

阿尔茨海默病杏仁体-海马 MRI 影像标注专家共识

中国女医师协会医学影像专业委员会

【摘要】 随着医学影像研究与人工智能(AI)技术逐步融合发展,影像数据如何更加规范与标准是需要关注的重点。准确标注影像数据是问题的核心,直接决定 AI 模型的应用效能。目前 AI 技术已经应用于阿尔茨海默病及海马萎缩等方面研究。为了规范杏仁体-海马 MRI 数据的标注和处理,中国女医师协会医学影像专委会联合业内计算机科学及 AI 领域的专家,通过实践操作和反复讨论,对杏仁体-海马的 MRI 影像标注提出初步指导意见。共识旨在统一数据采集、标注及处理,为建立该病的影像数据库提供基础,推动 AI 技术的优化应用。

【关键词】 阿尔茨海默病;杏仁体;海马;人工智能;影像标注

中图分类号 R739.4;R445.2 文献标志码 A

Expert consensus on MRI image annotation of amygdala-hippocampus in patients with Alzheimer's disease

Medical Imaging Committee of China Medical Women's Association. Corresponding author: GENG Daoying, Department of Radiology, Huashan Hospital of Fudan University, Shanghai 200040, China. E-mail: gengdy@163.com

【Abstract】 With the gradual integration and development of medical imaging research and artificial intelligence (AI) technology, how imaging data can be more regulated and standardized is a key concern. Accurately labelling image data is at the heart of the problem, directly determining the efficacy of AI model applications. At present, AI technology has been applied to the study of Alzheimer's disease and hippocampal atrophy, etc. To standardize the annotation and processing of amygdala-hippocampal MRI data, the Medical Imaging Committee of China Medical Women's Association, together with experts in the fields of computer science and AI, has proposed preliminary guidelines for the annotation of amygdala-hippocampal MRI images through practical operations and repeated discussions. The consensus aims to unify data collection, annotation, and processing, provide a basis for the establishment of an image database for the disease, and promote the optimal application of AI technology.

【Keywords】 Alzheimer's disease; Amygdala; Hippocampus; Artificial intelligence; Annotation

Int J Med Radiol, 2024, 47(4):435-440

阿尔茨海默病(Alzheimer's disease, AD)是中老年人常见的一种中枢神经系统退行性病变,主要发生于老年及老年前期,病人多表现为记忆力减退、人格行为改变,后期逐渐丧失生活能力,最终死于多种并发症,是世界第4大致死性疾病^[1-2]。AD的病

理基础是出现 β -淀粉样蛋白(amyloid β -protein, A β)、神经原纤维缠结和过度磷酸化的 tau 蛋白,在海马-内侧颞叶区形成斑块并损害神经功能,因此 AD 病人早期以海马-内侧颞叶萎缩为主^[1,3]。杏仁体位置毗邻海马头,在认知功能中作用更广泛,且研究^[4]表明与认知健康受试者(health control, HC)相比,HC 进展至轻度认知功能障碍(mild cognitive impairment, MCI)以及由 MCI 进展至 AD 的病人杏仁体萎缩率明显升高,体积损失率与内嗅皮质和跨内嗅皮质的厚度损失率相当。

AD 起病隐匿、病程长,发展至疾病晚期将出现不可逆的损害,如何早诊断、早干预,提高病人生活质量,避免巨大医疗成本成为目前亟需解决的问题。随着神经影像学检查技术的更新,AD 的检出时

执笔者:柳思宇¹、耿道颖¹、冯逢²、刘筠³、周锐⁴、吴昊⁵、陈增爱⁶、姜慧杰⁷、曹鑫¹

执笔者单位:1 复旦大学附属华山医院放射科,复旦大学医学功能与分子影像研究所,上海脑重大疾病智能影像工程技术研究中心,上海 200040;2 中国医学科学院北京协和医院放射科;3 天津市第四中心医院,天津医科大学附属第四中心医院;4 复旦大学工程与应用技术研究院;5 复旦大学附属华山医院皮肤科;6 上海交通大学医学院附属仁济医院放射科;7 哈尔滨医科大学附属第二医院放射科

