

Solidarisation  
Implants  
Passivité  
Prothèse implanto-portée scellée  
Prothèse implanto-portée vissée  
Prothèse implanto-portée télescopée

*Splinting*  
*Implants*  
*Passivity*  
*Cemented implant-supported prosthesis*  
*Screwed implant-supported prosthesis*  
*Implant-supported telescopic prosthesis*

# La solidarisation prothétique des implants : pour ou contre ?

S. ELIASZEWICZ-WAJNSZTOK,  
O. FROMENTIN, B. TAVERNIER

*Splinting implant-supported dental prosthesis: pros and cons.*

S. ELIASZEWICZ-WAJNSZTOK. Docteur en chirurgie dentaire, diplôme universitaire clinique de prothèse Implanto-portée, UFR Odontologie Garancière, Pôle d'odontologie Garancière-Rothschild, Université Paris-Diderot, GHUEP, AP-HP. O. FROMENTIN. Docteur en chirurgie dentaire, professeur des universités, praticien hospitalier, directeur du diplôme universitaire clinique de prothèse Implanto-portée, UFR Odontologie Garancière, Pôle d'odontologie Garancière-Rothschild, Université Paris-Diderot, GHUEP, AP-HP. B. TAVERNIER. Docteur en chirurgie dentaire, professeur des universités, praticien hospitalier, directeur du diplôme universitaire clinique de prothèse Implanto-portée, UFR odontologie Garancière, Pôle d'odontologie Garancière-Rothschild, Université Paris-Diderot, GHUEP, AP-HP.

## RÉSUMÉ

Le traitement implantaire d'un édentement plural soulève la question de la solidarisation des implants contigus par un dispositif prothétique. Cet article a pour objectif de faire le point sur l'intérêt de solidariser des implants. Il s'attache tout particulièrement à en évoquer de manière non exhaustive les indications et les avantages, en mettant l'accent sur la principale difficulté : la réalisation d'un dispositif prothétique passif et les différentes stratégies prothétiques pour la contourner. Au-delà de l'aspect biomécanique, l'analyse de la littérature montre que les prothèses implanto-portées solidarisées ou non, présentent des taux de survie comparables sur 5 à 10 ans. Lorsque la solidarisation des implants est requise, il semble que les prothèses implanto-portées solidarisant les implants par scellement présentent de meilleurs résultats que les prothèses implanto-portées solidarisant les implants par vissage.

## ABSTRACT

*Replacing several lost teeth with dental implants raises the question of splinting the adjoining implants. The purpose of this article is to highlight the advantages and drawbacks of splinting implants. In a non exhaustive way, it will particularly show the indications and the advantages, while pointing out the major difficulty: making a passive prosthetic device and the various prosthetic strategies to overcome this difficulty. Beyond the biomechanical aspect, the analysis of the literature shows that implant-supported prostheses, whether or not splinted, have comparable survival rates (between 5 to 10 years). When splinting implants is required, it seems that cemented implant-supported prostheses show better results than screwed implant-supported prostheses.*

## INTRODUCTION

La question de la solidarisation des implants par un dispositif prothétique est vaste. En l'absence d'étude prospective sur la question, chacun alimente le débat. Les uns en référence aux études *in vitro* avec la méthode des éléments finis, les autres suivant le « schéma occlusal » en référence à la participation cuspidée à la fonction de guidage au cours de la mastication. Pour autant, et tous les points de vue devant être considérés, nous disposons maintenant d'études rétrospectives permettant d'évaluer la performance du traitement selon le taux de survie. Dans certaines situations cliniques, il est tout à fait concevable de réaliser des couronnes non solidarisées (Simon, 2003 ; Pjetursson et coll., 2007, 2008 ; Vigolo et coll., 2010). Cependant, considérant la durée de vie des restaurations prothétiques, la solidarisation des implants semble assurer une excellente pérennité aux prothèses implanto-portées (Pjetursson et coll., 2004, 2007, 2008, 2012 ; Weber et coll., 2007). Selon certains auteurs, la solidarisation s'impose à l'évidence dans de nombreuses situations cliniques (Boix et Tavernier, 2007).

La solidarisation des implants peut être réalisée au moyen d'une prothèse scellée ou transvissée. Dans ce cas, un point important doit être souligné : le vissage s'effectue soit directement dans l'implant, soit dans une pièce intermédiaire vissée elle-même dans l'implant. Cette dernière pièce est communément appelée « pilier conique ». Cette infrastructure peut être recouverte d'une suprastructure scellée (fig. 1a et 1b) ou directement recouverte d'un matériau cosmétique (fig. 2). La solidarisation au moyen d'une prothèse scellée s'effectue par l'intermédiaire de plusieurs infrastructures transvissées (inlay-cores) individuellement dans chaque implant, recouvertes par une suprastructure scellée (fig. 3a et 3b) (Boix et Tavernier, 2007).

## INTRODUCTION

*Splinting implants with a prosthetic device is a broad topic. In the absence of any prospective study on the matter, the suggestions and theories have been flourishing. Some refer to the in vitro studies and the finite element methodology, others stick to the occlusal plane in reference to the cuspid function in the guidance during mastication. However, keeping in mind that every opinion must be considered, there are now retrospective studies allowing to assess treatment efficiency according to survival rate. In some specific clinical situations, it is perfectly indicated to choose non splinted crowns (Simon R.L. 2003; Pjetursson B.E. et al., 2007, 2008; Vigolo P. et al., 2010). However, considering the life expectancy of prosthetic restorations, splinting implants seems to provide an outstanding durability to implant-supported prostheses (Pjetursson B.E. et al., 2004, 2007, 2008, 2012; Weber H.P. et al., 2007). According to some authors, splinting is actually necessary in many clinical situations (Boix D., Tavernier B. 2007). Splinting implants can be performed with a cemented or screwed prosthesis. In this case, an important element must be underlined : screwing is either made directly in the implant or in an intermediate part, itself screwed to the implant. This part is called a "conical abutment". This substructure may be covered with a sealed suprastructure (fig. 1a and 1b), or directly covered with a cosmetic material (fig. 2). Splinting with a cemented prosthesis can be achieved with several substructures (inlay-cores) that are screwed separately to each implant and covered with a cemented substructure (fig. 3a and 3b) (Boix D., Tavernier B. 2007).*



Fig. 1a. Infrastructure transvissée.  
Fig. 1a. Screwed infrastructure.



Fig. 1b. Suprastructure scellée sur une infrastructure transvissée.  
Fig. 1b. Suprastructure sealed on a screwed infrastructure.



