

## 経鼻的経蝶形骨洞手術の現状と展望 — 当施設での工夫 —

鳥取大学医学部脳神経医科学講座 脳神経外科学分野 (主任教授 黒崎雅道)

黒 崎 雅 道

Endonasal transsphenoidal surgery in department of neurosurgery,  
Tottori University

Masamichi KUROSAKI

*Division of Neurosurgery, Department of Brain and Neurosciences, Faculty of Medicine,  
Tottori University, 36-1 Nishi-cho Yonago, 683-8504, Japan*

### ABSTRACT

We reported our surgical procedure and strategy for sellar lesions. Between November 2012 and August 2016, collaboration of neurosurgeons and otolaryngologists (2 surgeons, 4 hands surgery) was performed in 57 patients with sellar lesions in our hospital. A high definition type rigid endoscope and navigation system was used. The otolaryngologist held the endoscope allowing the neurosurgeon to use two surgical instruments during tumor removal. The advantages of endoscope include excellent panoramic view. Preoperative radiological evaluation was performed using 3D-MDCT and 3T MRI. Three T MRI was superior to 1.5T MRI in visualization of tumors, as well as the surrounding structures. 3D-MDCT images were useful for the simulation of the endonasal transsphenoidal surgery. In this series, total or subtotal resection was achieved in 22 of 26 (85%) non-functioning adenomas. Visual disturbances were improved in 13 of 14 (93%) patients. Endocrinological remission was achieved in 12 of 15 (80%) growth hormone-producing adenomas, and 2 of 2 (100%) cases of Cushing's disease. Our 4 hands surgery was a safe procedure, with minimal morbidity and excellent surgical results. We suggest that 3D-MDCT and 3T MR images provide significant assistance as a diagnostic and therapeutic tool for the treatment of sellar lesions. (Accepted on September 23, 2016)

**Key words :** pituitary adenoma, transsphenoidal surgery, 3D-MDCT, 3T MRI

### はじめに

下垂体腫瘍の外科的治療法としては、1960年代にHardy<sup>1)</sup>により確立されたX線透視装置と手術用顕微鏡を併用した経蝶形骨洞手術 (TSS) が今日まで広く行われている。1990年代半ばより神経

内視鏡や術中ナビゲーションなどを用いた、より低侵襲の手術方法が報告されるようになってきた<sup>2,5)</sup>。本稿では、最近の当施設における経蝶形骨洞手術の工夫とその成績および今後の展望について報告する。

### 対象と方法

2004年3月から現在(2016年8月)までに、当科および関連施設において筆者自身が執刀したTSSは198例である。術式としては、経鼻孔アプローチによる顕微鏡・内視鏡併用手術を基本としてきたが、最近では新たな試みとして、光学式・磁場式ハイブリッドナビゲーションStealth Station S7 (Medtronic社製)とHi-vision内視鏡 (Storz社製)を導入し、耳鼻科医との合同手術(2 surgeons, 4 hands surgery)を行っている。2012年11月以降に施行したTSS 74症例のうち、耳鼻科医に手術応援を依頼した57症例(75%)を今回の研究の対象とした。4 hands surgeryでは、はじめに耳鼻科医が蝶形骨洞開放までの操作を内視鏡下に行い、続いて脳神経外科医が内視鏡または顕微鏡あるいはその両者を用いて、トルコ鞍底および頭蓋底の開窓、腫瘍摘出を行った。内視鏡下の操作においては、耳鼻科医が内視鏡を把持し、お互いのモニターを見ながら術者に負担がかからない姿勢で両鼻孔経由に手術をすすめている(図1)。拡大TSSでは、耳鼻科医が筋膜や脂肪を内視鏡下に詰め、有茎鼻中隔粘膜弁を用いて閉創を行った。鼻中隔矯正術、副鼻腔根治術適応症例に対しては耳鼻科医が同一手術において対応した。特殊な手術器械としてMicro-pressure-suction-irrigation-system (MPSIS, Walder Link社製)、または手術用イリゲーション吸引装置・液面加圧式FOKシリーズ(フジタ医科器械社製)を用いた。術前の画像診断として3D-multidetector-row (MD) CTと3 tesla (T) MRI所見を重視している。

