



案例 CASE STUDY

大熊猫髌臼病理性骨折的病例分析

陈欣^{1#}, 包利帅^{2#}, 黄文俊¹, 王小兰¹,
李碧¹, 刘礼¹, 廖礼慧¹, 兰景超¹, 罗婳^{1*}(1. 成都大熊猫繁育研究基地, 珍稀濒危野生动物保护四川省重点实验室, 成都 610081;
2. 成都医学院第二附属医院·核工业四一六医院, 成都 610081)

稿件运行过程

收稿日期: 2025-04-19
修回日期: 2025-10-27关键词: 大熊猫;
髌臼;
病理性骨折;
骨髓炎;
三维重建;
内固定Keywords: Giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*);
Acetabulum;
Pathological fracture;
Osteomyelitis;
Three-dimensional reconstruction;
Internal fixation

中图分类号: S858.9; R68

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2025)-04-0863-06

DOI: 10.12375/ysdwxb.202504014

摘要

髌臼病理性骨折是一种临床诊疗较为棘手的骨科疾病。本文报道了首例在大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)中成功治愈的病例。该大熊猫因髌臼局部遭受高能量撞击致闭合性创伤, 后继发急性骨髓炎。由于野生动物发病隐匿, 早期日常活动未见明显异常, 随着病情进展为慢性骨髓炎并诱发局部病理性骨折, 其活动能力才明显受限。在诊疗过程中, 综合应用DR和CT三维重建技术精确定位病灶, 经周密术前规划, 成功实施病灶清除与内固定术, 重建了受损髌臼, 术后患兽恢复良好。本病例为大熊猫骨科疾病的诊疗方案优化与健康管理提供了重要的理论依据和实践参考。

Case Analysis of Acetabular
Pathological Fracture in Giant PandaCHEN Xin^{1#}, BAO Lishuai^{2#}, HUANG Wenjun¹, WANG Xiaolan¹,
LI Bi¹, LIU Li¹, LIAO Lihui¹, LAN Jingchao¹, LUO Li^{1*}(1. Chengdu Research Base of Giant Panda Breeding, The Conservation of
Endangered Wildlife Key Laboratory of Sichuan Province,
Chengdu 610081, China;
2. The Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College·China National
Nuclear Corporation 416 Hospital, Chengdu 610081, China)

基金项目: 2020年国合定向大熊猫保护资金项目(2020GHG001)

第一作者简介: 陈欣(1988—), 男, 高级兽医师; 主要从事大熊猫兽医学研究。E-mail: cx-1118@qq.com

共同第一作者: 陈欣; 包利帅

* 通信作者: 罗婳, E-mail: luoli2002@163.com

Abstract: Acetabular pathological fracture is a clinically challenging orthopedic disease. This study reports the first successfully treated case in a giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). The fracture was secondary to acute osteomyelitis resulting from closed trauma caused by a local high-energy impact on the acetabulum. However, due to the insidious onset in wild animals, daily activities showed no significant impact during the early stage, but became markedly restricted as the disease progressed to chronic osteomyelitis accompanied by local pathological fracture. In this case, comprehensive utilization of DR and CT three-dimensional reconstruction techniques precisely localized the lesion. Through meticulous preoperative planning, thorough debridement of the local lesion was achieved, followed by successful installation of internal fixation to reconstruct the affected acetabulum, resulting in favorable postoperative outcomes. This case provides an important theoretical basis and practical reference for optimizing diagnostic and therapeutic strategies and improving orthopedic health management in giant pandas.

