度寄与するか

新鮮凍結屍体 16 人の 16 股関節 (片側) を使用した。8 股関節では関節包を段階的に損傷 (5mm 穴 [関節鏡を挿入するための傷であるポータルを意味する]、30mm 切 [腸骨大腿帯の部分的な切開を意味する]、50mm 切開 [腸骨大腿靭帯の完全な切離を意味する]) すると股関節不安定性がどのように増大するかを、6DoF-RA を用いて計測した。別の 8 股関節に対しては、関節包に 5mm の穴を開けて、関節包靭帯を温存したまま関節唇を切除し、股関節不安定性が増大するか否かを計測した。

・関節包切開による不安定性が関節包修復によってどの程度改善するか

上記にて関節包切開が股関節不安定性を惹起することを同定できたため、関節包修復術によって 6DoF-RA で計測された股関節不安定性が改善されるか否かを明らかにした。更に、6DoF-RA 関節包切開モデルに対し、標準的な関節包修復である単縫合と、Shoelace 縫合などの特殊な方法方法をランダムな順番で施行し、どちらがよりバイオメカニクスのに強固な安定性を得ることができるかを比較した。

・関節包切開の差異が関節鏡視下股関節形成手術の術後成績に与えるか

連続症例集積研究として、関節包を従来通りに切開した群と関節包をほとんど切開しない 2 群の臨床成績を比較検討した。臨床成績として患者立脚評価を調査し、2 群の術後成績や入院期間に差があるか否かを検討した。

4. 研究成果

・関節包切開が股関節不安定性にどの程度寄与するか

本研究では、新鮮凍結屍体股関節を使用し、6 degrees of freedom ロボットアーム（図1）を使用して解析を行った。その結果、(1)関節唇損傷を作成した股関節では、重大な関節不安定性は生じなかった。(2)5cmの関節包切開を行い、腸骨大腿靭帯を完全に損傷した股関節では、骨頭移動距離が4mmを超える重大な関節不安定性を生じた。(3)3cmの関節包切開で、関節包を一部切開し、腸骨大腿靭帯を温存した股関節では、重大な股関節不安定性は生じなかった。(4)腸骨大腿靭帯をストレッチすると、わずかな不安定性が生じた。これらの結果は、関節包切開が股関節の安定性に重要な変化をもたらすことを明らかにした。すなわち、腸骨大腿靭帯を完全に損傷するような関節包切開を行うと、重大な股関節不安定性を引き起こすため、手術の際には避けることが望ましいことが示唆された。関節包切開は3cmまで、腸骨大腿靭帯を温存する形であれば重篤ではなく、この程度の関節包切開で手術を行うことが重要と考えられた。

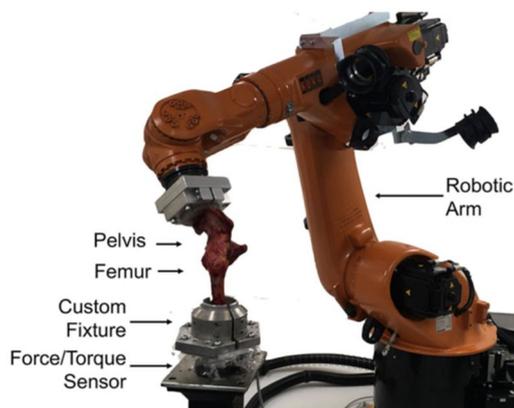


図1 6 degrees of freedom ロボットアーム

・関節包切開による不安定性が関節包修復によってどの程度改善するか

本研究には10体の献体を用いて、1) Intact, 2) 関節包切開, (図2) 3) 通常関節包修復術, 4) shoelace technique, 5) double shoelace technique, 6) Quebec city slider techniqueのそれぞれの状態で股関節可動域と大腿骨頭の移動距離を、ロボットアームを用いることにより測定した。通常関節包修復術は、関節包切開の状態と比較して有意差はなかったが、shoelace technique、double shoelace technique、Quebec city slider techniqueを用いた股関節包修復術を用いた場合には関節包切開の状態と比較して関節可動域、大腿骨頭移動距離ともに有意に改善した。(図3)つまり、股関節包修復術の方法として、従来から行われてきた縫合では不安定性は改善せず、より強固な股関節包修復術であるshoelace technique、double shoelace technique、Quebec city slider techniqueを用いるべきであることを証明した。さらに、shoelace technique、double shoelace technique、Quebec city slider techniqueを用いてもnativeの状態にまで改善することはできなかった。以上より、関節包切開は必要最小限とすることが重要であることが分かった。

