下顎骨関節突起骨折に対する髓内ピン刺入時の
下顎管損傷の危険性について
——X線写真による側面像での検討——

伊介昭弘・杉崎正志・鈴木智信・田辺晴康

Risk of mandibular canal injury on insertion of
a intramedullar pin
——Investigation of lateral radiographs——

Akihiro IKAI・Masashi SUGISAKI・Tomonobu SUZUKI・Haruyasu TANABE

Abstract: An intramedullar pin inserted from the base of the mandible is used for open reduction of fractures of the mandibular condylar process. However, as this procedure requires that the pin or screw is inserted into the mandibular ramus, there is a risk of injuring the mandibular canal during insertion. In this study, we evaluated the possibility of mandibular canal injury during insertion of an intramedullar pin in Japanese dry skulls.

The results were as follows.

1. Between 10.8% and 29.7% of the skulls had the risk of mandibular canal injury during pin insertion, and the risk of injury was higher (16.7% to 58.3%) in the presence of an edentulous mandible.

2. When the morphologic characteristics of mandibles with the risk of mandibular canal injury were compared with those of mandibles without such a risk, there were significant differences in the angle of the condylar neck, the angle of the posterior border of the condylar neck, or the angle of the posterior border of the mandibular ramus to the mandibular plane.

3. The shorter the distance between the mandibular canal and the posterior border of mandible or the mandibular angle, the higher was the risk of the mandibular canal injury.

The larger the angle between the mandibular condylar neck and the mandibular plane or between the posterior border of the mandible and the mandibular plane, the higher was the risk of mandibular canal injury.

Key words: mandibular canal injury (下顎管損傷), mandibular condylar process fracture (下顎骨関節突起骨折), intramedullar pin (髓内ピン)

緒 言

下顎骨関節突起骨折の手術に際し、下顎下縁より刺入するキルシュナー綱線¹⁻³⁾やラグスリユー^{4, 5)}(以後髓内ピンとする)が用いられることがある。これらは下顎下縁より関節突起に向かう髓内ピンであり、下顎枝内貫通に際し下顎管損傷が懸念されている^{4, 6, 7)}。しかしながら髓内ピン刺入時の下顎管損傷

東京慈恵会医科大学歯科学教室

(主任：田辺晴康教授)

Department of Dentistry, Jikei University School of Medicine (Chief: Prof. Haruyasu Tanabe)

受付日：平成8年12月13日

表1 研究材料

	側	男性	女性	平均年齢
	74	34	40	32.3±13.0
有歯顎	62	34	28	28.5± 9.4
Ⅰ級	22	14	8	26.7± 7.7
Ⅱ級	20	10	10	30.4±13.1
Ⅲ級	20	10	10	28.6± 7.6
無歯顎	12	0	12	52.0± 9.4

の危険性について報告したものは見受けられない．そこで日本人晒淨下顎骨を用いて関節突起への髓内ピン刺入に伴う下顎管損傷の危険性について検討した．

材料および方法

研究材料に本学解剖学教室所属の日本人成人晒淨下顎骨37体（74側）を用いた．内訳は有歯顎31体，無歯顎6体であり，有歯顎のアングル分類ではⅠ級11体，Ⅱ級10体，Ⅲ級10体であった（表1）．

下顎骨のX線写真撮影に際し，下顎骨およびフィルムを固定するため簡易固定装置を作製し，さらに下顎下縁を基準とするため，固定装置の水平面に銅線を設置した（写真1）．X線写真撮影は，下顎枝外側面をフィルムに平行になる様に近接，固定し，フィルム—焦点間距離320mm，フィルムは，X-Omat TL READY PACK（コダック社）を用い，歯科用X線撮影装置で行なった．なお現像等の処理は指定どおり行った．

