Isthmus-guided Cortical Bone Trajectory

—CBT スクリュー刺入におけるわれわれの工夫—

Isthmus-guided Cortical Bone Trajectory

—Our Newly-devised Method to Improve CBT Screw Insertion—

大川都史香 岩月幸一 大西諭一郎 二宮貢士 吉峰俊樹

はじめに

Cortical bone trajectory (CBT 法; 本稿では以下, CBT 原法) は, 腰椎固定法における新たな pedicle screw 刺入径路として 2009 年 Santoni らによって推奨されたもので, 椎弓根の尾側から頭側そして内側から外側に刺入するもので, 椎弓根の軸方向に外側から内側に刺入する従来法に比べて, 皮質骨との接触面を最大限に確保しようとするものである (Fig. 1). 皮質骨との接触面を多く確保することで骨質の悪い患者にも十分なスクリュー固定を可能とし, その軟部組織の展開が小さいことから椎間固定術を低侵襲とし得る優れた方法である. しかしながら, CBT 原法には刺入方法において改善すべき点もある. われわれはこの欠点を補うべく, isthmus of lamina をメルクマールとし CBT スクリューをより安全に挿入する方法を考案した (isthmus-guided CBT 法). 当施設における CBT 原法と isthmus-guided CBT 法との比較検討を行った. 同時に, 検討結果より導かれた CBT スクリュー刺入時の注意点について考察した.

CBT 原法と isthmus-guided CBT 法

CBT 原法における改善すべき点を挙げる. CBT 原法ではスクリュー刺入点を上関節突起中央で横突起の下縁から 1 mm 下方とし, 下関節突起先端部を目標としているが, 椎間固定術が手術適応となる多くの症例においては, 椎間関節が破壊されていることが多くスクリュー刺入のメルクマールとはなりにくい, という問題がある. また, 側方すべりが強い症例ではスクリュー刺入部位が大きく側方にずれて脊柱管内また神経根の損傷を招く可能性があることである. そこで, われわれの工夫として,

Fig. 1

The left arrow indicates a screw inserted using the conventional PS method. The right arrow indicates a screw inserted using the CBT method. The CBT method offers the better purchase for cortical bone than the conventional method.

isthmus of lamina をメルクマールとし, isthmus 外側縁から内側 3 mm の点を刺入点とし, 側面 X 線透視で椎間孔を避ける刺入法を考案した (isthmus-guided CBT 法) (Fig. 2). 術前に 3DCT ワークステーション (Aquerious NET) を使用し, スクリューの外側への刺入角度, スクリュー長, 左右スクリュー刺入点の幅を計測している (Fig. 3).

対象と方法

2012 年 6 月～2013 年 2 月に当施設で CBT 原法を行った 21 症例 (男性 9 例, 女性 12 例, スクリュー本数 162 本) と 2013 年 3 月～2014 年 8 月に isthmus-guided CBT

Toshika Ohkawa, M.D., Koichi Iwatsuki, M.D., Yu-ichiro Ohnishi, M.D., Koshi Ninomiya, M.D., Toshiki Yoshimine, M.D.

大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学 / 〒565-0871 吹田市山田丘 2-2 [連絡先: 岩月幸一]

Address reprint requests to: Koichi Iwatsuki, M.D., Ph.D., Department of Neurosurgery, Osaka University Graduate School of Medicine, 2-2 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka 565-0871, Japan

Fig. 2

A screw insertion point in the isthmus-guided CBT method.

a : A screw is inserted in the vicinity of the inferior articular process from the dorsal side at a point 3 mm medially from the lateral margin of the isthmus.

b : In the lateral view, the superior margin of the intervertebral foramen serves as the benchmark.

Fig. 3

a, b : Preoperative planning using 3DCT workstation. We estimate the screw length, medial-lateral angle of the screw, and the width of the bilateral screw insertion points.

c : Intraoperative view of the measurement of the bilateral screw insertion points. It helps us detect appropriate screw insertion point, even in the case of destructed articular process.

Table 1 Patient characteristics

	Period	No. of patients	Age at time of surgery (yrs)	Sex (male : female)	No. of screws
Original CBT	June 2012–February 2013	21	65.1	9 : 12	162
Isthmus-guided CBT	March 2013–August 2014	33	64.3	15 : 18	204

法を行った33症例（男性15例，女性18例，スクリュー本数204本）を対象とした（Table 1）。平均年齢はCBT原法が65.1歳（29～81歳），isthmus-guided CBT法が64.3歳（32～80歳）であった。スクリュー刺入本数，椎体間固定数，術中出血量，CPK比（術後/術前），スクリュー逸脱人数，スクリュー逸脱本数，患部手術歴についてCBT原法とisthmus-guided CBT法とで比較した（Table 2）。スクリュー逸脱については，神経根症をきたす可能性があり，実質問題となる脊柱管内への逸脱のみ数えた。スクリュー本数，椎体間固定数，CPK比，出血量はt-testを用いて比較し，スクリュー逸脱および患部手術歴についてはFisher正確確率検定を用いて比較した。

結 果

Isthmus-guided CBT法においてCPK比は有意に低下した（ $p=0.04$, t-test）。スクリュー本数，椎体間固定

数，術中出血量は両者で差は認められなかった。また，スクリュー脊柱管内逸脱率についてはisthmus-guided CBT法で減少したものの，両者において有意な差は認められなかった。