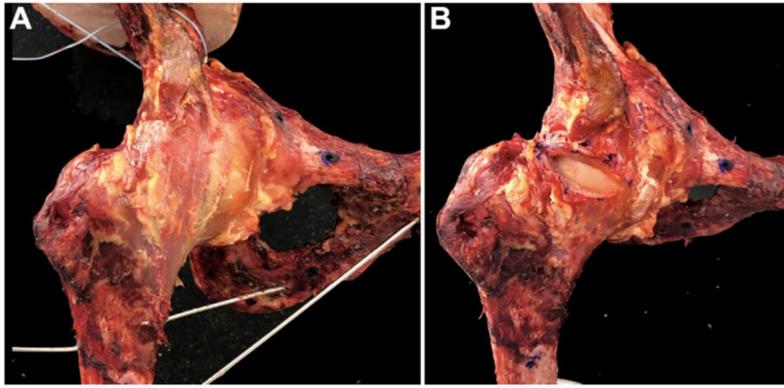
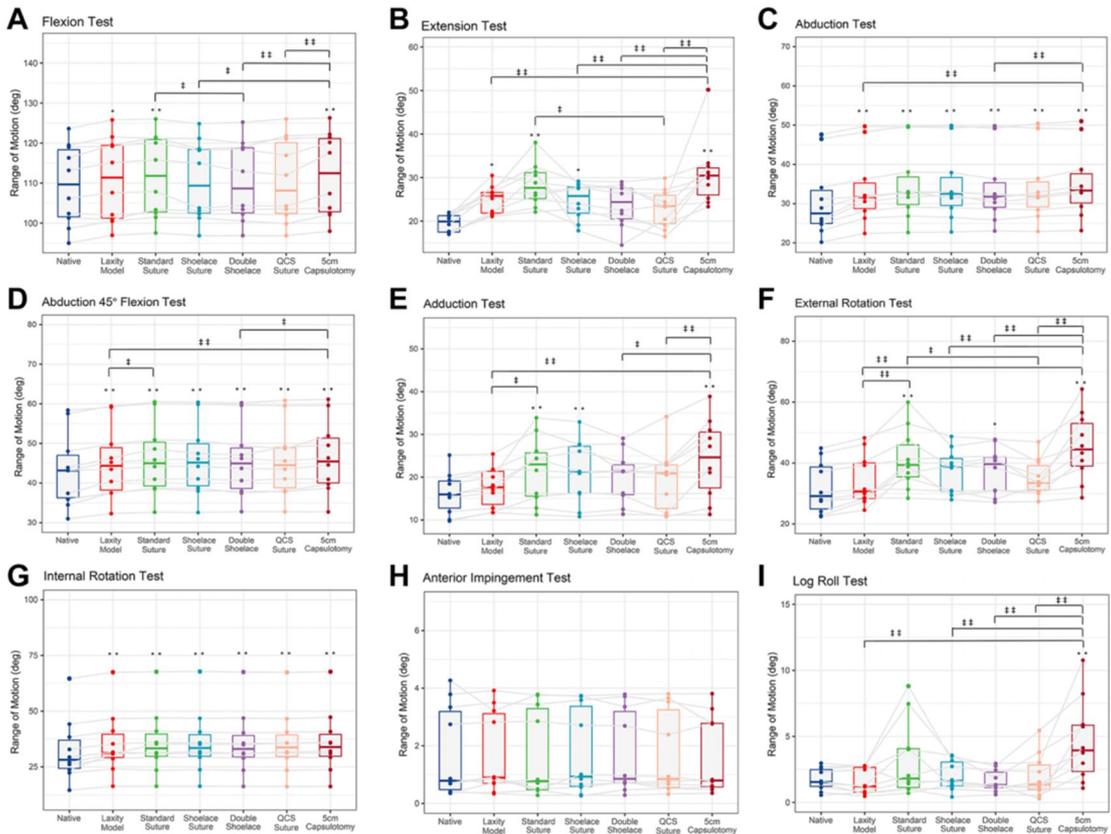


