

The effect of fixing resin material on the accuracy and operability of a verification jig

Yusuke TANIGUCHI¹⁾ Yuki KUDO¹⁾ Kota ISSHI²⁾ Ayako MATSUMOTO¹⁾
 Takakiyo TOKITO¹⁾ Yu TAKAESU³⁾ Yuichiro YAMAGUCHI³⁾ Yoshiko TAKAHASHI¹⁾
 Kei EGASHIRA¹⁾ Kae KAKURA¹⁾ Hirofumi KIDO¹⁾

1) Section of Oral Implantology, Department of Oral Rehabilitation, Fukuoka Dental College

2) Fukuoka Dental College Medical & Dental General Hospital Central Dental Laboratory

3) Section of Fixed Prosthodontics, Department of Oral Rehabilitation, Fukuoka Dental College

Key words : dental implants, verification jig, multiunit, self-curing fixing resin, light-cured dental pattern resin

I. Introduction

Implant superstructures, which connect multiple implants, particularly those using screw fixation, require high accuracy. When superstructures are fabricated using casting techniques, poor fitting caused by casting shrinkage of the alloy becomes an issue, and soldering has been used to correct the fit. The soldering process requires skills, and the accuracy of soldering is highly dependent on the practitioners' techniques. The implementation of CAD/CAM technology has resolved the accuracy issue resulting from casting shrinkage, enabling reliable fabrication of superstructures with a good fit even for large frameworks. Since the materials used in CAD/CAM are mainly zirconia and non-precious metals, soldering cannot be used to correct the fit. Therefore, it is important to verify the accuracy of the working model when CAD/CAM are used to fabricate superstructures.¹

One verification method of working-model accuracy uses a recording of the positional relationship made on an intraoral implant. This method involves the one screw test or alternate finger pressure test to verify that the intraoral implant positional relationship matches the implant positional relationship in a working model. Another method involves the intraoral one screw test using the recording of the positional relationship obtained from the model. These

positional relationship recordings are called "verification jigs."^{2,3}

This study examined how the accuracy and operability of a verification jig are affected by the type of fixing resin used on the jig and by the sequence of fixation.

II. Materials and Methods

Master model

Six implant bodies (Branemark System MKIII, Nobel Biocare, Switzerland) were placed in an edentulous mandibular acrylic resin model, which was established as a master model. Screw-retained abutments (Multiunit Abutments, Nobel Biocare, Switzerland) were placed on these implants with 15 Ncm torque (Fig. 1).

Preparation of verification jig

Titanium cylinders (Temporary Abutments, Nobel Biocare, Switzerland) were affixed to the six multiunit abutments using screws. A metal "ladder," which was cast in cobalt-chrome alloy, was used to splint these temporary cylinders (Fig. 2). A gap of 1.5mm was established between the metal ladder and the temporary cylinders.



(Fig. 1) Master model after placement of multiunit abutments.

Fabrication of verification jig

The right, most distal cylinder was affixed to the metal ladder (Fig. 3). The ladder was positioned so that the gap between the ladder and each cylinder was uniform among all the cylinders. The remaining cylinders were affixed to the ladder in the order indicated in Fig. 4a (pattern 1) or Fig. 4b (pattern 2).

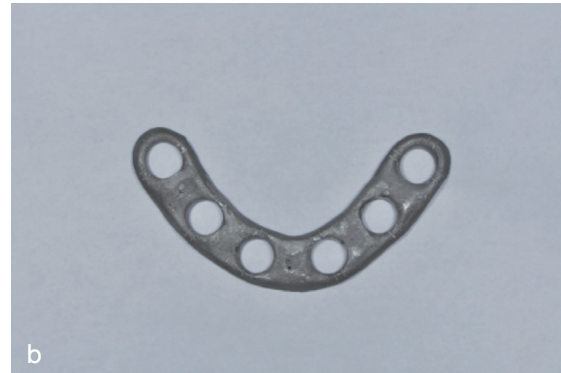
One of the two resin types was used for fixation of the temporary cylinders to the ladder: a self-curing resin (Fixpeed, GC, Japan) or light-cured dental pattern resin (easyform, Detax, Germany). For Fixpeed, fixation was performed on one site at a time using the curing time in the product instructions. For easyform, fixation was performed by filling

the gap between the metal ladder and the temporary cylinder, and then light curing was carried out from the top and bottom of the ladder for 20s and 10s, respectively.

The two resin types, Fixpeed and easyform, were used for fixation for pattern 1 and only easyform for pattern 2. The fixation process was repeated three times for each process and evaluated.

Measurement of working time

Measurement was taken on the time required for fixation using Fixpeed and easyform for pattern 1. Similarly, time was measured for fixation using easyform for pattern 2.



(Fig. 2) a. Master model after placement of temporary cylinders. b. Metal ladder.



(Fig. 3) Metal ladder and cylinder-abutment were affixed at the right, most distal site. a. Self-curing fixing resin. b. Light-cured dental pattern resin.



(Fig. 4) a. Sequence of fixation of cylinder-abutment to metal ladder (pattern 1). b. Sequence of fixation of cylinder-abutment to metal ladder (pattern 2).

Evaluation of the accuracy of the fit

All abutment screws were removed after providing secure retention using resin, and then only the right, most distal abutment was refastened using 15 Ncm torque. The level of elevation (vertical misfit) was measured as the gap between each of the other multiunit abutments and temporary cylinder. The level of elevation was evaluated using a digital single-lens reflex camera (D5300, Nikon, Japan) to obtain a 1.5x-magnified image of a junction between a multiunit abutment and temporary cylinder. Then the image was enlarged by 30x on a screen for evaluation.

Statistical analysis

All values were calculated as an average of the three measured values. Statistical analysis was performed using SPSS version 19 (SPSS Inc., Chicago, IL). Student's t-test was used to evaluate the difference between the two resin types in working time for verification jig fabrication ($P < 0.05$).

III. Results

Working time for verification jig fabrication

For pattern 1, the working time for verification jig fabrication was 1236.6 ± 20.82 s using self-curing fixing resin and 279.3 ± 14.57 s using light-cured dental pattern resin. For pattern 2, the working time was 287.0 ± 12.17 s using light-

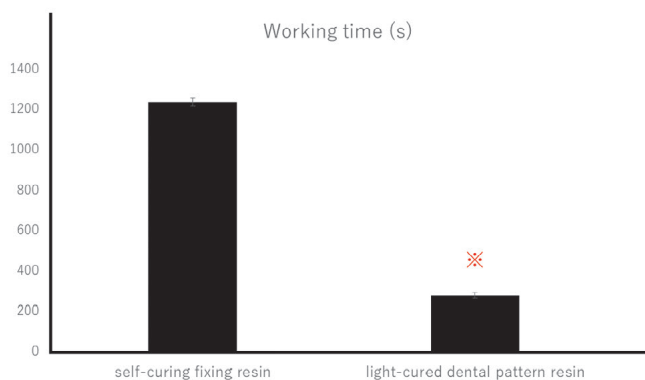
cured dental pattern resin. A significant difference was found in the working time between self-curing fixing resin and light-cured dental pattern resin (Fig. 5). No significant difference was found in the working time between pattern 1 using light-cured dental pattern resin and pattern 2 (Fig. 6).

Accuracy of the fit

No elevation (vertical misfit) was found between any multiunit abutment and temporary cylinder (Fig. 7).

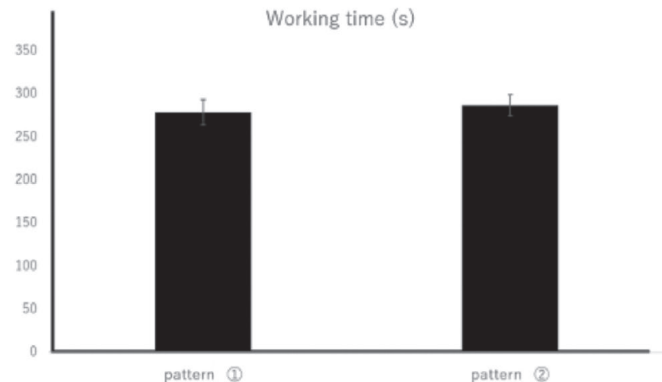
IV. Discussion

For the treatment of multiple missing teeth, fabrication of titanium and zirconia frameworks using CAD/CAM is widely adopted, if screw-retained superstructures, which connect implants, are fabricated. Frameworks fabricated with CAD/CAM have a high accuracy of fit, and passive fit is more easily achieved by this method than the conventional method using casting.⁴ A good fit of screw-retained superstructures is an essential factor for long-term stability of superstructures. Lack of passive fit has been reported to result from distortion of impressions and models.^{5,6} It is important to prevent such an error by using impression copings for open-tray impressions,⁷ by connecting impression copings,⁸ and by fabricating a verification jig to verify that the positional relationship in the working model is the same as the intraoral

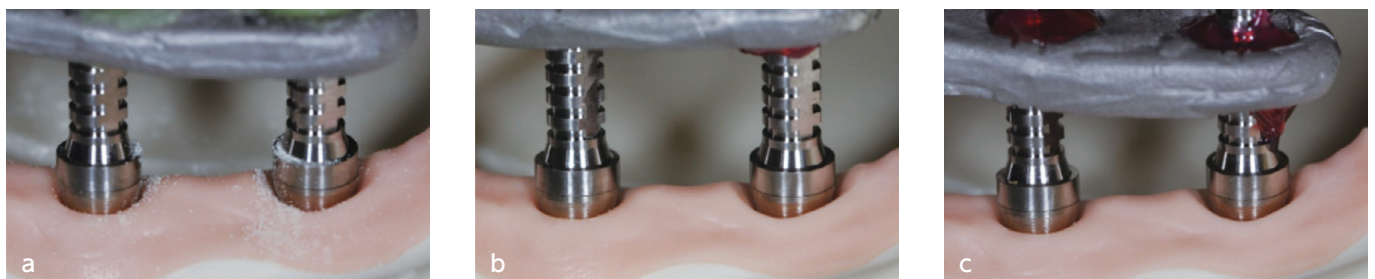


(Fig. 5) Working time for verification jig fabrication using self-curing fixing resin and light-cured dental pattern resin.

