智能专家系统的构建及其在性功能障碍诊断真实世界的初步临床应用*

张亚东[1] 田翔[2] 夏凯[1] 庄锦涛[1] 冯鑫[1] 周明宽[1] 涂响安[1] 孙祥宙[1] 邓春华[1]

［摘要］ **目的**：探讨智能专家系统在性功能障碍(SD)诊断真实世界中的构建和应用价值。**方法**：构建智能专家系统“男性健康助手”，收集 2018 年 2 月 6 日～2018 年 6 月 8 日在我院男科门诊就诊的 SD 患者资料，比较智能专家系统和专家诊断的一致性、特异度和灵敏度等。**结果**：初步构建了智能专家系统“男性健康助手”，入组患者 559 例，20～39 岁占 82.47%。智能组评估显示，勃起功能障碍(ED)430 例，其中轻度 217 例；早泄(PE)256 例，其中原发性 PE(LPE)186 例；可能存在抑郁 298 例。专家组评估显示：ED 385 例，PE 239 例，其中 LPE 为 95 例，伴随精神症状患者 17 例。智能专家系统相对于专家：诊断 ED 的一致性、灵敏度、特异度分别为 89.45%(Kappa 系数 0.735，$P<0.001$)、98.2%、70.1%；诊断 PE 的一致性、灵敏度、特异度分别为 82.29%(Kappa 系数 0.652，$P<0.001$)、95.0%、72.8%；诊断 LPE 的一致性、灵敏度、特异度分别为 81.57%(Kappa 系数 0.527，$P<0.001$)、93.7%、79.1%。智能组较专家组诊断阳性率显著提高。**结论**：智能专家系统能改善男科疾病诊疗效率，提高 SD 的诊断率并显示疾病程度、分型等，有较好的应用前景。

［关键词］ 人工智能；性功能障碍；医学诊断
doi：10.13201/j.issn.1001-1420.2018.08.003
［中图分类号］ R698.1 ［文献标识码］ A

Construction of intelligent expert system and its preliminary clinical application in the real world of diagnosis of sexual dysfunction

ZHANG Yadong[1] *TIAN Xiang*[2] *XIA Kai*[1] *ZHUANG Jintao*[1] *FENG Xin*[1] *ZHOU Mingkuan*[1] *TU Xiang'an*[1] *SUN Xiangzhou*[1] *DENG Chunhua*[1]
([1]Department of Andrology, First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510080, China; [2]School of Electronics and Information, South China University of Technology)
Corresponding author: ZHANG Yadong, E-mail: zydyd@163.com; DENG Chunhua, E-mail: dch0313@163.com

Abstract **Objective**: To explore the construction and application value of intelligent expert system in the real world of diagnosis of sexual dysfunction(SD). **Method**: The intelligent expert system "male health assistant" was constructed to collect the data of patients who were admitted to the male clinic of our hospital as SD from February 6th, 2018 to June 8th, 2018. The consistency, specificity and sensitivity of the intelligent expert system and the expert diagnosis were compared. **Result**: The intelligent diagnostic system, male health assistant was initially constructed, and 559 patients were enrolled, accounting for 82.47% of 20-39 years old. The intelligent group assessment showed 430 cases of erectile dysfunction(ED), of which 217 cases were mild and 256 cases of premature ejaculation(PE), of which 186 cases of primary PE(LPE) and 298 cases of depression; The expert group assessment showed 385 cases of ED and 239 cases of PE, of which LPE was 95, and 17 patients were accompanied by mental symptoms. The consistency, sensitivity, and specificity of the intelligent expert system compared to the expert group in the diagnosis of ED were 89.45%, Kappa coefficient 0.735($P<0.001$), 98.2%, 70.1%; PE were 82.29%, Kappa coefficient 0.652($P<0.001$). 95.0%, 72.8%; LPE were 81.57%, Kappa coefficient 0.527($P<0.001$), 93.7%, 79.1%. The positive rate of the intelligent group was significantly higher than that of the expert group. **Conclusion**: The artificial intelligent expert system can improve the efficiency of diagnosis and treatment of andrology diseases, increase the diagnosis rate of SD and show the degree and classification of diseases, which has a good application prospect.

