

発育性股関節形成不全の臼蓋形成不全に対する ソルター骨盤骨切り術変法の治療成績

高橋宗志¹⁾・中村幸之¹⁾・和田晃房²⁾
高村和幸¹⁾・柳田晴久¹⁾・山口徹¹⁾
李容承¹⁾・石川千夏¹⁾・川口健悟¹⁾

1)福岡市立こども病院 整形・脊椎外科

2)佐賀整肢学園こども発達医療センター 整形外科

要旨 【目的】2012年から導入した骨盤延長を抑制し、自家腸骨移植を必要としない“への字型”に骨切りするソルター骨盤骨切り術変法(angulated Salter innominate osteotomy: 以下, ASIO)の治療成績と従来法(SIO)と比較検討した。【対象と方法】1996年以降に片側の手術を行ったDDHの59例59股をSIO群30股とASIO群29股の二群に分け、術前、術後と術後1年の臼蓋角、CE角と骨盤長比を比較した。【結果】二群(SIO/ASIO)の臼蓋角(術前: 34.8/34.6°, 術後: 21.9/20.9°, 術後1年: 21.5/19.6°)とCE角(-5.3/-3.4°, 15.5/16.3°, 14.8/15.8°)に差はなく、骨盤長比(97.4/97.2%, 106.4/102.1%, 113.7/104.6%)は、術後と術後1年で差を認めた。【結論】ASIOはSIOと同様に良好な臼蓋被覆が得られ、骨盤延長は抑制された。

序文

ソルター骨盤骨切り術(Salter innominate osteotomy: 以下, SIO)は、発育性股関節形成不全(developmental dysplasia of the hip: 以下, DDH)の遺残亜脱臼や臼蓋形成不全に広く用いられ、治療成績が非常に安定した手術である。腸骨の骨切り後は恥骨結合を中心として遠位骨片を前外側と下方に向かって大きく引き下げるために骨盤は延長する(図1-a, b)。骨盤延長によって骨盤は傾き、側弯症を引き起こすことがある(図1-c, d)。また、骨切り後の間隙に骨移植として用いる腸骨採取部の骨盤変形は整容的な問題を生じる(図1-c)。

さらに、観血的整復を合併した場合は、骨頭の過成長が加わって脚長不等が増大し(図2-a)、骨

盤傾斜によって機能的脊柱側弯はより顕著となる(図2-b)。このような症例では、脚長不等や可動域制限などの機能障害の改善を目的に、追加手術を要する場合がある(図2-c, d)。そこで我々は、トリプル骨盤骨切り(Sakalouski法³⁾)を参考に、2012年から腸骨を“への字型”に骨切りして移動骨片を噛みこませることで骨盤延長を抑制し、二点で接触させることで固定性が増し、必要に応じて間隙に矯正損失を防ぐために人工骨移植を行うSIO変法(angulated SIO: 以下, ASIO)を導入したので、その短期成績を報告する。

対象と方法

対象は、1996年から2018年までに片側に対しSIOとASIOを施行したDDH59例(男4例、女55例)59股(右20股、左39股)で、手術時年齢は

Key words : developmental dysplasia of the hip(発育性股関節形成不全), angulated Salter innominate osteotomy(ASIO)(ソルター骨盤骨切り術変法), leg length discrepancy(脚長不等), pelvic elongation(骨盤延長)

連絡先 : 〒 813-0017 福岡県福岡市東区香椎照葉5-1-1 福岡市立こども病院 整形・脊椎外科 中村幸之
電話(092)682-7000

受付日 : 2021年3月23日

平均 4.8 歳(2.0~7.9 歳)であった。29 股(SIO 群 24 股, ASIO 群 5 股)で, 観血的整復や大腿骨減捻内反骨切りを合併した。

検討項目は, 従来法の SIO 群 30 股と 2012 年以降に行った ASIO 群 29 股の二群に分けて比較検討した。検討項目は性別, 左右, 手術時年齢, 内固定に用いた K-wire の本数, 合併手術として用いた術式と単純 X 線を用いた画像所見である。単純 X 線評価として股関節正面像(臥位)を撮影して臼蓋角, CE(center edge)角と骨盤長を術前, 術後, 術後 1 年で計測した。骨盤長は Wang らが報告した通り⁹⁾, 両側の涙痕を結んだ線を基準として臼蓋と腸骨上縁に接する平行線を引きそれ

