

• 综述 •

人工智能时代的耳鼻咽喉头颈外科

齐静怀¹ 张良¹

[关键词] 人工智能;深度学习;神经网络;手术机器人

doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2020.12.020

[中图分类号] R762 [文献标志码] A

Otolaryngology head and neck surgery in the age of artificial intelligence

Summary Artificial intelligence, as the forefront of science and technology, has been emerging in all walks of life, and has now become the main research direction of medical care. Many researchers have begun to research and develop this technology, and will use this technology to help clinical work. Due to otolaryngology head and neck surgery as a minimally invasive surgery with complex anatomy, artificial intelligence is bound to play a crucial role in otolaryngology. With the development of 5G network, artificial intelligence will develop with 81300842 force.

Key words artificial intelligence; machine learning; neural networks; robotic surgeon

人工智能(artificial intelligence)是一门以模拟、扩展及延伸人的智能为目的的前沿技术,目前在各个行业领域内都可见到人工智能产品,国内5G网络的普及,加速了人工智能的发展。而在医学领域,人工智能可以在迅速处理大量数据的同时做出应有的分析结果,大大节省了临床、科研以及教学工作中的时间,未来医学的发展将离不开人工智能。

1 人工智能简介

人工智能主要以模拟、扩展人脑功能为主的一类智能学科,以计算机为主体,综合信息、神经、心理、哲学、语言学等多门学科的一类交叉性前沿学科^[1]。人工智能分为弱人工智能、强人工智能及超级智能。弱人工智能只是帮助人类完成某些特定工作的助手;强人工智能可以像人类一样进行思考,甚至达到人类的智能水平,像苹果的 Siri、谷歌的 Google Now 等语音助手一类;而超级智能则是在强人工智能之上的升级版。

人工智能目前已经应用于经济、科学、家居等领域,近期也有学者开始应用于生物领域^[2-5]。其中应用较多的为图像识别(image analysis)、深度学习(machine learning)、神经网络(neural networks)以及手术机器人(robotic surgeon)。在医学界,已经有很多学者开始自主研究人工智能,相信在未来,机器必将替代人工,成为医疗的主体。

2 人工智能在医学领域中的应用

随着人工智能的出现及崛起,众多学者已经开

始将此技术应用于医学中^[6-8],可以将一些简单的机械性、重复性工作分担下来,从而减轻了医生的工作量。

而在医疗及科研方面,人工智能的发展主要集中在基因测序、辅助诊断及机器人手术3个方面。

基因测序作为当前肿瘤及生物领域的前沿研究方向,各方学者已经开始通过人工智能来辅助基因测序,从基因的表达及重组中预测每一个患者的风险高低,从而制定个体化的治疗方案,提高疾病的治疗效果及临床工作效率^[9-10]。同时也有学者利用人工智能辅助临床诊断,Bickelhaupt 等^[11-12]已经通过人工智能辅助临床医生更加快速、准确地进行疾病诊断,提高了临床工作效率。而最为成功的是机器人辅助手术技术,最出名的是达芬奇机器人手术系统,生物智能时代的来临,虚拟技术及三维立体可视技术的发展,使手术机器人比外科医生的手更为精确。国内诸多大医院已经开始应用达芬奇进行肝脏切除手术,中山大学第一附属医院已成功完成71例达芬奇机器人肝脏切除手术,相比传统开腹手术,达芬奇机器人创伤小、解剖更精细、操作更灵活,提高了手术效果^[13]。而在国外,除了肝胆外科,机器人辅助手术系统已经广泛应用于妇科、泌尿外科等手术中,同样相对于传统手术具有一定优势^[14]。由此可见,随着人工智能的进一步发展,机器人手术必将逐步替代外科医生,成为新一代“手术医生”^[15]。

