

DOI:10.13350/j.cjpb.240525

• 综述 •

肝棘球蚴病的微创外科治疗现状

盖俊杰¹, 王恒², 孟庆东^{3*}

(1. 青岛市第八人民医院, 山东青岛 266000; 2. 山东大学; 3. 山东第一医科大学附属消化病医院)

【摘要】 肝棘球蚴病是一种长久存在的人畜共患病, 在古埃及的木乃伊中, 就有发现这种疾病的迹象, 但直到 19 世纪末, 人们才开始对其进行系统的研究。其治疗方法已经从传统的开放手术逐步过渡到多种微创外科治疗技术, 本文系统地回顾和分析了一系列相关文献, 深入探讨了腹腔镜手术、机器人辅助手术、微波射频消融以及经皮穿刺引流等微创技术在肝棘球蚴病治疗中的应用及其效果, 为临床医生在实际操作中选择合适的治疗方案提供了科学依据。

【关键词】 肝棘球蚴病; 微创治疗; 腹腔镜; 射频消融; 综述

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2024)05-0610-04

[*Journal of Pathogen Biology*. 2024 May;19(5):610-613.]

Analysis of the current status of minimally invasive surgical treatment for hepatic hydatid disease

GAI Junjie¹, WANG Heng², MENG Qingdong³ (1. Qingdao Eighth People's Hospital, Qingdao 266000, Shandong, China; 2. Shandong University; 3. Affiliated Hospital of Gastrointestinal Diseases, Shandong First Medical University)

【Abstract】 Hydatid disease of the liver, a persistent zoonotic condition, has been evident since the time of the ancient Egyptians, with traces found in mummies. However, it was not until the late 19th century that systematic research on this disease began. The treatment modalities have gradually transitioned from traditional open surgeries to a variety of minimally invasive surgical techniques. This article systematically reviews and analyzes a series of related literature, delving into the application and efficacy of minimally invasive techniques such as laparoscopic surgery, robot-assisted surgery, microwave radiofrequency ablation, and percutaneous puncture drainage in the treatment of hepatic hydatid disease. It provides a scientific basis for clinicians to choose the most appropriate treatment plan in practical operations.

【Key words】 liver hydatid disease; minimally invasive treatment; laparoscopy; radiofrequency ablation; review

* 棘球蚴病又被称为包虫病, 作为一种重要的人畜共患病在全球范围内都受到广泛关注。该疾病是由棘球蚴虫引起的寄生虫疾病, 主要通过食水传播, 且与家畜的密切接触有关, 在全球范围内, 尤其是在发展中国家, 肝包虫病对公共卫生和经济都造成了重大影响。在我国病原体以细粒棘球蚴虫 (*Echinococcus granulosus*) 和多房棘球蚴虫 (*E. multilocularis*) 最为多见, 前者常引起细粒棘球蚴病 (cystic echinococcosis, CE), 而后者则会导致多房棘球蚴病 (alveolar echinococcosis, AE)^[1]。虽然棘球蚴虫可以侵袭人体的任何组织或器官, 但最常见的是肝脏 (占 50%~77%)、肺部 (占 15%~47%)、脾脏 (占 0.5%~8%) 和肾脏 (占 2%~4%)^[2]。在中国, 肝包虫病的流行病学特点和治疗策略存在显著的地区差异, 特别是在西部的牧区, 如新疆、青海、甘肃和四川, 肝包虫病的发病率较高, 这与这些地区的畜牧业发展、人们的生活方式和饮食习惯有关。选择合适的治疗方法取决于几个因素, 包括放射学特征、定位、大小和有无并发症等情况。手术是完全和立即根除该疾病的主要选择, 但传统的开放式手术刀口较大且并发症较多, 如术后疼痛较重、住院时间较长、伤口感染和腹部粘连等^[2]。

1985 年, 超声或断层扫描引导下穿刺治疗肝包虫囊肿被认为是一种现代优化的替代手术治疗方法。因为担心继发性腹膜播种和有胆囊胆道通信的囊肿浸润可能引起酒精性胆管炎, 这种微创治疗最初是受到限制的。然而, 在首次报道经皮穿刺肝包虫囊肿并注入酒精后, 已经有许多文章表明该方法安全有