Key words artificial intelligence; sexual dysfunction; medical diagnosis

* 基金项目：广东省科技计划项目(编号 2017A020211021)
[1]中山大学附属第一医院男科(广州，510080)
[2]华南理工大学电子与信息学院
通信作者：张亚东，E-mail：zydyd@163.com；邓春华，E-mail：dch0313@163.com

性功能障碍(sexual dysfunction,SD)是常见的泌尿男科疾病之一,主要包括早泄(premature ejaculation,PE)和勃起功能障碍(erectile dysfunction,ED)。SD 诊疗主要根据患者的病史、性生活史和性功能相关评估如早泄诊断工具(PEDT)量表、国际勃起功能指数-5(IIEF-5)评分等来初步简易诊断,并进行少量专业体格检查和必要的实验室检查,最后由医生应用其临床医学、诊断学等知识和工作经验,对病情进行评估、分析后得出诊断结果。这种诊断方法往往受主观因素影响较大,结果的准确率与医生的医疗水平密切相关。目前我国 SD 患者众多,男科医师分布在少数医院;门诊问诊时间不充分,医师诊断水平参差不齐,规范标准问诊待提高;而且 SD 受传统隐私观念影响,初诊时非性功能主诉占一定比例,易出现漏诊漏治。快速、规范诊断 SD,是一件专业性较强的任务,全科医师、泌尿外科医师甚至男科初级专业医师也难以较好的完成。

智能专家系统是电脑吸收了大量的知识和经验,模拟医学专家诊断疾病的思维活动及推理判断从而得出诊断结论。人工智能近年的飞速进展,使智能专家系统为医学诊治带来革命性的发展,可能改变如今国内医生过分个性化的医疗决定,让医疗行为更为规范、统一,也有利于分级诊疗的推进,能够实现人机协同进行更高效率的工作,避免患者因为面对医生诉说隐私而害羞等出现讳疾忌医的情况,减少医师简单重复的标准问诊工作[1]。2016 年,中华医学会男科学分会基于最新的国内外研究进展,编写了相关指南,规范了 ED 的诊断标准和基于循证医学的 PE 新定义,得到了日益广泛的认可,为 SD 规范化诊断奠定了基础[2,3]。基于上述,结合当前 SD 诊断多数属于轻问诊的特点,我们开发了智能专家系统“男性健康助手”,旨在为医师提供一种 SD 规范化问诊工具,提升问诊水平和效率。

1 材料与方法

1.1 系统开发

系统开发环境的硬件组成:高性能计算机:中央处理器 PⅣ2.8GHz 2 核,内存 16G,AGP128M 显存,硬盘 128SSD+1T 常态硬盘。系统开发环境的软件组成:①操作系统:Win2000/XP/2003/Win7/Win8/Win2008 兼容;②应用软件:PHP Study 利用 PHP 编程。

1.2 系统设计的基本原理

①构造辅助诊断方法基于专家系统常用的焦点法和访谈法,利用国际广泛使用的评价控制力、频率、最小刺激、苦恼和人际交往困难的 PEDT 自测理论、IIEF-5 评分、健康问卷抑郁量表(PHQ-9)评分等。②涵盖了 PE、ED、抑郁等 SD 常见病问诊流程及相应诊疗建议[4]。

1.3 系统显示构成

①患者端:申请微信公众号,多数就诊患者均有微信方便扫入登录,并可应用基于微信的小程序开发升级;②医生端:电脑 PC 端,同时在阿里云上构建存储系统,具备自动统计归类功能。

1.4 系统各功能模块的初步实现

病情咨询模块:我们前期征集了 20 余名各级别中西医男科医生,收集整理了患者常用 SD 疾病关键词,患者根据关键词提示选择符合自己病情的词汇,也可自行输入,以此导入 SD 疾病问诊程序(图 1)。其后分 3 部分:SD 问诊(有 PE 或 ED 者则射精功能、勃起功能均同时评估);性生活史问诊;生活方式问诊(图 2)。

患者信息模块:为充分保障患者隐私及数据安全,我们选择弱化患者的信息提供,可以使用昵称、凭手机号或者微信号来作为识别标记。

诊断报告及健康建议:得出诊断报告,并从预存知识库中调出健康建议(图 3)。

电子病历记录及 PC 端统计报告:为了方便医生和患者对病情的了解,有必要建立其病历,该病历是将患者基本资料、主诉、评估、诊断结果及影像检验信息集于一体的一个模块,该病历的建立体现了系统在得出诊断结果后,对整个诊断流程的总结,为患者以后的复诊提供了方便。患者本人可以登录查看,PC 端也可以根据管理权限登录查看电子病历、Excel 表格式的各项问卷内容,实现简单自动统计功能(图 4)。

1.5 方法

收集 2018 年 2 月 6 日~2018 年 6 月 8 日于我院男科门诊就诊自诊为 SD、自愿扫码应用智能问诊专家系统并提交报告的患者。本研究经医院伦理委员会批准,经患者同意并签署知情同意书。2014 年 ISSM 确立的 PE 诊断标准,包含 3 要素:①较短的射精潜伏时间,原发性 PE(LPE)<1 min,继发性 PE<3 min;②缺乏射精的控制能力;③由上述 2 方面对患者和(或)性伴侣造成的困扰和人际交往障碍。PEDT 评分:评分≥11 分提示存在 PE,9 或 10 分考虑可能存在 PE,≤8 分无 PE 存在。IIEF-5 评分:<8 分为重度 ED,8~11 分为中度 ED,12~21 分为轻度 ED,>21 分为无 ED。专家诊断系统中应用 PEDT 评分协助诊断,≥11 分提示可能存在 PE;PHQ-9 量表协助判断有无精神抑郁症状,0~4 为无忧郁症(注意自我保重),5~9 为可能有轻微忧郁症,10~14 为可能有中度忧郁症,15~19 可能有中重度忧郁症,20~27 可能有重度忧郁症。