### 3D-MDCT

16列あるいは64列のMDCT装置(Aquilion, 東芝社製)にて、頭部造影CTを撮影(撮影条件:管電圧 125 kV, 管電流 150 mA, 500 msec, スライス厚 0.5 mm, 造影方法:造影剤 300 mgI/ml, 注入速度 4.0, 総量 50 ml)し、得られた画像を3Dワークステーション(Ziostation, ザイオソフト社製)に転送し、volume rendering像を作成した。鼻腔、蝶形骨洞、トルコ鞍部など複数の部位で手術アプローチに垂直な断面像を作成し、手術のシミュレーションを行った。

### 3T MRI

3T MRI装置 (Signa EXCITE 3.0T HD, Discovery MR750W 3.0T, GE社製, MAGNETOM Skyra 3T, SIEMENS社製)での通常の撮像法としてT1強調画像(T1WI)では3D-spoiled gradient echo (SPGR)法(repetition time (TR) 7-11 msec, echo time (TE) 2 msec, matrix 512×256, field of view (FOV) 210 mm)とfast spin echo (FSE)法(TR/TE 550-620/20-21 msec, matrix 512×256, FOV 210 mm)を、T2強調画像(T2WI)ではFSE法(TR/TE 4500-5500/94-106 msec, matrix 512×320, FOV 210 mm)を用いている。

### 結 果

当施設では、顕微鏡・内視鏡併用のTSSを基本として行ってきたが、Hi-vision内視鏡の導入に伴い、内視鏡手術の割合が増えてきた。耳鼻科医との4 hands surgeryでは内視鏡と手術器械が干渉しにくく、モニターでの疑似3D化が得られ、手術操作がスムーズとなった。鼻中隔偏位症例への対応や鼻中隔粘膜弁の作成、後部篩骨洞の開放などの操作が容易となり、拡大TSSへ移行しやすくなった。57症例の内訳は非機能性腺腫26例、成長ホルモン(GH)産生腺腫15例、副腎皮質刺激ホルモン(ACTH)産生腺腫2例、プロラクチン(PRL)産生腺腫1例、鞍結節部髄膜腫2例、頭蓋咽頭腫2例、ラトケ嚢胞4例、その他5例であった。そのうち9例で拡大TSSを施行した。

イリゲーション吸引管は比較的硬めの腫瘍を吸引、摘出しやすくする目的で考案されたが、血液成分を洗い流して、術野を無血に保つことにより、周囲の下垂体前葉、後葉、鞍隔膜、クモ膜、海綿静脈洞内壁をきれいに露出することが可能となり、腫瘍浸潤の状態を把握しやすく、その部分の摘出にも有用であった。

3D-MDCTは以下の点において有用であった。  
1) 鼻中隔の偏位や鼻甲介の発達程度がわかり、手術アプローチ側の決定に役立つ。  
2) 蝶形骨洞内の中隔の形態や鞍底への付着部位、鞍底の形態などを知り、トルコ鞍開窓部位の目安になる。  
3) 左右の海綿静脈洞内内頸動脈間の短い症例が把握できる。  
4) 再手術例において、前回の手術における蝶形骨洞の開放あるいはトルコ鞍の開窓の状態を知ることができる。また、3T MRIを用いることにより、従来の1.5Tのものとは比べて空間分解能に優

