

青少年多形性低级别神经上皮肿瘤1例病例报告并文献复习

刘佳一, 吴海涛, 邓文帅*, 孙 鹏*

青岛大学附属医院神经外科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年8月2日; 录用日期: 2026年8月26日; 发布日期: 2026年9月2日

摘 要

目的: 探讨青少年多形性低级别神经上皮肿瘤(PLNTY)的临床、影像学、病理及分子特征, 为临床诊疗提供参考。方法: 回顾性分析1例经病理证实的PLNTY患者的临床资料, 包括病史、临床症状、影像学表现、病理形态学特征、免疫组化结果及分子检测数据, 并结合相关文献进行复习。结果: 患者男性, 30岁, 以6年药物难治性癫痫为核心症状, 从局灶性面部肌肉抽搐进展为混合性发作。头颅MRI提示左侧颞极类圆形异常信号影, T1WI等信号、T2WI及FLAIR低信号, 增强扫描无强化, 初步诊断为海绵状血管瘤。24小时视频脑电监测提示左侧前颞区异常放电。行左颞叶病损切除术后, 病理诊断为PLNTY (CNS WHO 1级); 镜下可见薄壁血管团、玻璃样变性、钙化及胶质细胞增生, 免疫组化示CD34弥漫阳性、GFAP (+)、Olig-2 (+), Ki-67增殖指数1%; 分子检测提示BRAF突变型阳性、BRAF V600E (VE1)弱+, 无恶性相关突变。术后患者癫痫完全控制, 随访至今恢复良好。结论: PLNTY以长期药物难治性癫痫为典型表现, 好发于颞叶, 影像学可存在不典型表现(如本例T2WI低信号), 确诊需结合病理形态学、免疫组化及分子检测; BRAF V600E突变型PLNTY生物学行为惰性, 手术完整切除为核心治疗手段, 预后良好; 分子分型可指导个体化随访策略, 对于存在长期颞叶癫痫发作表现且具有不典型影像学特征的患者, 临床医师应保持对PLNTY的高度怀疑。

关键词

青少年多形性低级别神经上皮肿瘤, 长期癫痫相关, 神经影像学, 神经病理学, BRAF V600E突变

Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young: A Case Report and Literature Review

Jiayi Liu, Haitao Wu, Wenshuai Deng*, Peng Sun*

Department of Neurosurgery, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 刘佳一, 吴海涛, 邓文帅, 孙鹏. 青少年多形性低级别神经上皮肿瘤 1 例病例报告并文献复习[J]. 临床医学进展, 2026, 16(9): 402-409. DOI: 10.12677/acm.2026.1693061

Abstract

Objective: To investigate the clinical, radiological, pathological and molecular characteristics of polymorphous low-grade neuroepithelial tumor of the young (PLNTY), and to provide evidence for optimized clinical diagnosis and treatment strategies. **Methods:** We retrospectively analyzed the complete clinical data of a patient with pathologically confirmed PLNTY, including medical history, clinical manifestations, neuroimaging findings, histopathological features, immunohistochemical profiles and molecular testing results. A comprehensive literature review was conducted to contextualize our findings. **Results:** A 30-year-old male patient presented with 6-year history of drug-resistant epilepsy, which progressed from focal facial muscle twitching to mixed seizures. Cranial magnetic resonance imaging (MRI) revealed a well-circumscribed round lesion in the left temporal pole, showing isointensity on T1-weighted imaging (T1WI), hypointensity on both T2-weighted imaging (T2WI) and fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) sequences, with no enhancement after contrast administration. The initial clinical diagnosis was cavernous angioma. Twenty-four-hour video electroencephalography (vEEG) demonstrated abnormal epileptiform discharges localized to the left anterior temporal region. The patient underwent left temporal lesion resection, and the final pathological diagnosis was PLNTY (CNS WHO Grade 1). Histopathological examination showed thin-walled vascular clusters, hyaline degeneration, calcification and glial cell proliferation. Immunohistochemical staining revealed diffuse positivity for CD34, as well as positivity for GFAP and Olig-2, with a Ki-67 proliferation index of 1%. Molecular testing confirmed BRAF mutation positivity with weak expression of BRAF V600E (VE1), and no malignancy-associated mutations were detected. Postoperatively, the patient achieved complete seizure control and remained in excellent clinical condition during follow-up to date. **Conclusion:** PLNTY typically manifests as long-standing drug-resistant epilepsy and has a predilection for the temporal lobe. Atypical imaging presentations, such as T2WI hypointensity observed in this case, may lead to initial misdiagnosis. Definitive diagnosis requires integrated evaluation of histopathological morphology, immunohistochemistry and molecular profiling. PLNTY harboring BRAF V600E mutation exhibits indolent biological behavior, and gross total resection is the cornerstone of treatment with favorable prognosis. Molecular subtyping can guide individualized follow-up strategies, and clinicians should maintain a high index of suspicion for PLNTY in patients with long-standing temporal lobe epilepsy and atypical imaging features.

