



Title	ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーの補綴設計に関する力学的研究
Author(s)	高垣, 喬三; 権田, 知也; 前田, 芳信
Citation	大阪大学歯学雑誌. 2015, 60(1), p. 9-13
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/60670">https://hdl.handle.net/11094/60670</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーの補綴設計に関する力学的研究

高垣 喬三\*, 権田 知也\*, 前田 芳信\*

(平成 27 年 7 月 30 日受付)

## はじめに

下顎無歯顎患者に対する治療法の第一選択はインプラントオーバーデンチャーであると提唱されている<sup>1-3)</sup>。しかし、現在世界人口の 10%以上が無歯顎であるが、インプラントオーバーデンチャーを選択する割合はそのうちの 1.7%に満たない<sup>4)</sup>。インプラントオーバーデンチャーが予知性のある治療であるにも関わらず選択する人々が少ない理由としては、インプラント治療における外科的侵襲、費用、解剖学的制約が主要因である<sup>5)</sup>。それに対し、通常のインプラントよりも直径の細いワンピース型のミニインプラントは、低侵襲、低コスト、幅広い解剖学的条件に適用可能という特徴をもち、今後高齢者の無歯顎患者に対する治療方法の選択肢を広げる可能性がある<sup>6)</sup>。そこで、本総説で今まで我々がミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーに関して行ってきた研究内容を解説する。

## ミニインプラントとは

ミニインプラントとは一般的に直径 3mm 以下のインプラントを指し、今まで矯正治療の固定源<sup>7)</sup>や、インプラントの免荷期間中の暫間補綴装置の支台装置<sup>8)</sup>として広く臨床応用されてきた。最近の研究ではミニインプラントでも通常の直径のインプラントと同様な骨結合を示すことが示され<sup>9,10)</sup>、ミニインプラントがインプラントオーバーデンチャーの維持装置として有用であることが示唆されている。これまでのミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーに関する臨床報告<sup>11-20)</sup>では、ミニインプラントの直径は 1.8mm から 2.5mm のものが使用されており、観察期間は 4 か月から 8 年で短い、生存率は 91.2%<sup>21)</sup>から 100%<sup>12)</sup>と良好な予後を示す論文が多い(表 1)。しかし、従来のインプラントオーバーデンチャーに関する臨床研究・力学的研究は数多く見られるが、ミニインプラントについて同様の研究を行っているものは少なく、特に補綴

表 1 ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーのこれまでの臨床報告

筆 者	年	インプラント メーカー	研究デザイン	直径(mm)	患者数(人)	インプラント 本数(本)	観察期間	生存率(%)
Elsyad et al <sup>11)</sup>	2011	IMTEC	前向き	1.8	28	112	3 年	96.4
Jofre et al <sup>13)</sup>	2010	IMTEC	無作為	1.8	45	90	2 年	100
Morneburg et al <sup>19)</sup>	2008	Microplant	前向き	2.5	67	134	6 年	95.5
Cho et al <sup>14)</sup>	2007	Dentatus	前向き	2.4	10	34	14-36 か月	94
Bulard and Vance <sup>21)</sup>	2005	IMTEC	前向き	1.8-2.4	/	1029	4 か月-8 年	91.2
Griffitts et al <sup>16)</sup>	2005	IMTEC	前向き	1.8	30	116	5 か月	97.4
Ahn et al <sup>15)</sup>	2004	IMTEC	前向き	1.8-2.0	11	27	5.5 か月	96.3

\* 大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野

設計などに関する力学的研究はほとんどみられない。

### 臨床における問題点

ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーでは、上記に示した過去の論文からも分かるように、長期的予後に関して分かっていないということと、エビデンスに基づいたクリニカルプロトコルが存在しないということが問題点として挙げられる。また、ミニインプラントは従来のインプラントと比較して直径が細いことから、力学的に不利である<sup>22-25)</sup>。このことから、長期的経過のなかでミニインプラントが喪失する場合、その要因の一つとして考えられるのは、ミニインプラントのオーバーロードである。そのためミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーでは、ミニインプラントに加わる力は予後を左右する重要な因子であり、過剰な力が加わらないような補綴設計および埋入条件を検討する必要がある。また、通常のインプラントと異なり、ミニインプラントは一般にワンピース構造のものが多く、埋入方向の修正や埋入深度の設定に制約を有している。そこで我々はミニインプラントに加わる側方力という点から、埋入本数、埋入位置、アタッチメントに関してミニインプラントに加わる力を低減するための方法を検討した。

