

Title	Biomechanical threedimensional finite-element analysis of maxillary prostheses with implants. Design of number and position of implants for maxillary prostheses after hemimaxillectomy
Author(s)	宮本, 郷
Journal	歯科学報, 111(6): 622-623
URL	http://hdl.handle.net/10130/2667
Right	

氏名(本籍)	宮本郷 (富山県)
学位の種類	博士(歯学)
学位記番号	第1788号(甲第1062号)
学位授与の日付	平成20年3月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Biomechanical three-dimensional finite-element analysis of maxillary prostheses with implants. Design of number and position of implants for maxillary prostheses after hemimaxillectomy
掲載雑誌名	International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 第39巻 1120~1126頁 2010年
論文審査委員	(主査) 山根 源之教授 (副査) 佐野 司教授 矢島 安朝教授 井出 吉信教授

論文内容の要旨

1. 研究目的

上顎骨悪性腫瘍に対する治療法の1つに、上顎骨切除術がある。この手技は、選択的動注法などの化学療法の発達や、放射線療法との併用療法などの発達により、予後が向上する傾向にある。しかし、上顎骨を切除する事により、口腔と鼻腔、副鼻腔との交通や、歯牙や顎堤の欠損による、顎義歯の維持力と咀嚼力の低下などの問題が生じ、腫瘍に対する治療と同様に重要な課題となってきた。近年、インプラント治療の進歩にともなって、このような顎欠損に対し、インプラント治療を応用し顎補綴を行った報告が増加してきている。しかしながら、これらの顎補綴が、頭蓋顔面骨およびインプラント体に及ぼす力学的影響についての報告は皆無である。今回、上顎骨悪性腫瘍により上顎骨半側切除を行った、上顎骨無歯顎患者のCT画像のDICOM Dateを基に頭蓋顎顔面骨モデルを作成し、上顎骨欠損側の頬骨および残存側上顎歯槽骨にインプラントを埋入し顎補綴に応用した場合の力学的影響を、三次元有限要素解析法を用いて、解析・検討を行った。

2. 研究方法

本研究では、63歳の上顎無歯顎な日本人ヒト男性で右側上顎骨悪性腫瘍による上顎骨半側切除施行後のCT画像を用いた。CT画像はスライス厚1.0mmで撮影し、計180枚のDICOM Dateを、画像処理ソフトウェア(Mimics10.11[®])を用いて三次元的に立体構築し、三次元コンピュータ設計ソフトウェア(Solidworks2007[®])を用いてSolid modelを作成し頭蓋顎顔面骨モデルとした。

また、顎補綴モデルとして、上顎欠損側の頬骨にインプラントを1本または2本埋入し、残存側上顎歯槽骨には1本から3本をそれぞれ、側切歯部、第一小白歯部、第一大臼歯部にインプラントを埋入した顎補綴モデルを設計した。インプラントはBrånemark system[®]3.75mm×13.0mmのスタンダードインプラントおよび3mmのマルチユニットアバットメントを設計し用いて、荷重条件を同じにするため上部構造は統一させた。

これらのモデルを基に、三次元有限要素解析法を用いて上部構造への荷重を想定した条件下において、顎補綴体、インプラント体およびその周囲骨組織の力学的影響の解析ソフトウェア(COSMOS/Works[®])を用いて行い、顎補綴体から伝わった咬合力が欠損側頬骨や、頭蓋顎顔面骨および、残存側上顎歯槽骨にどのような影響を与えているのかを検討した。

3. 研究成績および結論

咬合力を想定した荷重は、頭蓋顎顔面モデルにおいて、応力は欠損側頬骨および残存側上顎歯槽骨で支持しており、欠損側頬骨では頬骨切痕から頬骨前頭突起・側頭突起方向へ二分化する傾向を認めた。また、顎補綴モデルでの比較では、欠損側頬骨にインプラントを1本と2本埋入したモデルを比較した場合、2本埋入したモデルの方が頭蓋顎顔面骨にかかる応力を分散させた。また、顎補綴体においては前歯部に応力が集中する。インプラント体においてはアバットメント部との境界部に応力が集中する傾向を示した。

次に欠損側頬骨にインプラントを2本埋入した状態での、残存上顎歯槽骨に埋入するインプラントの本数、および位置(側切歯部、第一小臼歯部、第一大臼歯部)を変えた、顎補綴モデルの応力分布を比較した。最も咬合力を分散させた顎補綴モデルは、三本のインプラントを用いてそれぞれの部位に埋入したモデルであった。また2本埋入した場合、第一小臼歯と第一大臼歯に埋入した場合と、側切歯部および第一大臼歯に埋入したモデルは高い応力値は示さなかったが、側切歯部と第一小臼歯部に埋入したモデルは、上部構造がカンチレバー型になってしまう事もあり、高い応力値を示した。

以上のことより、上顎骨半側切除を行った症例に対してインプラントを用いて顎補綴を行う場合、過度の荷重による、微細な骨折による osseointegration の破壊を考慮すると、欠損側頬骨に2本埋入し、残存側歯槽骨へは2本以上の埋入を行い、上部構造はカンチレバー型を用いないという設計が好ましいことが示唆された。

また、DICOM Dataを用いて作成した上顎骨半側切除後の、三次元頭蓋顎顔面モデルは、複雑な欠損形態や、上顎洞など直視不可能な部位を簡便かつ確に再現でき、視覚のみならず三次元的な力学的検索が可能であり、今後のさまざまな顎骨欠損に対する顎補綴のシミュレーションに有用である事が示唆された。

論文審査の要旨

上顎骨切除術により、口腔、鼻腔、副鼻腔の交通、歯牙や顎堤の欠損が生じ、術後に行われる顎補綴の維持力と咀嚼力は大きく低下する。近年、この問題に対して、インプラント治療を応用した顎補綴が注目されてきており、多くの報告がなされるようになってきた。特に、上顎骨欠損側に残された頬骨にインプラントを埋入することによって両側での咬合支持が可能となり頭蓋顎顔面骨への負担が軽減されると考えられているが、力学的影響についての詳細な報告は皆無である。そこで今回我々は実際の無歯顎の上顎骨切除後の患者のCT画像を基にした、頭蓋顎顔面骨モデルを作成し、顎補綴に用いるインプラントの本数、および位置について三次元有限要素法を用いて生体力学的検討を行った。

その結果、欠損側頬骨にはインプラントを2本埋入し、残存側歯槽骨には2本以上埋入し、上部構造は、後方への延長型としない設計が好ましいことが示唆された。

本審査委員会では、1) 解析に用いた境界条件について、2) 顎補綴モデルの設計について、3) それぞれの物性値についての質疑がなされたが、概ね妥当な回答が得られた。また、論文中の用語や表現方法、図表の表記について修正すべき点が指摘され、訂正が行われた。

本研究で得られた結果は、今後の歯科医学の進歩、発展に寄与するところ大であり、学位授与に値するものと判定した。