Keywords

Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young, Long-Standing Drug-Resistant Epilepsy, Neuroimaging, Neuropathology, BRAF V600E Mutation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

青少年多形性低级别神经上皮肿瘤(polymorphous low-grade neuroepithelial tumor of the young, PLNTY)是一类特殊的致癫痫性神经上皮肿瘤, 在 2016 年由 Jason T. Huse 等人报道[1], 并在 2021 年被纳入世界卫生组织(WHO)中枢神经系统分类中的儿童型弥漫性低级别胶质瘤亚型[2]。该肿瘤好发于青少年群体,

以药物难治性癫痫为核心临床特征，多数患者于青少年时期起病，确诊前常已存在多年药物难治性癫痫病史；影像学表现缺乏特异性，无特征性诊断征象。手术完整切除病灶后，多数患者癫痫发作频率显著降低乃至完全控制，术后预后较好。目前国内关于 PLNTY 的报道尚不足百例，相关认知仍需完善。本文现报道 1 例经病理证实的 PLNTY 病例，系统分析其临床特征、影像学及病理表现，并结合相关文献进行复习，以期临床诊疗提供参考。

2. 文献检索与复习方法

1) 检索策略：计算机检索 PubMed、Web of Science、中国知网(CNKI)、万方医学网 4 个中外文核心数据库，检索时间范围为 2016 年 PLNTY 报道至 2024 年 12 月。英文检索词：*polymorphous low-grade neuroepithelial tumor of the young*、*PLNTY*；中文检索词：青少年多形性低级别神经上皮肿瘤、多形性低级别神经上皮肿瘤。

2) 纳入与排除标准：纳入经病理确诊、包含完整临床、影像、病理资料的 PLNTY 病例报道及病例系列研究；排除综述、纯分子机制研究、资料不完整文献以及重复报道的同一病例。

3) 数据提取与分析：由 2 名研究者独立提取纳入文献中病例的发病年龄、性别、临床表现、病灶部位、影像学特征、病理免疫组化、分子分型、治疗方式及预后信息，汇总后进行系统性分析(见表 1)。

Table 1. Summary of key clinical, radiological, pathological and molecular features of reported PLNTY cases
表 1. 已报道 PLNTY 病例的关键临床、影像、病理和分子特征