通信作者:耿道颖(复旦大学附属华山医院放射科),E-mail: gengdy@163.com

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82372048);上海市科委项目(22TS1400900, 23S31904100, 22ZR1409500);复旦大学粤港澳大湾区精准医学研究院项目(KCH2310094)

DOI:10.19300/j.2024.S21631

间也不断前移。CT 操作流程简单,成像速度快,但因辐射和对 AD 早期改变不敏感而逐步被其他更加精准、操作性强的技术替代。MRI 无辐射、参数多,可多平面成像,有助于精准评估杏仁体-海马萎缩程度,在 AD 早期诊断中起到了重要作用^[5-6]。然而,MRI 成像序列较多,影像质量不一,人为经验和视觉观察存在差异,由此导致传统 MR 影像在检测 AD 病人早期改变时始终面临挑战。

随着人工智能(artificial intelligence, AI)技术的发展,AI 在 AD 研究领域获得了许多成果,例如利用机器学习软件从 MRI 影像中自动提取海马和杏仁体能够良好地分类 AD、MCI 和 HC^[7-8],但亦有研究^[9]表明自动分割方法与手动分割方法相比存在实质性不可控差异。由此可见,机器学习的精准程度需要以人工手动标注为基准和参考,而不同研究、不同地域、不同医师等因素均会影响模型效能,延缓 AI 技术的发展。

因此,为了规范化 AD 杏仁体-海马影像数据采集以及标注,中国女医师协会医学影像专委会联合业内 AI 领域专家经过商榷和探讨提出了“阿尔茨海默病杏仁体-海马 MRI 影像标注专家共识”,以利于 AI 模型的推广应用。

1 定义及分类

AD 是一种不可逆的、起病隐匿的中枢神经退行性病变,俗称老年痴呆症^[1]。AD 常发生于 40 岁及以上的老年及老年前期人群,以进行性认知功能障碍和行为损害为疾病主要特征,具体临床表现包括记忆障碍、失语、失用、失认、视空间能力损害、抽象思维和计算力损害、人格和行为改变^[10]。海马属于大脑边缘系统的一部分,一般位于丘脑和内侧颞叶之间,因其形状类似海马而得名,主要负责记忆的储存和转换以及空间定位功能。杏仁体是大脑边缘系统的皮质下中枢部分,属于基底核,一般与尾状核尾部相连。与海马功能相比,杏仁体在受情感影响的记忆处理方面和认知注意力方面的作用更明显^[11]。海马与杏仁体在 MRI 中的信号与大脑灰质类似,在 T₁WI 上呈低信号,在 T₂WI 和液体衰减反转恢复(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)上呈高信号,信号稳定,但存在海马囊肿时则呈 T₁WI 及 T₂FLAIR 低信号。

根据美国国立老化研究所和阿尔茨海默病协会(National Institute on Aging-Alzheimer's Association, NIA-AA)发布的 AD 诊断标准,AD 分为 3 个

阶段:AD 临床前阶段、AD 源性轻度认知障碍阶段和 AD 痴呆阶段^[12]。本共识以正常对照受试者(即 HC 组)与 AD 痴呆阶段病人(即 AD 组)的杏仁体-海马结构 MRI 影像标注规范化为主。

2 杏仁体-海马的 MRI 序列和数据格式规范

2.1 成像序列 目前显示杏仁体-海马结构的 MR 成像序列主要包括 (1)T₁WI:斜横断面或斜冠状面或矢状面,2D 或 3D 扫描 (2)T₂WI:斜横断面及斜冠状面,2D 或 3D 扫描 (3)T₂FLAIR:斜冠状面,2D 或 3D 扫描。以上 3 种序列 2D 扫描时层厚 4~5 mm,3D 扫描时层厚 1~2 mm,层间距≤2 mm。关于斜横断面及斜冠状面成像定位方法参考《阿尔茨海默病 MR 检查规范中国专家共识》^[13]。

本共识针对 T₁WI 斜冠状面影像进行标注,建议采用 1.5 T/3 T MR 扫描设备,有助于显示杏仁体-海马细微结构。扫描层厚常规采用 5 mm 或 3D T₁WI 任意方位扫描后 5 mm 斜冠状面重建影像。

