doi:10.11659/jjssx.11E017072

·临床研究·

X射线与CT引导下经皮穿刺活检在胸腰椎占位性病变诊断中的差异应用比较

轩安武,王亚楠,李青松,谢雁春,李 卓,赵阳阳,于海龙 (沈阳军区总医院骨科脊柱病区,辽宁 沈阳 110016)

[摘 要] **目的** 探讨术中X射线与CT引导下经皮穿刺活检在胸腰椎占位性病变诊断中的应用价值。**方法** 回顾性分析2011年5月至2016年7月我科收治的97例临床不能明确诊断的胸腰椎占位性病变患者的临床资料;所有患者均于本院Artis-Zeego复合手术室内在Artis-Zeego机器人引导下完成经皮椎体穿刺活检术。胸椎椎体穿刺活检患者46例作为T组,其中将X射线引导下椎体穿刺活检25例分为T-x组,CT引导下椎体穿刺活检21例分为T-ct组;腰椎椎体穿刺活检患者共51例作为L组,其中将X射线引导下椎体穿刺活检24例分为L-x组,CT引导下椎体穿刺活检27例分为L-ct组;所有患者分别在X射线或CT监视下,使用骨穿刺活检针,局部麻醉下经椎弓根途径取脊柱占位性病变骨质适量,通过变换工作通道方向或用不同直径的骨活检针进行多向多点取材,将钻取标本立即置于10%的福尔马林中保存,标本送病理检查及相应的病理细胞学检查。比较各组患者穿刺活检的成功率与诊断准确率以及穿刺活检并发症等相关情况。**结果** T-x组5例患者由于术中X射线监视困难未成功取材,转为CT引导下成功取材,穿刺成功率80.0%(20/25),穿刺成功的患者中有6例患者病理检验未能明确诊断,T-x组患者穿刺活检总的诊断准确率70%(14/20);T-ct组穿刺成功率100%,明显高于T-x组($P<0.05$);T-ct组患者中有3例患者病理检验未能明确诊断,其总的诊断准确率88.5%(23/26),明显高于T-x组($P<0.05$)。L-x组患者有1例因术中疼痛,无法配合被迫终止穿刺,穿刺成功率95.8%(23/24),L-ct组患者穿刺活检均成功取材,穿刺成功率为100%,2组比较差异无统计学意义($P>0.05$);L-x组有2例患者未能明确诊断,穿刺活检总的诊断准确率为87.5%(21/23),L-ct组有1例患者病理检验未能明确诊断,穿刺活检总的诊断准确率96.3%(26/27),2组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。并发症发生情况:T-x组1例患者术中疼痛不能耐受,局部追加麻药后完成穿刺,1例患者术后出现一过性双下肢感觉异常,1周后症状改善,1例患者术中出现穿刺部位疼痛,追加局麻药不能改善,被迫停止穿刺;所有在CT引导下行穿刺活检的患者均未出现并发症。**结论** CT与X射线引导下穿刺活检术用于脊柱占位性病变诊断中,对指导治疗具有重要意义,但对于胸椎占位性病变CT引导下经皮穿刺活检安全性、诊断准确率较高,而对于腰椎占位性病变X射线或CT引导下经皮穿刺活检具有相同的安全性及诊断准确率。

[关键词] 经皮穿刺活检术;脊柱占位性病变;Artis-Zeego复合手术室;穿刺准确率

[中图分类号] R604;R445 [文献标识码] A [收稿日期] 2017-11-20

Comparison on value of X-ray and CT guided percutaneous biopsy in diagnosis of thoracic and lumbar space occupying lesions

XUAN An-wu, WANG Ya-nan, LI Qing-song, XIE Yan-chun, LI Zhuo, ZHAO Yang-yang, YU Hai-long (Department of Spine Surgery of Orthopedic, General Hospital of Shenyang Military Area Command, Shenyang Liaoning 110016, China)