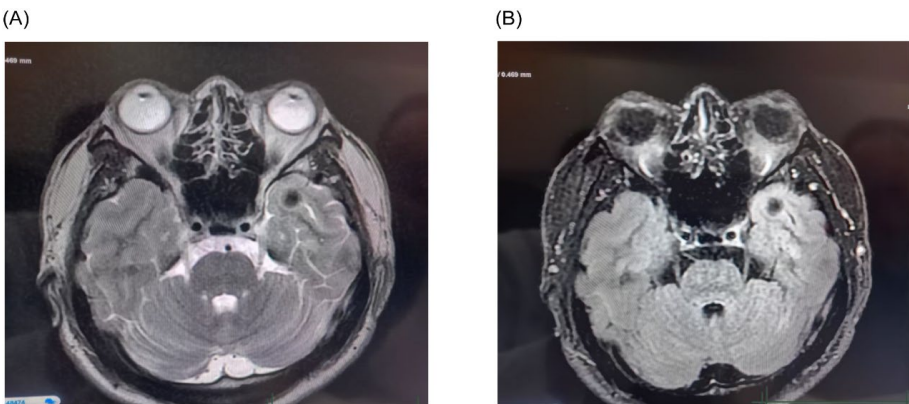
维度	特征总结
临床特征	好发于儿童及青少年(中位发病年龄 10~20 岁)，成人病例少见；核心表现为长期药物难治性癫痫，病程多为 1~10 年；少数可表现为头痛、头晕，无癫痫发作病例罕见。
影像学特征	好发于幕上，基于已报道病例汇总，颞叶占比约 60%~70%，其次为额叶、顶叶；CT 多伴砂砾样钙化；典型 MRI 表现为 T1WI 低/等信号，T2WI 及 FLAIR 高信号，部分病例可见“胡椒盐征”；增强扫描多无强化，少数呈轻度强化；部分病例可合并跨皮层征，提示伴发局灶性皮质发育不良。
病理特征	镜下呈浸润性生长，可见少突胶质细胞瘤样细胞成分、大量钙化、薄壁血管及玻璃样变性；免疫组化特征为 CD34 弥漫阳性，GFAP/Olig-2 多为阳性，Ki-67 增殖指数多<2%。
分子特征	以 MAPK 通路激活为核心驱动机制，基于已报道病例汇总，BRAF V600E 突变占比约 60%，FGFR2/FGFR3 融合占比约 30%；在已报道病例中二者呈遗传互斥模式；几乎均为 IDH 野生型，无 1p/19q 共缺失。
治疗与预后	手术完整切除为首选治疗方案；全切后多数患者癫痫完全缓解，短期复发率低；FGFR 融合亚型存在术后复发及恶性转化的个案报道。

3. 病历资料

一名 30 岁男性患者在 6 年前首次出现偶尔的夜间面部肌肉抽搐，且无明显诱因；发作时无意识丧失，且能自行缓解。他在另一家医院被诊断为癫痫，并接受了标准的口服奥卡西平治疗。自 2022 年以来，他的癫痫症状加重了，全面性强直-阵挛发作的频率增加到每月一次，并伴有每日几次持续数秒的失神发作。继续按照原方案治疗，症状控制效果不佳，于是他来到我们医院寻求进一步的诊断和治疗。

入院后进行了头颅磁共振成像(MRI)检查，结果显示左侧颞叶尖端有一个卵圆形的异常信号病变。该

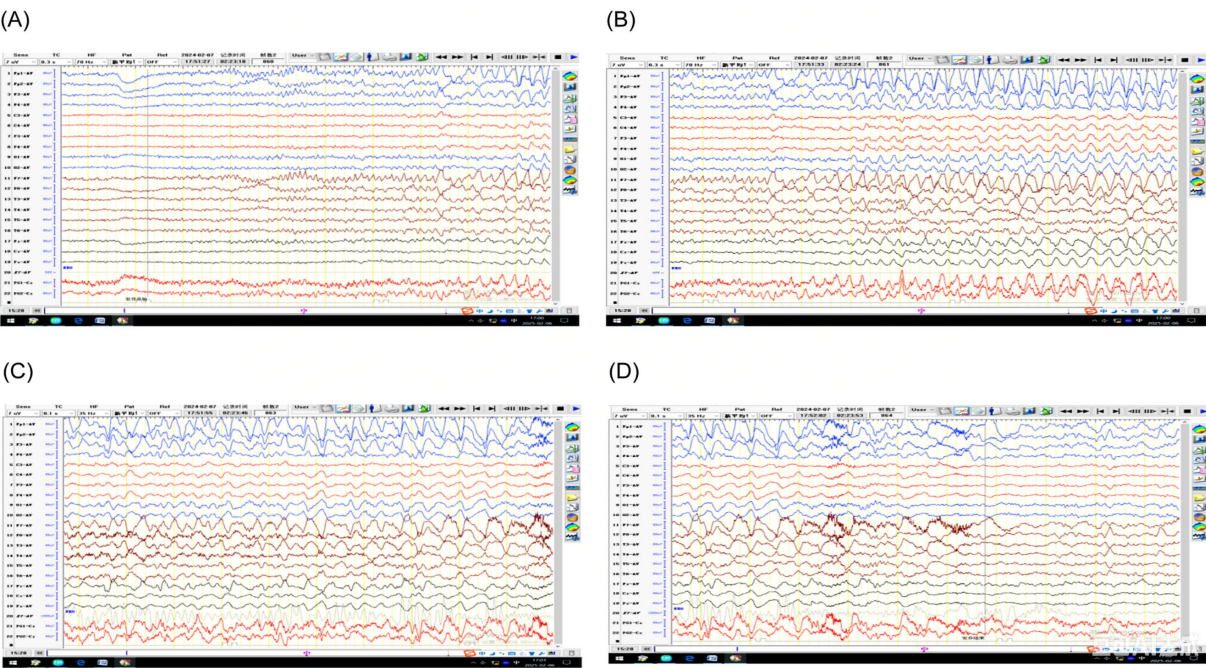
病变在 T1 加权成像(T1WI)上呈等信号,在 T2 加权成像(见图 1(A))和 T2 液体衰减反转恢复(见图 1(B))序列上呈低信号,在扩散加权成像(DWI)上呈等信号,直径约 8 毫米。增强扫描未观察到异常强化。初步的影像学诊断提示左颞叶极部可能存在海绵状血管瘤。



