寛骨臼回転骨切り術前後における血行動態の解析

徳島大学大学院医歯薬学研究部運動機能外科学
後東知宏、和田佳三、峯田和明、筒井貴彦、浜田大輔、西良浩一

はじめに

寛骨臼回転骨きり術は、青壮年期の寛骨臼形成不全に対する関節温存手術として非常に有効な治療方法であり、これまで良好な中長期成績が報告されている。一方で、良好な治療成績を得るためには、高度な技術と豊富な経験が必要とされ、テクニカルデマンドな側面は本術式の最大の欠点といえる。合併症として、術中の神経・血管損傷、術後回転骨片の壊死、骨きり部偽関節などが報告されているが、特に、血管損傷は生死に直結する重篤な合併症となり得る。骨盤骨切り術を成功させるためには安全かつ骨切りした骨片への血流温存が重要な鍵となる。これまで骨盤に対する血流評価の報告は散見されるが、いずれも一般解剖での骨盤内外の血管走行に関する調査がほとんどであり、実際に血管造影と解剖を組み合わせて寛骨臼回転骨切り術を行う観点から骨盤の血行動態を評価した研究はほとんどない。

本研究の目的は新鮮凍結屍体を用いて血管造影にて骨盤周囲の血流評価を行い、さらに、実際に血管を剖出し、血管造影にて得られた血流の詳細を直接評価することである。

方法

本研究は徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会における承認を受けており、臨床研究または屍体取り扱い規則を遵守し研究を行っている。

新鮮凍結屍体 4 体(男性 2 体、女性 2 体)の計 8 股のうち、手術の既往があった 2 股を除外し、最終 6 股を用いて研究を行った。平均年齢は 89 歳(61 歳〜90 歳)であった。全例研究前の CT 画像にて股関節および骨盤に明らかな外傷歴や変性、変形を認めない健常股関節であることを確認している。

① 血管造影（造影 CT）での骨盤における血行動態の評価

腹腔内を解剖し、腹腔動脈、上腸間膜動脈、両側腎動脈起始部を同定した後に結紮し、胸部大動脈より 14 Fr.の胃管チューブ（セイラムサンプチューブ）を用いて逆流しないように入口部を締結し、生理食塩水にて十分に洗浄を行った後、ウロキナーゼ（6 万単位, 10 ml）注入後にインク（水溶性インク 130m l ）を混入させた造影剤(240 w/v% バリウム）をシリンジで用手的に圧入した。イメージにて造影剤の広がりを確認し、十分に圧入できたと判断したところで CT 撮影し、画像の評価を行った。

CT で寛骨臼周辺軟部組織から寛骨臼に流入する血管分布の評価を行った。寛骨臼の評価は寛骨臼窩を最下点として垂直、水平方向に 4 区画（前上方、前下方、後上方、後下方）に分け、それぞれに流入する血管の由来を評価した（図 1)。続いて、股関節周囲の解剖を行い、インクの充満した血管を剖出し、CT 画像との整合

性を確認した。髄内血行の評価はCTを用いて恥骨、腸骨、坐骨に対して行い、それぞれの部位において骨髄内に流入する血管の有無を評価した。

結果

寛骨臼周囲における血管分布の評価では、前上方の領域は6股関節全てが上殿動脈由来であり、前下方領域は閉鎖動脈からが1股、外腸骨動脈由来の回旋動脈からが1股、両動脈からの流入が4股に認められた。後上方では上殿動脈由来が3股、下殿動脈由来が1股、両動脈からの流入が2股関節であり、後下方は下殿動脈からが2股、下殿動脈と回旋動脈の両方からの流入が 4 股関節に見られた（図1）。解剖による血管剖出の結果、CT 画像にて確認された血管は概ね剖出することができ、CT 画像との整合性が得られた（図2）。

髄内血行の評価では、特に後柱～坐骨において豊富な髄内血行が認められた（図3）。また、6股全てで閉鎖動脈からの分枝が上行し、閉鎖孔から寛骨臼窩、寛骨臼へ流入していた。