效^[3], 效果良好。1992 年成功完成世界首例腹腔镜下全包膜切除术, 开启了腹腔镜治疗肝棘球蚴病的新时代^[4], 此后发布了大量的报告, 显示采用这种方法治疗肝棘球蚴病的病例越来越多, 在应用之初, 对于肝棘球蚴病应用腹腔镜手术并不受欢迎, 囊肿破裂、过敏性休克以及由于气腹造成的其他并发症都是人们所担心的, 但是后来发现, 气腹反而有可能起到保护作用。而且腹腔镜手术相比传统手术, 有着明显的优势, 比如术后疼痛较轻、住院时间短、恢复快, 切口也较小, 美观效果好^[2,5]。经过 30 多年的探索和发展, 腹腔镜技术已经相对成熟, 在两类肝包虫病的治疗中发挥了越来越重要的作用。在肝 CE 方面, 腹腔镜已全面应用于所有经典手术入路, 包括全包囊切除术、次全包囊切除术、部分包囊切除术、肝切除术和膀胱切除术。在肝脏 AE 的治疗方面, 腹腔镜肝切除术已在部分患者中应用于手术治疗, 并被证明是安全有效的^[6]。

近年来, 机器人辅助手术作为一种更为先进的微创手术方式, 也开始被应用于肝棘球蚴病的治疗中, 已经有一些病例报告证明了这种方法的可行性和安全性^[7-9]。尽管如此, 关于肝棘球蚴病最佳手术治疗方法的讨论仍在继续, 本文将通过分析一系列肝棘球蚴病的微创手术治疗方式, 以为临床提供更为

* **【通讯作者】** 孟庆东, E-mail: mqd70902@163.com

【作者简介】 盖俊杰 (1981-), 男, 山东青岛人, 硕士, 主治医师, 从事肝胆外科疾病的诊疗研究。

E-mail: gaijunjie1981@163.com

合理的手术治疗选择。

1 肝 CE 的腹腔镜治疗

1.1 适应症 自1994年我国第一次报道腹腔镜下肝包虫内囊摘除术以来^[10],随着腹腔镜技术的日益成熟,其在肝包虫病的治疗中的应用也逐渐增多。尤其是在囊型肝包虫病的治疗中,腹腔镜手术已经被证明是一种安全、有效的治疗方法,随着技术的进步,可以首先考虑腹腔镜的可能,将以下列为排除标准:(1)无临床症状且/或不愿意接受治疗的肝 CE 患者;(2)术前肝功能属于 Child-Pugh C 级;(3)患者的心肺功能和总体状况不能耐受腹腔镜手术;(4)患有深层实质内囊肿、难以到达的囊肿和复发性 CE 的患者;(5)肝脏内有多发性、分布广泛的囊肿;(6)有肝外转移;(7)CE 囊肿周围有密集的粘连,难以分离;(8)CE 囊肿的外囊壁厚度小于 3 mm。此外,以往由于视野受限被认为不适合行腹腔镜手术的 I、VII、VIII 段病灶可通过采用右侧卧位或左侧卧位暴露出来,从而尝试行腹腔镜手术^[11-12]。在手术过程中,为达到根治性切除,防止囊肿内容物渗出对于预防术后复发至关重要,结合术前使用阿苯达唑,术中使用高渗盐水纱布包裹囊肿是常见做法,Efanov 等^[12]建议,对于部分活动性肝 CE 囊肿,术前使用经皮抽吸-注射-再抽吸(PAIR)技术也有助于预防囊液的溢出。

虽然腹腔镜全囊切除术有诸多好处,但决不能盲目追求,而应根据患者的具体状况和外科医生的技术水平来选择最合适的治疗方法,以获得最低的并发症、死亡率和复发率。

1.2 手术方式 囊型包虫病病灶的囊壁分为外囊、内囊和外囊与肝脏组织之间的膜样组织,内囊中充满了含有大量活性棘球蚴头节的囊液,是具有病原性的部分^[13],由外囊形成的残余腔是术后并发症如残余腔感染和胆汁泄漏的主要原因,因此,完整切除内囊或者最大限度灭杀内囊成分、灭活寄生虫、处理残余腔是手术治疗的关键,选择腹腔镜手术的前提是要达到根治性切除的目的。肝细粒棘球蚴病的手术治疗主要有两种类型:一种是彻底清除整个囊肿的根治性手术;另一种是清除寄生虫并保留全部或部分外囊的保守性手术^[14]。根治性手术包括外囊完整切除术和肝切除术。保守性手术则通常是由于病灶紧贴大血管或胆管,只能保留部分外囊壁^[15]。

