

· 指南解读 ·



尹波，复旦大学附属华山医院宝山院区副院长，放射科副主任，主任医师，教授，博士研究生导师。上海市医师协会放射医师分会副会长，上海研究型医院学会感染与炎症影像学专业委员会副主任委员。主要从事肿瘤纳米材料的研发、磁共振成像及人工智能的研究。以第一作者或通信作者在SCI收录期刊上发表论文54篇，其中包括*Immunity*、*Advanced Materials*、*Advanced Sciences*、*ACS Nano*、*eClinicalMedicine* (*Lancet* 子刊) 等中科院一区论文11篇。获全国住院医师规培优秀带教老师、上海市住院医师规培优秀带教老师、“三江英才”领军人才等称号，作为主要获奖人获国家科技进步奖二等奖等。承担包括国家自然科学基金在内的各类课题10余项。

从影像医学的角度解读成人神经胶质瘤的神经肿瘤反应评价标准更新：RANO 2.0

任彦¹，尹波¹，芮文婷¹，程海霞²，黄若凡³，秦智勇⁴，汪洋⁵，张家文¹，姚振威¹

1. 复旦大学附属华山医院放射科，上海 200040；
2. 复旦大学附属华山医院病理科，上海 200040；
3. 复旦大学附属华山医院肿瘤科，上海 200040；
4. 复旦大学附属华山医院神经外科，上海 200040；
5. 复旦大学附属华山医院放疗中心，上海 200040

[摘要] 神经肿瘤反应评价 (response assessment in neuro-oncology, RANO) 标准在临床试验和实践中被广泛使用。但在使用过程中，不同的评估标准 [高级别胶质瘤 (high grade glioma, HGG) 神经肿瘤评估标准 (RANO-HGG)、改良 RANO (modified RANO, mRANO) 和免疫治疗 RANO (immunotherapy RANO, iRANO)] 常导致临床疗效评估的差异，也增加了究竟使用哪一套标准进行评估的不确定性。2023年9月 RANO 工作组针对所有神经胶质瘤制定了统一的新版神经肿瘤反应评估标准 (RANO 2.0)。磁共振成像是神经肿瘤治疗反应评估的主要检查手段，而随着神经肿瘤治疗方式的多样化，神经肿瘤治疗反应的影像学表现也更加复杂。本文主要针对 RANO 2.0 的影像学部分进行介绍，目的是解析新版 RANO 中关于磁共振成像评价的技术和诊断要点，旨在为影像医学在成人神经胶质瘤治疗反应评价中的合理应用提供帮助。

[关键词] 神经胶质瘤；神经肿瘤反应评价；磁共振成像

中图分类号：R739.41；R445.2 文献标志码：A DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2024.02.001

Interpretation of update to the response assessment in neuro-oncology criteria for high- and low-grade gliomas in adults (RANO 2.0) from the perspective of imaging medicine REN Yan¹, YIN Bo¹, RUI Wenting¹, CHENG Haixia², HUANG Ruofan³, QIN Zhiyong⁴, WANG Yang⁵, ZHANG Jiawen¹, YAO Zhenwei¹ (1. Department of Radiology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China; 2. Department of Pathology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China; 3. Department of Oncology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China; 4. Department of Neurosurgery, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China; 5. Department of Radiotherapy Center, Center Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China)

Correspondence to: YIN Bo E-mail: yinbo7@163.com

[Abstract] The response assessment in neuro-oncology (RANO) criteria are widely used in clinical trials and practice. However,

基金项目：国家自然科学基金 (82272061)；上海市科学技术委员会科技计划项目 (22S31905900)

通信作者：尹波 E-mail: yinbo7@163.com

in the process of using RANO standards, various criteria of RANO-high grade glioma (RANO-HGG), modified RANO (mRANO) and immunotherapy RANO (iRANO) lead to differences in the response assessment, and also increase the uncertainty of which set of criteria to be used for the clinical assessment. In September 2023, the RANO working group developed a new version of the update to the response assessment in neuro-oncology criteria for all gliomas in adults (RANO 2.0), in which, magnetic resonance imaging (MRI) is the main examination method for the assessment of treatment response of neuro-oncology, and with the diversification of neuro-oncology treatment methods, the imaging manifestations of neuro-oncology treatment response are becoming more complex than before. This article introduced the core imaging contents with the detailed illustration of the technical and diagnostic key points in the MRI evaluation in the RANO 2.0, and aimed to provide help for the rational application of imaging medicine in the assessment of treatment response of adult gliomas.

