

〔症例報告〕

口唇口蓋裂患者の治療に用いるPNAM装置作製へのRapid prototypingの応用

村井 茂¹⁾, 今野 正裕²⁾, 飯嶋 雅弘²⁾, 吉井 朋子³⁾, 内澤 朋哉²⁾, 中尾 友也²⁾, 岡 由紀恵²⁾, 溝口 到²⁾

1) みはら歯科矯正クリニック

2) 北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系歯科矯正学分野

3) よしい歯科医院

Application of rapid prototyping fabrication of presurgical nasoalveolar molding for cleft lip and palate patients

Sigeru MURAI¹⁾, Masahiro KONNO²⁾, Masahiro IJIMA²⁾, Tomoko YOSHII³⁾, Tomoya UCHIZAWA²⁾,
Tomoya NAKAO²⁾, Yukie OKA²⁾, Itaru MIZOGUCHI²⁾

1) Mihara Orthodontic Office

2) Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Oral Growth and Development,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido.

3) Yoshii dental office

Abstract

Presurgical Nasoalveolar Molding (PNAM), which can be used to align alveolar cleft segments while at the same time correcting nasal cartilage and soft tissue deformities before lip and palate reconstruction, has recently been introduced. This article describes an application of PNAM which uses computer tomography (CT) data to create the PNAM. The study used CT images obtained from two newborn patients. Three-dimensional-reconstruction was carried out and the data was saved as Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) files. Rapid prototyping (RP) mod-

els were created using an RP manufacturing system (SOUP II 600GS, CMET Inc). The PNAM for the two patients were created using the RP models, and the PNAM were ready for use within 3 days of the CT imaging; the treatment with the PNAM successfully influenced both soft tissue and bone configuration before the lip reconstruction surgery. It was concluded that the use of an RP model would be useful to create the PNAM for newborn patients with cleft lip and palate, and there is no risk of suffocation due to the impression material.

Key words : Rapid prototyping, Computed tomography, Cleft lip and/or plate, Presurgical nasoalveolar molding

緒 言

新生児期の口唇口蓋裂症例について、哺乳障害の改善や顎裂・口蓋裂部の裂幅の狭小を目的としたHotz型口蓋床等の装置を用いた治療に関する報告が多く認められる。(Hotz & Gnoinski, 1976; 西原, 1993; 五味, 2000; 西久保ら, 2007). Graysonらは, Hotz型口蓋床の機能に加え、口唇形成術前矯正として顎裂・口蓋裂部の裂幅を狭小し、鼻・口唇の形態的改善が非外科的に獲得でき

るPresurgical Nasoalveolar Molding (以後PNAMと略す)法の有効性について報告した (Grayson et al., 1999). PNAM装置を用いた治療に関して、審美的評価や長期的安定性を調べた報告も認められる (Grayson et al., 2009; 若林ら, 2006). PNAM装置の装着時期は可及的に生後早期が望ましいとされている。しかし、PNAM装置の作製には口腔内の印象採得が必要であり、新生児の印象採得には誤飲・誤嚥・気道閉塞等のリスクがあるため、それらリスクの回避が重要である。

受付：平成24年3月28日

近年, computed tomography (CT) 撮像により得られるComputer aided design (CAD) データを利用して作製されるRapid Prototyping (RP, 光造形システム) に関する研究や臨床的応用が歯科領域で行われるようになった (Chow et al., 2006; Kim et al., 2007; 上地ら, 2008; 太田ら, 2008). 今回我々は, 新生児の口腔模型作製における印象採得時のリスクを回避するために, CT像から得たCADデータを基に作製したRP模型を用いてPNAM装置を作製して治療を行った症例を経験したのでその概要について報告する.

対象および方法

1. 対象

当院に, PNAM装置を作製, 装着のために来院した唇顎口蓋裂患児のうち, 装着前後および手術後にCT撮像をおこなった口唇口蓋裂の患児 (片側1名 両側1名) 2名を対象とした.

症例1: 初診時年齢生後10日 (2007年7月18日生まれ) の男児, 左側唇顎口蓋裂

既往歴および家族歴: 特記事項なし.

