CUỘC THI SÁNG TẠO TẾ BÀO GỐC 2026

LẦN THỨ 11 | CHỦ ĐỀ: TẾ BÀO GỐC & AI

MĐT: 524

KHÉO VÀ BÁ

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

ĐƠN VỊ TÀI TRỢ

ENDOREGEN-AI: RELIABLE AI FOR ENDOMETRIAL REGENERATION ASSESSMENT

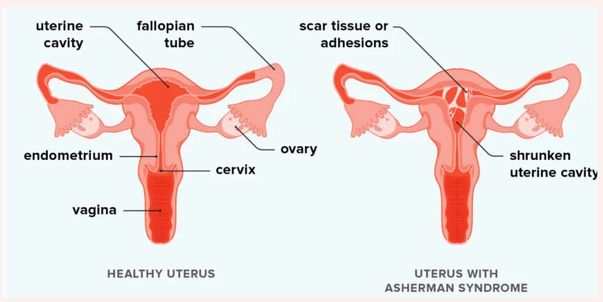
THƯỚC ĐO AI ĐÁNG TIN CẬY CHO QUÁ TRÌNH TÁI TẠO NỘI MẠC TỬ CUNG SAU LIỆU PHÁP TẾ BÀO GỐC

A. BỐI CẢNH & TÍNH CẤP THIẾT

Hội chứng **Asherman** (dính buồng tử cung) là tình trạng hình thành **mô sẹo** và các **dải xơ dính** bên trong buồng tử cung, thường xuất hiện sau tổn thương lớp đáy nội mạc tử cung do nạo buồng tử cung, xử trí sẩy thai hoặc phẫu thuật tử cung. Tỷ lệ mắc sau sẩy thai là[1] **19,1%**

Bệnh có thể gây

- kinh nguyệt ít
- vô kinh
- sẩy thai tái diễn
- vô sinh



Print Medical illustration by Maya Chastain [2]

Hạn chế của phẫu thuật hiện tại

Theo tổng quan hệ thống của Hooker và cộng sự (2022)[3]

66% **Tỷ lệ tái dính** sau phẫu thuật.

Vấn đề: Phẫu thuật không phục hồi được chức năng, ngay cả sau gỡ dính, kết cục sinh sản của nhóm bệnh nhân này vẫn hạn chế và kém hiệu quả so với phụ nữ không bị dính. Bản thân thủ thuật gỡ dính có thể làm tổn thương thêm lớp nội mạc vốn đã thiếu hụt, từ đó gây tái dính.

Tại Việt Nam: Nghiên cứu tại Bệnh viện Phụ sản Trung ương (2026, n = 96) [4] ghi nhận:

Dù 83,3% được tách dính hoàn toàn trong phẫu thuật, chỉ 61,5% không còn hình ảnh dính khi kiểm tra sau 1–3 tháng.

Tiềm năng liệu pháp **tế bào gốc** kết hợp với **trí tuệ nhân tạo**:

Nghiên cứu lâm sàng CD133+ (2026) [5], thực hiện trên 20 phụ nữ mắc Asherman trung bình–nặng, ghi nhận những thay đổi mô học sau điều trị:

- **Độ dày nội mạc:** từ 3,80 lên đến 5,29 mm.
- **Tỷ lệ sinh sống cộng dồn:** 30% (6/20).
- **Tái tạo mô học:** Tuyến nội mạc +62%, mạch máu +73%, mô đệm giàu sợi −64%.

Nhận diện (Segmentation)
Phân đoạn các cấu trúc mô nội mạc tử cung.

Định lượng (Morphometry)
Đo diện tích, mật độ và đặc trưng hình thái.

So sánh (Regeneration)
Đánh giá thay đổi mô trước và sau điều trị.

Kiểm chứng (Reliability)
Đánh giá độ chính xác, sai số và độ tin cậy của AI.

Khoảng trống nghiên cứu

Việc định lượng mô học thủ công tốn thời gian và phụ thuộc người đánh giá. Trong khi đó, kết quả phân đoạn AI có thể thiếu tin cậy trên ảnh nhuộm không đồng nhất hoặc có lỗi tiêu bản.

Đề xuất: EndoREGEN-AI kết hợp kiểm soát chất lượng, định lượng mô học và ước lượng độ bất định để cảnh báo các phép đo cần chuyên gia xác minh.

B. MỤC TIÊU

Xây dựng và kiểm chứng EndoREGEN-AI nhằm tự động định lượng các đặc trưng mô học và đánh giá độ tin cậy của phép đo trong nghiên cứu tái tạo nội mạc tử cung sau liệu pháp tế bào gốc.