[**Key words**] Glioma; Response assessment in neuro-oncology; Magnetic resonance imaging

2023年9月, 哈佛医学院Dana-Farber癌症研究所神经肿瘤中心的Patrick Y. Wen教授牵头的神经肿瘤反应评价(response assessment in neuro-oncology, RANO)工作组根据当前使用的不同评估标准和研究数据提出RANO标准的更新(RANO 2.0)^[1], 旨在解决高级别胶质瘤(high grade glioma, HGG)神经肿瘤评估标准(RANO-HGG)^[2]在临床试验评估中的局限性以及应对改良RANO(modified RANO, mRANO)^[3]和免疫治疗RANO(immunotherapy RANO, iRANO)^[4]在整合评估过程中基于现有研究数据所面临的挑战^[5](针对HGG的放射学评估不同评价标准见表1)。同时, 随着2021

年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)第5版中枢神经系统肿瘤病理学分类标准^[6]的发布, 分子分型主导的整合病理学诊断成为神经胶质瘤的主要临床病理学诊断分类参考标准。而先前通过肿瘤有没有强化来区分HGG和低级别胶质瘤(low grade glioma, LGG)的概念变得模糊, 传统上区分HGG为RANO-HGG评估的强化肿瘤, LGG为RANO-LGG评估的非增强肿瘤变得不那么明确。传统的RANO-HGG也不再适合用于评估分子病理学分类主导的靶向和免疫治疗等临床试验。基于上述变化, RANO工作组认为不考虑具体治疗方法, 应该针对所有胶质瘤制定统一的反应评价标准。

表1 不同标准对HGG放射学反应评价的比较

分组	RANO-HGG	mRANO	iRANO	RANO 2.0
新诊断				
基线MRI	放疗前	放疗后	放疗前	放疗后
T1增强评估	必需	必需	必需	必需
FLAIR评估	必需	省略	省略	省略 可以考虑(当使用显著影响血管通透性的药物时)
确认扫描(放疗后12周内)*	可选	强制	建议在免疫治疗开始后6个月内	强制
确认扫描(放疗后12周后)*	可选	强制	建议在免疫治疗开始后6个月内	可选 强制确认扫描(当考虑到治疗与高假性进展发生率相关时)
复发				
基线MRI	治疗前	治疗前	治疗前	治疗前
T1增强评估	必需	必需	必需	必需
FLAIR评估	必需	省略	省略	省略 可以考虑(当使用显著影响血管通透性的药物时)
确认扫描*	可选	强制	建议在免疫治疗开始后6个月内	可选 强制确认扫描(当考虑到治疗与高假性进展发生率相关时)

*: 在临床表现恶化的情况下, 不考虑确认扫描。MRI: 磁共振成像(magnetic resonance imaging); FLAIR: T2液体抑制反转恢复(fluid attenuated inversion recovery)。

传统的影像学疗效评估工具,包括WHO实体肿瘤疗效评价标准(response evaluation in solid tumors, RECIST)^[7]和Macdonald标准^[8],起源于细胞杀伤性治疗时代,影像学检查结果直接反映抗肿瘤作用。近些年,神经胶质瘤治疗临床试验范围已扩展至细胞杀伤性治疗之外,靶向治疗及免疫治疗等治疗方法对肿瘤影像学结果的影响变得不那么直接。针对神经肿瘤临床试验治疗后出现假性进展或治疗后改变的影像学变化进行正确评估,并帮助确定更有效的治疗方法,是神经胶质瘤治疗反应评估的核心内容。随着RANO 2.0发布和推荐,新标准已被应用于陆续新开展的临床试验中,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是该标准实施过程最重要的影像学评估手段^[9]。为规范应用成人神经肿瘤反应评估更新标准,发挥影像学专家在多学科参与的神经肿瘤临床试验评估过程及临床实践中的作用,提高神经肿瘤疗效评估的可靠性和可比性,帮助指导临床决策,改善患者疗效,本文将主要从影像医学角度,结合神经胶质瘤评价的实际临床经验,重点阐述RANO 2.0的主要变化和RANO 2.0治疗反应评估的影像学要点。