Abstract: Objective To investigate the value of intraoperative X-ray guided and CT guided percutaneous biopsy in the diagnosis of thoracic and lumbar space occupying lesions. **Methods** A total of 97 patients with thoracic and lumbar space occupying lesions who were not diagnosed clinically in our hospital from May 2011 to July 2016 were retrospectively analyzed. All patients underwent percutaneous vertebral biopsy under the guidance of Artis-Zeego robot in the Artis-Zeego complex operating room of our hospital. Thoracic vertebral body biopsy in patients with a total of 46 cases were divided into T group, in which X-ray guided percutaneous biopsy in 25 cases were divided into T-x group, CT guided percutaneous biopsy in 21 cases were divided into T-ct group. Lumbar puncture biopsy in patients with a total of 51 cases were divided into L group, in which X-ray guided percutaneous live review of 24 cases were divided into L-x group, CT guided percutaneous biopsy in 27 cases were divided into L-ct group. According to the packet respectively in X-ray or CT monitoring, the use of bone biopsy needle under local anesthesia, transpedicular approach for spinal lesions of bone amount, by changing the working path or direction bone biopsy needle of different diameter to save drilling samples which were immediately placed in 10% formalin, specimens were sent for pathological examination and corresponding pathological and cytological examination. The success rate, diagnostic accuracy and complications of percutaneous biopsy were compared between the two groups in X-ray and CT guided percutaneous vertebral biopsy. **Results** T-x group of 25 patients, 5 patients with puncture failure for intraoperative X-ray monitoring difficulties were transferred to puncture under the guidance of CT, the success rate of puncture was 80% (20/25). Of the patients with success puncture, 6 cases were unidentified by pathological examination, the total diagnostic accuracy rate of biopsy in T-x group was 70% (14/20). The success rate of puncture in T-ct group was 100%, significantly higher than that of T-x group ($P<0.05$). In T-ct group, 3 cases were unidentified by pathological examination, the total diagnostic accuracy rate of

biopsy was 88.5% (23/26), which was significantly higher than that of T-x group ($P<0.05$). In the L-x group, 1 case with puncture failure for pain during the operation, the success rate of puncture was 95.8% (23/24), patients of L-ct group were successfully punctured, the success rate was 100%, the difference between the two groups was not significant ($P>0.05$). In the L-x group, 2 patients failed to confirm the diagnosis, the diagnostic total accuracy rate of L-x group was 87.5% (21/23); of the L-ct group, 1 cases failed to confirm the diagnosis, the diagnosis total accuracy rate of L-ct group was 96.3% (26/27), the difference between two groups was not significant ($P>0.05$). Complications: In the T-x group, 1 cases received additional local anesthetic after puncture for pain; 1 patients had transient lower extremity paresthesia, and the symptoms were improved 1 weeks later; 1 case with intraoperation puncture site paining was not alleviated and had to stop the puncture. All patients with CT guided biopsy had no complications. **Conclusion** CT and X-ray guided percutaneous biopsy has important significance in diagnosis and treatment of spinal lesions, and CT guided percutaneous biopsy is safer for thoracic lesions with higher diagnostic rate, while for lumbar lesions fluoroscopy, X-ray or CT guided percutaneous biopsy has the same security and diagnostic rate.

Keywords: percutaneous needle biopsy; spinal space-occupying lesions; Artis-Zeego complex operation room; accuracy of puncture

目前,脊柱占位性病变的诊断应遵循临床、放射学、病理学三者密切结合的原则,术前对病变做出正确的诊断对于制定综合治疗方案及手术时机的把握具有重要意义[1-3]。随着现代影像学技术的进步,虽然能够对脊柱占位性病变进行定位诊断,但是单纯依靠临床表现、实验室检查及影像学检查进行定性诊断仍然是一个很大的挑战,因此病理检验仍然是目前脊柱占位性病变定性诊断的金标准[3-4],而病理检验的前提是需要对病变部位进行取材。切除活检、切开活检、闭合活检是目前临床病理活检常见的三种活检方法,对可疑为恶性肿瘤的患者多采用闭合活检与切开活检,由于脊柱病变部位深在而且血运丰富,毗邻大血管、神经、脊髓,切开活检虽然易于获取足够量的病理组织,但有损伤大、出血多、肿瘤播散、转移及小病灶不易精确取材的缺点[5-6]。借助于影像学相关技术引导下经皮穿刺活检作为一项微创、安全、高效的检查方法,被公认为脊柱占位性病变病理活检的最佳方法[7]。目前最常见的是 X 射线与 CT 引导下脊柱占位性病变穿刺活检,但是越来越多的医生更倾向于选择 CT 引导下穿刺活检。本研究着重探讨 X 射线与 CT 引导下胸腰椎占位性病变穿刺活检的成功率、准确率及穿刺活检并发症等相关问题,评价二者在胸腰椎占位性病变诊断中应用价值的差异。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2011 年 5 月至 2016 年 7 月我科收治的 97 例胸腰椎占位性病变患者资料。其中男 49 例,女 29 例;年龄 46 ~ 72 岁,平均 63 岁;病程 2 d 至 28 个月;其中 28 例患者有合并恶性肿瘤史;主要临床症状表现为:腰背部疼痛,双下肢放射性疼痛、麻木、无力、胸腹部束带感,双下肢不全瘫,双下肢完全瘫痪或无明显症状体检时发现。主要体征包括:局部压痛、叩击痛,双下肢肌力减退,皮肤浅感觉减退,腱反射活跃,病理征阳性等。

