



单侧 PVP 术治疗Ⅲ期无神经症状 Kummell 病的临床疗效

郝晨,韩来春,史洁,梁冬牧,吕帅尧,关海山*

(山西医科大学第二医院骨科,山西 太原 030000)

摘要:目的 分析单侧经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)治疗Ⅲ期无神经症状 Kummell 病的有效性 & 安全性。方法 2016 年 6 月至 2019 年 5 月采用单侧 PVP 治疗Ⅲ期无神经症状 Kummell 病患者共 19 例,男 4 例,女 15 例;年龄 61~90 岁,平均年龄(77.89±9.43)岁。通过对手术前后病椎前缘椎体高度、局部 Cobb 角、视觉模拟评分(visual analogue scale,VAS)、Oswestry 功能障碍指数(oswestry disability index,ODI)的对比来评价该治疗方案的有效性,用术后血沉、C 反应蛋白、骨水泥渗漏及脊髓受压情况来评价该治疗方案的安全性。结果 19 例患者术前病椎前缘椎体高度、局部 Cobb 角度、VAS 评分、ODI 指数分别平均为(40.2±5.8)%、(19.8±9.2)°、(8.14±1.36)分、(80.30±8.65)%;术后第 1 天为(65.7±5.2)%、(10.4±5.1)°、(2.35±0.42)分、(22.43±7.54)%;末次随访时为(62.4±5.1)%、(11.5±4.7)°、(1.86±0.58)分、(21.54±7.86)%。术后第 1 天以上相关数据与术前对比,差异有统计学意义($P<0.05$),末次随访时以上相关数据与术后第 1 天对比,差异无统计学意义($P>0.05$),术后血沉及 C 反应蛋白值均属正常范围,出现骨水泥渗漏 4 例,但未出现相应的神经症状。结论 对于Ⅲ期无神经症状的 Kummell 病患者来说,单侧 PVP 安全有效,是一种合适的手术方式。

关键词: Kummell 病;单侧;经皮椎体成形术

文章编号: 1008-5572(2020)04-0343-05

中图分类号: R681.5+5

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文献标识码: B



近年来,由于医技水平的持续发展和患者对自身健康关注度不断提高,老年患者骨质疏松症的检出率也越来越高。伴随着高发的骨质疏松症,骨质疏松性压缩骨折的老年患者人数也呈现出激增的趋势,其中部分老年患者无明显诱因或因轻微外伤致颈椎疼痛,度过数周乃至数月的无症状期后,同一部位再次出现疼痛,并且症状加重,甚至有发展成为脊柱后凸畸形的可能性。该疾病在 1895 年由德国医生 Kummell 第一次提出,学者们后来将此类疾病定义为 Kummell 病。随着学者们对 Kummell 病认知的不断深入,目前对该病公认的定义为:在无明显诱因或受到轻微外伤的数周或数月后,由于局部骨组织缺血坏死,使椎体逐渐发生塌陷,进一步导致脊柱后凸畸形,并以顽固性胸、腰背部疼痛为主要临床表现,严重时可有相应神经压迫症状^[1-3]。Kummell 病通常在长期的骨质疏松症和脊髓损伤后发生^[4],是骨质疏松症的一种迟发性并发症,严重影响患者的生活质量,增加其伤残率、发病率以及死亡率^[5-7]。Kummell 病保守治疗往往效果较差,通常需手术治疗来缓解症状^[8-9]。对于 I、II 期的 Kummell 病患者而言,多数学者认为采取经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)或者椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP)是十分有效的治疗措

施^[10-11]。对于Ⅲ期 Kummell 病伴有神经症状的患者来说,学者们一致认为开放减压内固定术是对患者最好的手术方式。在Ⅲ期 Kummell 病中存在一类较特殊的患者,它们在影像学上显示伴有硬膜囊压迫,但并没有相应神经症状,关于这类患者的诊疗报道很少,且存在分歧。我们在 2016 年 6 月至 2019 年 5 月采用单侧 PVP 治疗Ⅲ期无神经症状的 Kummell 病患者共 19 例,获得了满意的疗效,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 19 例中男 4 例,女 15 例;年龄 61~90 岁,平均(77.89±9.43)岁。骨密度平均(-3.29±0.56)g/cm³,病史平均(3.53±1.62)个月。病椎位置分布:T₈ 1 例,T₉ 1 例,T₁₀ 3 例,T₁₁ 3 例,T₁₂ 4 例,L₁ 4 例,L₂ 2 例,L₃ 1 例。