3 人工智能在耳鼻咽喉头颈外科中的应用

耳鼻咽喉头颈外科作为一个以内镜为主的微创外科,近年发展迅速,已经从最早的中耳、鼻窦手术,进展为以颅底外科为主要方向的学科,要求更

¹天津市中医药研究院附属医院耳鼻咽喉头颈外科(天津,300120)

通信作者:张良, E-mail: zhangliang@trxiyue.com

加精准的手术、更加熟悉的解剖。早在 2004 年,已有学者提出将人工智能应用于耳鼻咽喉头颈外科,包括口咽鳞状细胞癌的基因预测及言语分析方面^[16]。时至今日,人工智能的迅速发展,使更多的学者开始研究此技术,各大期刊发表文章数逐年增加。

人工智能在医学领域的发展相对缓慢,最早是 20 世纪 90 年代,Bonadonna^[17]率先提出将人工智能专家系统 HyperShell 应用于医学听力学。随后,Ossoff 等^[18]对于机器人辅助耳鼻咽喉头颈外科手术进行畅想,表示外科医生只需要坐在计算机前即可完成手术。接着,Buckingham 等^[19]提出使用机器人代替外科医生,发现在机器人辅助下手术精准度更高,并提出未来机器人将广泛应用于外科手术。在接下来的十年中,学者们不断探索,发现人工智能可以帮助耳鼻咽喉头颈外科医生诊断多数疾病。Kentala 等^[20]开始研究如何利用数据分析来帮助诊断眩晕病,为临床医生提供诊疗帮助。Juhola 等^[21]对于耳神经学中人工智能的应用进行探讨,发现只要有足够大的数据库,大多数耳神经疾病可以应用此方法进行区分。而在外科手术方面,目前国内几家大医院已经开始应用机器人辅助手术,且取得了更好的效果。到了 21 世纪,随着网络的迅速发展,人工智能进入迅速研发及试用阶段,Ozer 等^[22]在俄亥俄州立大学微创外科中心的机器人训练中心进行尸头上鼻咽癌切除术,发现手术时间缩短,且对关键解剖部位保护得更好。通过尸头解剖发现机器人手术的精确度高于人类,引起众多学者的共鸣,开始尝试机器人辅助进行各种手术,包括甲状腺切除术、咽部血管重建术、耳蜗造口术、镫骨底板开窗术等^[23]。在 2012 年,Tülin Kayhan 等^[24]完成了第 1 例机器人辅助经口切除喉副神经节瘤手术。2016 年 Sharma 等^[25]再次证明了机器人手术的可靠性。通过应用手术机器人在尸头上进行扁桃体切除、声门上喉切除术切除及耳后入路甲状腺切除,发现机器人辅助手术可以使外科医生进行更加复杂的手术。直到近些年,对于神经网络研究逐渐增多,Bur 等^[26]从国家癌症数据库(NCDB)选取 782 例患者的病理资料,利用深度学习技术来预测淋巴结转移,发现较传统 DOI 模型更加敏感且特异性更高。下面对耳鼻喉的几个亚学科进行介绍。

3.1 人工智能对于耳科学

耳科学,作为以听力为主的亚学科,人工智能或将成为主要的诊断手法。Szaleniec 等^[27]运用人工智能技术预测中耳炎手术后的听力改善,发现其准确率为 84%。Bing 等^[28]应用此技术成功预测了 1200 例突发性聋患者的听力恢复情况。除了听

力分析外,因耳外科的解剖复杂且精细,手术难度较其他亚专业高,有学者将人工智能应用于耳外科手术中,发现机器人辅助手术系统可以使相对复杂的耳外科手术,尤其是涉及颅底的手术时间缩短,手术的精准度也得到提高。