- **Chính xác:** Dice tuyến ≥ 0,80; ICC giữa AI và chuyên gia ≥ 0,75.
- **Đáng tin cậy:** Tương quan giữa độ bất định và sai số thực tế ρ ≥ 0,5; độ phủ khoảng tin cậy 90% đạt 85–95%.
- **Ý nghĩa sinh học:** Kiểm chứng xu hướng cải thiện các chỉ số tái tạo mô của nhóm HFTMSCs so với PBS (Phosphate-Buffered Saline) tại từng thời điểm, với Sham là nhóm đối chứng bình thường.

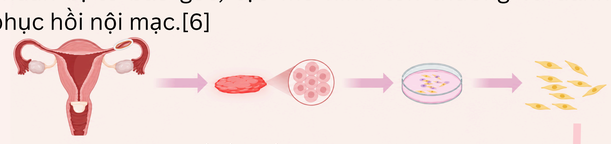
C. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

THÍ NGHIỆM SINH HỌC & THU DỮ LIỆU CHO MÔ HÌNH

Mục đích: Khảo sát sự phục hồi nội mạc tử cung sau điều trị tế bào gốc so với phục hồi tự nhiên.

1.1 Chuẩn bị tế bào gốc

Kế thừa thiết kế điều trị HFTMSCs trên mô hình chuột dính buồng tử cung (IUA) từ Yang et al. (2026), gồm quy trình chuẩn bị tế bào gốc, tạo mô hình tổn thương và đánh giá phục hồi nội mạc.[6]



Quy trình phân lập và nuôi cấy tế bào gốc trung mô từ vòi tử cung người (HFTMSCs). Tham khảo: Yang et al. (2026), Reproductive Biology and Endocrinology.[6]

1.2 Chuẩn bị mô hình bệnh - 3 nhóm

Đề xuất phân tích ảnh mô học H&E, Masson và CD31 từ ba nhóm Sham, PBS (dung dịch muối đệm phosphate -self heal) và HFTMSCs tại các thời điểm nghiên cứu. Giai đoạn đầu ưu tiên dữ liệu được cấp quyền sử dụng; thực nghiệm sinh học độc lập thuộc giai đoạn mở rộng. [6]

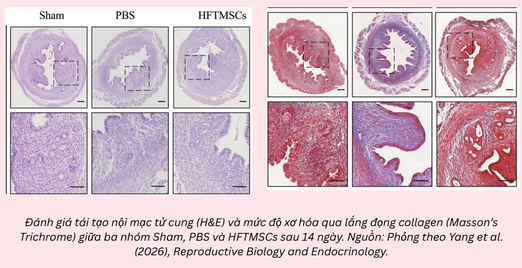


2. Thu mô vào ngày 14 và 28 các cá thể độc lập của 3 nhóm chuột

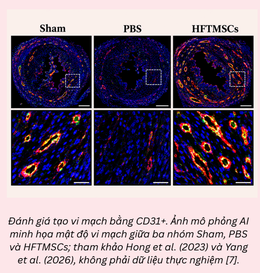
H&E: Tuyến & biểu mô
Nhuộm lát cắt mô tử cung bằng Hematoxylin–Eosin nhằm quan sát **cấu trúc biểu mô, đếm số tuyến và đo độ dày nội mạc.**

Masson: Xơ hóa
Nhuộm lát cắt mô bằng Masson's Trichrome nhằm nhận diện collagen màu xanh, tính **tỷ lệ diện tích xơ hóa.**

CD31: Vi mạch
Nhuộm miễn dịch huỳnh quang bằng kháng thể anti-CD31 nhằm đánh dấu và đếm các vi mạch CD31+ để **đánh giá sự tạo mạch. [7]**



Đánh giá tái tạo nội mạc tử cung (H&E) và mức độ xơ hóa qua lắng đọng collagen (Masson's Trichrome) giữa ba nhóm Sham, PBS và HFTMSCs sau 14 ngày. Nguồn: Phỏng theo Yang et al. (2026), Reproductive Biology and Endocrinology.



Đánh giá tạo vi mạch bằng CD31+. Ảnh mô phỏng AI minh họa mật độ vi mạch giữa ba nhóm Sham, PBS và HFTMSCs; tham khảo Hong et al. (2023) và Yang et al. (2026), không phải dữ liệu thực nghiệm [7].

So sánh các chỉ số tái tạo mô giữa nhóm điều trị, nhóm tổn thương đối chứng và nhóm bình thường ở từng thời điểm.

ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

3. Dữ liệu đầu vào

- **Ảnh mô học**: Quét tiêu bản bằng máy quét WSI qua lam kính các (H&E, Masson, CD31) để tạo ra ảnh kỹ thuật số.
- **Metadata:** Mã mẫu, nhóm thí nghiệm, thời điểm lấy mẫu (ngày 14/28), độ phân giải ảnh.
- **Nhãn tham chiếu:** Hai chuyên gia độc lập khoanh vùng tuyến, biểu mô, xơ hóa và vi mạch trên tập ảnh được chọn.