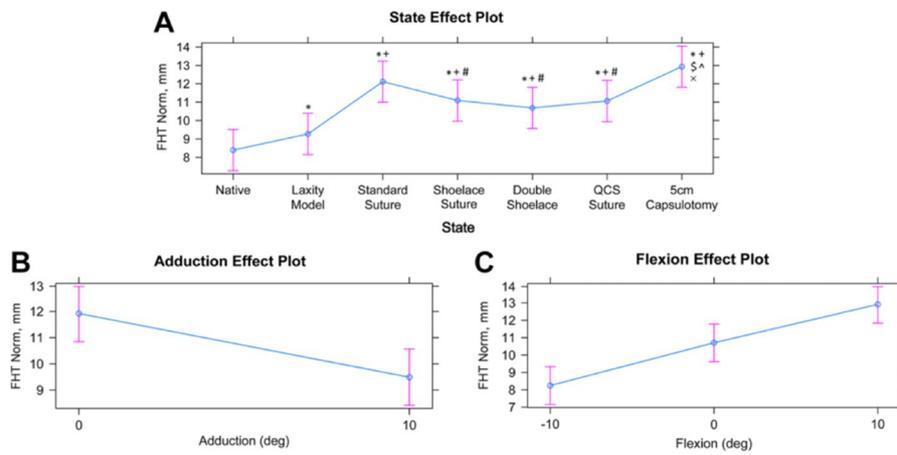
圖 2 A: Intact, B: 關節包切開

Decreases in Range of Motion and FHT Versus the 5-cm Capsulotomy State^a

Test	ROM Decrease, deg (<i>P</i> Value)			
	Standard Suture	Shoelace Suture	Double Shoelace	Quebec City Slider
Flexion	0.4 (.967)	1.7 (.012)	1.8 (.004)	1.7 (.009)
Extension	2.6 (.652)	6.3 (.003)	7.3 (<.001)	8.1 (<.001)
Abduction	0.6 (.618)	0.7 (.363)	1.3 (.009)	1.0 (.100)
Adduction	2.6 (.419)	3.1 (.207)	4.3 (.027)	4.8 (.008)
External rotation	4.1 (.247)	8.1 (.001)	7.8 (.001)	10.2 (<.001)
Internal rotation	0.1 (>.999)	0.2 (>.999)	0.4 (.980)	0.2 (.999)
Abduction at 45° of flexion	0.4 (.702)	0.6 (.341)	1.0 (.012)	0.8 (.065)
Anterior impingement	0.1 (.968)	0.1 (.854)	0.1 (.826)	0.1 (.964)
Log roll	1.4 (.187)	2.6 (.001)	3.0 (<.001)	2.6 (<.001)
Significant decreases ^b	0/9	4/9	7/9	5/9

Distraction	FHT Decrease, mm (<i>P</i> Value)			
	Standard Suture	Shoelace Suture	Double Shoelace	Quebec City Slider
Distraction	0.8 (.053)	1.8 (<.001)	2.2 (<.001)	1.9 (<.001)





Appendix Figure A1. Modeled independent effect plots for 3-factor linear mixed effects models of FHT norm in millimeters. Effect plots: (A) state, (B) adduction, and (C) flexion. Dots represent model estimates for each state when adduction and flexion effects are averaged. Error bars represent 95% CIs for the estimate. *Significant from native. +Significant from laxity. #Significant from standard. \$Significant from shoelace. ^Significant from double shoelace. *Significant from QCS. FHT, femoral head translation; QCS, Quebec City slider.

図3 それぞれの status での関節可動域、骨頭不安定性

・関節包切開の差異が関節鏡視下股関節形成手術の術後成績に与えるか

入院期間は periacetabular capsular access を行った群が有意に短く、疼痛の程度を表す VAS score も periacetabular capsular access を行った群が有意に低かった。以上の結果より、臨床成績の面からも関節包切開を必要最小限とすることが重要と考えられた。

- 18 Pts undergoing Bilateral hip AS
- 2 staged
 - First: Interportal
 - 2nd : Periportal
- Duration 4 years
- Number of pts 10 cases
- 2023 June ~August

	<u>Interportal casulotomy</u>	Periportal capsulotomy	p
Age	38.3 ± 16.8	42.3 ± 17.8	0.0068
VAS Postop 1	6.1 ± 2.8	4.2 ± 2.5	0.11
VAS Postop 3	5.1 ± 2.6	3.2 ± 1.5	0.12
VAS Postop 7	4.1 ± 1.4	1.4 ± 1.1	0.002
Duration of hospitalization	28.1 ± 8.5	24.6 ± 9.9	0.24
Surgical time	155 ± 43.2	143 ± 25.7	0.48
From Surgery to walk without canes.	54 ± 40.5	14.9 ± 10.6	0.022
Sex M/F	4/5	4/5	

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yoichi Murata, Naomasa Fukase, Alex W Brady, Brenton W Douglass, Anna R Bryniarski, Grant J Dornan, Hajime Utsunomiya, Soshi Uchida, Marc J Philippon	4. 巻 10(6)
2. 論文標題 Biomechanical Evaluation of 4 Suture Techniques for Hip Capsular Closure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Orthopaedic Journal of Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/23259671221089946.	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

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Yoichi Murata, Hajime Utsunomiya, Soshi Uchida
2. 発表標題 Analysis of Hip Instability Following Capsulotomy: Biomechanical Evaluation and Comparison of Four Capsular Suture Techniques
3. 学会等名 JOSKAS 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇都宮啓
2. 発表標題 股関節鏡手術における股関節包切開長の計測 226股のコホート研究
3. 学会等名 日本股関節学会 2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔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
研究協力者	村田 洋一 (MURATA Yoichi) (50823134)		

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			
米国	Steadman Philippon Research Institute			