1.2 方法

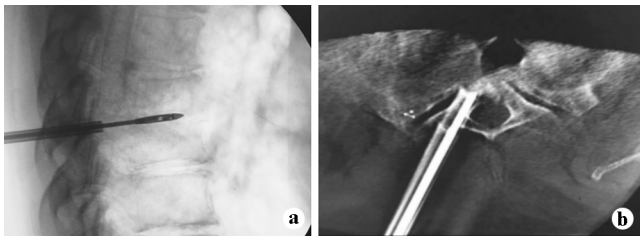
1.2.1 仪器与设备 Artis Zeego 介入复合手术室,采用 Artis Zeego 介入机器人穿刺引导系统,穿刺系统为 Ackermnn 骨钻针及切割式活检针、Quickcut 抽吸式活检针。

1.2.2 术前准备 术前所有患者行常规胸腰椎正侧位 X 射线检查、椎体及椎间盘 CT 平扫 + 三维重建、MRI 平扫 + 增强扫描,根据 MRI 图像初步预估病变性质,根据 X 射线及 CT 扫描结果评估病变的部位、范围,以及与脊髓、神经根、血管及周围重要脏器的关系,设计穿刺点、穿刺平面、穿刺角度、穿刺深度等。常规检查患者凝血功能、常规传染病指标,查看穿刺部位有无皮肤破损、感染。加强医患沟通消除患者紧张情绪,尽可能寻求患者配合,患者及家属签署穿刺活检知情同意书。

1.2.3 分组方法 根据病变部位不同将胸椎占位性病变患者分为 T 组($n=46$),腰椎占位性病变患者分为 L 组($n=51$),使用 Artis Zeego 介入机器人 X 射线引导下穿刺活检患者分别为 T-x 组($n=25$)和 L-x 组($n=24$),使用 Artis-Zeego 介入机器人 CT 引导下穿刺活检患者分别为 T-ct 组($n=21$)和 L-ct 组($n=27$)。

1.2.4 穿刺方法 根据术前检查确定穿刺椎体平面,按照术前设计的穿刺点作体表标记,常规消毒穿刺点、铺巾,贴皮肤保护膜。采用局部麻醉,胸腰椎均选择经椎弓根入路穿刺,根据术前影像学显示病变最明显的部位设计进针点、进针角度和深度并避开大血管、神经根、脊髓等重要结构,操作过程中随时行 X 射线或 CT 监视调整穿刺针的位置与方向(图 1),当确认穿刺针到达预定位置后在同一点略改变方向呈扇形取材 2 ~ 3 次,对于骨性病变、骨皮质病变或混合型病变均采用 Ackermann 骨钻针;对于溶骨性病变同时采用

