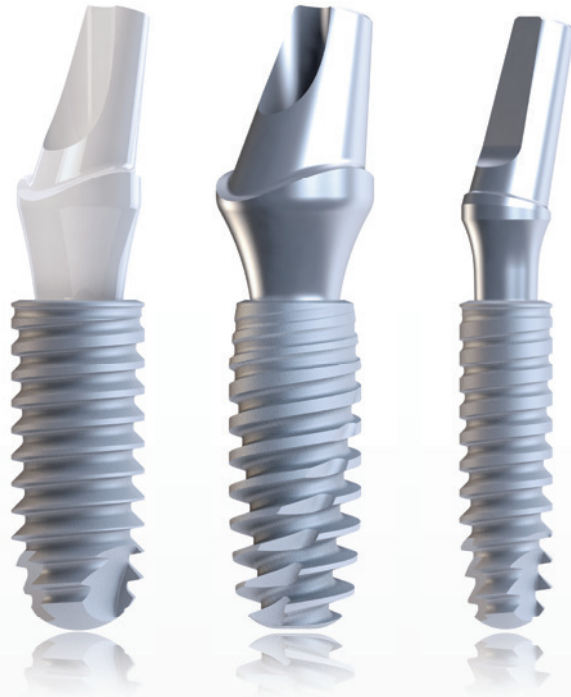


BCP[®] OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

BIBLIOGRAPHIE



Rein wie die Natur



Die **BCP**[®]-Behandlung der Anthogyr-Implantate gestattet eine bessere Osseointegration und damit eine raschere und wirkungsvollere Retention.

Das osteokonduktive Potenzial sorgt für eine frühe Osteoblastendifferenzierung, die die mechanische Fixierung des Implantats erleichtert.

ZUSAMMENFASSUNG

- 1. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs.**
 Autoren: D.BUSER, R.K.SCHENK, S.STEINEMANN, J.P.FIORELLINI, C.H. FOX, H.STICH..... s.4
- 2. In vitro biological effects of titanium rough surface obtained by calcium phosphate grid blasting.**
 Autoren: A. CITEAU, J. GUICHEUX, C. VINATIER, P. LAYROLLE, T.P. NGUYEN, P. PILET, G. DACULSI..... s.6
- 3. Biphasic calcium phosphate concept applied to artificial bone, implant coating and injectable bone substitute.**
 Autor: G. DACULSI..... s.7
- 4. A histomorphometric evaluation of bone-to-implant contact on machine-prepared and roughened titanium dental implants.**
 Autoren: I. ERICSSON, CB. JOHANSSON, H. BYSTEDT, MR. NORTON..... s.8
- 5. Calcium phosphate ceramic blasting on Titanium surface improve bone ingrowth.**
 Autoren: E.GOYENVALLE, E.AGUADO, R.COGNET, X.BOUGES, G.DACULSI..... s.9
- 6. Integration of screw implants in the rabbit. A 1-year follow-up of removal torque of 12 titanium implants.**
 Autoren: JOHANSSON C., ALBREKTSSON T..... s.10
- 7. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration.**
 Autoren: L. le GUEHENNEC, A.SOUeidAN, P.LAYROLLE, Y.AMOURIQ..... s.11
- 8. Osteoblastic cell behaviour on different titanium implant surfaces.**
 Autoren: L. le GUEHENNEC, MA. LOPEZ-HEREDIA, B. ENKEL, P. WEISS, Y. AMOURIQ, P. LAYROLLE..... s.12
- 9. Implant Surfaces.**
 Autoren: D.A. PULEO, M.V. THOMAS..... s.13
- 10. Etude : Etude de la cytocompatibilité de 3 états de surfaces implantaires : Evaluation et comparaison.**
 Autoren: Dr. B.GROSGOGEAT & P.RENOUD..... s.15

Autoren: D.BUSER, R.K.SCHENK, S.STEINEMANN, J.P. FIORELLINI, C.H. FOX, H.STICH

1 - ARTIKEL: INFLUENCE OF SURFACE CHARACTERISTICS ON BONE INTEGRATION OF TITANIUM IMPLANTS. A HISTOMORPHOMETRIC STUDY IN MINIATURE PIGS.

Zeitschrift: Journal of Biomedical Materials Research, 1991, Vol.25, p.889-902

STUDIENZIEL

→ Beurteilung des Einflusses verschiedener Oberflächenbehandlungen auf die Osseointegration.

ABSTRACT

Es wurden Implantate in die Femurknochen von Zwergschweinen platziert.

Nach 3 und 6 Wochen wurden die Implantationen analysiert.

Hierbei wurden große Unterschiede beim **B.I.C-Wert (Bone Implant Contact; Knochen-Implantat-Kontakt)** festgestellt.

Polierte, mit geringer Korngröße sandgestrahlte oder säuregeätzte Implantate, wiesen den niedrigsten **B.I.C-Wert** auf (**B.I.C** < 25 %).

Bei Implantaten, die mit großer Korngröße sandgestrahlt oder mit **T.P.S** (Titan Plasma Spray) behandelt worden waren, wurden normale Ergebnisse festgestellt (**B.I.C-Wert** zwischen 30 und 40 %).

Mit großer Korngröße sandgestrahlte und säuregeätzte Implantate, sowie mit **HA** (Hydroxylapatit) beschichtete Implantate, zeigten die besten Ergebnisse (**B.I.C-Wert** zwischen 60 und 70 %).

Die Studie ergab, dass es eine positive Korrelation zwischen der Rauigkeit des Implantats und der Knochenadhäsion gibt.

METHODIK

Es wurden 12 Zwergschweine in die Studie aufgenommen, bei denen 6 unterschiedliche Femur-Implantattypen platziert wurden.

Die folgenden Implantatgruppen wurden gebildet:

GRUPPEN	OBERFLÄCHENBEHANDLUNG	EIGENSCHAFTEN DER BEHANDELTEN OBERFLÄCHE
G1	Elektropolierte Implantate	Glatt und flach
G2	Sandstrahlung (mittlere Korngröße) + Säure	Lineare Deformation
G3	Sandstrahlung (große Korngröße)	Raue Oberfläche
G4	Sandstrahlung (große Korngröße) + Säure	Leicht aufgeraute Oberfläche + dünne Sekundär-Struktur
G5	TPS	Rau und porös
G6	HA	Rau und porös

ERGEBNISSE

Polierte, mit geringer Korngröße sandgestrahlte oder säuregeätzte Implantate, wiesen den niedrigsten **B.I.C**-Wert auf (**B.I.C** <25 %).