2.2 数据要求 数据采集前应经过医院伦理委员会批准,采集后需进行数据脱敏操作以保护病人隐私不被泄露。建议原始数据采集后保存为标准 DICOM 格式,保证数据无损传输,满足影像放大缩小或调整窗宽窗位后不失真,影像浏览无缺层、错层等。数据获取流程参照《放射科管理规范与质控标准(2017 版)》^[14]中的 MRI 检查操作规范。所有标注结果以统一格式命名以建立可溯源标签。针对原始图像的预处理操作可根据具体研究方法进行,本共识不作详述。

2.3 质量规范 影像质量关系着杏仁体-海马的标注精准度和 AD 分类效能。依据《“互联网+”医学影像诊断中国专家共识(2019 版)》^[15]中的影像质量标准,将影像质量分为 1、2、3 级,要求影像质量必须达到 2 级或 3 级,即影像应满足诊断需要,具体包括扫描范围合理,检查部位结构清晰,影像大小及灰度适中,成像部位结构与背景对比良好,无明显伪影或存在少许不影响诊断准确性的伪影。

3 标注方法

3.1 标注工具 标注工具应适宜针对多模态影像数据的查看、编辑、脱敏、标注和分享并支持半自动化辅助标注。目前推荐免费开源医学影像可视化和分析软件,如 ITK-SNAP、3D Slicer、MITK 等。MIMICS、RadiAnt 等付费影像软件用作备选。标注结果需以公开、可读取的格式保存,如 Nifity(nii)、DICOM 等。标注结果与原始数据应一一对应,建议以“病人序

号”命名保存。

3.2 标注团队 团队组成人员包括标注人员、审核人员以及评估人员。标注团队需接受培训并考核通过,以确保标注结果的一致性和准确性。建议由1名具有5年及以上神经系统影像诊断经验的医师对原始图像进行逐层标注,由1名具有10年及以上神经系统影像诊断经验的专家逐层审核及质控。若标注人员与审核人员对标注结果有分歧,则另由1名具有15年及以上神经系统影像诊断经验的专家进行评估。同一批原始图像建议由2组标注团队的医师共同完成,一致性评价达到优秀及以上方可进行后续工作。

4 标注内容

海马位于侧脑室下角底壁的内侧部,杏仁体位于颞叶前极深部和侧脑室下角尖端的前方。HC组杏仁体-海马结构正常饱满,AD组则呈不同程度萎缩变形,尽管2组海马形态存在显著区别,但其解剖标志是相同的。因此,本共识参考《人体断层影像解剖学(第5版)》^[16]来描述标注内容冠状面详细解剖分区,以提高对杏仁体-海马结构的精确识别。

4.1 杏仁体 杏仁体起始于视交叉层面,终止于侧脑室下角尖端与海马脚的前方,与尾状核尾相连;其内上方为视束,外侧为侧脑室下角,下方为海马旁回(图1)。

4.2 海马 侧脑室下角的底壁有2个隆起,内侧部的隆起称为海马,是由海马沟底的皮质陷入脑室形成的潜在大脑皮质结构。海马前端膨大处称为海马脚,海马脚被2~3条纵行浅沟分成的趾状隆起称为

海马趾。海马脚前方毗邻杏仁体,在5 mm斜冠状面T₁WI影像上不能显示两者之间间隔,仅呈相邻图层关系。海马上方紧贴海马伞,内上方为海马沟与齿状核,外侧为侧脑室下角与脉络丛,外上方为尾状核尾,下方为海马旁回,向后延伸至穹隆脚与胼胝体压部的前方(图2)。

4.3 标注方式 首先于T₁WI、T₂WI和T₂FLAIR上全面观察杏仁体和海马,以T₁WI斜横断面、T₁WI矢状面和T₂FLAIR斜冠状面作为参考,在2D扫描的T₁WI斜冠状面上确认杏仁体-海马结构起始层面和终止层面后进行逐层标注,并尽量避开周围结构。

针对AD病人海马形态不同程度萎缩的情况,本共识做如下标注说明:(1)海马脚萎缩时海马趾之间的间隙将扩大。若萎缩程度较大,海马脚则呈现不规则边界,需使用标注软件中的“多边形模式(Polygon Mode)”逐点勾画,避开增宽的侧脑室下角,并做好备注,以便审核人员和评估人员重点关注及复核。(2)侧脑室下角增宽使得脉络丛显示更加清晰。当部分层面脉络丛贴近海马时,可放大影像,仔细观察海马边界后再进行标注,以免影响后续数据分析和模型建立的精确性(图3)。

