

# Mogelijkheden van 3D-printen in de geneeskunde

## 5 jaar later

Jetze Visser, Ferry P.W. Melchels, Harrie Weinans, Moyo C. Kruyt en Jos Malda

### Samenvatting

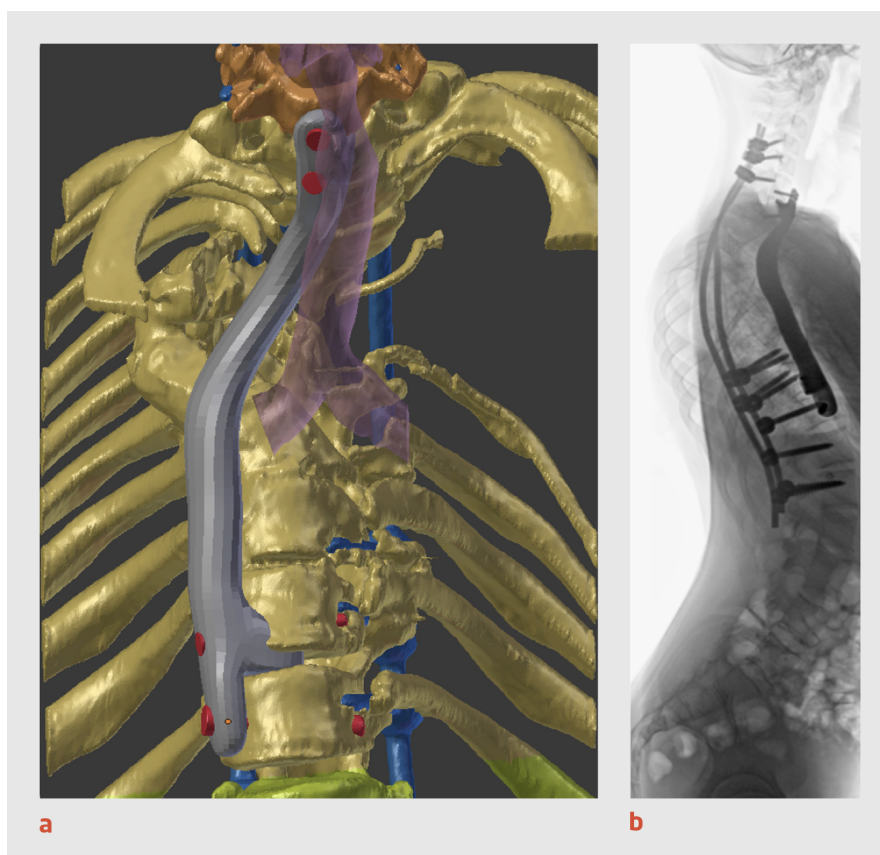
5 jaar geleden beschreven wij de opkomst van 3D-printen in de geneeskunde. Het betrof het 3D-printen van anatomische structuren, patiëntspecifieke boorgeleiders, zaagmallen en implantaten en het printen van levende cellen, groeifactoren en biomaterialen ('bioprinten'). Chirurgen maken steeds vaker gebruik van de mogelijkheden van 3D-printen ter voorbereiding op operaties bij patiënten met een ingewikkelde anatomie. Aan de hand van tastbare 3D-modellen kunnen chirurgen de operatie beter voorbereiden en bespreken met de patiënt. Ook kunnen zij de 3D-modellen gebruiken als hulpmiddel bij de training van jonge chirurgen. Steeds vaker worden permanente titanium implantaten geprint. Bioprinten staat nog in de kinderschoenen en kent nog geen directe klinische toepassingen. Zoals wij 5 jaar geleden al voorspelden, moeten er voor de brede klinische toepassing van gebioprinte producten nog vele hordes genomen worden.

### Welke techniek?

5 jaar geleden beschreven wij de opkomst van 3D-printen in de geneeskunde.<sup>1</sup> Het betrof het 3D-printen van anatomische structuren, patiëntspecifieke boorgeleiders, zaagmallen en implantaten en het printen van levende cellen, groeifactoren en biomaterialen ('bioprinten').

### Wat is er inmiddels bekend over de effectiviteit?

Patiëntspecifieke modellen, mallen en implantaten kunnen bijdragen aan de training van jonge chirurgen en aan een efficiëntere uitvoering van en voorbereiding op sommige operaties. Soms kan een patiënt met een ernstige deformiteit alleen behandeld worden met een geprinte prothese (figuur).



**Figuur**  
**3D-printen van een prothese**

(a) 3D-CT-reconstructie en (b) sagittale röntgenopname van een patiënt met neurofibromatose type 1 bij wie een geprinte prothese werd geïmplantéerd om de thoracale wervelkolom te stabiliseren.

### Zijn er RCT's of grote series gepubliceerd?

Er zijn nog geen RCT's of grote klinische studies verricht naar 3D-printen. Daarom zijn er geen robuuste gegevens over de effectiviteit of bijwerkingen beschikbaar.

### Is de techniek kosteneffectief gebleken?

Geprinte implantaten, zaagmallen of boormallen worden toegepast bij patiënten met een afwijkende anatomie bij wie standaardimplantaten of -mallen niet voldoen. Deze geprinte implantaten of mallen zijn logischerwijs duurder dan de standaardimplantaten. Geprinte zaagmallen voor bijvoorbeeld knieprotheses leiden tot minder meetprocedures tijdens de operatie, maar of dit ook tot betere klinische resultaten zal leiden op de lange termijn is nog niet bekend. Daarnaast kunnen 3D-modellen bijdragen aan de training van en de voorbereiding op sommige operaties, maar deze potentiële voordelen moeten nog verder onderzocht worden. 3D-implantaten kunnen uitkomst bieden in unieke situaties, maar daardoor zijn ze moeilijk te onderzoeken.