通过微信扫码进入智能专家系统,按系统提示

逐项填写，SD 专家诊断系统共分 3 部分：性功能障碍访谈、射精评估（PEDT 评分）、勃起评估（IIEF-5 评分）、PHQ-9 评分等；性生活史访谈；生活方式访谈。简单的基本信息提交后立即获取智能专家系统诊断报告，作为智能组。同时，经由按中华医学会男科学分会指南专业培训的 2 名男性专科主治医师按照标准诊断方法得出诊断结果，作为专家组。

图 1　导诊界面；图 2　SD 问诊访谈、评估界面；图 3　健康评估结果及建议；图 4　PC 端数据存储与统计

2　结果

本研究中，共参与扫描智能诊断系统患者 559 例，平均年龄（28±6）岁，其中 10～19 岁 14 例，20～29 岁 259 例，30～39 岁 202 例，40～49 岁 64 例，50～59 岁 15 例，60～69 岁 4 例，≥70 岁 1 例。智能组显示 ED 430 例，其中轻度 ED 217 例，中度 ED 64 例，重度 ED 149 例，无 ED 129 例；PE 314 例，其中 LPE 186 例（59.24%）；自愿测评者中可能存在抑郁 298 例。专家组显示 ED 385 例，因门诊时间限制未能进行分度；PE 239 例，其中 LPE 95 例（39.75%）。患者主动或者经验推测后进一步询问，承认精神压力较大患者共计 17 例。

智能专家系统相对于专家：诊断 ED 的一致性、灵敏度、特异度分别为 89.45%（Kappa 系数 0.735，$P<0.001$）、98.2%、70.1%；诊断 PE 的一致性、灵敏度、特异度分别为 82.29%（Kappa 系数 0.652，$P<0.001$）、95.0%、72.8%；诊断 LPE 的一致性、灵敏度、特异性分别为 81.57%（Kappa 系数 0.527，$P<0.001$）、93.7%、79.1%。智能组较专家组诊断阳性率显著提高。见表 1～3。

表 1　ED 诊断一致性

ED 诊断	智能组		总计
	是	否	
专家组			
是	378	7	385
否	52	122	174
总计	430	129	559

表 2　PE 诊断一致性

PE 诊断	智能组		总计
	是	否	
专家组			
是	227	12	239
否	87	233	320
总计	314	245	559

表 3　LPE 诊断一致性

LPE 诊断	智能组		总计
	是	否	
专家组			
是	89	6	95
否	97	367	464
总计	186	373	559

3　讨论

SD 诊断流程日益明确和其轻问诊的特点决定了多数 SD 初筛可应用规范化问诊的方式来提高诊疗效率。人工智能的发展和在医疗领域的应用，为实现 SD 乃至男科疾病的智能专家系统建设提供了可能性。

本系统用弱人工智能，通过专家系统常用的访谈法和焦点法来诊断疾病，有助于解决患者就医时间短、问诊不充分、不全面的弊端。但是，由于患者知识水平的差异，智能问诊系统界面友好度还需要进一步提升，医疗知识精确表达有一定的主观性，评估量表本身的精度和效度等问题，这些都会成为误诊误治的基础原因。

本系统在真实世界的研究显示，男科门诊 SD 就诊人群在我国多以中青年为主，这与我们之前的研究结果相吻合[5]。智能组的 SD 诊断率显著高于专家组，可能是患者独自面对手机，能更充分的表达自我意见。最近的一项全球性态度和性行为调查显示，78%的 SD 男性没有寻求专业医生的治疗[6]；SD 患病率和态度调查显示只有 9%自我报告的 PE 男性会咨询医生[7]。两组诊断 ED 的一致性、灵敏度均较高分别为 89.45%（Kappa 系数 0.735，$P<0.001$）、98.2%；诊断 PE 的一致性、灵敏度分别为 82.29%（Kappa 系数 0.652，$P<0.001$）、95.0%。可见本智能诊断系统具有较好的应用价值。另一方面，两组诊断 LPE 的一致性为 81.57%（Kappa 系数 0.527，$P<0.001$），表明也存在着假阳性的可能，提示我们需要进一步改进诊疗工具。