1.2.1 腹腔镜外囊完整切除术 外囊切除术是根治性治疗囊型包虫病的首选术式^[16]。既往研究发现,在紧贴肝包虫外囊的肝实质面上有一由纤维组织组成的潜在间隙,沿此间隙可将肝包虫囊完整剥除,术中将包块显露清楚后,于表面发白处周边放置高渗盐水(20%)纱布予以保护。沿着包虫囊壁与肝组织之间的分离间隙,将血管及细小胆管分别用缝线结扎或缝扎,从而完整地将肝包虫囊肿剥除,创面严密止血后,确认无渗血及胆漏,放置止血纱,并在肝下放置引流管。此术式能够完整地剥除肝包虫囊肿,从而彻底消除病灶,更好地解决术后复发的难题,但手术技术要求较高,然而,由于担心腹腔镜手术中囊内容物溢出、出血、暴露不佳和复发率可能高于开放手术等问题,这种方法在长时间内在临床实践中并未得到广泛应用,近年来,随着对解剖分段的深入了解和腹腔镜技术的进步,越来越多的肝细粒棘球蚴病患者通过腹腔镜全囊切除术进行治疗^[17]。最近的一项多中心研究显示,超过一半的肝棘球蚴病患者接受了腹腔镜治疗,其中,腹腔镜外囊完整切除术的比

例为 28%^[12]。

1.2.2 腹腔镜肝部分切除术 一般根据肝包虫囊肿大小及所在位置行相应部位的肝脏切除,由于要切除部分肝实质,手术难度较大、创伤大、术中出血量大,对术者的要求较高。尽管 Descottes 等早在 2003 年就报道了用于治疗肝细粒棘球蚴病的腹腔镜肝部分切除术,但这项技术在肝细粒棘球蚴病治疗中的应用一直存在争议^[12,18]。随着腹腔镜技术的成熟,在以下情况下对肝棘球蚴病患者进行腹腔镜肝切除术治疗被认为是有益的:(1)囊肿局限于一个肝段或叶内;(2)同时合并有其他肝脏疾病,但所有病变均位于同一肝叶或半个肝脏内;(3)拟切除后有足够的残余肝脏体积($\geq 40\%$)。总的来说,腹腔镜肝部分切除术是治疗肝包虫病的有效方法,同时需谨慎选择适应症,做好充分术前评估^[15]。

1.2.3 腹腔镜部分外囊切除 作为一种姑息性手术,此术式适用于囊肿靠近主要血管或胆管的情况,在尽量减少术后并发症的同时,尽量切除更多的棘球蚴外囊^[19],仅遗留血管或胆管表面的一小块囊肿外膜,与其他两种保守的腹腔镜手术相比,腹腔镜次全囊外膜切除术后残余腔相关并发症的发生率要低得多。因此,它也被认为是一种“准根治性手术”^[15],此手术因为无法完整切除病灶,会在术中造成囊肿破裂,因此减少术后复发率尤为重要,术中将囊肿充分暴露后要将浸泡在 20%高渗盐水中的医用纱布放置在囊肿周围,在吸引器的保护下迅速将穿刺针刺入囊肿腔内,抽吸掉囊液后,将适量的 20%高渗盐水注入囊肿腔内,维持 5-10 min 以杀灭活动性的棘球蚴头节,抽吸掉高渗盐水后,拔出穿刺针,然后切开部分外囊,随后,沿切开的囊外膜再将吸引器插入囊肿腔内,彻底抽吸掉囊肿内容物,包括内囊碎片和囊囊。如有必要,可以重复上述操作。整个手术过程需遵循“囊液无接触”原则,以免棘球蚴头节扩散。尽管腹腔镜次全外囊切除术后原位复发和残余腔感染等并发症的发生率高根治性手术,但当病灶紧贴主要管道时,为保证手术安全,仍然推荐此种术式^[20-21]。