Fig. 2. Suprastructure transvissée avec armature usinée par CFAO.

*Fig. 2. Screwed suprastructure with CAD-CAM manufactured framework.*



Fig. 3a. Infrastructures transvissées.

*Fig. 3a. Screwed infrastructures.*



Fig. 3b. Suprastructure scellée sur plusieurs infrastructures transvissées.

*Fig. 3b. Suprastructure sealed on several screwed infrastructures.*

Un des paramètres du succès en prothèse implanto-portée, et non des moindres, repose sur la transmission des contraintes à l'os, l'impératif étant de ne pas transmettre de contrainte excessive (Weber et coll., 2007 ; Vigolo et coll., 2010). La force qui s'exerce sur un implant provoque une contrainte. La déformation induite se mesure en microstrains ( $\mu\epsilon$ ). La physiologie fonctionnelle osseuse est optimale dans un intervalle compris entre 50 et 100  $\mu\epsilon$ . Pour Frost (2004), au-delà de 3 000  $\mu\epsilon$ , les contraintes générées au sein de l'os peuvent nuire au mécanisme de réparation osseuse et entraîner une rupture par fatigue.

La solidarisation ou la non-solidarisation des implants soulèvent donc un certain nombre de questions. L'objectif de cet article est de faire le point sur cette alternative. Chaque proposition sera examinée puis, dans une dernière partie, nous tenterons de dégager une synthèse, suivant l'analyse du taux de survie des dispositifs prothétiques.

*One of the most important conditions for success in implant-supported prosthesis relies on stress transmission to the bone. It is absolutely necessary to avoid transferring excessive stress (Weber H.P. et al., 2007; Vigolo P. et al., 2010). Forces on an implant generates stress. The induced deformation is measured in microstrains =  $\mu\epsilon$ . The osseous functional physiology is optimal within a 50 to 100  $\mu\epsilon$  range. For Frost, over 3000  $\mu\epsilon$ , strains generated within the bone may alter the bone healing process and generate a fatigue fracture (Frost H.M. 2004).*

*Whether to splint implants or not thus raises a lot of questions. The purpose of this article is to update our knowledge on this alternative. Each proposal will be reviewed, and in a last part we will try to propose a synthesis, according to the analysis of the survival rate of prosthetic devices.*

## POUR LA SOLIDARISATION DES IMPLANTS

Selon certains auteurs, la solidarisation implantaire présente plusieurs avantages. Elle permet essentiellement :

- de répartir la transmission de contraintes générées par la fonction manducatrice à tous les implants et à leurs structures osseuses environnantes (Guichet et coll., 2002 ; Bergkvist et coll., 2008 ; Menani et coll., 2011) ;
- d'améliorer la résistance au délogement du dispositif prothétique. C'est en particulier le cas lorsque la hauteur prothétique n'est pas satisfaisante ou que les implants ne sont pas correctement positionnés (Nissan et coll., 2011) ;
- de s'affranchir des difficultés liées au réglage des points de contact des couronnes implanto-portées non solidarisées (Guichet et coll., 2002). On ne porte pas suffisamment d'attention à ce réglage particulièrement délicat compte tenu de la spécificité de l'ostéointégration, notamment de la quasi-immobilité de l'implant. Pourtant, il existe bien une transmission des contraintes occlusales par l'intermédiaire des zones proximales de contact. Une étude récente faisant appel à la digitalisation d'image démontre que l'absence de contact proximal augmente la contrainte d'environ 30 % au niveau du col implantaire (Tiozzi et coll., 2011).

La solidarisation implantaire s'impose tout naturellement dans de nombreuses situations cliniques, comme la réalisation de bridges ou d'éléments en extension (Aglietta et coll., 2009 ; Zurdo et coll., 2009), la réalisation de bridges implanto-dento-portés (Lang et coll., 2004 ; Mamalis et coll., 2012), lors d'une mise en charge immédiate ou en cas de forte divergence des axes implantaires (Grossmann et coll., 2005), en cas d'implants courts ou de petit diamètre ou de densité osseuse faible (Yilmaz et coll., 2011 ; Sivollela et coll., 2012), ou lors d'un contexte occlusal à risque, comme dans les cas de patients présentant des signes du bruxisme (Gross, 2008).

Au-delà du risque occlusal, il faut insister sur la transmission des contraintes et les erreurs qui peuvent être faites dans le réglage de l'occlusion. L'erreur aura des conséquences minimisées par la transmission des contraintes occlusales distribuée sur la totalité des implants solidarisés par la prothèse.

La solidarisation implantaire présente donc de nombreux avantages et indications. Le recul clinique actuel laisse à penser que la solidarisation des implants permet de répondre aux impératifs biomécaniques et fonctionnels assurant ainsi une excellente pérennité aux prothèses implanto-portées (Simon, 2003 ; Pjetursson et coll., 2004, 2007, 2012 ; Weber et coll., 2007 ; Vigolo et coll., 2010).

## CONTRE LA SOLIDARISATION

La principale difficulté lors de la fabrication d'une prothèse implanto-portée solidarisant deux ou plusieurs implants réside dans la difficulté de réaliser une structure prothétique totalement passive (Goossens et coll., 2003 ; Monteiro et coll., 2010 ; Drago et coll., 2012 ; Heckmann et coll., 2008). Rappelons qu'une structure prothétique est dite passive lorsqu'elle ne transmet aucune contrainte aux implants et à l'os de soutien en dehors de toute sollicitation occlusale. Sa mise en place complète et parfaite n'a pas à être forcée.

## ARGUMENTS IN FAVOR OF SPLINTING IMPLANTS

*According to some authors, splinting implants has several advantages. It essentially allows:*

- *To distribute the transmission of stress generated by the manducatory function to all the implants and the surrounding osseous structures (Guichet D.L. et al., 2002; Bergkvist G. et al., 2008, Menani et al., 2011).*
- *To improve the resistance to dislodgement of the prosthetic device. It is particularly the case when the prosthetic height is inadequate or when implants are not correctly positioned (Nissan J. et al., 2011).*
- *To eliminate difficulties due to the adjustments of the contact points of non splinted implant-supported crowns (Guichet D.L. et al., 2002). We do not pay enough attention to this quite delicate adjustment considering the specificity of the osseointegration, in particular the quasi-immobility of the implant. However, there is indeed a transmission of occlusal stress to proximal contact zones. A recent study using image digitization shows that the absence of proximal contact increases stress by about 30% in the implant neck area (Tiozzi R. et al., 2011).*