髋臼病理性骨折(acetabular pathological fracture, APF)是指因骨骼系统原发病变(如感染、肿瘤或代谢性疾病)导致髋臼骨质结构破坏、强度下降,继而发生的骨折类型^[1]。在人类与兽医学领域,该类骨折的临床诊疗均面临多重挑战:(1)病理性骨质破坏常具侵袭性,导致治疗难度大、病程迁延且预后较差;(2)髋臼解剖结构复杂,其治疗需兼顾生物学稳定性与关节功能保留^[2];(3)对于大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)等野生动物,还存在诊疗手段局限、围手术期管理困难等特殊问题。

文献报道显示,大熊猫骨折病例多为创伤性四肢长骨骨折^[3-4],而本病例中的髋臼病理性骨折尚属首例。由于野生动物对疼痛及疾病的耐受性较强,其疾病早期临床症状常呈隐匿性。本病例大熊猫髋臼受高能量撞击致闭合性创伤,局部组织损伤及血运障碍可能为细菌定植提供了有利条件,继而引发相应部位的急性骨髓炎。发病初期患兽日常活动未见明显异常,随疾病进展为慢性骨髓炎并最终导致髋臼局部病理性骨折,其活动能力才明显受限。本病例综合应用DR与CT三维重建技术精确定位病灶,在周密术前规划基础上,通过局部彻底的病灶清除、稳定的内固定进而重建患髋的手术方式,并辅以科学的术后护理与并发症预防措施,最终取得满意疗效。现将病例总结报道,旨在为大熊猫骨科疾病的诊治提供参考。

1 病例基本信息

患兽大熊猫,雌性,12岁,体质量100 kg,常规免疫、驱虫程序完善。发病前于室外活动时曾有意外

撞击史,撞击后步态未见异常。发病当日,患兽突然出现左后肢重度跛行,行走时无法负重,并伴有左侧髋部明显外展。发病后,其精神状态尚可,排便、排尿正常,但出现食欲减退和活动意愿降低等表现。

2 临床检查与初期诊疗

体格检查显示,患兽左侧髋部皮温正常,未见皮肤淤血肿胀,四肢长骨未及明显错位;但左侧髋关节部位压痛明显,左后肢屈伸运动受限,右后肢活动正常。心音及呼吸音无明显异常,心率88次/min,呼吸频率25次/min,体温36.8℃。血液学检查结果显示,血沉(魏氏法)130 mm/h,明显偏高;血常规与血生化的其余指标均在正常范围内^[5]。

鉴于患兽处于发病急性初期,不排除左后肢髋部软组织扭伤的可能,初期治疗口服给予美洛昔康(0.1 mg/kg,1次/d)抗炎镇痛、三七伤药片(0.9 g/次,3次/d)活血化瘀、葡萄糖酸钙口服液(10 g/次,2次/d)补充钙剂和复合维生素B片(4片/次,2次/d)营养神经,同时限制活动范围以减少运动负荷。经初期保守治疗,患兽临床症状未见明显改善,初步判断存在骨折可能,故决定进行影像学检查以明确诊断。

3 影像学检查

3.1 DR检查

患兽经四肢牵引并置于髋关节伸展腹背位,行DR摄片。影像学表现为左侧髋臼区骨质结构毛躁,局部骨皮质不连续,提示存在病理性骨折可能(图1)。鉴于髋臼解剖结构复杂,仅凭X线摄片无法显示该部位骨折细节,因此决定进一步实施CT扫描。

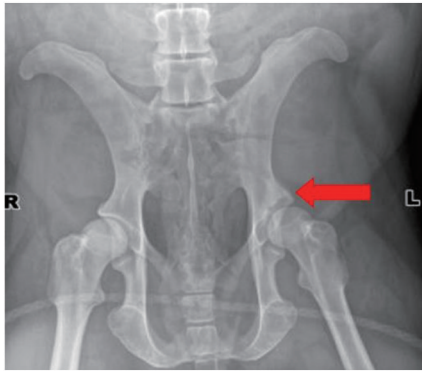
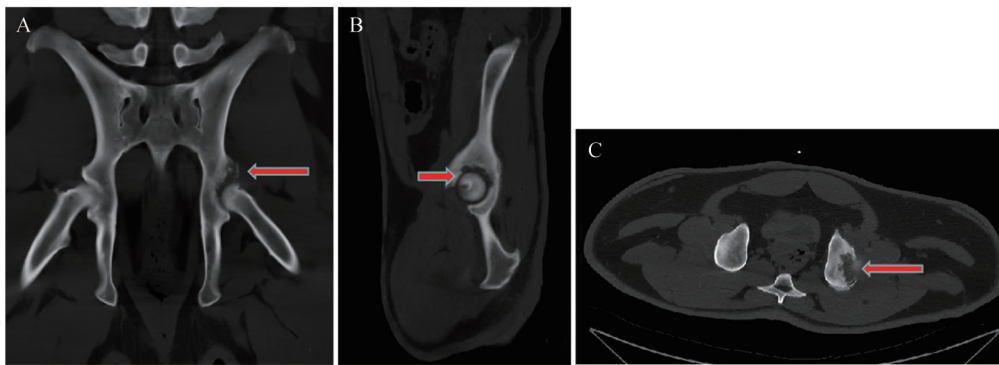