4. Tiền xử lý dữ liệu

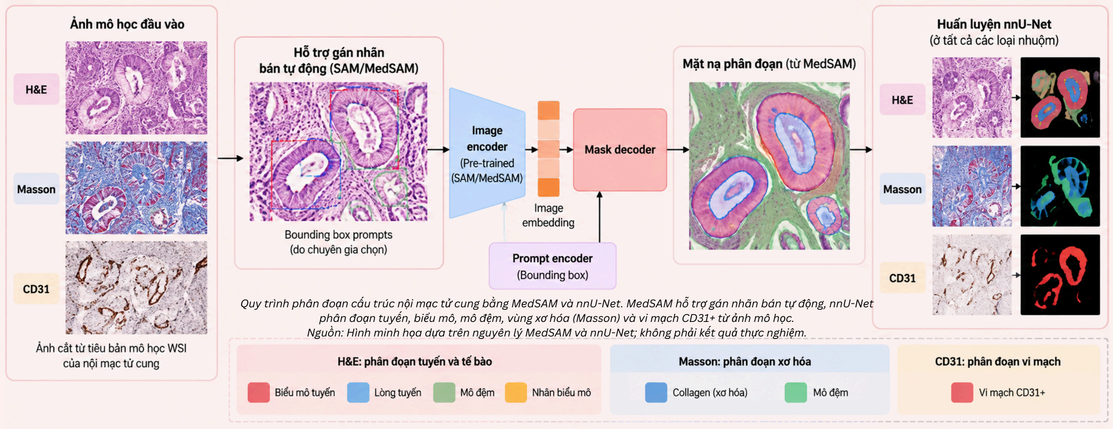
Sử dụng **GrandQC** [8] để xác định vùng mô và phát hiện lỗi tiêu bản trên ảnh H&E, tạo quality mask nhằm đánh dấu vùng không đáng tin cậy.

Kiểm tra khả năng áp dụng trên ảnh Masson và CD31 trước khi sử dụng. Chuẩn hóa độ phân giải và màu nhuộm phù hợp với dữ liệu, đồng thời lưu thông tin chất lượng ảnh để phân tích sai số.

5. Định lượng (Segmentation)

Mục tiêu: Tự động xác định các cấu trúc mô học để định lượng quá trình tái tạo nội mạc tử cung.

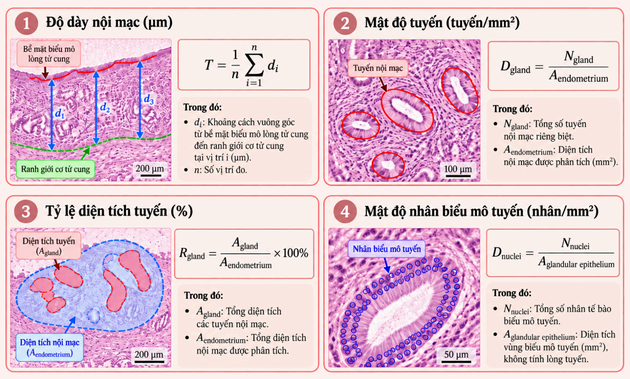
1. **Tạo nhãn bán tự động:** Chuyên gia xác định bounding box; MedSAM [10] tạo mask gợi ý. Chuyên gia kiểm tra, hiệu chỉnh và xác nhận nhãn tham chiếu.
2. **Huấn luyện nnU-Net:** Sử dụng ảnh và nhãn đã hiệu chỉnh để huấn luyện mô hình phân đoạn tự động trên ảnh mới. Xây dựng mô hình phù hợp cho từng loại nhuộm H&E, Masson và CD31.



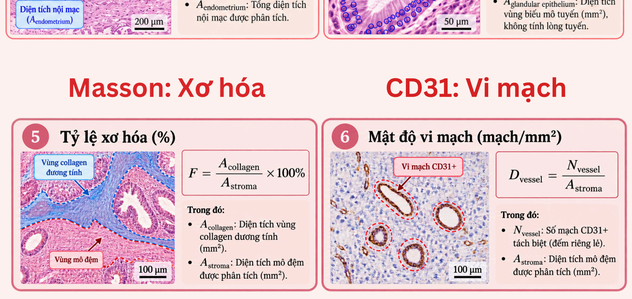
Quy trình phân đoạn cấu trúc nội mạc tử cung bằng MedSAM và nnU-Net. MedSAM hỗ trợ gán nhãn bán tự động, nnU-Net phân đoạn tuyến, biểu mô, mô đệm, vùng xơ hóa (Masson) và vi mạch CD31+ từ ảnh mô học. Nguồn: Hình minh họa dựa trên nguyên lý MedSAM và nnU-Net; không phải kết quả thực nghiệm.