Bei Implantaten, die mit großer Korngröße sandgestrahlt oder mit dem **T.P.S** behandelt worden waren, wurden normale Ergebnisse festgestellt (**B.I.C**-Wert zwischen 30 und 40 %).

Mit großer Korngröße sandgestrahlte und säuregeätzte Implantate, sowie mit **HA** beschichtete Implantate, zeigten die besten Ergebnisse (**B.I.C**-Wert zwischen 60 und 70 %).

In den beiden Beobachtungszeiträumen zeigten die mit **HA** beschichteten Implantate der Gruppe 6, eine deutlich bessere Knochenadhäsion (besserer **B.I.C**-Wert) als alle übrigen Implantate. Die Oberflächenrauheit beeinflusst demnach die Osseointegration. Hinsichtlich der **HA**-Behandlung (Gruppe 6) sind die resultierenden **B.I.C**-Werte deutlich überlegen. Gleichzeitig ist dabei jedoch, eine stärkere Knochenresorption festzustellen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Raue Oberflächen sorgen für einen besseren Knochenkontakt.

Säurebehandlungen haben ebenfalls einen deutlich positiven Einfluss auf den Knochenkontakt.

Die Techniken: Sandstrahlen, Sandstrahlung-Säureätzung und **HA**-Beschichtung bilden somit vielversprechende Alternativen zu glatten Implantaten oder **T.P.S**.

**Anthogyr-Implantate werden mit BCP® (HA + β -TCP) behandelt.
Im Vergleich zu den anderen Gruppen gewährleisten sie die beste Osseointegration.**

Autoren: A. CITEAU, J. GUICHEUX, C. VINATIER, P. LAYROLLE, T.P. Nguyen, P. PILET, G. DACULSI

2 - ARTIKEL: IN VITRO BIOLOGICAL EFFECTS OF TITANIUM ROUGH SURFACE OBTAINED BY CALCIUM PHOSPHATE GRID BLASTING.

Zeitschrift: Biomaterials, 2005, Vol.26, p.157-165

STUDIENZIEL

- Messung der Rauigkeit behandelter Oberflächen.
- Beurteilung der Biokompatibilität behandelter Oberflächen.

METHODIK

Es wurden Titanscheiben mit Aceton gereinigt und anschließend nach dem Zufallsprinzip in **3 Gruppen** aufgeteilt.

Gruppe 1: Polierte Scheiben

Gruppe 2: Mit BCP® gestrahlte und anschließend mit Salpetersäure passivierte Scheiben

Gruppe 3: Passivierte Scheiben

Es wurde die Lebensfähigkeit von Zellen gemessen, die auf den Titanscheiben oder auf Kunststoff-Plättchen verteilt worden waren.

ERGEBNISSE

Oberflächenrauigkeit

In **Gruppe 1** waren weder Unebenheiten noch Rauigkeit zu beobachten. Im Gegensatz hierzu, wiesen **Gruppe 2 und 3** eine unregelmäßige und raue Oberfläche auf.

Die signifikanten Ergebnisse belegen, dass die **BCP®-Behandlung zu einer stärkeren Oberflächenerosion führt**. Diese ist bei **BCP®** unregelmäßiger, als bei den beiden anderen Gruppen (Parameter Ra ist am größten). Ferner ist die Oberfläche der Spitzen bei **BCP®** am schwächsten (die Oberfläche wird daher rauer und «aggressiver»).

Bei **Gruppe 2 (BCP®)** sind reduzierte Titan- und Kohlenstoffkonzentrationen festzustellen.

Bei **Gruppe 3** ist die **Oberfläche mit Kohlenstoff kontaminiert**.

Morphologie der Osteoblastenzellen.

Die Zellen weisen je nach Gruppe unterschiedliche Morphologien auf:

Gruppe 1 (Tipolish = einfache Behandlung): **Die Zellen sind sehr verstreut und weisen eine «lamellierte» Morphologie auf.**

Gruppe 2 (Tiblast = **BCP®**-Behandlung + Passivierung mit Säure): **Die Zellen weisen eine runde, normale Morphologie und wenige zytoplasmische Erweiterungen auf.**

Gruppe 3 (Tipassiv = Passivierung mit Säure): **Die Zellen weisen eine runde, normale Morphologie und wenige zytoplasmische Erweiterungen auf.**

Lebensfähigkeit der Osteoblastenzellen.

Unabhängig von der Oberflächenbehandlung verschlechtert sich die Lebensfähigkeit der Zellen nach 4 Tagen. ($p < 0,01$). Nach 8 Tagen ist kein größerer Unterschied zwischen den auf Kunststoff-Plättchen verteilten Zellen (Kontrollgruppe) und allen anderen Gruppen festzustellen.

Die BCP®-Behandlung führt zu einer deutlichen Abnahme der Osteoblastenaktivität nach 4 Tagen. Der Unterschied nimmt nach 8 und 15 Tagen signifikant ab.

Die besten Ergebnisse werden mit Kunststoff-Plättchen und Säurebehandlung erzielt.

Die Anthogyr-Implantate werden mit BCP® behandelt. Ihre Rauigkeit sorgt für eine gute Fixierung der osteogenen Zellen.

→ Alle Anthogyr-Implantate fördern im Vergleich zu klassischen Oberflächenbehandlungen die Osseointegration.

Autor: G. Daculsi

3 - ARTIKEL: BIPHASIC CALCIUM PHOSPHATE CONCEPT APPLIED TO ARTIFICIAL BONE, IMPLANT COATING AND INJECTABLE BONE SUBSTITUTE

Zeitschrift: Biomaterials, 1998, Vol.19 , p.1473-1478

STUDIENZIEL

→ Beschreibung der chemischen Wirkung von BCP® auf Implantatoberfläche und Zellniveau.

ABSTRACT

Bei der Entwicklung von Keramiken aus Calciumphosphat und anderen Biomaterialien, spielt die Kontrolle ihrer Resorption und des jeweiligen Knochenersatzmaterials eine wichtige Rolle. Das Konzept der Bioaktivität wurde für **BCP®** entwickelt. Ferner werden die Grenzfläche zwischen Material und Knochen sowie die Phasen beschrieben, die die Entwicklung dieser dynamischen Grenzfläche ermöglichen (z. B.: Zellantwort, biologische Abbaubarkeit, Bioresorption).

INTRODUCTION

Das **BCP®-Konzept** beruht auf der Verbindung von Calciumphosphat in seiner stabilsten Phase und Hydroxylapatit in Form von Tricalciumphosphat (TCP), das sich in den verschiedenen periimplantären Geweben **schneller und leichter auflöst**.