图1 术前髌臼DR影像

Figure 1 Preoperative DR of the acetabulum

3.2 CT检查

患者取仰卧位,行全身CT扫描,含髌臼及股骨头。通过CT三维重建技术处理,获得了髌臼及股骨头可任意旋转的三维立体模型^[6]。结果显示,左侧髌臼顶部及后壁存在骨质破坏,存在死骨形成,病变已累及周围软组织,病变范围约3 cm × 3 cm × 3 cm,符合慢性骨髓炎表现,股骨头未见受累(图2、图3)。据此确诊为髌臼病理性骨折。综合评估患者临床体况后,决定立即施行左髌臼病灶清除联合骨折复位内固定术。

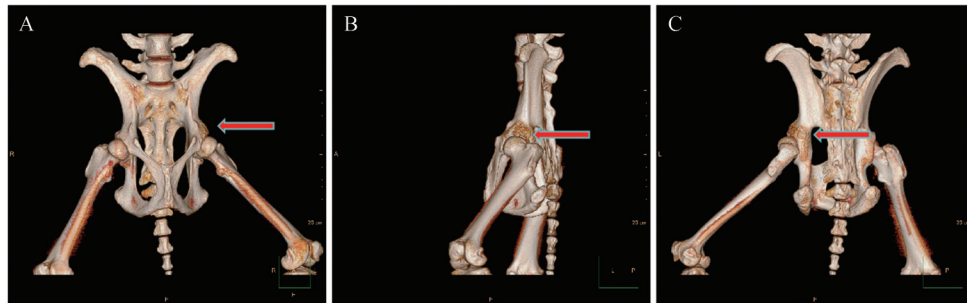


A. 冠状面; B. 矢状面; C. 水平面。

A. Coronal plane; B. Sagittal plane; C. Horizontal plane.

图2 术前髌臼多平面CT影像

Figure 2 Preoperative multi-plane CT of the acetabulum



A. 正面观; B. 侧面观; C. 后面观。

A. Anterior view; B. Lateral view; C. Posterior view.

图3 术前髌臼三维重建CT图像

Figure 3 Preoperative 3D reconstruction CT (volume rendering) of the acetabulum

4 治疗

4.1 麻醉与术前准备

先对患者按3 mg/kg肌内注射舒泰50进行基础麻醉,约8 min后,其自主卧地,对外界刺激反应减弱,随即以5%异氟烷行面罩式吸入麻醉诱导,约8 min后,待患者肌肉充分松弛、下颌张力明显减弱且眼睑反射消失时,实施气管插管(13号导管),固定

后连接至配备电动电控呼吸机的麻醉机,改为0.5%~1.0%异氟烷吸入麻醉维持。术中由专人持续监测血氧饱和度、心率、血压、呼吸、呼气末二氧化碳和体温等生理指标,并动态调整麻醉深度^{[7],[8]602-606}。

患者前臂静脉建立静脉通路,同时经桡动脉穿刺置管术中实时有创血压监测(invasive blood pressure, IBP),并于术中每半小时使用血气分析仪(雅培i-STAT 300)进行快速床旁动脉血气分析。留