1.2 纳入、排除标准 纳入标准:(1)19 例回顾性病例均满足Ⅲ期 Kummell 病的影像学诊断准则,CT(矢状位)显示病椎前、中柱内有“真空征”或“裂隙征”,CT(轴位)显示病椎后壁塌陷突入椎管;(2)MRI 显示椎体前、中柱塌陷,硬膜囊受压,T₁ 加权像呈低信号,T₂ 加权像呈高、中、低等混合性信号改变;(3)遵医嘱康复锻炼,规律抗骨质疏松治疗,随访完整。排除标准:(1)同时存在有脊髓及神经压迫症状;(2)合并有严重的心、肝、肾功能不全;(3)有明显影响预后的因素,

* 本文通讯作者:关海山

郝晨,韩来春,史洁,等.单侧 PVP 术治疗Ⅲ期无神经症状 Kummell 病的临床疗效[J].实用骨科杂志,2020,26(4):343-347.

例如严重的营养不良、全身状况很差等。

1.3 治疗方法 首先患者取俯卧位,在其胸部以及臀部垫上软枕,把腹部悬空使脊柱处于过伸的状态,并用双手在病椎的位置予以按压,帮助其恢复已经塌陷的前、中柱高度^[12]。在C型臂透视下确定病变阶段,在同水平背部体表标记后,棘突一次旁开1 cm作为入针点标记,用穿刺枪从进针点垂直皮肤达到骨质,外侧倾斜约25°略加进针后在C型臂下正侧位透视可见穿刺针尖位于椎弓根投影“牛眼”内,未超过内外侧皮质,继续同方向边进针边透视正侧位示:穿刺针位置在椎弓根内及针尖达椎体前1/3水平,调和骨水泥开始计时,经通道在透视下将骨水泥缓慢注入椎体,观察骨水泥在椎体内弥散良好,无椎体外渗漏,等待约15 min后将套管装置旋出,缝合伤口,无菌敷料包扎。

1.4 术后处理 术后2 d患者遵医嘱佩戴支具适当下地功能锻炼,避免剧烈运动以防止椎体再次骨折,规律口服碳酸钙D3片、骨化三醇以及阿仑膦酸钠片,并肌注降钙素抗骨质疏松治疗,同时对患者及其家属进行抗骨质疏松宣教工作。

1.5 疗效评价 (1)记录手术前、手术后第1天及末次随访时的病椎前缘椎体高度;(2)记录手术前、手术后第1天及末次随访时的病椎局部Cobb角度;(3)记录手术前、手术后第1天及末次随访时的视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS);(4)记录手术前、手术后第1天及末次随访时的Oswestry功能障碍指数(oswestry disability index, ODI);(5)术后第1天的血沉;(6)术后第1天的C反应蛋白;(7)术后骨水泥渗漏情况;(8)术后脊髓受压情况。

1.6 统计学处理 运用SPSS 19.0软件进行数据分析,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,术前、术后第1天、末次随访时的病椎前缘椎体高度、局部Cobb角度、VAS评分及ODI指数的对比采用配对t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

19例患者均行单侧经皮穿刺椎体成形术治疗,手术时间平均(39.11 ± 3.51)min,术中未出现骨水泥过敏反应及心、肺、脑等意外并发症,术后切口均I期愈合,术后随访时间平均(10.10 ± 2.51)个月,术后各时间点相关评价指标均较术前显著改善($P < 0.05$,见表1),术后第1天红细胞沉降率及C反应蛋白均属正常范围。术后随访过程中4例患者发生骨水泥渗漏,其中骨水泥渗入椎间盘内3例,椎管内静脉丛1例,但均未出现神经功能损伤、脊髓受压等相关并发症。

典型病例为一80岁女性患者,主因“下床时扭伤致胸背部疼痛4月余”入院。患者在4个月前因下床时不慎扭伤致出现胸背部疼痛,因疼痛症状较轻,且持续1周后逐渐缓解,故未到医院就诊。2个月后患者又出现胸背部疼痛,并且症状逐渐加重,自己无法耐受,遂就诊于我院。结合患者病程以及影像学资料,诊断为T₈椎体Kummell病。因患者年龄较高,合并多种内科疾病,虽然椎体后壁塌陷突入椎管,压迫硬膜囊,但并没有出现相应的脊髓及神经压迫症状,经过讨论后决定对患者行单侧PVP治疗。术前病椎前缘高度40%,Cobb角度17°,VAS评分8分,ODI评分80%;术后第1天病椎前缘高度63%,Cobb角度9°,VAS评分2.3分,ODI评分24%;末次随访时病椎前缘高度57%,Cobb角度10.5°,VAS评分1.8分,ODI评分20%。患者术后血沉及C反应蛋白均属正常范围,术中透视以及术后第1天X线片均未见骨水泥的渗漏,末次随访时X线片示骨水泥渗漏到椎间盘内,但患者未见明显的临床症状(见图1~6)。

