

外側型上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する骨軟骨柱移植術の短期治療成績

○佐々木 規博(ささき のりひろ) (MD)¹⁾, 山本 祐司 (MD)²⁾, 奈良岡 琢哉 (MD)²⁾, 木村 由佳 (MD)²⁾,
石橋 恭之 (MD)²⁾, 津田 英一 (MD)³⁾, 前田 周吾 (MD)⁴⁾

¹⁾ JCHO 秋田病院 整形外科

²⁾ 弘前大学大学院医学研究科 整形外科学講座

³⁾ 弘前大学大学院医学研究科 リハビリテーション医学講座

⁴⁾ 青森労災病院 整形外科

はじめに

上腕骨小頭に発生する離断性骨軟骨炎 (OCD) は肘にストレスが加わる野球などの投球スポーツをしている成長期の子供に多く発生する。投球によって肘に生じる外反ストレスは上腕骨小頭に圧迫力と剪断力を与え、繰り返される微小外傷が血行障害や軟骨剥離などを生じさせ、OCDが発生するといわれている¹⁾。初期または安定型のOCDに対しては投球禁止などの保存的療法がおこなわれ、良好な成績が報告されている^{2)~4)}。一方で不安定型のOCDに対しては手術治療が行われることが多く、最近では関節面を硝子軟骨で再建できることから骨軟骨柱移植 (OAT) が行われることが多い⁵⁾。特に病変が大きい場合にはモザイクプラスチックが行われることが多い⁶⁾。しかしながら曲率の大きい上腕骨小頭の関節面をモザイクプラスチックで再建することは技術的に難しく、中には臨床成績不良例も存在する。たとえ関節面の高さを合わせても骨軟骨柱同士が深部で重なる可能性があり、その安定性には疑問が残る。単数の大きな骨軟骨柱によるOAT (Single Large OAT (SL-OAT)) は骨軟骨柱同士の重なりを避けることができ、また移植した骨軟骨柱の安定性も獲得できる (図

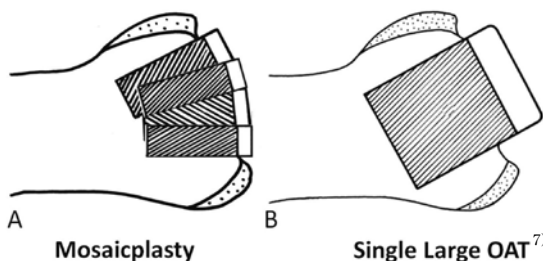
1)。本研究の目的は外側型上腕骨小頭OCDに対するSL-OATの短期臨床成績を調査することである。

対 象

対象は2005年から2013年までに外側型上腕骨小頭OCDに対してSL-OATを施行し、1年以上経過観察できたスポーツ選手20名 (野球19名: 投手5名, 捕手1名, 野手13名, テニス1名) であり、手術時平均年齢は13.9歳 (12~17歳)、全例男性であった。全例競技スポーツレベルでプレーをしており、利き手側に重度の肘痛を認めた。単純X線写真では三波の分類⁸⁾で分離期8名、遊離期12名であった。またMRI検査によるNelsonの分類⁹⁾ではGrade 3 6名, Grade 4 14名で、全例病変部の不安定性を示唆する所見を認めた。

手術手技

SL-OATの適応は不安定病変をデブリードマン後、10mmの骨軟骨柱が病変部の短径80%以上を被覆できると判断した場合とした。全身麻酔下に手術を施行し、体位は仰臥位で行った。最初に前内側ポータルによる関節鏡視を行い、滑膜や骨棘、OCD病変、遊離体、腕橈関節の適合性を評価した。必要がある場合は鏡視下に骨棘除去や遊離体摘出を行った。次にShimadaらの後方アプローチ¹⁰⁾に従い、肘関節最大屈曲位で3~5cmの縦皮切を腕橈関節後方においた。肘筋筋膜を切開し、肘筋筋繊維を繊維方向に分けていき腕橈関節を展開した。病変部直上で関節包を切開し、直視下に不安定なOCD病変を除去した (図2 a, b)。その後同側膝蓋大腿関節外側よりOsteochondral Autograft Transfer System (Arthrex Inc., USA) を用いて直径10mmの骨軟骨柱を採取し、直視下に関節適合性が得られるように移植した。この際周囲の骨軟骨欠損部はそのままとした (図2 c)。SL-OAT後、肘関節の屈伸・回内外を行い、腕橈関節の適合性を確認した。