現病歴: 母親は妊娠中に異常はなく, 2007年7月に他院産婦人科にて正常分娩で出産した. その際, 片側性口唇口蓋裂の診断を受け, 函館中央病院形成外科を受診した. その後2007年7月に本院に来院した.

初診時所見

全身所見: 哺乳状態はやや不良であった. その他特記事項なし.

顔貌所見: 左側唇裂を認め, 完全裂であった. 鼻背は圧平されていた.

口腔内所見: 最大径約5.0mmの口蓋裂を認め, 顎裂部は左側完全裂であった.

症例2: 初診時年齢生後20日 (2007年8月18日生まれ) の女児, 両側唇顎口蓋裂

既往歴および家族歴: 特記事項なし.

現病歴: 母親は妊娠中に異常はなく, 2007年8月に他院産婦人科にて正常分娩で出産した. その際, 両側性の口唇口蓋裂の診断を受け, 函館中央病院形成外科を受診した. その後2007年9月に本院に来院した.

初診時所見

全身所見: 哺乳状態は良好であった. その他特記事項なし.

顔貌所見: 両側唇裂を認め, 完全裂であった. 鼻背は圧平されていた.

口腔内所見: 最大径8.0mmの口蓋裂を認め, 顎裂部は両側完全裂であった.

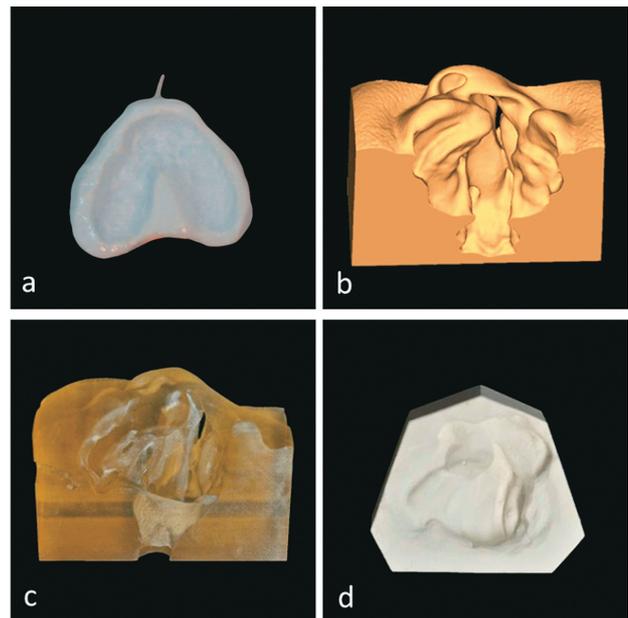


図1 a, 発泡スチロールトレー; b, 三次元構築像; c, RP模型; d, 作業用模型

2. CT撮像方法

CT撮像には函館中央病院既設のヘリカルCT (東芝アクイリオン64, 東芝) を使用した. その際には, 歯肉と頬粘膜, 顎裂部と舌を分け隔てるため, 口腔前庭および上顎歯槽粘膜を覆う発泡スチロールトレーを口腔内に介在させ撮像した (図1-a). この発泡スチロールトレーは, 事前に様々な大きさのものを準備し, 適合の良いものを選択して使用した. 撮像中には, 患児が動かないように体を固定した. 撮影条件は, 0.3mm, 再構成間隔0.3mm, field of view 256×256mmならびにmatrix 512×512と設定した. 得られたスキャンデータは, 汎用性のあるDigital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) formatに変換後, CD-Rに保存した.

3. PNAM装置の作製方法

得られたDICOMデータをDICOM編集ソフト (Zed View, LEXI) に読み込み, 三次元構築をした (図1-b). 北海道立工業技術センター所有の光造形システム (SOUP II 600GS, シーメット) により三次元構築モデルからRP模型を作製した (図1-c). このRP模型の印象を採得して作業用模型 (普通石膏) を作製し, (図1-d) 即時常温重合レジンを用いて口蓋床を作製した. その後0.9mmのCo-Cr合金矯正用線でnasal stent部分のワイヤーを屈曲し, 作製した口蓋床に埋め込み固定した. 口蓋床に固定した0.9mm線の先端部には, 即時重合レジンを用いて小豆状のバルブを作製し, さらにPNAM装置を固定するための小突起を唇側前面部に付与した (図2-a, b).

