

# Cortical bone trajectory system を用いた脊椎固定術の経験からの利点、欠点 (Merit and demerit of lumbar posterior fixation using cortical bone trajectory system)

**Key Word:** Cortical bone trajectory (CBT), lumbar posterior fixation, lumbar spine

## はじめに

Cortical bone trajectory(以下, CBT ; 皮質骨軌道)とは, 2009年 Santoni と Hynes らによって報告され, 従来の胸腰椎椎弓根スクリューとは違った発想をもつ刺入点と刺入軸を用いて, 椎体後方固定術を行う方法である<sup>1)</sup>. 従来法とくらべ, 同等以上の固定力が得られ, 低侵襲である点では, 今後の腰椎固定術の発展に寄与すると期待されている治療法である<sup>1) 2)</sup>. 今回, 我々は, いくつかの腰椎疾患群に対し C B T 法による治療例を経験し有効であったため, 文献的考察を含め報告する.

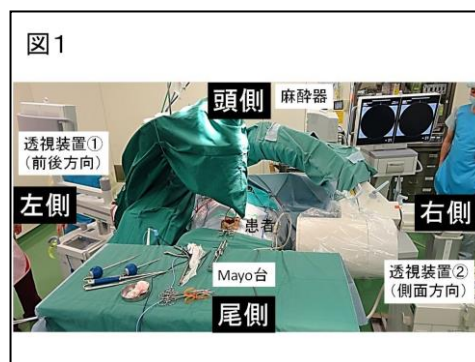
## 対象および方法

対象は, 2012年11月~2013年11月に C B T 法を用い脊椎固定術をおこなった男性 15 例, 女性 13 例で, 平均年齢は  $73.04 \pm 10.07$

歳（51歳～87歳）であった。症例の内訳は、腰椎変性すべり症を伴う腰部脊柱管狭窄症 17 例，分離すべり症を合併した脊柱管狭窄症 4 例，椎体圧迫骨折 3 例，不安定腰椎症を伴う腰椎椎間板症 2 例，不安定腰椎症を伴う腰部脊柱管狭窄症 1 例，不安定腰椎症を伴った椎間関節嚢胞 1 例であった。

手術方法は，全身麻酔下腹臥位で neutral position，患者頭側に麻酔器，左右肩部方向から 2 台の透視装置を設置し，下肢にメイヨ

一台を設定する（図 1）。レントゲン非使用時は，透視装置が術野から離れ待機することで，術者と助手が患者の左右側に一人ずつ配置でき執刀開始となる。背部正中皮膚切開後，傍棘突起経由で椎弓へ



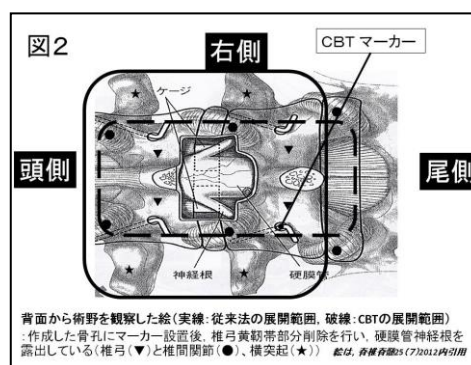
アクセスする。すべての症例において，①透視下でスクリューの刺入点と刺入軸を決定して，マーカーを設置，②除圧，椎間板操作，③透視下でスクリューを挿入しロッドで締結の順で行う。スクリューとロッドは，Medtronic CD HORIZON SOLERA 4.75mm Spinal Systemを使用した。筆頭術者は全例で同一とした。

周術期管理は，抗生剤は，術直前から PIPC か CEZ を 3～4 日投与した。ドレナージ留置期間は 1～2 日，症例に応じて 2～3 週間半硬

性コルセットを着用しリハビリをおこなった。

術前後の評価は、術前と退院時に日本整形外科学会腰痛疾患評価法（JOABPEQ）を用いた。PLIF 症例などの椎間板骨癒合評価、スクリュー周囲の loosening の評価などは、腰椎レントゲン側面像と CT 矢状断を用いた。

