

Effets de la macro et de la nano-géométrie sur la stabilité primaire des implants

Monish Bhola

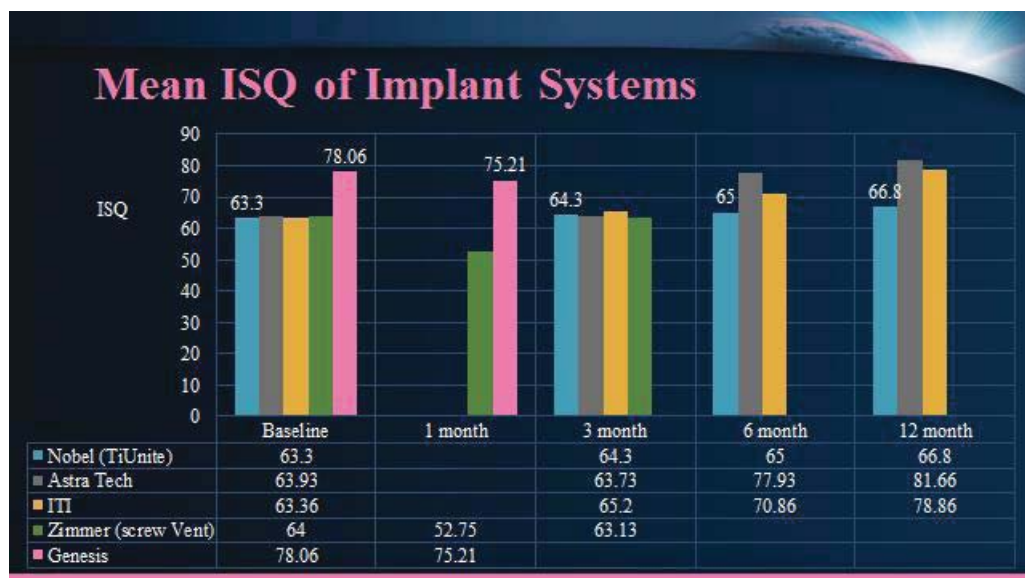
Université de Détroit – USA

monishbhola@hotmail.com

La stabilité primaire d'un implant dentaire est essentielle à la réussite de l'ostéointégration. La macro-géométrie d'un implant et sa nano-surface, influencent respectivement le degré de stabilité de l'implant et le taux d'ostéointégration. Ces deux caractéristiques influent sur le délai de mise en charge d'un implant dentaire et donc la restauration définitive.

Le succès de l'ostéointégration d'un implant est assuré par sa stabilité primaire [1], ce qui représente un défi dans de l'os de type IV, en particulier dans la région maxillaire postérieure, En dehors des considérations liées à l'hôte, la conception de l'implant joue un rôle essentiel pour obtenir une bonne stabilité primaire.

Des recherches ont été effectuées par les fabricants d'implants dentaires sur l'état de surface et le design de l'implant (forme, diamètre, longueur, spires) et les techniques chirurgicales ont évolué afin d'obtenir la meilleure stabilité primaire possible [2].



Ces dernières années, les recherches se sont focalisées sur l'optimisation de la macro-conception, la rugosité de la nano-surface et sur la composition chimique de l'implant.

Propriétés physiques

Les propriétés de surface de l'ordre du nanomètre jouent un rôle très important dans l'adsorption des protéines, l'adhérence des cellules ostéoblastiques, et donc sur le taux d'ostéointégration [3].

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 2.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Toutefois la rugosité de la nano-surface est difficilement reproductible. Par ailleurs, on ne connaît la meilleure topographie de la nano-surface pour l'adsorption sélective des protéines menant à l'adhésion des cellules ostéoblastiques et l'apposition rapide de l'os. Diverses méthodes ont été développées afin de créer une surface rugueuse optimale et d'améliorer l'ostéointégration des implants en titane. Ces méthodes vont de la pulvérisation plasma au sablage avec des particules céramiques jusqu'au mordantage acide et l'anodisation.

