

3D-Druck der Ablation von Vorhofflimmern

Sandra Wehsener, Matthias Heinke, Robin Müssig, Stefan Junk, Johannes Hörth, Steffen Schrock

Zitiervorschlag im APA Stil:

Wehsener, S., Heinke, M., Müssig, R., Junk, S., Hörth, J., & Schrock, S. (2020). 3D-Druck der Ablation von Vorhofflimmern. In *Forschung im Fokus* (Issue 23, pp. 70–71). Hochschule Offenburg. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ofb1-opus4-41337>

Abstract

Um medizinische Behandlungsverfahren in der Praxis besser verstehen und anwenden zu können, gewinnt die Visualisierung der Prozesse an immer größerer Bedeutung. Durch Anwendung der Computer-Simulationssoftware CST können elektromagnetische und thermische Simulationen zur Analyse verschiedener Herzrhythmusstörungen durchgeführt werden. Eine weitere Form der Visualisierung erfolgt durch haptische, dreidimensionale Druckmodelle. Diese Modelle können mit einem generativen Herstellungsverfahren, wie z. B. einem 3D-Drucker, in kürzester Zeit hergestellt werden.

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument wird unter diesen Bedingungen zur Verfügung gestellt:
Urheberrechtlich geschützt
Für weitere Informationen siehe:
<https://rightsstatements.org/page/InC/1.0/>

Kontakt

Hochschule Offenburg | Bibliothek
Badstraße 24
77652 Offenburg
Telefon: (0781) 205-240
E-Mail: bibliothek@hs-offenburg.de
www.hs-offenburg.de/bibliothek

3D-Druck der Ablation von Vorhofflimmern

Sandra Wehsener B.Sc., Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke, Robin Müssig M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Stefan Junk, Johannes Hörth M.Sc., Steffen Schrock M.Eng.

Um medizinische Behandlungsverfahren in der Praxis besser verstehen und anwenden zu können, gewinnt die Visualisierung der Prozesse an immer größerer Bedeutung. Durch Anwendung der Computer-Simulationssoftware CST können elektromagnetische und thermische Simulationen zur Analyse verschiedener Herzrhythmusstörungen durchgeführt werden. Eine weitere Form der Visualisierung erfolgt durch haptische, dreidimensionale Druckmodelle. Diese Modelle können mit einem generativen Herstellungsverfahren, wie z. B. einem 3D-Drucker, in kürzester Zeit hergestellt werden.

In order to better understand and apply medical treatment procedures in practice, the visualization of processes is becoming increasingly important. By using the computer simulation software CST, electromagnetic and thermal simulations can be carried out to analyse various cardiac arrhythmias. Another form of visualization is the use of haptic, three-dimensional pressure models. These models can be produced with a generative manufacturing process, such as a 3D printer, in a very short time.

Einleitung

Der Einsatz neuer Technologien und Innovationen bedeutet für ein Unternehmen meist einen langen Entwicklungsprozess und somit einen erhöhten Kostenaufwand. Im Vorfeld erstellte virtuelle Simulationen und Prototypen können diesen Entwicklungsprozess deutlich effizienter gestalten. Mit diesen virtuellen Simulationen können verschiedenste Materialien und deren Eigenschaften in einem frühen Entwicklungsstadium getestet und analysiert werden. Durch die Herstellung eines daraus resultierenden Prototyps entsteht eine weitere Visualisierungsmöglichkeit, die einen Eindruck von Optik und Haptik des Produkts vermittelt [1]. Zur Anfertigung solcher Prototypen werden zunehmend additive Fertigungsverfahren, wie der 3D-Druck, eingesetzt. Die Kombination beider Möglichkeiten bietet erhebliche Vorteile, insbesondere in der Medizintechnik. So könnte in der Kardiologie und Elektrophysiologie die Ablations-Therapie zur Isolierung der Pulmonalvenen, die zur Behandlung von Vorhofflimmern eingesetzt wird, patientenindividuell geplant werden.

Zielsetzung

Ziel dieser Forschungsarbeit war, geeignete 3D-Modelle des Offenburger Herzrhythmusmodells mit unterschiedlichen 3D-Druckverfahren zu realisieren, um diese zur Visualisierung ei-

nes Vorhofflimmer-Ablationsverfahrens für die Lehre und Forschung einzusetzen.

Methoden

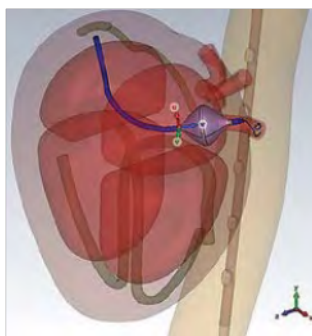
Die Simulation der Pulmonalvenen-Isolation durch Kryoablation wurde mit der elektromagnetischen und thermischen Simulationssoftware CST (Computer Simulation Technology) durchgeführt. Der Arctic Front Advance™-Katheter mit einem Durchmesser von 28 mm und ein zirkulärer Mapping-Katheter wurden entsprechend den technischen Handbüchern des Herstellers Medtronic modelliert und in das Offenburger Herzrhythmusmodell integriert (Abb. 1 und 2) [2, 3, 4].



