

MANAGEMENTUL BIOIMPRIMĂRII ÎN APLICAȚIILE MEDICALE

Flaviu MOLDOVAN

Student, anul V, Medicină

Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie din Tîrgu Mureș

Tehnologia de imprimare tridimensională (3D), denumită și fabricare aditivă sau prototipare rapidă, este procesul de fabricare a obiectelor fizice, asistat de calculator, prin depunerea straturilor succesive de material. Aceasta a transformat producția în aproape toate ramurile industriale, generând progrese incredibile în cercetare, inclusiv cea medicală. (Coakley și Hurt, 2016)

Imprimarea tridimensională (3D) exploatează două principii de proiectare: *dispersia* conform căruia o structură tridimensională complicată poate fi redusă la o serie de straturi bidimensionale, care pot fi reduse în continuare la linii și puncte; b) - *fabricarea aditivă* care pleacă de la constatarea că prin aranjarea punctelor se pot forma linii, ce pot fi utilizate în continuare pentru a forma straturi bidimensionale și în final structura dorită. (Barnatt, 2016)

Până de curând, aproape toți inginerii au lăsat fabricarea produselor vii în seama agricultorilor, biologilor și a naturii. Însă în ultimii ani această situație a început să se schimbe datorită apariției unei noi științe denumită „biologie sintetică” precum și a creării unei noi variante de imprimare 3D numită „fabricare bioaditivă” sau „bioimprimare”.

Bioimprimarea transformă informațiile digitale în modele biologice care imită organele reale. Obiectivele sale sunt: furnizarea de modele ale corpului pacientului și construcția corpului uman raportat la biologia umană. Scopul pe termen lung al bioimprimării este de a produce țesuturi și organe umane pentru terapia chirurgicală și transplanturi. (Harbaugh, 2015)

Cu suportul tehnologiei de imprimare 3D, medicii au la dispoziție modele tangibile și precise ale organelor, care îi ajută să își îmbunătățească munca.

În prezent, modelele 3D sunt utilizate în planificarea chirurgicală, dar aria de aplicabilitate se extinde. Modelele anatomice 3D și produsele soft de planificare 3D sunt utilizate pe tot parcursul procesului de planificare chirurgicală. Aceasta începe cu radiologii, care pot folosi modelele pentru a comunica mai bine cu chirurgii oferindu-le acestora o reprezentare tangibilă a defectului pe care urmează să lucreze în sala de operație. Ei sunt, de asemenea, capabili să explice mai clar și să demonstreze pacienților și familiilor acestora în ce va consta operația.

Marea varietate a materialelor imprimate, care sunt reproduceri tangibile ale unei anatomii specifice a pacientului, pune la dispoziția chirurgilor modele anatomice 3D similare celor reale (vii), care sunt utilizate pentru o planificare mai precisă, proceduri mai sigure pentru pacienți, reducerea numărului de incizii, reducerea iradierilor și a cantităților de anestezie consumat. Acest lucru conduce la o mai mare siguranță și performanță în sala de operații, precum și la reducerea timpilor consumați în manevrele chirurgicale. În plan economic, toate acestea reduc costurile de asistență medicală.

În viitor este posibil ca aproape orice lucru să poată fi fabricat utilizând o imprimantă 3D, chiar și componente din noi înșine. În prezent, în medicină cea mai avansată este stomatologia „digitală” care imprimă în mod obișnuit aparate ortodontice, modele chirurgicale și smalț dentar.

Dincolo de crearea protezelor anorganice, există deja și imprimante 3D specializate care pot construi țesuturi umane prin imprimarea de straturi succesive de celule vii. Astfel de „bioimprimatoare” au potențialul de a transforma multe domenii din medicină și pot reduce la zero numărul celor care

așteaptă donarea de organe. Organovo, un pionier al bioimprimării, vinde biopsii de ficat uman și țesuturi renale umane ca produse comerciale pentru utilizare în testele de medicamente. (<https://organovo.com/>)

Concomitent cu imprimarea 3D a țesuturilor umane în afara corpului, este în curs de dezvoltare bioimprimarea „in vivo”. Aceasta presupune straturi de imprimare 3D ale celulelor cultivate direct pe o rană, sau chiar în interiorul corpului uman folosind tehnici chirurgicale noninvasive. (Rimann, Bono, Anaheim, Bleisch și Graf-Hausner, 2015) Când acest tip de tehnologie va avansa, instrumentele chirurgicale vor fi introduse în pacient, care va elimina celulele deteriorate și care vor fi înlocuite cu altele noi. Astfel de instrumente ar putea fi capabile să repare pe calea de ieșire, rana pe care o creează prin propria lor inserție.