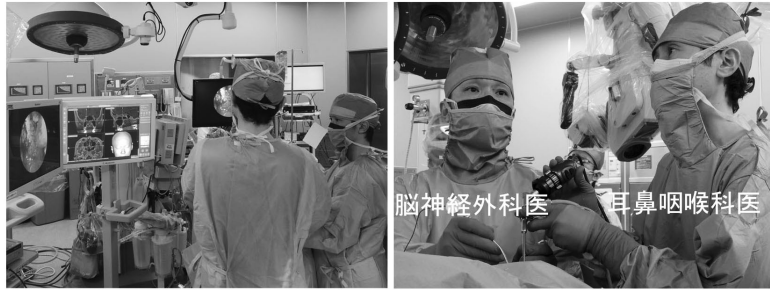


図1 当施設における耳鼻科医と脳神経外科医合同によるTSS手術 (2 surgeons, 4 hands surgery) の風景

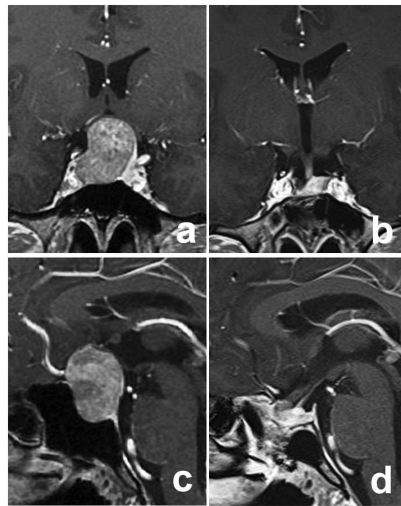


図2 症例1：22歳女性 非機能性下垂体腺腫

a：術前MRI（造影T1強調画像，冠状断），b：術後MRI（造影T1強調画像，冠状断），c：術前MRI（造影T1強調画像，矢状断），d：術後MRI（造影T1強調画像，矢状断）。

れた高画質像が得られ、腫瘍内部の性状、海綿静脈洞への浸潤程度の把握に有用であった。

手術成績に関しては、GH産生腺腫15例中、手術のみで内分泌学的治癒を得たものは12例（80%）、ACTH産生腺腫では、2例とも内分泌学的治癒を得た。非機能性腺腫例は全例大型腺腫で、全摘～亜全摘は22例（85%）、部分摘出は4例（15%）であった。また術前に視機能障害を呈したものは14例、外眼筋麻痺による複視を呈したものが2例であったが、複視は術後、全例において、視機能障害は13例（93%）で改善を認めた。合併症としては非機能性腺腫の1例において、術後に残存腫瘍内の出血がみられ、開頭術を要した。その他、鼻出血

を1例に、慢性硬膜下血腫を1例に認めた。15例に鼻中隔粘膜弁を作成したが、全例で髄液漏を認めなかった（拡大TSSの3例において、腰椎ドレナージを短期間使用した）。

代表症例を提示する。

症例1：22歳女性、非機能性下垂体腺腫。

左眼の視力低下を主訴に眼科受診し、両耳側半盲を認めた。頭部MRIにて鞍上部進展を伴う下垂体腺腫を認め、視交叉を上方へ圧排し、正常下垂体は左方に偏位していた。造影T1WIにおいてはbrushed enhancementを認め、fibrous adenomaが疑われた（図2a, c）。術前の3D-MDCTをみると鼻中隔はほぼ正中に位置し、明らかな偏位はなかつ

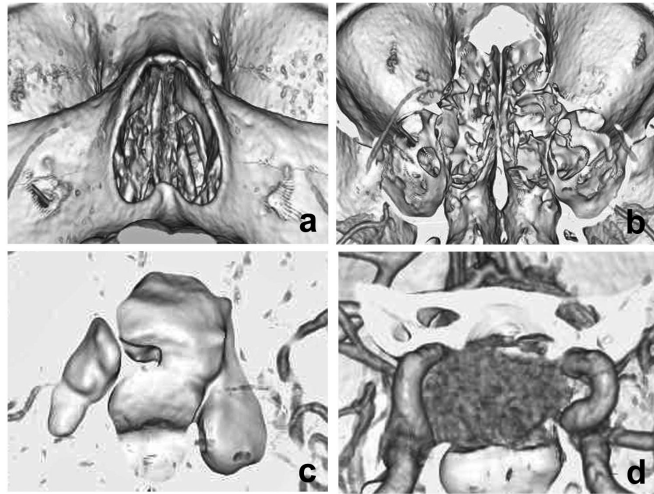


図3 症例1の3D-MDCT (手術シミュレーションの画像)

a: 鼻孔の表面像, b: 鼻腔内での断面像, c: 蝶形骨洞内での断面像, d: トルコ鞍内の断面像.

た(図3a). 図3bでは蝶形骨洞の前壁に相当する鋤骨が見えており, この部分を開窓すると蝶形骨洞内に入り, 図3cのようにトルコ鞍底部の様子が確認できた. 隔壁が左右の内頸動脈付近に付着しており, トルコ鞍底部の開窓を行う際に解剖学的形態の指標となった. 図3dでは腫瘍と周囲の血管との関係が3Dで理解できた. 腫瘍は比較的硬めで, 術前の予想通り, いわゆるfibrous adenomaであったが, イリゲーション吸引管を用いながら, 内視鏡下および顕微鏡下に可及的に摘出し, 最終的に脱転してきた鞍隔膜, くも膜, 正常下垂体前葉部分を確認した. 術後のMRIで腫瘍は一部残存していたが(図2b, d), 視力・視野障害は改善し, 一過性の中枢性尿崩症がみられたものの改善し, 下垂体機能も正常に保たれた.

