
中醫針灸仿真系統之有效性驗證及行動端實現

Effectiveness Validation and Mobile Implementation of an Acupuncture and Moxibustion Treatment Simulation System in Traditional Chinese Medicine

甘泉*·夏遠*·徐瑾*·葛崎偉**·劉傳霞***,†

GAN Quan*, XIA Yuan*, XU Jin*, GE Qi-Wei**, LIU Chuanxia***,†

(摘要)

針灸治療是一種將臨床經驗累積並系統化的經驗醫學治療手段，雖然其有效性已被廣泛認可，但在治療過程中仍缺乏量化分析方法及療效預測工具。目前，本研究團隊基於中醫的臟腑理論與經絡理論，提出了一種展示針灸過程中人體臟腑動態變化的仿真系統，但尚未進行大規模的仿真實驗來驗證系統的有效性。因此，本文圍繞世界衛生組織認證的針灸適應症的臨床療法設計仿真方案，設定參數投入仿真系統中進行大量仿真實驗並分析結果，且將該系統搭載至行動端。首先，篩選出適用於該系統仿真的 22 種針灸適應症，並根據其臨床診斷結果設定仿真參數。接著，分析仿真結果並與臨床結果進行對比，發現仿真結果與臨床結果一致，從而確認該系統能有效模擬臨床療法。最後，將該系統搭載至行動端中，進一步提升其使用便利性。本文在前期研究的基礎上進行了充分的有效性驗證，為針灸仿真系統應用於臨床實踐提供了有力的理論支撐。

關鍵詞：針灸治療，中醫，仿真實驗，行動端

(Abstract)

Acupuncture and Moxibustion Treatment (AMT) is a therapeutic approach that systematizes and accumulates clinical experience as a form of empirical medicine. Although its efficacy has been widely recognized, the treatment process still lacks quantitative analysis methods and tools for predicting treatment outcomes. Currently, based on the theories of internal organs and meridians in traditional Chinese medicine, a simulation system has been proposed to display the dynamic changes in internal organs during AMT. However, large-scale simulation experiments have not yet been conducted to verify the system's effectiveness. Therefore, this paper designs a simulation scheme based on the clinical treatments of acupuncture indications certified by the World Health Organization, sets parameters, conducts numerous simulation experiments, and then installs the system on the mobile terminal. Firstly, 22 AMT indications suitable for this simulation system were selected, and the simulation parameters were set according to their clinical diagnostic results. Then, the simulation results were analyzed and compared with clinical outcomes, revealing consistency between the simulation and clinical results, thus confirming the system's ability to simulate clinical treatments effectively. Finally, the system was installed on the mobile terminal to enhance user convenience. This paper builds on previous research to thoroughly verify the system's effectiveness, providing strong theoretical support for applying the acupuncture simulation system in clinical practice.

Keywords: Acupuncture and Moxibustion Treatment, Traditional Chinese Medicine, simulation experiments, mobile terminal

* School of Computer Engineer, Jiangsu Ocean University

** The Graduate School of East Asian Studies, Yamaguchi University

*** School of Foreign Languages, Jiangsu Ocean University

† Corresponding Author

1. 引言

針灸治療理論體系於春秋戰國時期逐漸形成，是一種由臨床經驗逐步累積的經驗醫學治療方法[1]。針灸治療是通過刺激人體特定部位（穴位）以產生生理信號，該信號通過經絡傳導至人體臟腑，從而調節身體生理功能的治療方法[2]。自 1989 年針灸治療被世界衛生組織承認其有效性以來，針灸治療在全球範圍內得到了廣泛認可，達到了較高的普及度與接受度。然而，針灸治療的具體流程仍缺乏量化分析，且其療效也缺乏預測工具。中醫資訊化診療是將電腦、網路等現代資訊技術應用於中醫診療過程中，以提升診斷的準確性與治療效果的新興方法，國內外研究學者針對中醫資訊化診療已展開多年研究，並取得了顯著進展[3-5]。

隨著電腦科學技術的持續進步，一系列中醫資訊化診療研究成果彰顯了這種結合的潛力。例如，Gao 等人結合虛擬實境設備 HTC VIVE，成功建立了穴位儲存模型，實現了人機互動功能以及穴位資訊的存儲與查詢功能[6]。Luo 等人運用三維視覺化方法，初步構建了中醫針灸穴位的三維影像，實現了人體穴位在皮膚表面的三維定位[3]。Xu 等人基於 MFC 和 OpenGL 技術框架，創建了互動式虛擬人體經絡穴位模型[7]。Chen 等人利用 3D Studio Max 軟體，在 Unity 3D 軟體中實現了人體的全方位及局部觀察[8]。Pang 等人則強調了虛擬仿真技術在針灸學科中的廣泛應用[9]。

鑑於當前社會對針灸治療量化分析及療效預測的需求，以及中醫資訊化診療的研究現狀，研究團隊在前期中針對針灸治療過程中人體內部的靜態構造和動態變化，建立了基於 Petri 網的人體針灸仿真模型，同時設計並實現了一款 Java 針灸仿真系統。該系統依據人體五行學說、臟腑表裡關係等原理，設計算法來描述人體內部的動態變化，並透過圖形化使用者介面清楚展示針灸過程中人體臟腑的狀態變化情況[10-12]。

然而，現階段的仿真實驗種類較為單一且數量不足，尚未能全面驗證該系統的有效性。同時，行動端的應用存在便利性不足的問題，也限制了該系統的廣泛傳播。為此，本文結合 WHO 認證的針灸適應症，針對不同疾病進行了針灸治療的仿真實驗，全面驗證該系統的針灸仿真能力。此外，將仿真系統搭載於 WeChat 小程序這一便利工具上，以提高系統的便利性並促進其廣泛應用。本研究成果為中醫學與現代科技的融合開創了新的思路與方法，積極推動了中醫資訊化的發展，並為中醫針灸治療提供了一個科學且精準的仿真平台。