(A) 轴向 T2 加权影像显示左侧颞极有一个小卵圆形低强度病变。(B) 轴向 T2 液体衰减反转恢复(FLAIR)图像,显示病变相应的低强度。

Figure 1. Cranial MRI findings
图 1. 颅磁共振成像(MRI)检查结果

同时,进行了 24 小时长程视频脑电图监测(见图 2),结果显示异常放电源自左前颞叶,涉及额极和蝶骨电极区域。癫痫发作期间脑电图模式的变化与局灶性癫痫发作的特征相符。



连续脑电图截图显示,来自左侧颞叶的异常癫痫状放电,涉及额极和蝶骨电极区。癫痫发作期间脑电图的演变与局灶性癫痫发作一致。

Figure 2. Twenty-four-hour video electroencephalography (vEEG) findings
图 2. 24 小时长程视频脑电图(vEEG)结果

根据患者的病史、影像学检查结果和脑电图结果,于2024年11月27日进行了左颞叶病变切除术。术后病理检查显示脑实质内有薄壁血管簇,部分血管壁有透明变性,周围区域有广泛的钙化和神经胶质细胞增生。免疫组化染色结果显示:CD34呈弥漫性阳性,BRAF突变呈阳性,胶质纤维酸性蛋白(GFAP)呈阳性(+),少突胶质细胞转录因子2(Olig-2)呈阳性(+),异柠檬酸脱氢酶1 R132H(IDH-1 R132H)呈阴性(-),野生型P53呈阳性,完整型 α -地中海贫血/智力障碍综合征X连锁蛋白(ATRX)呈阳性,组蛋白H3K27M呈阴性(-),完整型组蛋白H3K27me3呈阳性,完整型甲硫氨酸腺苷转移酶II α (MTAP)呈阳性,BRAF V600E(VE1)呈弱阳性(+),Ki-67增殖指数为1%。最终病理诊断为年轻型多形性低度神经上皮肿瘤(PLNTY),中枢神经系统WHO 1级。

患者接受了定期的术后随访,最后一次随访未记录到癫痫发作,恢复情况良好。

4. 讨论

青少年多形性低级别神经上皮肿瘤(PLNTY)作为2021年WHO中枢神经系统肿瘤分类新增的儿童型弥漫性低级别胶质瘤亚型,其核心特征与长期癫痫相关,临床诊疗中易因影像学缺乏特异性而误诊。本文报道的30岁男性患者,病程及诊疗过程既体现了PLNTY的典型临床病理特征,亦呈现出罕见的不典型影像学表现,结合系统性文献复习结果展开如下讨论。