○広範囲病変に対応
×骨軟骨柱が重なり不安定

○安定性が高い
○外側壁の再建が可能
×非置換部の残存

図1. MosaicplastyとSingle large osteochondral autograft transplantation (OAT) との比較

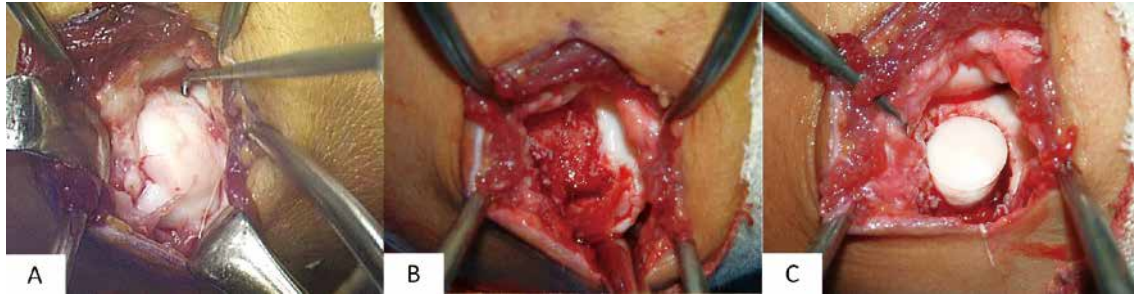


図2. SL-OATの実際

A：後方アプローチにて病変部を展開する。

B：OCD病変郭清後。

C：膝蓋大腿関節外側非荷重部より採取した10mm径の骨軟骨柱を移植する。周囲の骨軟骨欠損部は放置する。

後療法

術後早期より可動域（ROM）訓練を開始した。術後2～3か月でMRI検査を施行し、移植した骨軟骨柱が周囲の骨髄と同輝度の信号となっていれば投球動作を開始した。その後は段階的に投球速度、強度をあげ、術後4～6か月で全力投球を許可した。

評価項目

平均経過観察期間、OCD病変の平均最大径、術前・最終経過観察時の日本整形外科学会・日本肘関節学会 肘機能スコア（JOAスコア）・肘関節ROM、単純X線写真による肘関節OA評価、MRIによる移植した骨軟骨柱および小頭関節面の評価、スポーツ復帰率、ドナー部愁訴、合併症の有無を評価した。統計学的評価には統計ソフトSPSS（ver. 22, SPSS Inc., Chicago, IL）を用いて術前・最終経過観察時におけるJOAスコアと肘関節ROMをウィルコクソン符号付順位和検定にて比較検討した。有意水準は5%未満とした。

結果

術後平均経過観察期間は 25.4 ± 9.7 か月（12～52か月）であった。OCD病変の平均最大径は 15.0 ± 2.7 mmであった。平均JOAスコアは術前 73.1 ± 4.0 点から最終経過観察時 96.2 ± 6.2 点と有意に改善を認めた（ $p < 0.001$ ）。平均肘関節ROM（伸展/屈曲）も術前 $-14.1 \pm 17.7^\circ / 126.2 \pm 10.5^\circ$ から最終経過観察時 $-1.5 \pm 6.5^\circ / 134.4 \pm 10.2^\circ$ と有意に改善を認めた（ $p < 0.001 / p < 0.01$ ）。単純X線写真では全例術前から橈骨頭の肥大を認めたが、OA変化の進行は認めなかった。4名（20%）に遊離体を認め、そのうち2名は引っ掛かりがあったために追加手術

（遊離体除去）を行い、症状は消失した。追加手術時、骨軟骨柱周囲の骨軟骨欠損部は線維軟骨で被覆されていた。残り2名は遊離体による症状を認めず、追加手術を施行しなかった。術後2～3か月でのMRIでは全例骨軟骨柱が周囲の骨髄と同輝度の信号になっていたため投球を開始させた。術後一年でのMRIでは16名（80%）の上腕骨小頭関節面は平滑であり、4名（20%）は関節面の不整を認めた。19名（95%）で元の競技スポーツレベルに復帰できた。1名は肘関節に症状を認めなかったが、希望により競技変更をした（野球からボーリング）。全例でドナー部愁訴は認めなかった。遊離体以外の合併症は認めなかった。