ぞれの距離を計測した(図 1)。また, 骨盤長の患側健側比 pelvic height ratio(以下, PHR) = (患側骨盤長 / 健側骨盤長) × 100(%)を算出した。

統計学的検討は, エクセル統計ソフトウェア(Bell-curve for Excel ver. 3.20, Social Survey Re-

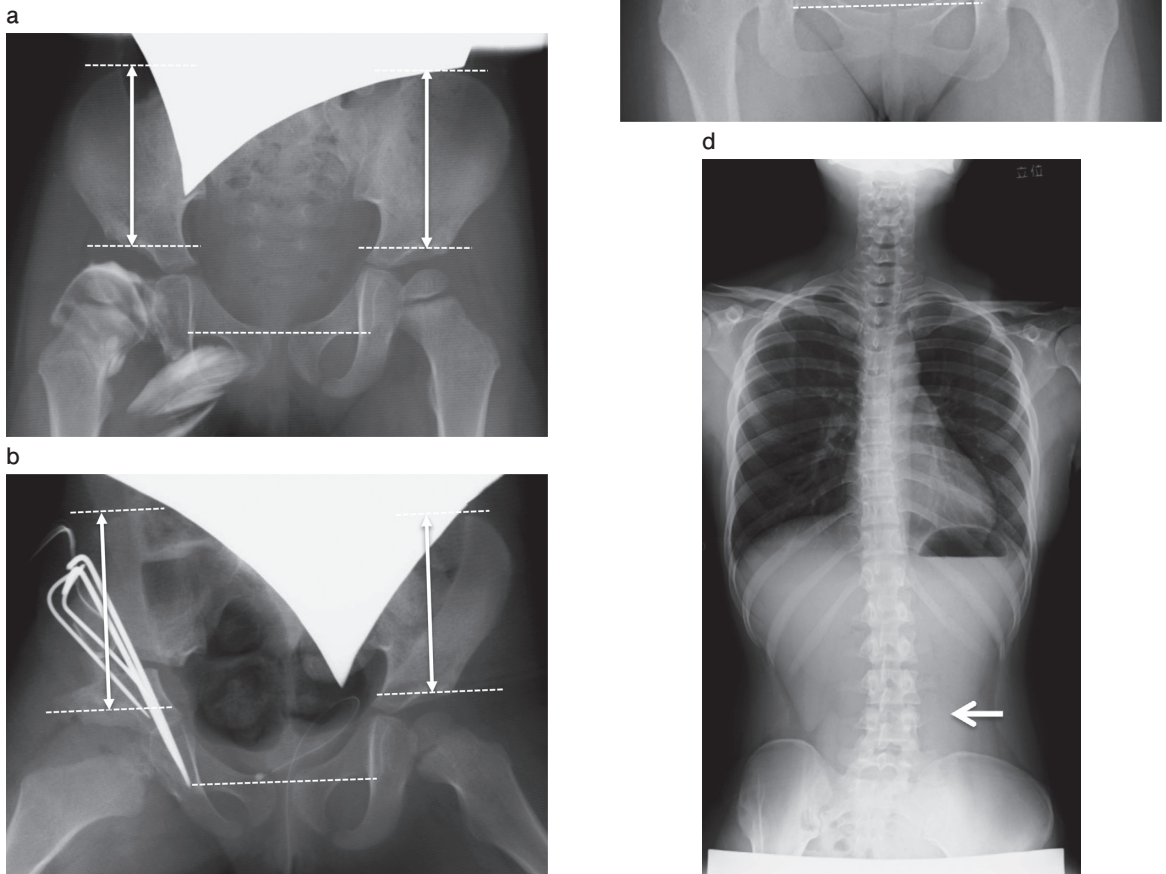


図 1. SIO(従来法)における骨盤延長

- a : 3 歳, 右 DDH の女児で関節造影像にて造影剤の medial pooling と関節内介在物を認める。術前の骨盤長は等長だった。
- b : 3 歳, 遺残亜脱臼と臼蓋形成不全に対して観血的整復と SIO を施行した。遠位骨片の移動によって骨盤が延長した。
- c : 22 歳, 最終時の股関節正面像。骨盤延長と骨片採取部の変形(矢印)を認める。
- d : 22 歳, 最終時の立位全脊椎正面像。骨盤の傾きにより腰椎に Cobb 角 15° (Th11/L5) の軽度側弯(矢印)を認める。

search Information Co., Ltd.)を用いて、二群間のデータを χ^2 検定とt検定を用いて比較し、 $p < 0.05$ を有意水準とした。