PLNTY是一种长期癫痫相关肿瘤[3],好发于幕上,多累及颞叶,其次为额叶和顶叶,亦可见于脑室[4]。PLNTY好发于儿童或青少年,主要表现为伴致癫痫性肿块的癫痫发作或罕见的头痛,少数为无癫痫发作史的中老年患者[5][6]。PLNTY影像学形态具有多形性,可表现为界限清楚的实性病变、囊性病变,亦可呈浸润性生长。计算机断层扫描(CT)特征性表现为伴不规则沙砾样钙化的团块状病灶,边界清楚或模糊;磁共振(MR)检查中,T1WI序列多呈低信号或等信号,T2WI及FLAIR序列呈高信号,增强扫描通常无异常强化[1][7]。其中,T2WI序列上部分边缘模糊的皮质肿块伴“胡椒盐征”,或CT成像中的砂砾样钙化,被认为是PLNTY可能的典型影像学特征,大量微钙化的存在提示病变呈长期慢性进展过程。值得注意的是,部分文献报道的PLNTY病例中可见跨皮层征(transmantle征)。该征象是局灶性皮质发育不良(Focal cortical dysplasia, FCD)的典型影像标志,提示存在神经元迁移障碍所致的皮质-白质结构紊乱,与药物难治性癫痫高度相关,且此类病例均经病理证实合并皮质发育不良。这一现象提示,部分PLNTY患者常合并FCD,临床诊疗中需注意与FCD相鉴别[4]。

PLNTY病灶镜下最显著的特征性是肿瘤呈浸润性生长,少突胶质细胞瘤样细胞成分的存在及大量钙化,伴CD34的弥漫阳性表达[8]。丝裂原活化蛋白激酶(mitogen-activated protein kinase, MAPK)通路(尤其是BRAF V600E突变)或成纤维细胞生长因子受体2和3(Fibroblast Growth Factor Receptor, FGFR2/FGFR3)易位也是其特征性改变之一[1][9]。多无异柠檬酸脱氢酶(isocitrate dehydrogenase, IDH)突变和1p/19q共缺失[10]。据分析,BRAF V600E阳性的PLNTY表现出更惰性的病程,并且仅在较晚期才出现临床症状,少见复发;而BRAF突变蛋白表达可能影响神经网络,导致不同位置的神经元异常放电,从而发生不同模式的癫痫发作[11][12]。BRAF V600E是MAPK通路中的组成型激活的激酶,FGFR2/3融合蛋白则通过配体非依赖性二聚化激活MAPK及PI3K-AKT等下游通路,成为潜在的治疗靶点[13],但在目前已报道的PLNTY病例中,BRAF与FGFR2/FGFR3突变表现出遗传互斥性,即同一病例中不同时存在这两种突变,提示其可能作为独立的驱动事件参与肿瘤的发生[5][12][14]-[16]。值得注意的是,曾有一例诊断为PLNTY与FGFR3-TACC3(Transforming Acidic Coiled-Coil Containing Protein 3)融合的儿童患者,在术后第17个月的随访中监测到复发,MRI显示左颞叶一个直径为4.1cm的部分实性和囊性病变,并伴有广泛水肿,术后病理证实为胶质母细胞瘤[17]。此外,PLNTY的分子分型特征与其预后密切相关,具有重要的预后分层价值。

从共性特征来看,本病例与既往文献报道的 PLNTY 核心表现高度契合。从共性特征来看,本病例与既往文献报道的 PLNTY 核心表现高度契合:① 发病部位与临床症状:PLNTY 好发幕上且以颞叶多见,本例病灶位于左侧颞极;患者以 6 年病程的药物难治性癫痫为核心症状,从局灶性面部抽搐进展为混合性发作,符合其“长期癫痫相关肿瘤”定义。② 病理及分子特征:镜下可见薄壁血管团、玻璃样变性、钙化及胶质增生,免疫组化 CD34 弥漫阳性、GFAP(+),Olig-2(+),无 IDH-1 R132H 等恶性相关突变,Ki-67 增殖指数仅 1%;分子检测提示 BRAF 突变、BRAF V600E (VE1)弱+,符合 PLNTY 典型的 MAPK 通路激活特征。③ 治疗及预后:左颞叶病损切除术后癫痫完全控制、恢复良好,契合 PLNTY 生物学行为惰性、手术完整切除后预后优良的特点。本病例的独特性主要体现在影像学表现上。既往文献报道 PLNTY 的 MRI 典型特征为 T1WI 低或等信号、T2WI 及 FLAIR 高信号,部分可见“胡椒盐征”,而本例患者 MRI 提示 T2WI 及 FLAIR 均呈低信号,与主流报道存在差异。结合病理结果分析,该异常信号可能与病灶内“多量钙化”密切相关——钙化灶在 MRI 序列中常表现为 T2WI 低信号,而 PLNTY 的钙化多为长期慢性进展过程的标志,本例患者 6 年病程恰好为钙化形成提供了时间基础。此外,影像学初步诊断为“海绵状血管瘤”,亦反映了 PLNTY 影像学表现的非特异性:海绵状血管瘤 MRI 多表现为 T2WI 低信号(含铁血黄素沉积),与本例钙化所致低信号易混淆,这也提示临床中对于颞叶伴钙化的低信号病灶,需警惕 PLNTY 的可能,避免因影像学误判延误诊疗。