考察

本研究では外側型上腕骨小頭OCDに対して施行したSL-OATの良好な短期臨床成績と良好なスポーツ復帰率を示した。上腕骨小頭OCDに対する手術において最も重要なことは硝子軟骨による関節面の再建である。モザイクプラスチックは硝子軟骨で関節面を再建できる有用な方法であり、これまでに良好な臨床成績が報告されている^{6),11)}。しかしながら外側型上腕骨小頭OCDでは骨軟骨柱同士の重なる可能性から移植骨軟骨柱の安定性が欠けるという懸念や、再建関節表面の凸凹は残存するなど問題があり、これらの欠点が臨床成績の悪化につながりかねない。本研究で示したSL-OATはこれらの問題を有さないが、病変部をすべて置換できないという問題点がある。本研究での術後MRIでは関節面の不整は4名で認めたのみであり、また二次鏡視ができた2名では骨軟骨柱周囲の欠損部は線維軟骨で被覆されており、大きな問題となっていた症例は認めなかった。MaruyamaらはOATによる再建できた領域は病変部の48%しかなかったが、臨床成績は良好で元の競技スポーツレベルに復帰できたと報告している¹²⁾。本研究でも病変部における再建できた小頭関節面の割合は計算していないが臨床成績は良好であった。

上腕骨小頭OCDに対する手術方法には病変除去やマイクロフラクチャー、上腕骨外側上顆骨切り、骨釘や吸収ピンによる病巣固定、OATなどがあり、様々な論文でその臨床成績やスポーツ復帰率が報告されている。Yamamotoらは上腕骨小頭OCDの少年野球選手18名にOATを施行し、術後約3.5年で14名が元のスポーツレベルに復帰できたと報告している⁵⁾。Iwasakiらはマイクロフラクチャーを施行した18名中16名が術後45か月で愁訴なく競技復帰できたとしている⁶⁾。またMaruyamaらは平均骨軟骨柱径7mm、1～3個用いたOATを施行し、33名中31名でスポーツ復帰できたと報告している¹²⁾。MiharaらはOATを施行した7名中6名がスポーツ復帰でき、その他の手術方法（マイクロフラクチャーや骨釘固定など）でも高い確率でスポーツ復帰できたとしている¹³⁾。一方でHenrikusらは不安定な上腕骨小頭OCDに対して病巣固定を施行した26名中20名は治癒したが、1/3は元のスポーツレベルに復帰できなかったと報告している¹⁴⁾。我々が行っているSL-OATは95%が元の競技スポーツレベルに復帰できしており、過去の報告と比較しても遜色のない結果であった。

SL-OATの骨軟骨柱は術後2～3か月でのMRIで全周周囲の骨髄と同輝度の信号となっていることが確認され、投球を再開できた。Yamamotoらは5～9mm径の骨軟骨柱を用いて、術後3か月のMRIで軟骨下骨の異常信号が正常化したと報告している⁵⁾。Maruyamaらは平均7mm径の骨軟骨柱を用い、術後平均3.8か月で単純X線上骨軟骨柱の癒合を認めたとしている¹²⁾。一方でIwasakiらは3.5mm径の骨軟骨柱を使用した10名中4名において、術後6か月のMRIで骨軟骨柱周囲に液体貯留があったと報告している⁶⁾。本研究では骨軟骨柱径は10mmと過去の報告と比べても大きいですが、骨軟骨柱の安定性が良好であるため早期に骨軟骨柱の癒合が得られたと考えられる。

OAT術後の短・中期経過観察において関節症性変化の進行や二次性関節症の出現は認められなかったと報告されている^{5), 6), 9), 12)}。本研究でも術前に全例で橈骨頭肥大を認めたが、関節症性変化の進行や二次性関節症の出現は認められなかった。