置导尿管监控术中尿量,同时减小膀胱体积,便于保护膀胱、暴露术野和防止污染术部。最后将患兽取右侧卧保定,左患肢向上,术区大面积剃毛并消毒。

4.2 手术

4.2.1 术式

以大转子为中心,自左侧髂骨翼外侧向股骨中段作弧形皮肤切口。依次切开臀大肌与阔筋膜张肌筋膜,向后牵开股二头肌,于大转子处离断臀浅肌止腱并将其翻向前侧,以显露深层的臀中肌和臀小肌。随后,在股骨大转子处切断臀中肌和臀深肌的前部肌腱止点,将两肌向上翻转,充分暴露髋关节囊及髋臼后缘。清除关节内血凝块及软组织碎片后,可见髋臼后壁病理性骨折区^{[9],[10]269-271,[11]}。

术中见髋臼顶部及后壁存在约3 cm×3 cm×3 cm的病灶区域,局部可见死骨形成,周围软组织内散在脓肿及大量肉芽组织。彻底清除坏死组织、死骨及游离碎骨后,见左髋臼局部骨质缺损明显。根据术前CT三维重建模型,采用预塑形钛合金内钢板及螺钉对左髋臼顶部及后壁进行重建,并在钢板及螺钉与骨面接触侧覆盖德国贺利氏骨水泥。在置钉过程中,需参照CT三维重建模型调整螺钉进入方向与深度,以避免穿透关节面或固定强度不足^[12]。内固定完成后,再次清除创腔内血凝块,以生理盐水反复冲洗,并于关节腔内注射适量透明质酸钠以润滑关节、防止粘连。间断缝合分离的肌群,连续缝合臀深筋膜,常规缝合皮下组织与皮肤,术毕以碘伏消毒术区皮肤。

4.2.2 术中补液与麻醉监护

术中静脉补液速度为25 mL/(kg·h),补液方案包括抗感染(头孢哌酮舒巴坦钠、克林霉素)、补充体液及能量(乳酸林格注射液、生理盐水、5%葡萄糖注射液和脂肪乳)。为达到手术所需的肌松程度,根据患兽骨骼肌紧张程度,术中分两次静脉推注苯磺顺式阿曲库铵(0.15 mg/kg)^[13]。考虑到该手术解剖位置复杂,存在较高的大出血的风险^[11-12],术中一方面严密监测有创血压与动脉血气分析指标的变化,另一方面术前已备好交叉配型成功的大熊猫全血和足量的胶体溶液(低分子右旋糖酐、羟乙基淀粉和聚明胶肽)以应对可能的出血情况。通过上述综合措施,患兽术中的血氧饱和度、心率、血压、呼吸、呼气末二氧化碳和体温等生命体征始终保持平稳,手术顺利完成。

4.2.3 术后影像学评估

患兽术后DR影像学检查显示,左髋臼已成功重

建,骨折达到解剖复位,内固定物(钢板及螺钉)位置适宜,手术效果达到预期(图4)。

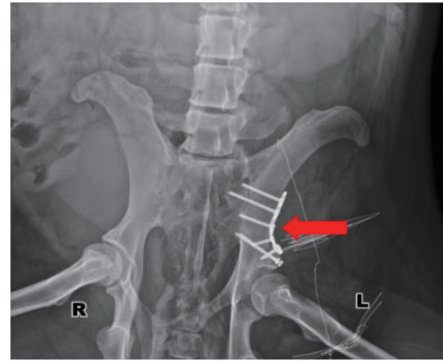


图4 术后髋臼DR影像

Figure 4 Postoperative DR of the acetabulum

4.3 术后护理

大熊猫等野生动物术后依从性普遍较差,因此,术后护理作为其康复过程中的关键环节,一直是临床救治中的主要难点之一^[14]。本次术后护理主要包括术后治疗与术后饲养管理两个方面。