Ackermann 骨钻针钻取骨皮质,采用切割式活检针和抽吸式活检针采集非骨性标本组织,组织块用 10% 甲醛固定,分别送病理组织学检查及细胞学检查,拔除穿刺针后压迫穿刺点 3 ~5 min,消毒包扎伤口后再次扫描,了解有无出血、气胸等并发症发生。术后常规平卧位压迫切口处 3 ~5 h,以防止切口内血肿。



a:X 射线引导下 T_8 椎体占位性病变穿刺活检;b:CT 引导下 T_1 椎体占位性病变穿刺活检

图 1 X 射线及 CT 引导下行穿刺活检

1.2.5 结果判定方法 穿刺针到达预定位置可顺利取出至少 1 条组织块视为穿刺成功,若改变穿刺位置 3 次仍无法取材或穿刺过程中出现严重并发症不得不停止穿刺视为穿刺失败;将穿刺病理结果与临床最终诊断对照,计算穿刺活检准确率,对于手术患者,临床最终诊断以手术病理为准,未手术患者,临床最终诊断需综合穿刺病理、临床、影像及其他检查结果。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 21.0 统计学软件进行统计学分析,样本率的比较采用 χ^2 检验,当样本数小于 40 时应用 Fisher 确切概率法,$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 穿刺成功率与准确率

97 例患者中 96 例患者均成功穿刺取材并送病理检验,T-x 组 25 例患者中,5 例由于术中 X 射线监视困难未成功取材,转为 CT 引导下成功取材,穿刺成功率 80.0%(20/25)。穿刺成功的患者中有 6 例患者病理检验未能明确诊断,T-x 组穿刺活检总的诊断准确率 70.0%(14/20);T-ct 组 21 例患者以及由 X 射线穿刺失败的 5 例患者均成功取材,穿刺成功率 100%,明显高于 T-x 组($P<0.05$)。穿刺成功的患者中有 2 例病理检验未能明确诊断,T-ct 穿刺活检总的诊断准确率 92.3%(24/26),明显高于 T-x 组($P<0.05$)。L-x 组 24 例患者中 1 例未成功取材,取材成功率 95.8%(23/24),L-ct 组 27 例患者穿刺活检均成功取材,穿刺成功率均为 100%,2 组比较差异无统计学意义($P>0.05$);L-x 组有 2 例患者未能明确诊断,穿刺活检总的诊断准确率为 87.5%(21/23),L-ct 组有 1 例患者病理检验未能明确诊断,其穿刺活检总的诊断准确率 96.3%(26/27),2 组比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 2 组患者穿刺成功率与穿刺准确率比较(%)

项目	T-x 组 ($n=25$)	T-ct 组 ($n=21$)	χ^2	P	L-x 组 ($n=24$)	L-ct 组 ($n=27$)	χ^2	P
成功率	80.0	100.0	2.686	0.231	87.5	96.3	0.700	0.472
准确率	80.0	92.3	5.765	0.019	95.8	100.0	1.148	0.347

2.2 穿刺结果对比情况

穿刺活检诊断与最终诊断对照见表 2。10 例患者穿刺活检后未能明确诊断,其中 2 例为血凝块,5 例因取材较少,病理组织不足而无法进行病理检验,3 例为正常骨组织。7 例穿刺活检后选择手术治疗后均获得明确病理结果,其中嗜酸性肉芽肿 2 例,转移性肿瘤 3 例,椎体血管瘤 2 例。

2.3 并发症发生情况

仅 X 射线引导下穿刺活检患者中有 3 例术中出现轻微并发症:T-x 组 2 例,其中 1 例术中疼痛不能耐受,局部追加麻药后完成穿刺;1 例术后出现一过性双下肢感觉异常,1 周后症状改善。L-x 组 1 例术中出现穿刺部位疼痛,追加局部麻醉药不能改善,被迫停止穿刺。CT 引导下穿刺活检的所有患者均未出现并发症。

表 2 穿刺活检病理诊断与最终诊断对照(例)

病变类型	T 组		L 组	
	穿刺病理	最终诊断	穿刺病理	最终诊断
转移癌	21	23	25	28
原发性良性骨肿瘤及肿瘤样病变	6	7	7	9
原发性恶性骨肿瘤	3	3	4	4
血管瘤	4	4	3	3
脊柱结核	5	5	4	4
布氏杆菌感染	2	2	3	2
非特异性病变	3	2	3	1
正常骨组织	2	0	1	0
阴性结果	0	0	1	0
合计	46	46	51	51