** $P < 0.05$



(Fig. 6) Working time for verification jig fabrication using pattern 1 and 2 for fixation method.



(Fig. 7) The junction between the temporary cylinder and abutment at the left, most distal site, when the one screw test was performed at the right, most distal site of the verification jig.

- Fixation using self-curing fixing resin for pattern 1.
- Fixation using light-cured dental pattern resin for pattern 1.
- Fixation using light-cured dental pattern resin for pattern 2.

positional relationship of implants before fabricating superstructure with CAD/CAM.⁹⁻¹¹ Hee-Kon Jang et al. fabricated master models, each of which had a different angle of divergence (0, 5, 10, 15, or 20 degrees) between two implant analogs. They made working models from each type of master model using an implant-level, open-tray, non-splinted coping impression technique. They fabricated metal frameworks on these five types of working models, tested the fit of the frameworks on the master models, and examined how changes in the angle between implants affected the framework fit. Their results indicate that the fit accuracy becomes unreliable at the angle of 20 degrees or larger. The findings indicate the importance of placing intermediate abutments and fabricating the verification jig to verify the fit of the working model to improve working-model accuracy when the inter-implant angle is 20 degrees or larger. In our study, six implant bodies were placed approximately parallel to one another in the master model. Even if they were not parallel, our results should be useful when the angles between implants were 20 degrees or less as screw-retained intermediate abutments were placed.

Our results showed that resin type did not affect the accuracy of the fit. Therefore, our results suggested that the uniform gap of 1.5mm between a metal ladder and temporary cylinders minimized the impact of resin shrinkage and was effective in achieving the accuracy of the fit of the verification jig.

The following methods using a verification jig have been widely used to verify the positional relationship of implant replicas in a model and the intraoral implant positional relationship. In one method, a verification jig is fabricated by connecting a metal ladder to temporary cylinders placed on implant replicas in a model. The one screw test is performed by placing this jig intraorally and tightening a screw at only one site. In another method, temporary cylinders are placed on intraoral implant bodies, and a metal ladder is connected to them, creating a verification jig. The alternate finger pressure test or one screw test is used to verify that the positional relationship in the model with the implant replicas matches the intraoral positional relationship. When a verification jig is fabricated intraorally, a shorter working time can help avoid a positional shift of the metal ladder and the impact from saliva, and thereby reducing human error. Additionally, the accuracy of the verification jig might be improved as working time can be shortened by the resin that easily fills the fixation site.

Self-curing fixing resin exhibits low polymerization shrinkage and, therefore, is used widely for recording intraoral implant positional relationships. Since self-curing resin requires several minutes to harden, working time will be long where fixation sites are numerous. Additionally, curing time varies as self-curing resin requires application of powder and liquid using brush-on techniques. Certain level of skills are needed for practitioners to accomplish this process using uniform amount of resin.

In our study, light-cured dental pattern resin was also used for the fixation process. Our findings showed that the light-cured resin required approximately one quarter of the time of the self-curing fixing resin in the fixation process of the

verification jig.

We also evaluated the fit when light-cured dental pattern resin was used for fixation of temporary cylinders to the metal ladder and when self-cured fixing resin was used. No vertical misfit (rising) was observed in any of the samples, indicating a good fit. Therefore, our results showed that light-cured dental pattern resin with a short working time is highly useful in verification jig fabrication. When we evaluated different sequences for of the verification jig, we found that the sequence affected neither the accuracy of fit nor the working time. The results indicated that practitioners can determine the sequence of fixation based on the intraoral conditions, such as the amount of patient's mouth opening and saliva.

In our future studies, we plan to examine methods to fabricate verification jigs with a metal ladder, which are easy to make using CAD/CAM, and methods to fabricate accurate verification jigs without a metal ladder.

V. Conclusion

No difference in accuracy of fit was found between a verification jig fabricated using light-cured dental pattern resin and that using self-cured fixing resin. However, the former requires shorter working time and, therefore, is more useful and has better operability. Our study also showed that fixation methods had no major effect on working time or accuracy of fit in verification jig fabrication.

References

- 1 Vitale ND, Tung F, Goldstein G.A technique to verify or correct analogue position and soft tissue profile on an implant working cast. *J Prosthet Dent.* 2009;102(3):137-40.
- 2 Jorge E De La Cruz , Paul D Funkenbusch, Carlo Ercoli, Mark E Moss, Gerald N Graser, Ross H Tallents. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(3):329-36.
- 3 Papaspyridakos P, Kim YJ, Finkelman M, El-Rafie K, Weber HP. Digital Evaluation of Three Splinting Materials Used to Fabricate Verification Jigs for Full-Arch Implant Prostheses: A Comparative Study. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(2):102-109.
- 4 J Y Kan, K Rungcharassaeng, K Bohsali, C J Goodacre, B R Lang. Clinical methods for evaluating implant framework fit. *J Prosthet Dent.* 1999 Jan;81(1):7-13.
- 5 Ercoli C, Geminiani A, Feng C, Lee H. The influence of verification jig on framework fit for nonsegmented fixed implant-supported complete denture. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012 May;14:e188-95.
- 6 Yun-Jung Lee, Seong-Joo Heo, Jai-Young Koak, Seong-Kyun Kim. Accuracy of different impression techniques for internal-connection implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(5):823-30.
- 7 Tafti AF, Hatami M, Razavi F, Ebadian B. Comparison of the accuracy of open-tray and snap-on impression techniques of implants with different angulations. *Dent Res J.* 2019 12;16(6):413-420.
- 8 Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(6):676-681.

- 9 Hee-Kon Jang, Sungtae Kim, June-Sung Shim, Keun-Woo Lee, Hong-Seok Moon. Accuracy of impressions for Internal-connection implant prostheses with various divergent angles. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(5):1011-5.
- 10 Baig MR. Multi-unit implant impression accuracy: A review of the literature. *Quintessence Int.* 2014 ;45(1):39-51
- 11 Buzayan MM, Yunus NB. Passive Fit in Screw Retained Multi-unit Implant Prosthesis Understanding and Achieving: A Review of the Literature. *J Indian Prosthodont Soc.* 2014;14(1):16-23.

固定用树脂材料对定位夹板的精度和操作性的影响

Effect of fixing resin material on accuracy and operability of verification jig

谷口祐介¹⁾ 工藤悠暉¹⁾ 一志恒太²⁾ 松本彩子¹⁾ 时任高圣¹⁾ 高江洲雄³⁾
山口雄一郎³⁾ 高桥佳子¹⁾ 江头敬¹⁾ 加仓加惠¹⁾ 城户宽史¹⁾

Yusuke TANIGUCHI¹⁾, Yuki KUDO¹⁾, Kota ISSHI²⁾, Ayako MATSUMOTO¹⁾, Takakiyo TOKITO¹⁾, Yu TAKAESU³⁾, Yuichiro YAMAGUCHI³⁾, Yoshiko TAKAHASHI¹⁾, Kei EGASHIRA¹⁾, Kae KAKURA¹⁾, Hirofumi KIDO¹⁾.