ASIOの手術方法を詳述する。全身麻酔、硬膜外麻酔と低血圧麻酔下に半側臥位で手術を行う。上前腸骨棘の外側1cmを中心とした4cmの斜切開を加えて展開し、外側大腿皮神経を保護して縫工筋を起始部で切離翻転する。腸骨翼の骨端軟骨を縦割して腸骨の外板と内板を骨膜下に剥離して、大坐骨切痕にソルター無名骨鉤を挿入してGigli線鋸を通す。従来法では、上前腸骨棘と下前腸骨棘の間に向かって直線状に骨切り(図3-a, b)し、遠位骨片を大きく引き出して固定した。骨片間は1点でのみ接しているために不安定で、腸骨稜から自家腸骨を採取して間隙に挟み込み矯正損失を予防する(図3-c, d)。ASIOでは、大坐骨切

根から弓状線を越えるまでの約1/3を上前腸骨棘に向かって切り上げて、残りの2/3を下前腸骨棘の近位に向かって切り下げた“への字型”の骨切りを行う(図3-e, f)。への字の屈曲角度は約30°となる。単鋭鉤を遠位骨片の弓状線にしっかりとかけて外側に引き出して被覆を改善させる。遠位骨片を外側にしっかりと倒すことで骨切り部の内側には段差が形成される(図3-g)。前方へ引き出しすぎると臼蓋前方の過剰被覆によるfemoroacetabular impingment (FAI)で屈曲制限をきたすため、屈曲が十分にできるか確認して内固定を行う。閉鎖孔があまりにも小さくなる場合(図3-c)は、遠位骨片を前方に引き出しすぎて、FAIや臼蓋後捻、外側の被覆不足が懸念されるため、術中のコントロール撮影で十分に確認する。内固定材料はK-wireで、少なくとも2本は固定力の強い直径2.4mmの

