

Case Report

A Case of Ameloblastoma Removed Using a Three-dimensional Transparent Plastic Jaw Model Which Can Visualize Internal Jawbone Structures

Yoshiko YAMAMURA¹⁾, Kohei KAMOI²⁾, Keiko KUDOH¹⁾, Naito KURIO¹⁾, Kumiko KAMADA¹⁾, Miho YOKOTA¹⁾, Atsushi UESUGI¹⁾, Youji MIYAMOTO¹⁾

キーワード : ameloblastoma, three-dimensional jaw model, three-dimensional printer, visualization

Abstract : Construction of three-dimensional (3D) models of various organs from CT images using 3D printers has recently become possible. In oral surgery, surgical simulation using a 3D printed jaw model is being widely used. With the conventional use of plaster for jaw modeling, the structures in the jawbone cannot be clearly visualized. Here, we report a case of a mandibular ameloblastoma extirpated using a 3D transparent plastic jaw model which can visualize the structures in the jawbone and assist in recognition of the anatomical position of a tumor. The patient was a 23-year-old woman who visited our hospital in 2016 with a complaint of swelling of the right mandible. Following the diagnosis of ameloblastoma, the tumor was removed. However, after 1 year and 7 months, tumor recurrence was suspected under the mandibular canal. Using a 3D jaw model for visualizing the inside of the jawbone, the tumor was removed with curettage of the surrounding tissue with minimal surgical invasion under general anesthesia. No recurrence has been observed 8 months post-surgery. Therefore, the use of the 3D jaw model facilitated recognition of the anatomical position of the tumor, which resulted in safe and reliable tumor removal.

緒 言

近年、3Dプリンターの普及により、CTやMRIなどの画像から、コンピューター上で三次元モデルを構築して模型化することが可能となり、インプラント治療や補綴、保存、矯正治療など、様々な分野で使用されている。口腔外科領域においても、口腔がんや顎変形症などの手術シミュレーションに広く用いられている¹⁻³⁾。しかし、これらの報告で用いられている顎模型の多くは石膏を原料として作製されるため、顎骨内部の解剖学的構造は可視化できない。そこで、われわれは三次元顎模型の内部を可視化し、腫瘍の解剖学的位置関係を把握することにより、外科的侵襲を軽減し、確実に安全な腫瘍摘出が可能であったエナメル上皮腫の1例を経験したので、その概要を報告する。

症 例

患者：23歳、女性。

主訴：右側下顎の腫脹（876部）。

現病歴：右側下顎エナメル上皮腫の診断下に2005年11月に76抜歯・開窓術を施行し、2006年10月に腫瘍摘出搔爬術を行った。その後、外来で経過観察を行ない、約5年間、腫瘍の再発を認めなかったため、終診となった。しかし、術後約10年の2015年8月、876部の腫脹を自覚し、近歯科を受診したところ、同部にパノラマX線上で透過性病変を認めたため、精査加療を目的に紹介となった。8抜歯・生検・開窓術を施行し、エナメル上皮腫の診断下に2016年4月に腫瘍摘出搔爬術を行った。その後、外来にて画像による経過観察を行っていた。術後1年7か月経過した2017年11月に撮影したCTにて、

¹⁾ Department of Oral Surgery, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences

²⁾ Tokushima University Hospital, Medical Technology, Dental Technology Section, Dental Laboratories