5 人机结合标注

目前AI技术在神经影像学领域发展迅速,医生借助AI能够尽早捕捉AD病人更加微观和抽象的脑结构异常变化。为了提升标注精准度,减少标注人员工作量及工作时间,可通过深度学习模型完成影像分析。采用人机结合模式能够提高大规模数据库的构成效率以及数据挖掘程度。本共识推荐基于主动学习算法的半自动化标注。

5.1 半自动化标注 首先选取少量影像样本进行人工标注,形成标准样本数据库。利用标准样本数据库构建深度学习医学影像预测模型,采用Dice系数最高的预测模型进行大样本算法标注。随后由标注团队对预测模型标注的影像标签完成逐一审核,对于不够精确的标签进行手动修改,修改后再次放入预测模型中以提升分割精准度。

5.2 主动学习 大规模医疗影像样本数据的逐一审核工作仍然十分繁重。为此,可采用主动学习算法对样本数据集中“不确定”的样本进行预测,预测后的标签由标注团队再次审核。当该部分样本连续2

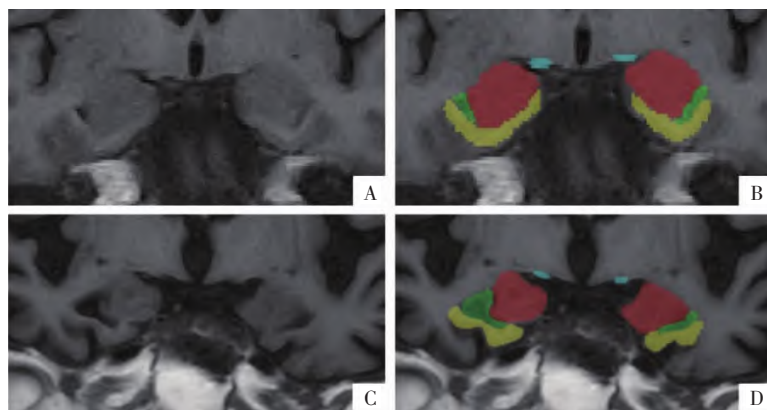


图1 杏仁体影像标注示例。A、B图为HC组的杏仁体及其周围组织结构影像,A图为原始T₁WI斜冠状面影像,B图为标注后影像,C、D图为AD组的杏仁体及其周围组织结构影像,C图为原始T₁WI斜冠状面影像,D图为标注后影像。2组影像标注使用相同颜色标签,即红色为杏仁体,绿色为侧脑室下角,黄色为海马旁回,浅蓝色为视束。

轮预测结果均高于阈值时认为该算法模型已达到预测要求,否则,需要重新训练,反复预测,迭代优化直至形成满足专家要求的大样本影像预测模型。杏仁体-海马结构人机结合主动学习标注流程如图4所示。

6 标注流程

标注流程需结合临床实际工作要求和研究内

容,并参照颅内囊状未破裂动脉瘤、中枢神经系统肿瘤的MRI影像标注专家共识^[17-18],以及肝脏局灶性病变和结直肠癌MRI标注专家共识^[19-20]。杏仁体-海马MRI影像标注简要流程如图5所示。