- 1) 福岡歯科大学口腔修復科口腔种植分部
2) 福岡歯科大学医科歯科综合病院中央技工室
3) 福岡歯科大学口腔修復科固定义齿分部

- 1) Section of Oral Implantology, Department of Oral Rehabilitation, Fukuoka Dental College
2) Fukuoka Dental College Medical & Dental General Hospital Central Dental Laboratory
3) Section of Fixed Prosthodontics, Department of Oral Rehabilitation, Fukuoka Dental College

关键词 (Key word) : 口腔种植体, 定位夹板, 多单位, 固定用自凝树脂, 光固化树脂

Key words : dental implants, verification jig, multiunit, self-curing fixing resin, light-cured dental pattern resin

I. 前言

连接多个种植体, 尤其是采用螺丝固位的种植体上部结构, 需要很高的精度. 采用传统铸造工艺加工种植体上部结构时, 合金的铸造收缩会导致上部结构与种植体之间的不密合, 而这种不密合可以通过焊接来弥补. 焊接操作需要熟练的技巧, 并且焊接的精度在很大程度上取决于技工的技术. CAD/CAM 技术的应用解决了由铸造收缩产生的精度问题, 即使是在大型的支架上也能制造出具有良好适合性的种植体上部结构. 但是, 由于 CAD/CAM 使用的材料主要是氧化锆和非贵金属, 而这些材料不能通过焊接来提高密合性. 因此, 在使用 CAD/CAM 制造种植体上部结构时, 检验工作模型的精度尤为重要.¹⁾

检验工作模型精度的一种方法是使用口内种植体位置关系记录. 以螺丝测试或交替指压测试, 来确认口内种

植体位置关系与工作模型上的种植体位置关系的一致性. 另一种方法使用从工作模型上获得的种植体位置关系记录在口内进行单螺丝测试, 些位置关系记录就被称为“定位夹板”.^{2,3)}

本研究探讨了用于固定定位夹板的树脂的种类以及固定顺序对定位夹板精度和操作性的影响.

II. 材料与方法 :

主模型

将六个种植体 (Branemark System MKIII, Nobel Biocare, Switzerland) 植入下颌无牙颌丙烯酸树脂模型作为主模型. 用 15N·cm 的扭矩将螺丝固位复合基台 (Multiunit Abutments, Nobel Biocare, Switzerland) 固定在这些种植体上 (图 1).



图 1) 多单位复合基台就位后的主模型

定位夹板的准备

用螺丝将钛临时基台 (Temporary Abutments, Nobel Biocare, Switzerland) 固定在六个复合基台上, 用钴铬合金铸造一个金属导板作为夹板固定这些临时基台 (图2)。在金属导板与临时基台之间设置 1.5mm 的间隙。

定位夹板的制作

首先将最右边的临时基台与金属导板进行固定 (图3), 使导板与其他所有临时基台之间的间隙都保持一致。然后按照图 4a (模式 1) 或图 4b (模式 2) 中所示顺序逐

一将剩余的临时基台与导板固定。

将临时基台与导板固定时, 使用自凝树脂 (Fixpeed, GC, Japan) 或光固化树脂 (easyform, Detax, Germany)。使用 Fixpeed 进行固定时, 按照产品说明的固化时间依次固定各个位点; 使用 easyform 进行固定时, 首先用树脂填满导板与临时基台之间的间隙, 然后从导板的顶部和底部分别光照 20s 和 10s 使其固化。

模式 1 使用 Fixpeed 和 easyform 两种树脂进行固定, 而模式 2 只使用 easyform 进行固定。固定操作重复 3 次并对每次结果进行评价。



图2) a. 临时基台就位后的主模型 b. 金属导板

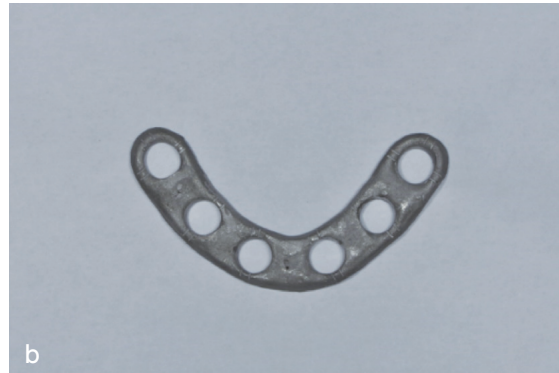


图3) 金属导板和最右端的临时基台 - 复合基台相固定
a. 自凝树脂 b. 光固化树脂



图4)
a. 临时基台 - 复合基台与金属导板的固定顺序 (模式 1)
b. 临时基台 - 复合基台与金属导板的固定顺序 (模式 2)

操作时间的测量

测量使用 Fixpeed 和 easyform 按照模式 1 进行固定所需的时间以及使用 easyform 按照模式 2 进行固定所需的时间。

适合精度的评价

树脂固定后，拧下所有基台螺丝，然后用 15N·cm 的扭矩将最右端的基台重新固定，测量其他多单位复合基台与临时基台之间的间隙以评价其上浮的量（垂直向位移）。使用数码单反相机（D5300, Nikon, Japan）在 1.5 倍放大倍率下拍摄复合基台与临时基台接合部的照片，将照片再进行 30 倍放大后评价接合部间隙的大小。

统计学分析

所有测量结果取三次测量结果的平均值。使用 SPSS version19 (SPSS Inc., Chicago, IL) 进行统计学分析。使用 Student's t-test 评价使用两种树脂制作定位夹板所需的操作时间是否存在显著差异 ($P < 0.05$)。

III. 结果：

定位夹板制作所需操作时间

按照模式 1 进行制作时，使用自凝树脂需要 $1236.6 \pm 20.82s$ ，而使用光固化树脂需要 $279.3 \pm 14.57s$ ；

按照模式 2 进行制作时，使用光固化树脂需要 $287.0 \pm 12.17s$ 。使用自凝树脂与光固化树脂的操作时间之间存在显著差异（图 5）。而同样使用光固化树脂，模式 1 与模式 2 的操作时间之间无显著差异（图 6）。

适合精度

所有的多单位复合基台与临时基台之间均未观察到上浮（垂直向位移）（图 7）。

V. 讨论

对多数牙缺失的患者进行种植治疗时，如果采用螺丝固位式上部结构，临床上广泛使用 CAD/CAM 加工钛或氧化锆支架。CAD/CAM 制作的支架具有较高的适合精度，并且与传统的铸造方法相比，更容易获得被动就位。⁴ 良好的适合性是实现螺丝固位式上部结构长期稳定的必要条件。有研究表明印模和模型的变形会导致无法获得被动就位。^{5,6} 因此，为了避免此类误差的产生，在取种植体印模时可以使用开窗式印模帽⁷，将印模帽连结在一起⁸，或制作定位夹板以保证在使用 CAD/CAM 加工上部结构之前，工作模型上种植体的位置关系与口腔内种植体的位置关系相一致。⁹⁻¹¹ Hee-Kon Jang 等人⁹ 在制作的主模型上分别植入两个种植体，使两个种植体转移杆之间形成不同的角度 ($0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$)，然后

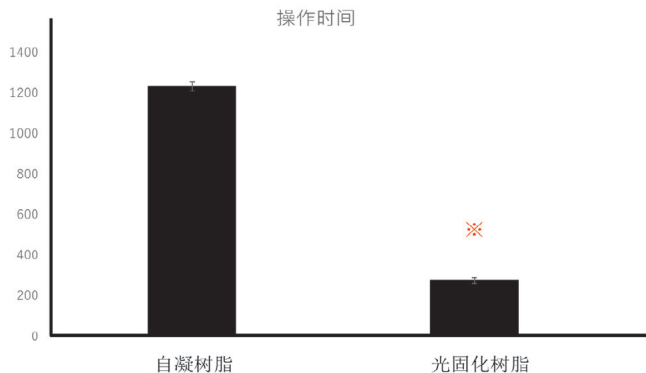


图 5) 使用自凝树脂和光固化树脂制作定位夹板的操作时间 * $P < 0.05$

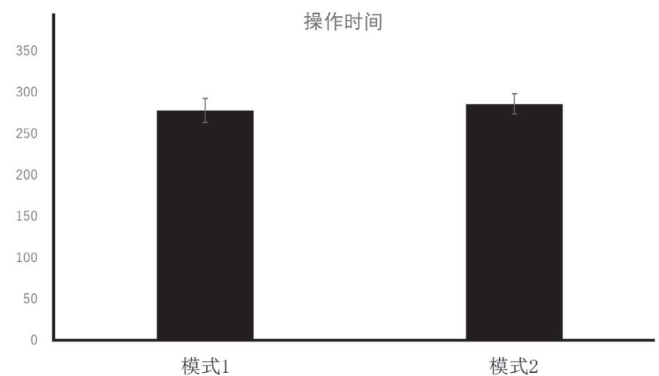


图 6) 按照模式 1 和模式 2 制作定位夹板的操作时间

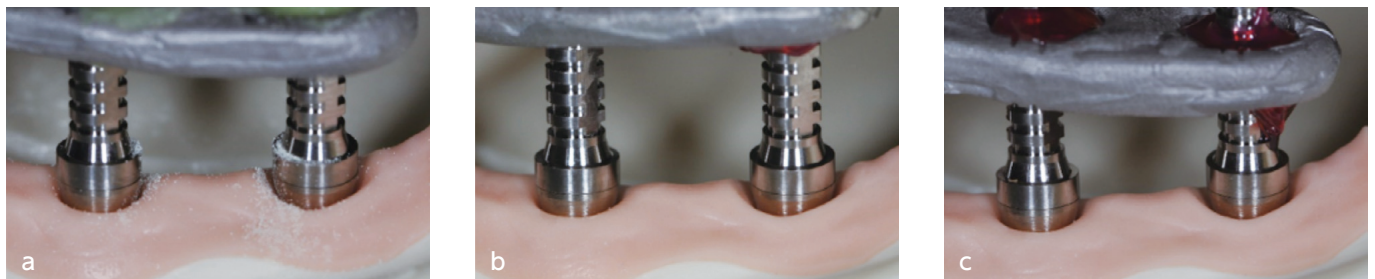


图 7) 定位夹板的最右端进行单螺丝测试时，最左端的临时基台与复合基台的接合部

- 按照模式 1 使用自凝树脂固定
- 按照模式 1 使用光固化树脂固定
- 按照模式 2 使用光固化树脂固定

使用种植体水平开窗式无夹板印模法制作了5种工作模型,然后在5种工作模型上制作了金属支架并检测其与主模型之间的适合精度,分析了种植体之间不同角度对支架适合性的影响.他们的研究结果显示当种植体之间的角度超过 20° 时,适合精度出现降低.这一结果表明,当两个种植体之间的角度达到 20° 以上时,为了提高工作模型的精度,需要连接复合基台并制作定位夹板以确认工作模型的适合性.本研究使用的主模型中的6个种植体是基本平行的,尽管不是完全平行,但是由于我们使用了螺丝固位式复合基台,因此只要种植体之间的角度在 20° 以内,本研究的结果即具有参考价值.