*Splinting implants is obviously a necessity in a great number of clinical cases such as: placement of cantilever bridges or elements (Aglietta M. et al., 2009; Zurdo J. et al., 2009), placement of tooth-implant-supported bridge (Lang N.P. et al., 2004; Mamalis A. et al., 2012); in case of immediate loading or considerable discrepancies in implant axes (Grossmann Y. et al., 2005); in case of short implants or small diameter or low osseous density (Yilmaz B. et al., 2011; Sivollela S. et al., 2012); when occlusal context is risky and with patients suffering from bruxism (Gross M.D. 2008).*

*Besides the occlusal risk, it is necessary to insist on the transmission of stress and the errors that can be made during occlusal adjustment. Repercussions of these errors will be minimized by the transmission of occlusal stress distributed on all the implants splinted with the prosthesis.*

*Splinting implants thus presents many advantages and indications. The current clinical experience allows to think that splinting implants can meet biomechanical and functional requirements, providing an excellent durability to implant-supported prostheses (Simon R.L. 2003; Pjetursson B.E. et al., 2004, 2007, 2012; Weber H.P. et al., 2007; Vigolo P. et al., 2010).*

## ARGUMENTS AGAINST SPLINTING IMPLANTS

*The main difficulty during the manufacturing of an implant-supported prosthesis splinting two or several implants lies in the difficulty of providing a completely passive prosthetic structure (Goossens I.C. et al., 2003; Monteiro D.R. et al., 2010; Drago C. et al., 2012; Heckmann S.M. et al., 2008). Let us remind that a prosthetic structure is called "passive" when it transmits no stress to implants and to the support bone apart from occlusal stress. Its complete and proper placement must not be forced.*

Les déformations entraînent des défauts d'adaptation générateurs de contraintes sur les implants et les structures osseuses environnantes (Nissan et coll., 2010). Pour Goossens et Herbst, une adaptation parfaite est même impossible à réaliser. Ces derniers montrent qu'il persiste après un vissage à 10 N/cm, malgré une adaptation clinique et radiologique parfaite, un espace moyen de 17.8 µm entre l'infrastructure et le pilier conique connecté à l'implant (Goossens et coll., 2003). Il semble également que plus le nombre d'implants à solidariser est important, plus cette passivité est improbable (Karl et coll., 2005 ; Longoni et coll., 2004). Lorsque l'infrastructure est vissée directement dans l'implant, le couple de vissage recommandé varie selon le type de vis utilisé de 25 à 35 N/cm. On comprend facilement qu'un défaut d'adaptation puisse entraîner des contraintes importantes sur les implants. Cependant, compte tenu du fait que la connexion interne tend à se généraliser et que les implants sont rarement parallèles, le vissage de l'infrastructure plurale directement dans les implants est de moins en moins utilisé.

Les déformations peuvent survenir à tous les stades de la fabrication de la prothèse, de la prise d'empreinte au scellement (Karl et coll., 2004, Heckmann et coll., 2004).

Au stade clinique, la réalisation des empreintes de situation et du modèle de travail est une des principales sources d'erreurs (Karl et coll., 2005 ; Stephan et coll., 2004 ; Drago et coll., 2012). Quelle que soit la technique d'empreinte, il n'y a pas de différence significative quant à leur précision (Heckmann et coll., 2004). Il est donc nécessaire de choisir la technique d'empreinte la plus appropriée par rapport à la situation clinique et d'être rigoureux dans les protocoles d'empreinte (Swallow, 2004) (fig. 4 et 5).

*Deformations can generate adjustment defects which will create stress on implants and the surrounding osseous structures (Nissan J. et al., 2010). To Goossens and Herbst, the perfect adjustment does not exist. These authors have shown that after a 10 N/cm screwing, there is still, in spite of a perfect clinical and radiological adjustment, an average space of 17.8 µm between the infrastructure and the conical abutment connected to the implant (Goossens I.C. et al., 2003). It also seems that the more splinted implants there are, the more difficult it is to achieve passivity (Karl M. et al., 2005; Longoni S. et al., 2004). When the infrastructure is directly screwed to the implant, the proper screw torque varies from 25 to 35 N/cm according to the type of screw. We can easily understand that an adjustment defect can generate considerable stress on implants. However, considering that internal connection tends to generalize and that implants are rarely parallel, screwing multiple infrastructures directly into the implants is less and less performed.*

*Deformations may appear in all the fabrication stages of the prosthesis, from impression to cementing (Karl M. et al., 2004, Heckmann S.M. et al., 2004).*

*At the clinical stage, impressions and working model are one of the main sources of errors (Karl M. et al., 2005; Stephan G. et al., 2004; Drago C. et al., 2012). Whatever the impression technique, there is no significant difference as far as accuracy is concerned (Heckmann S.M. et al., 2004). It is thus necessary to choose the impression technique that suits best the clinical context and to observe carefully the impression protocols (Swallow S.T., 2004) (fig. 4 and 5).*



Fig. 4. Empreinte au plâtre.  
(avec l'aimable autorisation du Pr O. Fromentin, laboratoire Edentech).

*Fig. 4. Plaster impression.  
(Courtesy of the Professor O. Fromentin; Edentech laboratory).*

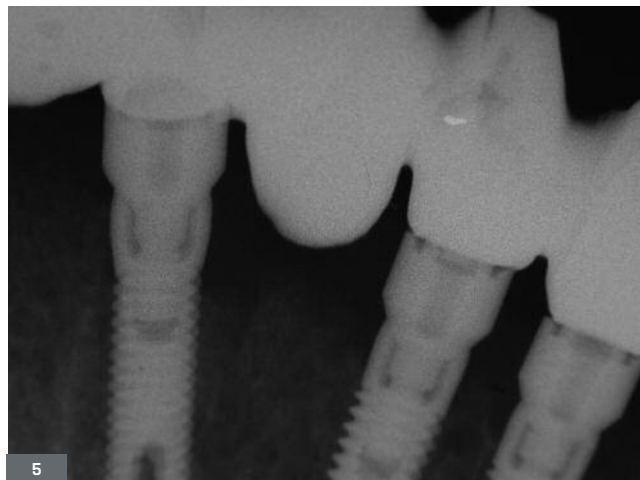


Fig. 5. Mauvaise adaptation d'une armature supra-implantaire.

*Fig. 5. Poorly adjusted supra-implant framework.*

Au cours des étapes techniques, les erreurs de laboratoire sont notamment liées à la déformation des maquettes en cire et au refroidissement du métal après la coulée (Karl et coll., 2004, 2005 ; Drago et coll., 2012 ; Heckmann et coll., 2004).