症例2: 76歳女性, ラトケ嚢胞.

視力・視野障害で発症したトルコ鞍内から鞍上部にかけての嚢胞性病変である. MRI所見(図4a, b)からは, 頭蓋咽頭腫との鑑別を要した. TSSでトルコ鞍を開窓した. トルコ鞍の硬膜切開を行い, 下垂体前葉を露出し, 一部に切開を入れ, 嚢胞に到達した. 嚢胞壁の部分切除と内容液の吸引除去を行い, 内容液は黄白色の粘液様物質であり, 術中迅速病理所見ではラトケ嚢胞と診断された. トルコ鞍内の操作だけでは鞍上部の病変の降下がみられなかったため, 拡大TSSに移行した. 前頭蓋

底の硬膜切開を追加, 翻転した後にくも膜を剥離し, 下垂体茎を確認した. 下垂体茎は嚢胞によりfanningした状態であり, その表面に複数の下垂体門脈系の血管を確認した(図4c)後, その血管を損傷しないように, 嚢胞壁を切開し, 黄白色の粘液様物質を吸引し, 下垂体茎を温存した(図4d). 患者の術後経過は良好で, 視力・視野障害も改善した. 術後のMRI(図4e, f)では, 嚢胞の再発はなく, 下垂体茎が確認できるが, 中枢性尿崩症および下垂体機能低下症を後遺し, ホルモン補充療法を必要とした.

## 考 察

Hardyは, 1960年代にX線透視装置と手術用顕微鏡を導入することで下垂体外科の理論的基盤を築いた<sup>1)</sup>. 同時期に間脳下垂体領域の内分泌学の飛躍的發展が重なり, その後のCTやMRIの登場とともに顕微鏡下の経蝶形骨洞手術は大きく発展してきた. 1990年代半ばから, Jhoら<sup>2)</sup>の報告以降, 神経内視鏡を用いたTSSが普及した. 当科では1996年に, 国内では最も早い時期に内視鏡を導入した<sup>5)</sup>. 2004年3月以降, 術式としては, 経鼻孔アプローチによる顕微鏡・内視鏡併用手術を基本としてきたが<sup>6)</sup>, 最近では術中ナビゲーションとHi-vision内視鏡を導入し, 新たな試みとして, 国内ではまだ限られた施設でしか実施されていない耳鼻科医との



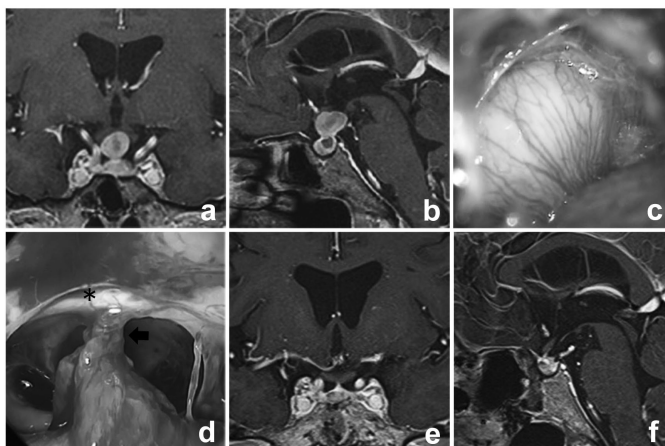


図4 症例2：76歳女性 ラトケ嚢胞症例

a：術前MRI（造影T1強調画像，冠状断），b：術前MRI（造影T1強調画像，矢状断），  
c, d：術中写真（d.\*：視交叉，→：下垂体茎），e：術後MRI（造影T1強調画像，冠状断），f：術後MRI（造影T1強調画像，矢状断）。

合同手術でTSSを行っている<sup>7)</sup>。今回、主にこの新しい手術方法とその成績について報告した。

機能性下垂体腺腫のうち、GH産生腺腫やACTH産生腺腫では、TSSが第一選択であり、その内分泌寛解率が重要となる。しかしながら、下垂体外科を専門とする施設であってもGH産生腺腫における手術のみでの治癒率は42-70%と決して高くなく、手術成績不良因子としては腫瘍が大きいもの、術前血中GH濃度が高いもの、海綿静脈洞浸潤例などが挙げられている<sup>8)</sup>。内視鏡よりも顕微鏡下の方がより繊細な操作が行えるが、鞍上部や海綿静脈洞などでは一部死角となる。Hi-vision内視鏡を用いることで鮮明なpanoramic viewを得ることができ、イリゲーション吸引管を用いた耳鼻科医との4 hands surgeryにより、海綿静脈洞浸潤部位での確実の摘出が可能となる。そのため当施設では機能性腺腫に対して満足のいく手術成績が得られたものと思われる。

