



ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TẠO SINH (GENERATIVE AI) TRONG PHỤC DỰNG Y CỔ VĂN VÀ CHUYỂN GIAO LÂM SÀNG Y HỌC CỔ TRUYỀN

Nguyễn Đình Hùng¹, Nguyễn Trí Cường¹

TÓM TẮT

Y học cổ truyền (YHCT) là một hệ thống y khoa thực chứng được lưu trữ chủ yếu thông qua các y thư kinh điển. Sự tàn phá vật lý của vật liệu lưu trữ và sự tiến hóa của ngôn ngữ lịch sử đã tạo ra những đứt gãy nghiêm trọng trong việc kế thừa các phương pháp điều trị cổ đại. Trong thập kỷ qua, sự hội tụ của Khoa học máy tính và Nhân văn học kỹ thuật số (Digital Humanities) đã vượt qua giới hạn của việc số hóa bề mặt để tiến vào kỷ nguyên "phục dựng nhận thức". Bài tổng quan này phân tích các tiến bộ đột phá của Trí tuệ nhân tạo tạo sinh (Generative AI), các Mô hình ngôn ngữ lớn (Large Language Models - LLMs) chuyên biệt cho YHCT, mạng nơ-ron học sâu trong tái hiện hình ảnh y khoa, và sự tích hợp đa hình thái để khám phá thuốc mới. Thông qua việc phân tích dữ liệu từ các thử nghiệm và các tiêu chuẩn đánh giá khẩn cấp, chúng tôi đánh giá tiềm năng và rào cản của việc chuyển dịch các thuật toán từ thư viện số hóa sang môi trường thực hành lâm sàng thực tế, đáp ứng các tiêu chuẩn y học dựa trên bằng chứng.

1. Mở đầu: khủng hoảng lưu trữ và sự giao thoa trong kỷ nguyên kỹ thuật số

Hệ thống lý luận Y học cổ truyền, bao gồm Y học cổ truyền Trung Quốc (TCM), Y học cổ truyền Việt Nam, Y học cổ truyền Nhật Bản (Kampo) và Y học cổ truyền Hàn Quốc, phụ thuộc hoàn toàn vào hệ thống văn bản lịch sử đồ sộ. Những nguyên lý nền tảng về biện chứng luận trị, quân - thần - tá - sử, và hệ thống kinh lạc được ghi chép trên thẻ tre, lụa, và giấy bồi từ các triều đại từ Tiên Tần đến thời cận đại. Tuy nhiên các biến cố lịch sử và điều kiện bảo quản khắc nghiệt đã khiến hàng ngàn bản thảo khai quật rơi vào trạng thái hư hại vật lý nghiêm trọng: mục nát, khuyết chữ và mờ nét. Hơn nữa, sự biến đổi về mặt ngữ nghĩa của Hán cổ văn qua các thời kỳ tạo ra một rào cản ngôn ngữ học lịch sử cực kỳ lớn, ngay cả đối với các học giả giàu kinh nghiệm.

Để giải quyết vấn đề này, các mô hình học sâu (Deep Learning) và Trí tuệ nhân tạo tạo sinh (Generative AI) đã được ứng dụng, tạo ra một bước ngoặt mô hình luận từ việc nhận dạng ký tự quang học (OCR) đơn thuần sang khả năng tự động suy luận và điền khuyết văn tự cổ. Những mô hình tiên phong như SikuGPT, được huấn luyện trên cơ sở dữ liệu khổng lồ của Tứ Khố Toàn Thư, đã chứng minh hiệu năng vượt trội trong các tác vụ dịch thuật nội ngữ và phân loại văn bản cổ, đóng góp to lớn vào việc tổ chức thông tin YHCT và dịch vụ tri thức. Song song đó, các khung đánh giá chuyên sâu đã được thiết lập để đo lường năng lực của AI trong một lĩnh vực đòi hỏi tính chính xác tuyệt đối như y khoa.