表1 各时间点相关评价指标比较($\bar{x} \pm s$)

时 间	病椎前缘高度(%)	局部Cobb角(°)	VAS评分(分)	ODI指数(%)
术 前	40.2±5.8	19.8±9.2	8.14±1.36	80.30±8.65
术后1 d	65.7±5.2 ¹⁾	10.4±5.1 ¹⁾	2.35±0.42 ¹⁾	22.43±7.54 ¹⁾
末次随访	62.4±5.1 ²⁾	11.5±4.7 ²⁾	1.86±0.58 ²⁾	21.54±7.86 ²⁾

注:1)与术前比较, $P < 0.05$; 2)与术后1 d比较, $P > 0.05$

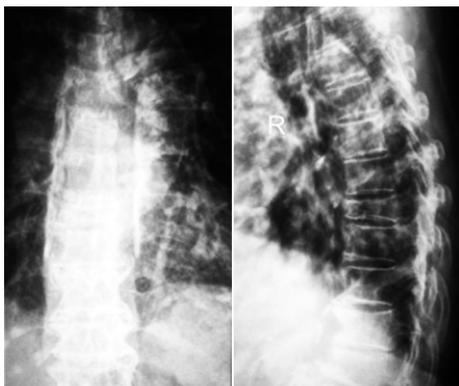


图1 术前正侧位X线片示T₈椎体压缩骨折



图2 胸椎CT矢状位示T₈椎体内“真空裂隙征”



图3 轴位CT示椎体后壁塌陷突入椎管内



图4 术前胸椎MRI示T₈在T₁像呈低信号,T₂像呈混合信号



图5 术后第1天未见骨水泥渗漏



图6 末次随访X线片示骨水泥渗漏到椎间盘内

3 讨论

3.1 Kummell病的病理机制 目前为止,有关Kummell病的病理机制仍存在不少争议,但大多数学者都认为Kummell病是在骨质疏松症的基础上,由于椎体缺血性骨坏死所导致的^[13-14]。首先,椎体受到的微小外伤可以导致骨小梁发生微骨折,致使椎体内的毛细血管受损,进一步发生闭塞,最终使骨小梁发生缺血性坏死。其次,因为人体的胸腰段椎体活动范围比较大,所以局部相对不稳定,不利于骨小梁微骨折的愈合,使骨小梁的微骨折在反复外力下不断发展,最终导致病变椎体的塌陷,甚至伴有脊柱后凸畸形及相应的神经损伤等。

3.2 Kummell病的影像学诊断 关于Kummell病的影像学诊断,学者们逐渐达成统一意见。1978年,Maldague等^[15]第一次在X线片上发现了椎体内裂隙征(intervertebral cleft, IVC),后来IVC被多名学者所证实,是Kummell病在X线以及CT上的特征性表现。IVC是椎体内骨小梁坏死吸收后形成的空洞,内有气体、液体或二者的混合物,通常位于椎体中间或终板一侧,椎体前部较多见^[16]。Kummell病MRI信号改变取决于IVC内容物性质,当IVC内为气体时,T₁、T₂像均表现为低信号;当IVC内为液体时,T₁像表现为低信号,T₂像则表现为高信号;当IVC内为二者混合物时,T₁像表现为低信号,T₂像则表现为高、中、低等混合信号改变。

3.3 Kummell病的分期 国内外大多数学者认为Li等^[11]对该病的分期是值得借鉴的。Li等将Kummell病分为Ⅲ期,Ⅰ期:病椎的高度减少小于20%,没有邻近上、下椎间盘的退行性改变;Ⅱ期:病椎的高度减少大于20%,通常有邻近上、下椎间盘退行性病变;Ⅲ期:病椎的后壁破裂合并脊髓压迫,主要症状是胸、腰背痛伴或不伴脊髓损伤症状。Ⅲ期Kummell病在影像学上表现为椎体后壁破裂塌陷,形成对硬膜囊压迫,但这种压迫通常是缓慢形成的,故大部分患者并

