



Fakten

Herausforderung

Verarbeitung eines resorbierbaren Werkstoffes mittels Additiver Fertigung zur Herstellung patientenspezifischer Implantate.

Lösung

Forschungskooperation zwischen dem Krankenhaus der University of Michigan und EOS unter Nutzung einer FORMIGA P 100.

Ergebnisse

- Individuell: Maßgeschneiderte Splinte, selbst für Kleinkinder
- Wirtschaftlich: Kostengünstig trotz geringer Stückzahlen
- Automatisch und schnell: Prozess vom Entwurf bis zu Druck dauert etwa zwei Tage



Kaiba war der erste Patient, dem der neuartige 3D-gedruckte Splint eingesetzt wurde. Das Implantat hielt die Luftröhren offen und stellte die Atmung wieder her, bis das Gewebe des Jungen diese Aufgaben übernommen hat. Dank der lebensrettenden OP geht Kaiba heute – wie andere Kinder seines Alters – in die Vorschule. (Quelle: Leisa Thompson, Photography/UMHS)

Werkstoffe, die Leben retten helfen



EOS unterstützte die University of Michigan bei der Entwicklung eines biokompatiblen Werkstoffs für additiv gefertigte Implantate

Kurzprofil

Die University of Michigan zählt zu den renommiertesten Universitäten der Welt. Die 1817 in Detroit gegründete Hochschule zog 1841 nach Ann Arbor, dem heute wichtigsten Standort, um. Die biomedizinische Fakultät zählt zu den erfolgreichsten der USA.

Weitere Informationen

www.bme.umich.edu
www.mottchildren.org

Kürzlich wurde einem vierzehnjährigen Mädchen, das an der angeborenen Atemwegserkrankung Tracheobronchomalazie (TBM) leidet, ein neuartiger 3D-gedruckter Luftröhren-Splint eingesetzt; Schätzungen zufolge leidet weltweit eines von 2.000 Kindern an der lebensbedrohenden Krankheit. Der Splint soll die Funktion einer kollabierten Luftröhre künstlich wiederherstellen. Zuvor wurden bereits vier Säuglinge – drei Jungen und ein Mädchen – diesem Eingriff unterzogen. Alle Patienten sind wohlauf. Die fünf lebensrettenden Operationen waren Gegenstand einer Sondergenehmigung der US-amerikanischen Gesundheitsbehörde (FDA). Das Fachwissen zur Additiven Fertigung wurde von EOS beigetragen.

Herausforderung

Dr. Glenn Green, ein pädiatrischer HNO-Arzt, und sein Operationsteam vom C. S. Mott Children's Hospital in Ann Arbor/Michigan haben sich mit Dr. Scott Hollister, Professor für Biomedizinische Technik an der University of Michigan, zusammengeschlossen,

um neuestes technisches Terrain zu ergründen. „Es ist nun nahezu automatisch möglich, einen individualisierten Splint zu entwerfen und dann zu drucken. Der gesamte Prozess nimmt inzwischen lediglich etwa zwei Tage statt bisher drei bis fünf Tage in Anspruch“, erklärt

Dr. Scott Hollister. Bis es soweit kam, mussten einige Herausforderungen gelöst werden.

Wie konnte es dem relativ kleinen Universitätsteam gelingen, OP-fertige Implantate mit einem akademischen Forschungsbudget zu entwickeln? Computergestütztes Design (CAD) beschleunigte die Entwicklung. Die Additive Fertigung bot sich als kostengünstige Lösung zur patientenspezifischen Fertigung an. „Dass der Markt relativ klein ist, ändert ja nichts am Behandlungswunsch der Patienten“, erklärt Dr. Hollister, der erstmals in den 1990er Jahren von dieser Technologie gehört hatte. „Als ich später eigene poröse Gerüste für die anatomische Rekonstruktion entwickelte, erkannte ich, dass sich der 3D-Druck für die komplexen Geometrien äußerst gut eignen würde.“

Die lebensrettenden Implantate am Luftröhren-Modell: Diese 3D-gedruckten Splinte aus Polylacton (PCL) entwickelte die University of Michigan mithilfe der EOS-Technologie. (Quelle: Leisa Thompson, Photography/UMHS)



Polycaprolacton (PCL) erwies sich als der perfekte Werkstoff, um einen solchen Trachealsplint

additiv zu fertigen: Erstens besitzt das Material eine sehr lange Resorptionszeit, was für die Anwendung im Bereich der Luftwege ein wichtiges Kriterium ist; schließlich soll das Implantat mindestens zwei Jahre lang an Ort und Stelle bleiben und sich erst dann auflösen. Zweitens ist PCL sehr geschmeidig, so dass bei einem Bruch keine Partikel entstehen, die das Gewebe punktieren. Drittens kann PCL auf EOS-Systemen verarbeitet werden.