考察

日本人における股関節形態の特徴は寛骨臼形成不全、いわゆる“浅い股関節”であることが指摘されている[1,2]。実際、わが国における進行期～末期変形性股関節症を呈する患者のうち約8割は寛骨臼形成不全に起因する二次性変形性股関節症であると報告されている[3,4]。近年、人工股関節置換術の成績向上に伴い、人工関節手術の低年齢化が顕著であるが、いまだ、人工関節に起因する問題事象は解決された訳ではなく、長期経過による潜在的な合併症や将来生じ得る不確定要素を多く含んでいる。寛骨臼形成不全による股関節障害は若年発症であることが多く、この時期に安全かつ質の高い関節温存手術を行うことは良好な機能を保った股関節寿命の遷延あるいは ADL 維持において非常に有効な手段であると考える。寛骨臼回転骨切り術がわが国から報告されて以来[5]、その良好な長期成績も報告されている[6-9]。一方、骨盤骨切り術では高い合併症発生率の報告もあり[10]、良好な成績を獲得するためには、豊富な経験と高度な技術を必要とする。合併症の中でも特に血管損傷による多量出血は重篤な結果を招く恐れがあり注意を要する[10,11]。安全かつ高率よく骨癒合を得る為には、寛骨臼における血行の評価は非常に重要な情報であると考える。

本調査において、寛骨臼周囲に分布する血管の由来は、閉鎖動脈、外腸骨動脈からの分枝、上殿および下殿動脈と多岐にわたることが観察された。さらに、造影された血管の分布より、寛骨臼前方はやや疎である一方、後方にてより豊富な血管分布が主に上殿および下殿動脈から供給されていることが確認された。また、骨内へ流入する髄内血行は後柱～坐骨において高頻度に認め、寛骨臼後方成分により豊富な血行が分布していることが示唆された。Kalhor らは、28 体の新鮮屍体を用い、Microfil（シリコン素材の血管注入剤）を血管に注入後、剖出を行い寛骨臼周囲の血管分布を調査した結果、骨盤骨膜から関節包を貫いている血管分布は約 3:1 の割合で後方に有意であったことを示している[12]。この結果は、我々の造影結果とも一致する見解である。本研

究結果より、寛骨臼回転骨切り術において、寛骨臼後方部分での周辺軟部組織に対する侵襲の低減と確実な回転骨片の整復・固定が、術後良好な骨癒合を得る要因となることが示唆される。また、坐骨周辺へのブラインド操作は出血量を増大する恐れがあり注意を要する。さらに、今回検討した 6 股全てにおいて、寛骨臼窩から寛骨臼へ閉鎖動脈の分枝が流入していることが観察された。寛骨臼回転の際に、過度な骨片の移動操作は寛骨臼窩からの血行を損傷する恐れがあり注意を要すると考えられた。

本研究の limitation および課題として、①実際に寛骨臼回転骨切り術を行った場合に生存する血管の評価ができていないことが挙げられる。骨切りを行うことで造影剤の漏れや造影剤による汚染で画像評価を困難となることが問題であった。造影剤の種類の工夫や骨切り術を行う時期を再検討し、現在、最優先課題として引き続き鋭意取り組んでいる。②血流分布(髄内血行)の定量化が困難である点。過去の報告でも骨内血行を定量化した報告はほとんどなく、回転骨片を切り出し、骨片内の造影剤の抽出を試みたが、骨片が大きく未だ達成されていない。③調査数が少ない点。これは当クリニカルラボにて使用できる献体にまだまだ限りが有り、調査数の増加が困難であった。最近徐々に使用可能な献体数は増加してきているため、さらなる調査を継続する予定である。

まとめ

新鮮屍体を用いて寛骨臼に分布する血行の評価を行った。前上方の領域は上殿動脈、前下方領域は閉鎖動脈、外腸骨動脈由来の回旋動脈、後上方領域では上殿および下殿動脈由来、後下方領域では下殿動脈由来の血管分布を認め、寛骨臼後方部分により豊富な血行が観察された。また、全例で閉鎖動脈からの分枝が、寛骨臼窩から流入していた。