6. Định lượng (Quantitative Morphometry)

H&E: Tuyến & biểu mô



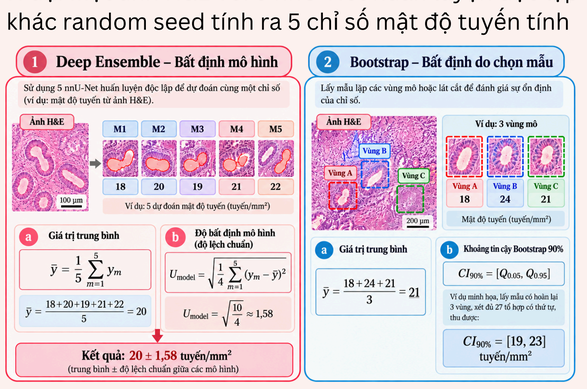
Masson: Xơ hóa **CD31: Vi mạch**



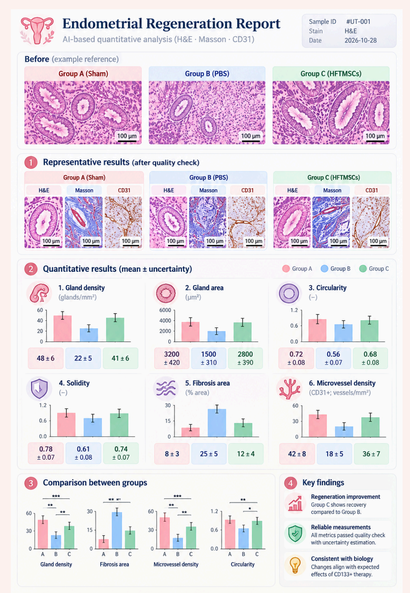
7. Độ bất định (Uncertainty Estimation - Reliability)

Sử dụng Deep Ensemble [12] gồm 5 mô hình nnU-Net huấn luyện độc lập để ước lượng mức độ dao động của các phép đo mô học. Kết hợp độ bất định với quality mask để nhận diện phép đo có nguy cơ sai lệch cao. Các kết quả được gắn cờ cần chuyên gia kiểm tra trước khi sử dụng để so sánh sinh học.

Ví dụ: Một ảnh H&E với 5 nnU-Net huấn luyện độc lập khác random seed tính ra 5 chỉ số mật độ tuyến tính



8. Báo cáo tái tạo mô



Báo cáo AI mô phỏng: ảnh mô học, chỉ số định lượng, độ bất định và so sánh giữa ba nhóm Sham, PBS và HFTMSCs theo thời điểm nghiên cứu.

D. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ VÀ KẾT QUẢ DỰ KIẾN

1. Chính xác

- Dice: Đánh giá độ trùng khớp phân đoạn giữa AI và chuyên gia.
- ICC: Đánh giá mức độ nhất quán của 6 chỉ số định lượng giữa AI và chuyên gia.

Kết quả kỳ vọng: Dice tuyến ≥ 0,80; ICC ≥ 0,75

2. Đáng tin cậy

- Spearman (ρ): Kiểm tra tương quan giữa độ bất định và sai số thực tế.
- Coverage 90%: Kiểm tra độ phủ thực tế của khoảng dự đoán 90%.
- Đánh giá khả năng gắn cờ các phép đo có sai số lớn.

Kết quả kỳ vọng: ρ ≥ 0,5; độ phủ 90% đạt 85–95%.

3. Ý nghĩa sinh học:

So sánh ba nhóm Sham, PBS và HFTMSCs riêng tại ngày 14 và 28, sử dụng các chỉ số tuyến, xơ hóa và vi mạch.

Kết quả kỳ vọng: Ít nhất 2/3 nhóm chỉ số chính thay đổi theo hướng giả thuyết; báo cáo độ lớn khác biệt và khoảng tin cậy.

E. ỨNG DỤNG

- **Trung tâm hỗ trợ sinh sản (IVF):** Có tiềm năng hỗ trợ theo dõi mức độ phục hồi nội mạc ở bệnh nhân Asherman hoặc niêm mạc mỏng, làm thông tin tham khảo cho quyết định chuyển phôi. Ứng dụng này cần được xác thực lâm sàng thêm.
- **Khoa Giải phẫu bệnh:** Tự động hóa phân tích mô học, giảm thao tác thủ công, hỗ trợ chuyên gia nhận diện cấu trúc mô, kiểm tra kết quả phân đoạn và rà soát các phép đo bất thường.
- **Cơ sở y tế nguồn lực hạn chế:** Pipeline nhẹ, làm việc trên ảnh quét hoặc ảnh chụp từ kính hiển vi phổ thông.

TRÍCH DẪN