

Unfallchirurg 2019 · 122:254–255
<https://doi.org/10.1007/s00113-019-0635-7>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2019



Christian Krettek

Unfallchirurgische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

3D-Druck in der Unfallchirurgie

Vom einfachen Anschauungsmodell zur Template-gestützten 3D-Druck-Navigation

Ähnlich wie in der Industrie verläuft medizinische Entwicklung im Allgemeinen und in der Unfallchirurgie im Besonderen nicht kontinuierlich, sondern in Schüben, getriggert und getragen von Schlüsselentwicklungen. Solche Schlüsselentwicklungen waren in der Vergangenheit z. B. die Entwicklung von operativen Osteosyntheseverfahren, minimalinvasiven Stabilisierungstechniken und Neuerungen in der intraoperativen Bildgebung. All diese Entwicklungen hatten richtungweisende Einflüsse auf unsere Versorgungskonzepte.

3D-Druck (Synonyme „rapid prototyping“ oder „additive Fertigung“) spielt in der Industrie seit vielen Jahren eine große und zunehmende Rolle, findet bereits intensive und regelhafte Anwendung in der Zahnmedizin- und Kieferchirurgie [9] und wird auch in der muskuloskeletalen Chirurgie des Bewegungsapparates immer interessanter [2, 4–7, 10–15].

In der Unfallchirurgie ist das Potenzial für Anwendungen patientenspezifischer 3D-Druck-Konstrukte enorm. Diese besondere Form der individualisierten Medizin kann weite Bereiche der muskuloskeletalen Chirurgie mit Lösungen bereichern, die bislang nicht vorstellbar oder umsetzbar waren. Dabei können unterschiedliche Anwendungsformen unterschieden werden.

Die einfachste Form der 3D-Druck-Anwendungen besteht in der Herstellung von Frakturmodellen zum Anschauen und Anfassen („Begreifen“) für Patienten und Angehörige und/oder das chirurgische Team. Diese Anwendungsmöglichkeiten bestehen seit Jahren; an vielen nordamerikanischen Kliniken gehört das schon seit Langem zum Standard-service von Radiologieabteilungen. Das

Vorbereiten (Vorbiegen) von Implantaten anhand dieser Modelle ist eine weitere Möglichkeit, die schon seit Langem wahrgenommen wird.

3D-Druck-Technologie kann aber viel mehr als das, und zwar bei der Herstellung von patientenspezifischen individualisierten Werkzeugen, die intraoperativ als Bohr- oder Schnitthilfen benutzt werden können. Hierbei handelt es sich um eine besondere Art der Instrumentenführung oder Navigation; wir sprechen von Template-gestützter Navigation. Das kann extrem hilfreich sein, bei komplexen z. B. extra- und intraartikulären Korrekturingriffen, da die Osteotomien nicht nur dreidimensional auf dem Bildschirm geplant werden können (das kann man schon seit Längerem). Der besondere Wert besteht in der kontrollierten Umsetzung durch die Template-gestützte Navigation, ggf. zunächst am Modell und später am Patienten. Die Template-gestützte Navigation erlaubt nicht nur das hochpräzise Bohren und Sägen, sondern auch eine präzise Kontrolle der Reposition und schließlich auch der Fixierung.

Im vorliegenden Leitthema wird eine interessante neue Variante von *Liodakis et al.* dargestellt, und zwar eine 3D-Print-Anwendung im Rahmen der „damage control“, wo mithilfe von 3D-geplanten Repositionsfixateuren deren Bohrungen so geplant sind, dass sie bei einem Überstülpen und einer Fixierung der Teilkomponenten automatisch zu einer achsenrechten Reposition führen können [8].

C. Fang aus Hongkong zeigt in einem spannenden Übersichtsartikel, wie die komplexe Anatomie, die Besonderheiten des Weichteilmantels und die begrenzten Zugangswege sowie die engen topogra-

fischen Beziehungen zu neuralen, vasculären und viszeralen Strukturen dafür sorgen, dass die 3D-Druck-Technologie an Becken und Acetabulum besonders hilfreich sein kann [3].

Ich bin überzeugt, dass 3D-Druck-Technologie („3D print [3DP] technology“) auch die Unfallchirurgie in den nächsten Jahren intensiv und nachhaltig beeinflussen wird. Die Literatur zu diesem Thema wächst, der Anteil aus dem deutschsprachigen Raum ist allerdings sehr gering und auf wenige Zentren beschränkt.

3D-Druck(3DP)-Technologie wird auch die unfallchirurgische Weiterbildung beeinflussen, denn die Planungswerkzeuge gehören in die Hand des Chirurgen und erfordern (berufs-) lebenslanges Lernen und Weiterbildung. Ich erinnere mich gut, dass meine chirurgischen Lehrer sich mit Computeranwendungen wie die Standard Office Software (Word, PowerPoint, Excel oder Outlook) nicht mehr belasten wollten und diese Dinge von anderen, der nachfolgenden Generation, hatten erledigen lassen. Heute ist diese Generation in leitenden Positionen, und es ist absehbar, dass die digitalen Anforderungen an den muskuloskeletalen Chirurgen weiter rasant wachsen. In Zukunft wird der chirurgische Umgang mit 3D-Analyse und Planungssoftware ebenso normal werden, wie es Textverarbeitung und E-mails heute für uns sind. Bedauerlicherweise wird es wie damals viele geben, die diesen Sprung nicht schaffen werden. Im Artikel von N. Bruns wird nicht nur auf die notwendigen Voraussetzungen im Bereich der Bildgebung und hilfreiche Computersoftware-Anwendungen im Detail eingegangen, sondern auch

auf die wichtigsten Druckverfahren, geeignete Materialien und die Einhaltung der medikolegalen Voraussetzungen [1].