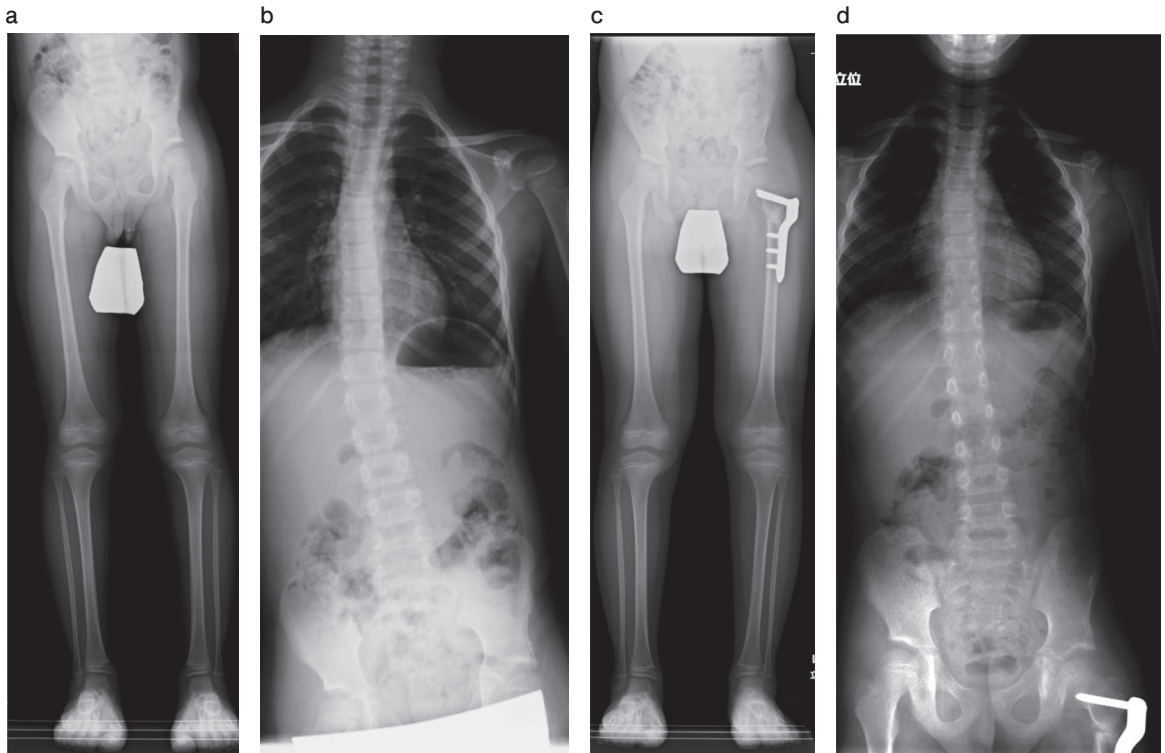


図2. 骨盤延長による機能的脊柱側弯

- a: 6歳。立位全下肢像。牽引を伴った徒手整復後の左DDHの男児。4歳時に観血的整復とSIOを施行し、骨頭の過成長と外反股に伴った脚長不等と骨盤延長を認める。
- b: 6歳。立位全脊椎正面像。右凸の機能的脊柱側弯を認める。脊柱の回旋は認めない。
- c: 7歳。立位全下肢像。脚長不等と左股関節の屈曲制限、内旋歩行、外反股に対して左大腿骨近位部骨切り術(屈曲、内反、減捻、短縮)を施行した。
- d: 7歳。立位全脊椎正面像。左大腿骨近位部骨切りの術後に骨盤の傾斜が軽減し、側弯は改善した。

wire を使用した。一方で, SIO の内固定材料も K-wire であったが, 使用した wire の太さは 1.8 ~ 2.0 mm だった。SIO の 1 点固定と比較して ASIO では, 骨片が 2 点で接触することで安定性が増大する(図 3-h)。近位骨片と遠位骨片の間隙は小さく自家腸骨移植を必要としないが, 矯正損失を防ぐために必要に応じて 10×5 mm 程度の β -TCP 製の人工骨移植を行う。

結 果

表 1, SIO 群と ASIO 群の二群間で性別と手術側に有意差は認めなかったが, 手術時年齢はそれぞれ平均 4.4 歳と 5.2 歳で, SIO 群で有意に低年

齢であった。固定に使用した K-wire の本数は, SIO 群が平均 3.9 本(3~4 本)で, ASIO 群は平均 2.7 本(2~3 本)で二群間に有意差を認めた。合併手術は SIO 群で観血的整復 21 股と観血的整復+大腿骨減捻内反骨切り 3 股で, ASIO 群では観血的整復 1 股と観血的整復+大腿骨減捻内反骨切り 4 股であった。

臼蓋角(SIO 群/ASIO 群: 平均 ± 標準偏差)は, 術前が 34.8 ± 4.4°/34.6 ± 4.2°, 術後が 21.9 ± 4.4°/20.9 ± 3.3°, 術後 1 年が 21.5 ± 4.4°/19.6 ± 3.8° で, 各計測時期における二群間の有意差はなかった。CE 角は, 術前が - 5.3 ± 8.9°/- 3.4 ± 9.6°, 術後が 15.5 ± 2.8°/16.3 ± 3.2°,