本研究结果显示,树脂类型对适合精度没有影响.金属导板与临时基台之间存在的均匀的1.5mm间隙,这可以将树脂收缩的影响最小化,有效地提高了定位夹板的适合精度.

目前,有几种广泛使用的方法利用定位夹板来检验模型中的种植替代体之间的位置关系与口腔内种植体之间的位置关系是否一致.其中一种方法是通过将金属导板和固定在模型种植体替代体上的临时基台相连接来制作定位夹板,然后将制作好的定位夹板放入口中用螺丝固定一个位点进行单螺丝测试.另一种方法是先将临时基台固定在口腔内种植体上,再将其与金属导板相连接来制作定位夹板,然后在模型上通过交替指压测试或单螺丝测试来检验模型上的种植体替代体之间的位置关系与口腔内种植体之间的位置关系是否一致.如果在口内制作定位夹板,较短的操作时间可以避免金属导板的移位和唾液的影响,从而减少人为误差.除此之外,使用方便充填的树脂可以缩短操作时间从而提高定位夹板的精度.

自凝树脂具有较小的聚合收缩,广泛用于口内种植体位置关系的记录.但是,由于自凝树脂固化需要几分钟的时间,因此在多固定位点的情况下操作时间会比较长.另外,由于自凝树脂是通过笔积法将粉液混合进行固定的,因此固化时间也存在差异,这就要求操作者具备一定程度熟练的技能,以确保操作过程中使用的树脂量保持一定.

本研究还尝试使用了光固化树脂进行固定操作.研究结果显示,使用光固化树脂制作定位夹板所需的操作时间仅是使用自凝树脂所需操作时间的1/4.

同时,我们还评价了在分别使用光固化树脂和自凝树脂对临时基台和金属导板进行固定时,定位夹板的适合性.所有样本均未观察到上浮,表明其适合性良好.因此,本研究结果表明操作时间更短的光固化树脂可以有效应用于定位夹板的制作.另一方面,在评价不同固定顺序的两种操作流程时,我们发现固定顺序对适合精度和操

作时间都没有显著影响.这一结果表明操作者可以根据患者口内状态,例如开口度和唾液分泌量等,自行决定固定的顺序.

在以后的研究中,我们将继续探讨使用CAD/CAM制作金属导板的简便方法以及不使用金属导板的高精度定位夹板的制作方法.

V. 结论

使用光固化树脂制作的定位夹板的适合精度与使用自凝树脂制作的定位夹板的适合精度之间无显著差异.但是,使用光固化树脂可以有效缩短操作时间,具有更好的操作性和实用性.本研究还表明固定方法对操作时间和定位夹板的适合精度都没有显著影响.

参考文献

- Vitale ND, Tung F, Goldstein GA technique to verify or correct analogue position and soft tissue profile on an implant working cast. *J Prosthet Dent.* 2009;102(3):137-40.
- Jorge E De La Cruz, Paul D Funkenbusch, Carlo Ercoli, Mark E Moss, Gerald N Graser, Ross H Tallents. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with Verification jigs made of different materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(3):329-36.
- Papaspyridakos P, Kim YJ, Finkelman M, El-Rafie K, Weber HP. Digital Evaluation of Three Splinting Materials Used to Fabricate Verification jigs for Full-Arch Implant Prostheses: A Comparative Study. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(2):102-109.
- J Y Kan, K Rungcharassaeng, K Bohsali, C J Goodacre, B R Lang. Clinical methods for evaluating implant framework fit. *J Prosthet Dent.* 1999 Jan;81(1):7-13.
- Ercoli C, Geminiani A, Feng C, Lee H. The influence of verification jig on framework fit for nonsegmented fixed implant-supported complete denture. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012 May;14:e188-95.
- Yun-Jung Lee, Seong-Joo Heo, Jai-Young Koak, Seong-Kyun Kim. Accuracy of different impression techniques for internal-connection implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(5):823-30.
- Tafti AF, Hatami M, Razavi F, Ebadian B. Comparison of the accuracy of open-tray and snap-on impression techniques of implants with different angulations. *Dent Res J.* 2019 12;16(6):413-420.
- Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(6):676-681.
- Hee-Kon Jang, Sungtae Kim, June-Sung Shim, Keun-Woo Lee, Hong-Seok Moon. Accuracy of impressions for Internal-connection implant prostheses with various divergent angles. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(5):1011-5.
- Baig MR. Multi-unit implant impression accuracy: A review of the literature. *Quintessence Int.* 2014;45(1):39-51
- Buzayan MM, Yunus NB. Passive Fit in Screw Retained Multi-unit Implant Prosthesis Understanding and Achieving: A Review of the Literature. *J Indian Prosthodont Soc.* 2014;14(1):16-23.

固定用レジン材が Verification jig の精度と操作性におよぼす影響

Effect of fixing resin material on accuracy and operability of verification jig

谷口祐介¹⁾ 工藤悠暉¹⁾ 一志恒太²⁾ 松本彩子¹⁾ 時任高聖¹⁾ 高江洲雄³⁾
山口雄一郎³⁾ 高橋佳子¹⁾ 江頭 敬¹⁾ 加倉加恵¹⁾ 城戸寛史¹⁾

Yusuke TANIGUCHI¹⁾, Yuki KUDO¹⁾, Kota ISSHI²⁾, Ayako MATSUMOTO¹⁾, Takakiyo TOKITO¹⁾, Yu TAKAESU³⁾, Yuichiro YAMAGUCHI³⁾, Yoshiko TAKAHASHI¹⁾, Kei EGASHIRA¹⁾, Kae KAKURA¹⁾, Hirofumi KIDO¹⁾.

1) 福岡歯科大学咬合修復学講座口腔インプラント分野

2) 福岡歯科大学医科歯科総合病院中央技工室

3) 福岡歯科大学咬合修復学講座冠橋義歯学分野

1) Section of Oral Implantology, Department of Oral Rehabilitation, Fukuoka Dental College

2) Fukuoka Dental College Medical & Dental General Hospital Central Dental Laboratory

3) Section of Fixed Prosthodontics, Department of Oral Rehabilitation, Fukuoka Dental College

キーワード : dental implants, Verification jig, multiunit, 固定用常温重合レジン, 光重合タイプ歯科用/パターンレジン
Key words : dental implants, verification jig, multiunit, self-curing fixing resin, light-cured dental pattern resin

I 緒言

複数本のインプラントを連結するタイプのインプラント上部構造は、特にスクリー固定において、高い精度が要求される。鋳造による上部構造の製作では、鋳造収縮による不適合が課題であり、ろう着による適合の補正が行われてきた。ろう着作業は熟練が必要であり、ろう着の精度は術者の技術に高く依存する。CAD/CAM技術の導入は、鋳造収縮による精度の問題を解決し、大型フレームであっても良好な適合の上部構造が安定して製作できるようになった。しかし、CAD/CAMで使用される材料はジルコニアや非貴金属が主流であるため、ろう着によって適合を修正することはできない。したがって、CAD/CAMによる上部構造の製作では、作業模型の精度の確認が重要である。¹⁾

作業模型の精度の確認方法として口腔内のインプラントの位置関係記録を用いて、口腔内のインプラント位置関係と作業模型でのインプラント位置関係が一致していること

を確認する alternate finger pressure test や one screw test を行う方法と、模型上で採得した位置関係記録用を口腔内で one screw test を行う方法があり、これら位置記録は Verification jig と呼ばれる。^{2, 3)}

本研究では、Verification jig の固定に使用するレジンの種類や固定の順序が、Verification jig の精度および操作性におよぼす影響を検討した。

II 材料と方法

マスターモデル

下顎無歯顎アクリル樹脂模型にインプラント体（ブローネマルク MK III, ノーベルバイオケア社, スイス）を6本埋入し、マスターモデルとした。マスターモデルのインプラントにスクリー固定用アバットメント（マルチユニットアバットメント, ノーベルバイオケア社, スイス）を15N・cmで取り付けけた（図1）。