2. 相關工作

2.1 針灸治療

針灸治療是中醫的重要治療手段之一，通過刺激特定的穴位來調節人體的氣血運行、平衡五臟六腑功能，從而達到治療疾病和改善健康的目的。針灸主要是通過針刺或艾灸等方法，利用經絡系統將外界刺激傳遞至身體各部位，促進自我修復[13]。

五臟六腑是指人體內部的主要臟器系統。五臟包括：心、肝、脾、肺、腎，主要負責儲藏精氣和維持生命活動的基本功能；六腑則包括：膽、胃、大腸、小腸、膀胱、三焦，負責消化水穀和排泄廢物等運化功能。五臟六腑之間存在五行學說與臟腑表裡關係。五行學說是指將這些五臟分別對應於五行的「火、木、土、金、水」五種物質狀態，並蘊含相生相剋的理論。相生是指五行之間的促進和生長關係，而相剋則是五行之間的制約和平衡關係。如圖 1 所示，當五臟在相生相剋的作用下保持平衡時，人體便能維持健康狀態。臟腑表裡關係是指臟器與腑器互為表裡，並通過經絡相互連接。具體而言，臟器與腑器的對應關係為：膽對應肝，小腸對應心，胃對應脾，大腸對應肺，膀胱對應腎[1]。

經絡是人體內部的一個通道系統，負責聯繫臟腑、四肢百骸及內外器官，並傳遞氣血。經絡由「經脈」和「絡脈」組成，其中經脈是主幹，貫穿全身，而絡脈是經脈的分支，聯繫細部。穴位則是分佈在人體經絡上的特定部位。通過刺激穴位（如針灸、按摩等），可以調節氣血運行，從而達到治療與保健的效果[14]。

「虛實補瀉」是針灸治療過程中的重要法則，其中「虛」與「實」是體質或病證的兩種基本特徵，並對應「補」與「瀉」這兩種治療方法。當虛性病變導致虛證時，應採用補益法進行治療；而當實性病變導致實證時，則應採用攻瀉法治療。「虛」的範疇包括陰虛、氣虛等，而「實」則指氣滯、痰濁等症狀[14][15]。

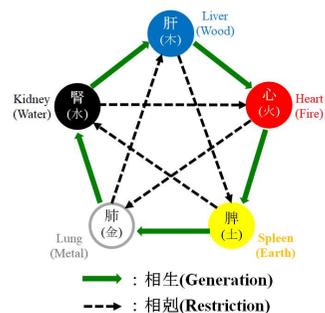


圖 1 五臟間的相生相剋[10]

2.2 針灸仿真系統

至今為止，研究團隊已運用彩色 Petri 網構建了人體模型，並利用 Java 語言開發了針灸仿真系統。在參考先前的研究之上，建立了基於五臟六腑相互關係的模型。接著，根據針灸治療中的手法及其虛實補瀉的治療原則，構建了經脈與經穴的模型，並將其整合至五臟六腑模型中。如圖 2 所示，彩色 Petri 網模型能夠有效描述針灸過程中人體的靜態結構與動態變化，並清晰展示穴位刺激在經絡系統中的流動現象與臟腑反應。Java 仿真系統則如圖 3 所示，該系統提升了仿真模型的運算速度並簡化了操作流程，使用者可通過簡單的滑鼠與鍵盤輸入初始值，以折線圖形式展示臟腑的變化情況，形象地呈現針灸仿真效果[10-12]。

3. 針灸仿真的數位化分析與病症仿真

3.1 數位化分析

根據融合五行理論與模糊系統理論的模糊模型，參考文獻[16]並提出了用於表示人體臟腑狀態的五段數值範圍以及穴位刺激強度的五個等級。如圖 4 所示，將臟腑的健康狀態值設定在區間 (0.5, 5.5)。其中 (0.5, 1.5) 和 [1.5, 2.5) 代表器官狀態為「虛」；具體而言，(0.5,

1.5) 表示虛中的微弱狀態，[1.5, 2.5) 表示虛中的弱狀態；[2.5, 3.5] 則表示器官處於平衡（即健康）狀態；(3.5, 4.5] 與 (4.5, 5.5) 表示臟腑狀態為「實」，其中 (3.5, 4.5] 表示實中的稍強狀態，(4.5, 5.5) 表示實中的強狀態。另外，與臟腑狀態的虛和實相對應，在針灸過程有「補」和「瀉」之分。正整數代表補，負整數代表瀉，在補瀉中又存在五個等級的刺激強度，分別為弱、稍弱、普通、稍強和強，並且用數字 1 至 5 來表示這五個等級。

在此基礎上，提出了公式(1)用於表示五臟間相生相剋的影響。以肝、心、腎為例，心受到來自肝的相生影響、腎的相剋影響，以及心自身的自我衰退影響。此外，設計了公式(2)來表示由臟到腑的表里關係影響，公式(3)則用於表示由腑到臟的表里關係影響。公式(4)用於描述針灸施術手法產生的不同刺激強度的影響，公式(5)表示穴位刺激對臟腑的影響。

$$f_H(\tau') = g \cdot f_L(\tau - 1) - r \cdot f_K(\tau - 1) + s \cdot f_H(\tau - 1) \quad (1)$$

$$f_{SI}(\tau') = c \cdot f_H(\tau') + s \cdot f_{SI}(\tau - 1) \quad (2)$$

$$f_H(\tau'') = c \cdot f_{SI}(\tau') + s \cdot f_H(\tau') \quad (3)$$

$$f_p(\bar{\tau}) = \mu(\bar{\tau}) \cdot \left(e \cdot \frac{v(\bar{\tau})}{|v(\bar{\tau})|} + e \cdot v(\bar{\tau}) \right) \quad (4)$$

$$f_V(\tau) = f_V(\bar{\tau}) + w \cdot f_p(\bar{\tau}) \quad (5)$$

其中，公式(1)中 g, r, s 是參數， g 表示相生影響對於該臟器的影響權重， r 表示相克影響對於該臟器的影響權重， s 表示自身上一時刻狀態對於該臟器的影響權重。公式(2)中 c 和 s 表示為參數，其中 c 表示腑對臟（臟

