CUỘC THI SÁNG TẠO TẾ BÀO GỐC 2026
LẦN THỨ 11 | CHỦ ĐỀ: TẾ BÀO GỐC & AI
MĐT: 515
NEXUSAI
ĐƠN VỊ TỔ CHỨC
ĐƠN VỊ TÀI TRỢ

VISION-MSC: AI ĐÁNH GIÁ ĐỘ PHỦ VÀ LÃO HÓA TẾ BÀO GỐC TRUNG MÔ TỪ ẢNH KÍNH HIỂN VI

Tự động hóa phân tích hình ảnh – Hướng tới nuôi cấy an toàn và hiệu quả

TÓM TẮT

Tế bào gốc trung mô (MSC) có tiềm năng ứng dụng trong y học tái tạo, nhưng việc đánh giá chất lượng nuôi cấy vẫn phụ thuộc đáng kể vào quan sát hình ảnh. Nghiên cứu đề xuất Vision-MSC, một công cụ ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích ảnh kính hiển vi trường sáng và tương phản pha, hướng tới ước tính độ phủ tế bào, đánh giá hình thái liên quan đến lão hóa và phát hiện bất thường. Quy trình tích hợp học máy, học sâu và hiệu chỉnh độ tin cậy nhằm đánh giá hiệu năng mô hình, nhận diện các dự đoán chưa đáng tin cậy và hỗ trợ chuyên gia trong kiểm soát chất lượng nuôi cấy MSC.

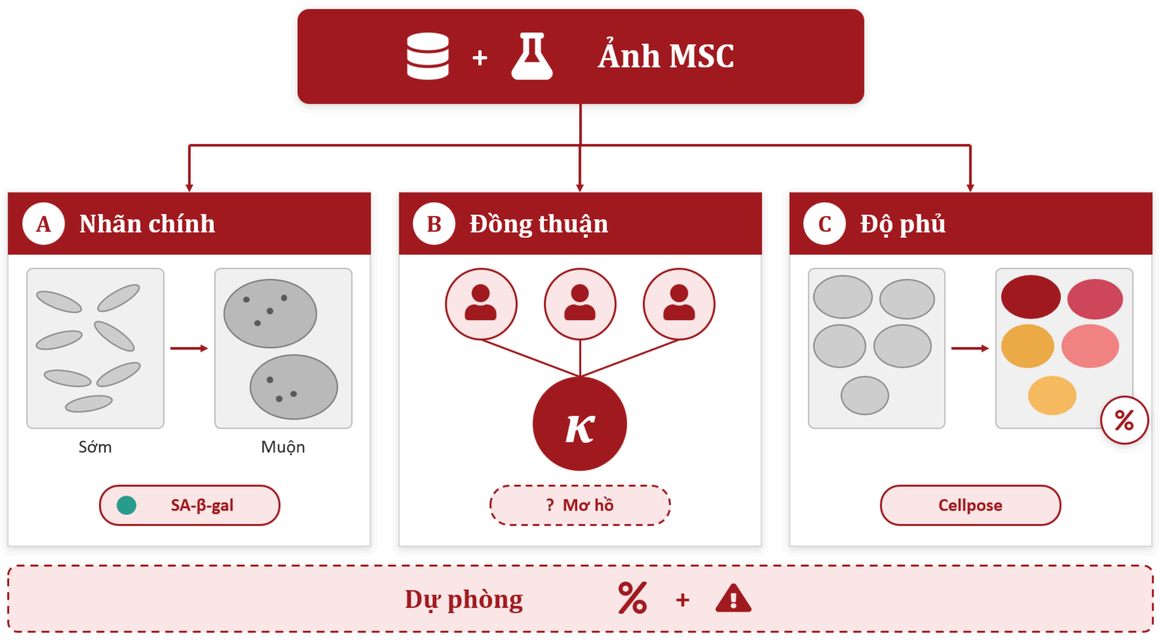
ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc đánh giá tế bào gốc trung mô (MSC) hiện nay phụ thuộc lớn vào cảm quan kỹ thuật viên, gây sai lệch và khó chuẩn hóa, trong khi các hệ thống tự động ngoại nhập lại đắt đỏ và phụ thuộc phần cứng. Do đó, việc xây dựng một công cụ AI không xâm lấn, tương thích kính hiển vi phổ thông tại Việt Nam là hướng tiếp cận tiềm năng nhằm tự động hóa quy trình kiểm soát chất lượng, giúp tối ưu chi phí, đảm bảo tính khách quan và nâng cao độ tin cậy.

MỤC TIÊU

Xây dựng công cụ AI có khả năng phân tích hình ảnh MSC để đánh giá độ phủ tế bào, mức độ lão hóa và phát hiện bất thường, đồng thời cung cấp kết quả đáng tin cậy và dễ ứng dụng trong thực tế.

