

kỳ (83,3%).

- Có mối liên quan giữa mức độ thiếu máu với tình trạng dinh dưỡng của bệnh nhân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Hội Tiết niệu Thận học Việt Nam (2013)**, Chẩn đoán và đánh giá thiếu máu trong bệnh thận mạn, Hướng dẫn điều trị thiếu máu trong bệnh thận mạn. tr. 10-11.
2. **Bách Quốc Tuyên (2002)**, Đại cương về thiếu máu, Bách khoa thư bệnh học. Tập 1, Nhà xuất bản Y học.
3. **Hà Thị Thanh (2009)**, Chương huyết học cơ sở. Huyết học - truyền máu. Nhà xuất bản Y học.
4. **Alemu B, et al (2021)**, Prevalence of Anemia and Its Associated Factors Among Chronic Kidney Disease Patients Attending Selected Public Hospitals of Addis Ababa, Ethiopia: Institutional-Based Cross-Sectional Study. Original Research. **14-2021**: p. 67-75.
5. **Bárány P, et al (1991)**, Nutritional assessment in anemic hemodialysis patients treated with recombinant human erythropoietin. Clin Nephrol. **35(6)**: p. 370-379.
6. **Fliss E. M. Murtagh, J.A.H., Irene J.Higginson (2007)**, The prevalence of symptoms in ERSD: a systematic review. Advances in CKD-the journal of the national kidney foundation. **14(1)**: p. 82-99.
7. **Kammerer J, et al (2002)**, Anemia in CKD: prevalence, diagnosis and treatment. Case study of the anemic patient. Nephrol nursing journal. **29(4)**: p. 371-374.
8. **Lynsey Webb, et al (2009)**, Demographic and biochemistry profile of kidney transplant recipients in the U K in 2008: national and centre-specific analyses, The 12th Annual report from the UK renal registry. p. 69-102.
9. **Maria Amélia Aguiar Hazin (2020)**, Anemia in chronic kidney disease. Revista da Associação Médica Brasileira. **66**.

SẢN XUẤT THUỐC BẰNG CÔNG NGHỆ IN 3D FDM PHẦN 1: NGUYÊN LÝ VÀ QUY TRÌNH HOẠT ĐỘNG

Lê Thị Thu Trang*, Trần Thị Hải Yến*,
Nguyễn Thị Thanh Duyên*, Võ Quốc Ánh*

TÓM TẮT

In 3D là công nghệ tạo vật thể 3 chiều có nhiều triển vọng trong việc bào chế thuốc cá nhân hóa đáp ứng nhu cầu điều trị riêng biệt từng người bệnh. Công nghệ này đồng thời cho phép bào chế các dạng thuốc với liều lượng chính xác, có cấu trúc phức tạp kiểm soát giải phóng chỉ bằng một vài cái nhấp chuột máy tính. Bài tổng quan này trình bày một cách có hệ thống nguyên lý cấu tạo, cơ chế hoạt động của máy in 3D ứng dụng phổ biến trong ngành Dược. Bên cạnh đó, bài viết mô tả chi tiết quy trình từng bước tạo ra một vật thể bằng kỹ thuật in 3D dựa trên nguyên lý FDM (fused deposition modeling).

Từ khóa: Công nghệ in 3D, thuốc in 3D, cá nhân hóa điều trị.

SUMMARY

APPLICATION OF 3D FDM IN PHARMACEUTICAL FORMULATION DESIGN: OPERATION FUNDAMENTAL AND TECHNICAL CHALLENGES

3 dimension (3D) printing was utilized, for the first time, as a manufacturing platform for fabrication of pharmaceutical dosage forms in 2000 [1]. However, not until the first approval of Spritam by US. FDA in 2015, application of 3D printing in pharmaceutical

sciences gained its growing interest. The technology is involving in the layer-by-layer deposition of materials to fabricate 3 dimension objects according to a digital model. The American Society for Testing and Materials (ASTM) classified 3D printing technology into 7 categories, namely material extrusion, material jetting, powder bed fusion, binder jetting, vat photopolymerisation, sheet lamination and directed energy deposition. 3D fused deposition modelling (FDM), a material extrusion based technique, is the most researched technique owing to its simple, low cost and highly flexibility. FDM allows to fabricate various dosage forms with highly complex geometries that offer a great potential to customize drug release profiles. This paper reviewed systematically the technical fundamental, requirements, step by step procedure and critical parameters of a 3D FDM process.