Au stade clinique final, la mise en place de la prothèse se fait par vissage et/ou scellement. Ce dernier procédé génère des contraintes importantes (Heckmann et coll., 2004 ; Michalakis et coll., 2003 ; Lee et coll., 2010). Ces contraintes peuvent, entre autres, être la cause de microfractures ou d'ischémies de l'os péri-implantaire, ces dernières pouvant compromettre l'ostéointégration des implants ou entraîner une perte osseuse péri-implantaire (Frost, 2004 ; Monteiro et coll., 2010 ; Drago et coll., 2012).

Au niveau de la prothèse, il peut y avoir une perte osseuse marginale et une altération des tissus mous (Greenstein et coll., 2010).

## DISCUSSION

Il apparaît que le problème essentiellement relevé dans la littérature et qui fait débat concerne la passivité du dispositif prothétique reliant plusieurs implants et les conséquences cliniques. Cependant, il semble qu'un défaut de passivité acceptable n'entraîne pas de problème biologique, esthétique et fonctionnel (Monteiro et coll., 2010). En effet, les contraintes liées à la mise en place de structures prothétiques peuvent induire une adaptation osseuse conduisant au déplacement des implants de quelques micromètres (Winter et coll., 2011). Par ailleurs, il ne semble pas qu'il y ait une corrélation entre l'importance du défaut d'adaptation et l'intensité de la contrainte (De Tores et coll., 2011).

De plus, aujourd'hui, il est possible d'avoir recours à des techniques d'usinage par conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO). Ces techniques d'usinage, en particulier avec les alliages de titane et la zircone, suppriment les risques de déformation inhérents à la coulée du métal (Ortorp et coll., 2003 ; Hjalmarsson et coll., 2010 ; Al-Fadda et coll., 2007 ; Baig et coll., 2012 ; Eliasson et coll., 2010). Elles réduisent de manière significative les contraintes générées par rapport aux techniques conventionnelles (Heckmann et coll., 2004 ; Karl et coll., 2004, 2012). Elles améliorent la passivité et la précision d'adaptation des armatures (Ortorp et coll., 2003 ; Drago et coll., 2012 ; Karl et coll., 2012 ; Hjalmarsson et coll., 2010 ; Al-Fadda et coll., 2007 ; Baig et coll., 2012 ; Eliasson et coll., 2010). Le choix des matériaux utilisés semble avoir un effet mineur sur la passivité (Karl et coll., 2011). Pour autant, cela ne résout pas encore les imprécisions relatives à la réalisation des modèles de travail à partir d'une empreinte, sauf à utiliser ici aussi, la numérisation (fig. 6).

*During the technical stages, laboratory errors are mainly due to the deformation of wax models and to the cooling of metal after casting [Karl M. et al., 2004, 2005; Drago C. et al., 2012; Heckmann S.M. et al., 2004].*

*During the last clinical stage, the prosthesis is placed - either screwed and/or cemented. This process generates considerable stress [Heckmann S.M. et al., 2004, Michalakis K.X. et al., 2003; Lee A. et al., 2010].*

*Among other repercussions, this stress may cause microfractures or peri-implant bone ischemia. The latter may affect the osseointegration of implants or generate peri-implant bone loss [Frost H.M. 2004; Monteiro D.R. et al., 2010; Drago C. et al., 2012].*

*As for the prosthesis, there may be a marginal osseous loss and an alteration of soft tissues [Greenstein G. et al., 2010].*

## DISCUSSION

*It seems that the main issue pointed out and discussed in the literature is the passivity of the prosthetic device binding several implants as well as the clinical consequences. However, it seems that a minor passivity defect does not generate any biological, aesthetic or functional problem [Monteiro D.R. et al., 2010]. Indeed, stress due to the placement of prosthetic structures can result in an osseous adaptation causing the displacement of implants that can be measured in micrometers [Winter W. et al., 2011]. Besides, it does not seem that a correlation exists between the importance of the adjustment defect and stress intensity [De Tores E.M. et al., 2011].*

*Furthermore, it is nowadays possible to use CAD-CAM manufacturing techniques. These techniques, particularly with titanium and zirconium alloys, eliminate the risks of deformation inherent to metal casting [Ortorp A. et al., 2003; Hjalmarsson L. et al., 2010; Al-Fadda S.A. et al., 2007; Baig M.R. et al., 2012; Eliasson A. et al., 2010]. They significantly reduce generated stress compared with the conventional techniques [Heckmann S.M. et al., 2004; Karl M. et al., 2004, 2012]. They improve passivity and accuracy of framework adjustments [Ortorp A. et al., 2003; Drago C. et al., 2012; Karl M. et al., 2012; Hjalmarsson L. et al., 2010; Al-Fadda S.A. et al., 2007; Baig M.R. et al., 2012; Eliasson A. et al., 2010]. The choice of materials seems to have a minor effect on passivity [Karl M. et al., 2011]. However, it does not solve inaccuracies related to the fabrication of working models from an impression, except when digitization is also used here [fig. 6].*



Fig. 6. Armature transvissée fraisée par CFAO.

Fig. 6. Screwed framework milled with CAD-CAM.

Un autre élément à prendre en considération pour minimiser les problèmes liés au défaut de passivité consiste à avoir recours au scellement. Pour Simon et coll. (2003), le ciment jouerait le rôle d'un rupteur de force. De certaines études (Karl et coll., 2005, 2007, 2008), il ressort qu'au moment du vissage, il se créerait des contraintes sur les armatures qui n'apparaîtraient pas au moment du scellement. Plus précisément, le vissage génère des contraintes sur une armature ayant des défauts d'adaptation infracliniques, qui sont certainement différentes que la prothèse soit vissée directement sur les implants à 35 N/cm ou en présence d'un pilier conique intermédiaire. Compte tenu de la caractéristique de la force appliquée, le scellement génère moins de contraintes et permet une répartition de ces dernières meilleure qu'avec une prothèse vissée. Il semblerait qu'une prothèse scellée sur infrastructures transvissées dans les implants permette de compenser les déformations liées aux empreintes et à la méthode de fabrication. De plus, il n'existe pas de différence de passivité entre une prothèse scellée et une prothèse vissée avant scellement ou avant vissage. En revanche, après avoir réalisé son vissage, le hiatus entre les implants ou les piliers coniques et une prothèse transvissée diminue de façon significative, alors que le ciment ne modifie pas le degré d'ajustage d'une prothèse scellée (Goossens et coll., 2003 ; Michalakos et coll., 2003 ; Lee A. et coll., 2010 ; Boix et Tavernier, 2007). L'utilisation d'un ciment de scellement définitif semblerait engendrer plus de contraintes qu'un ciment de scellement provisoire (Karl et coll., 2005).