1 RANO 2.0主要内容更新

(1) 推荐了一套适用于所有成人神经胶质瘤的治疗反应评估标准,适用于所有临床试验,而不管评估的治疗方式如何。

(2) 新诊断胶质瘤评估,放疗后的增强MRI取代术后增强MRI作为与后续扫描比较的基线。

(3) 放疗后的12周内,需通过重复MRI检查确认进展,或通过组织病理学证据来确定肿瘤进展。放疗后12周之后的确认扫描不强制要求,但对于假性进展发生率很高的治疗,强烈建议通过强制重复MRI检查确认进展。

(4) 主要测量指标仍然是肿瘤的最大横断面积,体积测量可选。

(5) 对于IDH野生型胶质母细胞瘤,除非评估对抗血管生成药物的反应,否则将不再评估非增强病灶。

(6) 对于具有显著非增强成分的IDH基因突变型肿瘤,临床试验可能需要对增强和非增强肿瘤

成分同时评估。

其中,采用放疗后MRI作为基线和放疗完成后12周内的新发病变需要强制确认扫描;而对于放疗后12周后的新发病变则根据是否有假性进展的好发因素,选择是否进行强制确认扫描,其他情况将不再强制确认扫描。

2 RANO 2.0相关影像学评价规范及标准定义

2.1 磁共振图像采集协议

为了在临床试验中能更好地完成标准化图像采集,2015年9月Ellingson等^[10]发表了脑肿瘤成像协议推荐共识(brain tumor imaging protocol, BTIP),其中包括推荐的标准序列[3D-T1加权成像(T1-weighted imaging, T1WI), T2加权成像(T2-weighted imaging, T2WI), T2液体抑制反转恢复(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)序列,弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)和增强3D-T1WI]和参数(核心是增强前后小于1.5 mm各向同性分辨率的3D-T1WI图像,以及层厚为4 mm,层间距为0的2D图像)。另外,造影剂推荐使用0.1 mmol/kg剂量的钆螯合剂,注射方式采用高压注射器,注射理想速率3~5 mL/s。多中心前瞻性临床试验中,强烈建议使用BTIP方案^[10]。研究期间,患者应在相同的MRI扫描仪上成像,或至少在相同的磁场强度下成像,减少因为扫描设备或参数不同引起的误差。所有可测量和不可测量的病变均应使用与基线相同的技术进行评估,无论是临床试验要求,还是临床实际工作中,都应遵循这一标准,尽力提高评估的可靠性。

2.2 基线MRI更新及检查时间窗

RANO 2.0基于一项关于RANO-HGG、mRNAO和iRANO的应用比较研究,认为在新诊断或复发的胶质母细胞瘤患者中,采用放疗后MRI作为基线相比术后48 h扫描的MRI基线无进展生存期(progression free survival, PFS)和总生存期(overall survival, OS)相关性更高,尽管差异无统计学意义,但仍对常规治疗和临床试验放疗后基线MRI进行了更新,并建议:①使用第一次放射治疗后约4周(21~35 d)进行的MRI作为新诊断胶质瘤的基线扫描,以便与未来的影

像学检查结果进行比较;②对于未接受放疗的新诊断胶质瘤患者,将术后48 h内采集的即时MRI或治疗前MRI作为基线;③对于复发胶质瘤也将治疗前MRI作为基线;④理想条件下基线MRI扫描尽量在开始治疗前进行,间隔时间不超过14 d,尤其是胶质母细胞瘤。

2.3 可测量和不可测量病灶的定义和测量方法

测量方法:二维测量仍然是推荐的主要测量方法,可以选择体积测量。非增强病灶选择T2 FLAIR序列最大肿瘤截面,增强病灶选择增强T1WI序列病灶最大横截面直径确定病灶大小。

可测量病灶定义为MRI上边界清晰的强化或非强化病变,单一层面2个垂直直径至少为10 mm,至少2个层面以上可见,二维图像上确定测量病灶的平面(轴位、冠状面或矢状面),选择横截面积最大的病灶平面进行测量;体积上三维图像上可测量病灶定义为所有3个正交方向上有至少1 cm的对比增强或非增强病灶。虽然不推荐,但如果MRI检查层面较厚,则在垂直测量时,可测量病变的大小应该是层厚和层间隔的2倍(例如,如果层厚为5 mm,层间隔为1.5 mm,肿瘤在2个垂直方向上的最小尺寸应为13 mm)。