Keywords: Three-dimension (3D) printing, 3D printed drugs, fused deposition modeling, material extrusion.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

In 3D là một nền tảng công nghệ mới ứng dụng trong nhiều lĩnh vực sản xuất và công nghiệp khác nhau. Ứng dụng công nghệ in 3D trong nghiên cứu bào chế và sản xuất dược phẩm nhận được nhiều sự quan tâm trong gần một thập kỷ gần đây, đặc biệt là kể từ khi Cục quản lý thuốc và thực phẩm Mỹ (US. FDA) phê duyệt thuốc Spritam- thuốc in 3D đầu tiên vào năm 2015. Công nghệ in 3D cho phép chế tạo ra những vật thể thật theo đúng mô hình 3 chiều được thiết kế trên máy tính với độ chính xác cao.

*Trường đại học Dược Hà Nội

Chịu trách nhiệm chính: Võ Quốc Ánh

Email: anhvq@hup.edu.vn

Ngày nhận bài: 13.4.2021

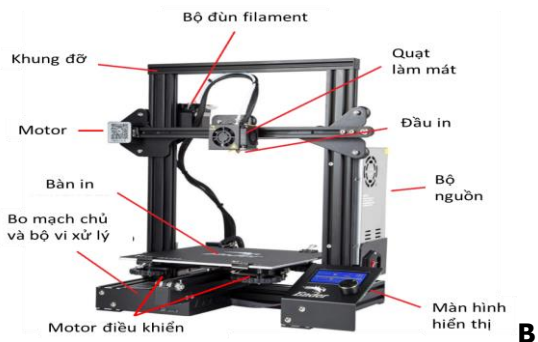
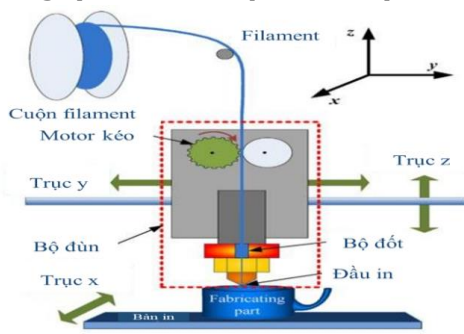
Ngày phản biện khoa học: 27.5.2021

Ngày duyệt bài: 11.6.2021

Trong các kỹ thuật in 3D, kỹ thuật tạo mô hình bằng bồi đắp-liên kết (fused deposition modeling - FDM) được đặc biệt quan tâm bởi khả năng ứng dụng rộng rãi và tiết kiệm hơn các kỹ thuật in 3D khác. Trong lĩnh vực khoa học dược, kỹ thuật này đã được ứng dụng để thiết kế và bào chế nhiều dạng thuốc khác nhau, từ các thuốc giải phóng nhanh đến các thuốc giải phóng có kiểm soát. Đặc biệt, kỹ thuật này đã chứng tỏ được các ưu điểm vượt trội trong việc tạo ra các dạng bào chế phức tạp, gần như bất khả thi đối

với các kỹ thuật bào chế truyền thống. Thêm vào đó, kỹ thuật này đặc biệt phù hợp với mô hình chăm sóc y tế điện tử, khi mà thuốc được cá nhân hóa theo nhu cầu điều trị của từng cá thể. Với mục tiêu tiếp cận và dẫn ứng dụng kỹ thuật in 3D trong lĩnh vực dược phẩm, bài viết này trình bày một cách có hệ thống nguyên lý cấu tạo, cơ chế hoạt động của các máy in 3D. Đồng thời, bài viết mô tả chi tiết từng bước quy trình tạo ra một vật thể bằng kỹ thuật in 3D dựa trên nguyên lý FDM.

1. Nguyên tắc cấu tạo của máy in 3D FDM



Hình 1: Sơ đồ nguyên tắc các bộ phận chính trong máy in 3D FDM (A) và cấu tạo của một máy in 3D FDM đơn giản (B)

Bàn in (để in): là nơi lớp in đầu tiên dính kết, là giá đỡ cho vật trong quá trình in.