### Welke indicaties zijn er inmiddels?

Chirurgen maken steeds vaker gebruik van de mogelijkheden van 3D-printen ter voorbereiding op operaties bij patiënten met een ingewikkelde anatomie.<sup>2,3</sup> Aan de hand van tastbare 3D-modellen kunnen chirurgen de operatie beter voorbereiden en bespreken met de patiënt. Ook kunnen zij de 3D-modellen gebruiken als hulpmiddel bij de training van jonge chirurgen.

3D-printers kunnen ook gebruikt worden om een patiëntspecifieke zaag- of boormal te maken, waarbij de anatomie van de contralaterale ledemaat als voorbeeld dient en gespiegeld wordt. Kaakchirurgen gaan nog een stap verder: zij vervangen delen van de kaak met gevasculariseerd bot dat afkomstig is van de fibula en dat met een patiëntspecifieke mal op maat wordt gezaagd. Radiotherapeuten gebruiken geprinte structuren die de anatomie van de patiënt volgen om patiënten accurater oppervlakkig te kunnen bestralen, vooral in het aangezicht.

Steeds vaker worden permanente titanium implantaten geprint, bijvoorbeeld voor patiënten met een groot defect van het bekken bij wie standaardcomponenten van het acetabulum ontoereikend zijn of voor patiënten bij wie een deel van de wervelkolom vervangen moet worden vanwege een tumor of extreem botverlies.<sup>4</sup>

Bioprinten staat nog in de kinderschoenen en kent nog geen directe klinische toepassingen. Deze technologie wordt momenteel gebruikt om robuuste in vitro-modellen te ontwikkelen, bijvoorbeeld voor het voorspellen van geneesmiddelgeïnduceerde leverschade. Recentelijk is een stap richting in vivo-modellen gemaakt door de fertiliteit in gesteriliseerde muizen volledig te herstellen middels een gebioprinte eierstok.<sup>5</sup> Maar zoals wij 5 jaar geleden al voorspelden, moeten er voor de brede klinische toepassing van gebioprinte producten nog vele hordes genomen worden.

### Waar in Nederland?

3D-printen wordt in veel klinieken in Nederland al op de een of andere manier toegepast. Er is een aantal commerciële instanties die gepersonaliseerde zaagmallen (duizenden, voor de knie) en implantaten (honderden, voor het acetabulum) produceert. Daarnaast worden 3D-modellen en zaag- en boormallen steeds vaker door ziekenhuizen zelf ontworpen. Hierbij zijn technisch geneeskundigen, ingenieurs en bevolgen artsen onmisbare schakels.

Diverse marktpartijen zijn actief om chirurgen te ondersteunen bij het gebruik van 3D-modellen en implantaten. Voor het printen van hulpmiddelen ter ondersteuning van operaties is weinig regelgeving, maar voor het maken van zaagmallen, boormallen en prothesen geldt de Europese richtlijn 'Medische hulpmiddelen', die recentelijk is aangepast. Dit houdt in dat chirurgen en fabrikanten het productieproces zeer nauwkeurig moeten kunnen overleggen.

- Online artikel en reageren op [ntvg.nl/D3683](http://ntvg.nl/D3683)
- Sint Maartenskliniek, afd. Orthopedie, Nijmegen: dr. J. Visser, aios orthopedie. Heriot-Watt University, School of Engineering and Physical Science, Edinburgh, Schotland: dr.ir. F.P.W. Melchels, polymeerchemicus. UMC Utrecht, afd. Orthopedie, Utrecht: prof.dr.ir. H. Weinans, biomechanicus (tevens: TU Delft, Biomechanical Engineering, Delft); dr. M.C. Kruyt, orthopedisch chirurg; prof.dr.ir. J. Malda, biotechnoloog (tevens: Universiteit Utrecht, faculteit Diergeneeskunde, Utrecht).
- Contact: J. Malda ([j.malda@umcutrecht.nl](mailto:j.malda@umcutrecht.nl))
- Belangenconflict en financiële ondersteuning: geen gemeld.
- Aanvaard op 10 april 2019
- Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 2019;163:D3683

### Literatuur

1. Visser J, Melchels FPW, Dhert WJA, Malda J. [Weefsel uit de printer: de mogelijkheden van 3D-printen in de geneeskunde](#). Ned Tijdschr Geneeskd. 2013;157:A7043.

2. Tam CHA, Chan YC, Law Y, Cheng SWK. The role of three-dimensional printing in contemporary vascular and endovascular surgery: a systematic review. *Ann Vasc Surg.* 2018;53:243-54. [doi:10.1016/j.avsg.2018.04.038](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.04.038). [Medline](#)
3. Brouwers L, Pull ter Gunne AF, de Jongh MAC, et al. The value of 3D printed models in understanding acetabular fractures. *3D Print Addit Manuf.* 2018;5(1). [doi:10.1089/3dp.2017.0043](https://doi.org/10.1089/3dp.2017.0043).
4. Citak M, Kochsiek L, Gehrke T, Haasper C, Suero EM, Mau H. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects. *Hip Int.* 2018;28:266-71. [doi:10.5301/hipint.5000561](https://doi.org/10.5301/hipint.5000561). [Medline](#)
5. Laronda MM, Rutz AL, Xiao S, et al. A bioprosthetic ovary created using 3D printed microporous scaffolds restores ovarian function in sterilized mice. *Nat Commun.* 2017;8:15261. [doi:10.1038/ncomms15261](https://doi.org/10.1038/ncomms15261). [Medline](#)