Enfin, selon certains auteurs comme Vigolo et coll. (2010), la perte osseuse péri-implantaire est semblable que la prothèse soit solidarisée ou non. On peut donc légitimement avoir une réflexion sur l'intérêt de solidariser les implants.

*In order to minimize the problems due to a lack of passivity, cementation may be another option. For Simon, cement could be a strength breaker (Simon R.L. et al., 2003). In some studies (Karl M. et al., 2005, 2007, 2008), it appears that during screwing, there would be stress on frameworks that would not occur during cementation. To be more precise, screwing generates stress on a framework with infraclinical adjustment defects that are different depending if the prosthesis is directly screwed in the implants at 35N/cm or on a conical abutment. Considering the specificity of applied force, cementation generates less stress and allows a better distribution of these than a screwed prosthesis. It seems that a prosthesis cemented on infrastructures themselves screwed to implants, allows to compensate for the deformations due to impressions and fabrication technique. Besides, there is no difference of passivity between a cemented or screwed prosthesis before cementation or screwing. However, after screwing, the gap existing between implants or conical abutments and a screwed prosthesis gets considerably smaller, while cement does not modify the adjustment degree of a sealed prosthesis (Goossens I.C. et al., 2003; Michalakos K.X. et al., 2003; Lee A. et al., 2010; Boix D., Tavernier B., 2007). The use of a definitive cement seems to generate greater stress than a provisional sealing cement (Karl M. et al., 2005).*

*Finally, according to some authors the peri-implant bone loss is the same whether the prosthesis is splinted or not (Vigolo P. et al., 2010). A discussion on the relevance of splinting implants is thus perfectly understandable.*

La performance thérapeutique est au cœur de nos préoccupations. En effet, au-delà des problèmes techniques, il est important de regarder ce qui se passe sur le long terme quant à la solidarisation ou non des implants. Dans la littérature, les performances thérapeutiques des différents types de prothèses se décrivent en termes de taux de survie, taux de succès, d'échec, mais aussi de complications biologiques et mécaniques. La définition de ces notions est variable d'une étude à l'autre, en particulier la notion d'échec. Les différences de méthodologie et de terminologie entre les études rendent difficiles la comparaison et l'évaluation des performances thérapeutiques. Néanmoins, l'analyse des études présentées dans cet article (Pjetursson et coll., 2004, 2007, 2008, 2012 ; Weber et coll., 2007 ; Bozini et coll., 2011 ; Papaspyridakos et coll., 2012 ; Aglietta et coll., 2009 ; Zurdo et coll., 2009 ; Mamalis et coll., 2012 ; Eliazewicz-Wajnsztok et Tavernier, 2009) nous livre quelques éléments de réponse.

La survie se définit par le fait que la prothèse est en place avec ou sans modification durant la période d'observation. Le succès se caractérise par le fait que la prothèse est intacte, indemne de toute complication, et qu'elle ne nécessite pas d'intervention durant la période d'observation.

L'échec est déterminé par le fait que la prothèse n'est pas en place ou qu'elle a besoin d'être remplacée. Il implique également la survenue de complications biologiques et techniques.

On peut établir quelques constats concernant les performances thérapeutiques des prothèses implanto-portées suivant la solidarisation ou non des implants (tableau 1).

*Therapeutic performance is of major concerns. Indeed, besides the technical issues, it is important to consider implants, whether or not splinted, in the long term. In the literature, therapeutic performances of the various types of prostheses are described in terms of survival rate, success rate, failure rate, but also in terms of biological and mechanical complications. The definition of these notions varies according to the studies, particularly the concept of failure. The differences in methodology and terminology in the different studies complicate their comparison and the assessment of therapeutic performances. However, the analysis of the studies presented in this article (Pjetursson B.E. et al., 2004, 2007, 2008, 2012; Weber H.P. et al., 2007; Bozini T. et al., 2011; Papaspyridakos P. et al., 2012; Aglietta M. et al., 2009; Zurdo J. et al., 2009; Mamalis A. et al., 2012; Eliazewicz Wajnsztok S., Tavernier B., 2009) provides some possible answers.*

*Survival refers to the fact that the prosthesis is in place with or without any modification during the observation period. Success is characterized by the fact that the prosthesis is intact, free of any complications and that it does not require any intervention during the observation period. Failure is determined by the fact that the prosthesis cannot be placed or needs to be replaced. It also involves biological and technical complications.*

*We can draw some conclusions about therapeutic performances of implant-supported prostheses whether the implants are splinted or not (table 1).*

**Tableau 1.** TAUX DE SURVIE DES PROTHÈSES IMPLANTO-PORTÉES APRÈS 5 ET 10 ANS (PJETURSSON ET COLL. 2004, 2007, 2008, 2012).

**Table 1.** SURVIVAL RATE OF IMPLANT-SUPPORTED PROSTHESES AFTER 5 AND 10 YEARS (PJETURSSON ET AL., 2004, 2007, 2008, 2012).

Taux de survie des prothèses <i>Prostheses survival rate</i>	À 5 ans <i>After 5 years</i>	À 10 ans <i>After 10 years</i>
Couronne unitaire implanto-portée <i>Single implant-supported crown</i>	94,5 %	89,4 %
Bridge implanto-porté <i>Single implant-supported crown</i>	95,2 %	86,7 %
Bridge implanto-porté avec extension <i>Single implant-supported crown</i>	83,1 à 96,3 %	66,7 à 79,2 %
Bridge implanto-dento-porté <i>Single implant-supported crown</i>	94,1 à 95,5 %	77,8 à 82,1 %

On constate en particulier que les taux de survie à 5 ans sont similaires, que les prothèses soient solidarisées ou non. Il semble que les prothèses implanto-portées, solidarisées ou non, présentent de bons résultats. Il est donc difficile de conclure s'il est plus intéressant ou non de solidariser les implants.

Chaque stratégie prothétique a ses indications, avantages et inconvénients. Sur le long terme, la prothèse scellée serait plus indiquée que la prothèse

*We can notice that survival rates after 5 years are similar whether the prostheses are splinted or not. Splinted or not, implant-supported prostheses show good results. It is thus difficult to decide whether splinting implants is relevant or not.*

*Every prosthetic strategy has its indications, its advantages and inconveniences. In the long term, cemented prosthesis seems to be more indicated than*



vissée sur le plan clinique et biologique, notamment dans les cas de couronne unitaire ou de bridges de petite étendue. Le choix dépend essentiellement de la situation clinique esthétique et fonctionnelle, mais aussi de la prévisibilité et de la maintenance que le praticien envisage lors de l'établissement de son plan de traitement (Chaar et coll., 2011 ; Shadid et coll., 2012 ; Abduo et coll., 2011 ; Michalakakis et coll., 2003 ; Lee et coll., 2010).