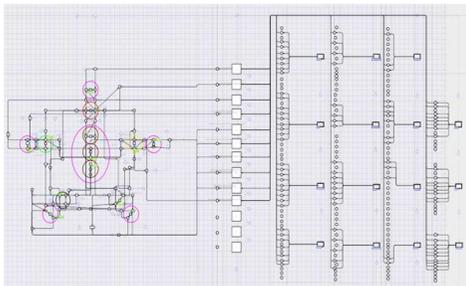


圖 2 彩色 Petri 網模型[11]

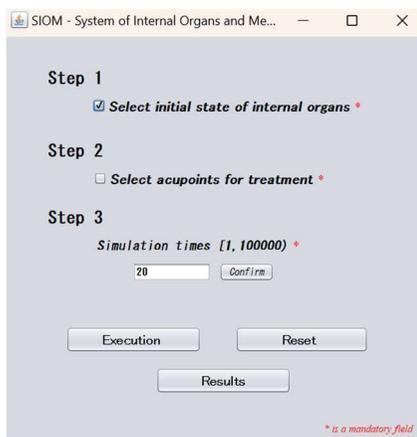


圖 3 針灸模擬系統[11]

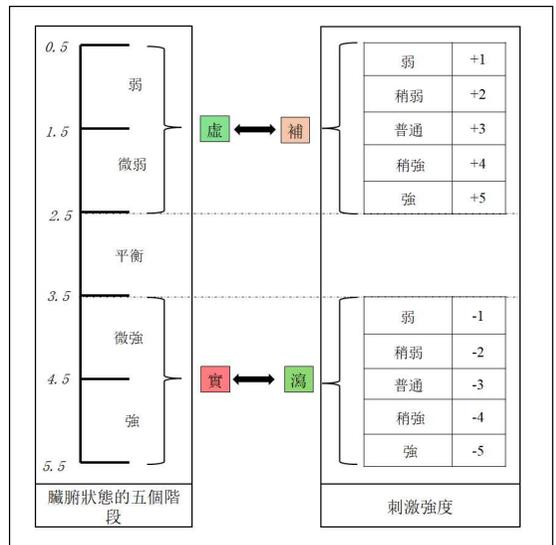


圖 4 臟腑狀態數位化

對腑)產生影響的權重, s 表示自身上一時刻狀態對於自身的影響權重。在公式(4)中 $\mu(\bar{\tau})$ 是穴位的狀態(是否對該穴位施加刺激)。如果穴位被刺激 $\mu(\bar{\tau})=1$,否則 $\mu(\bar{\tau})=0$ 。 $v(\bar{\tau})$ 代表刺激強度,在 $[+1,+5]$ 或 $[-1,-5]$ 範圍內的整數,其中 $[+1,+5]$ 表示補法治療, $[-1,-5]$ 表示瀉法治療。 e 是代表針灸操作對穴位的影響權重。公式(5)中, w 表示刺激穴位後對臟腑產生影響的權重。本文中,參數設置為 $g = 0.15$, $r = 0.05$, $s = 0.9$, $c = 0.1$, $e = 0.25$ 。

表 1 WHO 認證的 43 種針灸適應症

類型	病名
上呼吸道疾病	鼻炎, 急性(慢性)鼻炎, 感冒咳嗽, 急性(慢性)扁桃腺炎
呼吸系統疾病	急性(慢性)氣管炎, 支氣管哮喘
眼科疾病	急性結膜炎, 中心性視網膜炎, 近視眼, 白內障
口腔科疾病	牙痛, 拔牙後疼痛, 牙齦炎, 急(慢性)喉炎
胃腸系統疾病	食道、噴門失馳緩症, 呃逆, 胃下垂, 急(慢性)胃炎, 胃酸增多症, 慢性十二指腸潰瘍(疼緩解), 單純急性十二指腸潰瘍炎, 急性慢性結腸炎, 急性(慢性)桿菌性痢疾, 便秘, 腹瀉, 腸麻痺
神經、肌肉、骨骼疾病	頭痛, 偏頭痛, 三叉神經痛, 面神經麻痺, 中風後的輕度癱瘓, 周圍性神經疾患, 小兒脊髓灰質炎後遺症, 美尼爾氏綜合症, 神經性膀胱功能失調, 遺尿, 肋間神經痛, 頸臂綜合症, 肩凝症, 網球肘, 坐骨神經痛, 腰痛, 關節炎

同時,在中醫理論中,為了維持人體正常的生命活動,各臟腑的功能以及血液循環、新陳代謝等生理活動皆以一定的節奏運作,具體表現為:「相生相剋」→「表裡關係」→經穴刺激。因此,在上述公式(1)-(5)中,引入了時間參數 τ (包括 τ' , τ'' , $\bar{\tau}$ 和 τ),用於展示臟腑狀態變化的動態過程,且設置順序為 $\tau - 1 < \tau' < \tau'' < \bar{\tau} < \tau$,從 $\tau - 1$ 到 τ 定義為一次仿真,即依次計算公式(1)至公式(5)一次。關於公式的詳細設計說明,請參考文獻[10-12]。

3.2 針灸適應症的仿真设计

1980年,聯合國世界衛生組織(WHO)於《世界衛生·針灸專刊》中提出並建議在全球推廣應用的針灸治療病症共有43種。如表1所示,WHO將疾病分為6大類,包括上呼吸道疾病、呼吸系統疾病、眼科疾病、口腔科疾病、胃腸系統疾病,以及神經肌肉骨骼疾病。由於現階段的仿真模型主要涵蓋人體中的五臟六腑等內臟器官,尚未針對骨骼、關節、肌肉等部位進行模型設計。因此,本文通過查閱文獻,從43種針灸適應症中

