

一文了解儿童脑肿瘤的那些影像学检查

复旦大学附属儿科医院 林呈祥 沈全力

在儿童易患的恶性病变中，脑肿瘤仅次于白血病，排第二位。小儿发病年龄越小，脑肿瘤恶性程度越高，发病速度越快。与成人脑肿瘤相比，儿童脑肿瘤的生长速度较快，病程较短，因此早发现、早诊断和早治疗则预后较好。儿童脑肿瘤的诊断依赖各种影像学检查，比如 CT、MRI、PET/CT 等。接下来就给大家解读各种影像学检查的优势和不足，方便家长们了解和配合完成检查。儿童脑肿瘤的影像学检查方法主要包括以下几种。

一、CT 检查

它像一位“透视眼侦探”，利用 X 射线穿透人体，快速地为大脑拍下一张张“快照”，将大脑切成薄薄的“面包片”，然后仔细观察每一片的结构。它擅长发现那些体积稍大的肿瘤，就像在黑暗中用强光手电筒照亮角落，让藏匿的病灶无处遁形，快速地为医生提供初步的线索。

1. CT 检查的优势有哪些呢？

(1)对钙化敏感：CT 检查对肿瘤钙化高度敏感。如髓母细胞瘤在 CT 上钙化较常见，高达 60% 可见钙化。颅内星形细胞瘤等肿瘤，有部分病例可合并斑点状钙化，CT 检查可以明确诊断出这些钙化情况，从而为肿瘤的诊断提供重要线索。

(2)扫描速度快：双排螺旋 CT 具有扫描速度快的优点，能够在短时间内完成儿童脑部的扫描，这对于不配合或难以长时间保持静止的儿童来说尤为重要，可减少因患儿躁动导致的图像伪影，提高检查的成功

率和图像质量。

(3)分辨率高：CT 的分辨率高，能够清晰显示脑部的解剖结构和病变细节，有助于发现较小的病灶，提高小病灶的检出率。对于一些早期的微小肿瘤，CT 能够更准确地定位和识别，为早期诊断和治疗提供依据。

(4)伪影少：伪影是在医学影像成像过程中，由于设备、患者或成像技术等原因，导致图像上出现的与实际解剖结构无关的异常影像。相比其他一些影像学检查方法，CT 的伪影较少，图像更清晰、真实可靠，能够较准确地反映脑部病变的实际情况，减少因伪影干扰导致的误诊或漏诊，有利于医生对肿瘤的形态、大小、位置等特征进行准确评估。

(5)连续无缝隙扫描：CT 检查可以进行连续无间隙扫描，能够完整显示肿瘤的全貌以及与周围组织的关系，有助于了解肿瘤的侵犯范围和程度，为手术切除范围的确定和放疗计划的制定提供更准确的信息。

(6)对出血和骨质病变敏感：CT 对脑部出血和骨质病变的检测也较为敏感，能够清晰地显示出血的部位、范围和程度，以及骨质的破坏或增生情况。对于有些伴有出血或骨质改变的脑肿瘤的诊断和评估具有重要意义。

(7)CT 增强扫描：通过注射造影剂进行增强扫描，可以更清晰地显示肿瘤的边界和血供情况，有助于肿瘤的定性和分级。

(8)CT 血管成像（CTA）和 CT 灌注成像的应用：

灌注是一种成像技术，用于评估组织的血液灌注情况，即血液在组织中的流动和分布情况。CTA 有助于诊断脑肿瘤，可鉴别不同组织学类型的脑肿瘤，还能显示肿瘤对正常血管的推挤、包绕和侵袭等情况，为手术入路设计及术中血管保护提供指导。CT 灌注成像则可同时显示形态和功能，用于评估脑肿瘤的微循环功能状态和血供情况，对星形细胞肿瘤的分级具有较高的准确性。

2.CT 检查的不足有哪些呢？

(1)辐射风险：CT 检查存在一定的辐射剂量，儿童对辐射更为敏感，接受 CT 扫描可能会增加患脑肿瘤等恶性肿瘤的风险。

(2)CT 检查对软组织分辨率相对较低：与磁共振成像（MRI）相比，CT 对脑组织的软组织分辨率相对较低，对于一些主要表现为软组织肿块或脑实质内浸润性生长的肿瘤，CT 可能难以清晰地显示肿瘤的边界和内部结构，从而影响对肿瘤的准确分级和定性诊断。

(3)对肿瘤分级的价值有限：常规 CT 检查对脑肿瘤分级的价值有限，虽然 CT 灌注成像等新技术在肿瘤分级方面取得了一定进展，但在某些情况下，仍可能无法准确判断肿瘤的恶性程度，需要结合其他检查方法如 MRI 等进行综合评估。