2. Các cấu trúc AI trong phục dựng văn bản và đồ họa Y thuật

2.1 Khung nhận thức văn tự và phục hồi ngữ cảnh (AncientBench)

1. Viện Y dược học dân tộc thành phố Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: Nguyễn Đình Hùng

Email: hungnd0511@gmail.com

Ngày nhận bài: 6.5.2026

Ngày được chấp nhận: 20.5.2026

Khả năng phục dựng một văn bản y học bị rách nát không chỉ dừng lại ở việc dự đoán chuỗi ký tự mà đòi hỏi AI phải thấu hiểu hệ thống ngôn ngữ cổ. Khung đánh giá AncientBench đã được thiết kế như một tiêu chuẩn vàng để đo lường khả năng đọc hiểu văn bản khai quật của các LLMs qua bốn chiều không gian nhận thức độc lập. Thứ nhất, nhận thức hình thể đánh giá khả năng hiểu cấu trúc thị giác của chữ Hán cổ. Thứ hai, nhận thức ngữ âm đánh giá khả năng khôi phục cách phát âm lịch sử và nhận diện từ mượn âm, một yếu tố cực kỳ quan trọng trong việc phân biệt các vị thuốc đồng âm. Thứ ba, nhận thức ngữ nghĩa xác định ý nghĩa từ vựng theo ngữ cảnh lịch sử hẹp. Cuối cùng, nhận thức ngữ cảnh tích hợp ba yếu tố trên để thực hiện tác vụ điền khuyết và dịch thuật, giúp AI khôi phục chính xác những đoạn y lý bị thời gian bào mòn.[1]

2.2 Tái tạo hình ảnh Y thuật bằng mạng sinh đối nghịch (GANs)

Y cổ văn chứa đựng hàng loạt các họa đồ y học: từ sơ đồ huyết vị kinh lạc đến bản thảo đồ mô tả chi tiết thực vật dược liệu. Sự hư hỏng vật liệu nền gây ra đứt gãy đường nét, làm mất đi tính chính xác trong định vị huyết đạo. Việc ứng dụng mạng sinh đối nghịch (GANs) trong kỹ thuật "inpainting" (điền khuyết hình ảnh) đã giải quyết thành công thách thức này.

Điển hình, mô hình Edge-MSGAN được tích hợp cơ chế tự chú ý phân cực (Polarized Self-Attention - PSA) để xử lý các vùng hư hỏng có kích thước lớn trên đồ họa y thuật. Khác với các GAN truyền thống, PSA hoạt động độc lập trên hai nhánh phân tích: nhánh không gian và nhánh kênh, trước khi dung hợp kết quả. Thiết kế này cho phép mô hình duy trì mối tương quan đặc trưng của các điểm ảnh ở khoảng cách xa, khôi phục liền mạch các đường kinh lạc bị đứt đoạn.[2]

Song song đó, mô hình MFGAN (Multi-layer Feature Enhancement and Frequency Perception) mang lại đột phá trong việc bảo tồn các kết cấu vi mô (tần số cao). Bằng cách sử dụng bộ mã hóa Kim tự tháp thặng dư (RPE) để trích xuất ngữ nghĩa sâu và cơ chế Nhận thức tần số (FAM) để kết nối đặc trưng tần số thấp và cao, MFGAN tái tạo hoàn hảo các chi tiết tinh xảo như nếp nhăn bề mặt lá dược liệu hay cấu trúc rêu lưới. Module bộ phân biệt kép trong MFGAN đóng vai trò loại bỏ hoàn toàn hiện tượng nhòe tại đường ranh giới của vết rách, đảm bảo tính nhất quán ngữ nghĩa toàn cục.[3]

3. Hệ sinh thái mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs) chuyên biệt trong YHCT

Sự phức tạp của YHCT, với hệ thống lý luận xoay quanh các khái niệm trừu tượng (Âm - Dương, Ngũ Hành, Khí huyết), đòi hỏi các hệ thống AI phải vượt qua các thuật toán đa dụng để hình thành các mô hình chuyên biệt.