本法で、もっとも特徴的な CBT の刺入点および刺入軸の作成方法を当院で行っている方法を下記に示した（図 2 参照）<sup>3)</sup>。



《CBTの刺入点作成》透視下で各

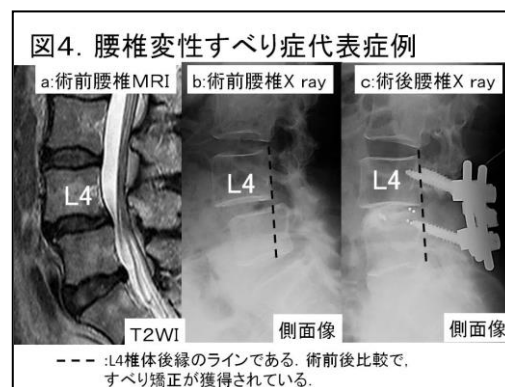
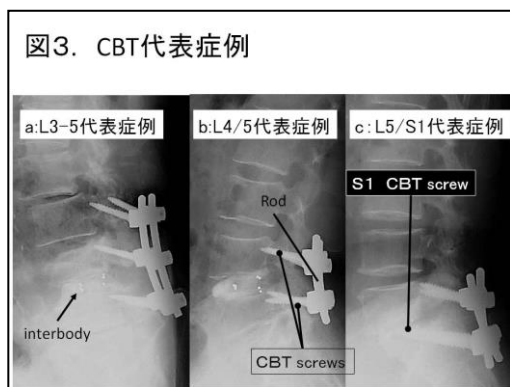
椎体横方向をベッド移動で至適位置に設定（術前検討で被爆量軽減可能）し、透視前後方向にて椎弓根を確認しやすい状態とする。椎弓根骨縁を確認し、椎弓根頭尾側軸から内側に30度の方向（時計に例えると、左側椎弓根では5時、右側椎弓根では7時方向）で椎弓根縁より数ミリ尾側（ほぼ、いずれの椎体でも横方向では横突起下縁近傍）をエントリーポイント（刺入点）とし、その部分を2mmのダイヤモンドドリルにて骨孔を作成する。

《CBTの刺入軸の作成》透視前後方向では、エンドポイント（スクリュー予定先端部）は、椎弓根頭尾側軸から外側20度方向（時計

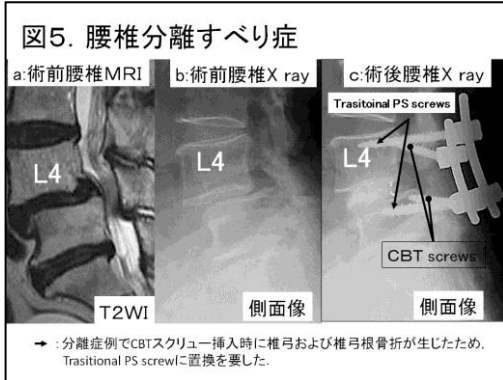
に例えると、左側椎弓根では 10 時、右側椎弓根では 2 時方向) の椎弓根外側縁上である。透視側面像でのエンドポイントは、L 5 以上の椎体では、椎体上面と後面の交点より 4~5 mm 腹側のポイントを目指すように刺入軸を設定する。S 1 のエンドポイントは、promontory を目指す。透視正面像側面像を適宜用いながら、エントリーポイントとエンドポイントを結ぶことにより、適切な刺入軸を設定できる。