表 2 病症仿真參數設置

序號	病名	病因	治療穴位	補/瀉	刺激強度	參數設定		文獻來源	序號	病名	病因	治療穴位	補/瀉	刺激強度	參數設定		文獻來源
						臟腑參數	穴位參數								臟腑參數	穴位參數	
1	鼻炎	肺、肝、膽、胃	LU7、LI4、LI20、EX-HN3、LR3、GB20、GV23	均為瀉	均為普通	脾: 5、肝: 5、膽: 5	LU7-3、LI4-3、LI20-3、EX-HN3-3、LR3-3、GB20-3、GV23-3	文獻[17]	12	胃下垂	脾、胃、虛	KI18、ST21、EX-CA23、EX-CA4、ST25、PC6、ST36	均為補	均為普通	脾: 1、胃: 1	KI18+3、ST21+3、EX-CA23+3、EX-CA4+3、ST25+3、PC6+3、ST36+3	文獻[28]
2	咳嗽	肺、脾、胃、虛	LU7、KI6、KI26、CV17、LU11、LI4、GB20、GV14、LU5、BL13、BL17、KI3、PC6、SP4、SP5、SP6、BL20、BL21、ST36、CV12	均為補	均為普通	脾: 1、肺: 1、胃: 1	LU7+1、KI6+1、KI26+1、CV17+1、LU11+1、LI4+1、GB20+1、GV14+1、LU5+1、BL13+1、BL17+1、KI3+1、PC6+1、SP4+1、SP5+1、SP6+1、BL20+1、BL21+1、ST36+1、CV12+1	文獻[18]	13	急、慢性胃炎	脾、胃、虛	BL20、KI18、PC6、ST36	均為補	均為普通	脾: 1、胃: 1	BL20+3、KI18+3、PC6+3、ST36+3	文獻[29]
3	急性(慢性)氣管炎	脾、腎、虛	BL13、LU1、LU7、LU9、BL20、BL23、PC6、ST35	均為補	均為普通	脾: 1、腎: 1	BL13+3、LU1+3、LU7+3、LU9+3、BL20+3、BL23+3、PC6+3、ST35+3	文獻[19]	14	急、慢性結腸炎	脾: 虛	PC6、LR3、ST25、ST36	均為補	均為普通	脾: 1	PC6+3、LR3+3、ST25+3、ST36+3	文獻[30]
4	支氣管哮喘	肺: 虛	LU7、LU10、BL13、GV14、EX-B1	均為瀉	LU7為較強、LU10為強、BL13為普通、GV14為較強、EX-B1為較強	脾: 5	LU7-4、LU10-5、BL13-3、GV14-4、EX-B1-4	文獻[20]	15	急性(慢性)桿菌性痢疾	大腸、小腸、實	ST25、ST37、ST36	均為補	均為普通	大腸: 5、小腸: 5	ST25-4、ST37-4、ST36-4	文獻[31]
5	急性結膜炎	肝、脾、胃、虛	EX-HN5、LI4、EX-HN6	均為瀉	均為普通	肝: 5、脾: 5、胃: 5	EX-HN5-3、LI4-3、EX-HN6-3	文獻[21]	16	便秘	脾、腎、虛	ST36、PC6、BL20、BL23	均為補	均為普通	脾: 1、腎: 1	ST36+3、PC6+3、BL20+3、BL23+3	文獻[32]
6	中心性視網膜炎	肝、腎、虛	EX-HN7、BL1	均為補	均為普通	肝: 1、腎: 1	EX-HN7+3、BL1+3	文獻[22]	17	腹瀉	肝、脾、小腸、虛	KI18、ST25、ST36、ST37、ST39、LR3	均為補	均為普通	肝: 1、脾: 1、小腸: 1	KI18+3、ST25+3、ST36+3、ST37+3、ST39+3、LR3+3	文獻[33]
7	近視眼	脾、肝、腎、虛	BL18、BL23、EX-HN13	均為補	均為普通	脾: 1、肝: 1、腎: 1	BL18+3、BL23+3、EX-HN13+3	文獻[23]	18	腸麻痺	脾、胃、虛	ST36、ST37、PC、SP9、LR3、SP4	均為補	均為普通	脾: 1、胃: 1	ST36+3、ST37+3、PC+3、SP9+3、LR3+3、SP4+3	文獻[34]
8	白內障	肝、腎、虛	GB37、SP6、SI6、LI4	均為補	均為普通	肝: 1、腎: 1	GB37+3、SP6+3、SI6+3、LI4+3	文獻[24]	19	頭痛	肝: 實	EX-HN5、GB20、LR3、LI4、ST8、GB8、SP10	均為補	均為普通	肝: 5	EX-HN5-3、GB20-3、LR3-3、LI4-4、ST8-3、GB8-3、SP10-3	文獻[35]
9	胃攻牙痛	胃: 虛	LI4、LU11、ST6、ST7、ST44、ST36	均為瀉	均為普通	胃: 5	LI4-3、LU11-3、ST6-3、ST7-3、ST44-3、ST36-3	文獻[25]	20	偏頭痛	肝: 實	EX-HN5	均為補	均為普通	肝: 5	EX-HN5-3	文獻[36]
10	急、慢性喉炎	脾、腎、虛	KI1	均為補	均為普通	脾: 1、腎: 1	KI1+3	文獻[26]	21	美尼爾氏綜合症	肝、脾、腎、實	GB20、LR3、LI4、KI18、PC6	均為補	均為普通	肝: 5、脾: 5、腎: 5	GB20-3、LR3-3、LI4-3、KI18-3、PC6-3	文獻[37]
11	呃逆	脾、胃、虛	ST36、SP6、PC6	均為補	均為普通	脾: 1、胃: 1	ST36+3、SP6+3、PC6+3	文獻[27]	22	遺尿	肺、脾、虛	SP6	均為補	均為普通	肺: 1、脾: 1	SP6+3	文獻[38]