3.2 人工智能对于喉科学

随着近些年相关医疗设备及技术的成熟,喉科学相继分出嗓音外科学、喉肿瘤外科学等更加精细的亚专业。Fang 等^[29]利用马萨诸塞州眼耳医务室(MEEI)语音障碍数据库中的病例,对声音样本进行智能分类,发现对于男性与女性语音病理分类的准确率分别达到 94.26% 和 90.52%。而目前最为热门的技术应该为 NBI 及声带波检查,学者们利用 NBI 及声带波对喉肿瘤患者进行回顾性分析并发现其规律,将此数据输入计算机,即可做到智能预测喉早期肿瘤。

3.3 人工智能对于肿瘤

人工智能是外科医生手中的一把“利刃”,目前较为成熟且应用较多的为沃森肿瘤(WFO, Watson for oncology)系统。此系统可存储大量肿瘤数据,并可以阅读大量结构化及分结构化数据,诠释医学术语,以顶级专家的经验及真实病理为样本,实现自我学习,从而代替肿瘤科医生进行诊断,帮助提高临床治疗效果。Somashekhar 等^[30]应用 WFO 系统对印度马尼帕尔综合癌症中心的 638 例已确诊的乳腺癌患者进行再次诊断,发现 WFO 的准确率高达 93%。也有研究人员研究出通过人工智能来识别甲状腺乳头状癌、鳞状细胞癌及淋巴瘤的模型^[31]。而对于恶性肿瘤的基因学研究,也随着人工智能的发展得到了迅速提升。恶性肿瘤,对于传统外科而言,手术切除为主流治疗方式。但对于恶性肿瘤边缘安全界的判断,始终是外科医生所困扰的问题,在保证肿瘤全切率的同时,要求尽可能保留功能及正常组织。Halicek 等^[31]运用高清光谱成像系统来区分恶性肿瘤的边界,并对 21 例恶性肿瘤患者进行光学检验,可以对手术切除范围提供更多可靠信息。而对于恶性肿瘤术后及术前放疗的选择,Mahmood 等^[32]也进行了相关研究,通过人工智能技术制定放疗时间及疗程。人工智能的迅速发展,可帮助临床医生预测肿瘤位置、分期及预后,从而辅助临床医生做出更优秀的治疗方案^[33]。

3.4 人工智能对于光学技术

现时代的光学技术发展迅速,包括高清内镜、3D 内镜、断层病理、荧光技术等,各种影像学图像需要人工来处理分析及诊断。大量的影像学数据已成为临床医生的巨大负担,如一名病理科医生一天需要看 200 多张病理切片,一名影像学医生每天

可能阅片上千张,繁重而重复的工作必然使临床医生的诊断率出现一定的下降。而人工智能的出现,顺利解决了这些问题^[34]。各种影像学数据也是一个庞大且复杂的大数据集,将这些大数据交给计算机来处理,通过人工智能技术来分析疾病的诊断及预后,将成为未来医生良好的助手。Kann 等^[35]通过神经网络(模拟人脑功能的计算机程序)分析 CT 影像来预测头颈肿瘤患者术前的淋巴结转移及远处转移,其效果客观。同样,Esteva 等^[36]应用人工智能对特定的皮肤疾病进行分类发现,其准确率可以与高年资的皮肤科专家相媲美。除了上述各方面之外,人工智能还应用于包括发声困难、面神经麻痹及鼻内镜的三维重建^[37]。与此同时,在医药研发及医疗设备等医学相关领域也逐渐成为医疗的主体。

4 人工智能所面临的挑战

人工智能的迅速发展,给医疗带来的不仅仅是便捷及智能化,同时也带来一系列挑战。①人工智能在医疗领域中的崛起,必然将建立一个庞大的数据体系,因此,除需要专业人士开发相关系统外,还需要一个强大的处理器,要求临床医生增强与数据学家之间的合作,一起做出全人类健康大数据;②虽然人工智能具有强大的处理分析能力,但仍然属于非人类,当出现医疗事故时,没有相关法律支撑,如手术机器人手术后出现感染、出血等并发症且危及生命或者造成医疗事故时的责任归属问题尚有待商榷;③缺乏自主意识、情感等,必要时无法给予患者人文方面的关怀。

