

II 利活用の方が広がる3Dプリンタの実際

4. 顔面骨再生医療における3Dプリンタの活用

疋田 温彦*1, 2 / 西條 英人*2 / 菅野 勇樹*2 / 藤原 夕子*2
鄭 雄一*3 / 高戸 毅*2 / 星 和人*2

*1 東京大学大学院医学系研究科軟骨・骨再生医療寄付講座(富士ソフト)

*2 東京大学医学部附属病院顎口腔外科・歯科矯正歯科 *3 東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻

骨は内在性の修復能を持つ組織であるが、大きな骨欠損に対する治療においては骨移植が必要とされる。特に顎顔面領域における先天異常や、腫瘍、外傷などを原因とする変形や骨欠損においては、機能再建とともに、整容面での回復あるいは改善が治療の目的となる。このような症例に対して、血管柄付き遊離腓骨移植や、骨髄海綿骨 (particulate cancellous bone and marrow : PCBM) とチタンメッシュトレーによる骨再建法などの自家骨移植が行われている^{1), 2)}。治療成績はおおむね良好であるが、骨採取部位の侵襲と採取可能な骨量の限界は不可避の問題である。加えて、形状の付与に限界があることや、軟部組織の圧力などの原因で骨吸収が生じることなどから、常に十分な整容効果を得ることは難しい^{3), 4)}。また、その治療成績は術者の技量に大きく依存し、さらに移植骨の形態を整えるために手術時間が長くなることは感染のリスクと患者への負担を増加させる。

一方、リン酸カルシウムなどを原料とし

た人工骨は、採取に由来する患者への負担がないことや、入手が容易であるという利点がある。しかし、骨伝導能が自家骨に比べ不良であることに加え、粉末状のものは三次元形状を付与することができず、ブロック状のものは任意の形状に加工することが困難であるという欠点も存在する^{3), 4)}。

われわれは、人工骨におけるこれらの諸問題を解決可能な、適切な骨置換性、形状、力学特性などを有する人工骨の開発に取り組んでいる。本稿では、患者CT画像データを基に、症例ごとにデザインされ、3Dプリンタを用いて作製される人工骨であるCT-boneの作製工程の概要と、臨床応用について解説し、今後の展望について述べる。

CT-boneの作製工程^{5), 6)}

1. CT-boneの三次元データの取得

最初に、患者頭部に対しCTスキャンを行い、得られた画像データを基に、

3Dプリンタを用いて石膏で患者骨モデルを作製した。この骨モデル上で、造影剤を加えたパラフィンを用いて徒手的にCT-boneの形状を決定した。次に、患者骨モデルと整形したパラフィンに対して再びCTスキャンを行い、CT-boneの形状に関するデータを得た(図1)。この方法は一見煩雑で、コンピュータ上で移植物をデザインの方が合理的に思える。しかし、徒手的に形状を決定するこの方法は、軟部組織の状態も考慮に入れつつ術者の感覚を反映することができるため、最適な整容性を得るという目的には合致しているとわれわれは考えている⁶⁾。

2. 3Dプリンタを用いたCT-boneの作製

得られたCT-boneの3D形状データに、母床骨と接する面に細胞および血管侵入を促進する目的で径1~2mmの縦穴と、母床骨に縫合して固定するための孔を加えたものを3Dプリンタに入力した。

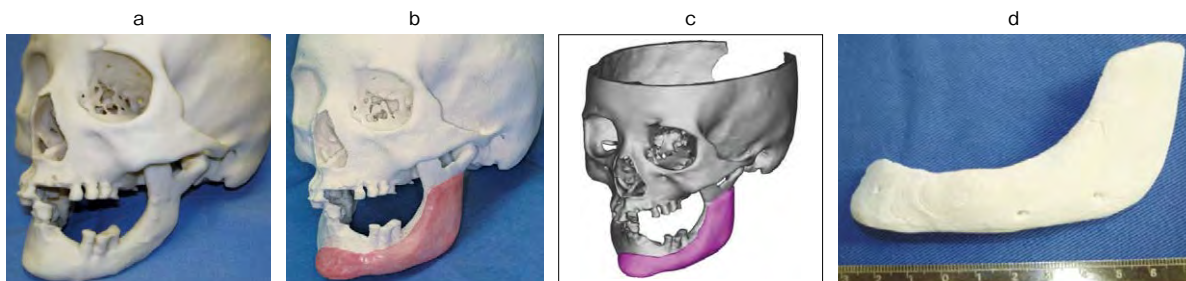


図1 患者骨モデルを用いたCT-boneの形状決定

a: 患者骨モデル b: 患者骨モデルとCT-boneの形状決定のため整形したパラフィン

c: CTスキャンによるCT-bone形状データの取得 d: 3Dプリンタで作製したCT-boneの外観 (参考文献5)より引用転載)