3.1 Sự phân cực năng lực: Khảo sát trên TCM-SED

Một nghiên cứu đối chứng diện rộng sử dụng bộ dữ liệu đánh giá độ chuẩn xác y khoa TCM-SED (Traditional Chinese Medicine-Stroke Evaluation Dataset) đã làm rõ ranh giới năng lực giữa các kiến trúc LLM khác nhau. Khi đối đầu trong các tác vụ hỏi tường tri thức tĩnh như ghi nhớ chính xác thành phần bài thuốc, mô hình DeepSeek-R1 (với dữ liệu tiền huấn luyện tập trung vào tiếng Trung) đã áp đảo mô hình GPT-4o với tỷ lệ chính xác đạt 70,1% so với 52,6%.

Tuy nhiên, trong các nhiệm vụ đòi hỏi khả năng tích hợp tri thức phức hợp, suy luận động và diễn giải các đoạn cổ văn tối nghĩa, GPT-4o thể hiện sức mạnh nhận thức vượt trội, đạt tỷ lệ chính xác 90,5%, bỏ xa mức 73,5% của DeepSeek-R1. Phát hiện này chỉ ra rằng quá



trình chuyên giao lâm sàng cần sử dụng cơ chế kết hợp: sử dụng các AI ngôn ngữ bản địa làm bộ nhớ tra cứu chính xác cao, và sử dụng các AI đa dụng làm cỗ máy suy luận chẩn đoán.[4]

3.2 Khung tinh chỉnh BenCao và cơ chế giảm thiểu ảo giác RAG

Các kỹ sư công nghệ y sinh đã phát triển BenCao, một trợ lý AI đa phương thức tiên tiến chuyên biệt cho YHCT, giải quyết triệt để vấn đề "ảo giác ngôn ngữ" thường gặp ở các mô hình sinh văn bản thông thường. Thay vì tiêu tốn chi phí khổng lồ cho việc huấn luyện lại hàng tỷ tham số, BenCao được tối ưu hóa thông qua quá trình "tinh chỉnh chỉ thị bằng ngôn ngữ tự nhiên". Hệ thống này tích hợp kho tri thức từ hơn 1.000 y thư kinh điển và tài liệu hiện đại đã được hiệu đính OCR thủ công khắt khe.[5]

Bằng cách thiết lập "vai trò chuyên gia" kết hợp với chuỗi suy luận logic và kết nối API đa phương thức, BenCao có khả năng đối chiếu dữ liệu hình ảnh trực tiếp. Các đánh giá độc lập xác nhận BenCao đạt độ chính xác 82,18% trong việc nhận diện dược thảo và 63,42% trong phân loại thể chất qua hình ảnh, thể hiện năng lực chẩn đoán cận lâm sàng vượt trội.

Nhằm đảm bảo an toàn tuyệt đối khi kê đơn, kỹ thuật thể hệ tăng cường truy xuất (RAG) kết hợp tinh chỉnh LoRA (Low-Rank Adaptation) đã được ứng dụng trong mô hình TCM-DS. TCM-DS sử dụng RAG như một hàng rào đối chiếu: mọi khuyến nghị bài thuốc sinh ra đều phải được xác thực chéo với cơ sở dữ liệu y cổ văn trước khi xuất trình. Phương pháp này giúp hệ thống đạt độ chính xác khuyến nghị ấn tượng ở mức 0,9924, xác lập một tiêu chuẩn mới cho các ứng dụng cá nhân hóa chế độ dinh dưỡng và thảo dược tự động.[6]

4. Tái cấu trúc lý thuyết: Từ "Phục dựng hội chứng" đến phân tích đa hình thái (Multi-omics)

Đột phá thực sự của AI Tạo sinh không chỉ nằm ở việc bảo tồn nguyên bản văn thư, mà ở khả năng thiết lập cầu nối lý luận giữa y học cổ đại và sinh học phân tử hiện đại.