一方面，男科疾病伴随着较高的精神症状发病率，通常认为 SD 患者存在部分精神心理异常趋势，如忧郁、不安、精神症、身体化和敌对心理等因素[8]；另一方面，由于涉及交叉学科精神科，很多男科医师忽略了精神问题的问诊，影响了诊治，如本研究中专家组仅 17 例考虑到了精神疾病诊断。而智能专家系统发现 SD 中可能存在抑郁 298 例（70.28%），其中轻度抑郁 147 例（36.93%）。这提示我们智能诊断系统有可能提高精神疾病的发现率，最终提高男科疾病的诊疗效果。

值得注意的是，在智能组诊断为 ED 的 430 例患者中，发现了 168 例 PE，而通常一旦诊断为 ED，按照诊疗指南，医师往往忽略进一步问诊 PE；另一方面，在智能组诊断为 PE 的 314 例患者中，发现 ED 186 例，其中轻度 ED 125 例（67.20%）。提示 PE 和 ED 作为常见共病常互相影响，需要临床医师加强关注，以提高诊断率和疗效[9]。

综上所述，为改善智能专家系统和减少误诊，今后还需要进一步完善以下方面：①设计严密的临床试验，纠正系统判断的误差，并需要不断更新补充知识库，同时诊断配合专家医生的意见；②在概率统计法如贝叶斯决策理论基础上，可尝试加入新型人工智能神经网络的规则，提炼专家大脑中的模糊原则，更灵活的处理信息，以期得到更好的诊断效果；③在男科疾病诊断的其他领域（如不育症、慢性前列腺炎等下尿路疾病）中不断扩展补充，形成完整的男性健康专家系统。

[参考文献]

1 马家奇. 国家水平重点慢病患病监测信息系统规划与设计[J]. 中国卫生信息管理杂志，2012，9(3)：32－35.

2 Althof S E，McMahon C G，Waldinger M D，et al. An update of the International Society of Sexual Medicine's guidelines for the diagnosis and treatment of premature ejaculation(PE)[J]. J Sex Med，2014，11(6)：1392－422.

3 中华医学会男科学分会. 中国男科疾病诊断治疗指南与专家共识（2016 版）[M]. 北京：人民卫生出版社，2017：1－74.

4 郭军，张春影，张国喜，等. PE 筛查与医患沟通——PE 诊治中国专家共识[J]. 中国男科学杂志，2016，30(6)：57－60.

5 Yao F J，Zhang Y D，Wan Z，et al. Erectile dysfunction is associated with subclinical carotid vascular disease in young men lacking widely-known risk factors[J]. Asian J Androl，2018，20(4)：400－404.

6 Laumann E O，Nicolosi A，Glasser D B，et al. Sexual problems among women and men aged 40-80 y：prevalence and correlates identified in the Global Study of Sexual Attitudes and Behaviors[J]. Int J Impot Res，2005，17(1)：39－57.

7 Porst H，Montorsi F，Rosen R C，et al. The Premature Ejaculation Prevalence and Attitudes（PEPA）survey：prevalence，comorbidities，and professional help-seeking[J]. Eur Urol，2007，51(3)：816－823，824.

8 Laumann E O，Paik A，Rosen R C. Sexual dysfunction in the United States：prevalence and predictors[J]. JAMA，1999，281(6)：537－544.

9 张亚东，郭军，张春影，等. 勃起功能障碍合并早泄诊治的医患沟通专家共识[J]. 中国男科学杂志，2016，30(9)：58－62.

（收稿日期：2018-07-16）

（上接第 602 页）

14 Poredos P，Jezovnik M K. Testing endothelial function and its clinical relevance[J]. J Atheroscler Thromb，2013，20(1)：1－8.

15 Deanfield J E，Halcox J P，Rabelink T J. Endothelial function and dysfunction：testing and clinical relevance[J]. Circulation，2007，115(10)：1285－1295.

16 Brevetti G，Silvestro A，Schiano V，et al. Endothelial dysfunction and cardiovascular risk prediction in peripheral arterial disease：additive value of flow-mediated dilation to ankle-brachial pressure index[J]. Circulation，2003，108(17)：2093－2098.

17 刘继红，王涛，康皓. 腹壁下动脉-阴茎背深静脉吻合术治疗血管性勃起功能障碍的 5 例报告[J]. 临床泌尿外科杂志，2017，32(6)：454－457.

18 Billups K L. Erectile dysfunction as a marker for vascular disease[J]. Curr Urol Rep，2005，6(6)：439－444.

19 Huang Y，Sun X，Liu G，et al. Glycosylated serum protein mayimprove our ability to predict endothelial and erectile dysfunction in nonorganic patients[J]. J Sex Med，2011，8(3)：840－850.

（收稿日期：2018-07-17）