MATERIALIEN UND METHODIK

Es gibt mehrere Formen von BCP®: Partikel oder Blöcke, dichtes oder poröses BCP®.

Die Oberflächenbeschaffenheit (Rauigkeit, Porosität) der aus Calciumphosphat bestehenden Blöcke, beeinflusst bei der Sandstrahlung die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Implantats. Die Sandstrahlung wird mit biokompatiblen Partikeln durchgeführt.

Früher galten die bei Implantaten eingesetzten Oberflächenbehandlungen (hauptsächlich mit Hydroxylapatit) nicht als bioaktiv und bioresorbierbar.

Der Hauptvorteil von BCP® besteht darin, dass es im Vergleich zu inerten oder biotoleranten Materialien eine gute Bindung bzw. einen guten Knochenkontakt ermöglicht.

ERGEBNISSE

Es lässt sich eine gute Resorption des BCP® je nach β -TCP/HA-Verhältnis feststellen. Die Resorption von β -TCP übertrifft die von HA. Die Bildung von Apatitkristallen, die denen des Knochens ähneln, weist auf einen Resorptionsprozess hin.

Es wird von folgendem Prozess ausgegangen:

- Versauerung der Mikroumgebung aufgrund der Wechselwirkung mit den Materialien.
- Auflösung des Calciumphosphats mit anschließender Bildung von karboniertem Hydroxylapatit, die parallel zur Bildung einer organischen Matrix erfolgt.
- Bildung einer extrazellulären Matrix.
- Mineralisierung von Kollagenfasern und Integration der Kristalle des karbonierten Hydroxylapatits in die umgebaute Knochenstruktur.

Die analysierte Grenzfläche ist somit nicht statisch, sondern dynamisch, d. h. in konstanter Entwicklung. Bei dieser Entwicklung kommen biomechanische Faktoren und die Knochenentwicklung zum Tragen. Es scheint, dass Implantate mit Calciumphosphat-Beschichtung die Knochenfixierung und die Bildung einer maximalen Kontaktfläche ohne fibröse Verkapselung beschleunigen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die drei verschiedenen BCP®-Formen weisen die gleiche Entwicklung im Zusammenhang mit dem Gewebe auf:

- 1. Die Auflösung von CaP führt zur Erhöhung der Calciumphosphat-Konzentration.
- 2. Bildung von CHA (Carbonat-Hydroxylapatit).
- 3. Verbindung der Carbonat-Apatit-Kristalle mit der organischen Matrix.
- 4. Auflösung der Kristalle in der Kollagenmatrix.

Schließlich tragen verschiedene chemische Prozesse zur Entwicklung des Gewebes und der Zellen bei und verstärken damit die Grenzfläche zwischen Implantat und Knochen.

Die BCP®-Behandlung ist eine biokompatible, resorbierbare Behandlung.

→ Alle Anthogyr-Implantate werden mit BCP® behandelt. Diese sorgt für eine gute Biokompatibilität mit dem periimplantären Bereich.

Die BCP®-Behandlung sorgt für eine gute Fixierung des Knochens am Implantat durch die Entwicklung einer Kollagenmatrix.

→ Anthogyr-Implantate fördern die Entwicklung einer Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat.

4 - ARTIKEL: A HISTOMORPHOMETRIC EVALUATION OF BONE-TO-IMPLANT CONTACT ON MACHINE-PREPARED AND ROUGHENED TITANIUM DENTAL IMPLANTS

Zeitschrift: Clinical Oral Implant Research, 1994, Vol. 5, p.202-206

STUDIENZIEL

- Bewertung des Drehmoments, das zum Entfernen eines Implantats nach der Implantation erforderlich ist.
- Verbindung auf Ebene des Drehmoments, das für den identifizierten Grad der Osseointegration belegt ist.
- Beurteilung der osseointegrativen Eigenschaften, eines mit Titanoxid behandelten Implantats im Vergleich zu lediglich maschinell bearbeiteten Implantaten.

ABSTRACT

Es wurden **zwei Implantattypen** verwendet, um im Kiefer von **Hunden Prämolaren** zu ersetzen. **2 und 4 Monate nach der** Insertion **wurde die Osseointegration bewertet**. Bei den getesteten **Implantaten** handelte es sich um mit **Titanoxid-Partikeln gestrahlte Implantate**, die mit **maschinell gefertigten Implantaten verglichen wurden**. Die allgemeine Erfolgsrate betrug 95 %. **Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Oberflächenbehandlung mit Titan, nach 4 Monaten, eine im Vergleich zu maschinell gefertigten Implantaten, effektivere Osseointegration bewirkt.**

STUDIE

Nach Albrektsson [1981] ist die **Osseointegration definiert als «direkter Kontakt zwischen einer belasteten Implantatoberfläche und Knochengewebe auf mikroskopischem Niveau»**. Die Retention des Implantats hängt von verschiedenen Faktoren ab, z. B. von der Biokompatibilität des Materials, vom chirurgischen Verfahren, dem Implantations situs und von biomechanischen Faktoren. Für eine erfolgreiche Osseointegration ist die anfängliche Stabilität wichtig.

METHODIK

Es wurden 20 Implantate gesetzt (10 maschinell gefertigte Implantate und 10 TioBlast-Implantate, d. h. mit Titandioxid-Partikeln gestrahlt).

Die Implantate wurden fünf zweijährigen Hunden inseriert. **Anschließend wurden die Zähne extrahiert, der jeweilige Situs genäht und 10 Tage später die Fäden wurden gezogen. Jeder Hund erhielt 4 Implantate, jeweils 2 (maschinell gefertigte Standardimplantate und 2 behandelte (mit Titandioxid-Partikeln gestrahlte) Implantate.** Nach 4 Monaten wurden die Hunde eingeschläfert. **Die Kiefer wurden entfernt und die Implantate 2 und 4 Monate nach Insertion analysiert.**

ERGEBNISSE

Von den 20 Implantaten verlief bei 19 die Platzierung erfolgreich. In 1 Fall wurde ein Implantatversagen festgestellt. Zwei Monate nach der Insertion, besteht hinsichtlich des Grades der Osseointegration kein wirklicher Unterschied zwischen maschinell gefertigten und mit Titan gestrahlten Implantaten. Gegenüber dem nicht signifikanten Unterschied bei der Osseointegration maschinell gefertigter Implantaten nach 2 bzw. 4 Monaten (40 % Kontaktfläche), wurde eine deutliche Verbesserung der osseointegrativen Eigenschaften, der mit Titandioxid gestrahlten Implantate, nach 4 Monaten festgestellt (Anstieg von 40,5 % auf 65,1 %).