2 肝 AE 的腹腔镜治疗

肝泡型棘球蚴病(AE)是由多房棘球蚴幼虫引起的致命性寄生虫病^[22],其囊肿生长方式类似于恶性肿瘤,具有侵袭性,可能侵犯邻近的组织和器官,故又被称为“虫癌”,其囊肿通常呈多房性,内部有多个小泡状结构,且由于泡型肝包虫病的侵袭性生长特点,其在影像学上的表现与恶性肿瘤相似,可能导致诊断上的困难。由于其常浸润性生成,为避免术后复发,彻底切除病灶对泡型肝包虫病的治疗尤为重要。Kawamura 等^[23]在 2011 年首次报道了两例肝 AE 患者成功接受腹腔镜治疗的结果,最近, Wan 等^[6]报告,腹腔镜手术不仅在选择的肝 AE 患者中达到了与开放手术相同的根治效果,而且在创伤小、美观效果好、术后并发症发生率低和术后住院时间短等方面优于开放手术。然而迄今为止,在全球范围内,腹腔镜治疗肝 AE 的病例报道仍然很少,但与开放手术相比,其明显的微创优势、低并发症和快速术后恢复在临床上具有重要意义,并显示出广阔的前景。一般认为对肝 AE 进行腹腔镜治疗的手术指征应考虑以下方面:(1)患者的心肺功能和一般状况能够耐受腹腔镜手术;(2)术前肝功能为 Child-Pugh A 或 B 级;(3)没有邻近的主要血管或胆管受累;(4)多发病灶位于同一肝段或肝叶;(5)AE 合并有其他肝脏疾病,但所有病灶均位于同一肝叶或肝

脏的一半内;(6)无粘连或可通过腹腔镜分离粘连;(7)足够的残余肝脏体积($\geq 40\%$)^[1]。

3 机器人辅助手术

近年来,机器人手术的发展使外科医生能够更加精细的进行复杂的肝脏切除,与传统腹腔镜手术相比,机器人辅助手术提供了改善的光学视觉,操作灵活性,以及解剖和缝合的便利,然而关于肝包虫病的机器人肝脏手术报道较少,去年一项乌尔姆大学医院的前瞻性研究显示^[9],机器人辅助的肝包虫病切除术是安全可行的,且对于需要进行大范围肝脏切除的手术也可以安全实施。尽管达芬奇手术系统可以弥补传统腹腔镜治疗肝棘球蚴的技术缺陷,但切除边缘的精确定位仍然是主要的挑战,吲哚菁绿(ICG)荧光成像作为一种新的实时引导技术已被证明对肝癌治疗很重要。在肝棘球蚴的手术切除中,ICG荧光成像的最大好处是可以区分囊肿和肝实质,可以用来划定病变边界,减少并发症(胆漏和出血)。最近 Zhang 等^[24]的一项研究就展示了机器人辅助系统联合 ICG 技术用于肝棘球蚴患者的治疗情况,与常规开腹手术组相比,达芬奇手术系统中出血量明显减少,但总费用的增加也是不得不考虑的方面。

4 超声引导热消融治疗

通过插入肝脏的可引发高能量的穿刺针对肝脏局部病灶进行破坏的方法称为热消融治疗,其主要分为超声引导射频消融术和超声引导微波消融术,区别在于二者的工作原理不同。

4.1 超声引导射频消融术 1996年超声引导射频消融术(radio frequency ablation, RFA)率先被应用于肝癌的临床治疗^[25],在一项应用 RFA 治疗大鼠肝泡型棘球蚴病的动物实验中,其治疗效果已得到证实^[26],与外科手术相比,RFA 基本没有出血、对剩余健肝的损伤小,不仅没有穿刺带来的长期带管的痛苦,而且大大降低了原头节沿穿刺针道种植的风险。同时,对于手术无能为力的位置较深的病灶,RFA 可以很好的发挥作用^[27]。通常认为以下情况是 RFA 的适应症:(1)分期 P1N0M0,单发浸润型,且病灶直径小于 4 cm;(2)位于多个大病灶之外的肝内小病灶(病灶直径 < 4 cm)(3)病灶部位距离肝门 2 cm 以上,未侵犯大的胆管和血管^[28]。但目前应用 RFA 治疗 HAE 的中心较少,样本量不足,其远期疗效及并发症尚未完全明确,还需要多中心、大容量的临床研究进一步证实。

