

Abb. 1: Verankerung eines Fibrinnetzwerks (weiss gefärbt) mit Erythrozyten (rötlich gefärbt) auf einer mikrorauen Oberfläche (Thommen Medical).

© Martin Oeggerli / www.micronaut.ch

Hydrophile Implantatoberflächen – schnellere und sicherere Integration

Chemisch modifizierte Implantatoberflächen können eine Optimierung der biologischen Reaktionen zwischen Implantat und umgebendem Gewebe bewirken. Eine schnelle und sichere Integration des Knochens und des Weichgewebes erlaubt eine frühzeitige funktionelle Belastbarkeit der Implantate – der Grundstein für effiziente Behandlungsoptionen.

Nach dem Einbringen eines Implantates werden sofort komplexe biologische Vorgänge zwischen dem umgebenden Gewebe und der Implantatoberfläche ausgelöst. Dabei werden Proteine an der Oberfläche adsorbiert und es bildet sich beim initialen Blutkontakt ein Fibrinnetzwerk (Abb. 1) auf der Implantatoberfläche aus. Dieses Netzwerk bildet eine wichtige Matrix für die Invasion und Migration von osteogenen Zellen an die Implantatoberfläche und spielt damit eine entscheidende Rolle bei der Wundheilung und Osseointegration [1].

Oberflächentopografie und chemische Eigenschaften

Der Erfolg und die Geschwindigkeit der Osseointegration werden massgeblich durch die Oberfläche des Implantates beeinflusst. Dabei können Implantatoberflächen über ihre topographischen, chemischen und biologischen Eigenschaften beschrieben werden. Die kommerziell erfolgreichen Implantatsysteme verfügen meistens über eine optimierte und reproduzierbare Oberflächentopografie; nur wenige verfügen über eine optimierte und reproduzierbare Oberflächenchemie.

Mehrheitlich wird die mikrorauhe Oberfläche (Abb. 2), welche durch Sandstrahlen und thermisches Säureätzen hergestellt wird, als „Goldstandard“ für die Modifikation von Dentalimplantatoberflächen bezeichnet [1-3].

Beschichtungen sind eine Möglichkeit, die Oberflächenchemie gezielt zu verändern. Bei der Verwendung von Beschichtungen ist jedoch häufig nicht klar, ob das veränderte Osseointegrationsverhalten durch die mit der Beschichtung verbundene Veränderung in der Topographie oder durch die veränderte Oberflächenchemie verursacht wird [5]. Daher sind besonders solche Modifikationen interessant, welche die Oberflächenchemie optimieren, ohne die Topographie der klinisch

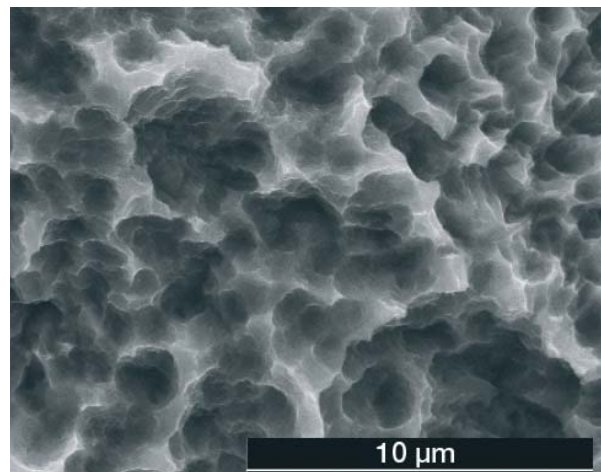


Abb. 2: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen einer sandgestrahlten, thermisch säuregeätzten Oberfläche (Thommen Medical).

bewährten durch Sandstrahlen und thermisches Säureätzen hergestellten „Goldstandard“-Oberflächen zu verändern. Ein kommerziell dazu angewendeter Weg ist die Lagerung der Oberfläche in einer Lösung aus Natriumchlorid. Durch diesen sehr aufwendigen Herstellungs- und Konservierungsprozess wird eine gut benetzbare Implantatoberfläche bei gleicher Oberflächentopographie erhalten. Die Osseointegration kann durch diese verbesserte Benetzbarkeit beschleunigt und eine höhere Implantatstabilität in der frühen Phase der Osseointegration erhalten werden [5]. Allerdings verschlechtern sich die Benetzungseigenschaften der Implantatoberfläche bei längerem Luftkontakt.

Um diesen Nachteil zu umgehen, wurde eine andere Variante zur chemischen Oberflächenmodifikation entwickelt, bei der die Implantatoberfläche direkt vor der Implantation in einer schwach basischen Lösung konditioniert wird (Abb. 3). Durch die Konditionierung wird die Oberflächenenergie erhöht und es resultiert eine gut benetzbare, superhydrophile Oberfläche – ohne die bewährte Oberflächentopographie zu modifizieren. Die Oberflächenenergie und Hydrophilie spielen eine entscheidende Rolle in der primären Interaktion eines Implantats mit dem physiologischen Umfeld [5].