### 埋入本数、埋入位置に関する検討

ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーでは、一般的に4本のミニインプラントが必要であると報告されている<sup>26)</sup>。しかし、科学的根拠は示されておらず、ミニインプラントを用いて、埋入本数および埋入位置を力学的に検討した報告はない。そこで我々は、直径2.5mm、高さ18mm（粗面部12mm、アタッチメント部6mm）のミニインプラント（SDインプラント、プラトン社）にひずみゲージを貼付し、下顎無歯顎模型の両側犬歯間に5本のミニインプラントを埋入した。正中の1本、前方2本（側切歯相当部）、後方2本（犬歯相当部）、前方2本と後方2本の4本にボールアタッチメントを取り付けた4個の実験義歯を製作した。実験義歯の第一大臼歯に49Nの垂直荷重を加え、ミニインプラントに加わる側方力を計測した。側方力は、正中埋入モデル、前方2本埋入モデル、4本埋入モデル、後方2本埋入モデルの順に大きくなり、4本埋入モデルでは、前方より後方のミニインプラン

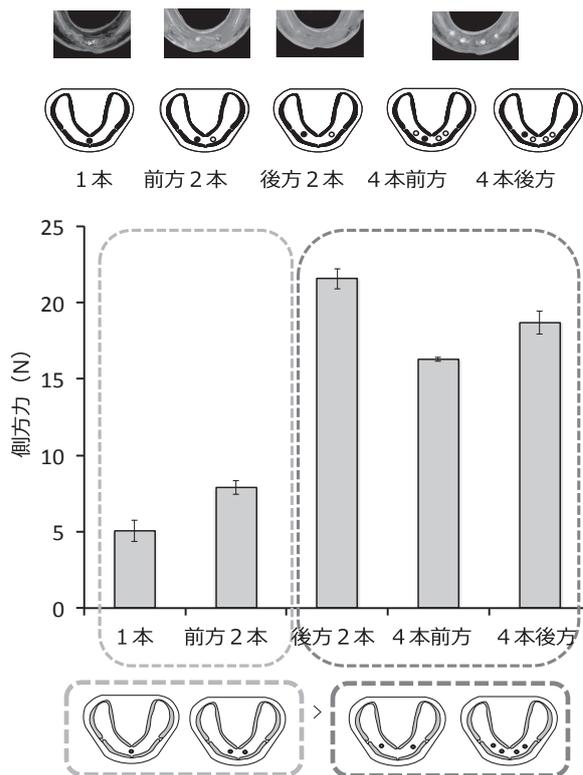


図1 埋入位置と埋入本数に関する検討

トで側方力は大きかった。(図1) このことは、埋入本数が4本の場合は義歯の動きが少なくなることが予想され、その分ミニインプラントに加わる側方力が大きくなるが、その力は4本で均等に分担するのではなく後方の2本が大きく力を受けるためと考えられる。そのため、ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーでは、ミニインプラントに加わる側方力を低減させるという観点からは、埋入本数は1本もしくは2本を側切歯相当部よりも前方に埋入することが望ましいことが本実験の結果より示唆された。

### アタッチメントとミニインプラントの傾斜に関する検討

複数のミニインプラントを平行に埋入することは難しく、傾斜した場合のアタッチメントの選択基準や、ミニインプラントに加わる側方力にどのように影響を与えるかは分かっていない。そこで我々はアタッチメントとミニインプラントの傾斜がミニインプラントに加わる側方力に与える影響を検討した。上記と同様のミニインプラントを使用し(図2)、ミニインプラントの粗面部頸部にひずみゲージを貼付した。1本のミニイン