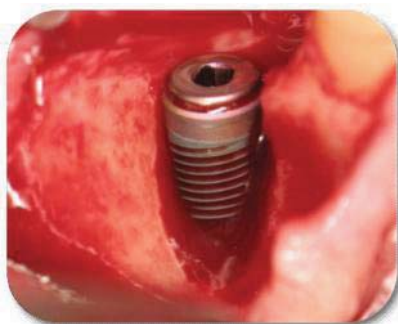
Les états de surface micro ou nano-texturés peuvent également être obtenus par anodisation potentiostatique ou galvanostatique du titane dans des acides forts à haute densité. L'anodisation produit des modifications de la microstructure et la cristallinisation de la couche d'oxyde de titane [4].

En résumé, la rugosité de surface joue un rôle majeur dans la qualité et le taux d'ostéointégration des implants dentaires. Les implants à surface très rugueuse comme la TPS ou les surfaces sablées possèdent un bon taux d'ancrage mécanique et de fixation primaire à l'os. Les topographies de l'ordre du nanomètre sont actuellement étudiées pour promouvoir l'adsorption des protéines, l'adhésion des ostéoblastes et une augmentation du tissu osseux néoformé autour des implants.

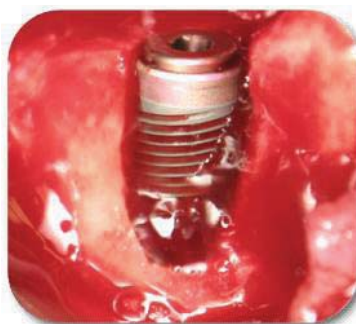
Propriétés chimiques

La chimie et la rugosité de surface de l'implant jouent un rôle majeur dans les événements biologiques qui suivent la pose de l'implant. La composition chimique de la surface des implants en titane affecte également l'hydrophilie de surface. Les surfaces hautement hydrophiles semblent plus favorables que les surfaces hydrophobes compte tenu de leurs interactions avec les liquides biologiques, les cellules et les tissus.

Buser et al. [5] ont montré, à partir d'une étude animale, que la surface hydrophile SLA permet un contact os-implant plus élevé que la surface SLA standard. Les auteurs suggèrent qu'il pourrait y avoir une éventuelle altération de l'activité biologique en raison de la surface chimiquement modifiée des implants SLA. Ils concluent que la modification chimique peut avoir une influence positive sur l'ostéointégration biologique et peut ainsi réduire le délai de guérison.



Quelques secondes après l'implantation ;
alvéole de type II.



Caillot de fibrine 60-90 s après
Implantation.



Réouverture à 4 mois : ROG
avec Accell.

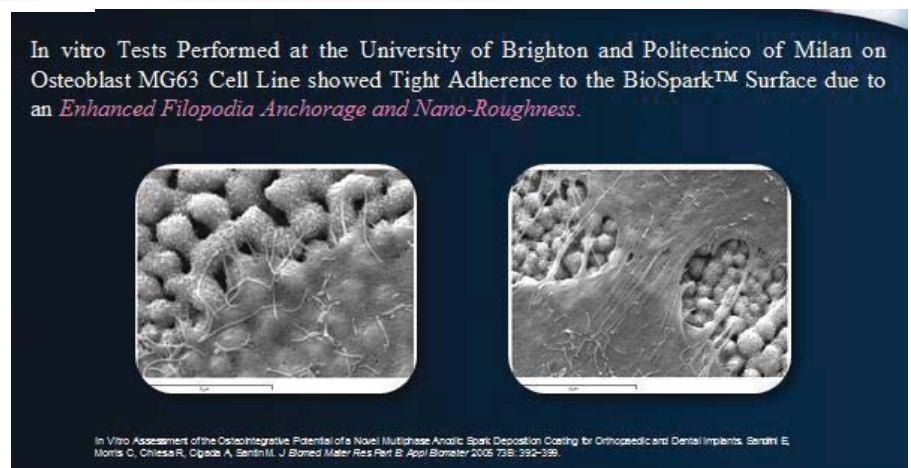
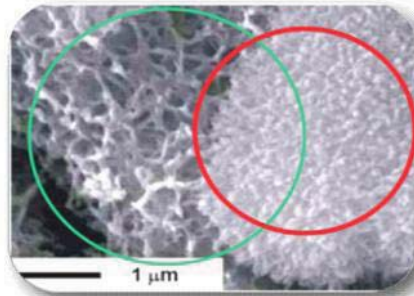
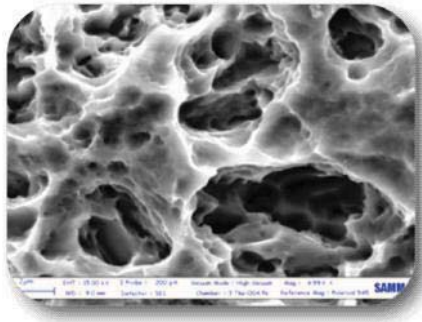
Une surface hydrophile attire le sang et le caillot de fibrine, y compris tous les facteurs de croissance nécessaires pour promouvoir la croissance osseuse.