Eine derartige superhydrophile Oberfläche bildet spontan einen kompletten Primärkontakt mit der physiologischen Umgebung. Der auf der superhydrophilen Oberfläche gebildete Proteinfilm ist homogen und vollständig ausgebildet. Im Gegensatz dazu zeigt die nichtkonditionierte sandgestrahlte und thermisch säuregeätzte Oberfläche einen unvollständigen und inhomogenen Proteinfilm aufgrund von nicht benetzten Oberflächenkavitäten (Abb. 4). Die verbesserte und homogene Adsorption von Proteinen führt zu einer schnelleren Osseointegration einer superhydrophilen Oberfläche, wie verschiedene Studien zeigen [5, 6]. Daraus ergeben sich eine beschleunigte Osseointegration des Implantates und die Möglichkeit einer früheren Belastung.



Abb. 3: Anwendung des Applikators zur Oberflächenkonditionierung chairside.

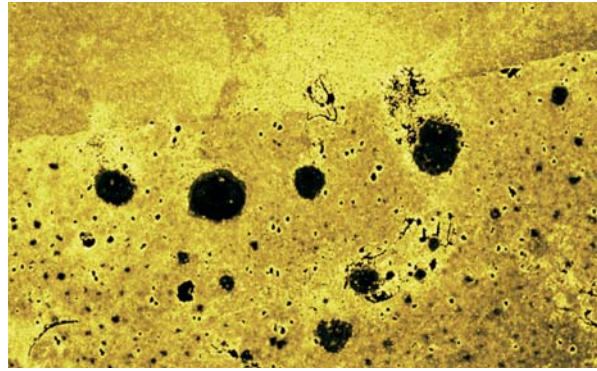


Abb. 4: Fluoreszenzmikroskopische Aufnahmen eines Proteinfilms auf Modellsubstraten, fünf Minuten nach Primärkontakt mit Proteinlösung (oben: konditionierte, superhydrophile Oberfläche, unten: unkonditionierte, sandgestrahlte thermisch säuregeätzte Oberfläche).

Sicherer Weichgewebsabschluss

Frühere Technologien basierten auf der Annahme, dass eine chemisch modifizierte Oberfläche lediglich Vorteile für die Osseointegration hat. Innovative Implantatsysteme benetzen jedoch auch den Bereich des Implantats, der für eine sichere Weichgewebsintegration sorgt – den maschinieren Hals des Implantats. An diesen hydrophilen Oberflächen wird dadurch auch die Heilung des Weichgewebes verbessert [9] und ein sicherer Weichgewebsabschluss in der kritischen ersten Phase der Implantatintegration gewährleistet.

WEITERE INFORMATIONEN

Thommen Medical
Neckarsulmstrasse 28, CH-2540 Grenchen
Tel. +41 61 965 90 20
www.thommenmedical.com

LITERATUR

- [1] Cochran D. L., Buser D., ten Bruggenkate C. M., Weingart D., Taylor T. M., Bernard J. P., Peters F., Simpson J. P., Clin. Oral Impl. Res. 2002, 13, 144–53
- [2] Bornstein M. M., Lussi A., Schmid B., Belser U. C., Buser D., Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 2003, 18, 659–66
- [3] Bornstein M. M., Schmid B., Belser U. C., Lussi A., Buser D. Clin. Oral Implants 2005, 16, 631–38
- [4] Junker R, Dimakis A, Thoneick M, Jansen JA: Effects of implant surface coatings and composition on bone integration: a systematic review. Clin Oral Implants Res 20 Suppl 4, 185-206 (2009)
- [5] Ferguson SJ, Broggin N, Wieland M, de Wild M, Rupp F, Geisgerstorfer J, Cochran DL, Buser D. Biomechanical evaluation of the interfacial strength of a chemically modified sandblasted and acid-etched titanium surface. J Biomed Mater Res A. 2006 Aug;78(2):291-7
- [6] Brodbeck, W. G., Patel, J., Voskerician, G., Christenson, E., Shive, M. S.; Nakayama, Y., Matsuda, T., Ziats, N. P., Anderson, J. M. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2002, 99, 10287–10292
- [7] Stadlinger B, Lode AT, Eckelt U, Range U, Schlottig F, Hefti T, Mai R. Surface-conditioned dental implants: an animal study on bone formation. J Clin Periodontol. 2009 Oct;36(10):882-91.
- [8] Calvo-Guirado JL, Ortiz-Ruiz AJ, Negri B, López-Mari L, Rodríguez-Barba C, Schlottig F. Histological and histomorphometric evaluation of immediate implant placement on a dog model with a new implant surface treatment. Clin Oral Implants Res. 2010 Jan 13
- [9] Kloss FR, Steinmüller-Nethl D, Stigler RG, Ennemoser T, Rasse M, Hächl O. In-vivo investigation on connective tissue healing to polished surfaces with different surface wettability. Clin Oral Impl Res. 22, 2011;699-705