謝辞

本研究は、財団法人日本股関節研究振興財団の平成２6 年度研究助成により行いました。財団法人日本股関節研究振興財団に深謝いたします。

参考文献

1. Nakamura S, Ninomiya S, Nakamura T. Primary osteoarthritis of the hip joint in Japan. Clin. Orthop. Relat. Res. 1989;:190–6.
2. Hoaglund FT, Shiba R, Newberg AH, Leung KY. Diseases of the hip. A comparative study of Japanese Oriental and American white patients. J Bone Joint Surg Am. 1985;67:1376–83.
3. Jingushi S, Ohfuji S, Sofue M, Hirota Y, Itoman M, Matsumoto T, et al. Osteoarthritis hip joints in Japan: involvement of acetabular dysplasia. J Orthop Sci. 2011;16:156–64.
4. Jingushi S, Ohfuji S, Sofue M, Hirota Y, Itoman M, Matsumoto T, et al. Multiinstitutional epidemiological study regarding osteoarthritis of the hip in Japan. J Orthop Sci. 2010;15:626–31.
5. Ninomiya S, Tagawa H (1984) Rotational acetabular osteotomy for the dysplastic hip. J Bone Joint Surg Am 66:430-436.
6. Takatori Y, Ninomiya S, Nakamura

S, Morimoto S, Moro T, Nagai I, Mabuchi A (2001) Long-term results of rotational acetabular osteotomy in patients with slight narrowing of the joint space on preoperative radiographic findings. J Orthop Sci 6:137-140. doi: 10.1007/s0077610060137
7. Ito H, Tanino H, Yamanaka Y, Minami A, Matsuno T (2011) Intermediate to long-term results of periacetabular osteotomy in patients younger and older than forty years of age. J Bone Joint Surg Am 93:1347-1354. doi: 10.2106/JBJS.J.01059
8. Kaneuji A, Sugimori T, Ichiseki T, Fukui K, Takahashi E, Matsumoto T (2015) Rotational acetabular osteotomy for osteoarthritis with acetabular dysplasia: conversion rate to total hip arthroplasty within twenty years and osteoarthritis progression after a minimum of twenty years. J Bone Joint Surg Am 97:726-732. doi: 10.2106/JBJS.N.00667
9. Hasegawa Y, Iwase T, Kitamura S, Yamauchi Ki K, Sakano S, Iwata H (2002) Eccentric rotational acetabular osteotomy for acetabular dysplasia: follow-up of one hundred and thirty-two hips for five to ten years. J Bone Joint Surg Am 84-A:404-410.
10. Davey JP, Santore RF (1999) Complications of periacetabular osteotomy. Clin Orthop Relat Res 33-37.
11. Thawrani D, Sucato DJ, Podeszwa DA, DeLaRocha A (2010) Complications associated with the Bernese periacetabular osteotomy for hip dysplasia in adolescents. J Bone Joint Surg Am 92:1707-1714. doi: 10.2106/JBJS.I.00829
12. Kalhor M, Horowitz K, Beck M, Nazparvar B, Ganz R (2010) Vascular supply to the acetabular labrum. J Bone Joint Surg Am 92-A:2570-2575.