本病例的临床借鉴价值主要体现在两方面:其一,优化影像学不典型 PLNTY 的诊疗思路。对于颞叶伴钙化、增强无强化的低信号病灶,即使初步考虑海绵状血管瘤等良性病变,若合并长期药物难治性癫痫,需警惕 PLNTY 可能,应尽早完善病理及分子检测(重点检测 BRAF、FGFR2/FGFR3),避免因误诊导致治疗延误或过度治疗(如海绵状血管瘤若无症状可保守观察,而 PLNTY 需积极手术切除)。其二,基于现有文献证据,可尝试根据分子分型制定个体化随访策略,强化分子分型对个体化随访的指导作用:本例为 BRAF V600E 突变型,复发风险低,可采用常规随访频率;而对于 FGFR2/FGFR3 融合型患者,需延长随访时间、增加影像学复查频率,避免恶性进展漏诊。本研究存在明显局限性:① 为单病例报道,样本量小,结论不具备统计学代表性,无法对 PLNTY 的临床特征进行量化分析;② 随访时间尚短,虽目前短期预后良好,但 BRAF V600E 突变型 PLNTY 的长期复发风险仍需更长时间随访验证;③ 未开展全基因组或转录组测序,无法排除其他潜在驱动基因变异,对分子机制的探讨不够全面。未来需开展多中心、大样本队列研究,结合多组学技术进一步明确 PLNTY 的分子分型与预后的关联,优化诊疗策略。

数据可用性声明

研究中提出的原始贡献已收录于文章/补充材料中。如有进一步咨询,请联系通讯作者。

知情同意声明

该病例报道已获得患者的知情同意,同意其临床资料与影像、病理资料用于学术发表。

伦理声明

涉及人体的研究获得了青岛大学附属医院伦理委员会的批准。研究按照当地法律和机构要求进行。伦理委员会/机构审查委员会免除了参与者或参与者法定监护人/近亲书面知情同意的要求。本研究已获得患者知情同意。本病例报告的发布已获得参与者/患者书面知情同意。

利益冲突

作者声明,该研究是在没有任何可能被解释为潜在利益冲突的商业或财务关系的情况下进行的。

基金项目

该工作得到了国家自然科学基金面上项目(项目编号 82571683)、山东省自然科学基金(项目编号 ZR2022MH022)、山东省医卫科学技术发展规划(拨款号 2019WS152)的支持。