Anthogyr-Implantate werden mit BCP® (HA + β -TCP) behandelt. Sie sorgen für eine rasche Osseointegration, da ihre raue Oberfläche eine deutlich bessere Retention des Implantats ermöglicht.

Somit fördert die Behandlung der Anthogyr-Oberfläche die Osseointegration.

- Die BCP®-Behandlung sorgt im Vergleich zu lediglich maschinell bearbeiteten, nicht behandelten Implantaten, für eine gute Integration.

Autoren: E.GOYENVALLE, E.AGUADO, R.COINET, X.BOUGES, G.DACULSI

5 - ARTIKEL: CALCIUM PHOSPHATE CERAMIC BLASTING ON TITANIUM SURFACE IMPROVES BONE INGROWTH.

Zeitschrift: Key engineering materials, 2008, Vols. 361-363, p.1351-1354

STUDIENZIEL

- Beurteilung der osseointegrativen Eigenschaften eines mit BCP® behandelten Implantats.
- Bewertung der Zytotoxizität der BCP®-Behandlung.

ABSTRACT

Die **Oberflächenrauigkeit** eines Implantats, kann durch Strahlung **mit Silizium- oder Aluminiumpartikeln erzielt** werden. **Diese Behandlungsform führt dabei zu einer Verunreinigung des periimplantären Gewebes.** Die **BCP®-Behandlung führt zu einer biokompatiblen Erosion** der Implantatoberfläche, **ohne zytotoxische Elemente** entstehen zu lassen. **Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die BCP®-Oberflächenbehandlung für eine rasche und wirkungsvolle Osseointegration ohne Verunreinigungen sorgt.**

STUDIE

Die Rauigkeit eines Implantats beeinflusst das Verhalten der Zellen. Einerseits fördert die Rauigkeit die Fixierung der Zellen am Knochen, andererseits verschlechtert die, die Aktivität und Funktion der Zellen.

Es wurden Implantate aus Titan (Grad V) bewertet.

ERGEBNISSE

Die ausschließlich **maschinell bearbeiteten Implantate wiesen eine glatte Oberfläche auf.** Nach 6 Wochen war **keine überzeugende Fixierung der osteogenen Zellen** festzustellen. Nach 12 Wochen wurde ein direkter Kontakt zwischen Knochen und Implantat beobachtet.

Demgegenüber wiesen die mit BCP® gestrahlten Implantate eine sehr raue und unregelmäßige Oberfläche auf. Sowohl nach 6 als auch nach 12 Wochen, wurde ein **direkter Kontakt mit dem Knochen für eine perfekte Osseointegration und eine gute Stabilität festgestellt.** **Ferner wurde keine Verunreinigung** mit Ca (Calcium) oder P (Phosphor) **beobachtet**, was auf eine Ultrareinheit der BCP®-Implantate hinweist.

BCP® ist biokompatibel und osteokonduktiv. Es bewirkt keinerlei Verunreinigung der Oberfläche durch zytotoxische Elemente. Außerdem scheint es die **Aktivität und Reaktivität von Zellen zu bewahren.**

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die **Oberflächenbehandlung für eine rasche und wirkungsvolle Osseointegration ohne Verunreinigungen sorgt.** Sie stellt eine gute Alternative dar, wenn Oberflächen behandelt werden sollen.

Anthogyr-Implantate werden mit BCP® (HA + β -TCP) behandelt. Sie sorgen für eine rasche Osseointegration, ohne Verunreinigungen zu verursachen, die das periimplantäre Gewebe angreifen.

- **Die BCP®-Behandlung fördert eine gute Integration und sorgt für eine ultrareine Oberfläche.**
Bei den getesteten Implantaten handelt es sich um Implantate aus Titan Grad V, die die gleiche Zusammensetzung wie Axiom®-Implantate von Anthogyr aufweisen.
- **Unsere Implantate entsprechen perfekt den in dieser Studie vorgestellten Ergebnissen.**

6 - ARTIKEL: INTEGRATION OF SCREW IMPLANTS IN THE RABBIT. A 1-YEAR FOLLOW-UP OF REMOVAL TORQUE OF TITANIUM IMPLANTS.

Zeitschrift: The international Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 1987, Vol.2, p.69-75

STUDIENZIEL

- Beurteilung des zur Entfernung eines Implantats, nach der Implantation erforderlichen Drehmoments.
- Bestimmung des Verhältnisses zwischen Drehmoment und dem festgestellten Grad der Osseointegration.

ABSTRACT

Es wurden Implantate in der Tibia von Kaninchen platziert. Nach einer Einheilphase von 3 Wochen, wurde der Grad des erforderlichen Drehmoments nach 1, 3, 6 und 12 Monaten ermittelt.

Aus der Studie ergibt sich die Schlussfolgerung, dass im Laufe der Zeit eine graduelle Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat stattfindet. Zum Entfernen des Implantats muss daher ein größeres Drehmoment angewendet werden.

STUDIE

Gründe für ein Versagen können auch in Herstellungsfehlern am Implantat oder in unreinen Implantaten liegen. Ziel der vorliegenden Studie ist die Ermittlung des Drehmoment, das zum Entfernen eines Implantats erforderlich ist, um es zum Grad der Osseointegration von Bränemark-Titanimplantaten in Beziehung zu setzen.

METHODIK

Es wurden **25 Kaninchen** (von 9 bis 12 Monaten) in die Studie aufgenommen. Diese wurden entsprechend der Tötung nach 3 Wochen und nach 1, 3, 6 bzw. 12 Monaten in **5 Gruppen aufgeteilt**.

Zwischen 3 Wochen und 1 Jahr, nach der Insertion, wurde der jeweilige Implantationssitus erneut geöffnet. Anschließend wurde das zum **Entfernen des Implantats erforderliche Drehmoment, direkt von der Anzeige eines Manometers abgelesen. Danach wurde nach dem Abtrennen der Gliedmaßen der Knochen-Implantat-Kontakt beurteilt.**

Durch den Vergleich der Messergebnisse für das Drehmoment mit denen des Knochen-Implantat-Kontakts, wurde das Verhältnis zwischen Osseointegration und dem beim Entfernen erforderlichen Grad des Drehmoments ermittelt.

ERGEBNISSE

Es wurde festgestellt, dass **der zum Entfernen des Implantats erforderliche Grad des Drehmoments, im Laufe der Zeit zunimmt** (zwischen 10,8 Ncm nach 3 Wochen und 88 Ncm nach einem Jahr). Im Hinblick auf die Beurteilung der Osseointegration, **zeigen die Ergebnisse ebenfalls eine Erhöhung des Prozentwertes für den Knochen-Implantat-Kontakt** (von 20 % nach einem Monat auf 85 % nach einem Jahr).