4. PNAM装置の使用法

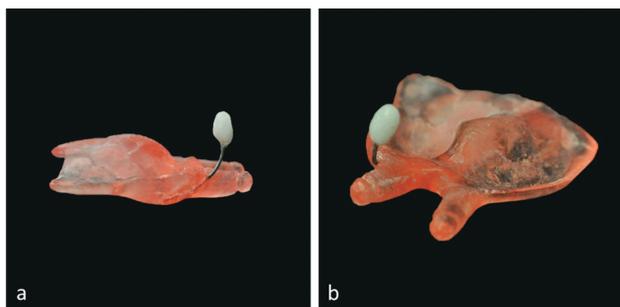


図2 a, PNAM装置側面；b, PNAM装置上面

ワイヤーとバルブを患側の鼻腔内側が伸展するように調整し、テーピング（エラテックス，アルケア）を用いて左右の上唇を引き寄せた。その際、皮膚の爛れを防止するため、創傷被覆・保護材（デュオアクティブET，コバンテック）を貼った上にテーピングを貼付した。顎矯正力を加えるため、口蓋床内面を割合し、内面唇側面にソフトライニング材（ジーシーライン，GC）を添加した。割合により適合が悪くなった場合は、PNAM装置の小突起部にゴム（エラスティックゴム，tomy）をつけ、テープ（サージカルテープ，ニチバン）にて固定した。



図3 a, 初診時口腔内写真；b, PNAM装置装着後の写真；c, 口唇形成術後の顔面写真；d, 口唇形成術後の口腔内写真；e, 口蓋形成術後の顔面写真；f, 口蓋形成術後の口腔内写真

処置および経過

症例1：初診は、生後10日（2007年）で（図3-a），同日函館中央病院形成外科を受診しCT撮像をした。3日後にPNAM装置を装着した後（図3-b），口唇形成術までの間，PNAM装置の調整を行った。3か月後に口唇形成術を施行した。術後は定期的に本院にて経過を観察し（図3-c, d），1歳6か月時に口蓋形成術を施行した。その後は再び経過観察し（図3-e, f），3歳3か月時から側方拡大装置を装着した。4歳時からチンキャップを使用し，現在に至る。

症例2：初診は、生後20日（2007年）で（図4-a），同日函館中央病院形成外科を受診しCT撮像をした。3日後にPNAM装置を装着した後（図4-b, c），口唇形成術までの間，PNAM装置の調整を行った。4か月後に口唇形成術を施行した。その後定期的に本院にて経過を観察し，他の病院に転院した（図4-d）。

考 察

本症例ではいずれにおいても，RP模型を応用して作製したPNAM装置が口唇口蓋裂の治療に有効であることが確認された。従来法のPNAM装置の作製には口腔内の印象採得が必要であり，新生児の印象採得には誤飲・誤嚥・気道閉塞等のリスクがある。しかし，RP模型を用いることで患児に対して印象採得の必要がなくなり，印象採得時の窒息や印象材の誤咽等のリスクを回避することができた。大学病院や総合病院等の他科との連携が整っている医療機関での印象採得とは異なり，小規模歯科