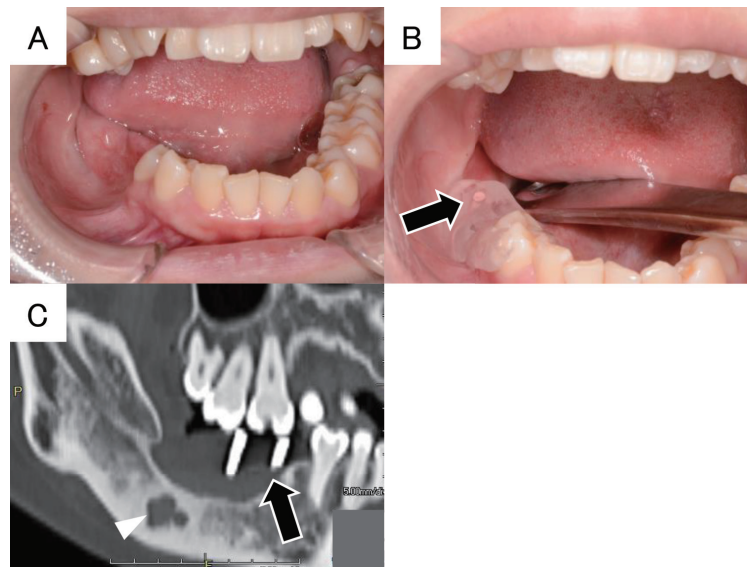


図1 術前の口腔内写真と CT 写真

- A 術前の口腔内写真
 B テンポラリーストッピングを埋め込んだステントを装着した口腔内写真
 矢印：テンポラリーストッピング
 C CT 写真
 矢印：テンポラリーストッピング
 矢頭：顎骨内に存在する低吸収病変

8|相当部の下顎管下方に類円形の低吸収領域を認め、エナメル上皮腫の再発が疑われた。

既往歴：特記事項なし。

家族歴：特記事項なし。

現症：

全身所見；体格は中等度，栄養状態は良好であった。

口腔外所見；右側オトガイ部に軽度の知覚鈍麻を認めた。その他，頬部の腫脹などはみられなかった。

口腔内所見；8|相当部に骨膨隆は認めなかったが，右側舌縁部に軽度の知覚鈍麻を認めた。

画像所見：

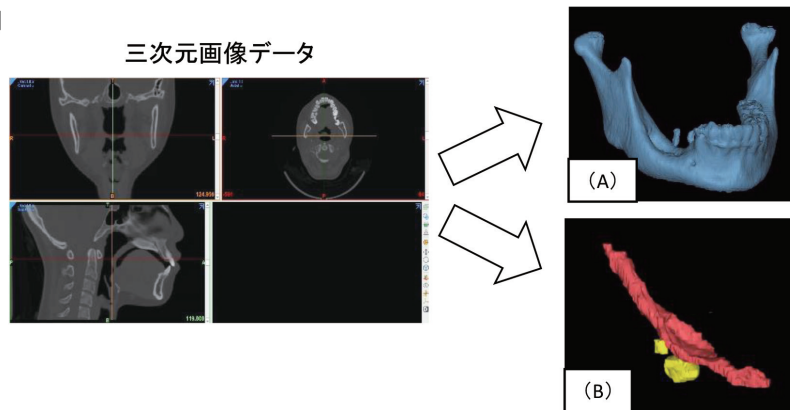
CT 所見；8|相当部の下顎管より下方に多房状，類円形の低吸収領域を認めた。

臨床診断：8|部 エナメル上皮腫 再発の疑い

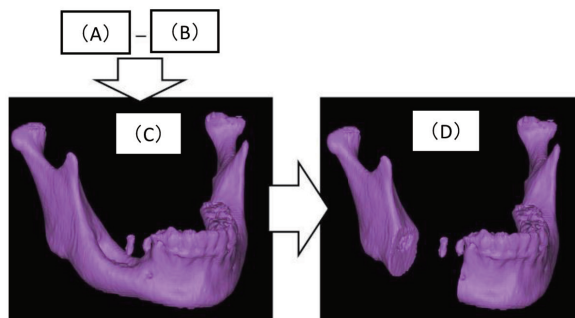
処置および経過：上記診断のもと，腫瘍摘出掻爬術を予定した。腫瘍が顎骨内部に存在し，腫瘍と周囲組織の位置関係を把握するために，X線不透過性の材質であるテンポラリーストッピングを埋め込んだステントを装着し（図1A, B），CT撮影を行った（図1C）。腫瘍は下顎骨内部（8|相当部の下顎管より下方）に存在し，手術を行うにあたり腫瘍と下歯槽神経血管束との位置関係の把握が必要で，従来用いていた石膏で作製した顎模型での術前検討は困難であった。そこで，下顎骨の内部構造を可視化した顎模型の製作を歯科技工士と共に検討し，3Dプリンターを用いた可視化顎模型の製作を試みた。