## 結果

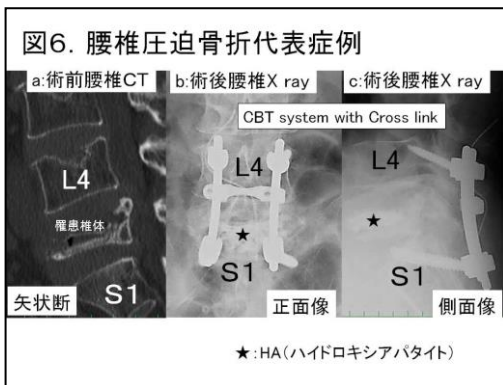
28 症例のすべての腰椎疾患群総じて平均した手術時間 196.5 分 (± 39.6 分)、術中出血量 221.0 ml (± 175.2 ml) であった。治療部位は L 3/4 が 8 か所、L 4/5 が 16 か所、L 5/S 1 を 7 か所おこなった (図 3 a-c 参照)。CBT システムスクリュー挿入を 116 本に試み、114 本 (98.3%) は成功した。観察期間は、4 か月~1 年 4 か月であった。疾患群別に検討すると、変性すべり症例は 17 例中滑り矯正 50% 以上で椎間板骨癒合得られ良好と判定したのは、半数を占めた (図 4 a-c 参照)。分離すべり症における CBT では、4 例中 1 例 (スクリュー



留置 16 本中 1 本 (6.3%) にスクリュー刺入時の近傍の椎弓骨折を生じ、従来法に exchange した (図 5 a-c)。腰椎圧迫骨折症例は、one

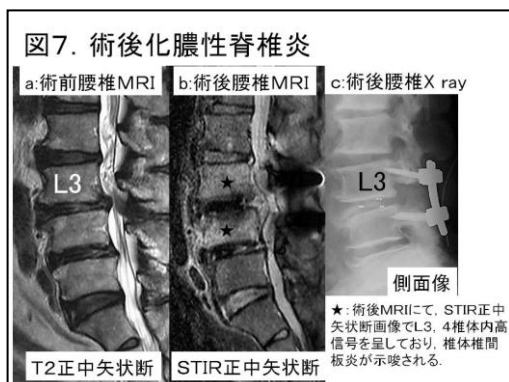


below-one above にて C B T 固定をおこない、骨折椎体へは、椎体内 H A 留置を行った。椎体骨折症例では、従来法よりスクリュー長が短く皮質骨固定が主たる C B T では、骨粗鬆例などにも有効性が示されている一方、潜在的なスクリューの逸脱も懸念されるため、Cross link を併用し C B T に担保をかけることを厭わなかった (図 6



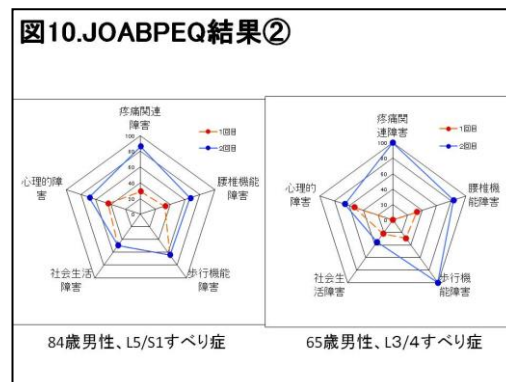
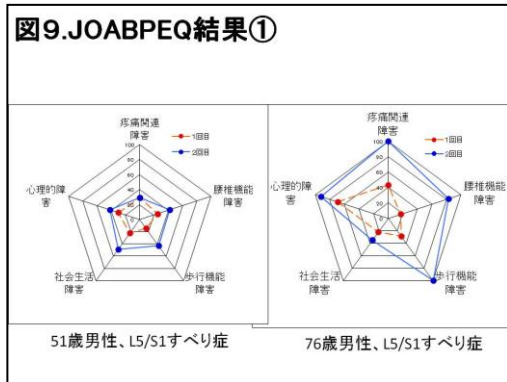
a-c 参照)。全 C B T 合併症は、28 例中 2 例 (7.2 %) に認められた。