Đầu in: Là nơi làm nóng chảy các sợi in và dẫn vật liệu in chảy lỏng bồi đắp lên lớp in trước với một tốc độ hằng định.

Đùn filament: Là hệ thống gồm các bộ phận kéo, dẫn filament vào đầu in; bộ đốt nóng filament và đẩy mực in tạo các lớp trên bàn in.

Các Motors: Thường có 3 motor hoạt động độc lập phối hợp điều khiển chuyển động của đầu in và bàn in trên 3 trục x, y, z theo hành trình đã được lập trình sẵn.

Bộ vi xử lý: Là trung tâm xử lý chuyển đổi các thông tin về cấu tạo của vật thể thành các lệnh điều khiển bộ đùn filament, đầu in và bàn in. Bộ vi xử lý có thể trực tiếp điều khiển máy in bằng cách lấy các dữ liệu về kết cấu từ file cắt lớp vật thể được lưu trong thẻ SD. Để có thể thực hiện các chức năng phức tạp hơn, bộ vi xử lý được kết nối và điều khiển bởi máy tính thông qua phần mềm đã được tích hợp sẵn. Việc điều khiển toàn diện bằng phần mềm trên máy tính cho phép thực hiện quá trình in linh động hơn, tạo ra các vật thể tinh xảo và có cấu trúc phức tạp hơn.

2. Hoạt động của máy in 3D dựa trên nguyên lý FDM.

FDM là quá trình làm nóng chảy vật liệu in, bồi đắp từng lớp để tạo thành cấu trúc chi tiết 3

chiều của vật thể. Quá trình này bao gồm các giai đoạn: 1) Tạo sợi in, "mực in 3D", từ các vật liệu thích hợp; 2) Thiết kế vật thể; 3) Chuyển định dạng tệp hình ảnh 3 chiều sang định dạng tệp chứa các thông tin về vị trí theo từng lớp; 4) Nạp nguyên liệu dưới dạng sợi in; 5) In vật thể theo mô hình; và 6) Hoàn thiện sản phẩm [2].

**Thiết kế mô hình 3 chiều:* Vật thể in được thiết kế hình dạng, kích thước, chi tiết cấu trúc bên trong trên các phần mềm thiết kế đồ họa 3 chiều như AutoCAD, Sketchup hoặc máy quét 3 chiều (3D scanner).

**Chuyển định dạng file thiết kế:* Trước khi có thể in thành các vật thể, file đồ họa 3D phải được chuyển sang định dạng lớp bằng các phần mềm cắt lớp vật thể (slicing software). Các máy in 3D có thể thực hiện in trực tiếp từ file thiết kế theo lớp được nạp vào bộ xử lý của nó thông qua thẻ SD hoặc có thể được điều khiển bằng phần mềm in 3D được cài đặt trên máy tính. Sau khi tiếp nhận thông tin từ file thiết kế, bộ vi xử lý của máy in sẽ tính toán và thiết kế đường đi của đầu in cho mỗi lớp in.

**Tạo sợi in (filament):* Trong bào chế thuốc bằng công nghệ in 3D FDM, tạo sợi in filament là bước đầu tiên và rất quan trọng. Nó quyết định chất lượng của sản phẩm và tính khả thi của quá trình in các dạng bào chế. Giai đoạn này cho

phép phối hợp dược chất với các tá dược để tạo ra "mực in" (hay filament). "Mực in" cho máy FDM là các sợi hình trụ, có đường kính đồng nhất, phù hợp với từng loại thiết bị in. Các máy in thương mại thường được thiết kế để in các filament có đường kính 1,75mm hoặc 2,85mm. Dược chất có thể được phối hợp vào các filaments bằng hai phương pháp đó là: thẩm dược chất vào các filaments có sẵn và đùn nóng chảy (hot melt extrusion).