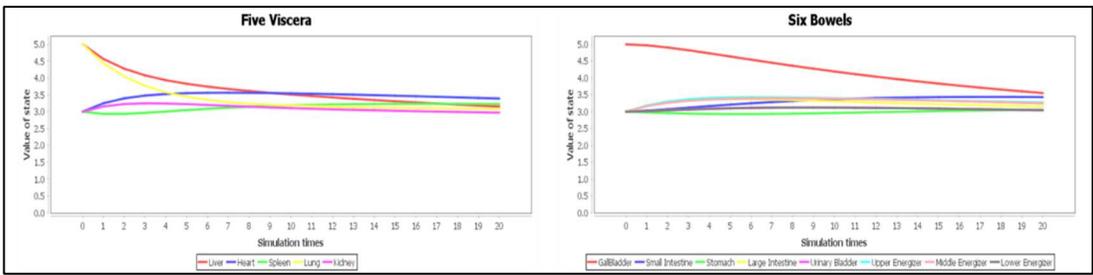


圖 5 鼻竇炎（序號 1）-仿真結果

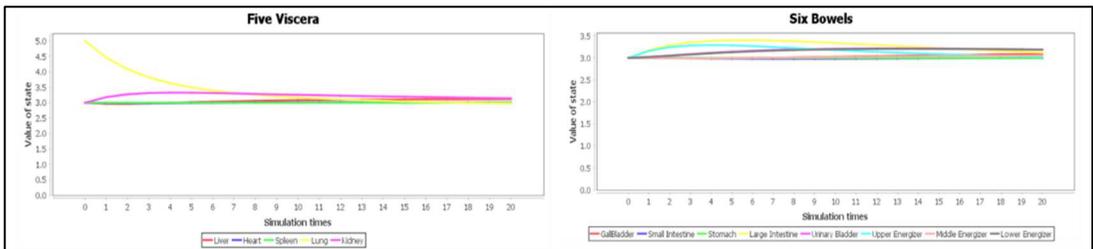


圖 6 支氣管哮喘（序號 4）-仿真結果

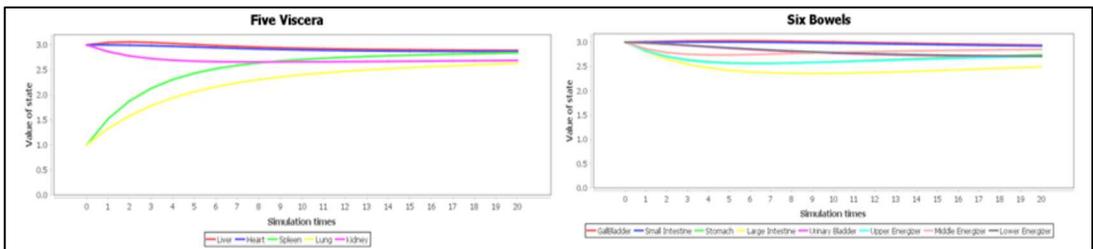


圖 7 遺尿（序號 22）-仿真結果

篩選出 22 種臟腑疾病及其相應治療方案（表 1 中的加粗病症），並進行仿真。

經查閱文獻[17-38]，將 22 種仿真病症的病因和治療方法整理於表 2。例如，序號為 1 的「鼻竇炎」屬於上「呼吸道疾病」，根據文獻[17]的記載，臨床上認為鼻竇炎的病因是肺、肝和膽處於實的狀態，對應的治療方法為 LU7、LI4、LI20、EX-HN3、LR3、GB20 和 GV23，治療手法為瀉，強度為普通。因此，根據上述數位化方法，將肺、肝和膽的初始參數值均設為「5」（表示實的狀態），穴位 LU7、LI4、LI20、EX-HN3、LR3、GB20 和 GV23 均設為「-3」（表示普通強度的瀉），其餘正常臟腑初始值均設為「3.0」（平衡狀態），不參與治療的穴位初始值均設為「0.0」（不參與治療）。隨後將仿真次數設為 20，即可完成鼻竇炎的針灸仿真實驗並得到仿真結果。

3.3 仿真測試結果範例與分析結論

如前文所述，針灸仿真系統將仿真結果以臟腑狀態值變化的折線圖形式呈現。例如，鼻竇炎（序號 1）、支氣管哮喘（序號 4）及遺尿（序號 22）仿真結果如圖 5 至圖 7 所示。圖中橫軸表示仿真次數（ $\tau = 1-20$ ），縱軸表示臟腑狀態值。各仿真結果的具體分析如下：

1) 由圖 5 可知，針對鼻竇炎，在 $\tau = 2$ 到 $\tau = 6$ 之間，由於臟腑之間存在的相生相剋與表裡關係導致臟腑相互影響，因此心、腎等的狀態值有所上升。在 $\tau = 6$ 之後，隨著仿真時間的增加，所有的臟腑狀態值恢復到健康狀態(2.5, 3.5)範圍內。在 $\tau = 8$ 到 $\tau = 20$ 時，五臟六腑的狀態值始終維持健康狀態。綜合分析該仿真結果表明，通過對穴位施加刺激，可以使五臟六腑恢復至健康狀態，與文獻[17]中的描述相符。