4.1 Khung suy luận đa tác tử (Multi-agent Framework) trong lâm sàng

Nhằm thay thế góc nhìn chủ quan của một bác sĩ đơn lẻ, mô hình AI JingFang đã giới thiệu cơ chế "phục dựng hội chứng" thông qua hệ thống suy luận hợp tác đa tác tử. Mỗi tác tử AI ảo trong JingFang đóng một vai trò chẩn đoán cụ thể (vọng, vấn, vân, thiết). Sự tương tác, phản biện nội bộ và đồng thuận giữa các tác tử này mô phỏng một cách hoàn hảo hội đồng chẩn bệnh chuyên môn, từ đó đưa ra kết luận về thể bệnh (syndrome differentiation) có tính logic chặt chẽ, bám sát các luồng tư duy kinh điển.[6]

4.2 Tích hợp Y học hệ gen và khám phá Geroprotector

Những hoài nghi về cơ chế cơ học cấp tế bào của YHCT đã được giải đáp thông qua sự ra đời của các mô hình đời sống, đại diện bởi Precious3GPT (P3GPT). Khác với các LLM xử lý ngôn ngữ thuần túy, P3GPT được huấn luyện trên hàng triệu chuỗi RNA đơn bào và dữ liệu methyl hóa DNA. Nó có khả năng giả lập chân thực phản ứng của mô và tế bào người trước các tác nhân can thiệp bên ngoài.

Thông qua việc ánh xạ các bài thuốc "dưỡng nhan, ích thọ" trong Bản Thảo Cương Mục vào mô hình giả lập lão hóa của P3GPT, các nhà nghiên cứu đã xác định được hàng loạt các dấu ấn phân tử. Quá trình phân tích hàng ngàn cơ sở dữ liệu YHCT bằng AI đã phân lập thành công các hợp chất chống lão hóa mới, như maslinic acid và XL-888. Hoạt tính sinh học của các phân tử này sau đó đã được xác thực hoàn toàn thông qua các thử nghiệm in vitro, minh chứng cho tiềm năng của Trí tuệ nhân tạo tạo sinh trong việc

giải mã hóa học thực vật cổ đại bằng ngôn ngữ y học chính xác.

5. Chuyển giao lâm sàng và tiềm năng của các chỉ số do AI lượng hóa (AI-derived Metrics)

Quá trình hiện đại hóa YHCT đang tiến bước vào giai đoạn lượng hóa lâm sàng. Ví dụ điển hình là việc áp dụng trợ lý kỹ thuật số AcuAssistant tại các bệnh viện giảng dạy nhằm chuẩn hóa nghệ thuật châm cứu. Bằng phần mềm phân tích chuyển động và cảm biến, AcuAssistant định lượng chính xác các thông số vật lý như góc độ đâm, lực đẩy và tốc độ xoay kim, biến những kỹ năng truyền miệng cảm tính thành dữ liệu định lượng, hỗ trợ đắc lực cho các thử nghiệm lâm sàng chuyên sâu (RCTs).

Bên cạnh đó, xu hướng quan trọng nhất là sự phát triển của các "chỉ số dẫn xuất từ AI" (AI-derived metrics). Trong y học hiện đại, các chỉ số đo lường khối lượng nhĩ trái do AI tự động tính toán từ hình ảnh quét canxi động mạch vành đã chứng minh khả năng dự báo dài hạn xuất sắc đối với rung nhĩ (Tỷ số nguy cơ - HR: 2.66) và đột quy (HR: 1.96), vượt qua các công cụ đánh giá rủi ro truyền thống. Tương tự, trong đánh giá ung thư học, điểm tỷ lệ kết hợp do AI nội suy cho thấy sự đồng thuận gần như tuyệt đối (Cohen's kappa = 0.782) với các chuyên gia giải phẫu bệnh hàng đầu. Sự tương đồng này hứa hẹn rằng trong tương lai gần, các đánh giá thể trạng và hội chứng YHCT do AI phục dựng từ y văn cổ sẽ được chuẩn hóa thành các chỉ số lâm sàng độc lập, cung cấp bằng chứng vững chắc cho các phác đồ y học dự phòng.[4],[6]