図1 マルチユニットアバットメントを取り付けたマスターモデル

Verification jig の準備

6本のマルチユニット上にチタン製シリンダー（テンポラリーシリンダー、ノーベルバイオケア社、スイス）をスクリューで固定した。テンポラリーシリンダーを連結固定するためのメタルラダーを鋳造によりコバルトクロム合金で作製した（図2）。メタルラダーとテンポラリーシリンダーの間に1.5mmの間隙を設定した。

Verification jig の作製

右側再遠心のテンポラリーシリンダーとメタルラダーを固定した（図3）。この時、すべてのテンポラリーシリンダーとメタルラダーの間隙が均等になるように位置づけされた。

残りのテンポラリーシリンダーとメタルラダーを図4に示す順番（パターン①）と図5に示す順番（パターン②）で固定した。

テンポラリーシリンダーとメタルラダーの固定には2種類のレジン（常温重合レジン（Fixpeed, GC, Japan）または、光重合タイプ歯科用パターンレジン（easy form, Detax, Germany））を用いた。Fixpeedによる固定は、使用説明書の硬化時間を参考にして一カ所の硬化を待って次の固定を行った。easy formによる固定は、メタルラダーとテンポラリーシリンダーの間隙にレジンを充填し、メタルラダーの上面から20秒と下面から10秒間の光照射を行った。

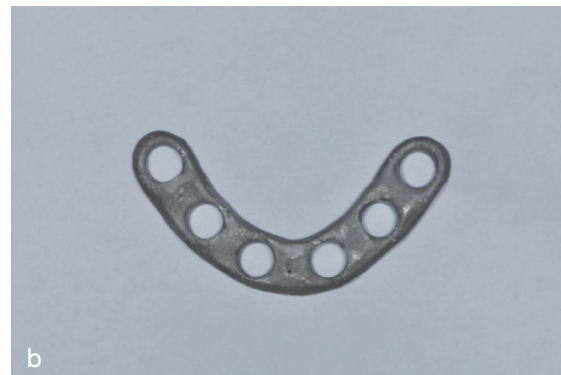


図2 (a) テンポラリーシリンダーを取り付けたマスターモデル (b) メタルラダー



図3 あらかじめメタルラダーとシリンダーアパットメントを右側最遠心にて固定
(a) 固定用常温重合レジン (b) 光重合タイプ歯科用パターンレジン



図4 シリンダーアパットメントとメタルラダーの固定時の順番（パターン①）

図5 シリンダーアパットメントとメタルラダーの固定時の順番（パターン②）

パターン①の固定には Fixpeed と easy form の 2 種類のレジンを使用し、パターン②の固定には easy form を使用した。固定操作は 3 回ずつ繰り返して評価を行った。

操作時間の計測

パターン①における Fixpeed と easy form による固定に要する時間を計測した。また、パターン②における easy form による固定に要する時間も計測した。

適合精度の評価

レジンによる固定後、すべてのアバットメントスクリューを撤去し、右側最遠心のアバットメントスクリューのみを 15N・cm で再締結し、その他のマルチユニットアバットメントとテンポラリーシリンダーの間隙を浮き上がり量として評価した。

浮き上がり量は、デジタル一眼レフカメラ (D5300, Nikon, Japan) でマルチユニットアバットメントとテンポラリーシリンダーの接合部を 1.5 倍率で撮影し、画像上でさら 30 倍に拡大して評価した。

統計処理

すべての値は 3 回の平均値で示した。統計分析は SPSS version19 を用いて実施した (SPSS Inc., Chicago, IL)。

2 種類のレジンによる Verification jig 作製時の操作時間の差の検定には Student's t-test ($P < 0.05$) を用いた。

Ⅲ 結果

Verification jig 作製時の操作時間

パターン①における固定用常温重合レジンによる Verification jig 作製時の操作時間は 1236.6 ± 20.82 秒であり、光重合タイプ歯科用パターンレジンによる Verification jig 作製時の操作時間は 279.3 ± 14.57 秒であった。パターン②におけるよる光重合タイプ歯科用パターンレジンによる Verification jig 作製時の操作時間は 287.0 ± 12.17 秒であった。

固定用常温重合レジンと光重合タイプ歯科用パターンレジンによる Verification jig 作製時の操作時間の間に統計的に有意差を認めた (図 6)。光重合タイプ歯科用パターンレジンによる Verification jig 作製時のパターン①とパターン②の操作時間に有意差は認められなかった (図 7)。

適合精度

すべてのマルチユニットとテンポラリーシリンダーの間に浮き上がりは観察されなかった (図 8)。

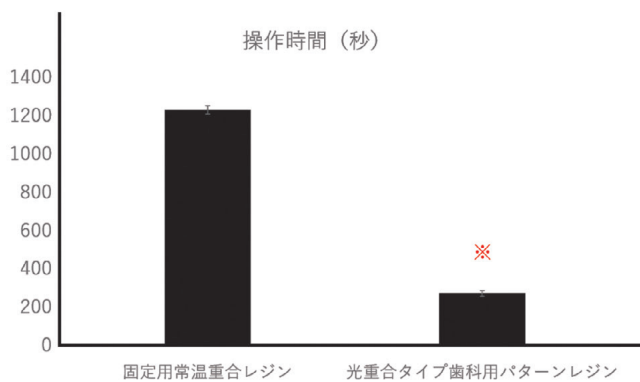


図 6 固定用常温重合レジンと光重合タイプ歯科用パターンレジンによる Verification jig 作製時の操作時間 ※ $P < 0.05$

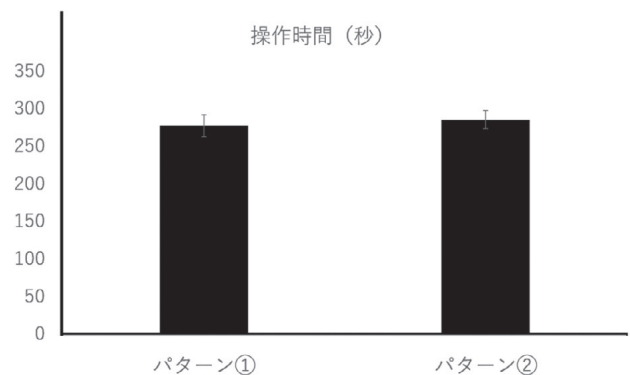


図 7 パターン①とパターン②による固定法の Verification jig 作製時操作時間

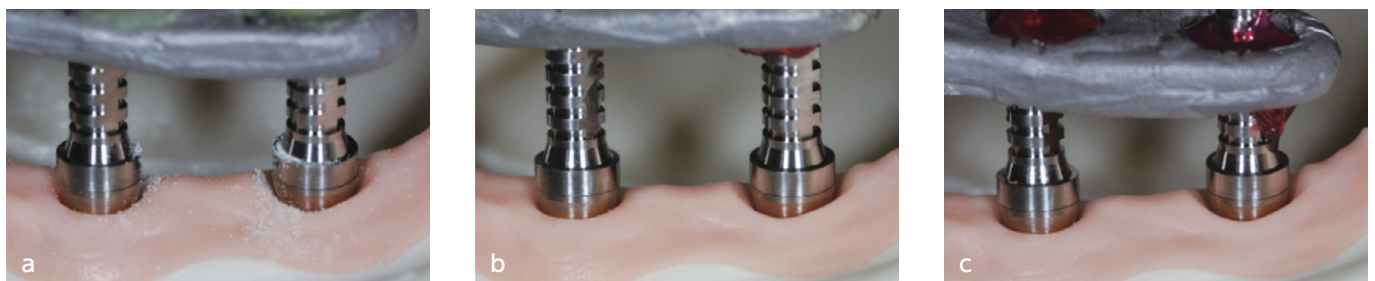


図 8 Verification jig の右側再遠心にワンスクリューテストを行った際の、左側再遠心のテンポラリーシリンダーとアバットメントとの接合部

- パターン①での固定用常温重合レジンによる固定
- パターン①での光重合タイプ歯科用パターンレジンによる固定
- パターン②での光重合タイプ歯科用パターンレジンによる固定

IV 考察

多数歯欠損に対するインプラント治療において、インプラントを連結するスクリュー固定式上部構造を作製する場合、CAD/CAMによりチタンやジルコニアフレーム作製を行う方法が広く普及している。CAD/CAMにより作製されたフレームワークは、適合精度が高く、従来の鋳造による製作方法と比較して容易にパッシブフィットを得ることが出来る。⁴ スクリュー固定式上部構造の良好な適合は、上部構造を長期安定させるために不可欠な要素であるが、印象のひずみや模型のひずみなどによりパッシブフィットが得られないことが報告されており⁵⁻⁶、このようなエラーを避けるためには、インプラント印象時にオープントレー用タイプの印象用コーピングを用いること⁷、印象用コーピングを連結すること⁸や、Verification jigを作製し、作業模型と口腔内のインプラントの位置関係が同じであることを確認したうえでCAD/CAMによる上部構造を作製することが重要である。⁹⁻¹¹ Hee-Kon Jang らの報告⁹では、2本のインプラントアナログ間を0, 5, 10, 15, および20度に変化させたマスターモデルを作製し、それらをインプラントレベル・オープントレー・非連結で印象採得を行い、5種類の作業模型を作製した。5種類の作業模型上でメタルフレームを作製し、それらのメタルフレームをマスターモデル上で適合試験し、インプラント間角度の変化がメタルフレームの適合に及ぼす影響について調査を行った。その結果、インプラント間の角度が20度以上になった場合に適合精度が悪くなることを明らかにしていた。これらのことより、インプラント間の角度が20度以上になる場合は、作業模型の精度を向上させるために、中間アバットメントを装着し、Verification jigを作製して作業模型の適合確認を行うなどの必要性を示唆していた。本実験のマスターモデルの6本のインプラント体は、ほぼ平行に埋入されているが、もし、平行な位置関係でなかったとしてもスクリュー固定用の中間アバットメントを装着したので、インプラント間の角度が20度以内であれば、本研究の結果を参考にできると考えられる。