参考文献

- [1] Sniećinski I, Seghatchian J. Artificial intelligence: A joint narrative on potential use in pediatric stem and immune cell therapies and regenerative medicine[J]. *Transfus Apher Sci*, 2018, 57(3): 422–424.
- [2] Szaleniec M, Witko M, Tadeusiewicz R, et al. Application of artificial neural networks and DFT-based parameters for prediction of reaction kinetics of ethylbenzene dehydrogenase[J]. *J Comput Aided Mol Des*, 2006, 20(3): 145–157.
- [3] Szaleniec M, Dudzik A, Pawul M, et al. Quantitative structure enantioselective retention relationship for high-performance liquid chromatography chiral separation of 1-phenylethanol derivatives[J]. *J Chromatogr A*, 2009, 1216(34): 6224–6235.
- [4] Waligórski P, Szaleniec M. Prediction of white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) self-incompatibility based on neural network and discriminant analysis of complex electrophoretic patterns[J]. *Comput Biol Chem*, 2010, 34(2): 115–121.
- [5] Szaleniec M. Prediction of enzyme activity with neural network models based on electronic and geometrical features of substrates[J]. *Pharmacol Rep*, 2012, 64(4): 761–781.
- [6] William W, Ware A, Basaza-Ejiri AH, et al. A review of image analysis and machine learning techniques for automated cervical cancer screening from pap-smear images[J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2018, 164: 15–22.
- [7] Attia ZI, Kapa S, Lopez-Jimenez F, et al. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram[J]. *Nat Med*, 2019, 25(1): 70–74.
- [8] Ravizza S, Huschto T, Adamov A, et al. Predicting the early risk of chronic kidney disease in patients with diabetes using real-world data[J]. *Nat Med*, 2019, 25(1): 57–59.
- [9] Bashiri A, Ghazisaeedi M, Safdari R, et al. Improving the Prediction of Survival in Cancer Patients by Using Machine Learning Techniques; Experience of Gene Expression Data: A Narrative Review[J]. *Iran J Public Health*, 2017, 46(2): 165–172.
- [10] Stepp WH, Farquhar D, Sheth S, et al. RNA Oncoimmune Phenotyping of HPV-Positive p16-Positive Oropharyngeal Squamous Cell Carcinomas by Nodal Status[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2018, 144(11): 967–975.
- [11] Bickelhaupt S, Paech D, Kickingereder P, et al. Prediction of malignancy by a radiomic signature from contrast agent-free diffusion MRI in suspicious breast lesions found on screening mammography[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(2): 604–616.
- [12] Coroller TP, Agrawal V, Narayan V, et al. Radiomic phenotype features predict pathological response in nonsmall cell lung cancer[J]. *Radiother Oncol*, 2016, 119(3): 480–486.
- [13] 蔡建鹏, 陈伟, 陈流华, 等. 机器人辅助肝切除术: 附 71 例报告[J/OL]. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2019, 8(3): 217–220.
- [14] Park EJ, Cho MS, Baek SJ, et al. Long-term oncologic outcomes of robotic low anterior resection for rectal cancer: a comparative study with laparoscopic surgery[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(1): 129–137.
- [15] He H, Wu Q, Wang Z, et al. Short-term outcomes of robot-assisted minimally invasive esophagectomy for esophageal cancer: a propensity score matched analysis[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2018, 13(1): 52.
- [16] Whipple ME, Mendez E, Farwell DG, et al. A genomic predictor of oral squamous cell carcinoma[J]. *Laryngoscope*, 2004, 114(8): 1346–1354.
- [17] Bonadonna F. HyperShell: an expert system shell in a hypermedia environment—application in medical audiology[J]. *Med Inform (Lond)*, 1990, 15(2): 105–114.
- [18] Ossoff RH, Reinisch L. Computer-assisted surgical