Die beobachteten Abweichungen der Werte deuten darauf hin, dass es einen Unterschied bei der Knochenentwicklung verschiedener Tierarten geben kann. Die Zellaktivität kann im Übrigen durch eine Knochenentwicklung von ca. 3 Monaten erklärt werden.

SCHLUSSFOLGERUNG

Es besteht offensichtlich eine Beziehung zwischen der Osseointegration und dem zum Entfernen des Implantats erforderlichen Drehmoment. So konnte festgestellt werden, dass die einzusetzende Kraft im Laufe der Zeit mit der Vergrößerung des Knochen-Implantat-Kontakts zunimmt.

Die obigen Beobachtungen haben gezeigt, wie wichtig die postchirurgische Phase ohne Belastung des Implantats ist. **Jedoch zeigt die Studie auch, dass es auf individuelle Herangehensweisen ankommt.**

Die Beziehung zwischen Osseointegration und Drehmoment wurde belegt. Bei rascher Osseointegration ist die Retention des Implantats von größerer Bedeutung und erfordert zum Entfernen eine größere Drehkraft.

- Die BCP®-Behandlung der Anthogyr-Implantate sorgt für eine bessere Osseointegration und damit für eine raschere Retention.

Autoren: L. LE GUEHENNEC, A.SOUeidAN, P.LAYROLLE, Y. AMOURIQ

7 - ARTIKEL: SURFACE TREATMENTS OF TITANIUM DENTAL IMPLANTS FOR RAPID OSSEOINTEGRATION

Zeitschrift: Dental Materials, 2007, Vol. 23, p.844-854

STUDIENZIEL

→ Verständnis der Wechselwirkungen von Proteinen, Zellen und Gewebe mit der Implantatoberfläche.

Die **Rauigkeit des Implantats** fördert die Knochenverankerung und **biomechanische Stabilität**. Die Behandlung mit Calciumphosphat fördert die Knochenresorption und eine rasche Knochenfixierung. Die **Zusammensetzung der Oberfläche**, ihre **Benetzbarkeit** und **Rauigkeit**, spielen eine wichtige Rolle in der **Interaktion zwischen Implantat und Knochen** und damit für die Osseointegration des Implantats. Die **Implantate** werden überwiegend aus **Titan (Grad IV) oder einer hieraus bestehenden Legierung gefertigt, um eine größere Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten**. Je hydrophiler das Implantat ist, desto besser ist die Osseointegration. In zahlreichen Studien wurde belegt, dass die **mechanische Stabilität** und die **primäre Fixierung** durch eine **raue Oberfläche** – im Vergleich zu einer glatteren Oberfläche – **gefördert** werden. Eine **zu raue Oberfläche** kann jedoch das **Risiko einer Periimplantitis** mit sich bringen.

Eine klinische Studie hat gezeigt, dass es **keinen signifikanten Unterschied zwischen einem Implantat der Typen SLA (Straumann) und TPS (Titanium Plasma Spray) gibt**. Demgegenüber ist die Implantat-Knochen-Kontaktfläche, mit TPS-Behandlung einer Oberfläche, mit auf dem Implantat aufgetragenem HA-Pulver (Hydroxylapatit) unterlegen.

Die Sandstrahltechnik führt zu sehr guten Ergebnissen:

3 Möglichkeiten:

- **Aluminium - ERGEBNIS: Gut im Hinblick auf die Integration; es wurden JEDOCH Ablagerungen und Rückstände festgestellt.**
- **Titandioxid - ERGEBNIS: Bessere Ergebnisse nach der entsprechenden Oberflächenbehandlung im Vergleich zu einer Behandlung im Rahmen bloßer maschineller Fertigung.**
- **Biokompatibles, resorbierbares Material (z. B. BCP®) - ERGEBNIS: Besserer Implantat-Knochen-Kontakt im Vergleich zur klassischen maschinellen Fertigung; anderen Sandstrahlverfahren jedoch ebenbürtig. Keine potenziell toxische Verunreinigung (im Vergleich zu Aluminium).**

SÄUREBEHANDLUNG UND PASSIVIERUNG DER OBERFLÄCHE SIND VON NUTZEN

Es wurde aufgezeigt, dass eine **geätzte Oberfläche stärker osteokonduktiv ist und die Entwicklung des Fibrins und der Osteoblastenzellen fördert**. Außerdem haben weitere Studien gezeigt, dass **Ätzen eine schwächere Knochenresorption bewirkt, als bloße maschinelle Fertigung**. Hydrophile Eigenschaften der Oberfläche können schließlich den Implantat-Knochen-Kontakt verbessern – oder aber nicht. **Je hydrophiler die Oberfläche ist, desto besser ist der Kontakt**.

KÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN AUF DEM GEBIET DER OBERFLÄCHENBEHANDLUNGEN

Derzeit geht der Trend in Sachen Oberflächenbehandlung in Richtung einer Änderung des Definitionsmaßstabs für Rauigkeit. Demnach tritt die **Rauigkeit einer Oberfläche im Nanobereich in den Vordergrund, um eine bessere Entwicklung der Zell- und Osteoblastenaktivitäten zu fördern**.

EINBEZIEHUNG EINER AKTIVEN MEDIKAMENTÖSEN BEHANDLUNG

Dieses Konzept kann durch **Einbeziehung eines Wirkstoffs umgesetzt werden, der die Entwicklung von Knochenproteinen anregt**. Der festgestellte Grenzbereich ist dabei die allmähliche, nicht sofortige Auflösung des Wirkstoffs. Zudem könnte eine Überproduktion der Proteine, ungünstige Auswirkungen nach der Vernarbung und Osseointegration haben.

Es könnte ebenfalls möglich sein, die **Oberfläche des Implantats mit Molekülen zu versehen, die wie Bisphosphonat die Knochenresorption einschränken**. Studien haben keine ungünstigen bzw. negativen Effekte belegen können. Das **osseointegrative Potenzial scheint sich jedoch nicht in ausreichendem Maße zu unterscheiden**. Außerdem dürfte die ideale Moleküldosis zur Einschränkung der Knochenresorption von der Zunahme der Knochendichte im periimplantären Knochen abhängen, da Bisphosphonat konzentrationsabhängig ist.

SCHLUSSFOLGERUNG

Es gibt bei Implantaten zahlreiche Möglichkeiten der Oberflächenbehandlung. Im Allgemeinen sind all diejenigen effektiv, mit deren Hilfe eine relativ große Rauigkeit erzielt werden kann. Allerdings sind die durchgeführten Studien im Allgemeinen empirisch und nicht wirklich normalisiert. Demzufolge können die Gründe, die die Rolle der Behandlungen für die Osseointegration erhellen würden, nicht genau ermittelt werden. Zudem liegen nur wenige komparative Studien für verschiedene Implantate vor, in denen unterschiedliche Oberflächenbehandlungen untersucht werden.