Abb. 1:
Ballonkatheter Arctic Front Advance™, 28 mm durch
CST-Software

Zur Realisierung der 3D-Druck-Objekte musste das Modell mit einer CAD-Software (PTC Creo Elements Direct Modeling) vorbereitet werden (Abb. 3) [5]. Anschließend konnten zwei verschiedene 3D-Druckverfahren genutzt werden: zum einen ein Bindemittelstrahldrucker mit Polymergeips und zum anderen ein Multimaterialdrucker mit Photopolymer. Das erste 3D-Druckmodell aus Polymergeips wurde

Abb. 2:
Ballonkatheter Arctic Front Advance™ in der linken unteren Lungenvene des Offenburger Herzrhythmusmodells mit CST-Software



mit dem Projekt 660Pro von 3D-Systems im Pulverbett gedruckt. Das zweite Modell wurde mit einem Stratasys-Multimaterialdrucker aus Photopolymer gedruckt. Die Druckmodelle sind so gestaltet, dass sie zum Blick ins Innere des Modells geteilt werden können.



Abb. 3:
CAD-Modell – unterer und oberer Teil des Druckmodells

Ergebnisse

Nach den Druckvorgängen liegen zwei Präsentationsmodelle vor. Diese sind in zwei Hälften teilbar. Im Inneren der Modelle sind die Reizleitung des Herzens sowie der Ballonkatheter dargestellt. Die Druckzeit für das erste 3D-Druckmodell aus Polymergeps (Abb. 4) betrug etwa 90 Minuten und musste anschließend noch weitere 90 Minuten im Pulverbett aushärten. Nach dem Druck wurde das Modell zusätzlich bearbeitet, um die Oberfläche widerstandsfähiger zu machen (Infiltration). Die Farben wurden in gleicher Weise gestaltet wie das CST-Simulationsmodell und kommen in ihrer vollen Wirkung zur Geltung.

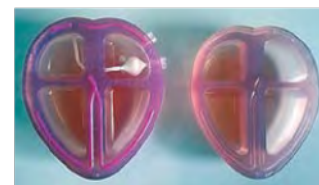


Abb. 4:
3D-Druck Modell „Offenburger Herzrhythmusmodell mit Kryoballonkatheter“ aus Polymergeps

Das zweite 3D-Druckmodell aus Photopolymer (Abb. 5) war nach etwa 10,5 Stunden Druck fertig und musste nicht nachbearbeitet werden. Um einen kostspieligen Materialkartuschenwechsel zu umgehen, wurden die Druckfarben hier nur begrenzt eingesetzt und beschränkten sich auf die zum Zeitpunkt der Ausarbeitung installierte Farbpalette (Magenta-Clear-Spektrum). Das zweite Modell ist doppelt so teu-

er wie das erste Modell, bietet aber bessere Materialeigenschaften. Das erste Modell ist wegen des Gipsmaterials bruchempfindlicher und kann somit lediglich als Präsentationsmodell eingesetzt werden.

Abb. 5:
3D-Druck Modell „Offenburger Herzrhythmusmodell mit Kryoballonkatheter“ aus Photopolymer



Schlussfolgerungen

Die Simulation der Pulmonalvenen-Isolation durch Kryoablation mit der Software CST Studio Suite™ kann zur Planung und Gestaltung komplexer Ablationskatheter eingesetzt werden. Parallel zur Simulation können die dreidimensionalen Druckmodelle als Präsentationsmodelle in der Lehre und Forschung oder für die Patientenaufklärung genutzt werden. Auch eine Weiterentwicklung dieser Modelle ist möglich. Sie könnten durch weitere Komponenten (z. B. Herzklappen) oder durch leitfähige Materialien ergänzt werden. Zusätzlich könnte die thermische Ausbreitung während des Ablationsvorgangs in Form von verschiedenen Farben am Druckmodell verstärkt werden.

Referenzen/References:

- [1] S. Wehsener, M. Heinke, R. Müssig, J. Hörth, S. Junk, S. Schrock: 3d print of heart rhythm model with cryoballoon catheter ablation of pulmonary vein. Current Directions in Biomedical Engineering, Band 5, Heft 1, Seiten 235–238, ISSN (Online) 2364-5504, DOI: <https://doi.org/10.1515/cdbme-2019-0060>
- [2] M. Schalk, M. Heinke, R. Echle: Heart rhythm model and simulation of electrophysiological studies and highfrequency ablations. Europace 19, Suppl. 3, 2017, iii1822
- [3] M. Kraemer, R. Echle, M. Heinke: Simulation of electrical fields in cardiac resynchronization therapy and temperature spread in HF ablation. Europace 19, Suppl. 3, 2017, iii185
- [4] Metzner et al. (August 2013). Increased Incidence of Esophageal Thermal Lesions Using the Second-Generation 28-mm Cryoballoon.
- [5] A. Gebhardt, Additive Fertigungsverfahren, Additive Manufacturing und 3D-Drucken für Prototyping – Tooling – Produktion (5. Auflage), München: Carl Hanser Verlag, 2016

AUTOREN



Sandra Wehsener B.Sc.
Fakultät EMI, Medizintechnik Absolventin
swehsene@stud.hs-offenburg.de



Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke
Fakultät EMI, Praktikantenamtsleiter Medizintechnik, Wissenschaftl. Ltg. Labor Kardi-ovaskuläre Gerätetechnik u. Rhythmologie
matthias.heinke@hs-offenburg.de

Robin Müssig M.Sc.: Fakultät EMI; Medizintechnik Absolvent, rmuessig@hs-offenburg.de

Prof. Dr.-Ing. Stefan Junk: Prodekan Fakultät B+W Wissenschaftl. Ltg. Labor Rapid Prototyping/ Tooling und Reverse Engineering; stefan.junk@hs-offenburg.de

Johannes Hörth M.Sc.: Fakultät EMI, Akad. Mitarbeiter; johannes.hoerth@hs-offenburg.de

Steffen Schrock M.Eng.: Fakultät B+W, Akad. Mitarbeiter; steffen.schrock@hs-offenburg.de