## CONCLUSION

Nul ne pourra contester l'objectif d'une parfaite adaptation de la structure prothétique sur les implants, en termes d'étanchéité, de maintien de bonne santé des tissus mous et de conservation de l'ostéointégration. Il est encore aujourd'hui impossible de résoudre l'alternative : solidariser ou ne pas solidariser les implants. D'une part, tous les auteurs semblent accepter l'hypothèse que la solidarisation permet de distribuer les contraintes transmises ; d'autre part, ils s'accordent pour montrer que les infrastructures plurales présentent des défauts d'adaptation, pouvant entraîner des contraintes lors du vissage. Cependant, dans la limite du raisonnable, cela ne semble pas nuire à la survie des dispositifs prothétiques.

Il est possible d'avancer l'hypothèse d'un seuil d'inadaptation clinique biologiquement et mécaniquement acceptable (Monteiro et coll., 2010). En effet, la solidarisation des éléments prothétiques va inexorablement créer des contraintes passives sur les implants. Elle représente un facteur négligeable si la passivité et l'ajustage de la prothèse sont vérifiés cliniquement et radiologiquement. De plus, il existe une adaptation osseuse aux sollicitations mécaniques auxquelles les implants sont soumis. Il existerait donc une certaine tolérance biologique (Goossens et coll., 2003 ; Karl et coll., 2004 ; Longoni et coll., 2004 ; Monteiro et coll., 2010). La solidarisation par scellement semble moins contraignante que par vissage. Cependant, on ne peut pas ignorer les problèmes liés aux défauts d'étanchéité et au maintien de l'état de bonne santé des tissus mous.

L'amélioration de la précision, tant dans la fabrication que dans la conception ainsi que dans l'acquisition des données, en particulier grâce à la numérisation, permettra probablement dans quelques années de ne plus poser la question de la solidarisation des implants en termes d'alternative. Il sera recommandé de solidariser dans tous les cas. La question portera sur l'obtention d'une précision d'adaptation de l'ordre du micromètre ( $\mu\text{m}$ ), la taille d'une bactérie étant d'environ  $2 \mu\text{m}$  !

*L'auteur remercie le laboratoire Sopradent pour la qualité des travaux prothétiques réalisés.*

### Demande de tirés-à-part :

**Dr S. ELIASZEWICZ-WAJNSZTOK**

**32, boulevard de Ménilmontant, 75020 Paris.**

*screwed prosthesis, both clinically and biologically, in particular in the cases of individual crowns or small bridges. The final decision mainly depends on the aesthetic, functional and clinical situation, but also on the predictability and the maintenance care decided by the practitioner when he/she chooses his/her treatment plan (Chaar M.S. et al., 2011; Shadid R. et al., 2012; Abduo J. et al., 2011; Michalakakis K.X. et al., 2003; Lee A. et al., 2010).*

## CONCLUSION

*Nobody can question the importance of a perfect fit of the prosthetic structure on implants, in terms of tightness, preservation of healthy soft tissues and osseointegration. It still remains impossible to settle the alternative: splinting implants or not. On one hand, all the authors seem to agree that splinting implants allows to distribute the generated stress. On the other hand, they agree to say that multiple substructures provoke adjustment defects, which may generate stress during screwing. However, it does not seem to alter the survival of prosthetic devices.*

*We may suggest the hypothesis of a clinical misfit threshold that would be biologically and mechanically acceptable (Monteiro D.R. et al., 2010). Indeed, splinting the prosthetic elements will inevitably create passive stress on implants. It is a minor factor if the passivity and the adjustment of the prosthesis are clinically and radiologically checked. Besides, osseous adaptation to mechanical stress does exist. Consequently, a certain biological tolerance may also exist (Goossens I.C. et al., 2003; Karl M. et al., 2004; Longoni S. et al., 2004; Monteiro D.R. et al., 2010). Cemented splinting seems less constraining than screwed splinting. However, we cannot ignore the problems due to tightness defects and to the necessary preservation of healthy soft tissues.*

*Improvements in accuracy, both in manufacturing and design, as well as in data collection, especially thanks to digitization, will probably erase the question. Splinting implants will then be recommended in every case.*

*And we'll then focus on the adjustment accuracy in terms of micrometer ( $\mu\text{m}$ ), knowing that the size of a bacterium is about  $2 \mu\text{m}$ !*

*The author would like to thank the Sopradent laboratory for the high quality of the manufactured dental prostheses.*

Traduction : Marie Chabin

# Bibliographie

LA SOLIDARISATION PROTHÉTIQUE DES IMPLANTS : POUR OU CONTRE ?

