顎変形症に対する 3 次元実体モデルを用いた模擬手術

古 森 孝 英・横山恵以子・中津留 誠

高 戸 毅・赤川 徹 弥

Use of a three-dimensional model for simulated surgery in jaw deformities

Takahide KOMORI・Keiko YOKOYAMA・Makoto NAKATSURU

Tsuyoshi TAKATO・Tetsuya AKAGAWA

Abstract : Three-dimensional models from computer-aided three-dimensional images were created, and simulated surgery was performed. Anatomical structure was accurately reproduced, and the models allowed the simulated surgery to be performed in a manner very close to that of actual surgery.

In this report we present a case of jaw deformities and discuss the usefulness and inherent problems of this method.

Key words : three-dimensional model (3 次元実体モデル), simulated surgery (模擬手術), maxillofacial bone (顎顔面骨), jaw deformities (顎変形症)

緒 言

従来、顎変形症の手術に際し術前検討が必要な場合は、ペーパーサージェリーやモデルサージェリーが中心であったが、十分なものではなかった。その後 3 次元 CT の実用化以来、画像処理技術を用いてモニター上に表示された画像に対して、コンピューター操作により骨の切削・切断・移動などを行うシステムが開発され、多くの成果を上げてきたが、研究が進むにつれ、コンピューターによる模擬手術は実際の手術に即した厳密な操作が困難で、微妙な患部の形状を把握することが難しいなどの限界がみられた。そこで次の段階として、コンピューター上で作成した 3 次元画像から実物と同じ構造の実体モデルを作成し、これを用いてより実際に近い模擬手術を行うシステムの研究が進められてきた¹⁻³⁾。

今回われわれは、このような顎顔面骨実体モデルを用いて、上下顎同時移動術を行った顎変形症患者に対して模擬手術を行い、良好な結果を得たので報告する。

方 法

顎顔面骨実体モデル作成の概略は、以前に報告した通りである (図)³⁾。

まず X 線 CT 装置により、頭頸部の 3 次元画像作成用マルチスライス画像データーを撮影し、次に画像処理システム、東芝 AS4075 (Sun SPARC Station 2) を用いて 3 次元画像を作成した。実体モデル作成装置は、ディーメック社製、光造形装置 (SOLID CREATION SYSTEM) を用い、スライス厚 0.2 mm で光硬化樹脂 (デソライト SCR-100) を積層し、実体モデルを完成させた。

症 例

19 歳、男性。顎変形症の患者で中顔面が陥凹し、オトガイ部および下唇が前突して強度の皿様顔貌を呈していた。8 か月にわたる術前矯正の後、頭部 X 線規格写真の分析をふまえたペーパーサージェリーおよびモデルサージェリーで、上顎は Le Fort I 型による骨切り術 (前方移動量 5 mm)、下顎は Obwegeser Dal-Pont 法による後方移動術 (移動量左 9 mm、右 3 mm) およびオトガイ形成術 (5 mm 削除) を行うこととし、この手術計画で得られる結果に問題がないことを確認するために、実体モデルを用いて模擬手術を行った。

具体的にはまず実体化モデル上に予定骨切り線を描記した後、便宜的に顎関節および咬合平面と思われる位置で上下顎の分割を行った。分割後、実際の手術に

東京大学医学部口腔外科学教室

(主任: 赤川徹弥教授)

Department of Oral Surgery, Faculty of Medicine,
University of Tokyo (Chief: Prof. Tetsuya Akagawa)

受付日: 平成 5 年 12 月 16 日

病院

図 実体モデル作成の手順³⁾

写真 1(A) 予定骨切り線を描記した実体モデル

写真 1(B) 予定骨切り線を描記した実体モデル

学的造形法(紫外線硬化樹脂をレーザーで1層分硬化させ、これを順次積層することによってモデルを作る技法)を用いているため、内部構造が複雑なモデリングに適しており、実際の解剖学的構造をかなり正確に再現している。

たとえば下顎骨では皮質骨の部分は樹脂でできているが、海面骨の部分は中空となっているので、骨切りの際には実際の手術に近い模擬手術が可能であった。また内部構造である下顎管の部分も再現されているので、矢状分割後の下顎管の位置の確認や、骨移動後の下顎管を避けたスクリー穴位置の検討も行うことができた。さらに本症例は矢状分割後の後方移動量が左9 mm、右3 mmと非対称例であったが、実体モデルを用いた模擬手術により手術時の非回転側、すなわち移動量の少ない右側において、外側骨片の外方への偏位の程度などがかなり正確に予想できた。

上顎ではLe Fort I型分割面における鼻腔および上顎洞壁の形態が正確に再現されているので、実際の手術を行う際に大きな助けとなった。

欠点としては、現段階の実体モデルでは顎関節および歯で上顎と下顎がつながっているため咬合が完全には再現できない³⁾という点で、CT撮影の際にX線透過性のバイトプレートを噛ませて上下歯の接触を予防したり⁴⁾、実体モデルの歯と歯槽突起の部分を作り取り、そこに口腔内印象から得られた咬合模型をはめ込む方法^{4,5)}などが考えられているが、まだまだ不十分で今後の研究が期待されている。

以上のように問題点はあるものの、実体モデルを利用した模擬手術は、実際の手術同様に骨の切削・切断・プレート固定などが可能であり、また移動後の骨片全体の動きを3次元的にあらゆる方向から直接観察できるので、顎変形症などの骨が関与する口腔外科手術において有用性が高いと考えられた。

結 語

顎変形症に対する3次元実体モデルを用いた模擬手

準じて、電気エンジンを用いて予定骨切り線に沿った骨切りや、ミニプレートおよびスクリー固定を行い、骨切りデザイン、骨切除量、移動量、回転量、固定法などについて検討した(写真1~4)。

考 察

口腔外科手術において、術前に患部の状態や解剖学的位置関係を3次元的に把握することはきわめて重要である。そして手術前に模擬手術を行い結果を確認することができれば、手術成績は飛躍的に向上すると考えられ、模擬手術のはたす意義は大きいと思われる。

このような目的でわれわれが現在用いている実体モデルは、ポリウレタン樹脂などからコンピューター数値制御工作機械でモデルを削り出す技法ではなく、光

写真 2(A) 下顎枝矢状分割面

写真 3 Le Fort I 型分割面

写真 2(B) 下顎枝矢状分割面

写真 4(A) 模擬手術終了後の実体モデル

写真 4(B) 模擬手術終了後の実体モデル

術を行い、良好な結果を得たので報告した。

引用文献

- 1) 木原朝彦, 石神英俊, 他: コンピュータグラフィックスを応用した手術計画用実体モデル作成システム, 東芝レビュー47: 918-921 1992.
- 2) Stoker, N. G., Mankovich, N. J., et al.: Stereolithographic models for surgical planning: preliminary report. J Oral Maxillofac Surg 50: 466-471 1992.
- 3) 古森孝英, 高戸 毅, 他: 顎変形症に対するレーザー硬化型 3 次元実体モデルの利用, 日口外誌 39: 871-878 1993.
- 4) 前島精治, 田嶋定夫, 他: 咬合模型を組み合わせた 3 次元実体模型によるシミュレーション手術, 日形会誌 12: 745-755 1992.
- 5) Kärcher, H.: Three-dimensional craniofacial surgery: transfer from a three-dimensional model (Endoplan) to clinical surgery: a new technique (Graz). J Cranio-Max-Fac Surg 20: 125-131 1992.