MPSISはLuedecke（筆者のドイツ連邦共和国ハンブルク大学留学時の恩師）らにより考案された、洗浄吸引により腫瘍摘出を可能にした下垂体疾患専用の手術器械である<sup>9,11)</sup>。本来、強い洗浄圧で腫瘍を破壊し、摘出することを目的として製作されたものであるが、MPSIS使用時には腫瘍を摘出することを主眼におくというよりは、むしろ、術野を無血に近い状態に保ちながら、腫瘍周囲の前葉、

後葉、鞍隔膜、クモ膜、海綿静脈洞内壁といった正常構造物を露出し、腫瘍との位置関係を把握することが大切であると考えているし、Luedecke先生からも直接そのように教えられた。

2003年12月より全国に先駆け、3T MRIの臨床応用が頭部領域において当院で開始された。信号雑音（S/N）比は静磁場磁束密度にほぼ比例して高くなるため<sup>12,13)</sup>、3T MRIでは1.5Tの約2倍のS/N比が得られ、高品位な形態画像を得ることができる。これまでに、われわれは下垂体腺腫の3T MRI画像に関する新しい知見を報告してきた<sup>14,20)</sup>。その成果をまとめると以下ようになる。

T1WIでは、腫瘍の内部の性状や正常下垂体、海綿静脈洞、視神経との関係のvisual assessmentを数値化して検討した結果、FSE法よりもSPGR法による画像の方が有意に鮮明であり、1.5T MRIと同様、3T MRI画像でも下垂体腺腫の画像診断におけるSPGR法の優越性を確認した<sup>14)</sup>。3Tでは造影剤の増強効果が強くなるため、造影T1WIにおいては正常下垂体および海綿静脈洞への浸潤程度が把握しやすい。Fibrous adenomaではbrushed enhancementの所見が明瞭となる。T2コントラストは病態変化を反映させる最も基本的な要素であることが知られているが<sup>12)</sup>、従来の装置ではT2WIはS/N比が落ちるという欠点があったため、この有用性を生かせなかった。3T装置ではこの

欠点を補うことができるため高解像度のT2WIを得られ、以下の点で有用であった。1) Densely granulated GH産生腺腫の描出<sup>18)</sup> 2) カベルゴリン内服中のPRL産生腺腫の治療効果判定<sup>16)</sup> 3) 厚い偽性被膜の描出 4) 下垂体腺腫内のflow void signalの描出<sup>20)</sup>。72例中9例(12.5%)で腺腫内にflow void signalを認めた。最大径は30-58 mmで、非機能性腺腫7例、GH産生腺腫1例、PRL産生腺腫1例であった。flow voidの多くは腺腫内に取り込まれたいわゆるpassing arteryであったが、腫瘍を栄養するcapsular arteryも認めた。7例はいわゆるfibrous adenomaであった。5) 腫瘍内出血の診断。腫瘍内出血に関しては、磁化率強調画像 (PSI) の併用が有用である<sup>15)</sup>。macroadenoma 27例での検討では通常の撮像法では27例中12例において、PSIでは27例中16例で腫瘍内出血と診断した。すなわち4例はPSIを行うことではじめて腫瘍内血腫の診断が可能となった。最近の症例では非造影MRパフュージョンの3D ASL (arterial spin labeling)を用いて腺腫内の血流の評価を行った<sup>20)</sup>。カベルゴリンによる治療に抵抗を示したPRL産生腺腫 2例で高灌流部分を認めた。1例は非定型腺腫であり、TSSの再手術を行った。もう1例では、TSS、開頭術、放射線治療を行ったが、4年後にradiation induced sarcomaとなった。このように、下垂体腺腫の悪性変化を把握する目的でASLが有用となる可能性が示唆された。

微小腺腫のなかでも直径3 mm以下の小さなものでは、内分泌学的にはCushing病と証明されていても、従来のMRIでは病変の検出が困難であったが、3T MRIを駆使することにより、腺腫の検出も可能となり、手術成績のさらなる向上も期待できる。