注:阴性结果指未能成功完成穿刺,未取到病变组织

3 讨论

本研究中所有患者均选择在 Artis-Zeego 复合手术室内行胸腰椎占位性病变穿刺活检,主要应用复合手术室联合外科微创手术与介入手术,使原本需要分别在手术室、介入导管室甚至影像学科室分期才能完成的重大手术,可以合并在一间手术室里一站式完成,无需在影像学科室与手术之间多次转移患者,避免了患

者的多次麻醉和转移可能带来的风险[8-10]。本研究主要应用 Artis-Zeego 复合手术室中 Artis-Zeego 机器人可同时行 X 射线透视与 CT 扫描的功能,增加研究的可比性,而且术中在 X 射线透视失败的情况下可及时改为 CT 扫描来弥补 X 射线透视的不足[11-12]。

胸腰椎占位性病变穿刺活检的意义主要有两个方面,一是尽快明确诊断。由于脊柱特殊解剖特点,临床上脊柱椎体病变发生率较高(其中主要是肿瘤或需与肿瘤鉴别的占位性病变)其病灶早期不易发觉或诊断,后期又会出现较严重的神经系统症状,因此早期诊断与治疗显得尤为重要,而且明确占位性病变组织的病理性质,不仅是后续治疗的重要依据,而且对于外科抉择也起着至关重要的作用[13]。二是对于可疑恶性肿瘤病灶进行穿刺活检,符合骨肿瘤治疗的原则或程序,对于四肢可疑恶性骨肿瘤常规进行穿刺活检,已被写入了骨肿瘤诊疗常规[14]。另外,穿刺活检亦是疑难脊柱病变鉴别诊断的关键手段。

经皮穿刺活检椎体病变可追溯到 1935 年,由于当时影像设备不足,普通 X 射线显影不能获得病变横断面的资料,穿刺不能安全、准确获得足量病变椎体组织,且操作难度大,易误伤脊柱周围的重要神经和脏器组织,风险较高。但随着越来越熟练地掌握了椎弓根技术(内固定及椎体成形等),在 X 射线(C 型臂、G 型臂)监视下完成穿刺活检并不困难。X 射线引导下胸腰椎占位性病变穿刺活检具有以下特点:①X 射线透视可以在手术室完成,在辅助镇痛、生命体征监护、无菌条件等方面优于 CT 影像室,使手术发生感染的可能性降到最低,手术室的设备条件可以使患者在病情发生变化及疼痛难以忍受时予以及时处理,操作空间大无任何阻挡,操作更方便[15-16];②目前大多数二级医院手术室均已配备 X 射线透视设备(C 型臂、G 型臂)及可透视手术床,加上越来越多的脊柱外科医生们均已掌握椎弓根技术,这使得经皮穿刺活检技术更容易开展;③相比较 CT 而言,无论对于操作者或患者,X 射线透视的辐射量较 CT 明显减少,而且费用也相对更低;④X 射线透视影像效果的精确性、直观性相对较差,但外科医师的操作经验可以弥补,而且对于腰椎部位不受周围组织的影响,同样可以获得清晰的穿刺路线,避免损伤周围重要神经血管[17-18]。

CT 引导下穿刺活检的优缺点:①CT 扫描空间对比度好、分辨率高,能清晰地显示脊柱病变位置、形态、结构及分辨病灶与邻近重要结构的关系,可以精确地判断穿刺针在椎弓根和椎体内的位置及穿刺针与椎弓内壁的关系,便于及时调整穿刺针的位置和角度,使穿刺针避开邻近重要神经血管结构而安全到达靶部位,提高了穿刺活检的成功率和安全性,减少并发症[18-20]。Renfrew 等[21]认为 CT 引导下经皮经椎弓根穿刺活检使针道缩短,并发症发生率低、准确率高,平均在 90% 以上。②CT 扫描射线辐射量大、费用昂贵,并且大多数二级医院手术室无法配置术中 CT 扫描机,需在 CT 室内进行穿刺活检,增加感染的概率。