- Phương pháp thứ nhất xuất phát từ các filaments đã được thương mại hóa. Đây là các sợi đùn được làm từ các nguyên liệu polymer (phổ biến là PBS, PLA, PVA...) và các chất phụ gia. Filaments thương mại được ngâm trong dung dịch dược chất được hòa tan trong dung môi thích hợp không có khả năng hòa tan các thành phần của filament thương mại [3]. Trong thời gian ngâm, dược chất sẽ khuếch tán vào trong filament. Sau khi đạt đến trạng thái cân bằng, filament được lấy ra và bay hơi dung môi ở điều kiện thích hợp. Phương pháp này có ưu điểm là không cần trang bị một thiết bị chuyên dụng, đặt tiền đề đùn sợi filament. Các filaments có độ đồng nhất cao, có kích thước và các tính chất cơ học thích hợp cho quá trình in. Tuy nhiên, phương pháp này có nhược điểm là chứa tỷ lệ dược chất rất thấp (thường nhỏ hơn 2%) nên chỉ phù hợp cho các thuốc có liều dùng rất nhỏ [4]. Quá trình đưa thuốc vào sợi in tốn thời gian và có nguy cơ vượt giới hạn về tồn dư dung môi. Thêm vào đó, các nguyên liệu dùng để sản xuất sợi in có thể không được kiểm soát theo các quy định của sản xuất dược phẩm. Một trong những nhược điểm lớn của cách tiếp cận này là nhiệt độ in tương đối cao làm hạn chế khả năng áp dụng cho nhiều loại dược chất.

- Phương pháp thứ 2, xuất phát từ các nguyên liệu dược chất và các tá dược ở dạng bột, hạt hoặc pellets. Hỗn hợp vật lý của công thức bào chế "mực in" được chuyển liên tục vào máy đùn nóng chảy để sản xuất các sợi in theo quy trình điển hình như mô tả dưới đây. Đùn nóng chảy là phương pháp được áp dụng phổ biến nhất trong các nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật in 3D trong bào chế thuốc. Phương pháp này có ưu điểm là có thể thay đổi thành phần công thức bào chế linh động và dễ dàng, có thể áp dụng được với nhiều loại dược chất. Tỷ lệ dược chất trong filament cao, có thể lên đến 50% [5], mở ra khả năng áp dụng cho rất nhiều dược chất. Phương pháp đùn nóng chảy tiết kiệm thời gian, không sử dụng dung môi và dược chất ít tiếp xúc với môi trường, đồng thời có thể

thực hiện tuân thủ các quy định GMP trong sản xuất dược phẩm. Việc xây dựng công thức bào chế sợi in cần tính đến việc đảm bảo các tính chất cơ lý của filaments phù hợp với quá trình in 3D. Tính chất lưu biến của mực in nóng chảy cũng cần được tối ưu hóa để đảm bảo độ bền cơ học, tính chính xác với mô hình và độ phân giải phù hợp với các dạng bào chế. Quy trình sản xuất filament theo phương pháp đùn nóng chảy bao gồm các bước:

1) Tạo hỗn hợp vật lý của các nguyên liệu có trong công thức.

2) Cấp từ từ hỗn hợp vật lý vào máy đùn nóng chảy, tại đó nguyên liệu sẽ trở nên mềm hoặc nóng chảy dưới tác dụng của nhiệt tiếp tục được đồng nhất hóa và nén ép trong ống đùn (barrel) dưới tác động của trục vít.

3) Nguyên liệu nóng mềm (molten state) sẽ được trục vít đùn ép qua khuôn đặt ở cuối ống đùn có dạng một lỗ tròn với đường kính phù hợp để tạo ra các filament.

4) Các sợi đùn khi vừa ra khỏi khuôn còn ở có thể chất mềm, có thể kéo dẫn, được chuyển liên tục trên một băng chuyền đồng bộ hóa với tốc độ đùn. Trong quá trình di chuyển trên băng chuyền, các sợi đùn được làm nguội dần, đông rắn tạo sợi in.

5) Các sợi đùn có thể được thu gom thành cuộn tròn bằng cách sử dụng thiết bị cuốn sợi. Sau đó, chúng được đóng gói và bảo quản cẩn thận trong đồ bao gói phù hợp.