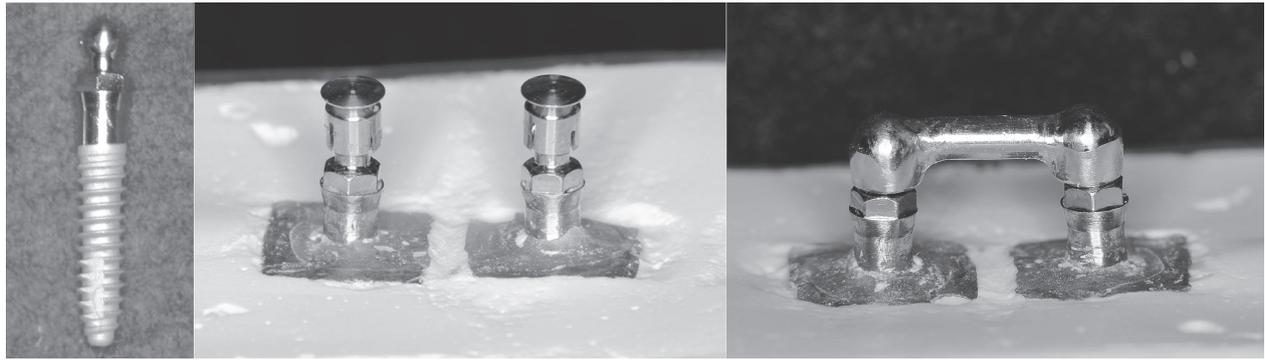


図2 実験に用いたミニインプラントとボールアタッチメント (左図) とバーアタッチメント (右図)

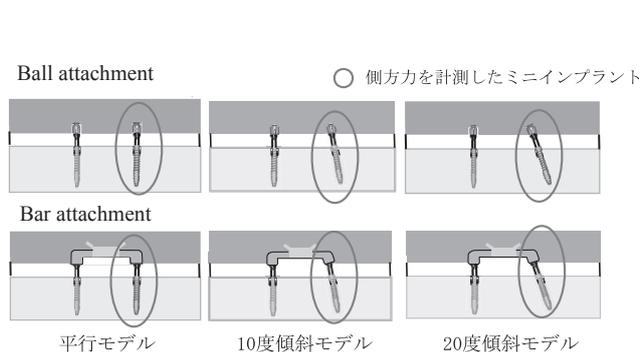


図3 実験モデルの模式図

プラントを直線型の実験用模型に垂直に埋入し、もう1本を平行に埋入したもの (平行モデル) と下端を外側に10度および20度傾斜させて埋入した (10度傾斜モデル, 20度傾斜モデル) 3個の実験モデルと、それぞれの実験モデルに対して実験用義歯を製作した (図3)。ミニインプラント間の角度は、CADソフトウェア (FreeFormModeling, SesAble社) と、3Dプリンター (EDEN250, Objet社) にて製作した紫外線硬化型樹脂 (MED610, Objet社) の埋入ガイドを用いて正確に設定した。ボールアタッチメントは既製 (ボールハウジング, プラトン社) のものを用い、バーアタッチメントはレーザーシタリング (EOSINT M270, EOS社) を用いてメタルハウジングを製作し、既製のバーアタッチメント (CMラウンドバーメーラー, CMラウンドバーフィメーラー, CENDRES & MÉTAUX社) を鋳接して製作した (図2)。それぞれフィメーラーを実験用義歯に取り付けた。そして義歯床咬合面のミニインプラント間中央より10mm離れた位置に49Nの垂直荷重を加え、ミニインプラントに加わる側方力を計測した。結果は、いずれのアタッチメントおよび荷重位置においてもミニインプラントが傾斜することにより加わる側方力は大きくなった。平行モデルおよび10度傾斜