7 小结

AD作为继心血管疾病、肿瘤和卒中后致老年人死亡的第4大原因,病人到达疾病晚期时将出现

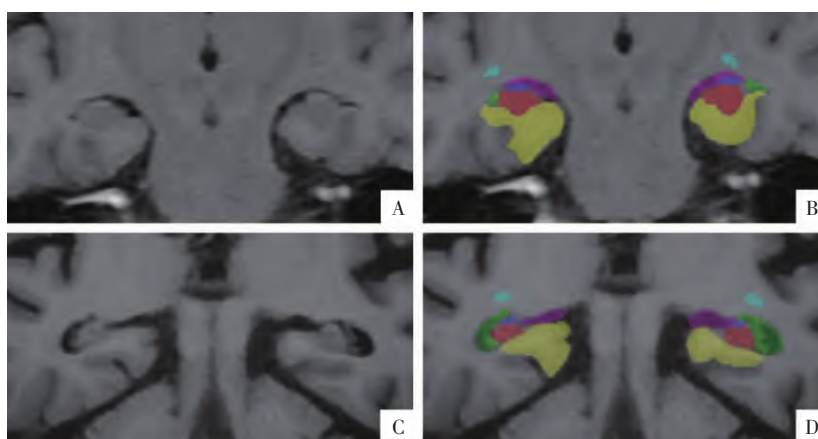


图2 海马影像标注示例。A、B图为HC组的海马及其周围组织结构影像,A图为原始T₁WI斜冠状面影像,B图为标注后影像,C、D图为AD组的海马及其周围组织结构影像,C图为原始T₁WI斜冠状面影像,D图为标注后影像。2组影像标注使用相同颜色标签,即红色为海马,绿色为侧脑室下角与脉络丛,黄色为海马旁回,浅蓝色为尾状核尾,紫色为海马沟与齿状核,深蓝色为海马伞。