**Các yêu cầu của filaments:*

Các sợi in phải đồng nhất và có kích thước phù hợp với bộ phận dẫn - đẩy filament và đầu in của thiết bị. Đồng thời chúng cũng phải có bề mặt nhẵn, ít ma sát, độ cứng, khả năng đàn hồi giúp filament đi vào đầu in dễ dàng, không bị biến dạng dưới lực đẩy của bộ đùn nhằm đảm bảo tính đồng nhất trong suốt quá trình in. Quan trọng hơn, mực in phải có nhiệt độ nóng chảy – đông rắn và tính chất lưu biến khi nóng chảy phù hợp nhằm giúp tạo liên kết tốt giữa các lớp in và đảm bảo độ chính xác về kết cấu, hình dạng sản phẩm [6]. Các tính chất và độ tương thích của filament với quá trình in 3D cần được đánh giá nhằm đảm bảo quá trình in được diễn ra thông suốt [7].

**Chu trình hoạt động của máy in 3D FDM*

Để thực hiện quá trình in, trước tiên, bàn in phải được cân bằng và filament phải được nạp vào máy in thông qua một ống dẫn nhờ bộ phận đùn sợi được tạo bởi hai bánh răng quay ngược chiều nhau (Hình 1A). Khi hoàn tất việc cài đặt các thông số in như trình bày trong Bảng 1, thiết

bị in 3D sẽ khởi động và cần một khoảng thời gian để đạt cân bằng nhiệt độ của đầu in và bàn in. Sau thời gian ổn định, đầu in sẽ tự hạ thấp

đến khi cách bàn in một khoảng đúng bằng chiều cao của mỗi lớp in, sẵn sàng cho việc in lớp đầu tiên.

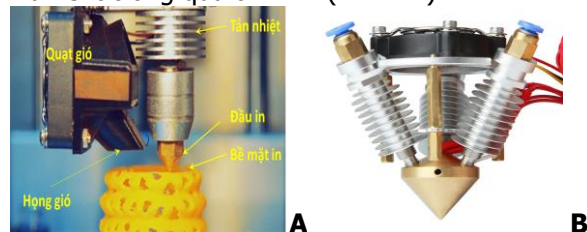
Bảng 1: Các thông số điều khiển quá trình tạo vật thể bằng công nghệ in 3D FDM

TT	Thông số	Ý nghĩa của thông số
1	Tốc độ cấp sợi in (Feeding speed)	Cài đặt tốc độ đùn sợi in, được đồng bộ hóa với tốc độ di chuyển của đầu in.
2	Tốc độ rút filament (Filament retraction speed)	Cài đặt tốc độ rút filament khi đầu in gặp khoảng trống trong mô hình vật in.
3	Mức độ rút filament (Filament retraction)	Cài đặt mức độ rút filament khi đầu in đến khoảng trống trong mô hình hoặc thay đổi mực in.
4	Kích thước filament (Filament diameter)	Cho phép tùy chỉnh theo đường kính thực tế của filament để đồng bộ hóa với tốc độ in
5	Nhiệt độ in (Print head temperature)	Cài đặt nhiệt độ của đầu kim loại nơi làm nóng và chuyển mực in từ trạng thái rắn sang trạng thái chảy lỏng.
6	Nhiệt độ bàn in (Platform temperature)	Cài đặt nhiệt độ của bề mặt bàn in, nơi lớp in đầu tiên tiếp xúc.
7	Tốc độ di chuyển đầu in (Print head velocity)	Tốc độ di chuyển theo chiều dài hành trình của đầu in
8	Tốc độ quạt (Fan speed)	Cài đặt tốc độ quạt làm mát bề mặt vừa in.
9	Mẫu hình môi lớp in (Print pattern)	Cài đặt dạng hành trình của đầu in trên môi lớp in, có thể vòng hướng tâm, đường zic zac, hình caro ...
10	Độ lấp đầy sản phẩm (Infill)	Quy định % không gian bị chiếm chỗ bởi nguyên liệu in ở bên trong vật thể.
11	Độ dày lớp bao ngoài vật in (Shell thickness)	Bề dày lớp bao đặc khít ngoài cùng của vật thể.
12	Độ dày lớp in (Layer thickness)	Độ dày, của mỗi lớp in, quy định độ phân giải.
13	Góc nghiêng đường in (Raster orientation)	Góc tạo bởi đường in thẳng và trục x của hệ tọa độ in.
14	Góc nghiêng vật thể khi in (Build orientation)	Cho phép điều chỉnh độ nghiêng của vật so với mặt phẳng của bàn in