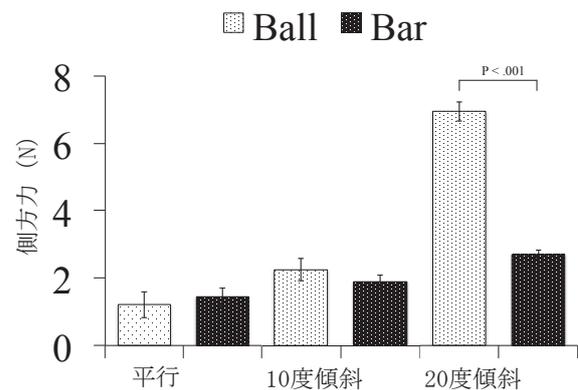


図4 ミニインプラントに加わる側方力の二つのアタッチメント間での比較

モデルではボールアタッチメントとバーアタッチメントでミニインプラントに加わる側方力に有意な差はなかったが、20度傾斜モデルではボールアタッチメントと比較してバーアタッチメントで加わる側方力は有意に小さかった (図4)。このことから、2本のミニインプラントは平行になることが望ましいが、傾斜した場合バーアタッチメントを用いてミニインプラント同士を強固に固定することで、ミニインプラントに加わる側方力を軽減できることが示された。

## おわりに

ミニインプラントを維持装置としたオーバーデンチャーではエビデンスに基づいたクリニカルプロトコルがない、長期的な予後が分かっていないという問題点があると述べたが、本研究は、通常のインプラントと比較して、力学的に不利とされているミニインプラントをオーバーデンチャーの維持として長期的に安定した状態で利用するための、埋入条件、補綴設計条件についての重要な臨床的示唆を与えるものと考えられ

る。

本総説は、Clinical Oral Implants Researchに掲載された論文 Lateral forces exerted through ball or bar attachments in relation to the inclination of mini-implant underneath overdentures: in vitro study をもとに参考文献や一部内容を追加し、日本語で解説した。

