



Ein Implantat löst sich auf

Viele Ersatzteile, die in unseren Körper eingesetzt werden, müssen wieder raus. Magnesium macht Operationen überflüssig

TEXT: RABEA OSOL

Ein Stent ist oft die einzige Chance, einen Herzinfarkt zu verhindern oder gar zu überleben. Das millimetergroße Metallröhrchen wird in das verstopfte Herzkranzgefäß eingesetzt. Es hält das Gefäß offen und stabilisiert das verletzte Gewebe. So kann das Blut wieder ungehindert zum Herzmuskel fließen, und die Gefäßwand sich regenerieren. Doch auf Dauer stellt der Stent als Fremdkörper ein Hindernis dar. Gefäßzellen können sich darauf absetzen, sodass die Blutbahn zuwächst. Außerdem regt das Metall die Blutgerinnung an, was einen erneuten Thrombus verursachen kann. Das Problem: Ein Stent kann nicht mehr entfernt werden. Er muss an Ort und Stelle bleiben – es sei denn, er ist aus Magnesium.

Magnesium kennen viele als Pulver mit Zitronengeschmack, das gegen Muskelkrämpfe hilft. Dass es als medizinisches Implantat auch Leben retten kann, wissen die Wenigsten. Die Besonderheit: Es löst sich im Körper auf, sobald es seine Aufgabe erfüllt hat. Bei einem Stent ist das der Fall, wenn das Gefäß wieder verheilt und intakt ist. Magnesium kann aber auch in Form von Schrauben oder Platten gebrochene Knochen zusammenhalten, bis sie wieder miteinander verwachsen sind.

Am Helmholtz-Zentrum Hereon in Geesthacht entwickeln Forscher und Forscherinnen solche Magnesium-Implantate. »Wir wollen verstehen, wie sich die Biologie des Körpers auf das Material auswirkt und umgekehrt. Es geht immer um die Wechselwirkung«, sagt Thomas Ebel vom Institut für Metallische Biomaterialien.

Magnesium ist ein Metall, das natürlich im Körper vorkommt. Wird es als Implantat eingesetzt,

PM. & HEREON

Das Helmholtz-Zentrum »Hereon« in Geesthacht betreibt Spitzenforschung auf Weltniveau. Jeden Monat berichtet P.M. exklusiv über die neuesten Projekte. Zum Nachhören auch in unserem Podcast »Hereon Academy«

baut der Körper es ab. Bei Knochenbrüchen kann es sogar den Zellaufbau fördern und die Heilung beschleunigen. Überschüssiges Magnesium scheidet der Körper aus. Der Vorteil: Patienten müssen sich keiner zweiten Operation unterziehen, um das Implantat entfernen zu lassen. Bei herkömmlichen Modellen aus Titan, Edelstahl oder Kobalt-Chrom ist das bei jedem dritten Patienten nötig.

Damit Magnesium-Implantate ihren Zweck erfüllen, müssen sie für eine bestimmte Zeit stabil im Körper bleiben. Meist sind das drei bis sechs Monate. Es gibt verschiedene Faktoren, über die sich die Auflösung beeinflussen lässt: die Zusammensetzung, die Herstellungsweise und die Beschichtung. Thomas Ebel und sein Team erforschen alle drei Bereiche. Sie geben zum Ausgangsmaterial Magnesium in geringen Mengen weitere Stoffe hinzu, zum Beispiel Zink, Kalzium oder Silber. Diese Legierungen kann der Körper ebenfalls abbauen, jedoch langsamer. Das Implantat wird mechanisch stabiler. Obendrein haben die Elemente heilungsfördernde Wirkungen. Silber ist antiseptisch, Kalzium und Zink regen den Knochenaufbau an.

Um ein Implantat herzustellen, wird das Metallgemisch erhitzt, verflüssigt und in Stangenform gegossen. Abgekühlt kommt es in eine Strangpresse, durch die es in die Form des Implantats gepresst und anschließend gefräst wird. Eine andere Herstellungsweise ist das Sintern. Dabei wird die Legierung als feines Metallpulver mithilfe eines Bindemittels formbar gemacht und per 3-D-Druck in die Geometrie des Implantats gebracht. Das Resultat wird wieder erhitzt und das Bindemittel herausgebrannt – ähnlich wie beim Töpfern. Zurück bleibt ein rein



Zwei Prototypen von Magnesium-Schrauben. Die rechte wurde mittels Druckguss hergestellt, die linke gesintert. Beim Sintern wird Granulat aus Metallpulver bis knapp unter den Schmelzpunkt erhitzt und unter hohem Druck in Form gebracht

metallisches Endprodukt. Manchmal bekommt das Implantat noch eine Beschichtung, um die Auflösung zu verzögern. Sie besteht aus Metall, Keramik oder Kunststoff.