结合本研究结果,对于胸椎占位性病变穿刺活检术,X 射线引导下穿刺活检成功率与准确率均较 CT 引导下穿刺活检低,而且穿刺失败患者的椎体主要集中于上中胸椎(T_1 ~ T_8),主要原因考虑为:①解剖学原因。上中胸椎椎弓根发育较细,增加穿刺难度,另外上中胸椎周围骨性结构较多,如肩胛骨、肱骨、肋骨,X 射线透视下周围骨性结构会产生伪影,影响穿刺椎体椎弓根的投影,从而影响穿刺针方向及深度的把握。而术中 CT 引导下透视可产生三维头像,能够较清楚地辨别周围骨性结构及穿刺针的角度及深度,提高穿刺活检的成功率及准确率;②技术原因。上中胸椎除了毗邻较多的骨性结构外,前方还毗邻肺、心、大血管等重要组织,常规二级医院开展上中胸椎的穿刺较少,而且多数外科医生将其视为穿刺活检术的“禁区”,从而在穿刺时熟练程度不够,再加上复杂的解剖结构,从而降低了上中胸椎穿刺活检的成功率及准确率。对于腰椎的穿刺活检,X 射线与 CT 引导下穿刺活检的成功率与准确率无明显差异,主要因为腰椎椎弓根粗大、腰椎周围骨性结构较少,无论 X 射线透视还是 CT 扫面均可清楚明显地识别椎弓根的投影及穿刺针的角度和深度,结合术前影像学资料及设计的穿刺平面及穿刺角度和深度,X 射线与 CT 引导下均可成功取材与病理活检。综合比较 X 射线与 CT 引导下胸腰椎占位性病变穿刺活检的优缺点,笔者认为,对于胸椎占位性病变患者优先选择 CT 引导下穿刺活检,虽然 CT 扫描时患者及术者面临较大的辐射量,但其穿刺成率及准确率较高;对于腰椎占位性病变患者优先选择 X 射线引导下穿刺活检,在达到相同的穿刺成功率及准确率的前提下,可减少射线辐射,而且可以在普通二级医院手术室内进行,降低穿刺感染率,方便穿刺过程中的患者麻醉及疼痛管理。CT 引导下脊柱占位性病变病变穿刺活检可能会有出血、感染、神经损伤及病理性骨折等并发症发生,但严重并发症发生率较低,均小于 1%。本研究中 X 射线透视引导下仅 3 例患者术中出现轻微并发症,CT 引导下穿刺活检患者均未发生并发症。

CT 与 X 射线引导下穿刺活检术均可用于脊柱占

位性病变诊断中,尤其对于脊柱肿瘤患者指导后续治疗具有重要意义,但对于胸椎占位性病变 CT 引导下经皮穿刺活检具有较高的安全性和活检阳性率,对于腰椎占位性病变 X 射线引导下或 CT 引导下经皮穿刺活检具有相同的安全性及活检阳性率。因此,对于胸椎占位性病变患者建议优先选择 CT 引导下穿刺活检,对于腰椎占位性病变患者建议优先选择 X 射线引导下穿刺活检。

[参考文献]

[1] Shiraishi H,Nishida J,Araki S,et al. A study of the transpedicular vertebral biopsy for the spinal tumor[J]. J Jpn Orthop Assoc,1998,72:S974.

[2] Dupuy DE,Rosenberg AE,Punyaratabandhu T,et al. Accuracy of CT-guided needle biopsy of musculoskeletal neoplasms[J]. AJR Am J Roentgenol,1998,171(1):759 - 762. doi:10.2214/ajr.171.3.ajionline1713001.

[3] Hryhorczuk AL,Strouse PJ,Biermann JS. Accuracy of CT-guided percutaneous core needle biopsy for assessment of pediatric musculoskeletal lesions[J]. Pediatr Radiol,2011,41(7):848 - 857. doi:10.1007/s00247 - 010 - 1970 - 6.

[4] Estrada-villasenor EG,Cedillo ED,Gonzalez LM,et al. Accuracy of intraoperative consultation for bone tumors:experience in orthopedic hospital[J]. J Orthop Sci,2007,12(2):123 - 126. doi:10.1007/s00776 - 006 - 1096 - 8.

[5] Nourbakhsh A,Grady JJ,Garges KJ. Percutaneous spine biopsy: a meta-analysis[J]. J Bone Joint Surg Am,2008,90(8):1722 - 1725. doi:10.2106/JBJS.G.00646.