QUY TRÌNH DỮ LIỆU



Hình 1. *Quy trình dữ liệu và gán nhãn. Ảnh MSC từ cơ sở dữ liệu công khai và phòng thí nghiệm Việt Nam được gán nhãn theo ba nhóm.* ***(A)*** *Nhãn chính: số lần cấy chuyển sớm/muộn hoặc hoạt tính SA-β-gal; số lần cấy chuyển chỉ là chỉ dấu thay thế, chưa xác nhận lão hóa.* ***(B)*** *Tập con chọn ngẫu nhiên được 2–3 chuyên gia gán nhãn độc lập, đo đồng thuận bằng Cohen's kappa hoặc Fleiss' kappa; ca mơ hồ giữ lại để phân tích riêng.* ***(C)*** *Tỷ lệ bao phủ tế bào lấy từ phân đoạn Cellpose làm tham chiếu, kiểm tra thủ công trên một tập con.* ***Dự phòng:*** *nếu thiếu nhãn lão hóa đủ tin cậy, thu hẹp còn độ phủ và phát hiện hình thái bất thường.*

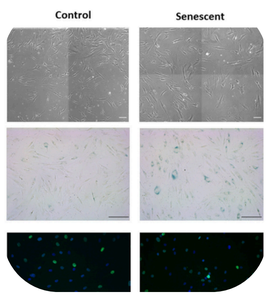
KẾT LUẬN

Đề tài Vision-MSC đề xuất giải pháp mới trong tự động hóa đánh giá chất lượng tế bào gốc trung mô nhờ tích hợp các mô hình AI tiên tiến cùng kỹ thuật hiệu chỉnh độ tin cậy. Bằng khả năng xác định độ phủ và nhận diện sớm các bất thường hình thái từ ảnh hiển vi, công cụ cung cấp kết quả đầu ra khách quan và có độ xác thực cao. Đây là giải pháp tiềm năng giúp chuẩn hóa quy trình kiểm soát chất lượng, tối ưu hóa thời gian và giảm thiểu rủi ro vận hành trong nghiên cứu lẫn sản xuất liệu pháp tế bào.

PHƯƠNG PHÁP

1. THU THẬP DỮ LIỆU

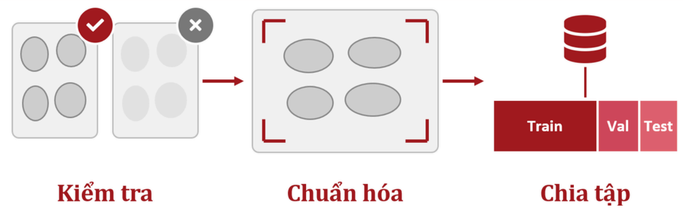
Thu thập ảnh MSC và xây dựng nhãn tham chiếu



Hình 2. *Ảnh minh họa MSC và các dữ liệu tham chiếu dùng để phân biệt nhóm đối chứng với nhóm có dấu hiệu lão hóa*

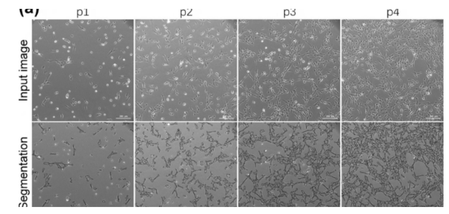
2. TIỀN XỬ LÝ DỮ LIỆU

Kiểm tra chất lượng, chuẩn hóa ảnh và chia tập dữ liệu



3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH AI

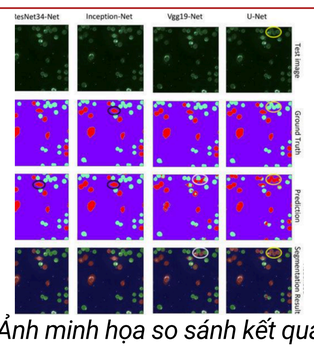
Huấn luyện mô hình dự đoán độ bao phủ và đánh giá hình thái MSC



Hình 3. *Ảnh minh họa MSC đầu vào và kết quả phân đoạn tế bào tại các passage P1–P4*

4. ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH

So sánh hiệu năng và kiểm tra khả năng tổng quát hóa



Hình 4. *Ảnh minh họa so sánh kết quả phân đoạn giữa các mô hình AI với nhãn chuẩn*

5. ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY

Hiệu chỉnh xác suất và nhận diện các dự đoán chưa đáng tin cậy

6.PHÁT TRIỂN DEMO

Xây dựng công cụ web hỗ trợ kiểm soát chất lượng nuôi cấy MSC

KẾT QUẢ KỲ VỌNG

Tăng độ chính xác : Trong đánh giá độ phủ tế bào và mức độ lão hóa MSC.
Tăng độ tin cậy: Nhờ hiệu chỉnh xác suất và cơ chế từ chối dự đoán.
Tiết kiệm thời gian: Tự động hóa phân tích hình ảnh, giảm phụ thuộc vào chuyên gia.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1.He, L., Li, M., Wang, X., et al. (2024). Morphology-based deep learning enables accurate detection of senescence in mesenchymal stem cell cultures. BMC Biology, 22, 1. https://doi.org/10.1186/s12915-023-01780-2
2.LIU, Z., An, G., Liang, X., et al. (2026). Deep learning-based in silico labeling for analyzing morphological features of MSCs to predict immunomodulatory capacity. Communications Biology, 9, 742. https://doi.org/10.1038/s42003-026-09833-2
3.DAwood, T., Chen, C., Sidhu, B. S., et al. (2023). Uncertainty aware training to improve deep learning model calibration for classification of cardiac MR images. Medical Image Analysis, 88, 102861. https://doi.org/10.1016/j.media.2023.102861
4.Mukherjee, S., Sarkar, R., Manich, M., Labruyere, E., & Olivo-Marin, J.-C. (2023). Domain Adapted Multitask Learning for Segmenting Amoeboid Cells in Microscopy. IEEE Transactions on Medical Imaging, 42(1), 42–54. https://doi.org/10.1109/TMI.2022.3203022