2) 由圖 6 可知，針對支氣管哮喘，在 $\tau = 2$ 到 $\tau =$

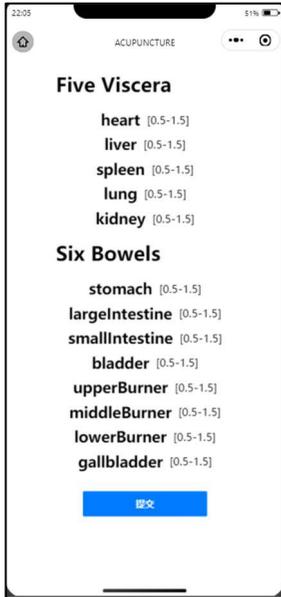


圖 8 WeChat 小程序操作介面首頁

5 之間，因相生相剋與表裡關係致使臟腑相互影響，心和肝的狀態值有所上升。在 $\tau = 5$ 之後，隨著仿真時間增加，所有臟腑的狀態值回復到健康狀態。在 $\tau = 6$ 到 $\tau = 20$ 時，五臟六腑的狀態值始終維持在健康狀態。綜合分析結果顯示，透過對穴位施加刺激，能夠讓五臟六腑恢復至健康狀態，與文獻[20]中的描述相符。

3) 由圖 7 可知，針對遺尿，在 $\tau = 2$ 到 $\tau = 7$ 之間，因相生相剋與表裡關係致使臟腑相互影響，心和肝的狀態值有所上升。在 $\tau = 10$ 之後，隨著仿真時間增加，所有臟腑的狀態值回復到健康狀態。在 $\tau = 10$ 到 $\tau = 20$ 時，五臟六腑的狀態值始終維持在健康狀態。綜合分析結果顯示，透過對穴位施加刺激，能夠讓五臟六腑恢復至健康狀態，與文獻[38]中的描述相符。

如同上述三種病症的情況，本文對表 2 中的 22 種病症均進行了仿真測試。22 種病症的仿真結果均顯示，五臟六腑恢復至健康狀態，其結果與相關文獻[17-38]中的描述均相符，從而證明了該仿真模型的真實性與有效性。由於篇幅限制，本文僅展示其中 3 個病症的仿真結果。

4. WeChat 小程序實現

如上所述，針灸仿真系統經過 22 種仿真病症的驗證與療效對比，已充分證明該系統的真實性與有效性。然而，目前系統的便捷性欠佳，極大地限制了用戶在不同場景下的使用需求。同時傳播性方面也受到限制，難

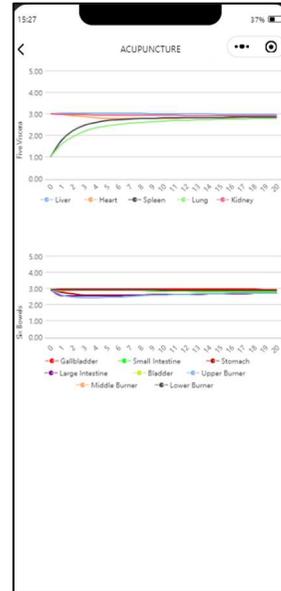


圖 9 遺尿 (序號 22) 仿真結果展示頁面

以被更多用戶迅速知曉和使用。為使該系統得到更廣泛的應用，需要一個既能搭載系統又便於攜帶且具有良好傳播性的平臺。

WeChat 小程序作為一種廣泛使用的移動應用平臺，為實現這一目標提供了堅實的技術基礎。特別是 WeChat 小程序的跨平臺特性，使得開發者無需考慮 iOS、Android、HarmonyOS 等不同手機操作系統，極大地縮短了開發周期，降低了開發成本[39]。同時，WeChat 小程序具有羽量級的特點，不佔用過多手機記憶體空間，用戶可以快速訪問和使用所需功能，隨用隨走。此外，依託於 WeChat 強大的社交平臺，WeChat 小程序的傳播性極強，用戶可以將喜愛的小程序分享給好友、群組或朋友圈，從而快速擴大小程序的影響力和用戶群體[40]。綜上所述，WeChat 小程序是實現該系統更廣泛應用的理想選擇。

在本文所設計的系統中，WeChat 小程序端的界面設計借助了 WXML (Weixin Markup Language) 和 WXSS (Weixin Style Sheets) 樣式，並利用 WXCharts 技術設計了結果展示圖表。WeChat 小程序的操作介面首頁如圖 8 所示，用戶可在頁面上選擇五臟六腑的初始狀態值，按照指引選擇治療的穴位和刺激方式，並輸入模擬次數。以序號 22 作為模擬案例，通過設定模擬參數最終生成的模擬結果圖如圖 9 所示，該結果與圖 7 所示的模擬結果一致，由此驗證了 WeChat 小程序的真實性與有效性。

5. 結論與展望

本文針對中醫針灸資訊化的發展趨勢，結合傳統醫療手段服務人類的理念，將中醫針灸理論與電腦科學技術有機結合，設計並驗證了針灸仿真系統。通過文獻調查，整理了 WHO 認證針灸適用病例中適合本系統仿真的臟腑類疾病，並設定仿真參數。分析結果顯示，該系統能有效仿真 22 種疾病，證明其在臨床應用中的潛力。同時，將該系統整合至 WeChat 小程序中，以提升用戶的使用便利性。

本文旨在以科學化和客觀化的方式解析針灸治療過程，從而實現對治療效果的預測，並有助於比較多種針灸方案，甚至發現新的治療方案。未來的研究工作將主要集中在以下三個方面：1) 與臨床資料進行更深入的結合，對現階段公式中的各個參數進行優化和調整；2) 針對某一特定病症，進行不同治療方法的仿真測試，以多角度驗證模型的有效性；3) 考慮人體氣血津液等因素在針灸治療中的重要性，並將其納入現有算法中，構建更為完整的仿真系統。

致謝

本研究得到了日本學術振興會科學研究費助成金（20H04284 號）、江蘇省社會科學基金（24YYC002 號）、江蘇省高校哲學社會科學研究一般項目（2023SJB1829 號）、連雲港市社會科學基金計畫（24LKT041 號）、連雲港人力資源與社會保障局海燕計畫-2023，以及江蘇海洋大學啟動基金（KQ23032 號）的支持，在此謹表謝忱。最後，感謝江蘇海洋大學的葛越同學在研究過程中的寶貴建議和幫助。