囊肿或手术腔周围肿瘤的测量通常应认为不可测量,除非有直径为大于10 mm × 10 mm的结节成分,在判断治疗反应时,不应测量囊腔或手术腔。不可测量病灶定义为单维可测量的病变、边界不清的肿块或最大垂直直径小于10 mm × 10 mm的病变。无法测量病灶定义为接受肿瘤全切除的患者,只能将疾病稳定作为最佳影像学结局。

2.4 靶病灶和非靶病灶的确定

在评估强化与非强化肿瘤时,当存在多个可测量病灶时,至少应确定2个且不超过3个病灶作为靶病灶。对于同时评估增强与非增强肿瘤的研究,最多可以分别选择2个增强病灶和2个非增强病灶作为靶病灶,并计算这些病变的垂直直径的总和。一般应选择最大的病灶,但若最大病灶不适合重复测量,第二大病灶可以作为备选。对于多发性病灶患者,无论病灶相对大小如何,不断

增大的病灶也应被选择为靶病灶。

其他病变被视为非靶病变,应予以记录,但不纳入总病变大小的计算。

2.5 复发/进展临床试验的纳入标准

复发/进展纳入标准:疾病进展(progressive disease, PD)是指垂直直径乘积的总和增加25%(或体积增加40%),或出现新的可测量的病灶,同时皮质类固醇剂量保持稳定或增加。只有临床恶化或皮质类固醇剂量的增加不足以表明进展。

复发胶质母细胞瘤和中枢神经系统WHO分类4级IDH突变型星形胶质细胞瘤应收集至少3个月的所有神经影像学检查结果用于进展确认;对中枢神经系统WHO分类2级和3级IDH突变型胶质瘤和其他神经胶质肿瘤收集12个月的所有神经影像学检查结果用于进展确认。

胶质母细胞瘤放化疗后的12周内假性进展的发生率很高,如果患者在此期间放射学表现为PD但临床表现稳定,则应再次进行MRI检查(例如,间隔4或8周)以确认是否存在进展。

放疗结束后的12周内出现进展的患者应排除在复发性疾病的临床试验之外,除非有明确的新发病灶出现在放射治疗区域之外(如超出高剂量区域或80%等剂量线),或病理学检查证实为PD。

IDH基因突变型胶质瘤和其他胶质肿瘤,假性进展的持续时间可以延长到放疗后3个月以上。对于这些患者,推荐放疗后3个月内进行进展确认,而3个月以上的患者可以选择在入组复发肿瘤临床试验前进行PD确认。

2.6 放射反应和PD评估测量标准

放射反应评价必须通过与基线测量值进行比较来确定(表2)。部分缓解(partial response, PR)定义为与基线相比,所有可测量的目标病变的垂直直径乘积的总和减少 $\geq 50\%$,或体积减少 $\geq 65\%$,在皮质类固醇剂量稳定或减少的情况下持续至少4周;PD定义为与基线或治疗开始后的最小肿瘤测量值相比,所有可测量的目标病变的垂直直径乘积之和增加 $\geq 25\%$,或体积增加 $\geq 40\%$ 。新的可测量病变的出现也将判为PD,除

非需要按方案确认进展,在这种情况下,应将其添加到现有靶病变的总和中,并且只有在重复成像时面积增加 $\geq 25\%$ 或体积增加 $\geq 40\%$ 者才能定义为PD。偶尔不可测量病灶增大变成可测量病灶,非靶病变出现明显进展,则这些病灶应加到现有靶病变的总和中,如果面积增加 $\geq 25\%$,或体积增加 $\geq 40\%$,即使疾病稳定或靶区PR的情况下,这些变化也判定为PD。

表2 放射学反应评估测量标准

反应评估	二维面积的变化	三维体积的变化
完全缓解 (CR)	减小100%	减小100%
部分缓解 (PR)	减小 $\geq 50\%$	减小 $\geq 65\%$
疾病进展 (PD)	增大 $\geq 25\%$	增大 $\geq 40\%$
疾病稳定 (SD)	减小 $< 50\%$ 至增大 $< 25\%$ 之间	减小 $< 65\%$ 至增大 $< 40\%$ 之间