計測方法

X線写真撮影後，X線写真上の下顎骨および基準線（下顎下縁平面）をトレースし，まず下顎枝後縁接線（F-I）を決定し，下顎枝後縁接線が下顎頭，下顎角と接する点をそれぞれ下顎頭後縁（F），隅角部（I）とした．次にX線写真上での下顎頭前面における下顎頭隆線⁸⁾と下顎切痕との交点（L）からF-Iへ垂線を引き，下顎頭後縁との交点を下顎頭上端後縁（G）とした．また下顎平面に対して下顎切痕の最下点（J）からF-Iへ垂線を引き，下顎頭後縁との交点を下顎頭下端後縁（H）とした．さらに線分L-G，J-H，それぞれの中点を下顎頭上端中央（B），下顎頭下端中央（C）とした（図1，写真2）．下顎管最上後縁をDとし，さらにDより10mm下方で下顎下縁平面と平行な線と下顎管との交点をEとした．またDを通り，下顎下縁平面に平行な線が下顎枝後縁と接する点（K），下顎頭において下顎下縁平面に対し最上点である下顎頭上縁（A）も設定した．

まず髓内ピン刺入時，下顎管を損傷する危険性を検討するため，髓内ピン刺入方向を示す仮想線（以後，

写真1 簡易固定装置

写真2 下顎頭隆線と下顎切痕との交点（L）

刺入線とする）を設定した．髓内ピンの適応は下顎頭の骨折であり，その刺入目標とする位置は，骨折状態により異なるが，前後的には下顎頭上端中央（B）から下顎頭下端中央（C）の範囲内にあると考えた．そこで，髓内ピンが，X線写真上で設定しやすい下顎頭後縁（F）と下顎頭下端後縁（H）を結んだ刺入線を，下顎頭上端中央（B）または下顎頭下端中央（C）を通るように平行移動した．次いで，この2つの刺入線を下方へ延長し，下顎管最上後縁との最短距離（D-D'，D-D''）を計測した（図2）．その結果，刺入線が下顎管最上後縁と接するもの，あるいはさらに吻側に位置するものを下顎管損傷の「危険性あり」とし，それ以外のものを「危険性なし」とした．

次いで下顎管損傷の「危険あり」と判定された下顎骨と，「危険性なし」と判定された下顎骨が形態学的に差があるか検討するために関節突起を中心に線的，角度的計測を行った．線的計測は各計測点間の最短距離を測定し，角度的計測は，刺入方向の目安となり得る関節突起や下顎枝後縁の各種計測点（B，C，F，G，H，

図1 計測点

図2 下顎管損傷の危険性の判定方法

図3 角度的計測方法

表 2 下顎管損傷の危険性のあるもの

	Bを通ると仮定した場合	Cを通ると仮定した場合
全例中	8 / 74 (10.8%)	22 / 74 (29.7%)
有歯顎	6 / 62 (9.7%)	15 / 62 (24.2%)
Ⅰ 級	2 / 22 (9.1%)	5 / 22 (22.7%)
Ⅱ 級	4 / 20 (20.0%)	4 / 20 (20.0%)
Ⅲ 級	0 / 20 (0.0%)	6 / 20 (30.0%)
無歯顎	2 / 12 (16.7%)	7 / 12 (58.3%)

表 3 下顎管損傷の「危険性あり」の下顎骨と「危険性なし」の下顎骨の角度的計測値の比較 (B を通ると仮定した場合)

計 測 項 目	危険性のないもの	危険性のあるもの
∠下顎下縁平面・BC	151.6± 8.6	161.4± 7.3*
∠下顎下縁平面・DE	157.0± 7.7	163.6± 3.5*
∠下顎下縁平面・FG	139.0±13.6	159.5±12.1**
∠下顎下縁平面・FH	137.3± 6.9	152.0± 4.8**
∠下顎下縁平面・FI	128.4± 7.1	139.4± 5.5**
∠下顎下縁平面・GH	136.3± 6.9	149.4± 4.7**
∠下顎下縁平面・GI	126.9± 7.1	137.2± 5.6**

* : P<.005 ** : P<.001 単位 : 度

I) 間の線分を設定し、これらの線分が下顎下縁平面となす角度を計測した。なお計測した角度の名称は、計測した線分の設定に用いた計測点の名称を用いた。たとえば点 B と点 C を結んだ線分が下顎下縁平面となす角は「∠下顎下縁平面・BC」とした (図 3)。