Khi nhiệt độ đầu in đạt giá trị cài đặt, quá trình in bắt đầu với sự chuyển động ngược chiều nhau của 2 bánh răng trong bộ phận đùn giúp kéo filament vào máy in. Tại phần kim loại của đầu in, filament được làm nóng chảy. Dung dịch nóng chảy được đẩy qua đầu in kim loại tạo các lớp trên khay in với độ dày lớp in có thể cài đặt trong khoảng 50-400µm. Nhiệt độ cao của mực in làm bề mặt lớp in cũ chảy lỏng và giúp kết dính với lớp in mới. Chúng sẽ nhanh chóng đông rắn lại ở nhiệt độ thường hoặc có thêm sự trợ giúp của quạt làm mát (Hình 2A). Khi kết thúc mỗi lớp in, đầu in sẽ được nâng lên hoặc bàn in sẽ được hạ xuống một khoảng bằng chiều dày lớp in đã được cài đặt, sẵn sàng cho việc bồi đắp lớp in mới trên phần đã được in. Quá trình cứ thế lặp lại cho đến khi tạo thành vật thể hoàn chỉnh.

Trong phần lớn các máy in 3D thương mại, đầu in được có thể di chuyển trên mặt phẳng song song với bàn in theo 2 trục y và z trong khi bàn in có thể di chuyển theo trục x thông qua sự

truyền động bằng dây đai từ các động cơ. Tuy nhiên, cũng có những loại máy cố định đầu in có thể di chuyển trên mặt phẳng song song với bàn in theo hai trục x, y trong khi khay in có thể di chuyển độc lập theo phương thẳng đứng vuông góc với bàn in (trục z). Các thiết bị in 3D truyền thống chỉ có một đầu in, trong khi các máy in 3D hiện đại có thể có 2 đầu in hoặc hơn. Đầu in phổ biến là đầu in đơn chỉ có thể đùn một loại filament trong quá trình in (hình 2A).



Hình 2: Cấu tạo của đầu in và quạt làm mát A) Đầu in đơn và quạt làm mát lớp in; B) Đầu in kép có thể in đồng thời nhiều filaments

Trong khi đó, ít phổ biến hơn, đầu in kép có thể đùn hai hay nhiều loại filaments riêng biệt, luân phiên hoặc đồng thời trong quá trình in (hình 2B). Nhờ vậy, có thể tách biệt mực in có chứa các nguyên liệu tương kỵ hoặc cho phép in vật thể có nhiều phần mà mỗi phần được tạo thành từ các nguyên liệu khác nhau.

**Hoàn thiện sản phẩm:* Trong một số trường hợp, vật thể in có hình dạng phức tạp hoặc diện tích bề mặt in nhỏ khiến cho in lớp đầu tiên khó khăn hoặc vật thể in không định hình vững chắc trên bàn in. Trong trường hợp này, có thể tạo các khung đỡ định hình cấu trúc của vật hoặc hỗ trợ các lớp đầu liên kết với bề mặt bàn in. Những vật liệu định hình này sẽ được loại bỏ sau khi quá trình in kết thúc. Tùy thuộc vào nguyên liệu cấu thành, vật liệu trung gian có thể bị loại bỏ bằng cách vệ tẩy hoặc hòa tan trong nước ấm [8]. Bên cạnh vệ sinh loại bỏ các vật liệu trung gian, giai đoạn hoàn thiện có thể gồm công đoạn thêm những đặc tính mới cho sản phẩm, như đánh bóng, bao film, bao màu...