Lösung

Im Jahr 2006 erwarben Dr. Hollister und die University of Michigan die FORMIGA P 100. „Ich habe mich deshalb für EOS entschieden, weil wir ein flexibles System benötigten, bei dem wir Parametereinstellungen, wie Laserleistung, Geschwindigkeit und die Temperatur des Pulverbetts, individuell anpassen können“, so der Professor. „Außerdem sind Biowerkstoffe mitunter sehr teuer, und die benötigten Implantate und Gerüste auch nicht allzu groß, so dass wir ein System mit kleinem Bauraum für geringe Werkstoffmengen benötigten. Die FORMIGA P 100 erfüllte beide Anforderungen.“

EOS half den Forschern vor Ort in ihrem Labor und gab Hinweise

dazu, wie man den Werkstoff bestmöglich für die Fertigung vorbereitet. Das Unternehmen bietet eine breite Vielfalt an eigenen Kunststoff- und Metallwerkstoffen an. Der Einsatz von PCL war jedoch eine Premiere. „Wir sind in puncto Werkstoffentwicklung sehr offen und unterstützen zum Beispiel Hochschulen bei der Entwicklung von eigenen Parametern für neue Werkstoffe und beraten unsere Kunden, wie jetzt im Fall der University of Michigan“, erklärt Martin Bullemer, Business Development Manager Medical bei EOS.

Das Biotechnik-Team der Universität erfasst für die Herstellung des Splints zunächst die Patientendaten in Form von MRT- oder CT-Aufnahmen. Mit diesen Daten werden anatomische Computermodelle erstellt. Die Entwicklungsingenieure erstellen dann per Software ein Modell eines Splints. Die Splinte bilden eine hochkompatible, poröse Struktur aus miteinander verbundenen Räumen, die sich mit der Zeit langsam entlang der bei Kindern noch wachsenden Luftröhre weiten.

„EOS hat uns sogar Zugang zu Software-Patches gegeben, um das Spektrum der Systemparameter bestmöglich an die Ver-

arbeitung von PCL anzupassen“, berichtet Dr. Hollister.

Ergebnisse

Schließlich wurde der Splint erfolgreich auf der FORMIGA P 100 gefertigt. „Die Additive Fertigung ist eine der wenigen Technologien, die es uns ermöglicht, solch komplexe Designs zu entwickeln“, freut sich Dr. Hollister. Nach der Fertigung kontrollieren die Forscher die Abmessungen des Splints und unterziehen das Implantat mechanischen Tests. Die splintgestützte Luftröhre dehnt sich aus und ist sofort funktionstüchtig, so dass Patienten normal und selbsttätig atmen können. Wie erwartet, übernahm das eigene Gewebe des ersten Patienten, der inzwischen vier Jahre alt ist und in die Vorschule geht, mit der Zeit die Aufgabe des additiv gefertigten Implantats, das sich inzwischen fast vollständig aufgelöst hat.

Die Forschungsgruppe entwickelt auch Gerüste und Implantate für die Wirbelsäule, Gesicht und Schädel, Röhrenknochen, Ohren und Nasen. Hergestellt werden die Medizinprodukte dann im Schichtbauverfahren auf einem EOS-System aus einem Werkstoff, der sich aufgrund seiner Eigenschaften für die Wiederherstellung nach Geburtsfehlern,

Krankheiten oder Unfällen eignet. In der Medizin eröffnet der 3D-Druck damit die revolutionäre Möglichkeit, individuelle, patientenspezifische Lösungen zu fertigen“, so Dr. Hollister.

Nach Aussage von Dr. Glenn Green gingen auch weiterhin Anrufe und E-Mails von Eltern und anderen Ärzten ein, die sich nach den mitwachsenden Implantaten erkundigen. Glaubt man Dr. Hollister, sind der künftigen Rolle der Additiven Fertigung im medizinischen Bereich kaum Grenzen gesetzt. „Ich bin der Ansicht, dass bald – wohl in den nächsten fünf Jahren – viele Krankenhäuser und Versorgungszentren eigene Produkte für ihre Patienten drucken werden und nicht mehr auf Standardprodukte zurückgreifen.“

„Indem wir die Anzahl an Biowerkstoffen, die bei der Additiven Fertigung zum Einsatz kommen können, erhöhen, lassen sich viele Probleme der rekonstruktiven Chirurgie lösen und enorme Fortschritte zugunsten der Patienten erzielen.“

Dr. Scott Hollister, Professor für Biomedizinische Technik, Forschungsleiter an der Biomedizintechnik-Fakultät der University of Michigan

EOS GmbH
Electro Optical Systems
Hauptniederlassung
Robert-Stirling-Ring 1
D-82152 Krailling bei München
Tel.: +49 89 893 36-0
Fax: +49 89 893 36-285

EOS Niederlassungen

EOS France
Tel.: +33 437 49 76 76

EOS India
Tel.: +91 44 39 64 80 00

EOS Italy
Tel.: +39 02 33 40 16 59

EOS Korea
Tel.: +82 32 552 82 31

EOS Nordic & Baltic
Tel.: +46 31 760 46 40

EOS of North America
Tel.: +1 248 306 01 43

EOS Singapore
Tel.: +65 6430 05 50

EOS Greater China
Tel.: +86 21 602307 00

EOS UK
Tel.: +44 1926 62 31 07

www.eos.info • info@eos.info

Think the impossible. You can get it.