术后治疗:术后3天内持续进行麻醉补液,方案仍以抗感染(头孢哌酮舒巴坦钠、克林霉素)及补充能量与体液(脂肪乳、乳酸林格注射液等)为主。自术后第4天起至第7天,停用静脉补液,改为肌肉注射头孢哌酮舒巴坦钠(2 g/次,2次/d)和克林霉素(12 mg/kg,2次/d),以进一步预防继发感染。在术后一周内,采用多模式镇痛方案,通过肌肉注射曲马多(100 mg/次,1次/d)联合口服美洛昔康(0.1 mg/kg,1次/d),以缓解术后疼痛并降低异位骨化风险。此外,术后1个月内持续口服葡萄糖酸钙口服液(10 g/次,2次/d)与复合维生素B片(4片/次,2次/d),以促进骨骼愈合和营养神经。术后饲养管理:术后1个月内饲喂肠内营养液,并优先挑选适口性好的食物,以保障营养支持、促进机体恢复。术后两周内,每日于手术创面涂抹5%聚维酮碘溶液,并维持兽舍干爽卫生,以预防创口感染。为避免二次损伤,兽舍内铺设软垫并限制患兽活动空间。同时,安排专人看护,防止其抓挠或撕咬手术创口,并详细记录其精神状况、采食、排便和步态恢复等表现,以随时调整治疗方案。

4.4 转归

术后第12天,患兽手术创口愈合良好,予以拆除缝合线。术后第15天,患兽采食量已恢复至术前水平。术后1个月,患兽运步步态基本恢复正常,左后肢可负重但轻微外展。术后3个月,患兽运步完

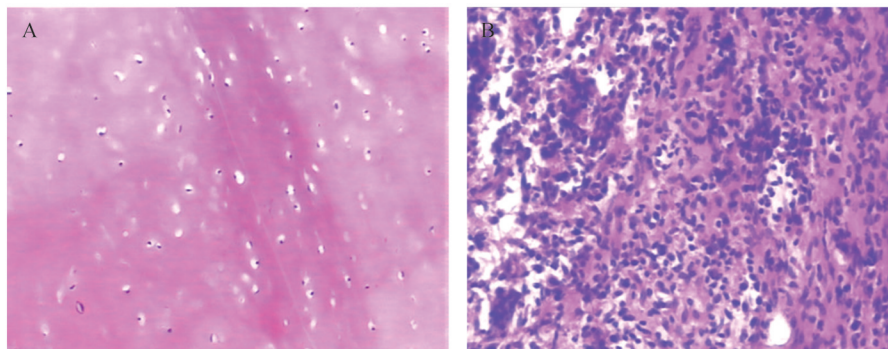
全正常,各项血液学指标均正常。

5 讨论与结论

5.1 术后病因筛查

为明确本次髌臼病理性骨折的病因,术中分别采集两处髌臼软骨组织进行病理学检查。病理结果显示,一处组织镜下未见明显病理改变(图5A),而另一处则可见大量中性粒细胞、浆细胞和组织细

胞浸润(图5B),符合慢性骨髓炎的病理特征。结合影像学和病理学检查结果,排除了骨肿瘤的可能性。其慢性骨髓炎的病理改变符合髌臼关节面曾遭受高能量撞击所致的闭合性创伤特征,局部组织损伤继而出现出血和渗出,诱发纤维化及血肿机化,进而形成急性骨髓炎。随着病程进展,病变逐步演变为慢性骨髓炎^[15-16],最终导致髌臼发生病理性骨折。



A. 正常软骨组织;B. 炎性细胞浸润软骨组织。

A. Normal cartilage tissue; B. Inflammatory cell infiltration into cartilage tissue.

图5 髌臼软骨组织病理学检查(H. E. 染色;100×)

Figure 5 Histopathological examination of acetabular cartilage(H. E. staining; 100×)

5.2 DR与CT三维重建技术的联合应用

DR是检查骨折最为常用的影像学手段,但由于髌臼属于复杂、重叠的骨性结构,仅凭DR检查往往难以清晰显示骨折线的细微走向与骨片的具体情况。相比之下,CT三维重建技术能够立体、完整且直观地呈现骨折的形态与空间关系^[6]。本病例通过联合应用DR与CT三维重建技术,不仅明确了大熊猫髌臼病理性骨折的诊断,更清晰、立体地展示了髌臼局部病变的范围、骨折的确切位置、骨块的移位方向和关节内碎骨。

由于髌臼的解剖位置深、结构复杂,手术入路的选择一直是临床上的难点。髌臼骨折手术的核心目标在于实现解剖复位及坚强内固定,同时也需兼顾减少术后并发症并降低护理难度,这就要求在微创切口与充分术野暴露之间寻求最佳平衡^{[9],[10]269-271,[11]}。本病例在术前通过联合应用DR与CT三维重建技术协同分析,最终优化了手术入路方案,显著降低了术中医源性损伤风险。