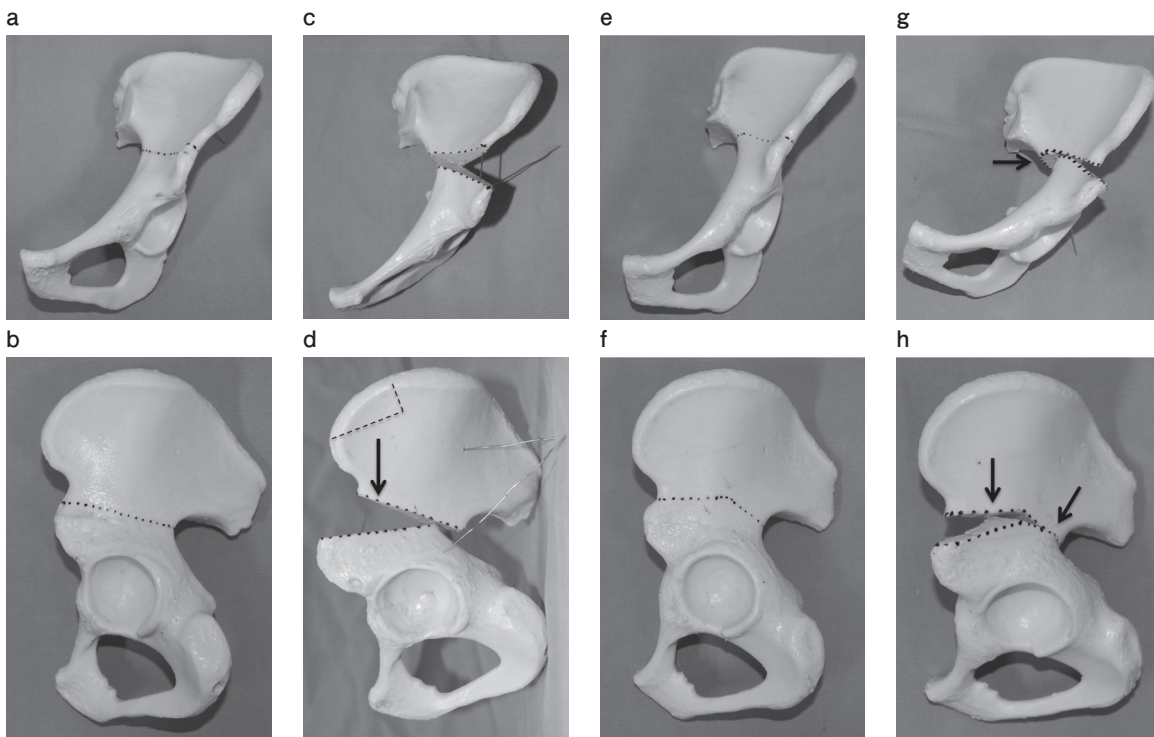


図 3. SIO と ASIO の骨切りラインと ASIO の骨片移動方向

- a: SIO の骨切りライン(正面像)。
- b: SIO の骨切りライン(側面像)。大坐骨切痕から上, 下前腸骨棘の間に向かう一直線の骨切りを行う。
- c: SIO の骨切り後(正面像)。遠位骨片は恥骨結合を中心に前方へ回転し, 骨頭前方の被覆が改善する。閉鎖孔は縮小し坐骨棘が出現した。
- d: SIO の骨切り後(側面像)。骨片間は後方の 1 点で接触する。
- e: ASIO の骨切りライン(正面像)。
- f: ASIO の骨切りライン(側面像)。大坐骨切痕から上前腸骨局に向かい, 1/3 を切骨してから上, 下前腸骨棘の間に向かう“への字型”の骨切りを行う。
- g: ASIO の骨切り後(正面像)。遠位骨片を外側にしっかりと倒すことで段差(矢印)が形成される。
- h: ASIO の骨切り後(側面像)。骨片間は 2 点で接触して安定する。

術後1年が $14.8 \pm 4.4^\circ / 15.8 \pm 3.8^\circ$ で有意差はなかった。PHRは、術前が $97.4 \pm 3.3\% / 97.2 \pm 2.2\%$ 、術後が $106.4 \pm 4.5\% / 102.1 \pm 3.1\%$ 、術後