結 果

計測の結果、下顎顎上端中央 (B) を通ると仮定した場合は74側中 8 側 (10.8%), 下顎顎下端中央 (C) を通ると仮定した場合は74側中22側 (29.7%) において、刺入線は下顎管最上後縁と接触もしくは、より吻側に位置しており、「危険性あり」と判定された。有歯顎では62側中 6 側 (9.7%) から62側中15側 (24.2%), 無歯顎では12側中 2 側 (16.7%) から12側中 7 側 (58.3%) が「危険性あり」と判定された (表 2)。

上記の結果をもとに下顎管損傷の「危険性あり」と判定された下顎骨と、「危険性なし」と判定された下顎骨との 2 群間で角度的計測について比較検討した (表 3, 4)。その結果、下顎顎上端中央 (B), 下顎顎下端中央 (C) いずれを通ると仮定した場合でも、∠下顎下縁平面・BC, ∠下顎下縁平面・DE, ∠下顎下縁平面・FG, ∠下顎下縁平面・FH, ∠下顎下縁平面・FI,

表 4 下顎管損傷の「危険性あり」の下顎骨と「危険性なし」の下顎骨の角度的計測値の比較 (C を通ると仮定した場合)

計 測 項 目	危険性のないもの	危険性のあるもの
∠下顎下縁平面・BC	150.1± 8.7	158.9± 6.0**
∠下顎下縁平面・DE	156.0± 7.8	161.8± 5.5**
∠下顎下縁平面・FG	138.1±13.1	148.6±16.2*
∠下顎下縁平面・FH	136.4± 6.9	144.8± 7.6**
∠下顎下縁平面・FI	127.6± 7.0	134.1± 7.6**
∠下顎下縁平面・GH	135.4± 7.0	143.0± 7.3**
∠下顎下縁平面・GI	126.4± 6.9	132.0± 7.9*

* : P<.005 ** : P<.001 単位 : 度

表 5 下顎管一刺入線間距離と相関がみられた計測項目

計 測 項 目	相 関 係 数	
	Bを通ると仮定	Cを通ると仮定
角度的計測		
∠下顎下縁平面・BC	-.4954**	-.4490**
∠下顎下縁平面・FG	-.5924**	-.4323**
∠下顎下縁平面・FH	-.6398**	-.4416**
∠下顎下縁平面・FI	-.4441**	-.3341*
∠下顎下縁平面・GH	-.6211**	-.4323**
∠下顎下縁平面・GI	-.3765**	-.3025

線の計測

下顎管一隅角部 (D-I)	.6926**	.5555**
下顎管一後縁 (D-K)	.6996**	.5411**

* : p<.005 ** : p<.001

∠下顎下縁平面・GH, ∠下顎下縁平面・GI に 2 群間で有意差が認められ、いずれの角度も「危険性あり」と判定された下顎骨の方が大きかった。

さらに下顎管損傷の指標とした下顎管最上後縁と刺入線との距離 (D-D', D-D'') が、髄内ピン刺入方向に関連がある関節突起や下顎枝後縁の角度、下顎管から下顎枝後縁までの距離などと関係があるかどうか検討するため、これらの計測値と刺入線一下顎管の距離 (D-D', D-D'') の相関係数を求めた (表 5)。その結果、下顎顎上端中央 (B), 下顎顎下端中央 (C) いずれを通ると仮定した場合でも角度的計測では∠下顎下縁平面・BC, ∠下顎下縁平面・FG, ∠下顎下縁平面・FH, ∠下顎下縁平面・FI, ∠下顎下縁平面・GH と相関が認められた。線の計測では下顎管最上後縁 (D) から隅角部 (I) や下顎枝後縁 (K) までの距離に相関が認められた。すなわち、下顎下縁平面と下顎顎のなす角 (∠下顎下縁平面・BC) が大きいほど、下顎頭後縁と