図2に可視化顎模型作製の詳細を示す。三次元画像データから医療用画像処理ソフト（Materialise Mimics, materialiseNV, Leuven, Belgium）を用いて，ノイズやアーチファクトを除いた下顎骨全体の三次元画像（A）を作製した。さらに，顎骨内の下顎管と腫瘍の解剖学的構造を描出し，下顎管と腫瘍のみの三次元画像（B）を作製した（図2工程1）。下顎骨全体（A）から下顎管と腫瘍（B）を除いた三次元画像（C）を作製し，可視化したい部位を削除した（D）（図2工程2）。下顎管，腫瘍のみの三次元画像（B）と可視化したい部分を削除した画像（D）をそれぞれSTLファイルで出力し，顎模型にした際に他組織との区別がしやすいように，3Dモデリングソフトウェア（Claytools, Geomagic, North Carolina, USA）を用いて，画像（B）は下顎管と腫瘍を，画像（D）はステントのテンポラリーストッピング部をそれぞれ着色した。同ソフトウェア上で画像（B）と画像（D）を結合させ，破損防止のための補強を行い，一つのPLYファイルとして出力した（画像（E））。出力ファイル完成後，可視化する部位の骨データと共に3Dプリンター（ProJet[®] 460plus, 3D Systems, South Carolina, USA）にて顎模型を成型し（図2工程3），可視化したい顎骨部を製作し，顎模型と同時に，成型した可視化したい部位の骨モデルのシリコンコアを採得して，顎模型に固定した。シリコンコアに，義歯床用常温重合レジン（Palapress[®] vario clear, Heraeus Kulzer, Hanau,

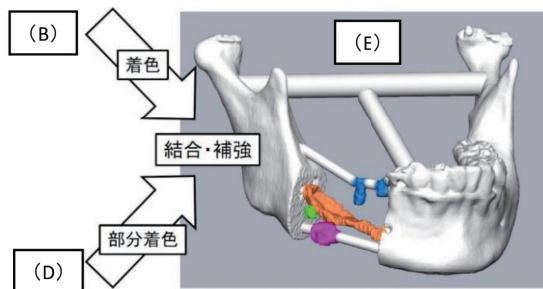
工程1



工程2



工程3



工程4

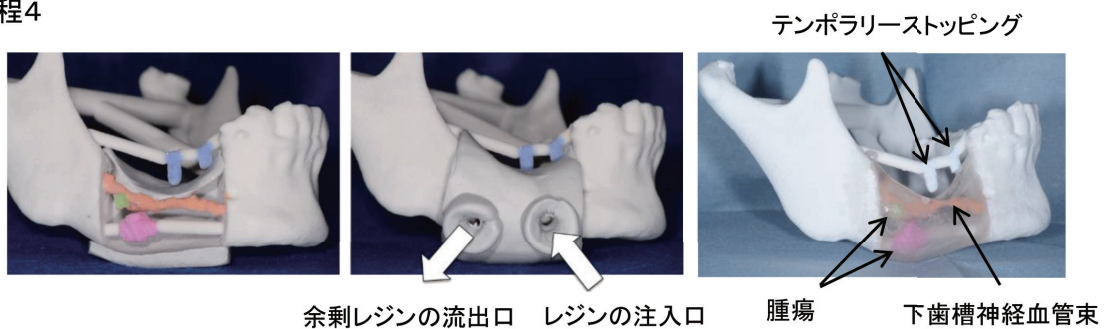


図2 可視化顎模型作製の過程

- 工程1 三次元画像データから、下顎骨全体の三次元画像 (A) と下顎管 (赤色), 腫瘍 (黄色) の三次元画像 (B) を作製する。
- 工程2 (A) から (B) を差し引いて、下顎骨から下顎管, 腫瘍が除かれた三次元画像 (C) を作製し、可視化する部分を削除する (D)。
- 工程3 (B) と (D) をそれぞれ STL ファイルにて出力し、それぞれを着色後、(B) と (D) を結合・補強し、PLY ファイルにて出力させ (E)、模型を成型する。
- 工程4 可視化したい部位の骨モデルのシリコンコアを採得して、顎模型に固定する。シリコンコアに、義歯床用常温重合レジンを流し込む。