1年が $113.7 \pm 6.2\% / 104.6 \pm 3.3\%$ となり、術後と術後1年において有意差を認めた。

症例：生後3か月で診断された左DDHで、高

表1. SIOとASIOの比較

	SIO(30股)	ASIO(29股)	p値	統計手法	
性別(男/女)	2/28	2/27	0.972	χ^2 検定	
患側(右/左)	13/17	7/22	0.119	χ^2 検定	
平均手術時年齢(歳)	4.4	5.2	0.006	t検定	
K-wireの数(本)	3.9(3~4)	2.7(2~3)	<0.001	t検定	
合併手術(股, OR/OR+DVO)	21/3	1/4	<0.001	χ^2 検定	
臼蓋角(度, 平均 ± 標準偏差)	術前	34.8 ± 4.4	34.6 ± 4.2	0.853	t検定
	術後	21.9 ± 4.4	20.9 ± 3.3	0.345	t検定
	術後1年	21.5 ± 4.4	19.6 ± 3.8	0.071	t検定
CE角(度, 平均 ± 標準偏差)	術前	-5.3 ± 8.9	-3.4 ± 9.6	0.436	t検定
	術後	15.5 ± 2.8	16.3 ± 3.2	0.3	t検定
	術後1年	14.8 ± 4.4	15.8 ± 3.8	0.352	t検定
PHR(% , 平均 ± 標準偏差)	術前	97.4 ± 3.3	97.2 ± 2.2	0.798	t検定
	術後	106.4 ± 4.5	102.1 ± 3.1	<0.001	t検定
	術後1年	113.7 ± 6.2	104.6 ± 3.3	<0.001	t検定

SIO(Salter innominate osteotomy), ASIO(angulated SIO), CE(center edge)角, PHR(pelvic high ratio), OR(open reduction), DVO(delatation varus osteotomy)