5.3 术中的麻醉管理与监护

为降低骨骼肌张力并优化术野暴露,本病例选用非去极化肌松药苯磺顺式阿曲库铵,其选择依据为:(1)循环稳定,组胺释放率低,血流动力学干扰小;(2)低交叉过敏风险,安全性优于其他苄异喹啉

类药物;(3)持续作用时间长,满足髌臼骨折手术需求^[13]。鉴于肌松药的呼吸抑制效应及手术耗时较长的特点,术中采用配备电动电控呼吸机的麻醉机实施容量控制通气(volume controlled ventilation, VCV),通过维持目标潮气量(6~8 mL/kg)及动态监测呼气末二氧化碳与动脉血气指标,实时调整麻醉机通气参数,有效预防了二氧化碳蓄积等并发症^{[7],[8]599-602}。

本手术存在以下高风险因素:(1)手术时间长,监护难度大;(2)髌臼解剖位置深且周边血管丰富,术中易发生意外大出血甚至失血性休克。为此,本病例采用有创血压监测替代传统袖带式无创血压监测,实现了动脉血压的实时动态测量,显著提升了术中血压监护的持续性与精准性。此外,通过持续监测血氧饱和度、心率、心电图、肛温、黏膜颜色及毛细血管再充盈时间等指标,结合术中体温保护策略,全面评估了患兽氧合、灌注及代谢状态,为手术安全实施提供了保障。

5.4 术后并发症预防方案

鉴于大熊猫的珍稀性及其解剖生理的特殊性,其术后并发症的管理需在参考人类医学循证证据的基础上审慎制定。有文献指出,此类术后潜在的并发症主要包括异位骨化、坐骨神经损伤、股骨头坏死

及深静脉血栓等^[17]。本病例据此制定了针对性的预防方案:(1)异位骨化,术后1个月内口服非甾体类抗炎药美洛昔康(0.1 mg/kg, 1次/d),以抑制异位骨形成,同时联合红外线理疗仪(1次/d)局部照射,以缓解疼痛并促进骨钙化灶吸收;(2)坐骨神经损伤,术后1个月内口服复合维生素B片,以支持神经修复与功能恢复;(3)股骨头坏死,通过限制活动空间及在兽舍内铺设软垫等方式,引导患肢在可控范围内进行被动性的渐进负重,从而改善局部血供,但鉴于大熊猫依从性低,未进行主动的牵引治疗;(4)深静脉血栓,系统性抗凝治疗虽是标准方案,但鉴于大熊猫的低依从性低及潜在的难以控制的出血风险,经综合评估后未予实施。

患兽术后恢复良好,证明该套结合物种特点制定的并发症预防方案切实有效,为手术成功提供了关键保障。

参考文献:

- [1] 陈孝平,汪建平,赵继宗. 外科学[M]. 9版. 北京:人民卫生出版社, 2018: 611.
CHEN X P, WANG J P, ZHAO J Z. Surgery [M]. 9th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018: 611.
- [2] 周钢. 髌臼骨折手术治疗的临床研究和荟萃分析[D]. 广州:南方医科大学, 2014.
ZHOU G. Clinical research and meta-analysis of operative treatment of acetabular fractures [D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2014.
- [3] 张志和,魏辅文. 大熊猫迁地保护理论与实践[M]. 北京:科学出版社, 2006: 440-450.
ZHANG Z H, WEI F W. Giant panda *ex-situ* conservation theory and practice [M]. Beijing: Science Press, 2006: 440-450.
- [4] 王承东,李德生,汤纯香,等. 大熊猫左后肢截肢术及右后肢残端修复术1例[J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(1): 109.
WANG C D, LI D S, TANG C X, *et al.* A case of amputation of left hind limb and repair of stump of right hind limb of giant panda [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2009, 41(1): 109.
- [5] 罗婵,兰景超,刘礼,等. 非干扰条件下圈养大熊猫正常生理生化指标的测定[J]. 野生动物学报, 2017, 38(4): 580-586.
LUO L, LAN J C, LIU L, *et al.* Hematologic and biochemical reference of captive giant pandas based on non-stress sampling methods [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2017, 38(4): 580-586.
- [6] 王钢,李绍林,裴国献. CT三维重建在髌臼骨折诊断治疗中的作用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2004, 6(10): 1092-1095.
WANG G, LI S L, PEI G X. Three-dimensional computed tomography in diagnosis and treatment of acetabular fracture [J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2004, 6(10): 1092-1095.
- [7] 王成东,兰景超,杨智,等. 大熊猫吸入麻醉操作技术与监护方法[J]. 动物医学进展, 2006, 27(6): 111-115.
WANG C D, LAN J C, YANG Z, *et al.* Operation technology and monitoring method of inhalation anesthesia for giant pandas [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2006, 27(6): 111-115.
- [8] WEST G, HEARD D, CAULKETT N. Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia [M]. 2nd ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2014.
- [9] PERIS S C, REVIRIEGO R L. 3D joint anatomy in dogs: Main joint pathologies and surgical approaches [M]. Zaragoza: Servet Publishing House, 2014: 90-97.
- [10] JOHNSON K A. 犬猫骨骼与关节手术入路图谱[M]. 丛恒飞,谢富强,译. 5版. 武汉:湖北科学技术出版社, 2016.
JOHNSON K A. Piermattei's atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat [M]. CONG H F, XIE F Q, trans. 5th ed. Wuhan: Hubei Science and Technology Press, 2016.
- [11] 马保安,张勇,郑联合,等. 髌臼骨折手术入路的选择[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2006, 21(3): 173-175.
MA B A, ZHANG Y, ZHENG L H, *et al.* Operative approaches for acetabular fractures [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2006, 21(3): 173-175.
- [12] 陈宇驰,侯加法. 小动物骨折生物学内固定研究进展[J]. 畜牧与兽医, 2008, 40(7): 90-93.
CHEN Y C, HOU J F. Research progress on biological internal fixation of small animal fractures [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2008, 40(7): 90-93.
- [13] 杭燕南,闻大翔,俞卫锋. 《肌肉松弛药合理应用的专家共识(2013)》解读[J]. 上海医药, 2015, 36(5): 4-9.
HANG Y N, WEN D X, YU W F. Understanding of the *Expert Consensus of the Rational Application of Muscle Relaxants (2013)* [J]. Shanghai Medical & Pharmaceutical Journal, 2015, 36(5): 4-9.
- [14] 卢岩,王运盛,张媛媛,等. 北京动物园雪豹骨折术后护理[J]. 中国兽医杂志, 2020, 56(12): 115-117.
LU Y, WANG Y S, ZHANG Y Y, *et al.* Postoperative nursing care of snow leopard fracture in Beijing Zoo [J]. Chinese Journal of Veterinary Medicine, 2020, 56(12): 115-117.
- [15] 彭冰,宋才渊,金红婷,等. 慢性骨髓炎的临床诊断与治疗[J]. 中国骨伤, 2015, 28(9): 870-873.
PENG B, SONG C Y, JIN H T, *et al.* Clinical diagnosis and treatment of chronic osteomyelitis [J]. China Journal of Orthopaedics and Traumatology, 2015, 28(9): 870-873.
- [16] 张国波,梁健波,熊竹. 小儿四肢病理性骨折的诊断和治疗[J]. 临床小儿外科杂志, 2006, 5(2): 151-152.
ZHANG G B, LIANG J B, XIONG Z. Diagnosis and treatment of pathological fractures of limbs in children [J]. Journal of Clinical Pediatric Surgery, 2006, 5(2): 151-152.
- [17] 王庆贤,张英泽,彭阿钦,等. 髌臼骨折手术治疗的并发症[J]. 中华创伤骨科杂志, 2005, 7(4): 314-317; 331.
WANG Q X, ZHANG Y Z, PENG A Q, *et al.* Complications in operative treatment of acetabular fractures [J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2005, 7(4): 314-317; 331.