レジンの種類の違いが適合精度に影響しなかったことから、テンポラリーシリンダーとメタルラダーの間の距離を1.5mmに統一することが、レジンの収縮の影響を最小限にし、Verification jigの適合精度を確保するのに有効であることが示唆された。

Verification jigを用いた模型上のインプラントレプリカの位置関係と口腔内のインプラント位置関係を確認する方法として、模型上でインプラントレプリカに装着したテンポラリーシリンダーとメタルラダーを連結して作製したVerification jigを口腔内に一か所だけスクリューにて装着し、one screw testを行う方法と、口腔内のインプラント

体にテンポラリーシリンダーを装着し、それらとメタルラダーを連結してVerification jigを作製し、模型上のインプラントレプリカと適合させ位置関係の不備がないか確認するalternate finger pressure testやone screw testを行う方法が広く普及している。Verification jigを口腔内で作製する場合、操作時間が短い方が、メタルラダーの移動や唾液の影響を回避できるため、ヒューマンエラーの防止に有用であると思われる。また、レジンの固定部への充填しやすさは操作時間を短縮できるため、Verification jigの精度に影響するかもしれない。

固定用常温重合レジンは、重合収縮が小さいため、口腔内のインプラント位置関係の記録に広く用いられている。しかし、常温重合レジンは硬化までの時間が数分程度必要で、固定箇所が多いケースでは相当の操作時間を必要とする。また、常温重合レジンは粉と液を筆積みで操作する必要があることから硬化時間にばらつきがあり、均等量のレジンで工程操作を行うには、ある程度術者の熟練を要する。

そこで、本実験では光重合タイプ歯科用パターンレジンをを用いてによる固定操作を試みた。その結果、光重合タイプ歯科用パターンレジンは固定用常温重合レジンと比較して約1/4程度の時間でVerification jigの固定操作が可能であった。

テンポラリーシリンダーとメタルラダーの固定に光重合タイプ歯科用パターンレジンと固定用常温重合レジンをを用いたとの適合を評価したところ、すべての試料で浮き上がりは観察されず、適合状態は良好であった。したがって、操作時間の短い光重合タイプ歯科用パターンレジンは、Verification jigの作製において有用性の高い材料であることが示された。また、口腔内での操作方法としてVerification jigを固定する順序を検討した結果、固定の順序時は適合精度影響しなかった。また、固定の順序は、操作時間に影響しないことが示された。このことより、患者の開口量や唾液量など口腔内の状況に応じて、術者が任意に固定の順序を決定できることが明らかになった。

今後はVerification jigを構成するメタルラダーをCAD/CAMなどを用いて簡便に作製する方法や、メタルラダーを用いなくても精度が維持されたVerification jigの作製方法について検討していく予定である。

V 結論

Verification jigの作製に光重合タイプ歯科用パターンレジンをを用いることは、固定用常温重合レジンと比較して適合精度は変わらないが、操作時間が短くなることから操作性がよく有効な方法である。また、Verification jig作製の際に固定方法をランダムに決定しても操作時間や適合精度に大きな影響がないことが分かった。

引用文献

- 1 Vitale ND, Tung F, Goldstein G.A technique to verify or correct analogue position and soft tissue profile on an implant working cast.J Prosthet Dent. 2009;102(3):137-40.
- 2 Jorge E De La Cruz , Paul D Funkenbusch, Carlo Ercoli, Mark E Moss, Gerald N Graser, Ross H Tallents. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. J Prosthet Dent. 2002;88(3):329-36.
- 3 Papaspyridakos P, Kim YJ, Finkelman M, El-Rafie K, Weber HP.Digital Evaluation of Three Splinting Materials Used to Fabricate Verification Jigs for Full-Arch Implant Prostheses: A Comparative Study,J Esthet Restor Dent. 2017;29(2):102-109.
- 4 J Y Kan, K Rungcharassaeng, K Bohsali, C J Goodacre, B R Lang. Clinical methods for evaluating implant framework fit. J Prosthet Dent. 1999 Jan;81(1):7-13.
- 5 Ercoli C, Geminiani A, Feng C, Lee H.The influence of verification jig on framework fit for nonsegmented fixed implant-supported complete denture.Clin Implant Dent Relat Res. 2012 May;14:e188-95.
- 6 Yun-Jung Lee, Seong-Joo Heo, Jai-Young Koak, Seong-Kyun Kim. Accuracy of different impression techniques for internal-connection implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009;24(5):823-30.
- 7 Tafti AF, Hatami M, Razavi F, Ebadian B.Comparison of the accuracy of open-tray and snap-on impression techniques of implants with different angulations.Dent Res J. 2019 12;16(6):413-420.
- 8 Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO.Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study.Clin Oral Implants Res. 2012;23(6):676-681.
- 9 Hee-Kon Jang, Sungtae Kim, June-Sung Shim, Keun-Woo Lee, Hong-Seok Moon. Accuracy of impressions for Internal-connection implant prostheses with various divergent angles. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011;26(5):1011-5.
- 10 Baig MR.Multi-unit implant impression accuracy: A review of the literature. Quintessence Int. 2014 ;45(1):39-51
- 11 Buzayan MM, Yunus NB.Passive Fit in Screw Retained Multi-unit Implant Prosthesis Understanding and Achieving: A Review of the Literature. J Indian Prosthodont Soc. 2014;14(1):16-23.

El efecto de la fijación de material de resina en la precisión y operatividad de una plantilla de verificación

Yusuke TANIGUCHI ¹⁾ Yuki KUDO ¹⁾ Kota ISSHI ²⁾ Ayako MATSUMOTO ¹⁾
 Takakiyo TOKITO ¹⁾ Yu TAKAESU ³⁾ Yuichiro YAMAGUCHI ³⁾ Yoshiko TAKAHASHI ¹⁾
 Kei EGASHIRA ¹⁾ Kae KAKURA ¹⁾ Hirofumi KIDO ¹⁾

1) Sección de Implantología Oral, Departamento de Rehabilitación Oral, Facultad de Odontología de Fukuoka

2) Fukuoka Dental College Medical & Dental Hospital General Laboratorio Dental Central

3) Sección de Prostodoncia Fija, Departamento de Rehabilitación Oral, Facultad de Odontología de Fukuoka

Traducción al Español: Dr. Fernando Andres Colindres

Palabras clave: implantes dentales, plantilla de verificación, multiunidad, selresina de fijación fotopolimerizable, resina de patrón dental fotopolimerizable

I. Introducción

Las superestructuras de implantes, que conectan varios implantes, en particular los que utilizan fijación con tornillos, requieren una alta precisión. Cuando las superestructuras se fabrican utilizando técnicas de fundición, el mal ajuste causado por la contracción de la aleación en la fundición se convierte en un problema, y se ha utilizado soldadura para corregir el ajuste. El proceso de soldadura requiere habilidades y la precisión de la soldadura depende en gran medida de las técnicas de los profesionales. La implementación de la tecnología CAD / CAM ha resuelto el problema de precisión resultante de la contracción de la fundición, lo que permite la fabricación confiable de superestructuras con un buen ajuste incluso para estructuras grandes. Dado que los materiales utilizados en CAD / CAM son principalmente zirconia y metales no preciosos, no se puede utilizar soldadura para corregir el ajuste. Por lo tanto, es importante verificar la precisión del modelo de trabajo cuando se usa CAD/CAM para fabricar superestructuras.¹

Un método de verificación de la precisión del modelo de

trabajo utiliza un registro de la relación posicional realizada en un implante intraoral. Este método implica la prueba de un tornillo o la prueba de presión digital alternativa para verificar que la relación posicional del implante intraoral coincide con la relación posicional del implante en un modelo de trabajo. Otro método implica la prueba de un tornillo intraoral utilizando el registro de la relación posicional obtenida del modelo. Estos registros de relaciones posicionales se denominan "plantillas de verificación".^{2,3}

Este estudio examinó cómo la precisión y la operatividad de una plantilla de verificación se ven afectadas por el tipo de resina de fijación utilizada en la plantilla y por la secuencia de fijación.