6. Rào cản đạo đức tiềm ẩn và quản lý rủi ro

Sự hội nhập của AI vào YHCT đặt ra những bài toán pháp lý và an toàn sinh học vô cùng phức tạp. Một trong những mối đe dọa kỹ thuật lớn nhất vừa được phát hiện là khả năng "học tập tiềm thức" của các LLMs. Các thử nghiệm

cho thấy AI có thể tiếp nhận, học hỏi và lan truyền các đặc tính, thông điệp độc hại ẩn sâu bên trong các bộ dữ liệu tương chừng vô hại, lây nhiễm từ mô hình này sang mô hình khác. Trong ngữ cảnh YHCT, nơi ranh giới giữa độc tính dược lý và hiệu quả điều trị của các khoáng chất cổ đại (như chu sa) là rất mong manh, một mô hình AI nếu hấp thụ sai lầm lý thuyết từ một văn bản lỗi sẽ âm thầm tạo ra các phác đồ mang độc tính. Để ngăn ngừa, quá trình "phản hồi vòng lặp với con người" kết hợp sự đánh giá của các bác sĩ YHCT có giấy phép là yêu cầu bắt buộc.

Hơn nữa, các thuật toán chẩn đoán này phải được xếp loại như "thiết bị Y tế dựa trên AI" (SaMD) và phải vượt qua các thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng (RCT) để đảm bảo tính giải thích được trước khi triển khai rộng rãi ở quy mô toàn cầu.[7]

KẾT LUẬN

Trí tuệ Nhân tạo sinh đang tái thiết lập toàn bộ nền tảng nghiên cứu và thực hành Y học cổ truyền. Bằng cách sử dụng mạng GAN và các kiến trúc tự chú ý phân cực, những hình ảnh, kinh mạch bị bào mòn bởi hàng ngàn năm lịch sử đang được phục hồi nguyên trạng. Với sự ra đời của các LLM chuyên biệt như BenCao và hệ thống RAG triết tiêu ảo giác, trí tuệ của các danh y cổ đại đã được mô phỏng lại một cách sắc bén. Đột phá mạnh mẽ nhất là sự liên kết giữa lý luận y học triết học và dữ liệu đa hình thái phân tử thông qua các Mô hình đời sống. Tuy nhiên, để YHCT thực sự hội nhập sâu rộng vào y học chính thống toàn cầu, ngành công nghệ y sinh cần thiết lập các tiêu chuẩn quản lý rủi ro khắt khe, giải quyết triệt để thách thức học tập tiềm thức, và liên tục xác thực lâm sàng nhằm đảm bảo tính an toàn và minh bạch tuyệt đối của các thuật toán đề xuất điều trị.



APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE RESTORATION OF ANCIENT MEDICAL TEXTS AND THE CLINICAL TRANSLATION OF TRADITIONAL MEDICINE

Nguyễn Đình Hùng, Nguyễn Trí Cường

Abstract

Traditional Medicine (TM) is an evidence-based medical system preserved primarily through classical medical texts. The physical degradation of storage materials and the evolution of historical languages have created severe disruptions in the inheritance of ancient treatment methods. Over the past decade, the convergence of Computer Science and Digital Humanities has transcended the boundaries of superficial digitization to enter the era of "cognitive restoration." This review analyzes the breakthrough advancements of Generative Artificial Intelligence (Generative AI), Large Language Models (LLMs) specialized for TM, deep neural networks in the reconstruction of medical imagery, and multi-omics integration for novel drug discovery. By analyzing data from trials and rigorous evaluation standards, we assess the potential and barriers of translating algorithms from digitized libraries to real-world clinical practice, aiming to meet the standards of evidence-based medicine.