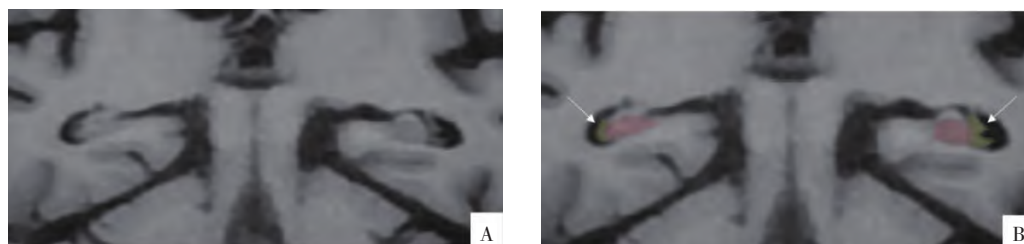


图3 AD组脉络丛显示图例。A图为原始T₁WI斜冠状面影像,B图中箭头所指为AD病人清晰显示的脉络丛(黄色),紧贴海马(红色)。

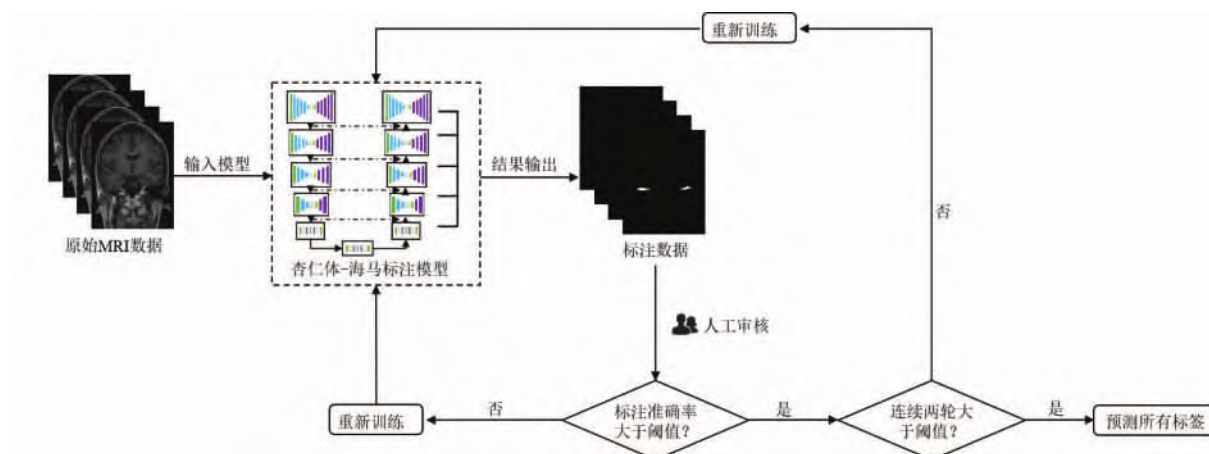


图4 人机交互标注简要流程示意图

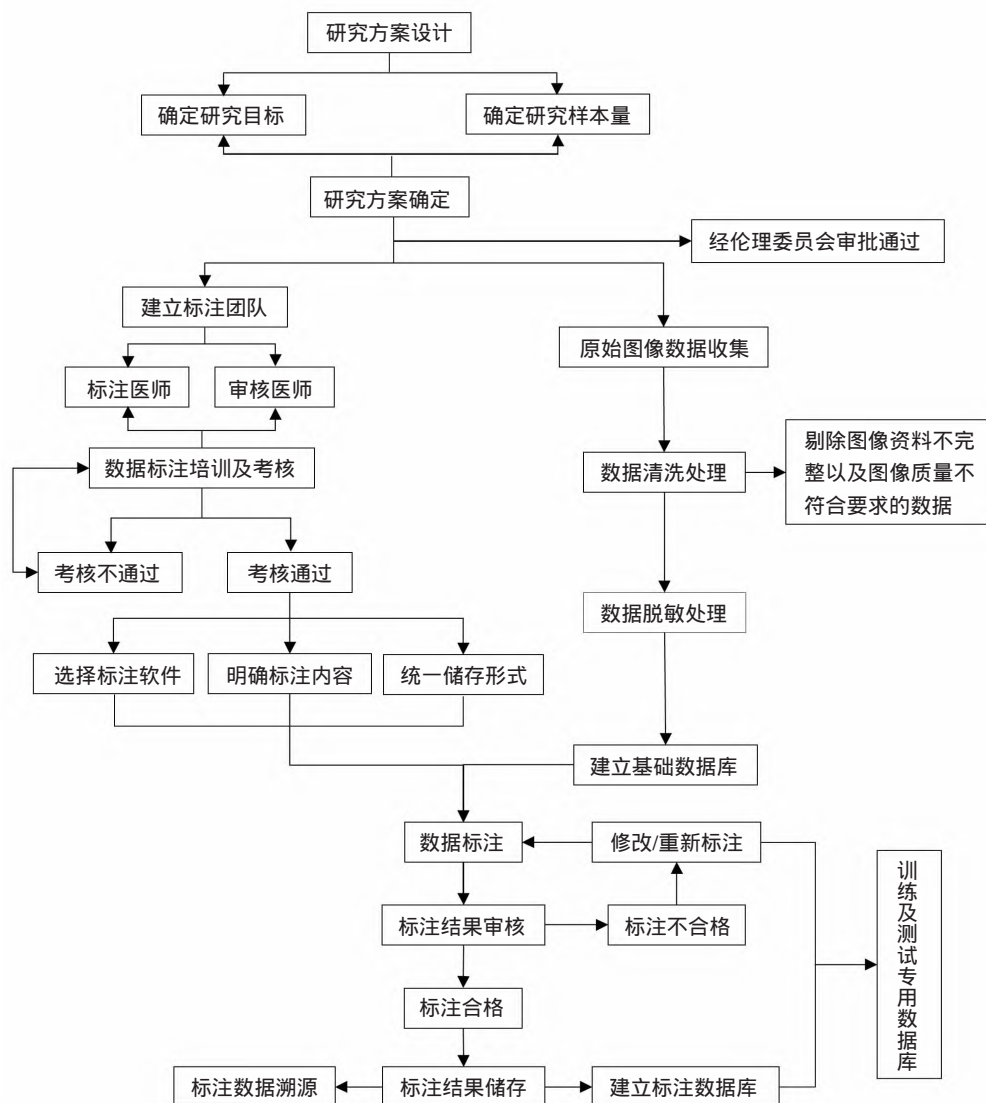


图5 AD杏仁体-海马MRI影像标注简要流程示意图

认知功能障碍和一系列并发症,会给家庭和社会造成严重经济负担,因此早筛、早诊、早治是破解AD的要点及难点。本共识中,专家组根据AD杏仁体-海马体积结构变化总结规范了MRI影像标注流程,旨在统一各研究团队的数据标注细节,以提高AI模型在AD领域的优化及应用,为该病的早期诊断和干预提供参考依据。

专家组成员(按姓氏笔画排序)

丁红(黑龙江省第二医院),于向荣(珠海市人民医院),于泽宽(复旦大学工程与应用技术研究院),于薇(首都医科大学附属北京安贞医院),王美豪(温州医科大学附属第二医院),王燕(上海市第六人民医院),毛汛(北京大学人民医院),尹波(复旦大学附属华山医院),冯逢(中国医学科学院北京协和医院),邢妩(中南大学湘雅医院),有慧(中国医学