2.7 PD确认神经影像学

(1) 在大多数情况下,根据mRANO的要求和iRANO的建议判断肿瘤进展不需要重复扫描确认。

(2) 允许在放射学变化不明确时选择继续治疗并进行进展确认。在这种情况下,建议密切观察患者病情变化,但应继续治疗,如再治疗1或2个疗程。如果随后的扫描证实肿瘤进展,则进展日期应回溯到最初肿瘤进展的时间。对于小肿瘤,测量误差容易被放大,模棱两可的改变尤其需要继续治疗。

(3) *IDH*野生型胶质母细胞瘤在放化疗结束后的12周内最容易发生假性进展,此时如果影像学检查显示病情恶化,而临床病情稳定的患者,应在患者退出研究前进行重复MRI检查进行进展确认。

(4) 对于假进展或放射性坏死发生率高的相关药物临床试验(例如溶瘤病毒瘤内注射治疗),可以考虑通过MRI重复扫描强制进行进展确认。

(5) 一般而言,假性进展主要与强化区域变化有关,在评估非增强肿瘤时则没有必要确认。

2.8 胶质母细胞瘤无强化进展的评估

鉴于评估恶性胶质瘤增强过程中T2 FLAIR对非增强进展的价值有限,建议将其从大多数试验中确定进展的标准中移除。但T2 FLAIR变化对于

评估具有非增强成分的*IDH*基因突变型胶质瘤以及在评估预期可显著影响血管通透性的药物的临床试验中仍有价值。

2.9 临床恶化的评估

临床恶化仍然是反应评估的重要组成部分,特别是当认定的PD时。临床恶化与否仍由治疗医师根据KPS评分等评估方法自行判断。

3 RANO 2.0影像学评估的挑战和机遇

3.1 早期复发和假性进展

初始放化疗阶段(即外照射放疗+同步替莫唑胺)经常出现高度不可预测的短暂影像学变化。在标准放化疗完成后1个月内,约50%的患者在术后MRI检查中会出现提示早期肿瘤进展的影像学改变,其中50%可能出现假性进展(即在放化疗后1个月内,所有患者中约25%出现假性进展)^[11]。假性进展是指在回顾性分析中T1增强MRI图像上表现出的明显强化灶,与肿瘤进展非常相似,这些强化灶如不进一步干预也可改善或稳定,或者在组织病理学上表现为胶质增生和反应性变化,没有任何肿瘤存活的证据^[12]。假性进展可能是对有效治疗的过度反应,通常发生在完成同步放化疗后的3个月内^[1]。假性进展的出现对基于T1增强MRI序列的胶质母细胞瘤早期复发判断带来巨大挑战,由于放化疗后肿瘤血管通透性增加导致的强化与肿瘤进展引起的强化,在T1增强MRI影像上几乎无法区分。虽然RANO 2.0建议通过重复扫描确认程序解决上述可能被过早判定为进展的问题,但同时也降低了恶性胶质瘤放化疗后早期复发评估的及时性。

3.2 不可测量病灶

尽管囊腔或手术残腔周围肿瘤通常为不可测量病灶,除非有直径大于10 mm × 10 mm的结节成分。同时RANO 2.0认为在确定治疗反应时,不应测量囊腔或手术残腔。但在临床实践中,少数复发胶质母细胞瘤就表现为术后囊腔的进行性增大和囊壁增厚,对于此类囊腔或手术残腔周围复发肿瘤的评估仍需要进一步研究。

3.3 功能影像技术有助于早期识别假性进展

准确、及时地诊断肿瘤复发或进展是减少手术风险、降低医疗费用、提高患者生活质量

的必要条件^[9]。基于MRI的灌注成像(动态对比增强MRI)、DWI、波谱和基于正电子发射断层成像(positron emission tomography, PET)的氨基酸代谢成像均有助于区分复发与假性进展^[9, 13-14]。动态对比增强MRI及氨基酸PET无论单独或联合应用对于假性进展的诊断灵敏度和特异度均较高^[9, 13, 15-16]。一项单独使用¹⁸F-FET PET预测假性进展的研究^[16]中,其诊断准确度达96%。近年来,影像组学和人工智能深度学习在胶质母细胞瘤复发和假性进展中的应用研究呈明显上升趋势^[17-18]。其中一些技术正在进行验证研究,并可能最终纳入标准。但功能MRI技术应用在造影剂注射方式和扫描参数、后处理等方面普遍存在较大的变异度。PET-计算机断层成像(computed tomography, CT)/MRI价格昂贵、需要注射放射示踪剂和辐射剂量大等因素限制了其推广应用。