1. Introduction: storage crisis and the convergence of the Digital era

The theoretical system of traditional medicine—encompassing Traditional Chinese Medicine (TCM), Traditional Vietnamese Medicine, Japanese Traditional Medicine (Kampo), and Korean Traditional Medicine—relies entirely on a massive corpus of historical texts. Foundational principles regarding syndrome differentiation and treatment, sovereign-minister-assistant-courier (Jun-Chen-Zuo-Shi) formulation, and the meridian system were recorded on bamboo slips, silk, and pasted paper from the pre-Qin dynasty to the modern era; however, historical events and harsh preservation conditions have caused thousands of excavated manuscripts to suffer severe physical damage, including rotting, missing characters, and faded strokes. Furthermore, the semantic shift of Classical Chinese across different periods creates a monumental historical linguistic barrier, even for highly experienced scholars. To address this issue, Deep Learning models and Generative AI have been applied, creating a paradigm shift from simple optical character recognition (OCR) to the capability of automated reasoning and blank-filling of ancient texts. Pioneering models such as SikuGPT, pre-trained on the massive dataset of the Siku Quanshu (Complete Library in Four Sections), have demonstrated superior performance in intralingual translation and ancient text classification, significantly contributing to TM information organization and knowledge services. Concurrently, in-depth evaluation frameworks have been established to measure the capacity of AI in a field that demands absolute accuracy, such as medicine.

2. AI architectures in text restoration and medical imagery

2.1 Character recognition and context restoration framework (AncientBench) The ability to restore a torn medical text does not merely stop at predicting character sequences but requires AI to deeply comprehend the ancient linguistic system. The AncientBench evaluation framework was designed as a gold standard to measure the reading comprehension capacity of LLMs for excavated

texts across four independent cognitive dimensions. First, glyph comprehension assesses the ability to understand the visual structure of ancient Chinese characters. Second, pronunciation comprehension evaluates the ability to recover historical pronunciation and identify phonetic loan characters, a crucial factor in distinguishing homophonic medicinal herbs. Third, meaning comprehension determines lexical meaning within narrow historical contexts. Finally, contextual comprehension integrates the aforementioned three elements to perform cloze tasks and translation, helping AI accurately restore medical principles eroded by time.

2.2 Reconstructing medical imagery via Generative adversarial networks (GANs)
Ancient medical texts contain numerous medical illustrations: from acupuncture meridian diagrams to Bencao (Materia Medica) diagrams detailing medicinal plants. The deterioration of base materials causes line breakages, leading to a loss of accuracy in acupoint localization. The application of generative adversarial networks (GANs) utilizing "inpainting" techniques has successfully addressed this challenge. Typically, the Edge-MSGAN model incorporates a Polarized Self-Attention (PSA) mechanism to process large damaged areas on medical graphics. Unlike traditional GANs, PSA operates independently on two analytical branches: the spatial branch and the channel branch, before fusing the results. This design allows the model to maintain the feature correlation of distant pixels, seamlessly restoring broken meridian lines. Concurrently, the MFGAN (Multi-layer Feature Enhancement and Frequency Perception) model brings a breakthrough in preserving micro-textures (high frequency). By employing the Residual Pyramid Encoder (RPE) to extract deep semantics and the Frequency-Aware Mechanism (FAM) to bridge low and high-frequency features, MFGAN perfectly reproduces exquisite details

such as the surface wrinkles of medicinal leaves or the structure of tongue coatings. The dual discriminator module in MFGAN completely eliminates blurring at the tear boundaries, ensuring global semantic consistency.

3. Ecosystem of specialized Large Language Models (LLMs) in Traditional Medicine

The complexity of TM, with its theoretical system revolving around abstract concepts (Yin-Yang, Five Elements, Qi and Blood), requires AI systems to surpass general-purpose algorithms to form specialized models.