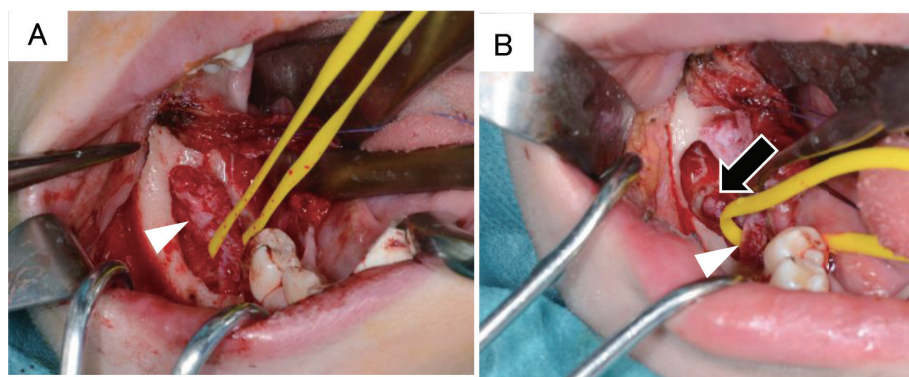


図3 術中写真
 矢頭：下歯槽神経血管束
 矢印：腫瘍

Germany) を流し込み、2気圧下で重合後、研磨し、可視化顎模型を作製した(図2工程4)。製作に費やした時間は、5.5時間(データ編集時間:約1時間、プリンター出力時間:3.5時間、レジンを流し込み時間:約1時間)で、費用は、模型用石膏と固定用接着剤で7,000円程度であった。

作製した顎模型を参考にして、2021年4月、全身麻酔下に腫瘍摘出搔爬術を施行した。⁸⁷⁶相当部歯槽頂よりやや頬側に、歯槽に沿って切開し、⁴部に縦切開を行い、粘膜骨膜弁を剥離翻転し、⁵⁴根尖部に存在するオトガイ孔を明示した。前回の腫瘍摘出窩の頬側に下歯槽神経血管束が存在していた(図3A)。下歯槽神経血管束を骨から慎重に剥離し、舌側に保護しながら、術前に作製した可視化顎模型を参考に、ピエゾサージェリーおよびラウンドバー、フィッシャバーを用いて下顎管下方の骨を開削し、腫瘍を明示した(図3B)。さらに腫瘍周囲の骨を開削し、腫瘍を一塊として摘出した。腫瘍は灰白色で充実性であった。下顎骨下縁を温存して腫瘍摘出窩周囲の骨を一層削除し、骨鋭縁をトリミングして単一腔とし、閉鎖創とした。術後8か月が経過した現在、術前にみられた軽度の下唇の知覚鈍麻を認めるのみで、再発はなく経過良好である。また、今後⁷⁶欠損部には、義歯を検討している。

病理組織学的所見：大小の胞巣を形成し、増殖する腫瘍組織がみられた。腫瘍胞巣外層の細胞は柵状配列を示すエナメル芽細胞様細胞と内層のエナメル髓様細胞よりなっていた。また、一部に実質嚢胞を伴っていた。

病理組織診断：エナメル上皮腫 再発

考 察

近年、CTやMRIなどの三次元画像データから実物と同じ大きさで同じ形状の立体模型を作製することが可能となり、歯科領域において広く臨床応用されている¹⁻³⁾。本院でも歯科技工士に口腔がんや顎変形症などの手術