次に，脊柱管内逸脱症例の内訳について検討した（Table 3）。CBT原法でスクリュー刺入を行った5症例およびisthmus-guided CBT法でスクリュー刺入を行った7症例において，術後CTでスクリューの脊柱管内逸脱を認めた。スクリュー刺入レベルではL5が47%と約半数を占めていた（Fig. 4）。また，逸脱をきたしたスクリューは80%が右側スクリューであった（Fig. 5）。脊柱管内逸脱をきたした1症例において，術後神経根性疼痛のため再手術を行い，当該スクリューの交換留置を施行した。

考 察

CBTスクリューの挿入で最も回避しなくてはならな

Table 2 Comparisons of patient characteristics and outcomes between the groups of the original CBT method and the isthmus-guided CBT method

	Original CBT	Isthmus-guided CBT	p value	Statistics
No. of screws per patient	7.7	6.2	0.06	t-test
No. of interbody fusions per patient	1.8	1.6	0.52	t-test
Blood loss	690.0 ml	592.6 ml	0.64	t-test
CPK ratio (postop. /preop.)	6.1	3.8	0.04*	t-test
No. of patients with screw misplacements	5 (23.8%)	7 (21.2%)	0.54	Fisher's exact test
No. of screw misplacements	7 (4.3%)	8 (3.9%)	0.53	Fisher's exact test
No. of patients with previous decompression	7 (33.3%)	11 (33.3%)	0.37	Fisher's exact test

* : $p < 0.05$

Table 3 Analysis of the cases with screw misplacements

	Case no.	Age	Sex	No. of misplacements	Location left	Location right	History of previous operation
Original CBT	No. 1	71	F	1		L4	(-)
	No. 2	71	M	1		L5	(-)
	No. 3	76	F	1		L5	(-)
	No. 4	68	F	2		T12, L2	(-)
	No. 5	75	F	2		L2, L4	(+)
Isthmus-guided CBT	No. 1	68	F	1		L5	(-)
	No. 2	62	M	1		L3	(-)
	No. 3	65	F	1		L3	(-)
	No. 4	67	F	1		L5	(-)
	No. 5	65	F	1	L5		(-)
	No. 6 [†]	64	M	1	L5		(+)
	No. 7	75	F	2	L5	L2	(+)

[†] : The patient underwent reoperation due to the postoperative radiculopathy

Fig. 4

Almost half of the screw misplacement occurred in the level of L5, in which the lateral recess of the spinal canal is developed.

い合併症は、スクリューの脊柱管内逸脱である。Isthmus-guided CBT 法では椎間関節面ではなく、スクリュー挿入目的椎体と同レベルの構造物をメルクマールとするため、椎間関節の破壊や側方すべりなどの影響を受けにくい。側面透視にて椎間孔を避け、内外側方向の角度は術前の計測に基づいて手術を行ったが、lateral recess の発達した椎体レベルへのスクリュー刺入は注意を要することが今回の検討結果より明らかとなった。

術後 CT で評価を行ったところ、脊柱管内逸脱をきたした症例はほぼ全例が右側スクリューであった。この理由は、透視 C-arm の位置と術者の利き手によるものと考えられる。透視 C-arm が患者頭側に位置していた場合、右利き術者では左側スクリューの刺入は自身の体幹に引き寄せるように行うことができるが、右側スクリューは術者の体幹から逸れる方向へ向ける必要があるため、スクリュー刺入角度が甘くなりやすいと考えられる。

CBTは、従来法に比べて、皮質骨との接触面を最大限に確保することで、骨質の悪い患者にも instrumentation を可能にしている。特に骨粗鬆症例においては有効な刺入法と考えられている。生体力学的検討では、従来法に比較しその引き抜き強度は30%ほど上回ると報告されている。スクリューは内側から外側に向けて刺入されるので、従来法に比し軟部組織の展開は小さくなることから、従来法に比較し低侵襲手術となると考えられている。本検討では isthmus-guided CBT 法は CBT 原法に比べ、術後の CPK 値を減じた。これは CBT 原法ではスクリュー刺入点を横突起下縁から 1 mm 下方のラインと上関節突起正中ラインとの交点としているが、isthmus-guided CBT 法では椎弓のくびれをメルクマールとしているため、横突起までの剥離は必要なく、軟部組織の展開がより少なくすむことによると考えられる。

スクリューを用いた脊椎固定術は、近年脊椎外科において増加の一途をたどっている。手術の低侵襲化と安全性の向上は、外科の発展そのものである。今後、さらなる改良が加えられていくべきであると思われる。

結 語

スクリューの脊柱管内逸脱という観点において、isthmus-guided CBT 法は CBT 原法と同等以上の安全性を担保できると考えられた。Isthmus-guided CBT 法では術

Fig. 5

Most of the screw misplacement occurred on the right side, which is partly due to the operators' right-handedness.

後 CPK 値が減少した。右利き術者の場合、右側スクリューの挿入には注意を要する。特に lateral recess が発達した L5 レベルでは、スクリューの外側への刺入角度を十分にとる必要がある。