- ABDUO J, LYONS K, BENNANI V, WADDELL N, SWAIN M. – Fit of screw-retained fixed implant frameworks fabricated by different methods: a systematic review. *Int J Prosthodont*. 2011 May-Jun; 24(3):207-20. Cat 1
- AGLIETTA M, SICILIANO VI, ZWAHLEN M, BRÄGGER U, PJETURSSON BE, LANG NP, SALVI GE. – A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2009 may; 20(5): 441-51. Cat 1
- AL-FADDA SA, ZARB GA, FINER Y. – A comparison of the accuracy of fit of two methods for fabricating implant-prosthodontic frameworks. *Int J Prosthodont*. 2007 Mar-Apr; 20(2):125-31. Cat 1
- BAIG MR, GUNASEELAN R. – Metal-ceramic screw retained implant fixed partial denture with intraoral luted framework to improve passive fit. *J Oral Implantol*. 2012 Apr; 38(2):149-53. Cat 1
- BERGKVIST G, SIMONSSON K, RYDBERG K, JOHANSSON F, DERAND T. – A finite element analysis of stress distribution in bone tissue surrounding uncoupled or splinted dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2008 Mar; 10(1): 40-6. Cat 1
- BOIX D, TAVERNIER B. – La solidarisation des implants: quelle stratégie prothétique. *Stratégie prothétique*, vol 7, n°2. Avril 2007. Cat 1
- BOZINI T, PETRIDIS H, GAREFIS K, GAREFIS P. – A meta-analysis of prosthodontic complication rates of implant-supported fixed dental prostheses in edentulous patients after an observation period of at least 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Mar-Apr; 26(2): 304-18. Cat 1
- CHAAR MS, ATT W, STRUB JR. – Prosthetic outcome of cement-retained implant-supported fixed dental restorations: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2011. Sept; 38(9): 697-711. Cat 1
- CLELLAND NL, YILMAZ B, SEIDT JD. – Three dimensional image correlation analyses for strains generated by cement and screw-retained implant prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2011 Dec; 15. Cat 1
- DE TORES EM ; SEABRABARBOSA GA ; BERNARDES SR ; CHIARELLO DE MATTOS MG ; RIBEIRO RF. – Correlation between vertical misfits and stresses transmitted to implants from metal frameworks. *Journal of Biomechanics*. 44 (2011)1735-1739. Cat 1
- DRAGO C, HOWEL K. – Concepts for designing and fabricating metal implant frameworks for hybrid implant prosthesis. *J Prosthodont* 2012 Jul; [21]5:413-24. Cat 1
- ELIASSON A, WENNERBERG A, JOHANSSON A, ORTORP A, JEMT T. – The precision of fit of milled titanium implant frameworks (I-Bridge) in the edentulous jaw. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 Jun 1; 12(2): 81-90. Cat 1
- ELIASZEWICZ WAJNSZTOK S, TAVERNIER B. – Analyse des taux de survie et complications des différentes solutions prothétiques ; revue de littérature. *Revue d'Odonto Stomatologie*, tome 38, n°3. Septembre 2009. Cat 1
- FROST HM. – A 2003 update of bone physiology and Wolff's Law for clinicians. *Angle Orthod*. 74: 3-15. 2004. Cat 1
- GOOSSENS IC, HERBST D. – Evaluation of a new method to achieve optimal passivity of implant-supported superstructures. *Sadj* 2003; 58(7):279-85. 287. Cat 1
- GREENSTEIN G ; CAVALLARO J JR ; TARNOW D. – Dental Implants in the Periodontal Patient. *Dental Clinics of North America*. Volume 54, Issue 1, January 2010, Pages 113-128. Cat 1
- GROSS MD. – Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. *Aust Dent J*. 2008 Jun; 53 suppl 1: S 60-8. Cat 1
- GROSSMANN Y, FINGER IM, BLOCK MS. – Indications for splinting implant restorations. *J Oral maxillofac Surg*. 2005 Nov; 63(11): 1642-52. Cat 1
- GUICHET DL, YOSHINOBU D, CAPUTO AA. – Effect of splinting and interproximal contact tightness on load transfer by implant restorations. *J Prosthet Dent*. 2002 May; 87(5):528-35. Cat 1
- HECKMANN SM, KARL M, WICHMANN MG, WINTER W, GRAEF F, TAYLOR TD. – Cement fixation and screw retention: parameters of passive fit. An in vitro study of three-unit implant-supported fixed partial dentures. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Aug; 15(4): 466-73. Cat 2
- HELLDEN LB, ERICSON G, OLSSON CO. – The Cresco Bridge and implant concept: presentation of a technology for fabrication of abutment-free, passively fitting superstructures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; 25(1):89-94. Cat 1
- HJALMARSSON L, ORTORP A, SMEDBERG JI, JEMT T. – Precision of fit to implants: a comparison cresco and provera implant bridge frameworks. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 Dec; 12(4): 271-80. Cat 1
- HUANG HL, HUANG JS, KO CC, HSU JT, CHANG CH, CHEN MY. – Effects of splinted prosthesis supported a wide implant or two implants: a three dimensional finite element analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2005 Aug; 16(4):466-72. Cat 1
- JUNG RE, PJETURSSON BE, GLAUSER R, ZEMBIĆ A, ZWAHLEN M, LANG NP. – A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant supported single crowns. *Clin Oral Implants Res*. 2008, Feb; 19(2): 119-30. Cat 1
- KARL M, FISCHER H, GRAEF F, WICHMANN MG, TAYLOR TD, HECKMANN SM. – Structural changes in ceramic veneered three-unit implant supported restorations as a consequence of static and dynamic loading. *Dent Mater*. 2008 Apr; 24(4):464-70. Cat 1
- KARL M, GRAEF F, TAYLOR TD, HECKMANN SM. – In vitro effect of load cycling on metal-ceramic cement- and screw-retained implant restorations. *J Prosthet Dent*. 2007 Mar; 97(3):137-40. Cat 2
- KARL M, HOLST S. – Strain development of screw-retained implant-supported fixed restorations: provera implant bridge versus conventionally cast restorations. *Int J Prosthodont*. 2012 Mar-April; 25(2):166-9. Cat 1
- KARL M, ROSCH S, GRAEF F, TAYLOR TD, ET HECKMANN SM. – Static implant loading caused by as-cast metal and ceramic-veneered superstructures. *J Prosthet Dent* 2005; 93(4):324-30. Cat 1
- KARL M, TAYLOR TD. – Effect of material selection on the passivity of fit of implant-supported restorations created with computer-aided design/computer-assisted manufacture. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jul-Aug; 26(4): 739-45. Cat 1
- KARL M, WICHMANN MG, WINTER W, GRAEF F, TAYLOR TD, HECKMANN SM. – Influence of fixation mode and superstructure span upon strain development of implant fixed partial dentures. *J Prosthodont*. 2008 Jan; 17(1):3-8. Cat 1
- KARL M, WINTER W, TAYLOR TD, HECKMANN SM. – *In vitro* study on passive fit in implant-supported 5-unit fixed partial dentures. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2004; 19(1):30-7. Cat 2
- KIM SG, PARK JU, JEONG JH, BAE C, BAE TS, CHEE W. – *In vitro* evaluation of reverse torque value of abutment screw and marginal opening in a screw-and cement-retained implant fixed partial denture design. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 Nov-Dec; 24(6): 1061-7. Cat 1
- LANG NP, PJETURSSON BE, TAN K, BRÄGGER U, EGGER M, ZWAHLEN M. – A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FDPs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth implant supported FDPs. *Clin Oral implants Res*. 2004 Dec; 15(6):643-53. Cat 1
- LEE A, OKAYASU K, WANG HL. – Screw- versus cement-retained implant restorations: current concepts. *Implant Dent*. 2010 Feb; 19(1): 8-15. Cat 1
- LONGONI S, SARTORI M, ET DAVIDE R. – A simplified method to reduce prosthetic misfit for a screw-retained, implant-supported complete denture using a luting technique and laser welding. *J Prosthet Dent* 2004;91(6):595-8. Cat 1
- MAMALIS A, MARKOPOULOU K, KALOUMENOS K, ANALITIS A. – Splinting osseointegrated implants and natural teeth in partially edentulous patients: a systematic review of the literature. *J Oral Implantol*. 2012 Aug; 38(4): 424-34. Cat 1
- MENANI LR, TIOSSI R, DE TORRES EM, RIBEIRO RF, DE ALMEIDA RP. – Photoelastic stress analysis of different designs of cement-retained fixed partial dentures on Morse taper oral implants. *J Craniofac Surg*. 2011 Mar; 22(2): 674-8. Cat 1
- MICHALAKIS KX, HIRAYAMA H, GAREFIS PD. – Cement-retained versus screw-retained implant restorations: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003 Sept-Oct; 18(5):719-28. Cat 1
- MONTEIRO DR, GOIATO MC, GENNARI FILHO H, PESQUEIRA AA. – Passivity in implant-supported prosthesis. *J Craniofac Surg*. 2010 Nov; 21(6): 2026-9. Cat 1
- NISSAN J, NAROBAI D, GROSS O, GHELFAN O, CHAUSHU G. – Long-term outcome of cemented versus screw retained implant supported partial restorations. *Int J Maxillofac implants*. 2011 Sept-Oct; 26(5): 1102-7. Cat 1
- NISSAN J, GHELFAN O, GROSS M, CHAUSHU G. – Analysis of load transfer and stress distribution by splinted and unsplinted implant-supported fixed cemented restorations. *J Oral Rehab*. 2010 Sep; 37(9):658-62. Cat 1
- NISSAN J, GHELFAN O, GROSS O, PRIEL I, GROSS M, CHAUSHU G. – The effect of crown/implant ratio and crown height space on stress distribution in unsplinted implant supporting restorations. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011Jul; 69(7): 1934-9. Cat 1