内訳は、先に提示した手術時の椎弓骨折 1 例 (3.6%) と術後慢性期発症の脊椎炎 1 例 (3.6 %) であった (図 7 a-c)。術後観察期間に



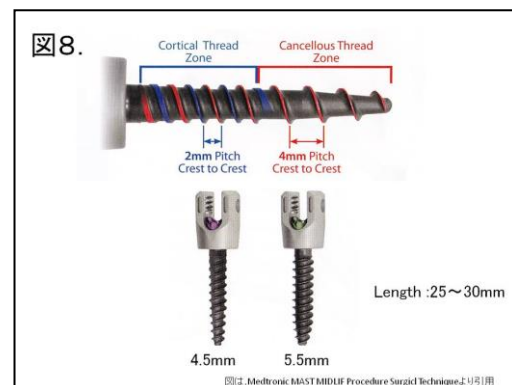
において、インプラントの破損・脱転は認めていない。JOABPEQ は、短期評価であったが、特に腰椎すべり症例では、腰痛関連障害と腰椎機能障害、歩行機能障害に改善傾向がみら

れていた (図 9, 10).



## 考察

C B Tに用いるスクリューは、従来法の椎弓根から椎体にかけての海綿骨を主に經由して穿たれる椎弓根スクリューとは性質が異なり、主に皮質骨部分を利用して固定力を獲得するスクリュー刺入法である。用いるスクリューは皮質骨用のスクリューを含む Multi-axial Screw を用いる(図 8)。スクリューは、2 mmの Pitch からなる Cortical Thread Zone と 4 mmの



Pitch からなる Cancellous Thread Zone から形成される。このスクリューを活かし、独特の刺入軸にて固定をおこなう本法の術野は、外側は横突起まで展開することが必要ないため、筋の側方への展開範囲の縮小と腰神経後方内側枝の温存と腰椎分節動脈後枝の温存が可能となる<sup>4)</sup>。また、Transitional Pedicle Screw の引き抜き力に

比べ、CBTでは、30%程度の引き抜き力が増加しており、固定力が強化される<sup>1)</sup>。そのため、椎弓形成術と同程度の術野露出で、従来法と遜色のない強固な固定術を行え、筋肉への侵襲は少なくなる結果、手術時間短縮と術中出血は減ると考えられる。いわゆる MIS t (Minimally Invasive Spine Stabilization; 最少低侵襲脊椎安定術) に含まれる低侵襲脊椎外科手技の一つである。自験例では、平均手術時間、平均出血量とも諸家の報告例と比較し<sup>3) 5) 6) 7)</sup>、やや多めで初期症例のラーニングカーブが存在していることも確認された。報告例では、手技的にはラーニングカーブが存在せず、手を付けやすいと報告されているものもあるが、自験例では、毎回異なるパラディカルに対し、透視装置の設定やオペ室配置のマネージメントの指導も含めながらの治療になっており、特に初期例は、その時間が長時間になっていると実感されている。術者のラーニングカーブはないことには同意する。治療椎体個数と治療方針が異なる CBT 症例がまとめてカウントされていることも手術時間、出血時間の結果に影響を与えている。

CBT 適応症例としては、すべり症の矯正、椎体不安定症の固定、骨粗鬆症例の椎体骨折の固定などである<sup>5) 6)</sup>。

本法は、コンセプト自体は独特で優秀であり適応範囲も狭くはな

いと筆者は考えている。自験例においては、多くの腰椎疾患群に適応でき経過も良好で、合併症は、従来法と比べ多くなかった。その一方、問題点もいくつか挙げられる。

素材の面では、日本で使用できる C B T システムが、Cobalt Chrome 合金を含むため、術後検査で artifact を生じやすい<sup>7)</sup>。術後の評価にレントゲンだけでは難しく、CT を要すものとする。また撮像法の工夫も必要であろう。

手術適応に関しては、中後方 column に穿つスクリューは短く、さらにスクリューロッドとヘッドが近接してしまうため、回旋モーメントに対する強度が従来の PLIF よりも少ないことから、強い compression や reduction 矯正を目的とした機器を使用しにくい。高度のすべり症や側彎変形のようにスクリューやロッドに強い矯正力を求めるような固定術においても、現状は慎重な使用が求められる<sup>7)</sup>。また、多椎間固定や S 2 までの long fusion などは制限がある。