近年、多数のX線検出器を配列したマルチスライスCT装置の出現とコンピューター技術の進歩により高画質の3D画像が得られ、手術のシミュレーションが可能となった<sup>21, 22)</sup>。蝶形骨洞内の隔壁の数や走行は症例により千差万別であり、図3のごとく、トルコ鞍の開窓に際しては、蝶形骨洞内隔壁の鞍底への付着部位が解剖学的指標となる。

トルコ鞍底の開窓部位の大きさが腫瘍の摘出率に大きく関与するため、あらかじめ、内頸動脈の位置を把握して、出来るだけ大きくトルコ鞍の開窓を行うことが大切である。

現在、多くの施設において、TSSは低侵襲かつ

安全な手術として行われているが、経験の少ない術者が行った際には、手術死亡率0.9%、内頸動脈損傷1.1%、中枢神経損傷1.3%との報告もある。豊富な手術経験が必要とされている<sup>23)</sup>が、今後、下垂体外科医の専門化が進むにつれ、若手医師の経験する手術件数が減少していくことが容易に予想される。

TSSを安全に行うためには、最新の画像診断を応用し、綿密な手術計画を立てることが重要となる。また近年、経鼻内視鏡手術においては、手術技術の進歩と経験の蓄積に加え、内視鏡のハイビジョン化、専用手術器具の開発などにより、手術適応が拡大してきている。すなわち、従来は開頭術による摘出術を行っていた頭蓋咽頭腫や髄膜腫などの症例において、拡大経蝶形骨洞手術、言い換えれば内視鏡下頭蓋底手術が応用されるようになってきており<sup>23, 27)</sup>、今後、この流れはさらに加速していくものと思われる。鼻孔を経由する手術はとかく安全と考えられがちであるが、より繊細で高度な手術技術を必要とするため、術前に最新の画像診断装置を駆使し、より綿密な手術計画を立てることはもとより、ご遺体を用いた手術手技研修を積極的に行うことが必須と思われる。

## 文 献

- 1) Hardy J, Wigser SM. Transsphenoidal surgery of pituitary fossa tumors with televised radiofluoroscopic control. *J Neurosurg* 1965; **23**: 612-619.
- 2) Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery. Experience with 50 patients. *J Neurosurg* 1997; **87**: 44-51.
- 3) Kawamata T, Iseki H, Shibasaki T, Hori T. Endoscopic augmented reality navigation system for endonasal transsphenoidal surgery to treat pituitary tumors. Technical note. *Neurosurgery* 2002; **50**: 1393-1397.
- 4) 北野昌彦, 種子田護. 内視鏡を応用した経蝶形骨下垂体腺腫摘出術. *脳神経外科* 1997; **25**: 197-203.
- 5) 竹信敦充, 黒崎雅道, 美津島穰, 渡辺高志, 西木正照, 村上宜男, 加藤讓: 内視鏡下経鼻孔的下垂体手術. *日内分泌会誌* 2003; **79**: 131-133.
- 6) 黒崎雅道, 神部敦司, 赤塚啓一, 近藤慎二,