# Bibliographie

LA SOLIDARISATION PROTHÉTIQUE DES IMPLANTS : POUR OU CONTRE ?

- NISSAN J, GROSS O, GHELFAN O, PRIEL I, GROSS M, CHAUSHU G. – The effect of splinting implant- supported restorations on stress distribution of different crown-implant ratios and crown height spaces. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Dec; 69(12): 2990-4. Cat 1
- ORTORP A, JEMT T, BACK T, JALEVIK T. – Comparisons of precision of fit between cast and CNC-milled titanium implant frameworks for the edentulous mandible. *Int J Prosthodont* 2003; 16(2):194-200. Cat 1
- PAPASPYRIDAKOS P, CHEN CJ, CHUANG SK, WEBER HP, GALLUCCI GO. – A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for dentulous patients. *Int J oral maxillofac implants*. 2012 Jan-Feb; 27(1):102-10. Cat 1
- PJETURSSON BE, BRAGGER U, LANG NP, ZWAHLEN M. – Comparaison of survival and complication rates of tooth supported fixed dental prosthesis (FDPs) and implant supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res*. 2007, Jun; 18 suppl 3: 97-113. Cat 1
- PJETURSSON BE, LANG NP. – Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil*. 2008 Jan; 35 suppl 1:72-9. Cat 1
- PJETURSSON BE, ZWAHLEN M, LANG NP. – Quality of reporting of clinical studies to assess and compare performance of implant-supported restorations. *J Clin Periodontol*. 2012, Feb; 39 suppl 12: 139-59. Cat 1
- PJETURSSON BE ET AL. – A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FDPs) after an observation period of at least 5 years. I Implant supported FDPs. *Clin Oral Implants Res*. 2004, Vol. 15 [6], pp.625-642. Cat 1
- SHADID R, SADAGA N. – A comparaison between screw and cement-retained implant-supported prostheses. A literature review. *J Oral Implantol* 2012, Jun; 38(3):298-307. Cat 1
- SIMON RL. – Single implant-supported molar and premolar crowns: a ten-year retrospective clinical report. *J Prosthet Dent* 2003; 90(6):517-21. Cat 1
- SIVOLLELA S, STELLINI E, TESTORI T, DI FIORE A, BERENGO M, LOPS D. – Splinted and Unsplinted Shorts Implants in mandibles: a retrospective evaluation with 5 to 16 years of follow up. *J Periodontol*. 2012 May; 25. Cat 1
- STEPHAN G, DINARDO Y, BOTTI S, MARIANI P. – Adaptation des armatures prothétiques sur implants. Proposition d'une méthode de validation des modèles par une armature en plâtre. *Réalités cliniques*. Vol. 15 n°2. 2004 pp. 181-189. Cat 1
- SUTPIDELER M, ECKERT SE, ZOBITZ M, ET AN KN. – Finite element analysis of effect of prosthesis height, angle of force application, and implant offset on supporting bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19(6):819-25. Cat 1
- SWALLOW ST. – Technique for achieving a passive framework fit: a clinical case report. *J Oral Implantol* 2004; 30(2):83-92. Cat 4
- TIOSSI R, LIN L, RODRIGUES RCS, HEO YC, CONRAD HJ, DE MATTOS MGC, RIBEIRO RF, FOK ASL. – Digital image correlation analysis of the load transfer by implant-supported restorations. *Journal of Biomechanics* 44(2011)1008-1013. Cat 1
- TORRADO E, ERCOLI C, AL MARDINI M, GRASER GN, TALLENTS RH, ET CORDARO L. – A comparison of the porcelain fracture resistance of screw-retained and cement-retained implant-supported metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2004; 91(6):532-7. Cat 1
- VIGOLO P, ZACCARIA M. – Clinical evaluation of marginal bone level change of multiple adjacent implants restored with splinted and nonsplinted restoration: a 5-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010 Nov-Dec; 25(6): 1189-94. Cat 1
- WEBER HP, SUKOTJO C. – Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patients? *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007; 22 suppl: 140-72. Cat 1
- WINTER W, TAYLOR TD, KARL M. – Bone adaptation induced by non-passively fitting implant superstructures: a finite element analysis based on in vivo strain measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Nov-Dec; 26(6): 1288-95. Cat 2
- YILMAZ B, SEIDT JD, MC GLUMPHY EA, CLELLAND NL. – Comparaison of strains for splinted and nonsplinted screw-retained prosthesis on shorts implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Nov-dec; 26(6):1176-82. Cat 1
- ZURDO J, ROMAO C, WENNSTRÖM JL. – Survival and complication rates of implant-supported fixed partial dentures with cantilevers: a systematic review. *Clin Oral Implant Res*. 2009 Sep; 20 suppl 4:59-66. Cat 1