下顎頭上端後縁を結んだ線分 (F-G), 下顎頭後縁と下顎頭下端後縁を結んだ線分 (F-H), 下顎頭後縁と隅角部を結んだ線分 (F-I) などが下顎下縁平面となす角が大きいほど, そして下顎頭後縁 (G-H) と下顎下縁平面のなす角が大きいほど, また下顎管から隅角部や後縁までの距離 (D-I, D-K) が短いほど下顎管損傷の危険性が増すと考えられた。

考 察

下顎骨関節突起骨折に際し使用される髄内ピンは, 下顎枝内を貫通するため, その方向性が重要である。固定時, 下顎枝後縁に沿って刺入するのが適当と考えるが, 下顎関節突起は下顎枝後縁に較べ, より背側に傾斜していることが多く, 関節突起の形態によっては刺入角度がかなり水平になることもあり下顎管の損傷が懸念される。

Eckelt⁴⁾ は彼のラグスクリュー刺入で116例中4例にオトガイ神経の知覚異常を認めたと報告しているが, その危険性については検討していない。また髄内ピンの刺入に関する報告はいくつかあるが^{1-3, 5, 9)}, いずれも髄内ピンを小骨片にいかにより正確に, 容易に刺入するかの方法について述べており, 刺入時の下顎管損傷の可能性については検討していない。

今回の研究に際し, 刺入方向の設定は, 臨床においてX線フィルム上で設定しやすいこと, 「下顎頭上端中央」と「下顎頭下端中央」を結んだ線の角度(下顎頭の傾き)と関連性が強いこと, ならびに回転パノラマX線写真上で設定しやすく撮影時の下顎の位置変化による影響が少ない点¹⁰⁾ であることなどを考慮して決定した。その結果, 今回の研究では下顎頭後縁から下顎頭下端後縁を結んだ線を刺入方向に設定した。その刺入する目標は, 臨床的に髄内ピンは下顎骨頸部骨折に用いられるので最も前方(吻側)からの刺入になると考えられる「下顎頭下端中央」を目標とする場合と, 最も後方(背側)の刺入となる「下顎頭上端中央」を目標とする場合の2通りを設定した。すなわち, 仮想線をBまたはCを通るようにして検討した。これらの範囲外である下顎頭下端中央より前方, または下顎頭上端中央より後方を刺入目標とした場合は, 下顎下縁からの刺入では髄内ピンが下顎頭からそれることが多く, 十分な固定力を発揮できず, 他の固定法により整復すべきと考える。本研究結果から有歯顎では9.7~24.2%, 無歯顎では16.7~58.3%が「危険性あり」と判定されたが, X線写真を用いた側面像からの判定であり, 下顎管の内外側方向の位置については検討していない。したがって側面像から「危険性あり」と判定された下顎骨すべてが下顎管を損傷するとは考えられない。一方, Eckelt¹¹⁾ は32体の下顎枝の厚径を計測し, その平均値は4.8mmと報告しており, これより髄

内ピンの直径2~2.5mmのもの(Eckelt lag screwなど)が使用される時には内外側方向に下顎管を避けて刺入することは困難であり, 側面像で「危険性あり」と判定されたものは, 下顎管損傷の可能性があると考えられた。

また髄内ピンは, 一定の径を有するため, 刺入線を髄内ピンの中心線と考えた場合には, 下顎管に非常に近接している例では下顎管損傷の可能性も考えられる。さらに下顎角外側の張り出し(winglike lateral flaring of the mandibular angle)¹²⁾ が大きい場合には, 下顎下縁からの刺入がより内側を向きやすく, 偶発症が起こりやすいと考えられた。

Eckelt¹¹⁾ は, 下顎小舌の位置の術中推測に際し, 術中也確認できる下顎枝後縁および下顎切痕からの距離が重要であり, 下顎管から下顎枝後縁までの距離は11.2mm, 下顎切痕までは21.3mm(32体の計測)と述べている。本研究でも下顎管から下顎枝後縁, 下顎切痕までの平均距離はそれぞれ12.7, 23.1mmと大差なかったが, 刺入線と下顎管との距離は, 下顎管から下顎枝後縁までの距離と相関が認められたが, 下顎管から下顎切痕までの距離とは相関が認められなかった。