4 全自动定量智能分析在神经肿瘤治疗反应评价中的应用展望

RANO标准要求 在 临 床 试 验 和 临 床 实 践 中 对 MRI 扫 描 进 行 标 准 化 评 估。然 而, 这 些 标 准 主 要 依 赖 于 人 工 选 择 肿 瘤 最 大 横 断 面, 并 对 靶 病 灶 进 行 人 工 二 维 测 量, 先 前 有 研 究^[20] 表 明, 体 积 测 量 比 人 工 二 维 测 量 更 可 靠 和 准 确。然 而, 非 自 动 化 体 积 测 量 在 临 床 实 践 中 并 不 实 用, 并 且 是 一 项 劳 动 密 集、主 观、耗 时 且 复 杂 的 任 务, 严 重 妨 碍 了 临 床 转 化, 限 制 了 肿 瘤 负 荷 和 治 疗 反 应 评 估 的 可 靠 性 和 准 确 性。2019 年 5 月 德 国 海 德 堡 大 学 医 院 神 经 放 射 科 Kickingereder 教 授^[20] 牵 头 开 发 一 个 基 于 人 工 智 能 神 经 网 络 的 框 架, 用 于 脑 肿 瘤 MRI 的 全 自 动 定 量 分 析。在 海 德 堡 脑 肿 瘤 患 者 的 模 拟 临 床 环 境 中, 每 次 MRI 扫 描 全 自 动 定 量 分 析 用 时 仅 10 min, 并 且 基 于 容 积 评 估 的 肿 瘤 进 展 时 间 一 致 性 高 达 81%, 远 远 超 过 人 工 评 估 一 致 性 的 51%, 大 大 克 服 了 人 工 评 估 肿 瘤 负 荷 的 固 有 局 限 性。未 来 如 果 能 够 通 过 前 期 临 床 验 证 并 应 用 于 临 床 试 验 或 临 床 实 践, 将 极 大 地 改 善 目 前 RANO 2.0 评 估 的 可 靠 性 和 准 确 度。

[参 考 文 献]

- [1] WEN P Y, VAN DEN BENT M, YOUSSEF G, et al. RANO 2.0: update to the response assessment in neuro-oncology criteria for high- and low-grade gliomas in adults [J]. *J Clin Oncol*, 2023, 41(33): 5187-5199.
- [2] UHM J. Updated response assessment criteria for high-grade gliomas: response assessment in neuro-oncology working group [J]. *Yearb Neurol Neurosurg*, 2010, 2010: 118-119.
- [3] ELLINGSON B M, WEN P Y, CLOUGHESY T F. Modified criteria for radiographic response assessment in glioblastoma clinical trials [J]. *Neurotherapeutics*, 2017, 14(2): 307-320.
- [4] OKADA H, WELLER M, HUANG R, et al. Immunotherapy response assessment in neuro-oncology: a report of the RANO working group [J]. *Lancet Oncol*, 2015, 16(15): e534-e542.
- [5] YOUSSEF G, RAHMAN R, BAY C, et al. Evaluation of standard response assessment in neuro-oncology, modified response assessment in neuro-oncology, and immunotherapy response assessment in neuro-oncology in newly diagnosed and recurrent glioblastoma [J]. *J Clin Oncol*, 2023, 41(17): 3160-3171.
- [6] LOUIS D N, PERRY A, WESSELING P, et al. The 2021 WHO classification of tumors of the central nervous system: a summary [J]. *Neuro Oncol*, 2021, 23(8): 1231-1251.
- [7] EISENHAEUER E A, THERASSE P, BOGAERTS J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1) [J]. *Eur J Cancer*, 2009, 45(2): 228-247.
- [8] MACDONALD D R, CASCINO T L, SCHOLD S C, et al. Response criteria for phase II studies of supratentorial malignant glioma [J]. *J Clin Oncol*, 1990, 8(7): 1277-1280.
- [9] SONI N, ORA M, MOHINDRA N, et al. Diagnostic performance of PET and perfusion-weighted imaging in differentiating tumor recurrence or progression from radiation necrosis in posttreatment gliomas: a review of literature [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(9): 1550-1557.
- [10] ELLINGSON B M, BENDSZUS M, BOXERMAN J, et al. Consensus recommendations for a standardized brain tumor imaging protocol in clinical trials [J]. *Neuro Oncol*, 2015, 17(9): 1188-1198.
- [11] ELLINGSON B M, WEN P Y, VAN DEN BENT M J, et al. Pros and cons of current brain tumor imaging [J]. *Neuro Oncol*, 16(Suppl 7): vii2-11.
- [12] ELLINGSON B M, CHUNG C, POPE W B, et al. Pseudoprogression, radionecrosis, inflammation or true tumor progression? Challenges associated with glioblastoma response assessment in an evolving therapeutic landscape [J]. *J Neurooncol*, 2017, 134(3): 495-504.
- [13] FU R W, SZIDONYA L, BARAJAS R F Jr, et al. Diagnostic performance of DSC perfusion MRI to distinguish tumor progression and treatment-related changes: a systematic review and meta-analysis [J]. *Neuro Oncol Adv*, 2022, 4(1):