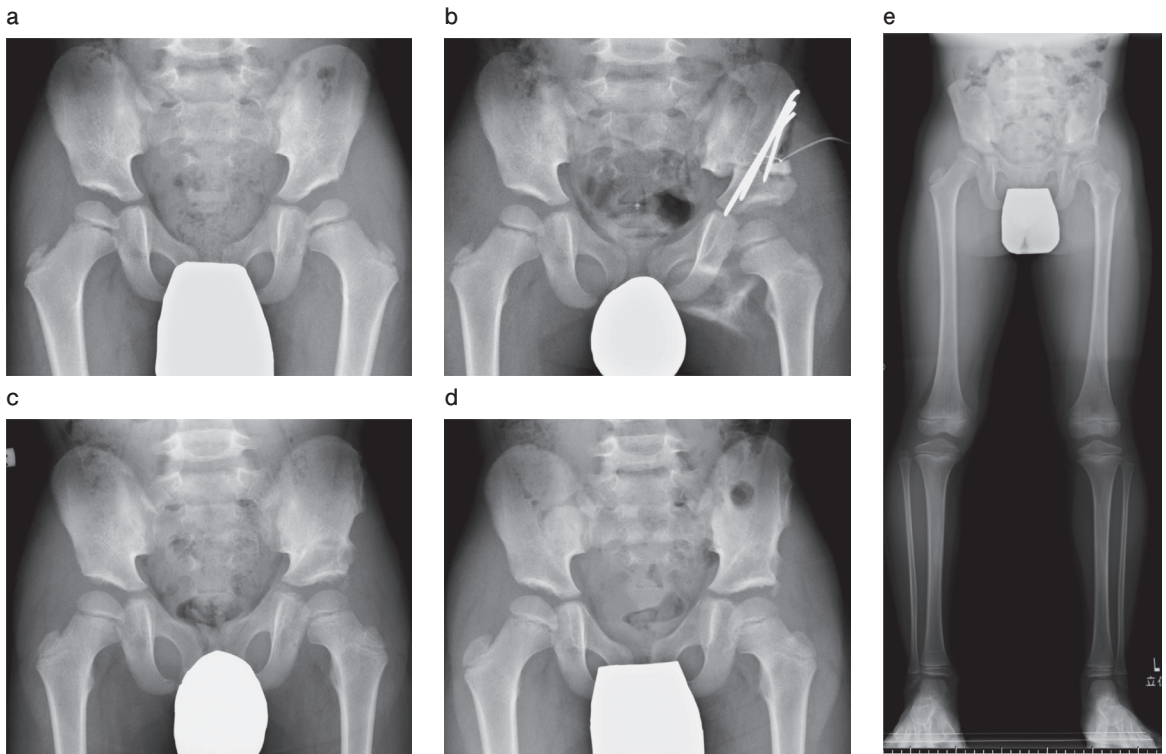


図4. 症例(左DDH男児)

- a : 5歳. 術前の股関節正面像. 左臼蓋形成不全を認めて骨盤長に明らかな左右差はない.
- b : 5歳. ASIO術後の股関節正面像. 3本のK-wireを使用して内固定し, 間隙には β -TCP人工骨移植した.
- c : 6歳. ASIO術後1年の股関節正面像. 求心性は良好である.
- d : 7歳. 臼蓋の被覆はさらに改善して骨盤延長は認めない.
- e : 7歳. 術後2年の立位全下肢像. 脚長差は2mmで骨盤の傾きはみられない.

位脱臼があり牽引を伴った徒手整復を施行した。臼蓋形成不全に対して5歳でASIOを行った。術前の臼蓋角は32°、CE角は2°で、PHRは98.7%であった(図4-a)。術後は臼蓋角20°、CE角19°へ改善し、PHRは102.8%になった(図4-b)。術後1年で臼蓋角13°、CE角22°とさらに改善し、PHRは103.7%であった(図4-c)。最終7歳、骨盤上縁で測定した脚長差は2mmであった(図4-d, e)。

考 察

臼蓋形成不全に対する手術としてSIOは確立された術式であり、その治療成績は良好である。従来法では、腸骨を直線的に骨切りし、恥骨結合を中心として遠位骨片を前方から外側に向かって回転させて骨頭被覆を獲得するが、遠位骨片を下方へ大きく移動させれば骨盤は延長する。骨盤延長によって骨盤は立位で非手術側へ傾き、機能的脊柱側弯を生じる⁹⁾。さらに、遺残亜脱臼が強く観血的整復を組み合わせる症例では、骨頭の過成長によっても脚長差を生じるため、骨盤はさらに傾斜して機能的脊柱側弯は助長される。観血的整復を併せさせた症例では、機能的脊柱側弯の他にも内旋歩行や屈曲制限などの可動域制限を含めた機能障害が生じる場合があるので、我々は機能改善を目的に図2の症例のような大腿骨近位部骨切りを行うことがある⁶⁾。近位骨片と遠位骨片は1点で接触して不安定なために、強固な内固定と骨移植が必須である。また、骨移植に自家腸骨を用いると採骨部での骨盤変形を生じる。

Salterが1961年にSIOを報告⁴⁾して以降、さまざまな工夫がなされてその変法が報告されている。その多くは移動骨片の安定性や、骨盤延長に関する工夫の報告である。1982年にKalamchiら¹⁾は、腸骨の骨切り後に遠位骨片を前方へ引き出しながら遠位に回転させて、骨切り部の中央で捻れた骨片を接触させて固定する“Modified Salter osteotomy”を報告した。骨片を骨切り部の中央付近で重ね合わせることで骨盤延長は予防され、より強固な固定が得られる。Synderら⁵⁾はその治療

成績を報告し、骨移植は多くの症例で必要なかったと述べた。Yoonら¹⁰⁾は下に凸の角状骨切りによってより強固な固定力が得られたと報告した。Moritaら²⁾は2014年より、我々の方法と同様な腸骨を、底角が30°の二等辺三角形に骨切りして固定力を増して骨盤延長を予防した“angulated innominate osteotomy(AIO)”を行い、短期成績を報告している。