(4)可能受检查前因素影响：儿童在检查前的准备情况，比如是否安静、是否配合等，都会影响检查效果。如果患儿过于躁动，即使用了镇静剂等措施，也可能导致图像出现伪影，影响诊断的准确性。

此外，检查时医生对患儿体位的摆放等也需特别注意，以确保获得高质量的图像。CT 检查对于儿童脑肿瘤主要用于初步筛查，尤其是当孩子出现急性症状（如剧烈头痛、呕吐或突发的神经系统异常）时，CT 能够快速发现颅内是否有占位性病变，帮助医生迅速判断是否需要紧急干预。

二、MRI 检查

它是一位“心灵感应大师”，通过强大的磁场

和无线电波，与大脑里的水分子进行“对话”，倾听它们的声音，从而绘制出大脑的高清地图。它对软组织的分辨能力较强，能够精准地描绘出肿瘤的边界，就像用细腻的画笔勾勒出一幅精美的画卷，让医生清晰地看到肿瘤的形状、大小和位置，甚至能感知肿瘤的“情绪”，判断它是良性还是恶性。

1.MRI 检查的优势有哪些呢？

(1)无电离辐射伤害：MRI 检查不使用 X 射线，因此对儿童患者更为安全，尤其适合需要多次成像的儿童肿瘤患者，减少了辐射暴露的风险。

(2)软组织分辨率高：MRI 对软组织的分辨率高于 CT，能够更清晰地显示脑组织的细节，有助于准确评估肿瘤的大小、形态、边界以及与周围脑组织的关系。比如，在评估后颅窝肿瘤时，MRI 不存在 CT 的后颅窝射线伪影，图像质量明显优于 CT。

(3)功能和结构信息的结合：MRI 可以提供多参数、多种成像序列，如 T1 加权成像（T1WI）、T2 加权成像（T2WI）、弥散加权成像（DWI）、灌注加权成像（PWI）等，能够同时显示肿瘤的解剖结构和功能信息。另外，动脉自旋标记（ASL）灌注成像可以反映肿瘤的血流灌注情况，有助于区分高、低级别脑肿瘤。

(4)功能 MRI 和磁共振波谱（MRS）：功能 MRI 可以观察脑部的血流和代谢情况，有助于了解肿瘤对脑功能的影响；MRS 则可以提供肿瘤的代谢信息，有助于肿瘤的定性和分级。

(5)术中引导：术中 MRI（iMRI）可以在手术过程中实时提供肿瘤的影像信息，帮助外科医生更准确地切除肿瘤，减少残留，提高手术的成功率。iMRI 可以检测残余肿瘤组织，调整神经导航，补偿脑移位，避免早期再次手术。

2.MRI 检查的不足有哪些呢？

(1)检查时间较长：MRI 检查通常需要较长时间，儿童可能难以保持静止，可能影响图像质量。对于不配合的儿童，需要使用镇静剂。

(2)对某些病变显示欠佳：MRI 在显示某些病变

方面可能不如 CT，如钙化和骨性结构。在少突胶质细胞瘤中，CT 可以观察到钙化，而 MRI 可能无法清晰显示。

(3) 伪影问题：虽然 MR 不存在 CT 的后颅窝射线伪影，但 MRI 检查也可能受到其他伪影的影响，如运动伪影、磁敏感伪影等，这些伪影会干扰图像的解读。

(4) 需要注射对比剂：一些 MRI 检查需要使用对比剂（如钆剂），可能会引起变态反应或其他不良反应。此外，对比剂的使用也需要排除相应的禁忌证。

(5) 技术要求：MRI 检查对操作者的经验和技能要求较高，有时检查的成败全靠医生的经验和耐心。

MRI 检查对于脑干肿瘤、胶质瘤等位置复杂或边界不清的肿瘤，能够提供比 CT 更详细的信息，帮助医生精准判断肿瘤的范围和可能的侵袭性。在疾病程度分级方面，MRI 结合一些特殊序列（如弥散加权成像 DWI、灌注成像 PWI）可以评估肿瘤的恶性程度。例如，高级别胶质瘤通常会在 MRI 上表现出明显的增强和周围水肿。在预后监测中，MRI 可以定期评估肿瘤的大小变化、是否有复发迹象，以及手术或放疗后的脑组织反应。

三、PET/CT 检查

它像一个“代谢追踪者”，它给身体注射了一种特殊的“标记糖”，然后观察大脑细胞对糖的“胃口”。正常细胞和肿瘤细胞对糖的代谢不同，肿瘤细胞就像贪婪的“大胃王”，会疯狂地吞噬糖分。PET/CT 通过追踪这些标记糖的分布，就能像侦探追踪线索一样，精准地找到那些代谢异常的肿瘤细胞，将它们从众多正常细胞中揪出来，为医生提供更全面的诊断信息。