#### 参考文献

- 1) Feine, J.S., Carlsson, G.E., Awad, M.A., Chehade, A., Duncan, W.J., Gizani, S., Head, T., Lund, J.P., MacEntee, M., Mericske-Stern, R., Mojon, P., Morais, J., Naert, I., Payne, A.G., Penrod, J., Stoker, G.T., Jr., Tawse-Smith, A., Taylor, T.D., Thomason, J.M., Thomson, W.M. and Wismeijer, D. (2002): The McGill Consensus Statement on Overdentures. Montreal, Quebec, Canada. May 24-25, 2002. *Int J Prosthodont*, **15**, 413-414.
- 2) Thomason, J.M., Feine, J., Exley, C., Moynihan, P., Muller, F., Naert, I., Ellis, J.S., Barclay, C., Butterworth, C., Scott, B., Lynch, C., Stewardson, D., Smith, P., Welfare, R., Hyde, P., McAndrew, R., Fenlon, M., Barclay, S. and Barker, D. (2009): Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients — the York Consensus Statement. *Br Dent J*, **207**, 185-186.
- 3) Thomason, J.M., Kelly, S.A., Bendkowski, A. and Ellis, J.S. (2012): Two implant retained overdentures — a review of the literature supporting the McGill and York consensus statements. *J Dent*, **40**, 22-34.
- 4) Carlsson, G.E. and Omar, R. (2010): The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *J Oral Rehabil*, **37**, 143-156.
- 5) Ellis, J.S., Levine, A., Bedos, C., Mojon, P., Rosberger, Z., Feine, J. and Thomason, J.M. (2011): Refusal of implant supported mandibular overdentures by elderly patients. *Gerodontology*, **28**, 62-68.
- 6) Sohrabi, K., Mushantat, A., Esfandiari, S. and Feine, J. (2012): How successful are small-diameter implants? A literature review. *Clin Oral Implants Res*, **23**, 515-525.
- 7) Reynders, R., Ronchi, L. and Bipat, S. (2009): Editor's Summary, Q & A, Reviewer's Critique. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **135**, 564-565.
- 8) de Almeida, E.O., Filho, H.G. and Goiatto, M.C. (2011): The use of transitional implants to support provisional prostheses during the healing phase: a literature review. *Quintessence Int*, **42**, 19-24.
- 9) Zubery, Y., Bichacho, N., Moses, O. and Tal, H. (1999): Immediate loading of modular transitional implants: a histologic and histomorphometric study in dogs. *Int J Periodontics Restorative Dent*, **19**, 343-353.
- 10) Froum, S.J., Simon, H., Cho, S.C., Elian, N., Rohrer, M.D. and Tarnow, D.P. (2005): Histologic evaluation of bone-implant contact of immediately loaded transitional implants after 6 to 27 months. *Int J Oral Maxillofac Implants*, **20**, 54-60.
- 11) Elsyad, M.A., Gebreel, A.A., Fouad, M.M. and Elshoukoui, A.H. (2011): The clinical and radiographic outcome of immediately loaded mini implants supporting a mandibular overdenture. A 3-year prospective study. *Journal of Oral Rehabilitation*, **38**, 827-834.
- 12) Jofre, J., Hamada, T., Nishimura, M. and Klattenhoff, C. (2010): The effect of maximum bite force on marginal bone loss of mini-implants supporting a mandibular overdenture: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res*, **21**, 243-249.
- 13) Jofre, J., Cendoya, P. and Munoz, P. (2010): Effect of splinting mini-implants on marginal bone loss: a biomechanical model and clinical randomized study with mandibular overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants*, **25**, 1137-1144.
- 14) Cho, S.C., Froum, S., Tai, C.H., Cho, Y.S., Elian, N. and Tarnow, D.P. (2007): Immediate loading of narrow-diameter implants with overdentures in severely atrophic mandibles. *Pract Proced Aesthet Dent*, **19**, 167-174.
- 15) Ahn, M.R., An, K.M., Choi, J.H. and Sohn, D.S. (2004): Immediate loading with mini dental implants in the fully edentulous mandible. *Implant Dent*, **13**, 367-372.
- 16) Griffiths, T.M., Collins, C.P. and Collins, P.C. (2005): Mini dental implants: an adjunct for retention, stability, and comfort for the edentulous patient. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **100**, 81-84.
- 17) LaBarre, E.E., Ahlstrom, R.H. and Noble, W.H. (2008): Narrow diameter implants for mandibular denture retention. *J Calif Dent Assoc*, **36**, 283-286.
- 18) Misch, K. and Neiva, R. (2007): Small-diameter implants for optimal stabilization of implant-supported overdentures. *Pract Proced Aesthet Dent*, **19**, 428-431.
- 19) Morneburg, T.R. and Proschel, P.A. (2008): Success rates of microimplants in edentulous patients with residual ridge resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants*, **23**, 270-276.
- 20) Jofre, J., Conrady, Y. and Carrasco, C. (2010): Survival of splinted mini-implants after contamination with stainless steel. *Int J Oral Maxillofac Implants*, **25**, 351-356.
- 21) Bulard, R.A. and Vance, J.B. (2005): Multi-clinic evaluation using mini-dental implants for long-term denture stabilization: a preliminary biometric evaluation. *Compend Contin Educ Dent*, **26**, 892-897.
- 22) Barros, S.E., Janson, G., Chiqueto, K., Garib, D.G. and Janson, M. (2011): Effect of mini-implant diameter on fracture risk and self-drilling efficacy. *Am J Orthod*

- Dentofacial Orthop*, **140**, 181-192.
- 23) Wada, M., Ando, T., Gonda, T. and Maeda, Y. (2012): Implant placement with a guided surgery system based on stress analyses utilizing the bone density: A clinical case report. *J Oral Implantol* [Epub ahead of print].
- 24) Davarpanah, M., Martinez, H., Tecucianu, J.F., Celletti, R. and Lazzara, R. (2000): Small-diameter implants: indications and contraindications. *J Esthet Dent*, **12**, 186-194.
- 25) Allum, S.R., Tomlinson, R.A. and Joshi, R. (2008): The impact of loads on standard diameter, small diameter and mini implants: a comparative laboratory study. *Clin Oral Implants Res*, **19**, 553-559.
- 26) Flanagan, D. and Mascolo, A. (2011): The mini dental implant in fixed and removable prosthetics: a review. *J Oral Implantol*, **37**, 123-132.