V. KẾT LUẬN

Cơ chế hoạt động của kỹ thuật in 3D FDM tương đối đơn giản, dễ điều khiển và có thể kiểm soát hoàn toàn bằng phần mềm. Kỹ thuật này cho phép tạo ra các vật thể có cấu trúc phức tạp với độ chính xác cao từ các mô hình 3 chiều. Đặc tính của vật in có thể được điều chỉnh linh hoạt thông qua điều chỉnh thiết kế của vật in cũng như thay đổi các thông số điều khiển quá trình in. Việc hiểu rõ nguyên lý cấu tạo, quy trình hoạt động là rất cần thiết trong việc làm chủ công nghệ và kiểm soát quá trình hoạt động

nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm tốt và độ lặp lại cao. Công nghệ này mở ra hướng hiện đại hóa ngành công nghiệp sản xuất thuốc theo hướng tạo ra các dạng thuốc có cấu trúc phức tạp và cá nhân hóa điều trị trong chăm sóc y tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Katstra, W., Palazzolo, R., Rowe, C., Giritlioglu, B., Teung, P., and Cima, M. (2000).** Oral dosage forms fabricated by Three Dimensional Printing™. *Journal of controlled release* 66, 1-9.
2. **Gaisford, A.W.B.a.S. (2018).** 3D printing of pharmaceuticals.
3. **Goyanes, A., Buanz, A.B., Hatton, G.B., Gaisford, S., and Basit, A.W. (2015).** 3D printing of modified-release aminosaliclylate (4-ASA and 5-ASA) tablets. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 89, 157-162.
4. **Goyanes, A., Buanz, A.B., Basit, A.W., and Gaisford, S. (2014).** Fused-filament 3D printing (3DP) for fabrication of tablets. *International journal of pharmaceutics* 476, 88-92.
5. **Gioumouxouzis, C.I., et al. (2018).** "A 3D printed bilayer oral solid dosage form combining metformin for prolonged and glimepiride for immediate drug delivery." *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 120, 40-52.
6. **Aho, J., et al. (2019).** "Roadmap to 3D-printed oral pharmaceutical dosage forms: feedstock filament properties and characterization for fused deposition modeling." *Journal of pharmaceutical sciences*, 108, 26-35.
7. **Xu, P., et al. (2020).** "Development of a quantitative method to evaluate the printability of filaments for fused deposition modeling 3D printing." *International journal of pharmaceutics*, 588, 119760.
8. **Gebhardt, A., and Jan-Steffen Hötter. (2016).** Characteristics of the Additive Manufacturing Process, *Additive Manufacturing D*, 3, 21-91.

HIỆU QUẢ CHE TUỖ TRỰC TIẾP BẰNG VẬT LIỆU CALCIUM SILICATE (BIODENTINE™) TRÊN RĂNG VĨNH VIỄN CÓ VIÊM TUỖ KHÔNG HỒI PHỤC

Trần Xuân Vinh*

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá hiệu quả che tuỷ trực tiếp bằng vật liệu calcium silicate (Biodentine™) trên răng người trưởng thành có viêm tuỷ không hồi phục. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Bệnh nhân nữ 24 tuổi có cơn đau tự phát, kéo dài, xuất hiện

thường xuyên cách đây 2 tuần. Dựa trên khám lâm sàng và hình ảnh X quang, răng được chẩn đoán viêm tuỷ không hồi phục. Sau khi gây tê và đặt đê cao su, phần ngà sâu và mô tuỷ viêm được loại bỏ bằng mũi khoan vô trùng và tay khoan cao tốc dưới nguồn nước. Cầm máu trong vòng 2 phút bằng gòn thấm NaOCl 2,5%. Tuỷ lộ được che bằng vật liệu Biodentine™. Sau 1 tháng, răng được trám kết thúc với resin composite. **Kết quả:** Ngày đầu tiên sau can thiệp, bệnh nhân chỉ đau nhẹ. Theo dõi sau 1 tháng, 6 tháng và 24 tháng, răng không có triệu chứng bất thường, đáp ứng với thử nhiệt hoặc điện. Hình ảnh trên phim X quang vùng quanh chóp bình thường. **Kết luận:** Che tuỷ trực tiếp với vật liệu Biodentine™ trên răng trưởng

*Đại Học Y Dược Tp.Hồ Chí Minh

Chịu trách nhiệm chính: Trần Xuân Vinh

Email: vinhdentist@yahoo.com

Ngày nhận bài: 13.4.2021

Ngày phản biện khoa học: 27.5.2021

Ngày duyệt bài: 14.6.2021