Die Anthogyr-Implantate werden mit BCP® behandelt. Damit sorgen sie für einen guten Implantat-Knochen-Kontakt.

→ Alle Anthogyr-Implantate fördern im Vergleich zu klassischen Oberflächenbehandlungen die Osseointegration, da sie eine hervorragende Rauigkeit und Benetzbarkeit aufweisen.

Autoren: L. LE GUEHENNEC, M.A. LOPEZ-HEREDIA, B. ENKEL, P. WEISS, Y. AMOURIQ, P. LAYROLLE

8 - ARTIKEL: OSTEOLASTIC CELL BEHAVIOUR ON DIFFERENT TITANIUM IMPLANT SURFACES

Zeitschrift: Acta Biomateriala, 2008, Vol.4, p.535-543

STUDIENZIEL

→ Bewertung des Verhaltens der Osteoblastenzellen auf 4 Implantattypen.

ABSTRACT

Die Osseointegration wird durch die Wechselwirkung zwischen den Zellen und der Oberflächenbehandlung des Implantats bestimmt. Es wurden 4 verschiedene Implantattypen untersucht:

- 1. Maschinell gefertigtes und poliertes Implantat
- 2. Aluminiumgestrahltes Implantat
- 3. BCP®-gestrahltes Implantat
- 4. SLA-behandeltes Implantat

Ziel der Studie war die Bewertung des Verhaltens von Osteoblastenzellen auf 4 Implantattypen.

Den Studien zur Topographie und Benetzbarkeit der Implantate zufolge weist das BCP®-Implantat die raueste Oberfläche auf; die hydrophilste Oberfläche findet sich hingegen beim aluminiumgestrahlten Implantat und die hydrophobste Oberfläche ist die SLA-Oberfläche.

Alle Oberflächen wurden mit Kohlenstoff und Titandioxid verunreinigt. **Aluminiumgestrahlte Implantate wurden mit Aluminium verunreinigt, wohingegen die BCP®-Implantate rau und unkontaminiert blieben.**

Die Gruppen 3 (BCP®) und 4 (SLA) wiesen eine gute Zellaktivität auf, wobei sich nach 2 Tagen eine Zellentwicklung beobachten ließ. Die Zellen weisen dabei Erweiterungen auf.

Die **Lebensfähigkeit der Zellen** in Gruppe 1 (maschinell gefertigt und poliert) und 2 (aluminiumgestrahlt) war miteinander vergleichbar, jedoch größer als in Gruppe 3 (BCP®) und 4 (SLA).

STUDIE

Die Herausforderung besteht darin, Osteoblasten zu binden und zu halten, um den Knochen-Implantat-Kontakt zu optimieren. Es wurde bereits aufgezeigt, dass die **Adhäsion der Osteoblasten mit der Rauigkeit der Oberfläche und ihrer Energie zusammenhängt**. Ziel ist es, Faserproteine aufzufangen. Es wurden **Aluminiumpartikel festgestellt**. Diese Verunreinigung kann den Prozess der Osseointegration behindern.

Eine andere Methode der biokompatiblen Sandstrahlung (BCP®) sorgt für **Oberflächenrauigkeit mit resorbierbaren Materialien**.

METHODIK

Die Implantate werden angefertigt und mit Siliciumcarbid poliert. SLA-Implantate wurden nach einer Aluminiumbehandlung von Straumann zur Verfügung gestellt. Die BCP®-Implantate wurden mit einem biokompatiblen und resorbierbaren Material gestrahlt, das aus HA und β-TCP besteht. Jedes Experiment wurde viermal in jeder Gruppe durchgeführt. Die Beurteilung der Lebensfähigkeit der Zellen fand nach 4, 8 und 15 Tagen durch kolorimetrische Messung statt. Sämtliche Statistiken werden mit einem Repräsentativitätskoeffizienten unter 0,05 (P<0,005) erstellt.

ERGEBNISSE

Bei Strahlung mit Aluminium ist eine raue Oberfläche vorhanden. Es wurde jedoch auch eine Verunreinigung festgestellt. **BCP®- und SLA-behandelte Oberflächen weisen jeweils unregelmäßige Topographien auf. BCP®-Implantate sind mit aluminiumgestrahlten Implantaten vergleichbar, jedoch wurde keine Verunreinigung festgestellt.** Die Zellen breiten sich auf rauen Oberflächen weniger gut als auf glatten aus.

Zellerweiterungen treten auf SLA-Implantaten in größerer Zahl auf, als auf BCP®- oder aluminiumgestrahlten Implantaten.

Die Ergebnisse zeigen ebenfalls eine **größere Lebensfähigkeit der Zellen, bei maschinell gefertigten bzw. SLA- und BCP®-behandelten Oberflächen**. Nach 4 Tagen ist keine signifikant abweichende Zellaktivität zu beobachten.

Demgegenüber wiesen SLA- und BCP®-Implantate nach 8 und 15 Tagen eine etwas größere Aktivität und Lebensfähigkeit der Zellen auf.

SCHLUSSFOLGERUNG

Alle untersuchten Oberflächen waren bei jedem gestrahlten Material zytokompatibel. Die BCP®-Behandlung sorgt durch Verwendung eines resorbierbaren, biokompatiblen Materials für Oberflächenrauigkeit. Das Verhalten der Osteoblastenzellen war bei BCP®- und SLA-behandelten Implantaten vergleichbar.

Die BCP®-Behandlung ist eine Oberflächenbehandlung, mit der eine optimale Rauigkeit erzielt werden kann. Als Folge ist eine bessere Zellfixierung festzustellen.

→ Alle Anthogyr-Implantate werden mit BCP® behandelt.

Gegenüber dem Strahlen mit Aluminium (Straumann bzw. Astra Tech) entsteht bei BCP® keine Verunreinigung der Oberfläche.

→ Anthogyr-Implantate sind ultrarein und behindern den Prozess der Osseointegration nicht.

Die Lebensfähigkeit der Zellen ist bei den BCP®- und SLA-behandelten Oberflächen höher, als bei glatten bzw. aluminiumgestrahlten Oberflächen.

→ Anthogyr-Implantate sorgen für eine bessere Zellentwicklung und optimieren dadurch die Osseointegration.

Autoren: D.A. PULEO, M.V. THOMAS

9 - ARTIKEL: IMPLANT SURFACES.