図4 a, 初診時口腔内写真；b, c, PNAM装置装着後の写真；d, 口唇形成術後の顔面写真

診療所における本法の導入は、患者の安全性向上や術者の負担軽減等の利点を持つものと考えられる。

RP模型を作製するには、CT撮像が必要となる。近年、歯科におけるCTを用いた研究およびその臨床応用が盛んに行われている。それは口唇口蓋裂症例においても同様であり(古内ら, 1997; 許為勇ら, 2006)、本法もCTを活用した症例である。しかし、乳児にCT撮像する場合には、体動と被ばくの問題が生じる。成人であれば、CT撮像時の体動の静止は可能であるのに対して、乳児では、固定しても体動の静止は不可能である。しかしながら、近年の多列式CT装置の普及により撮像時間が短縮したため、ある程度の体動は容認できるようになった。被ばくの問題では、新生児等の小児では、放射線による影響が成人に比べ大きいとされている(ICRP, 1991; ICRP, 2009; 櫻田ら, 2011)。しかし石口らは、CT検査にあたり適応を厳密に検討し、有用であれば使用するべきだというガイドラインを提案している(石口ら, 2005)。本法では、患児が出産直後の新生児であることに加え、障害が嚥下機能や異物の咽頭部迷入に対する反射機能にある場合、印象採得時の窒息等のリスクを考慮した場合妥当なものと考えられた。

PNAM装置作製のための口腔模型は、頬粘膜や舌から分離された上下顎の歯槽部軟組織を再現した模型が必要である。歯肉、頬部軟組織および舌は、近似したCT値を有するため、CT像におけるそれらの境界は不明瞭となりやすい。本法では、CT像における上下顎歯槽粘膜と舌のコントラストを明瞭化するための発泡スチロール製トレーを作製し、口腔内に装着した状態でCT撮像を行った。発泡スチロール中の空気を陰性造影剤として利用することにより、歯肉、舌、頬粘膜および顎裂部等の軟組織間の境界が明瞭なCT像が得られた。

また、使用時の注意点として本法では、出生直後からワイヤーとバルブを患側の鼻腔内側が伸展するように調整した。伸展強さは装着時に患側外鼻皮膚上に軽度の貧血状(白色)ができる程度に調整した。鼻軟骨は新生児早期には、容易に変形するが、この時期を過ぎると急激に硬化すると報告されている(Matsuo et al., 1984; 松尾ら, 1986)。このように出生直後からPNAM装置を使用することで、鼻軟骨が容易に変形でき、外鼻形態の改善することが出来たと考えられる。さらに、術前顎矯正力を与えることにより、テーピングのみで鼻の形態を改善できるという報告がある(Grayson et al., 1999)。本法では、テーピングを用いて上唇の左右を近接させることで、PNAM装置の効果の向上がみられた。加えて、装置内側の削合と内面唇側面へのソフトライニング材の

添加により、顎裂部分の狭窄が大幅に促されたと考えられる。

口唇口蓋裂症例におけるPNAM装置を用いた治療により、Hotz床の本来の目的である術前の顎発育誘導と哺乳障害の改善に加えて、外鼻形態の改善を得ることができた。さらに口唇形成術の際は、顎裂部が狭小化および分離された上顎形態が改善されていることから、手術へよい影響を与えている。術後においても、良好な外鼻形態の形成とその後の安定性が期待できるため、矯正歯科治療への移行がスムーズに行えることになる。

結 語

唇顎口蓋裂新生児のPNAM装置作製において、発泡スチロール製のトレーを応用したCT撮像により頬粘膜、舌および上下顎粘膜の境界が明瞭な像を得ることが可能となった。RP模型からPNAM装置を作製し口唇口蓋裂患者の治療に用いることは、新生児患者の印象採得に伴うリスクを回避できるため有効な手段である。

文 献

- Chow J, Hui E, Lee PK, Li W. Zygomatic implants—protocol for immediate occlusal loading : a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg.* 64 : 804–811, 2006.
- 古内寿, 高橋和裕, 三條大助, 幸地省子. 口唇裂口蓋裂患者のX線CTによる検討—基準平面の基礎的検討—。歯放 37 : 136–142, 1997.
- 五味暁憲. Hotz床を使用した唇顎口蓋裂患者上顎歯槽形態の三次元的分析。日口外誌 46 : 336–347, 2000.
- Grayson BH, Santiago PE, Lawrence E, Brecht and Court B. Cutting MD. Presurgical Nasoalveolar Molding in Infants with Cleft Lip and Palate. *The Cleft Palate—Craniofacial Journal* 36 : 486–498, 1999.
- Grayson BH. Presurgical nasoalveolar moulding treatment in cleft lip and palate patients. *Indian J Plast Surg* 42 : 56–61, 2009.
- Hotz M, Gnoinski W. Comprehensive care of cleft lip and palate children at Zurich university. *Am J Orthod* 70 : 481–504, 1976.
- ICRP(International Commission on Radiological Protection). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.(ICRP Publication 60). *Ann ICRP.* 1991 ; 21 (1 – 3). (日本語訳版 : 日本アイソトープ協会訳. ICRP Publ. 60 国際放射線防護委員会の1990年勧告. 東京 : 丸善 ; 1991)