Denn es ist Ziel des vorliegenden Leitthemas, einen Teil der faszinierenden neuen Möglichkeiten konkret aufzuzeigen, Motivation zur Auseinandersetzung mit dem Thema zu generieren, die wenige vorhandene Literatur zusammenzutragen und in komprimierter Form darzustellen und trotz in der Regel sehr niedrigem Evidenzgrad zu bewerten. Weitere Leitthemen speziell zum Thema 3D-Druck sind in Planung.

Prof. Dr. Christian Krettek,
FRACS, FRCSEd

Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. Christian Krettek,
FRACS, FRCSEd**
Unfallchirurgische Klinik,
Medizinische Hochschule
Hannover
Carl-Neuberg-Str. 1,
30625 Hannover,
Deutschland
Krettek.Christian@
MH-Hannover.de

Interessenkonflikt. C. Krettek gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Bruns N, Krettek C (2019) 3D Druck in der Unfallchirurgie: Planung, Druck und Aufbereitung. Unfallchirurg. <https://doi.org/10.1007/s00113-019-0625-9>
2. Chung KJ, Hong DJ, Kim YT, Yang I, Park YW, Kim HN (2014) Preshaping plates for minimally invasive fixation of calcaneal fractures using a real-size 3D-printed model as a preoperative and intraoperative tool. Foot Ankle Int 35(11):1231–1236
3. Fang C, Cai H, Kuong E, Chui E, Chuen Y, Ji T et al (2019) Surgical applications of 3D printing in the pelvis and acetabulum—from models and tools to implants. Unfallchirurg. <https://doi.org/10.1007/s00113-019-0626-8>
4. Gadia A, Shah K, Nene A (2018) Emergence of three-dimensional printing technology and its utility in spine surgery. Asian Spine J 12(2):365–371
5. Garg B, Gupta M, Singh M, Kalyanasundaram D (2019) Outcome and safety analysis of 3D printed patient specific pedicle screw jigs for complex spinal deformities: a comparative study. Spine J. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2018.05.001>

6. Kern R (2013) 3-D printed implants hit the market, pave the way for more personalized devices. Grey Sheet 39:1e3
7. Lal H, Patralekh MK (2018) 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: a technological marvel. J Clin Orthop Trauma 9(3):260–268
8. Lioudakis E, Bruns N, Macke C, Krettek C, Omar M (2019) Definitive Stabilisierung nach Damage Control mittels 3D Druck unterstützter Repositionstechnik. Unfallchirurg. <https://doi.org/10.1007/s00113-019-0627-7>
9. Park ME, Shin SY (2018) Three-dimensional comparative study on the accuracy and reproducibility of dental casts fabricated by 3D printers. J Prosthet Dent 119(5):861 e1–861 e7
10. Rengier F, Mehndiratta A, von Tengg-Kobligk Het al (2010) 3D printing based on imaging data: review of medical applications. Int J Comput Assist Radiol Surg 5:335–341
11. Starosolski ZA, Kan JH, Rosenfeld SD, Krishnamurthy R, Annapragada A (2014) Application of 3-D printing (rapid prototyping) for creating physical models of pediatric orthopedic disorders. Pediatr Radiol 44:216–221
12. Trauner KB (2018) The emerging role of 3D printing in arthroplasty and orthopedics. J Arthroplasty 33(8):2352–2354
13. Vaish A, Vaish R (2018) 3D printing and its applications in orthopedics. J Clin Orthop Trauma 9:574–575
14. Vaishya R, Vijay V, Vaish A, Agarwal AK (2018) Three-dimensional printing for complex orthopedic cases and trauma: a blessing. Apollo Med 15(2):51
15. Wong TM, Jin J, Lau TW et al (2017) The use of three-dimensional printing technology in orthopaedic surgery: a review. J Orthop Surg (Hong Kong) 25(1):2309499016684077

In eigener Sache

Auch online Zugang zu allen Beiträgen Ihres Zeitschriftenabonnements

Wussten Sie, dass Sie als Abonnent dieser Zeitschrift automatisch Online-Zugriffsrechte auf das gesamte Beitragsarchiv und die CME-Kurse haben?

Der Zugang zu Ihrer Online-Bibliothek und den CME-Kursen ist im Abonnement Ihrer Zeitschrift inbegriffen. Für den Zugang müssen Sie sich lediglich einmal über www.springermedizin.de/register registrieren.



Über diesen QR-Code schnell und einfach registrieren

Bitte nutzen Sie für die Registrierung **Vor- und Nachname** und **Lieferadresse** wie beim Abonnement der Zeitschrift (s. Adressaufkleber auf Ihrem Heft). So kann im System die Zugehörigkeit zu Ihrer Zeitschrift sichergestellt werden.

Aufgrund des Heilmittelwerbegesetzes dürfen die Inhalte der Website nur medizinischen Fachkreisen zur Verfügung gestellt werden. Bei der Anmeldung bitten wir Sie deshalb, einen **Berufsnachweis** vorzulegen.

Bei Medizinern mit Mitgliedschaft in der deutschen Ärztekammer reicht die **einheitliche Fortbildungsnummer** (EFN). Alternativ schicken Sie eine Bestätigung des Arbeitgebers, Studiennachweis oder andere Zeugnisse ganz unkompliziert an kundenservice@springermedizin.de.

Mit Benutzernamen und Passwort haben Sie außerdem Zugang zu den freien Inhalten auf den Seiten von:
www.springermedizin.de
www.aerztezeitung.de

Sollten Fragen oder Probleme auftauchen, wenden Sie sich einfach an Ihren Kundenservice:
kundenservice@springermedizin.de