Zeitschrift: The dental clinics of North America, 2006, Vol.50, p.323-338

In den USA werden jedes Jahr durchschnittlich 300.000 Implantate gesetzt. Es lassen sich mehr als 220 Markennamen auflisten, zu denen etwa 80 Anbieter auf dem Markt gehören, was insgesamt 2.000 Implantate ergibt.

Das Ziel besteht in der Implantologie darin, eine kontrollierte, gesteuerte und rasche Integration im benachbarten Gewebe zu fördern. Die Literatur im orthopädischen Bereich weist darauf hin, dass im periimplantären Gewebe bzw. im Urin Spuren von Metallen zu finden. Über Langzeitwirkungen ist nichts bekannt.

Die besagten Spuren können jedoch toxisch für die Gesundheit sein und Überempfindlichkeitsreaktionen auslösen.

Es findet keine Wechselwirkung zwischen Zellen und bloßer Oberfläche statt. Der Erfolg der Implantatinserterion hängt somit von der beobachteten Wechselwirkung zwischen Knochen und Weichgewebe statt.

Im apikalen Bereich ist das erfolgreich platzierte Implantat von Knochen umgeben. Es gibt zwei Arten der Knochenbildung:

- Auf der benachbarten Knochenoberfläche = Distanz-Osteogenese.
In diesem Fall: Bildung einer osteogenen Zellmatrix.
- Direkt auf der Implantatoberfläche = Osteogenese.
In diesem Fall: Die Zellen lagern sich direkt auf dem Implantat ab und bilden eine Knochenmatrix.

OSSEOINTERGRATION VS OSTEOKONDUKTION

Die Osseointegration ist definiert als Wechselwirkung zwischen Knochen und Implantat, ohne Interaktion von Zwischengewebe. Seit kurzem wird Osseointegration als direkte strukturelle und funktionale Verbindung definiert.

Osteokonduktion bezeichnet die chemische Integration des Implantats im Knochengewebe. Dieser Begriff ist im Gegensatz zum Begriff Osseointegration nicht weit verbreitet.

Es gibt zwei Kategorien:

- Physische Eigenschaften (Topographie und Morphologie).
- Chemische Eigenschaften.

Die mechanische Wechselwirkung zwischen Knochen und texturierter Implantatoberfläche kann eine Osseointegration ermöglichen. Die chemische Interaktion zwischen Knochen und Implantatoberfläche bewirkt eine Osteokonduktion.

PHYSISCHE EIGENSCHAFTEN - TOPOGRAPHIE DER OBERFLÄCHEN

Die Topographie wird hauptsächlich anhand des Parameters R_a beurteilt. Weitere Werte, die analysiert werden können: R_q (durchschnittliche Fläche der oberen Mulde) und R_{max} (maximale Rautiefe von der Spitze bis zur oberen Mulde).

Poröse Materialien sind beispielsweise sehr rau. Im Allgemeinen kommt es auf die Größe der Poren an.

In Studien zu bioaktiven Materialien konnte eine gute Entwicklung der Knochenzellen in Poren mit reduzierter Größe aufgezeigt werden. Darüber hinaus wurde eine intensivere Zellaktivität beobachtet.

CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN - CHEMIE DER OBERFLÄCHEN

Im Allgemeinen werden Implantate aus reinem Titan angefertigt, wobei auch neue Legierungen eingesetzt werden. Dieses Material wird aufgrund seiner Biokompatibilität eingesetzt, da eine chemische Reaktion entsteht, wenn es mit Sauerstoff in Berührung kommt. Diese Reaktion kann durch den Hersteller ausgelöst werden, wenn er das Implantat in eine saure Lösung taucht. Hierbei spricht man von Passivierung.

Durch diesen Schritt wird die Oberflächenenergie verändert und eine Reaktion von Zellen und Gewebe erzeugt.

Calciumphosphat wurde extensiv untersucht, da seine chemischen Eigenschaften denen des Knochenminerals ähneln.

VERBREITETE IMPLANTATSYSTEME

Maschinell gefertigte Implantate, z. B. Brånemark, haben sich in der klinischen Praxis bewährt. Jedoch sind sie überwiegend glatt bzw. weisen eine geringe Rauigkeit auf.

Durch Experimente und klinische Demonstrationen, ihrer besseren Integration im Gewebe, stehen raue Implantate heutzutage im Zentrum der Aufmerksamkeit.

Die Rauigkeit von Implantaten wird hauptsächlich durch die Techniken der Sandstrahlung, Passivierung oder eine Verbindung aus Sandstrahlung und Passivierung erzielt.

SANDSTRAHLUNGSTECHNIKEN

Die TiUnite-Oberfläche (Nobel) wird durch Elektrolyse hergestellt, die eine Oxidation des Titans bewirkt. Auf diese Weise erstreckt sich die Rauigkeit von der Spitze zur Mulde der Unebenheit. Eine neuere Studie zeigte 18 Monate nach der Implantatinsertion einen Erfolgsquote von 100 %.

Eine andere Technik namens **D.A.E** besteht in der Verwendung von zwei Säuren (Salz- und Schwefelsäure). Die entsprechende Textur ist nicht einheitlich, ermöglicht im Vergleich zu lediglich maschinell bearbeiteten Implantaten aber einen besseren Knochenkontakt. Der Vorteil einer **D.A.E**-Behandlung besteht darin, dass hierdurch eine schnellere Belastung möglich ist.

Bei einer weiteren Technik schließlich werden Hydroxylapatitpartikeln pulverisiert, um die Oberflächenstruktur des Implantats und seine chemische Zusammensetzung zu verändern. Klinische Dokumente haben bereits auf gute Ergebnisse, ohne wirkliche Unterschiede, in den parodontalen Messungen hingewiesen.

Zu den rauesten Implantaten zählen die **T.P.S**-behandelten Implantate (Titanium Plasma Spray). Bei diesem Verfahren wurden Titanpartikel im periimplantären Bereich festgestellt.

ZUSAMMENFASSUNG

Implantate sind in zahlreichen Formen, Größen und Längen und mit einem breiten Spektrum an Materialien erhältlich.

Bei der Suche nach einem osteokompatiblen Implantat spielt die Veränderung der Oberfläche eine Rolle, bei der Moleküle integriert werden.

Es wurde aufgezeigt, dass die Zugabe von Proteinen die Knochenentwicklung, im Kontakt mit der Grenzfläche des peripheren Gewebes, fördert.

Diese Studie dient hauptsächlich dem Verständnis und der Charakterisierung der unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen bei Implantaten.

→ Es wurden keine besonderen Schlussfolgerungen gezogen.