Analiza literaturii de specialitate relevă obiectivele pe termen scurt ale cercetărilor în domeniu care constau în bioimprimarea unui organ pancreatic sensibil la glucoză ce funcționează în laborator, pe termen mediu speranța este de a transplanta un astfel de organ bioimprimat într-un animal și de a-l „conecta cu succes la sistemul său vascular”, iar pe termen lung se dorește să se dezvolte „tehnologia economică și fezabilă” care va permite celulelor stem să fie utilizate pentru bioimprimarea unui organ pancreatic ce poate fi transplatat cu succes oriunde în corpul uman pentru a regla nivelul de glucoză al sângelui.

Atingerea acestor obiective nu va fi ușoară. Provocările viitoare nu includ doar problema țesuturilor groase de a furniza țesuturi cu o rețea vasculară surogat în timpul imprimării dar și de a îmbunătăți timpul necesar pentru ca celulele bioimprimare să se autoasambleze într-un țesut viabil.

Din analiza stadiului actual al tehnologiei se poate astfel concluziona că bioimprimarea este un domeniu de mare interes științific cu numeroase încercări și studii în curs de desfășurare. Cu toate acestea, oamenii de știință și clinicienii se confruntă încă cu anumite limitări ale tehnologiei, cum ar fi: costul ridicat, timpul lung de procesare, proprietățile mecanice nesatisfăcătoare și acuratețea suboptimală. Aceste limitări ale tehnologiilor de bioimprimare împiedică deocamdată aplicarea lor în practica clinică curentă.

Însă cu siguranță va veni și acel moment al bioimprimării pe scară largă care va necesita

integrarea tehnologiei în activitățile curente ale spitalelor și care la rândul lor vor trebui să le integreze în actualele structuri organizatorice și proceduri sau să dezvolte altele noi.

Este bineștiut că la momentul actual funcționarea unui spital este posibilă prin acreditarea sistemului său de management al calității, care în România se realizează la Autoritatea Națională de Management al Calității în Sănătate (ANMCS). (<http://anmcs.gov.ro/web/>)

În vederea acreditării ANMCS solicită existența unor proceduri, care trebuie să fie stabilite în raport cu domeniul de acreditare solicitat, de regulă documentate, implementate, menținute și îmbunătățite continuu. Prin parcurgerea listei de proceduri ale ANMCS, consider că o procedură dedicată bioprintingului ar trebui să se inspire din cerințele formulate în procedurile: managementul prelevării de celule/țesuturi/organe și managementul transplantului de celule/țesuturi/organe (<http://anmcs.gov.ro/web/>).

În opinia mea, această nouă procedură denumită „Managementul bioimprimării”, componentă a sistemului de management al calității spitalului, ar trebui să conțină o serie de cerințe privind: asigurarea condițiilor necesare pentru bioimprimare; organizarea monitorizării activităților de bioimprimare; prevenirea discriminării; instruirea personalului medical pentru prevenirea depășirii competențelor deținute, iar fiecare din aceste cerințe trebuie să fie detaliate prin indicatori specifici.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

Coakley, M., Hurt, D.E., (2016), *3D Printing in the Laboratory*. Journal of Laboratory Automation, vol. 21, 4: 489-495.

Barnatt, C., (2016), *3D Printing*, third edition, ExplainingTheFuture.com, ISBN-13: 978-1539655466.

Harbaugh, J.T., (2015), *Do You Own Your 3D Bioprinted Body? Analyzing Property Issues at the Intersection of Digital Information and Biology*, American Journal of Law & Medicine, 41, 1: 167-189.

Rimann, M., Bono, E., Anaheim, H., Bleisch, M., Graf-Hausner, U., (2015), *Standardized 3D Bioprinting of Soft Tissue Models with Human Primary Cells*, Journal of Laboratory Automation, 21, 4 496-509

<https://organovo.com/>

<http://anmcs.gov.ro/web/>