[6] Dave BR,Nanda A,Anandjiwala JV. Transpedicular percutaneous biopsy of vertebral body lesions: a series of 71 cases[J]. Spinal Cord,2009,47(5):384 - 349. doi:10.1038/sc.2008.108.

[7] Ashizawa R,Ohtsuka K,Kamimura M,et al. Percutaneous transpedicular biopsy of thoracic and lumbar vertebrae-method and diagnostic validity[J]. Surg Neurol,1999,52(6):545 - 551.

[8] Kamei Y,Nishida J,Mimata Y,et al. Core needle percutaneous transpedicular vertebral body biopsy:a study of 128 cases[J]. J Spinal Disord Tech,2015,28(7): E394 - E399. doi: 10.1097/BSD.0b013e31829c077a.

[9] Naresh-Babu J,Neelima G,Reshma-Begum SK. Increasing the specimen adequacy of transpedicular vertebral body biopsies. Role of intraoperative scrape cytology[J]. Spine J,2014,14(10):2320 - 2325. doi:10.1016/j.spinee.2014.01.033.

[10] Janardhana P Aithala. Role of percutaneous image guided biopsy in spinal lesions: adequacy and correlation with MRI findings[J]. J Clin Diagn Res,2016,10(8):RC11 - RC15. doi:10.7860/JCDR/2016/20440.8377.

[11] Yapici F,Atici Y,Balioglu MB,et al. A comparison of two techniques:open and percutaeous biopsies of thoracolumbar veterbral body lesions[J]. J Craniovertebr Junction Spine,2015,6(1):36 - 39. doi:10.4103/0974 - 8273.151592.

[12] Muthukumar N. Biopsy of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Neurol India,2013,61(6):569 - 571. doi:10.4103/0028 - 3886.125239.

[13] BR Dave,Nanda A,Anandjiwala JV. Transpedicular percutaneous biopsy of vertebral body lesions:a series of 71 cases[J]. Spinal Cord,2009,47(5):384 - 389. doi:10.1038/sc.2008.108.

[14] 李浩鹏,杨保辉,贺西京,等. CT 引导下穿刺活检在胸腰椎病变诊断中的应用[J]. 实用骨科杂志,2009,15(4)255 - 256. doi:10.3969/j.issn.1008 - 5572.2009.04.005.

[15] Tsukushi S,Nishida Y,Yamada Y,et al. CT-guided needel biopsy for musculoskeletal lesions[J]. Arch Orthop Trauma Surg,2010,130(5):699 - 703. doi:10.1007/s00402 - 009 - 1030.

[16] Moller S,Kothe R,Wiesner L,et al. Fluoroscopy-guided transpedicular trocar biopsy of the spine-results,review,and technical notes[J]. Acta Orthop Belg,2001,67(5):488 - 499.

[17] 韦 兴,史亚民,侯树勋,等. X 线监视下经皮穿刺活检胸腰椎椎体病灶 145 例分析[J]. 中国骨肿瘤骨病,2011,10(5):509 - 511. doi:10.3969/j.issn.1671 - 1971.2011.05.019.

[18] 朱爱军,孙 进,唐晓明,等. C 型臂监视下经皮脊柱病变活检术[J]. 实用骨科杂志,2009,15(8):602 - 603. doi:10.3969/j.issn.1008 - 5572.2009.08.013.

[19] Maciel MJ,Tyng CJ,Barbosa PN,et al. Computed tomography-guided percutaneous biopsy of bone lesion:rate of diagnostic success and complications[J]. Radiol Bras,2014,47(5):269 - 274. doi:10.1590/0100 - 3984.2013.0004.

[20] 张雪哲,黄振国,张学滨. CT 导引穿刺活检对脊柱病变的诊断价值[J]. 放射学实践,2014,29(12):1474 - 1477. doi:10.13609/j.cnki.1000 - 0313.2014.12.032.

[21] Renfrew DL,Whitten CG,Wiese JA. CT-guided percutaneous transpedieular biopsy of the spine[J]. Radiology,1991,180(2):574 - 576. doi:10.1148/radiology.180.2.2068332.

(编辑:杨 颖)