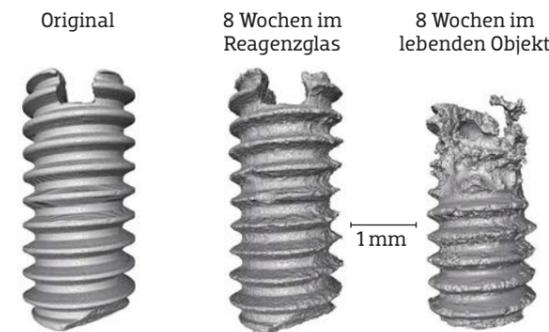
Die Forscher stellen derzeit verschiedene Prototypen her und bringen sie im Labor mit menschlichen Zellen in Kontakt. Wie reagieren die Zellen auf das Material? Welche Auswirkungen könnte das im Körper haben? Diese Fragen versuchen sie zu beantworten. Und das ist oft schwierig: »Wie ein echter Patient auf ein Implantat reagiert, hängt von vielen Faktoren ab. Das ist eine sehr individuelle und komplexe Sache«, erklärt Thomas Ebel.

Tatsächlich nutzen Mediziner Magnesium-Implantate schon seit Jahren, aber es sind kaum zugelassene Modelle auf dem Markt. So werden Knochenschrauben zum Beispiel nur bei speziellen Brüchen im Fuß verwendet. Denn ihre Anwendung lässt sich nicht einfach übertragen. Bei einer anderen Verletzung an einer anderen Stelle im Körper könnten sie eine unterschiedliche Wirkung entfalten – und die Heilung womöglich gefährden.

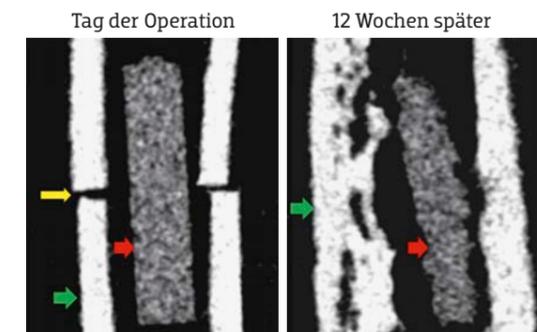
Um die Anwendung von Magnesium-Implantaten erweitern zu können, braucht es noch mehr Wissen über ihr Zusammenspiel mit der menschlichen

FOTOS: HEREON/STEFFEN NIEMANN, HEREON (3)

AUFLÖSUNG DER SCHRAUBEN



Magnesium-Schrauben lösen sich unterschiedlich schnell auf. Die mittlere war bei 37 Grad einer Zellkultur ausgesetzt, die rechte befand sich im Körper



CT-Scans der Oberschenkelfraktur einer Ratte. Rechts ist zu sehen, wie der Abbau des Magnesium-Implantats in zwölf Wochen voranging. Wo die Fraktur zu sehen war, hat sich eine geschlossene Knochenstruktur gebildet

Biologie. Dieses Wissen will das Hereon liefern. »Unser Ziel ist es, dadurch die Zulassung neuer Magnesium-Implantate zu erleichtern«, sagt Thomas Ebel. Erste Prototypen werden an Ratten getestet. Weit größere Hoffnung setzt Thomas Ebel aber in den Digitalen Zwilling.

In der Medizin ist er das virtuelle Abbild eines Patienten oder einer Patientin. Es wird mit Computersimulationsmodellen und Künstlicher Intelligenz erstellt und umfasst alle individuellen Eigenschaften der jeweiligen Person. Mit den Daten kann man ein Implantat entwickeln, das optimal auf den jeweiligen Körper angepasst ist.

Noch gibt es den Digitalen Patienten-Zwilling in seiner Vollendung nicht. Doch die Forscher am Hereon arbeiten unter Hochdruck daran. Dabei kooperieren sie mit der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und dem Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, die Patientendaten zur Verfügung stellen. Laut Thomas Ebel könnte der Digitale Patienten-Zwilling den Magnesium-Implantaten in den kommenden Jahren zum Durchbruch verhelfen. ■



Rabea Osol hatte noch nie einen Knochenbruch, der geschraubt werden musste. Falls es eines Tages passiert, hofft sie auf ein Magnesium-Implantat.