図 1：寛骨臼を寛骨臼窩を基準として区域を設定。

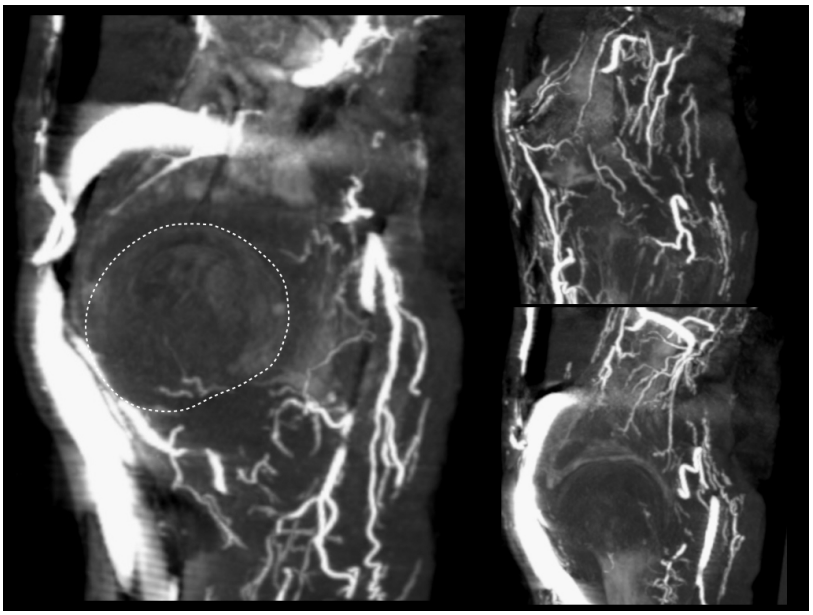

図 2：造影 CT を用いてまず臼蓋を同定（左図内点線）し、各区域に流入する血管をそれぞれ追跡した（右上下図）。坐骨～寛骨臼後方に豊富な血管分布が観察できる（右下図）。

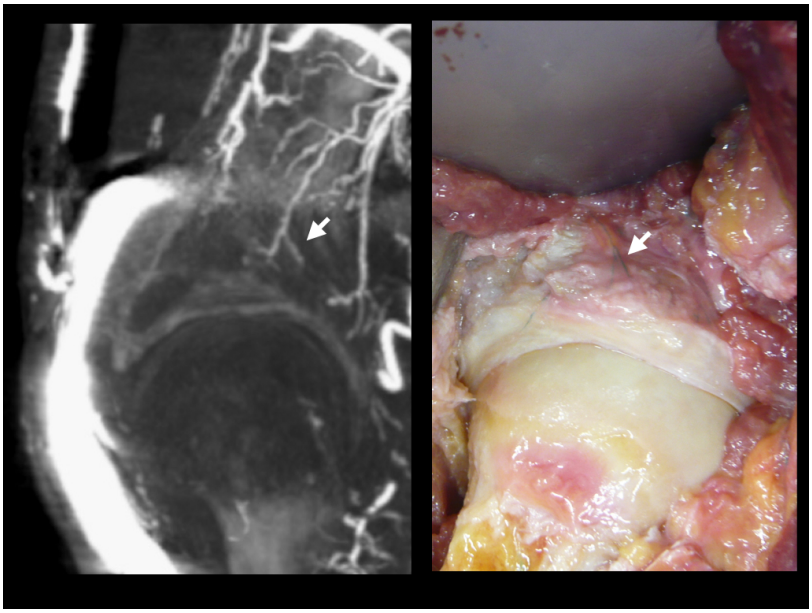

図 3：造影 CT で確認された流入血管に対して剖出を行い、
実際の血管走行と合致していることを確認した（図内矢印）。

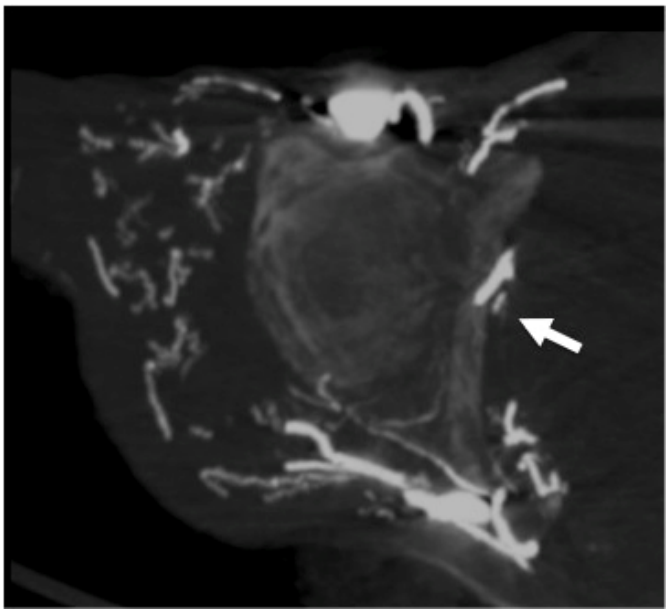

図 4：調査を行った全例において閉鎖動脈からの分枝
からの寛骨臼窩を介した流入を認めた。