4.2 超声引导微波消融术 1994年,魏倩等^[29]首先报道了超声引导微波消融术(microwave ablation, MWA)并将其应用于小肝癌的治疗,其在治疗肝包虫病方面也有较好效果,手术操作简便,且效果确切,可使包虫病灶发生凝固性坏死,在减轻患者痛苦的同时,可以延长患者寿命,提高患者生活质量,一项纳入 50 例患者的研究显示经超声引导的微波射频消融治疗肝包虫病术后并发症发生率仅为 4.0%,显著低于同期行开腹肝切除治疗肝包虫病的并发症发生率(36.0%)。其适应症与 RFA 基本相同,但当病灶在影像学引导下显示不清时,应用 MWA 可能会造成病灶周围管道的损伤或消融范围的脱靶^[30]。

5 高强度聚焦超声治疗

高强度聚焦超声(high intensity focused ultrasound, HIFU)的工作原理是将体外的低能量超声波聚焦于靶组织,使靶组织中的能量得到数千倍放大,从而产生瞬间高温和空化效应,使靶组织发生凝固性坏死^[31]。该技术已成功应用于肝癌、胰腺癌、肾癌、乳腺癌等多种恶性肿瘤的治疗,而肝棘球蚴病灶

在 HIFU 下可清晰显现其边缘和所在位置,从而为 HIFU 治疗肝棘球蚴病提供了技术上的可行性。Zhampeisso 等^[32]于 2019 年报道了首例采用 HIFU 治疗晚期复杂性肝泡型棘球蚴病的成功实践,他们采用 HIFU 联合穿刺引流两阶段疗法,在晚期复杂性肝泡型棘球蚴病的微创治疗中取得了相当满意的效果。然而,该技术应用于肝棘球蚴病治疗的时间较短,文献相关报道也较少,手术效果及术后长期并发症和复发情况等有待进一步研究。

6 经皮穿刺引流术

经皮穿刺、抽吸、注药和再抽吸手术(PAIR)是一种姑息性手术,以往仅推荐病情严重、无法耐受手术或考虑手术无法有效切除时采用,首先于超声或 CT 引导下,确定囊肿位置,经皮肤刺入一根细针,进入囊肿腔内,通过针管吸出囊液,随后注入杀虫药物,以杀死囊内的寄生虫,在一段时间后,再次吸出药物和囊液的混合物,最后,将引流管留在囊腔内,以确保囊液完全排出。肝穿刺引流术是一种微创手术,创伤小,恢复快,住院时间较短。2016年 Duta 等^[33]的一项研究介绍了一种腹腔镜联合 PAIR 治疗肝棘球蚴患者的技术,其治愈率可达 93.2%,同时由于不进行手术切除,对患者创伤较小,术后短时间即可出院,这或许会对肝棘球蚴病的微创治疗带来新的启发。

7 小结

肝包虫病作为一种在我国高发的寄生虫疾病,长久以来一直是公共卫生领域的重要议题,随着医学技术的不断进步,人们对这一疾病的认识也日益深入,为患者提供了更为准确的诊断和有效的治疗方法。在治疗方面,手术仍然是肝包虫病治疗的主要方法,但随着微创手术技术的发展,如腹腔镜手术、机器人辅助手术、各种消融技术,为患者提供了更为安全和有效的治疗选择。肝包虫病的预后受到多种因素的影响,包括疾病的严重程度、治疗策略的选择以及患者的整体健康状况,但总体而言,经过及时和适当的治疗,大多数患者的预后良好。为了更好地管理这一疾病,需要进一步加强研究,探索更为有效的治疗方法,同时加强公众教育,提高人们对肝包虫病的认识和预防意识。