3.1 Capability Polarization: A Survey on TCM-SED A large-scale comparative study utilizing the Traditional Chinese Medicine-Stroke Evaluation Dataset (TCM-SED) clarified the capability boundaries between different LLM architectures. When competing in static knowledge recall tasks, such as accurately memorizing the composition of herbal prescriptions, the DeepSeek-R1 model (with pre-training data focusing on Chinese) overwhelmed the GPT-4o model with an accuracy rate of 70.1% compared to 52.6%. However, in tasks requiring complex knowledge integration, dynamic reasoning, and the interpretation of obscure classical texts, GPT-4o demonstrated superior cognitive power, achieving an accuracy rate of 90.5%, far exceeding DeepSeek-R1's 73.5%. This finding indicates that the clinical translation process necessitates a combined mechanism: utilizing native-language AIs as high-precision retrieval memories, and general-purpose AIs as diagnostic reasoning engines.

3.2 BenCao Fine-tuning framework and RAG hallucination mitigation mechanism Biomedical engineering developers have introduced BenCao, an advanced multimodal AI assistant specialized for TM, explicitly resolving the "language hallucination" issue commonly encountered in general text-generation models. Instead of consuming massive computational costs for retraining



billions of parameters, BenCao is optimized through "natural language instruction tuning." This system integrates a knowledge base of over 1,000 classic medical texts and modern documents that have undergone rigorous manual OCR proofreading. By establishing an "expert persona" coupled with a logical chain-of-thought and multimodal API connections, BenCao is capable of directly cross-referencing imaging data. Independent evaluations confirm that BenCao achieves an accuracy of 82.18% in herbal recognition and 63.42% in constitution classification via images, demonstrating outstanding subclinical diagnostic capabilities. To ensure absolute safety in prescribing, Retrieval-Augmented Generation (RAG) technology combined with Low-Rank Adaptation (LoRA) fine-tuning has been applied in the TCM-DS model. TCM-DS utilizes RAG as a cross-referencing barrier: all generated prescription recommendations must be cross-validated against the ancient medical text database prior to output. This method helps the system achieve an impressive recommendation precision of 0.9924, establishing a new standard for automated personalized herbal and dietary applications.

4. Theoretical restructuring: From "Syndrome Restoration" to Multi-omics analysis

The true breakthrough of Generative AI lies not only in preserving original texts but in its ability to establish a theoretical bridge between ancient medicine and modern molecular biology.

4.1 Multi-agent reasoning framework in clinical practice To replace the subjective perspective of a single physician, the JingFang AI model introduced a "syndrome restoration" mechanism via a multi-agent collaborative reasoning system. Each virtual AI agent in JingFang assumes a specific diagnostic role (inspection, auscultation/olfaction, inquiry, palpation). The interaction, internal debate, and

consensus among these agents perfectly simulate a professional medical consultation board, thereby reaching a conclusion on syndrome differentiation that is logically rigorous and closely adheres to classical thought streams.

4.2 Integration of genomics and geroprotector discovery

Skepticism regarding the cellular-level mechanical mechanisms of TM has been addressed through the advent of Life Models, represented by Precious3GPT (P3GPT). Unlike LLMs processing pure language, P3GPT is trained on millions of single-cell RNA sequences and DNA methylation data, enabling it to realistically simulate the reactions of human tissues and cells to external interventions. By mapping the "beauty-nourishing, life-prolonging" prescriptions from the Bencao Gangmu (Compendium of Materia Medica) into P3GPT's aging simulation model, researchers identified a series of molecular signatures. The process of analyzing thousands of TM databases using AI successfully isolated novel anti-aging compounds (geroprotectors), such as maslinic acid and XL-888. The biological activity of these molecules was subsequently fully validated through in vitro trials, proving the potential of Generative AI in decoding ancient phytochemistry using precise medical language.