- techniques; a vision for the future of otolaryngology-head and neck surgery[J]. *J Otolaryngol*, 1994, 23(5):354—359.
- [19] Buckingham RA, Buckingham RO. Robots in operating theatres[J]. *BMJ*, 1995, 311(7018):1479—1482.
- [20] Kentala E, Pyykkö I, Auramo Y, et al. Otoneurological expert system[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1996, 105(8):654—658.
- [21] Juhola M, Viikki K, Laurikkala J, et al. Application of artificial intelligence in audiology[J]. *Scand Audiol Suppl*, 2001, 52:97—99.
- [22] Ozer E, Waltonen J. Transoral robotic nasopharyngectomy: a novel approach for nasopharyngeal lesions[J]. *Laryngoscope*, 2008, 118(9):1613—1616.
- [23] Ghanem TA. Transoral robotic-assisted microvascular reconstruction of the oropharynx[J]. *Laryngoscope*, 2011, 121(3):580—582.
- [24] Tülin Kayhan F, Hakan Kaya K, Altıntaş A, et al. First successful transoral robotic resection of a laryngeal paraganglioma[J]. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012, 41(6):E54—57.
- [25] Sharma A, Albergotti WG, Duvvuri U. Applications of Evolving Robotic Technology for Head and Neck Surgery[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2016, 125(3):207—212.
- [26] Bur AM, Holcomb A, Goodwin S, et al. Machine learning to predict occult nodal metastasis in early oral squamous cell carcinoma[J]. *Oral Oncol*, 2019, 92:20—25.
- [27] Szaleniec J, Wiatr M, Szaleniec M, et al. Artificial neural network modelling of the results of tympanoplasty in chronic suppurative otitis media patients[J]. *Comput Biol Med*, 2013, 43(1):16—22.
- [28] Bing D, Ying J, Miao J, et al. Predicting the hearing outcome in sudden sensorineural hearing loss via machine learning models[J]. *Clin Otolaryngol*, 2018, 43(3):868—874.
- [29] Fang SH, Tsao Y, Hsiao MJ, et al. Detection of Pathological Voice Using Cepstrum Vectors: A Deep Learning Approach[J]. *J Voice*, 2019, 33(5):634—641.
- [30] Somashekhar SP, Sepúlveda MJ, Puglielli S, et al. Watson for Oncology and breast cancer treatment recommendations: agreement with an expert multidisciplinary tumor board[J]. *Ann Oncol*, 2018, 29(2):418—423.
- [31] Halicek M, Lu G, Little JV, et al. Deep convolutional neural networks for classifying head and neck cancer using hyperspectral imaging[J]. *J Biomed Opt*, 2017, 22(6):60503.
- [32] Mahmood R, Babier A, McNiven A, et al. Automated treatment planning in radiation therapy using generative adversarial networks[J]. *Proc Mach Learn Res*, 2018, 85:1—15.
- [33] Bi WL, Hosny A, Schabath MB, et al. Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications[J]. *CA Cancer J Clin*, 2019, 69(2):127—157.
- [34] Zacharaki EI, Wang S, Chawla S, et al. Classification of brain tumor type and grade using MRI texture and shape in a machine learning scheme[J]. *Magn Reson Med*, 2009, 62(6):1609—1618.
- [35] Kann BH, Aneja S, Loganadane GV, et al. Pretreatment Identification of Head and Neck Cancer Nodal Metastasis and Extranodal Extension Using Deep Learning Neural Networks[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):14036.
- [36] Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks[J]. *Nature*, 2017, 542(7639):115—118.
- [37] Tsui SY, Tsao Y, Lin CW, et al. Demographic and Symptomatic Features of Voice Disorders and Their Potential Application in Classification Using Machine Learning Algorithms[J]. *Folia Phoniatr Logop*, 2018, 70(3—4):174—182.

(收稿日期:2019-09-23)