- 渡辺高志. 経蝶形骨洞手術の現状と展望－当施設での経験－. 原岡 襄編, 脳腫瘍の外科, Science, Art and Technology, 東京, 編集室なるにあ. 2010. p. 117-124.
- 7) Castelnuovo P, Locatelli D. The endoscopic surgical technique. "Two nostrils - four hands". Tuttlingen: Endo-Press; 2007. p. 6-7.
  - 8) Nomikos P, Buchfelder M, Fahlbusch R. The outcome of surgery in 668 patients with acromegaly using current criteria of biochemical 'cure'. *Eur J Endocrinol* 2005; **152**: 379-387.
  - 9) 阿部琢巳, 松本清, 嶋津基彦, 神保洋之, 須永茂樹, 土肥謙二, 佐々木健, 泉山仁, 大気誠道, 藤谷哲. Micro-Pressure-Suction-Irrigation Systemを併用した経鼻的下垂体腺腫摘出術. *脳神経外科* 1999; **27**: 225-231.
  - 10) 黒崎雅道, 田淵貞治, 浅枝正浩, 美津島穰, 近藤慎二, 紙谷秀規, 渡辺高志, 阿部琢巳. 経鼻的下垂体腫瘍摘出術におけるイリゲーション吸引管の有用性について. *日内分泌会誌* 2008; **84**: 32-34.
  - 11) Luedecke DK, Treige W. Pressure-irrigation-suction-system. Technical note. *Acta Neurochir (Wien)* 1982; **66**: 123-126.
  - 12) 中田 力. 3.0T装置の臨床. *日磁医誌*2001; **21**: 161-169.
  - 13) 佐々木真理, 柴田恵理. 脳の画像診断におけるビットフォール: 3T MRIの臨床応用における課題と展望. *画像診断*2004; **24**: 1042-1051.
  - 14) Kakite S, Fujii S, Kurosaki M, Kanasaki Y, Matsusue E, Kaminou T, Ogawa T. Three-dimensional gradient echo versus spin echo sequence in contrast-enhanced imaging of the pituitary gland at 3T. *Eur J Radiol* 2011; **79**: 108-112.
  - 15) Kurosaki M, Tabuchi S, Akatsuka K, Kamitani H, Watanabe T. Application of phase sensitive imaging (PSI) for hemorrhage diagnosis in pituitary adenomas. *Neurol Res* 2010; **32**: 614-619.
  - 16) Kurosaki M, Kambe A, Watanabe T, Fujii S, Ogawa T: Serial 3T magnetic resonance imaging during cabergoline treatment of macroprolactinomas. *Neurol Res* 2015; **37**: 341-346.
  - 17) 黒崎雅道. 総説 間脳下垂体腫瘍の画像診断－3T MRI画像を中心に－. *CI研究* 2010; **32**: 63-72.
  - 18) 黒崎雅道, 清水幸恵, 坂本 誠, 神部敦司, 赤塚啓一, 近藤慎二, 渡辺高志, 藤井進也, 柿手 卓, 小川敏英. GH産生下垂体腺腫の3T MRI画像について. *CI研究* 2011; **33**: 9-14.
  - 19) 黒崎雅道, 渡辺高志. 下垂体疾患の画像検査－3T MRI画像を中心に－. 平田結喜緒, 山田正三, 成瀬光栄編, 下垂体疾患診療マニュアル, 東京, 診断と治療社. 2012. p. 80-84.
  - 20) 黒崎雅道, 宇野哲史, 神部敦司, 石橋美名子, 堀江政宏, 渡辺高志, 篠原祐樹, 小川敏英. 3TMRIを用いた間脳下垂体腫瘍の画像診断. *日本内分泌学会雑誌* 2013; **89**: 21-23.
  - 21) 黒崎雅道, 赤塚啓一, 美津島穰, 紙谷秀規, 渡辺高志. 経鼻的経蝶形骨洞手術における3DCTの有用性について. *日内分泌会誌* 2005; **81**: 146-147.
  - 22) 黒崎雅道, 宇野哲史, 神部敦司, 坂本 誠, 渡辺高志, 柿手 卓, 藤井進也, 小川敏英. 経鼻的下垂体腫瘍摘出術における術前画像の有用性. *CI研究* 2011; **33**: 127-131.
  - 23) Ciric I, Ragin A, Baumgartner C, Pierce D. Complications of transsphenoidal surgery. Results of a national survey, review of the literature, and personal experience. *Neurosurgery*; 1997; **40**: 225-237.
  - 24) Cappabianca P, Alfieri A, Colao A, Cavallo LM, Fusco M, Peca C, Lombardi G, de Divitiis E. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery in recurrent and residual pituitary adenomas: technical note. *Minim Invasive Neurosurg* 2000; **43**: 38-43.
  - 25) Couldwell WT, Weiss MH, Rabb C, Liu JK, Apfelbaum RI, Fukushima T. Variations on the standard transsphenoidal approach to the sellar region, with emphasis on the extended approaches and parasellar approaches. Surgical experience in 105 cases. *Neurosurgery* 2004; **55**: 539-550.
  - 26) Kassam AB, Gardner PA, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH, Prevedello

- DM. Expanded endonasal approach, a fully endoscopic transnasal approach for the resection of midline suprasellar craniopharyngiomas. A new classification based on the infundibulum. *J Neurosurg* 2008; **108**: 715-728.
- 27) Kitano M, Taneda M, Shimono T, Nakao Y. Extended transsphenoidal approach for surgical management of pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg* 2008; **108**: 26-36.