下顎管損傷の「危険性あり」と判定された下顎骨と「危険性なし」とされた下顎骨の形態学的な違いの検討では, 「危険性あり」の下顎骨で有意差が認められた項目は, すべて「危険性なし」のものに較べ, 下顎下縁平面となす角度が大きかった。これは髄内ピンが下顎下縁においてより吻側から刺入されることとなり, 危険性が増すことは当然と考えられた。また下顎管最上後縁-刺入線間距離との相関は下顎頭後縁や下顎枝後縁の計測項目において認められた。これは髄内ピンの刺入方向を下顎頭の方に設定したためと考えられた。

今後さらに関節突起骨折の術前評価に際し, 下顎頭の角度が測定不可能である場合, 下顎管損傷を予測しうる方法を確立する必要性が認められた。

結 語

日本人晒浄下顎骨を用い, 髄内ピンの下顎枝内貫通に際し下顎管損傷の危険性について検討した。その結果,

1. 計測した下顎骨のうち74側中8個(10.8%)~74側中22側(29.7%)に下顎管損傷の危険性があった。また, 無歯顎では有歯顎に較べその割合が高かった(16.7~58.3%)。

2. 下顎管損傷の「危険性あり」と判定された下顎骨の形態は, 「危険性なし」のものと比較して下顎頭の傾き, 下顎頭後縁と下顎頭後縁または隅角部を結んだ線の角度, 下顎頭後縁と隅角部を結んだ線の角度に差が認められた。

3. 下顎管損傷の危険性の指標とした下顎管最上後縁端と刺入線との距離は, 下顎管から下顎枝後縁や隅角部までの距離, また下顎頭と下顎下縁平面のなす角, 下顎頭後縁と下顎頭後縁または隅角部を結んだ線と下顎下縁平面のなす角に相関が認められた。

本論文の要旨の一部は第50回日本口腔科学会総会(平成8年4月, 鹿児島)にて発表した。

引用文献

- 1) Cadenat, H., Combells, R., et al.: Osteosynthesis of subcondylar fractures in the adult. *J Maxillofac Surg* 11: 20-29 1983.
- 2) Brown, A.E. and Obeid, G.: A simplified method for the internal fixation of fractures of the mandibular condyle. *Br J Oral maxillofac Surg* 22: 145-150 1984.
- 3) Takenoshita, Y., Oka, M., et al.: Surgical treatment of fractures of the mandibular condylar neck. *J Craniomaxillofac Surg* 17: 119-124 1989.
- 4) Eckelt, U.: Zugschraubenosteosynthese bei Unterkiefergelenkfortsatzfrakturen. *Dtsch Zahn Mund Kiefer Gesichtschir* 15: 51-57 1991.
- 5) Petzel, JR.: Functionally stable traction-screw osteosynthesis of condylar fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 40: 108-110 1982.
- 6) Kallela, I., Soderholm, A-L., et al.: Lag-screw osteosynthesis of mandibular condyle fractures: A clinical and radiological study. *J Oral Maxillofac Surg* 53: 1397-1404 1995.
- 7) Ikai, A., Sugisaki, M., et al.: Open reduction of condylar process fracture using Eckelt lag screw. *Scientific abstracts. The Third Asian congress on oral and maxillofacial surgery*: 245 1996.
- 8) DuBrul, E.L.: *Sicher 口腔解剖学*, 第7版. 医歯薬出版, 東京, 1986, 39-40頁.
- 9) Silvennoinen, U., Iizuka T., et al.: Surgical treatment of condylar process fractures using axial anchor screw fixation: A preliminary follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg* 53: 884-893 1995.
- 10) Ruf, S. and Panherz, H.: Is orthopantomography reliable for TMJ diagnosis? An experimental study on a dry skull. *J Orofac Pain* 9: 365-374 1995.
- 11) Eckelt, U.: *ECKELT LAG SCREW 講義パンフレット*. 1994.
- 12) Lang, J.: *Clinical anatomy of the masticatory apparatus and peripharyngeal spaces*. Thieme Medical Publishers, Inc. New York, 1995, p28-29.