1. PET/CT 检查的优势有哪些呢？

(1) 早期诊断与鉴别诊断：PET/CT 能够提供全身的代谢信息，有助于发现微小的肿瘤和远处转移，对于一些难以诊断的儿童脑肿瘤，如成神经细胞瘤或淋巴瘤，PET/CT 可以提供关键信息，帮助医生做出准

确诊断。比如， ^{18}F -FDG PET/CT 可以根据肿瘤病灶的代谢活性提供预后信息。在间变性星形细胞瘤中，病灶对 ^{18}F -FDG 的摄取程度与其组织病理分级呈正相关，且其代谢参数（如 SUV_{max} ）可作为预测患儿无进展生存期的重要指标。

(2) 肿瘤分期与治疗效果评估：PET/CT 可以准确显示肿瘤的位置、大小、形状以及是否有淋巴结或远处转移，这对于肿瘤的分期至关重要。在治疗过程中，PET/CT 可以早期发现治疗效果，如肿瘤的缩小或代谢活动的减少，这有助于医生及时调整治疗方案。比如，在儿童脑干胶质细胞瘤患者中，超过 50% 的肿瘤实质 ^{18}F -FDG 代谢增高者生存率明显降低，这为预后评估提供了重要依据。

(3) 多模态融合成像：多模态是指在医学影像学中，综合使用多种成像技术（模态）来获取同一患者的图像信息，以提供更全面、准确的诊断依据。PET/CT 与 MRI 的多模态融合检查可以实现 $1+1 > 2$ 的影像诊断效果。PET/CT 可以提供代谢信息，而 MRI 可以提供详细的解剖信息，两者的结合可以更全面地评估肿瘤的特征。比如，PET/CT-MR 融合检查可以明确肝脏转移病灶，且病灶显示清晰。

(4) 活检计划制定：PET/CT 可以帮助识别需要进行活组织检查的侵袭性病灶，从而制定更精确的活检计划，提高活检的准确性和安全性。

2. PET/CT 检查的不足有哪些呢？

(1) 辐射暴露：儿童对放射性的敏感性较高，PET/CT 检查涉及一定的辐射暴露，这可能增加儿童患癌症的风险。因此，使用 PET/CT 检查时需要权衡风险与收益。

(2) 镇静药物的使用：为了适应长时间的图像采集，儿童可能需要使用镇静药物，这可能会对儿童的神经系统造成损伤。因此，使用镇静药物时需要谨慎评估其风险。

(3) 正常脑组织的生理性摄取：正常脑组织生理性 ^{18}F -FDG 高摄取可能影响对脑肿瘤灶的检测，尤其是低级别胶质瘤。因此，临床影像学评估儿童脑肿

瘤一般不推荐使用 PET/CT，除非使用新型示踪剂。

(5)治疗干扰：儿童脑肿瘤治疗过程中使用糖皮质激素和放疗会影响大脑葡萄糖摄取，从而干扰 18F-FDG PET 对脑肿瘤治疗疗效的评估。

PET/CT 检查涉及放射性物质，对儿童的辐射风险较高，尤其是对婴幼儿和年幼儿童。因此，它通常用于那些需要明确肿瘤代谢特征、评估治疗效果或监测复发的复杂病例。例如，对于高级别胶质瘤或经过多次治疗的肿瘤，PET/CT 可以提供更全面的代谢信息，帮助医生调整治疗方案。

综上所述，CT、MRI 和 PET/CT 这些影像学检查在儿童脑肿瘤的诊断中各有优势和不足，CT 适合快速排查和紧急情况时；MRI 是精准诊断和长期监测的首选工具；PET/CT 则在复杂病例中提供代谢信息，但需要谨慎权衡辐射风险。在实际应用中，临床医生通常会根据患儿具体情况综合考虑这些因素，选择最合适的检查方法，以确保既能提高诊断的准确性，又能最大限度地减少对孩子的影响。只要家长们在正规医院，找专业医生，配合医生进行相关的检查和治疗，相信进程一定可以更顺利。

表 1 CT、MRI 和 PET/CT 三种影像学检查方法的对比表

检查方法	主要用途	优点	不足	检查时长(分钟)
CT	主要用于初步筛查，如剧烈头痛、呕吐或突发的神经系统异常	出血和骨质病变首选；对肿瘤钙化灵敏度高；检查时间短	有辐射伤害；对软组织分辨率相对低，不能配合的患儿需用镇静药	3-10
MRI	主要用于精准诊断和长期监测，尤其适用于脑干肿瘤、胶质瘤等	软组织分辨率高；无辐射伤害；获得的图像信息丰富	检查时间较长；图像容易产生伪影；不能配合的患儿需用镇静药	15-30
PET/CT	明确肿瘤代谢特征、评估治疗效果或监测复发的复杂病例	早期诊断与鉴别诊断；肿瘤分期与疗效评估	检查有辐射伤害；用的药有辐射损害；不能配合的患儿需另用镇静药	大约 60