没有相应的脊髓损伤症状^[8]。

3.4 Kummell病的手术选择 就目前而言,Kummell病的治疗手段包括微创和开放两种手术选择。微创手术选择分为PVP和PKP;开放手术选择包括前入路、后入路以及二者联合入路等手术方式。针对Ⅰ、Ⅱ期的Kummell病,已经有大量的文献证明PVP或PKP是治疗该病安全并且有效的治疗手段。针对Ⅲ期伴有脊髓、神经损伤的Kummell病,后路开放减压内固定联合PVP也已被证明是不错的手术选择。而针对Ⅲ期无神经症状的Kummell病而言,其相关的治疗报道很少,且存在分歧。大多数学者认为Ⅲ期Kummell病患者椎体后壁破裂、塌陷是PVP或PKP手术的相对禁忌证,因为在术中注入骨水泥时,很有可能因为椎体后壁的破裂、塌陷,而导致骨水泥渗漏到椎管内,引起相应的神经症状,所以一般建议行开放手术治疗。但Kummell病患者大多为老年人,身体状况较差,并且合并多种内科疾病,要经过长时间的调整才能满足开放手术的条件要求,更有甚者根本无法满足开放手术的条件要求,再加上Kummell病患者往往有严重的骨质疏松症,即使可以行开放手术治疗,也面临着较大的内固定失败、融合率低等手术并发症^[17-18]。作者团队结合多年的临床经验,查阅相关文献,采用单侧PVP的方法治疗Ⅲ期不伴神经症状的Kummell病患者,术中、术后均未发现骨水泥渗漏到椎管内的情况,术后血沉、C反应蛋白数值也属于正常范围,未见患者有明显的炎症反应。患者手术后VAS评分、ODI指数与术前相比,有明显下降,并且持续到末次随访时也未发生明显的变化。研究结果支持单侧PVP对Ⅲ期无神经症状Kummell病的治疗,并且可以获得与治疗新鲜骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)患者一样的效果。

3.4.1 体位复位加手法复位 我们查阅以往相关文献发现术前体位复位和手法复位也能部分恢复椎体高度,所以在手术治疗的过程中也加入了术前体位复位加手法复位的方法。

具体的方法如下:患者在手术床上姿势为俯卧位,在其胸部以及髻部垫上软枕,通过确定病椎的位置来调整手术床和复位垫的位置,延伸患者的脊柱,用双手在病椎的位置施以外力进行复位,持续牵引其后纵韧带、上下椎间盘和前纵韧带,达到调整椎体高度,恢复部分 Cobb 角的目的^[19]。

3.4.2 单、双侧手术入路选择 刘欢等^[20]证实单侧手术入路可以获得与双侧入路治疗 Kummell 病患者同样的疗效。同时单侧入路具有操作时长短、术中透视次数少、术中骨水泥用量少以及骨水泥渗漏率低等优势。因为我们的手术是在局麻下进行的,为了尽量减少患者的疼痛、手术时间、所接受的辐射次数以及骨水泥的渗漏率,所以我们选择单侧入路治疗Ⅲ期无神经症状的 Kummell 病患者。

3.4.3 PVP 与 PKP 的选择 我们在回顾 PVP 与 PKP 治疗新鲜 OVCF 的文献时,多数学者认为 PKP 术在恢复椎体高度,矫正后凸畸形方面要优于 PVP 术,但 Kummell 病与新鲜的骨质疏松性压缩骨折不同,其椎体内有 IVC。作者认为如果对其病椎进行球囊的过度撑开,可能会增加骨水泥渗漏的风险,因为病椎内大多数的 IVC 都是封闭的,如果对其进行球囊扩张,可能会在椎体的前、中柱甚至上、下终板出现新的裂隙,这样会增加骨水泥渗漏的风险。同时从经济学的角度来讲,PKP 比 PVP 给患者带来了更大的经济负担,所以我们选择 PVP 术治疗Ⅲ期无神经症状的 Kummell 病患者。

3.4.4 术中骨水泥注入量 对于新鲜的骨质疏松性压缩骨折而言,已有大量文献证实骨水泥的注入量与患者临床症状的缓解没有正相关性,相反却与骨水泥渗漏的发生率呈现出明显的正相关性,同时伴随着骨水泥注入量的增多,椎体自身的强度和刚度在不断上升,邻近椎体骨折的发生率也在不断上升,所以我们力求以最小的骨水泥注入量达到最优的效果。但是对于 Kummell 病患者来说,因其椎体内存在 IVC,我们需要结合 IVC 的大小来决定骨水泥的注入量,不能单纯地只考虑因骨水泥过多所引起的一系列并发症。如果术中骨水泥注入量不足,很可能影响椎体的强度和刚度,导致患者临床症状的不缓解,甚至病椎很可能发生再次骨折。