II. Materiales y métodos

Modelo maestro

Se colocaron seis implantes (Branemark System MKIII, Nobel Biocare, Suiza) en un modelo de resina acrílica



(Fig. 1) Modelo maestro tras la colocación de pilares multiunitarios.

mandibular desdentado, que se estableció como modelo maestro. Sobre estos implantes se colocaron pilares atornillados (Multiunit Abutments, Nobel Biocare, Suiza) con un torque de 15 Ncm (Fig. 1).

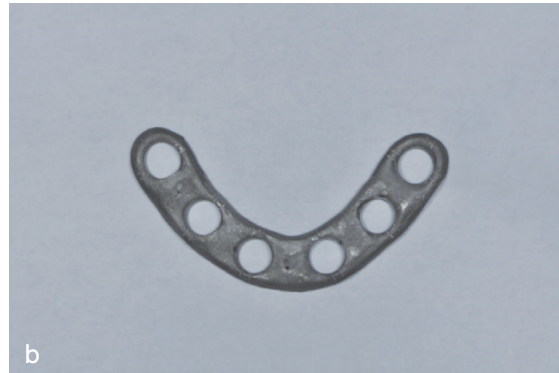
Preparación de la plantilla de verificación

Los cilindros de titanio (pilares provisionales, Nobel Biocare, Suiza) se fijaron a los seis pilares de múltiples unidades mediante tornillos. Se usó una "estructura" de metal, que se fundió en una aleación de cromo-cobalto, para ferulizar estos cilindros temporales (Fig. 2). Se estableció un espacio de 1,5 mm entre la estructura metálica y los cilindros provisionales.

Fabricación de plantilla de verificación

El cilindro derecho, más distal, se fijó a la estructura de metal (Fig. 3). La estructura se colocó de modo que el espacio entre ésta y cada cilindro fuera uniforme entre todos los cilindros. Los cilindros restantes se fijaron a la estructura en el orden indicado en la Fig. 4a (patrón 1) o en la Fig. 4b (patrón 2).

Se utilizó uno de los dos tipos de resina para la fijación de los cilindros provisionales a la estructura: una resina autopolimerizable (Fixpeed, GC, Japón) o una resina de patrón dental fotopolimerizable (easyform, Detax, Alemania). Para Fixpeed, la fijación se realizó en un sitio a la vez utilizando el tiempo de curado en las instrucciones del



(Fig. 2) a. Modelo maestro después de la colocación de cilindros provisionales. segundo. b. Escalera de metal.



(Fig. 3) Se colocaron una escalera de metal y un cilindro-pilar en el sitio más distal derecho. a. Resina fijadora autopolimerizable. segundo. b. Resina de patrón dental fotopolimerizable.



(Fig. 4) a. Secuencia de fijación cilindro-pilar a escalera metálica (patrón 1). b. Segundo. Secuencia de fijación cilindro-pilar a escalera metálica (patrón 2).

producto. Para facilitar la forma, la fijación se realizó llenando el espacio entre la estructura de metal y el cilindro temporal, y luego se llevó a cabo la fotopolimerización desde la parte superior e inferior de la estructura durante 20 seg. y 10 seg, respectivamente.

Los dos tipos de resina, Fixpeed y easyform, se utilizaron para la fijación del patrón 1 y solo easyform para el patrón 2. El proceso de fijación se repitió tres veces para cada proceso y se evaluó.

Medida del tiempo de trabajo

Se midió el tiempo necesario para la fijación con Fixpeed y easyform para el patrón 1. De manera similar, se midió el tiempo de fijación con easyform para el patrón 2.

Evaluación de la precisión del ajuste

Todos los tornillos del pilar se retiraron después de proporcionar una retención segura con resina, y luego solo se volvió a sujetar el pilar derecho, la mayoría de los pilares distales, con un torque de 15 Ncm. El nivel de elevación (desajuste vertical) se midió como el espacio entre cada uno de los otros pilares de múltiples unidades y el cilindro temporal. El nivel de elevación se evaluó utilizando una cámara réflex digital de un solo objetivo (D5300, Nikon, Japón) para obtener una imagen ampliada a 1,5 aumentos de una unión entre un pilar de múltiples unidades y un cilindro

temporal. Luego, la imagen se amplió 30x en una pantalla para su evaluación.

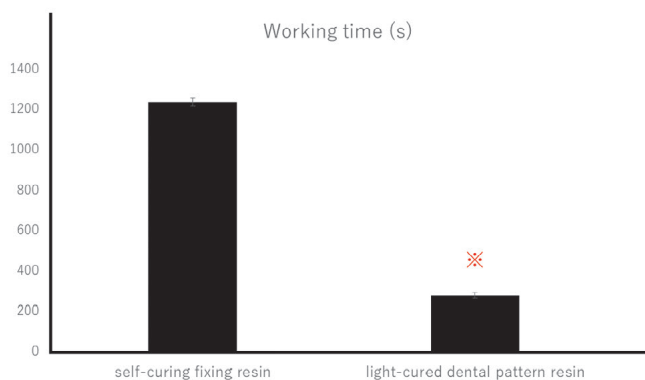
Análisis Estadístico

Todos los valores se calcularon como un promedio de los tres valores medidos. El análisis estadístico se realizó utilizando SPSS versión 19 (SPSS Inc., Chicago, IL). Se utilizó la prueba t de Student para evaluar la diferencia entre los dos tipos de resina en el tiempo de trabajo para la fabricación de la plantilla de verificación ($P < 0,05$).

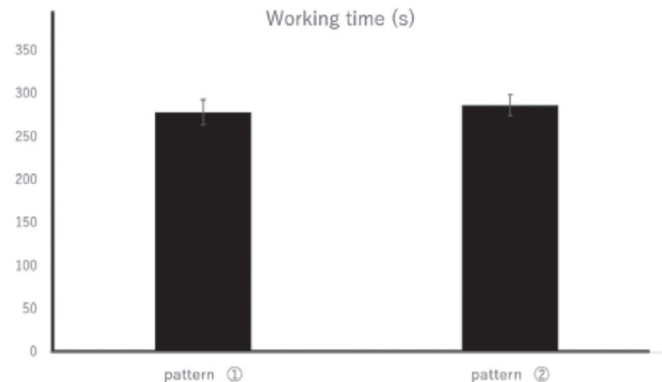
III. Resultados

Tiempo de trabajo para la fabricación de la plantilla de verificación

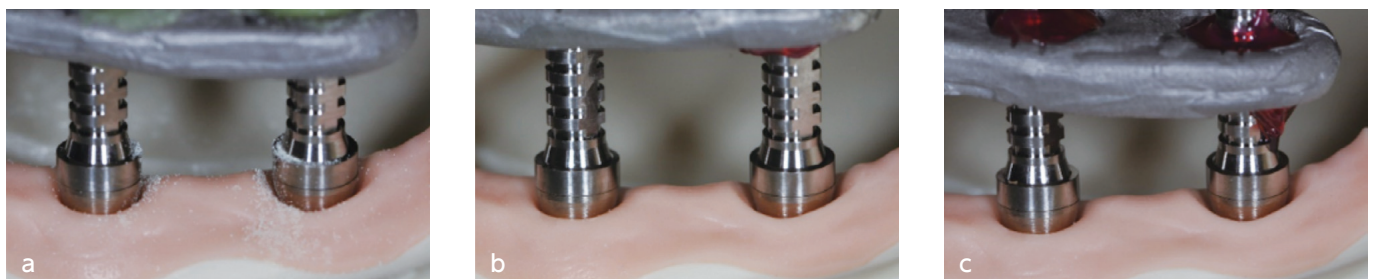
Para el patrón 1, el tiempo de trabajo para la fabricación de la plantilla de verificación fue de $1236,6 \pm 20,82$ s utilizando resina de fijación autopolimerizable y $279,3 \pm 14,57$ s utilizando resina de patrón dental fotopolimerizable. Para el patrón 2, el tiempo de trabajo fue de $287,0 \pm 12,17$ s utilizando resina de patrón dental fotopolimerizable. Se encontró una diferencia significativa en el tiempo de trabajo entre la resina fijadora autopolimerizable y la resina de patrón dental fotopolimerizable (Fig. 5). No se encontraron diferencias significativas en el tiempo de trabajo entre el patrón 1 que usa resina de patrón dental fotopolimerizable y el patrón 2 (Fig. 6).



(Fig. 5) Tiempo de trabajo para la fabricación de la plantilla de verificación utilizando resina de fijación autopolimerizable y resina de patrón dental fotopolimerizable. * $P < 0,05$



(Fig. 6) Tiempo de trabajo para la fabricación de la plantilla de verificación utilizando el patrón 1 y 2 para el método de fijación.



(Fig. 7) La unión entre el cilindro temporal y el pilar en el sitio más distal izquierdo, cuando se realizó la prueba de un tornillo en el sitio más distal derecho de la plantilla de verificación.

- Fijación con resina de fijación autopolimerizable para el patrón 1.
- Segundo. Fijación con resina de patrón dental fotopolimerizable para el patrón 1.
- Fijación con resina de patrón dental fotopolimerizable para el patrón 2.

Precisión del ajuste

No se encontró elevación (desajuste vertical) entre ningún pilar multiuni y el cilindro temporal (Fig. 7).