Autoren: DR B.GROSGOGEAT & P.RENOUD

10 - STUDIE: EVALUATING AND COMPARING THE CYTOCOMPATIBILITY OF THREE IMPLANT SURFACES

Mündliche Kommunikation: Europerio, April 2012

STUDIENZIEL

→ IN-VITRO-Beurteilung und Vergleich des Einflusses von 3 Oberflächenbeschaffenheiten bei Implantaten auf die Zytokompatibilität von Zellen humaner Herkunft.

Drei Typen von Titan-Pellets (mit **BCP**®-Partikeln gestrahlte Oberfläche, mit [rauen] Glaspartikeln gestrahlte Oberfläche und [glatte] Oberfläche aus reinem Titan) wurden in Kulturgefäßen platziert, in denen zuvor Osteoblasten kultiviert worden waren.

Nach 2, 5 und 8 Tagen wurde eine Zellzählung und 2 Tests* durchgeführt, mit deren Hilfe die Lebensfähigkeit der Zellen beurteilt werden konnte.

Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass der Zellen mit dem **BCP**®-gestrahlten Titan Folgendes bewirkt:

- Eine signifikant bessere Zellentwicklung ab Tag 5.
- Eine signifikant größere Gesamt-Proteinmenge ab Tag 8, die auf eine größere Aktivität des Zellstoffwechsels und damit eine größere Lebensfähigkeit der Zellen hinweisen.
- Eine signifikant größere Anzahl lebensfähiger Zellen ab Tag 2.

Die rasterelektronenmikroskopische Betrachtung bestätigt die größere Affinität der Zellen für die Beschaffenheit **BCP**®-gestrahlter Oberflächen. Die Zellen sind ohne genaue Ausrichtung weit verstreut, wodurch sich ab Tag 2 ein dichtes Netz von Zellen bilden kann, mitunter in mehreren Schichten. Bei den anderen Oberflächenbeschaffenheiten tritt ein Zusammenströmen der Zellen erst an Tag 8 ein.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die verschiedenen Tests haben gezeigt, dass die Beschaffenheit **BCP**®-gestrahlter Oberflächen eine bessere Zytokompatibilität als glatte und raue Titanoberflächen ermöglichen.

Da diese biomimetische Oberfläche über eine Topographie und Zusammensetzung verfügt, die anscheinend die Biointegration des Implantats fördern, könnte es von Interesse sein, sie mit einer aktiven Substanz zu kombinieren. Auf diese Weise kann möglicherweise die Bioaktivität der Oberfläche erhöht und damit ihre Osseointegration gefördert werden.

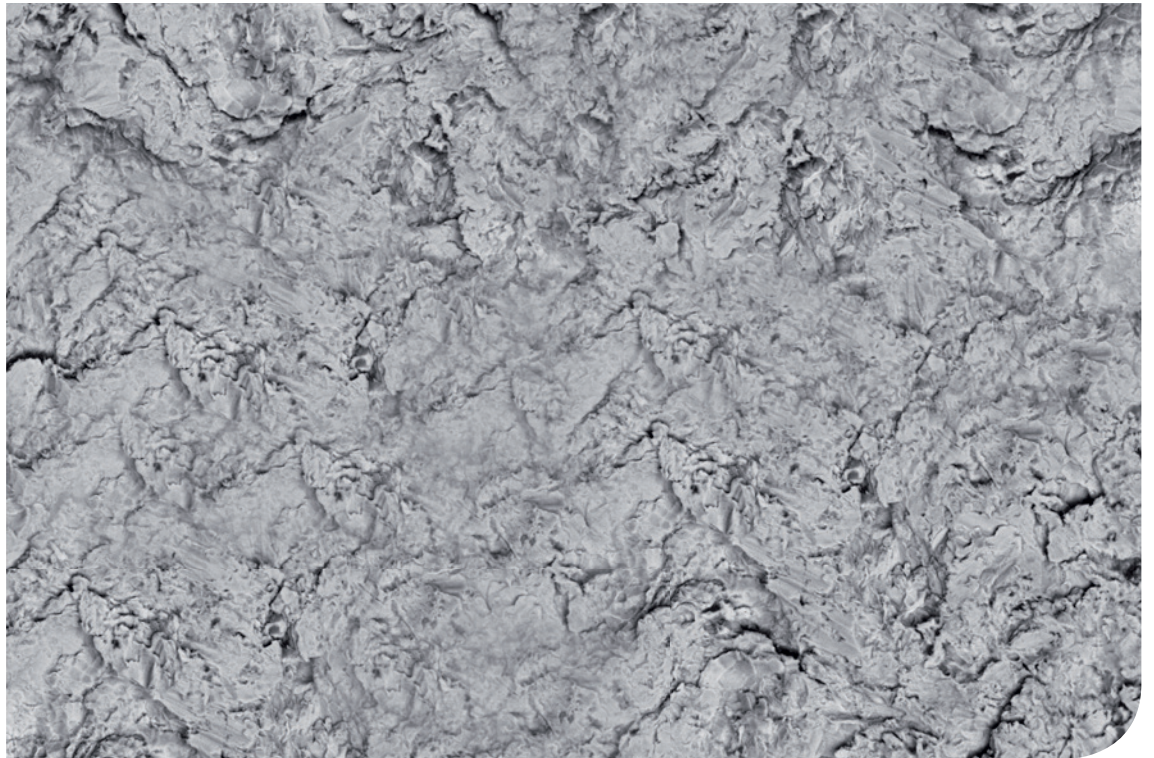
Die BCP®-Oberflächenbehandlung sorgt für eine bessere Zellproliferation und eine stärkere Entwicklung der lebensfähigen .

→ Anthogyr-Implantate Ermöglichen eine bessere Osseointegration.

Die Zellen entwickeln sich auf stärker zufallsbedingte Art und in größerer Anzahl als bei anderen Oberflächenbehandlungen.

→ Anthogyr-Implantate sorgen ausserdem für eine bessere Retention dank BCP®-Behandlung.

*Bei den durchgeführten Tests handelt es sich um Standardtests (ISO-Norm 10993), mit deren Hilfe die Proliferation und Lebensfähigkeit von Zellen beurteilt werden können.



C130 - 2017-10

Bildnachweis: Anthogyr - Alle Rechte vorbehalten

ANTHOGYR GMBH

Hanauer Landstraße 291 B
60314 Frankfurt am Main - GERMANY
Tel: +49 69 710 475 195 - Fax: +49 69 710 475 200
info.deutschland@anthogyr.com

www.anthogyr.de

**Anthogyr**
PRIME MOVER IN IMPLANTOLOGY