- ICRP (International Commission on Radiological Protection). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. (ICRP Publication 103). Ann ICRP. 2007; 37 (2-4). (日本語訳版: 日本アイソトープ協会訳. ICRP Publ. 103 国際放射線防護委員会の2007年勧告. 東京: 丸善; 2009)
- 石口恒男, 大野和子, 野坂俊介, 中村仁信, 西澤かな枝, 藤岡睦久, 粟井一夫, 鈴木昇一, 村松禎久. 小児CTガイドライン—被ばく低減のために—. 日本医放会誌 65: 291-293, 2005.
- 西原一秀. 唇顎口蓋裂患者に対するHotz型人工口蓋床の臨床的効果—哺乳ならびに歯槽形態・外鼻形態に関する検討—日口蓋誌 18: 251-271, 1993.
- 西久保舞, 平原成浩, 五味暁憲, 西原一秀, 野添悦郎, 中村典史. Hotz型口蓋床の口蓋化構音発現に及ぼす影響—口蓋化構音が発現した片側性完全唇顎口蓋裂患者の口蓋形態三次元的分析—. 日口蓋誌 32: 57-67, 2007.
- Kim SH, Choi YS, Hwang EH, Chung KR, Kook YA, Nelson G. Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 131: 82-89, 2007.
- 樗田尚樹, 猪狩和之, 寺田宙, 山口一郎. 低線量放射線被ばくの健康影響. 保健医療科学 60: 286-291, 2011.
- 許為勇, 久保田雅人, 佐藤友紀, 中納治久, 慎宏太郎. 口唇口蓋裂患者における顎裂部骨欠損形態のコーンビームX線CTによる検討. 昭歯誌 26: 29-38, 2006.
- Matsuo K, Hirose T, Tomono T, Iwasawa M, Katohda S, Takahashi N, Koh B. Nonsurgical correction of congenital auricular deformities in the early neonate. Plast Reconstr Surg 73: 38-51, 1984.
- 松尾清, 広瀬毅, 小田切徹太郎, 野呂瀬昇, 横西清次. 唇裂形成術における変形外鼻の処置—われわれの遍歴と最近行っている早期新生児期の非観血的矯正について—. 信州医誌 34: 575-585, 1986.
- 太田耕司, 南正彦, 武知正晃, 瀧雅行, 宮内美和, 東川晃一郎, 二宮嘉昭, 島末洋, 小野重弘, 重石英生, 西裕美, 牧平清超, 玉本光弘, 下江幸司, 野宗万喜, 村山長, 里田隆博, 二川浩樹, 鎌田伸之. 三次元光造形モデルの口腔外科臨床への応用. 広大歯誌 40: 55-61, 2008.
- 上地潤, 辻祥之, 柴田考典, 溝口到. 光造形を活用した外科的矯正治療支援ツールの開発. 北医大歯誌 27: 127-128, 2008.
- 若林香枝, 古町美佳, 金野吉晃, 三浦廣行, 本多孝之, 本庄省五, 小林誠一郎. Nasal stent付き口蓋床を用いた術前矯正の効果に対する検討. 日口蓋誌 31: 15-22, 2006.



村井 茂
みはら歯科矯正クリニック
北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系歯科矯正学分野 非常勤講師

昭和50年3月 岩手医科大学歯学部卒業
昭和50年4月 札幌医科大学口腔外科入局
昭和51年4月 札幌医科大学口腔外科助手
昭和54年2月 北海道医療大学歯学部矯正歯科学講座助手
昭和57年4月 北海道医療大学歯学部矯正歯科学講座講師
昭和58年 函館市立病院歯科口腔外科科長
昭和61年 みはら歯科矯正クリニック開設