文獻

- [1] H.X.Zheng, Z.Yang "Basic Theory of Traditional Chinese Medicine", China Traditional Chinese Medicine Press, (2021) (in Chinese).
- [2] X.Y.Shen, C.Z.Liu. "Science of meridians and acupoints. 5th Edition". China Traditional Chinese Medicine Press, (2021) (in Chinese).
- [3] S.Y. Peng, L.Zhang, C.Yang, Z.Y.Wu, F.L.Wang, Liang,Z, X.S. Liu, L.X.Zhang. "Department of health data study on learning-driven integration of Chinese and Western medicine", Science Foundation of China, vol.37, no.1, pp.85-91, (2023) (in Chinese).
- [4] H.B. Cheng, L.Zhang, Y.Fu, H.N.Liu, G.J.Xiao, J.Y.Tang, H.C. Shang, Y.Wang. "Major Scientific, Engineering and Industrial Technical Problems of Traditional Chinese Medicine in 2023", Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, vol.64, no.14, pp.1405-1421 (2023) (in Chinese).
- [5] H.G.Tang, Z.S.Tang, P.Li, "Mathematical traditional Chinese medicine", Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, vol.39, no.1, pp.15-20(2024)(in Chinese).
- [6] H.L.Gao, H.X.Kan, Y.Gao, G.E.Chen, "Research on virtual acupuncture teaching software design based on HTC VIVE." *Microcomputer Applications*, vol.36, no.3, pp.25-27(2019) (in Chinese).
- [7] Q.F.Luo, L.X.Lu, H.Fang,Z.Y.Wang,Y.L.Lv. "Application of 3D MAX in 3D reconstruction of virtual human acupoint model." *Computer Age*, no.5, pp.16-17, 21(2021) (in Chinese).
- [8] Y.L.Xu, P.J.Zhang, Z.Y.Wang, M.Y.Sheng, Y.M.Zhao, B.Y.Wang. "Realization method of virtual human meridians acupoint model based on MFC and OpenGL". *Computer and Modernization*, no.3, pp.6-12(2018)(in Chinese).
- [9] S.C.Cheng, M.Ouyang, M.Y.Xiao, J.Zhao,C.Fan. "Design and development of acupuncture teaching demonstration system based on Unity3D." *Information and Computer (Theoretical Edition)*, no.14, pp.89-90(2015) (in Chinese).
- [10] Q. Gan, R. Wu, M. Nakata, Q.W. Ge, "Construction of human body model by colored Petri nets based on traditional Chinese medicine", *IEICE Trans.Inf.& Syst.*, vol. J104, no.14, pp.217-227(2021).
- [11] Q. Gan, R. Wu, M. Nakata, Q.W. Ge, "Construction of a human body model for acupuncture and moxibustion treatment by colored Petri nets", *BioSystems*, no.210, pp.1-11(2021).
- [12] Q. Gan, R. Wu, Q. Ge. "Construction of a human body model of traditional Chinese medicine by taking into account of Qi, Blood and Fluid", *Journal of East Asian Studies*, vol.20, pp.85-98(2022).
- [13] X.Y.Ye, D.M.He, Y.F.Zhou, N.Sun, J.Xiong, R.R.Sun. "The research progress of acupuncture treatment after cystic resection syndrome", *Chinese folk therapy*, vol.32, no.1, pp.107-110 (2024) (in Chinese).
- [14] H.Wang, Y.T.Fang, J.Yang, Y.K.Fu. "Based on meridian theory the thought treating heart disease". *Journal of Jilin of traditional Chinese medicine*, vol.43, no.12, pp. 1371-1374(2023) (in Chinese).
- [15] D.Xu, H.Q.Gao. "Gao Hongqin's experience of tonifying deficiency and reducing excess in the treatment of insomnia". *Journal of Jiangsu traditional Chinese medicine*, vol.52, no.11, pp.20-21(2020) (in Chinese).
- [16] C.L.Sun, C.X.Li, L.C.Zhao, "Fuzzy modeling and analysis based on five elements theory for the system of five organs system", *Journal of Anshan Normal University*, vol.13, no.6, pp.1-4(2011)(in Chinese).
- [17] R. Zhang, "The Latest Acupuncture Treatment for 165 Diseases", Sanwa Books, (2010) (in Japanese).
- [18] J.Tokuchi and S. Tanzawa, "A Case of Successful Acupuncture Treatment for Cough due to Lung Qi and Yin Deficiency Syndrome," *Journal of the Japan Acupuncture and Moxibustion Society*, vol. 50, no. 3, pp. 463-469 (2000)(in Japanese).
- [19] Y.Zheng. "Clinical efficacy analysis of acupuncture and moxibustion in the treatment of acute exacerbation of chronic bronchitis". *Psychological Monthly*, vol.14, no.03, pp.166(2019) (in Chinese).
- [20] L. Peng, "Acupuncture Treatment of Asthma with Wenyang Li