3.5 PVP 治疗新鲜 OVCF 存在的问题 我们在回顾大量 PVP 治疗新鲜 OVCF 患者的文献中,了解到 PVP 在治疗这种疾病时主要存在两种不理想情况:(1)患者的局部后凸畸形矫正状况不理想,(2)存在比较高的骨水泥渗漏状况。但在本研究中,作者发现 PVP 对于该病并伴有后凸畸形的患者矫正效果满意,其原因作者认为该现象可能与真空裂隙征的分布、骨水泥的填充机制相关联。IVC 通常位于椎体的前中部,且大多数呈纵向线性走形,由于后凸畸形主要是因为椎体前、中柱受压所导致的,而骨水泥在注入时可能会沿

着真空裂隙征的方向弥散,一定程度上恢复前、中柱的高度,同时也纠正了后凸畸形。作者在分析术后 X 线片时发现,骨水泥在椎体内的分布呈弥散状接近上、下终板,而在治疗新鲜 OVCF 患者时骨水泥在椎体内的分布大多呈团块状。骨水泥渗漏的发生一直是 PVP 最严重的并发症之一,但在本研究中发现骨水泥渗漏的发生率比较低,这与王小刚等^[21]的观点相一致。与 PVP 术在治疗新鲜 OVCF 患者的骨水泥渗漏模式不同^[19],具有 IVC 的 Kummell 病患者在治疗的过程中骨水泥渗漏到椎管内的概率很低,但骨水泥渗漏到病椎相邻上、下椎间盘的发生率相对较高,作者分析原因可能是 Kummell 病患者椎体内的骨水泥大部分都是通过病椎终板内的裂隙渗入椎间盘内,虽然骨水泥在椎间盘内的渗漏短期内无明显的临床症状,但已有相关文献表明在长时间的随访过程中渗漏到椎间盘内的骨水泥会增加邻近节段椎体继发骨折的风险。本研究中骨水泥渗漏到椎间盘内的 3 例患者均未发现邻近椎体的骨折,考虑原因可能为我们随访的时间仍然较短,同时与我们不断强调规律抗骨质疏松的重要性有关。

综上所述,有关 Kummell 病的病理机制尚未明确,仍需进一步的探讨与研究,PVP 对于Ⅲ期无神经症状的 Kummell 病患者来说具有迅速止痛、稳定病椎、恢复病椎高度、尽早下地活动等优势,同时能够部分矫正后凸畸形,降低了骨水泥渗漏的发生率,从有效性和安全性两个方面来说,都是一种合适的手术方式。

参考文献:

[1] 李业成,张巍,张成亮,等.骨水泥强化椎弓根螺钉固定结合椎体后凸成形术治疗Ⅲ型 Kummell 病[J].实用骨科杂志,2017,23(6):20-23.

[2] Kim YC, Kim YH, Ha KY. Pathomechanism of intravertebral clefts in osteoporotic compression fractures of the spine[J]. Spine Journal, 2014, 14(4): 659-666.

[3] Wang G, Yang H, Chen K. Osteoporotic vertebral compression fractures with an intravertebral cleft treated by percutaneous balloon kyphoplasty[J]. J Bone Joint Surg(Br), 2010, 47(11): S455-S456.

[4] Matzaroglou C, Georgiou CS, Panagopoulos A, et al. Kummell's disease: clarifying the mechanisms and patients' inclusion criteria[J]. The Open Orthopaedics Journal, 2014, 15(8): 288-297.

[5] Zhang X, Hu W, Yu J, et al. An effective treatment option for Kummell's disease with neurological deficits[J]. Spine, 2016, 41(15): 923-930.

[6] Ruan Jianwei, Gong Xiaokang, Kong Jinsong, et al. Effect of B vitamin(folate, B6, and B12) supplementation on osteoporotic fracture and bone turnover markers: a meta-analysis[J]. Med Sci Monit, 2015 (21): 875-881.