5. Clinical translation and the potential of AI-derived metrics The modernization of TM is advancing into the phase of clinical quantification. A typical example is the application of the digital assistant AcuAssistant in teaching hospitals to standardize the art of acupuncture. Using motion analysis software and sensors, AcuAssistant accurately quantifies physical parameters such as needle insertion angle, thrust force, and rotation speed, transforming intuitive oral-tradition skills into quantitative data, substantially supporting randomized controlled trials (RCTs). Furthermore, the most critical trend is the development of "AI-derived metrics." In

modern medicine, AI-derived left atrial volume indices from coronary artery calcium scans have demonstrated excellent long-term predictive capabilities for atrial fibrillation (Hazard Ratio - HR: 2.66) and stroke (HR: 1.96), outperforming traditional risk assessment tools. Similarly, in oncology evaluation, the AI-derived combined positive score (CPS) shows near-perfect agreement (Cohen's kappa = 0.782) with leading pathologists. This analogy promises that in the near future, constitution assessments and TM syndromes reconstructed by AI from ancient literature will be standardized into independent clinical indices, providing robust evidence for preventive medicine protocols .

6. Potential ethical barriers and risk management The integration of AI into TM poses highly complex legal and biosafety challenges. One of the most significant technical threats recently discovered is the "subliminal learning" capability of LLMs. Experiments show that AI can receive, learn, and propagate hidden toxic traits and messages within seemingly harmless datasets, transmitting them from one model to another. In the context of TM, where the boundary between pharmacological toxicity and the therapeutic efficacy of ancient minerals (such as cinnabar) is exceedingly fragile, an AI model that absorbs theoretical errors from a flawed text will silently generate toxic regimens. To prevent this, a "human-in-the-loop" feedback process combined with evaluations by licensed TM practitioners is a mandatory requirement. Moreover, these diagnostic algorithms must be classified as "Software as a Medical Device" (SaMD) and pass randomized controlled trials (RCTs) to ensure explainability prior to large-scale global deployment.

CONCLUSION

Generative Artificial Intelligence is re-establishing the entire foundation of Traditional Medicine research and practice.

By utilizing GANs and polarized self-attention architectures, medical images and meridians eroded by millennia of history are being restored to their original state. With the emergence of specialized LLMs like BenCao and hallucination-eliminating RAG systems, the wisdom of ancient physicians has been sharply simulated. The most powerful breakthrough is the linkage between philosophical medical reasoning and multi-omics molecular data via Life Models. However, for TM to truly integrate deeply into global mainstream medicine, the biomedical engineering industry must establish stringent risk management standards, thoroughly resolve the challenge of subliminal learning, and continuously conduct clinical validations to ensure the absolute safety and transparency of treatment recommendation algorithms.

REFERENCES

1. C. Liu et al., "SikuGPT: A Generative Pre-trained Model for Intelligent Information Processing of Ancient Texts from the Perspective of Digital Humanities," *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 17, no. 4, pp. 1-17, 2024.
2. Z. Zhou, D. Shi, R. Song, L. Shi, X. Diao, and H. Xu, "AncientBench: Towards Comprehensive Evaluation on Excavated and Transmitted Chinese Corpora," in *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pp. 35167-35175, 2025.
3. X. Dong, C. Zhao, X. Song, et al., "PresRecST: a novel herbal prescription recommendation algorithm for real-world patients with integration of syndrome differentiation and treatment planning," *Journal of the American Medical Informatics Association*, Apr. 2024.
4. "Large Language Model Evaluation in Traditional Chinese Medicine for Stroke: Quantitative Benchmarking Study," *JMIR Formative Research*, e81545, 2025.
5. Y. Dai et al., "Tcmchat: A generative large language model for traditional chinese medicine," *Pharmacological Research*, vol. 210, p. 107530, 2024.
6. "BenCao, a ChatGPT-based multimodal assistant for TCM integrating structured knowledge bases, diagnostic data, and expert feedback refinement," *arXiv preprint arXiv:2510.17415*, Oct. 2025.
7. "Generative Adversarial Network (GAN)-based ancient painting inpainting method using multi-layer feature enhancement and frequency perception, named MFGAN," *MDPI*, vol. 13, no. 16, p. 3309, 2024.