シミュレーションを目的に石膏製の顎模型の作製を依頼し、手術に利用してきた。

本症例は、腫瘍が下顎骨内下顎管の下方に存在し、手術にあたり腫瘍と下歯槽神経血管束との位置関係の把握が必要で、従来の石膏で製作された顎模型での術前検討は困難であったため、下顎骨の内部構造を可視化した顎模型を作製した。可視化した顎模型の利点は、術前に解剖学的な位置関係が三次元的に目視できるため、神経や血管、病変周囲組織の確実な処理が可能となり、外科的侵襲を最小限にとどめることができる。また、光硬化式モデル(製作時間:10時間以上、費用:15,000円程度)と比較して、製作にかかる費用も安価で、製作時間も短い。しかし、金属によるアーチファクトがある場合は、画像上での処理に時間を要し、咬合面など細部の再現性が低い欠点がある。本症例では、⁸⁷⁶は欠損し、腫瘍の周囲に金属が存在しなかったため、再現性は十分に得られていると考えられた。

また、われわれは術前に手術用ナビゲーションシステムの使用についても検討した。ナビゲーションシステムとは、手術部位をCTやMRIの画像上にリンクさせ、術者が見ている位置とターゲットとの位置関係をリアルタイムに捉えられる手術支援装置であり、口腔外科領域では顎矯正手術、異物除去などで使用報告がある⁴⁻⁵⁾。ナビゲーションシステムは病変の正確な位置や方向が可視化されるため、手術の際、周囲組織への侵襲を軽減させ、手術時間の短縮が可能となる。しかし、下顎の場合、レジストレーション(患者と病変の位置関係の登録)が煩雑であり、所要時間や精度などの問題点もある。本症例では、レジストレーションを行うにあたり固定源の設定が難しいため、使用しなかった。

今回、われわれは当院で導入されている3Dプリンターを用いて顎模型を作製したが、近年、2つのノズルから2種類の樹脂を同時に成型可能な3Dプリンターが開発されて、内部を可視化できる顎模型も作製されてい

る。しかし、市販の3Dプリンターでは、透明度の低い樹脂しか使用できない。われわれの方法では、義歯床用常温重合レジンを加圧重合し、研磨することによって透明度が高く、内部が透視しやすい模型を作製できた。

本法を用いることによって、術前に解剖学的な位置関係を明確にすることにより、外科的侵襲を軽減し、確実に安全な手術が行えた。

結 論

今回われわれは、顎骨内腫瘍に対して、内部構造を可視化した三次元顎模型を用いてエナメル上皮腫の摘出搔爬術を行った。顎模型の内部を可視化することにより、顎骨内腫瘍の解剖学的な位置関係が明確となり、外科的侵襲を軽減し、確実に安全な手術が行えた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご指導ご鞭撻を頂いた、徳島大学病院医療技術部歯科医療技術部門技工室の技工士の皆さまに深謝致します。また、本研究は、JSPS 科研費 JP22K10121 の助成を受けたものです。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) 玉川崇皓, 生木俊輔, 岩田 潤, 田中孝佳, 大山哲生, 石上友彦, 金子忠良, 米原啓之. 3Dプリンターによる実体模型を用いた下顎骨即時再建法の検討. 顎顔面補綴 40, 37-41 (2017)
- 2) 山本勝己, 柳 東, 谷口祐介, 佐藤絢子, 藤崎誠一, 高橋佳子, 石原貴美恵, 佐藤博信, 城戸寛史. 上顎洞底挙上術において術前 CT 診断と 3D 骨模型による術前シミュレーションで動脈の損傷を回避できた 1 症例. 日本インプラント学会誌 32, 346-350 (2019)
- 3) 加藤広之, 神尾 崇. 3D プリント技術の外科的歯内治療マネジメントへの活用. 日本歯内療法学会雑誌 37, 97-105 (2016)
- 4) 岸本誠司, 石川紀彦, 伊藤 卓. 頭蓋底を中心とした頭頸部領域の手術におけるナビゲーションシステムの有用性について. 耳鼻咽喉科展望 46, 404-408 (2003)
- 5) 藤井 仁, 鈴木慎太郎, 古山令子, 佐久間英伸, 松井春樹, 下郷和雄. ナビゲーションガイドにより除去できた顔面深部異物の 1 例. 日本口腔外科学会雑誌 60, 214-218 (2014)