La fixation biologique des implants en titane au tissu osseux est plus rapide avec un revêtement en phosphate de calcium [7, 8]. Ce revêtement donne un meilleur taux de réussite clinique à long terme par rapport aux implants en titane sans revêtement [7, 9] et ceci est dû à un taux initial d'ostéointégration plus élevé [9]. Cependant, dans certaines situations cliniques, un délaminage peut se produire entraînant la désolidarisation du revêtement et la perte de l'implant.

Comment optimiser la rugosité et la chimie de surface en utilisant le biomimétisme :

La majorité des surfaces actuellement disponibles ont une topographie aléatoire et une épaisseur très variable, allant du nanomètre au millimètre. Le rôle biologique exact de ces surfaces est inconnu en raison de l'absence de surfaces normalisées avec une topographie reproductible à l'échelle nanométrique. L'ostéointégration des implants en titane à surface biomimétique de phosphate de calcium a été évaluée dans des études pré-cliniques comparatives. Elles ont montré un contact os-implant plus élevé pour les implants avec une surface biomimétique de phosphate de calcium que pour les implants en titane non traité [8,10].

La nano-géométrie de l'implant crée une surface trabéculaire enrichie en ions Ca et P (Biospark™) qui ressemble à la texture de l'os (biomimétisme).



Les dernières recherches ont mis l'accent sur le biomimétisme ; avec ce concept, la surface d'un implant est modifiée pour la rendre hydrophile et ressembler à la structure trabéculaire de l'os à l'échelle nano-physique et chimique. Ces surfaces contrôlées ou normalisées amélioreront les interactions entre les cellules et les protéines spécifiques. Elles ont montré leur capacité à promouvoir l'apposition osseuse précoce sur les implants, ce qui leur permet de mieux supporter une mise en charge immédiate.

Références

1. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998;11:491-501.
2. Guehennec L, Soueidan A, Layrolle P, et al. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Materials* 2007;23:844-54.
3. Brett PM, Harle J, Salih V, Mihoc R, Olsen I, Jones FH, et al. Roughness response genes in osteoblasts. *Bone* 2004;35:124-33.

4. Sul YT, Johansson CB, Roser K, Albrektsson T. Qualitative and quantitative observations of bone tissue reactions to anodised implants. *Biomaterials* 2002;23:1809-17.
5. Buser D, Brogini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res* 2004;83:529-33.
6. Zhao G, Schwartz Z, Wieland M, et al. High surface energy enhances cell response to titanium substrate microstructure. *J Biomed Mater Res A* 2005;74:49-58.
7. Morris HF, Ochi S, Spray JR, Olson JW. Periodontal-type measurements associated with hydroxyapatite-coated and non-HA-coated implants: uncovering to 36 months. *Ann Periodontol* 2000;5:56-67.
8. Barrere F, van der Valk CM, Meijer G, Dalmeijer RA, de Groot K, Layrolle P. Osteointegration of biomimetic apatite coating applied onto dense and porous metal implants in femurs of goats. *J Biomed Mater Res* 2003;67:655-65.
9. Geurs NC, Jeffcoat RL, McGlumphy EA, Reddy MS, Jeffcoat MK. Influence of implant geometry and surface characteristics on progressive osseointegration. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:811-5.
10. Habibovic P, Li J, van der Valk CM, Meijer G, et al. Biological performance of uncoated and octacalcium phosphate-coated Ti6Al4V. *Biomaterials* 2005;26:23-36.