参考文献

- [1] Chen, Y., Tian, T., Guo, X., Zhang, F., Fan, M., Jin, H., *et al.* (2020) Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young: Case Report and Review Focus on the Radiological Features and Genetic Alterations. *BMC Neurology*, **20**, Article No. 123. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01679-3>
- [2] Bale, T.A. and Rosenblum, M.K. (2022) The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: An Update on Pediatric Low-Grade Gliomas and Glioneuronal Tumors. *Brain Pathology*, **32**, e13060. <https://doi.org/10.1111/bpa.13060>
- [3] Paredes-Aragón, E.M., AlKhaldi, N.A., Burneo, J.G., Lee, D., Ang, L.C., Steven, D., *et al.* (2023) Pearls & Oy-Sters: Salt and Pepper Sign, PLNTY for Drug-Resistant Epilepsy. *Neurology*, **100**, 791-795. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000206782>
- [4] Kurokawa, M., Kurokawa, R., Capizzano, A.A., Baba, A., Ota, Y., Pinarbasi, E., *et al.* (2022) Neuroradiological Features of the Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young: Five New Cases with a Systematic Review of the Literature. *Neuroradiology*, **64**, 1255-1264. <https://doi.org/10.1007/s00234-021-02879-5>
- [5] Sumdani, H., Shahbuddin, Z., Harper, G. and Hamilton, L. (2019) Case Report of Rarely Described Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young and Comparison with Oligodendroglioma. *World Neurosurgery*, **127**, 47-51. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.03.181>
- [6] Riva, G., Cima, L., Villanova, M., Ghimenton, C., Sina, S., Riccioni, L., *et al.* (2018) Low-Grade Neuroepithelial Tumor: Unusual Presentation in an Adult without History of Seizures. *Neuropathology*, **38**, 557-560. <https://doi.org/10.1111/neup.12504>
- [7] Armocida, D., Berra, L.V., Frati, A. and Santoro, A. (2023) Radiological and Surgical Aspects of Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young (PLNTY). *Acta Neurologica Belgica*, **123**, 327-340. <https://doi.org/10.1007/s13760-023-02231-z>
- [8] Huse, J.T., Snuderl, M., Jones, D.T.W., Brathwaite, C.D., Altman, N., Lavi, E., *et al.* (2017) Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young (PLNTY): An Epileptogenic Neoplasm with Oligodendroglioma-Like Components, Aberrant CD34 Expression, and Genetic Alterations Involving the MAP Kinase Pathway. *Acta Neuropathologica*, **133**, 417-429. <https://doi.org/10.1007/s00401-016-1639-9>
- [9] Louis, D.N., Perry, A., Wesseling, P., Brat, D.J., Cree, I.A., Figarella-Branger, D., *et al.* (2021) The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: A Summary. *Neuro-Oncology*, **23**, 1231-1251. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noab106>
- [10] Gupta, R., Lucas, C.G., Wu, J., Barreto, J., Shah, K., Simon, I.B., *et al.* (2021) Low-Grade Glioneuronal Tumors with FGFR2 Fusion Resolve into a Single Epigenetic Group Corresponding to ‘Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young’. *Acta Neuropathologica*, **142**, 595-599. <https://doi.org/10.1007/s00401-021-02352-w>
- [11] Vuong, H.G., Alzayadneh, E., Reith, T.P. and Eschbacher, K.L. (2023) Clinical Significance of Molecular Subgroups of Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young (PLNTY): A Small Single Institutional Case Series and Integrated Analysis. *Pathology—Research and Practice*, **252**, Article ID: 154922. <https://doi.org/10.1016/j.prp.2023.154922>
- [12] Bitar, M., Danish, S.F. and Rosenblum, M.K. (2018) A Newly Diagnosed Case of Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young. *Clinical Neuropathology*, **37**, 178-181. <https://doi.org/10.5414/np301081>
- [13] Bale, T.A. (2020) FGFR-Gene Family Alterations in Low-Grade Neuroepithelial Tumors. *Acta Neuropathologica Communications*, **8**, Article No. 21. <https://doi.org/10.1186/s40478-020-00898-6>
- [14] Johnson, D.R., Giannini, C., Jenkins, R.B., Kim, D.K. and Kaufmann, T.J. (2019) Plenty of Calcification: Imaging Characterization of Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young. *Neuroradiology*, **61**, 1327-1332. <https://doi.org/10.1007/s00234-019-02269-y>
- [15] Benson, J.C., Summerfield, D., Carr, C., Cogswell, P., Messina, S., Gompel, J.V., *et al.* (2020) Polymorphous Low-Grade Neuroepithelial Tumor of the Young as a Partially Calcified Intra-Axial Mass in an Adult. *American Journal of Neuroradiology*, **41**, 573-578. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a6500>
- [16] Surrey, L.F., Jain, P., Zhang, B., Straka, J., Zhao, X., Harding, B.N., *et al.* (2019) Genomic Analysis of Dysembryoplastic Neuroepithelial Tumor Spectrum Reveals a Diversity of Molecular Alterations Dysregulating the MAPK and PI3K/mTOR

Pathways. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, **78**, 1100-1111.
<https://doi.org/10.1093/jnen/nlz101>

- [17] Bale, T.A., Sait, S.F., Benhamida, J., Ptashkin, R., Haque, S., Villafania, L., *et al.* (2021) Malignant Transformation of a Polymorphous Low Grade Neuroepithelial Tumor of the Young (PLNTY). *Acta Neuropathologica*, **141**, 123-125.
<https://doi.org/10.1007/s00401-020-02245-4>