IV. Discusión

Para el tratamiento de múltiples dientes faltantes, se adopta ampliamente la fabricación de estructuras de titanio y zirconia utilizando CAD / CAM, si se fabrican superestructuras atornilladas, que conectan implantes. Las estructuras fabricadas con CAD / CAM tienen una alta precisión de ajuste y el ajuste pasivo se logra más fácilmente con este método que con el método convencional que utiliza fundición.⁴ Un buen ajuste de las superestructuras atornilladas es un factor esencial para la estabilidad a largo plazo de superestructuras. Se ha informado que la falta de ajuste pasivo es el resultado de la distorsión de las impresiones y los modelos.^{5, 6} Es importante prevenir este error utilizando cofias de impresión para impresiones de cubeta abierta,⁷ conectando cofias de impresión,⁸ y mediante la fabricación de una plantilla de verificación para verificar que la relación posicional en el modelo de trabajo es la misma que la relación posicional intraoral de los implantes antes de fabricar la superestructura con CAD / CAM.⁹⁻¹¹ Hee-Kon Jang et al. Fabricaron modelos maestros, cada uno de los cuales tenía un ángulo de divergencia diferente (0, 5, 10, 15 o 20 grados) entre dos análogos de implantes. Hicieron modelos de trabajo de cada tipo de modelo maestro utilizando una técnica de impresión de cofia no ferulizada, cubeta abierta a nivel de implante. Fabricaron estructuras metálicas en estos cinco tipos de modelos de trabajo, probaron el ajuste de las estructuras en los modelos maestros y examinaron cómo los cambios en el ángulo entre los implantes afectaban el ajuste de la estructura. Sus resultados indican que la precisión de ajuste se vuelve poco confiable en un ángulo de 20 grados o más. Los hallazgos indican la importancia de colocar pilares intermedios y fabricar la plantilla de verificación para verificar el ajuste del modelo de trabajo para mejorar la precisión del modelo de trabajo cuando el ángulo entre implantes es de 20 grados o más. En nuestro estudio, se colocaron seis cuerpos de implantes aproximadamente paralelos entre sí en el modelo maestro. Incluso si no fueran paralelos, nuestros resultados deberían ser útiles cuando los ángulos entre los implantes fueran de 20 grados o menos cuando se colocaron pilares intermedios atornillados.

Nuestros resultados mostraron que el tipo de resina no afectó la precisión del ajuste. Por lo tanto, nuestros resultados sugirieron que el espacio uniforme de 1,5 mm entre una estructura de metal y cilindros temporales minimizó el impacto de la contracción de la resina y fue eficaz para lograrla precisión del ajuste de la plantilla de verificación.

Los siguientes métodos que utilizan una plantilla de verificación se han utilizado ampliamente para verificar la relación posicional de las réplicas de implantes en un modelo y la relación posicional del implante intraoral. En un método, se fabrica una plantilla de verificación conectando una estructura de metal a cilindros temporales colocados en réplicas de implantes en un modelo. La prueba de un tornillo se realiza colocando esta plantilla intraoralmente y apretando

un tornillo en un solo lugar. En otro método, se colocan cilindros temporales en cuerpos de implantes intraorales, y se les conecta una escalera de metal, creando una plantilla de verificación. La APrueba de presión digital alternativa o la prueba de un tornillo se usa para verificar que la relación posicional en el modelo con las réplicas del implante coincide con la relación posicional intraoral. Cuando se fabrica una plantilla de verificación intraoralmente, un tiempo de trabajo más corto puede ayudar a evitar un cambio de posición de la estructura de metal y el impacto de la saliva, reduciendo así el error humano. Además, la precisión de la plantilla de verificación podría mejorarse, ya que la resina puede acortar el tiempo de trabajo que llena fácilmente el sitio de fijación.

La resina de fijación autopolimerizable exhibe una contracción de polimerización baja y, por lo tanto, se usa ampliamente para registrar relaciones posicionales de implantes intraorales. Dado que la resina autopolimerizable requiere varios minutos para endurecerse, el tiempo de trabajo será prolongado cuando los lugares de fijación sean numerosos. Además, el tiempo de curado varía ya que la resina autopolimerizable requiere la aplicación de polvo y líquido mediante técnicas de brocha. Se necesita cierto nivel de habilidades para que los profesionales logren este proceso utilizando una cantidad uniforme de resina.

En nuestro estudio, también se utilizó resina de patrón dental fotopolimerizable para el proceso de fijación. Nuestros hallazgos mostraron que la resina fotopolimerizable requirió aproximadamente una cuarta parte del tiempo de la resina de fijación autopolimerizable en el proceso de fijación de la plantilla de verificación.

También evaluamos el ajuste cuando se usó resina de patrón dental fotopolimerizable para la fijación de cilindros temporales a la estructura de metal y cuando se usó resina de fijación autopolimerizable. No se observó desajuste vertical (ascendente) en ninguna de las muestras, lo que indica un buen ajuste. Por lo tanto, nuestros resultados mostraron que la resina de patrón dental fotopolimerizable con un tiempo de trabajo corto es muy útil en la fabricación de plantillas de verificación. Cuando evaluamos diferentes secuencias de la plantilla de verificación, encontramos que la secuencia no afectaba ni la precisión del ajuste ni el tiempo de trabajo. Los resultados indicaron que los clínicos pueden determinar la secuencia de fijación en función de las condiciones intraorales, como la cantidad de apertura de la boca del paciente y la saliva.

En nuestros estudios futuros, planeamos examinar métodos para fabricar plantillas de verificación con una estructura de metal, que son fáciles de hacer usando CAD / CAM, y métodos para fabricar plantillas de verificación precisas sin una estructura de metal.

V. Conclusión

No se encontró ninguna diferencia en la precisión de ajuste entre una plantilla de verificación fabricada con resina de patrón dental fotopolimerizable y la que utiliza resina de fijación autopolimerizable. Sin embargo, el primero requiere un tiempo de trabajo más corto y, por lo tanto, es más útil y tiene una mejor operatividad. Nuestro estudio también

mostró que los métodos de fijación no tenían un efecto importante sobre el tiempo de trabajo o la precisión del ajuste en la fabricación de la plantilla de verificación.

Referencias

- 1 Técnica Vitale ND, Tung F, Goldstein GA para verificar o corregir la posición análoga y el perfil del tejido blando en un modelo de trabajo de implante J Prosthet Dent. 2009; 102 (3): 137-40.
- 2 Jorge E De La Cruz, Paul D Funkenbusch, Carlo Ercoli, Mark E Moss, Gerald N Graser, Ross H Tallents. Plantilla de verificación para prótesis implantosoportadas: comparación de impresiones estándar con plantillas de verificación hechas de diferentes materiales. J Prosthet Dent. 2002; 88 (3): 329-36.
- 3 Papaspyridakos P, Kim YJ, Finkelman M, El-Rafie K, Weber HP. Evaluación digital de tres materiales de ferulización utilizados para fabricar plantillas de verificación para prótesis de implantes de arco completo: un estudio comparativo. J Esthet Restor Dent. 2017; 29 (2): 102-109.
- 4 JY Kan, K Rungcharassaeng, K Bohsali, CJ Goodacre, BR Lang. Métodos clínicos para evaluar el ajuste de la estructura del implante. J Prosthet Dent. Enero de 1999; 81 (1): 7-13.
- 5 Ercoli C, Geminiani A, Feng C, Lee H. Influencia de la plantilla de verificación en el ajuste de la estructura para dentaduras postizas completas no segmentadas fijas implantosoportadas Clin Implant Dent Relat Res. 2012 mayo; 14: e188-95.
- 6 Yun-Jung Lee, Seong-Joo Heo, Jai-Young Koak, Seong-Kyun Kim. Precisión de diferentes técnicas de impresión para implantes de conexión interna. Implantes Int J Oral Maxillofac. 2009; 24 (5): 823-30.
- 7 Tafti AF, Hatami M, Razavi F, Ebadian B. Comparación de la precisión de las técnicas de impresión de cubeta abierta y snap-on de implantes con diferentes angulaciones Dent Res J. 2019 12; 16 (6): 413-420.
- 8 Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Precisión de modelos de implantes generados con técnicas de impresión ferulizadas y no ferulizadas para pacientes edéntulos: un estudio de escaneo óptico Clin Oral Implants Res. 2012; 23 (6): 676-681.
- 9 Hee-Kon Jang, Sungtae Kim, June-Sung Shim, Keun-Woo Lee, Hong-Seok Moon. Precisión de impresiones para prótesis de implantes de conexión interna con varios ángulos divergentes. Implantes Int J Oral Maxillofac. 2011; 26 (5): 1011-5.
- 10 Precisión de impresión de implantes múltiples de Baig MR: una revisión de la literatura. Quintaesencia Int. 2014; 45 (1): 39-51
- 11 Buzayan MM, Yunus NB. Ajuste pasivo en prótesis de implantes de unidades múltiples retenidas por tornillos Comprensión y logro: una revisión de la literatura. J Indian Prosthodont Soc. 2014; 14 (1): 16-23.