本研究では術後に関節内遊離体を4名（20%）で認め、そのうち2名で追加手術を要した。Kosakaらは32名のOCD術後患者のうち4名（12.5%）で追加手術が行われたとしており、その4名は全例外側広範囲型、遊離期の病変に対して骨軟骨柱固定をした症例であったと報告している¹⁵⁾。MiharaらはまたOCD術後27名中4名（14.8%）で追加手術を要し、ROMと臨床スコアの増悪を認めたとしている¹³⁾。本研究では追加手術の割合は過去の報告と変わらないものの、遊離体を認めた4例ともスポーツ復帰することができた。

本研究の問題点として症例数が少なく、術後平均経過観察期間も短いことがあげられる。またほかの術式との比較ではないため、SL-OATの優位性を論じることはできない。しかしながらSL-OATでは術後MRIにおいて80%の症例

で上腕骨小頭関節の平滑な関節面の再建が可能であった。またその短期臨床成績、スポーツ復帰率も良好であり、外側型OCDに対する術式の1つとして有用であると考えられた。

結 語

外側型上腕骨小頭OCDに対するSL-OATの短期臨床成績、スポーツ復帰率は良好であった。SL-OATは外側型上腕骨小頭OCDに対する手術方法の1つとして有用であると考えられた。

参考文献

- 1) Tallqvist G. The reaction to mechanical trauma in growing articular cartilage. An experimental study on rabbits and a comparison of the results with the pathological anatomy of osteochondritis dissecans. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1962; 53: 1-112.
- 2) Matsuura T, Kashiwaguchi S, Iwase et al. Conservative treatment for osteochondrosis of the humeral capitellum. *Am J Sports Med.* 2008; 36: 868-72.
- 3) Mihara K, Tsutsui H, Nishinaka N, et al. Nonoperative treatment for osteochondritis dissecans of the capitellum. *Am J Sports Med.* 2009; 37: 298-304.
- 4) Takahara M, Ogino T, Fukushima S, et al. Nonoperative treatment of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *Am J Sports Med.* 1999; 27: 728-32.
- 5) Yamamoto Y, Ishibashi Y, Tsuda E, et al. Osteochondral autograft transplantation for osteochondritis dissecans of the elbow in juvenile baseball players: minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2006; 34: 714-20.
- 6) Iwasaki N, Kato H, Ishikawa J, et al. Autologous osteochondral mosaicplasty for osteochondritis dissecans of the elbow in teenage athletes. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91: 2359-66.
- 7) 石橋恭之, 塚田晴彦, 藤哲. 上腕骨小頭離断性骨軟炎に対する自家骨軟骨移植術. *関節外科* 2008; 27: 1068-73.
- 8) 三浪三千男, 中下健, 石井清一, 他. 肘関節に発生した離断性骨軟骨炎25例の検討. *臨床整形外科* 1979; 14: 805-10.
- 9) Nelson DW, DiPaola J, Colville M, et al. Osteochondritis dissecans of the talus and knee: prospective comparison of MR and arthroscopic classifications. *J Comput Assist Tomogr.* 1990; 14: 804-8.
- 10) Shimada K, Yoshida T, Nakata K, et al. Reconstruction with an osteochondral autograft for advanced osteochondritis dissecans of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; 435: 140-7.
- 11) Iwasaki N, Kato H, Kamishima T, et al. Sequential alterations in magnetic resonance imaging findings after autologous osteochondral mosaicplasty for young athletes with osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *Am J Sports Med.* 2009; 37: 2349-54.
- 12) Maruyama M, Takahara M, Harada M, et al. Outcomes of open autologous osteochondral plug graft for capitellar osteochondritis dissecans: time to return to sports. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 2122-7.

- 13) Mihara K, Suzuki K, Makiuchi D, et al. Surgical treatment for osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19: 31 - 7.
- 14) Hennrikus WP, Miller PE, Micheli LJ, et al. Internal Fixation of Unstable In Situ Osteochondritis Dissecans Lesions of the Capitellum. *J Pediatr Orthop.* 2014; 26. [Epub ahead of print]
- 15) Kosaka M, Nakase J, Takahashi R, et al. Outcomes and failure factors in surgical treatment for osteochondritis dissecans of the capitellum. *J Pediatr Orthop.* 2013; 33: 719 - 24.