我々はトリプル骨盤骨切り(Sakalouski法³⁾)に用いる腸骨の骨切り方法を参考に、2012年からASIOを考案してこれまで報告してきた^{7,8)}。骨切り時の変曲点として弓状線で方向を変化させる“への字型”の骨切りで、大座骨切痕から上前腸骨棘に向かって腸骨のおよそ後方1/3を切り上げ、その後下前腸骨棘の近位に向かって切り下げる。骨切り方向が明確で骨切りの操作は容易である。

“への字型”に骨切りすることにより、骨片は2点で接触してinterlockingされて安定し、矯正した遠位骨片は後方や内側に脱転しにくくなる。遠位骨片をしっかりと外側に倒しても矯正は損失しにくい。また、前方凸に骨切りし、矯正後に骨片をしっかりと圧着させると骨盤延長が抑制できる。ASIOもSIOと同様に遠位骨片を前方へ引き出しすぎると、FAIにより屈曲制限をきたすことから注意が必要である。我々は内固定後に閉鎖孔が小さくなり過ぎていないか、そして屈曲制限がないかを確認して臼蓋前方の過剰被覆を予防している。固定性が増すことでK-wireの本数はSIO群より少なく、ASIO後1年で矯正損失はなかった。また、ASIO単独の手術時間は平均104分(75~150分)で術中出血量は平均37mL(1~119mL)で手術の侵襲はMoritaらが報告したAIOと同等であった。

Wangらは、SIO術後に10.1%の骨盤延長が生じ、骨盤上縁までの脚長差が6.3mm、さらにCobb角は3.1°増加すると報告した⁹⁾。今回の検討では、SIO術後1年で平均13%の骨盤延長を生じており、Wangらの報告よりも大きかったが、ASIO導入後は骨盤延長が平均5%に抑制された。また、骨片間の間隙が小さくなり自家腸骨移植が不要に

なったことから骨盤変形は生じない。ASIO の短期成績は良好であったが、今後はより多くの症例数で長期成績を検討する必要がある。

結 論

腸骨を“への字型”に骨切りする ASIO は従来法と同等の臼蓋角と CE 角が得られ、術後 1 年で矯正損失はなかった。移動骨片を骨切り部で 2 点接触させることによって安定した固定性が得られ、自家腸骨の骨移植が不要になった。従来法よりも骨盤延長を抑えることが可能であった。

文献

- 1) Kalamchi A : Modified Salter osteotomy. J Bone Joint Surg Am **64**-A : 183-187, 1982.
- 2) Morita M, Kamegaya M, Takahashi D et al : Proposal of a New Type of Innominate Osteotomy without the Use of Bone Graft in Children: A Preliminary Study. J Bone Joint Surg Open Access. 2019.
- 3) Sakalovskii AM : Triple osteotomy of the pelvis. Ortop Travmatol Protez : 54-58, 1984.
- 4) Salter RB : Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip. J Bone Joint Surg Br **43**-B : 518-539, 1961.
- 5) Synder M, Forlin E, Xin S et al : Results of the Kalamchi modification of salter osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip. J Pediatr Orthop **12** : 449-453, 1992.
- 6) 和田晃房, 中村幸之, 武田真幸ほか : 発育性股関節形成不全脱臼例に対する前方進入法による観血的整復術の治療成績 過去の治療の問題点と現在の治療方針. 日小整会誌 **25** : 99-104, 2016.
- 7) 和田晃房 : 乳児期以降の遺残性亜脱臼に対する手術. メジカルビュー社, 東京, 2014.
- 8) 和田晃房 : 発育性股関節形成不全の手術療法(骨切り術)の実際. 関節外科 **37** : 145-152, 2018.
- 9) Wang CW, Wang TM, Wu KW et al : The comparative, long-term effect of the Salter osteotomy and Pemberton acetabuloplasty on pelvic height, scoliosis and functional outcome. Bone Joint J **98**-B : 1145-1150, 2016.
- 10) Yoon TR, Rowe SM, Chung JY et al : A new innominate osteotomy in Perthes' disease. J Pediatr Orthop **23** : 363-367, 2003.