- qi Method: 42 Cases," *Journal of Practical Chinese Medicine & Pharmacy*, vol. 28, no. 4, 2012 (in Chinese).
- [21] S.L.Du, Y.P.Li. "Fifty-two cases of acute conjunctivitis treated by acupuncture and moxibustion". *Journal of Hebei Traditional Chinese Medicine and Pharmacology*, vol.02, pp.41(1997)(in Chinese).
- [22] S.W.Lu, J.F.Sun, J.H.He. "Acupuncture treatment of central retinitis". *Journal of Clinical Acupuncture and Moxibustion*, vol.01, pp.22-23(1998) (in Chinese).
- [23] F.Xu, K.J.Pan, A.N.Liao, Y.S.Fan. "Overview of comprehensive acupuncture treatment for juvenile myopia in recent five years". *Journal of External Therapy of Traditional Chinese Medicine*, vol.21, no.04, pp.56-57(2012) (in Chinese).
- [24] Q.Dong. "Overview of acupuncture treatment for senile cataract". *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, vol.05, pp.57-59(1998) (in Chinese)
- [25] H.J.Li, G.Z.Zheng, C.Q.Han, J.Ren,L.Q.Duan,H.Wu,L.N.Zou. "Clinical research progress of toothache due to stomach fire". *Jilin Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol.35, no.12, pp.1288-1291, (2015) (in Chinese).
- [26] M.Wang. "Clinical study on the treatment of chronic laryngitis by applying Xie Qiang's enlightenment acupuncture method". *China Medical Device Information*, vol.25, no.04, pp.150-151 (2019) (in Chinese).
- [27] S.B.Wang. "Clinical effect of traditional Chinese medicine acupuncture and moxibustion in the treatment of patients with intractable hiccups"/Nanjing Rehabilitation Medicine Association. *Proceedings of the Seventh National Academic Exchange Conference on Rehabilitation and Clinical Pharmacy (Part IV)*. Zhanjiang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Gansu Province (2024) (in Chinese).
- [28] D.Wang. "Apitherapy and electroacupuncture therapy are effective in treating gastroparesis". *Journal of Bee*, vol.42, no.03, pp. 39-40(2022) (in Chinese).
- [29] C.P.Fei, J.H.Chu. "Observation on the curative effect of warm acupuncture combined with modified Xiangsha Liujunzi Decoction in the treatment of chronic gastritis of spleen-stomach qi deficiency type". *Zhejiang Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol.59, no.07, pp.636-637(2024) (in Chinese)
- [30] Y.M.Li, L.M.Yuan. "A case of acupuncture and moxibustion in the treatment of chronic colitis". *Chinese Journal of Rural Medicine and Pharmacy*, vol.28, no.09, pp.25 (2021) (in Chinese).
- [31] J. Zhu and Y.T. Liu, "Understanding the Process of Traditional Chinese Medicine Acupuncture Treatment through Diagrams", *Toyo Academic Press*, (2006) (in Japanese).
- [32] T.T.Chen, L.P.Lyu. "Clinical study on warm acupuncture combined with Gujiao Aiqitie in the treatment of deficiency-cold type functional constipation". *Practical Clinical Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, vol.23, no.24, pp.96-98(2023) (in Chinese).
- [33] F.Z.Huang, Z.F.Yao. "16s rRNA sequencing analysis of the effect of acupuncture treatment on intestinal flora in patients with diarrhea-predominant irritable bowel syndrome (liver depression and spleen deficiency syndrome)". *Chinese Journal of Medical Guide*, vol.26, no.04, pp.407-411 (2024) (in Chinese).
- [34] Y.Wang. "Clinical study on electroacupuncture in preventing delayed intestinal paralysis after laparoscopic pancreaticoduodenectomy". *Shandong University of Traditional Chinese Medicine* (2023) (in Chinese).
- [35] H.Y.Liu, X.Xia, P.L.Xie, Q.Q.Luo, M.W.Zhang. "Observation on the curative effect of warm acupuncture combined with scraping in the treatment of tension headache of blood stasis blocking the brain collaterals type and its influence on cerebral hemodynamics". *Journal of Hubei University of Chinese Medicine*, vol.26, no.1, pp.90-92(2024) (in Chinese).
- [36] J.J.Zhao. "Clinical observation on acupuncture combined with high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of migraine". *Journal of Practical Traditional Chinese Medicine*, vol.40, no.06, pp.1208-1210(2024) (in Chinese).
- [37] S.W.Liu, H.B.Huo, H.H.Lyu,J.Q.Wang. "Clinical experience of 'clearing the mind and harmonizing the stomach' acupuncture in the treatment of Meniere's syndrome". *Asia-Pacific Traditional Medicine*, vol.19, no.11, pp.173-177(2023) (in Chinese).
- [38] Z.Wang, J.M.Wu. "Clinical observation on acupuncture at Baihui (GV20) as the main point in the treatment of enuresis in children". *Inner Mongolia Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol.42, no.12, pp.95-96(2023) (in Chinese).
- [39] G.Q.Zeng, C.H.Wang, J.Huang,W.Q.Shi. "Design of voting system based on WeChat mini-program". *Mechanical & Electrical Engineering Technology*, vol.49, no.01, pp.159-161(2020) (in Chinese).
- [40] Y.Bai, Z.G.Li, J.F.Chen. "Construction of intelligent operation and maintenance service system based on WeChat mini-program". *Radio & Television Network*, vol.30, no.10, pp.33-35(2023) (in Chinese).

〈作者略歷〉

甘 泉

2022 年獲得日本山口大學博士學位。2022 年至 2024 年期間，在山口大學擔任共同研究員。自 2022 年起，在江蘇海洋大學擔任講師。研究興趣包括 Petri 網、系統建模等。

夏 遠

2021 年至今就讀於江蘇海洋大學本科。研究興趣包括系統建模與仿真、系統開發等。

徐 瑾

2022 年至今就讀於江蘇海洋大學本科。研究興趣包括系統建模與仿真、系統前端設計等。

葛 崎偉

1991 年獲得日本廣島大學博士學位。1991 年至 1993 年期間，在富士通有限公司任職。1993 年至 2004 年期間，擔任日本山口大學副教授。自 2004 年 4 月起，擔任日本山口大學教授。研究興趣包括 Petri 網、程式網理論和組合數學等。

劉傳霞

2021 年獲得日本山口大學博士學位。2021 年至 2024 年期間，在山口大學擔任共同研究員。自 2022 年起，在江蘇海洋大學擔任講師。研究興趣包括數據分析與處理、文獻分析及認知心理學等。