- vdac027.
- [14] STRAUSS S B, MENG A, EBANI E J, et al. Imaging glioblastoma posttreatment: progression, pseudoprogression, pseudoresponse, radiation necrosis [J]. Neuroimaging Clin N Am, 2021, 31(1): 103–120.
- [15] PATEL P, BARADARAN H, DELGADO D, et al. MR perfusion-weighted imaging in the evaluation of high-grade gliomas after treatment: a systematic review and meta-analysis [J]. Neuro Oncol, 2017, 19(1): 118–127.
- [16] GALLDIKS N, DUNKL V, STOFFELS G, et al. Diagnosis of pseudoprogression in patients with glioblastoma using O-(2-[¹⁸F] fluoroethyl)-L-tyrosine PET [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2015, 42(5): 685–695.
- [17] BACCHI S, ZERNER T, DONGAS J, et al. Deep learning in the detection of high-grade glioma recurrence using multiple MRI sequences: a pilot study [J]. J Clin Neurosci, 2019, 70: 11–13.
- [18] CHOUGULE T, GUPTA R K, SAINI J, et al. Radiomics signature for temporal evolution and recurrence patterns of glioblastoma using multimodal magnetic resonance imaging [J]. NMR Biomed, 2022, 35(3): e4647.
- [19] ELLINGSON B M, KIM G H J, BROW M, et al. Volumetric measurements are preferred in the evaluation of mutant IDH inhibition in non-enhancing diffuse gliomas: Evidence from a phase I trial of ivosidenib [J]. Neuro Oncol 2022, 24(5): 770–778.
- [20] KICKINGEREDER P, ISENSEE F, TURSUNOVA I, et al. Automated quantitative tumour response assessment of MRI in neuro-oncology with artificial neural networks: a multicentre, retrospective study [J]. Lancet Oncol, 2019, 20(5): 728–740.
- (收稿日期: 2024-04-01 修回日期: 2024-04-07)

2024年《肿瘤影像学》专题报道计划

《肿瘤影像学》2024年专题报道计划如下, 欢迎涉及以下方面研究的作者来稿、读者关注。

刊期	出版时间	主题	内容	执行主编
2024年第1期	2月28日	乳腺癌	筛查与早诊、诊断与鉴别诊断、临床分期与疗效评价、人工智能等相关影像学研究	彭卫军、罗娅红
2024年第2期	4月28日	脑肿瘤	影像学新技术应用、诊断与鉴别诊断、临床分期与疗效评价等相关影像学研究	尹波
2024年第3期	6月28日	甲状腺肿瘤	超声介入与精准诊治研究	李潜、徐栋
2024年第4期	8月28日	肿瘤靶向放射性药物		杨志
2024年第5期	10月28日	核素诊疗一体化及FAPI药物专刊		宋少莉、樊卫

另外, 影像学最新指南及指南解读, 诊断规范性、进展类文章不限刊期, 欢迎赐稿。

请登录《肿瘤影像学》网站www.zhongliuyingxiangxue.com线上投稿, 投稿时请选择相应的专刊栏目或在附言中备注。

投稿指南(稿约)见www.zhongliuyingxiangxue.com/CN/column/column24.shtml。

联系方式: 上海市徐汇区东安路270号10号楼415室《肿瘤影像学》编辑部; 邮编: 200032;

电话: (021)64188274; E-mail: zlyxx@zhongliuyingxiangxue.com。

《肿瘤影像学》编辑部