- [7] Chen GD, Lu Q, Wang GL, et al. Percutaneous kyphoplasty for Kummell disease with severe spinal canal stenosis [J]. *Pain Physician*, 2015, 18(6): E1021.
- [8] Wu AM, Chi YL, Ni WF. Vertebral compression fracture with intravertebral vacuum cleft sign: pathogenesis, image, and surgical intervention [J]. *Asian Spine Journal*, 2013, 7(2): 148-155.
- [9] Pappou IP, Papadopoulos EC, Swanson AN, et al. Osteoporotic vertebral fractures and collapse with intravertebral vacuum sign (Kummell's disease) [J]. *Orthopedics*, 2008, 31(1): 61-66.
- [10] Nakamae T, Fujimoto Y, Yamada K, et al. The cause of delayed neurologic deficits following osteoporotic vertebral pseudoarthrosis [J]. *The Spine Journal*, 2014, 14(11): S97.
- [11] Li KC, Li FY, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kummell's disease with cord compression [J]. *European Spine Journal*, 2007, 16(9): 1479-1487.
- [12] Park SJ, Kim HS, Lee SK, et al. Bone cement-augmented percutaneous short segment fixation: an effective treatment for Kummell's disease? [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(1): 54-59.
- [13] Benedek TG, Nicholas JJ. Delayed traumatic vertebral body compression fracture; part II: Pathologic features [J]. *Seminars Arthritis & Rheumatism*, 1981, 10(4): 271-277.
- [14] Ma R, Chow R, Shen FH. Kummell's disease: delayed post-traumatic osteonecrosis of the vertebral body [J]. *European Spine Journal*, 2010, 19(7): 1065-1070.
- [15] Maldague BE. The intravertebral vacuum cleft: A sign of ischemic vertebral collapse [J]. *Radiology*, 1978, 129(1): 23-29.
- [16] Yu CW, Hsu CY, Shih TTF, et al. Vertebral osteonecrosis: MRI imaging findings and related changes on adjacent levels [J]. *AJNR*, 2007, 28(1): 42-47.
- [17] Yang H, Pan J, Wang G. A Review of Osteoporotic Vertebral Fracture Nonunion Management [J]. *Spine*, 2014, 39(26): 4-6.
- [18] Kanayama M, Ishida T, Hashimoto T, et al. Role of major spine surgery using kaneda anterior instrumentation for osteoporotic vertebral collapse [J]. *J Spinal Disorders Techniques*, 2010, 23(1): 53-56.
- [19] Wiggins MC, Sehizadeh M, Pilgram TK, et al. Importance of intravertebral fracture clefts in vertebroplasty outcome [J]. *Ajr American Journal of Roentgenology*, 2007, 188(3): 634-640.
- [20] 刘欢, 费昊东, 陈晓钢, 等. 单、双侧椎弓根入路 PVP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折比较 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2019, 39(01): 99-103.
- [21] 王小刚, 杨彬, 王亚寒, 等. 单侧穿刺椎体成形术治疗 Kummell 病的疗效观察 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(01): 86-88.

收稿日期: 2019-06-11

作者简介: 郝晨(1992—), 男, 研究生在读, 山西医科大学第二医院骨科, 030000.

(上接第 330 页)

- [10] Wu J, Zhi L, Dai X, et al. Decreased RECQL5 correlated with disease progression of osteosarcoma [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2015, 467(4): 617-622.
- [11] 马小军, 董扬, 张春林, 等. 评价肢体骨肉瘤外科边界的临床研究 [J]. *现代肿瘤医学*, 2010, 18(2): 364-368.
- [12] 张庆喜, 郭栋. 骨肉瘤磁共振成像反应区病理学基础的临床应用 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2013, 12(9): 499-502.
- [13] 谢波, 周建生. 骨肉瘤侵袭范围的 MRI 测量与确定合理切除平面的相关研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2008, 7(1): 14-18.
- [14] 杨志平. 骨肉瘤髓腔内侵袭范围 MRI 测量与确定合理截骨平面的相关研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2005, 13(23): 1792-1794.
- [15] Yiduo H, Steven R, Sehorn MG, et al. RECQL5/Recql5 helicase regulates homologous recombination and suppresses tumor formation via disruption of Rad51 presynaptic filaments [J]. *Genes Dev*, 2007, 21(23): 3073-3084.
- [16] Hu Y, Lu X, Luo G, et al. Effect of recql5 deficiency on the intestinal tumor susceptibility of Apc^{~(min)} mice [J]. *World J Gastroenterol*, 2010, 16(12): 1482-1486.

收稿日期: 2019-08-01

作者简介: 支力强(1988—), 男, 主治医师, 西安市红会医院关节外科, 710054.