科学院北京协和医院),师毅冰(徐州市中心医院),郭颖华(成都中医药大学附属医院),刘军(上海交通大学医学院附属同仁医院),刘爱连(大连医科大学附属第一医院),刘筠(天津市第四中心医院),刘碧华(东莞市人民医院),纪建松(丽水市中心医院),纪毅敏(山东大学齐鲁医院),杜鹏(徐州医科大学第二附属医院),李坚(福建医科大学附属第一医院),李郁欣(复旦大学附属华山医院),李跃华(上海市第六人民医院),李铭(复旦大学附属华东医院),李彩英(河北医科大学第二医院),吴世勇(湖州市第一人民医院),吴昊(复旦大学附属华山医院皮肤科),汪禾青(复旦大学附属中山医院厦门医院),宋琦(上海交通大学医学院附属瑞金医院),张金玲(哈尔滨医科大学附属第二医院),张海燕(徐州矿务集团总医院),张惠英(华北理工大学附属医院),陆青青(宁波大学附属第一医院),陈玉珊(福建医科大学附属漳州市医院),陈增爱(上海交通大学医学院附属仁济医院),林丽萍(复旦大学附属第五人民医院),金银华(中国科学院大学宁

波华美医院),周锐(复旦大学工程与应用技术研究院),赵秋枫(上海中医药大学附属龙华医院),胡春峰(徐州医科大学附属医院),柳思宇(复旦大学附属华山医院),姜兴岳(滨州医学院附属医院),姜慧杰(哈尔滨医科大学附属第二医院),袁慧书(北京大学第三医院),耿道颖(复旦大学附属华山医院),贾中正(南通大学附属医院),倪建明(南京医科大学附属无锡第二医院),高明勇(佛山市第一人民医院),黄丙仓(上海市浦东新区公利医院),崔馨元(哈尔滨医科大学附属第二医院),葛英辉(阜外华中心血管病医院和河南省人民医院),葛辉玉(北京大学第三医院),韩若凌(河北医科大学第四医院),曹鑫(复旦大学附属华山医院),程美英(郑州大学第三附属医院),路莉(徐州医科大学附属医院),鲍海华(青海大学附属医院),谭文莉(上海中医药大学附属曙光医院),缪飞(上海交通大学医学院附属瑞金医院)

参考文献:

- [1] CHANDRA A, DERVENO ULAS G, POLITIS M. Magnetic resonance imaging in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment[J]. J Neurol,2019,266:1293-1302.DOI: 10.1007/s00415-018-9016-3.
- [2] ZHANG X W, ZHU X X, TANG D S, et al. Targeting autophagy in Alzheimer's disease: animal models and mechanisms [J]. Zool Res, 2023,44:1132-1145.DOI: 10.24272/j.issn.2095-8137.2023.294.
- [3] HE A, WANG M, LI X, et al. Role of exosomes in the pathogenesis and theranostic of Alzheimer's disease and Parkinson's disease[J]. Int J Mol Sci,2023,24:11054.DOI: 10.3390/ijms241311054.
- [4] STOUFFER K M, CHEN C, KULASON S, et al. Early amygdala and ERC atrophy linked to 3D reconstruction of rostral neurofibrillary tau tangle pathology in Alzheimer's disease[J]. Neuroimage Clin, 2023,38:103374.DOI: 10.1016/j.nicl.2023.103374.
- [5] ALBERDI A, AZTIRIA A, BASARAB A. On the early diagnosis of Alzheimer's disease from multimodal signals: a survey [J]. Artif Intell Med,2016,71:1-29.DOI: 10.1016/j.artmed.2016.06.003.
- [6] KHEDHER L, RAMÍREZ J, GÓRRIZ J M, et al. Early diagnosis of Alzheimer's disease based on partial least squares, principal component analysis and support vector machine using segmented MRI images[J]. Neurocomputing,2015, 151: 139-150. DOI:10.1016/j.neucom.2014.09.072.
- [7] QU H, GE H, WANG L, et al. Volume changes of hippocampal and amygdala subfields in patients with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease[J]. Acta Neurol Belg,2023,123:1381-1393.DOI: 10.1007/s13760-023-02235-9.
- [8] CHOI B K, MADUSANKA N, CHOI H K, et al. Convolutional neural network-based MR image analysis for Alzheimer's disease classification[J]. Curr Med Imaging Rev,2020,16:27-35.DOI: 10.2174/1573405615666191021123854.
- [9] QUEK Y E, FUNG Y L, CHEUNG M W, et al. Agreement between automated and manual MRI volumetry in Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis[J]. J Magn Reson Imaging,2022, 56:490-507.DOI: 10.1002/jmri.28037.
- [10] LANE C A, HARDY J, SCHOTT J M. Alzheimer's disease [J]. Eur J Neurol,2018, 25: 59-70. DOI: 10.1111/ene.13439.
- [11] LEDOUX J. The amygdala[J]. Curr Biol,2007,17:R868- R874.DOI: 10.1016/j.cub.2007.08.005.
- [12] 中国痴呆与认知障碍写作组,中国医师协会神经内科医师分会认知障碍疾病专业委员会.2018 中国痴呆与认知障碍诊治指南(二):阿尔茨海默病诊治指南[J].中华医学杂志,2018,98: 971-977. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.13.004.
- [13] 中华医学会放射学分会磁共振学组,北京认知神经科学学会.阿尔茨海默病 MR 检查规范中国专家共识 [J]. 中华放射学杂志, 2019,53:665-671. MR Group of Chinese Society of Radiology, Chinese Medical Association Beijing Cognitive Neuroscience Society. Chinese experts consensus on standard of MRI technology of Alzheimer disease[J].Chin J Radiol,2019,53:665-671.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.08.002.
- [14] 中华医学会放射学分会著.放射科管理规范与质控标准 2017 版[M].北京:人民卫生出版社,2017.
- [15] 中国医师学会放射学分会“互联网+”影像学组.“互联网+”医学影像诊断中国专家共识(2019 版)[J]. 中华医学杂志,2019,99: 3398-3402.DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.43.009.
- [16] 王振宇,张雪君,付升旗,等.人体断层影像解剖学第 5 版[M].北京:人民卫生出版社,2022.
- [17] 中国女医师协会医学影像专委会,中国脑动脉瘤智能影像诊治评估协作组.颅内囊状未破裂动脉瘤 MRI 影像标注专家共识[J].国际医学放射学杂志,2022,45:373-379. Medical Imaging Committee of China Medical Women's Association, Chinese Cerebral Aneurysms Cooperative Group of Intelligent Imaging in Diagnosis and Assessment.Expert consensus on MRI image annotation of unruptured intracranial saccular aneurysm [J].Int J Med Radiol,2022, 45:373-379.DOI: 10.19300/j.2022.S20018.
- [18] 中国医师协会放射学分会“互联网+”影像学组.中枢神经系统肿瘤的 MRI 影像标注专家共识 [J]. 国际医学放射学杂志, 2021,44:378-384.Chinese Association of Radiologists, Internet Plus Medical Imaging Group. Expert consensus on MR images annotation of central nervous system tumors [J].Int J Med Radiol,2021,44:378-384.DOI: 10.19300/j.2021.S19165.
- [19] 中华医学会放射学分会医学影像大数据与人工智能工作委员会,中华医学会放射学分会腹部学组,中华医学会放射学分会磁共振学组.肝脏局灶性病变 CT 和 MRI 标注专家共识(2020)[J].中华放射学杂志,2020,54:1145-1152. Image Big Data Artificial Intelligence Working Committee of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association,Abdominal Group of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association, Magnetic Resonance Imaging Group of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association. Expert consensus on the focal liver lesion annotation of CT and MRI (2020)[J]. Chin J Radiol,2020,54:1145-1152.DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20200706-00893.
- [20] 中华医学会放射学分会医学影像大数据与人工智能工作委员会,中华医学会放射学分会腹部学组,中华医学会放射学分会磁共振学组.结直肠癌 CT 和 MRI 标注专家共识(2020)[J].中华放射学杂志,2021,55:111-116. Image Big Data Artificial Intelligence Working Committee of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association,Abdominal Group of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association, Magnetic Resonance Imaging Group of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association. Expert consensus on the colorectal cancer annotation of CT and MRI (2020) [J].Chin J Radiol,2021,55:111-116.DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20200706-00894.

(收稿 2024-06-26)