さらに、今回 CBT 自験例を経て、手技上の注意点を列挙する。まずは、Entry point の設定は、正確に一回の drilling を心がけることである。複数回におよぶと刺入点の開大をきたし、固定力低下につながる恐れがある。

次に、CBT スクリュー留置は、2 面の透視装置やオーアームなどを



利用した方が、technical failure は少なく、被爆時間の短縮をえられると考えられる。

操作手順において、マーカ―設置、除圧、椎間板操作、スクリュ―留置の順でないとスクリュ―とロッドが除圧椎間板操作時の術野を妨げる形になることも問題点の一つである。自験例では、椎弓切除や神経根の unroofing を十分に行う必要のあった症例で、程度の強い分離症を有している側が、結果的に椎弓欠損縁とスクリュ―挿入部が近接して、スクリュ―挿入時に椎弓骨折を生じた。このことは逆に言い換えると、主に中後方要素の column のみで固定する特徴の CBT では、十分な固定力を持った cortical bone の確保が、たとえば高度の分離すべり所などでは、困難な場合もあると考えられた。prospective にみても術前での CBT 使用是非の判断は今回のような症例では困難であったため、CBT を行う際には、従来の Pedicle Screw 留置の準備も必須であると言える。

CBT の術後長期経過にしては、いまだ不明な点が多い。CBT は、short screw を中後方 column に打ち込む特性自体から compression force が前方にかかりにくく、椎間の前方が開き、骨移植や cage の接触面が失われやすい。このことは、Screw loosening や早期の cage の沈み込みや骨癒合遷延につながる可能性を示唆される。CBT は先に

述べたように、他の MIST や従来の腰椎固定術に比較しても筋肉温存に関しては、より低侵襲な固定術の一つである。筋肉温存可能な本例は、将来的に若年者への適応が広がる可能性もある。自験例はまとめると、平均年齢 73 歳と高齢群であった。しかし、運動や重労働などの負荷にて破損の可能性などないかの検討は必須であり、スポーツ選手含めた若年者などへの使用も可能であるかの検討は必須であると考えられる。

## まとめ

当院で経験した腰椎症に対する CBT 初期治療症例の提示と具体的手技手順やその tips および問題点を解説した。低侵襲で比較的簡便に施行できる CBT のコンセプトは優秀であることに疑いはないが、適応を慎重に選び、長期経過を観察して行くことが肝要であると考えられた。患者の腰痛の術前後の改善度は、短期的には経過が良かった。自験例を通して今後は、CBT の詳細な適応範囲や合併症対策も必要であり、疾患群別に要する手術時間、術者被爆量、術中出血量、骨癒合の程度や術前後患者の腰痛改善度の詳細を検討し、従来法との比較を示していく必要があると考えられた。

**Key Word:** Cortical bone trajectory (CBT), lumbar posterior fixation, lumbar spine

## 参考文献

- 1) Santoni BG ら. Cortical bone trajectory for lumbar pedicle screws. Spine J;9:366-373, 2012
- 2) Luis PO ら. Biomechanics of Lumbar Cortical Screw-Rod Fixation versus Pedicle Screw-Rod fixation With and Without Interbody Support. Spine, 38(8) :635-641, 2013
- 3) 谷戸ら. CBT による椎弓根スクルー法. 脊椎脊髄;25(7) :657-664, 2012
- 4) Regev ら. Nerve injury to the posterior rami medial branch during the insertion of the pedicle screw:comparison of mini-open versus percutaneous pedicle screw insertion techniques. Spine;34:1239-1242, 2009
- 5) 白石ら. CBT screw を用いた腰椎後方椎体間固定術. 整形・災害外科 ; 56 : 69-75, 2013
- 6) 橘ら. 胸椎破裂骨折に対し, cortical bone trajectory による後方固定術を施行した1例. 脊椎脊髄;25(9) : 891-895, 2012
- 7) 松川ら. Cortical bone trajectory による腰椎椎弓根スクルーの固定性の検討. 脊椎脊髄 ; 26 (6) : 665-671, 2013

文責) 大石 豪

Tsuyoshi Ohishi MD