【参考文献】

- [1] Wan L, Wang T, Cheng L, et al. Laparoscopic treatment strategies for liver echinococcosis[J]. Infect Dis Ther, 2022, 11(4):1415-1426.
- [2] Faraj W, Faraj C, Kanso M, et al. Hydatid disease of the liver in the Middle East: A single center experience[J]. Surg Infect, 2022, 23(1):29-34.
- [3] Mueller P, Dawson S, Ferrucci J, et al. Hepatic echinococcal cyst: successful percutaneous drainage[J]. Radiol, 1986, 159(2):567-567.
- [4] Dindo D, Demartines N, Clavien P, et al. Classification of surgical complications-A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey[J]. Ann Surg, 2004, 240(2):205-213.
- [5] Tuxun T, Aji T, Tai Q, et al. Conventional versus laparoscopic surgery for hepatic hydatidosis: a 6-Year Single-Center Experience[J]. Gas Surg, 2014, 18(6):1155-1160.
- [6] Wan L, Ran B, Aji T, et al. Laparoscopic or open treatment for hepatic alveolar echinococcosis: A single-institution experience [J]. Infect Dis, 2021, 107:182-187.
- [7] Yaghi M, Zorkot M, Kanso M, et al. Robotic resection for hydatid disease of the liver[J]. BMJ Case Rep, 2021, 14(6):3.

- [8] Zou HB, Luo LY, Xue H, et al. Preliminary experience in laparoscopic resection of hepatic hydatidocyst with the Da Vinci Surgical System (DVSS): a case report[J]. BMC Surg, 2017, 17(1):6.
- [9] Di Benedetto F, Ballarin R, et al. Totally robotic isolated caudate-lobe liver resection for hydatid disease: report of a case[J]. Med Robot Comput Assist Surg, 2016, 12(2):254-261.
- [10] 谭家忠, 徐明谦, 外力, 等. 腹腔镜肝包虫囊肿摘除术 10 例报告[J]. 普外临床, 1994(1):42-43.
- [11] Zhao ZM, Yin ZZ, Meng Y, et al. Successful robotic radical resection of hepatic echinococcosis located in posterosuperior liver segments[J]. World J Gastroenterol, 2020, 26(21):2831.
- [12] Efanov M, Azizzoda Z, Elizarova N, et al. Laparoscopic radical and conservative surgery for hydatid liver echinococcosis; PSM based comparative analysis of immediate and long-term outcomes[J]. Surg Endosc, 2022, 25(36):1224-1233.
- [13] 郭亚民, 朱文君, 赵顺云, 等. 复杂性肝棘球蚴病外科治疗策略研究进展[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2018, 30(6):705-708.
- [14] Tuxun T, Zhang JH, Zhao JM, et al. World review of laparoscopic treatment of liver cystic echinococcosis-914 patients[J]. Infect Dis, 2014, 40(24):43-50.
- [15] Sozuer E, Akyuz M, et al. Open surgery for hepatic hydatid disease[J]. Int Surg, 2014, 99(6):764-769.
- [16] 安永德, 朱文君, 郭亚民, 等. 肝包虫病外科手术治疗进展[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2018, 30(1):104-107.
- [17] Ibrahim I, Tuerdi M, Zou XG, et al. Laparoscopic versus open surgery for hepatic cystic echinococcosis: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Exp Med, 2017, 18(3):16788-16797.
- [18] Descottes B, Glineur D, Lachachi F, et al. Laparoscopic liver resection of benign liver tumors-results of a multicenter european experience[J]. Surg Endosc, 2003, 17(1):23-30.
- [19] Goldin SB, Mateka J, Schnaus MJ, et al. Laparoscopic drainage of a hepatic echinococcal cyst: a case report[J]. Gastro Med, 2011, 2011:107087.
- [20] Nooghabi AJ, Bahar MM, Asadi M, et al. Evaluation and comparison of the early outcomes of open and laparoscopic surgery of liver hydatid cyst[J]. Surg Laparosc Endosc Pct Tech, 2015, 25(5):403-407.
- [21] Talaiti T, Shao Y, Zhang R, et al. A study on the clinical outcomes using different laparoscopic methods to treat hepatic cystic hydatidosis[J]. Chinese J Hepatobiliary Surgery, 2019, 25(9):664-667.
- [22] Chinese Doctor Association. Expert consensus on diagnosis and treatment of hepatic cystic and alveolar echinococcosis (2019 edition) [J]. Chin J Dig Surg, 2019, 18(8):711-721.
- [23] Kawamura N, Kamiyama T, Sato N, et al. Long-term results of hepatectomy for patients with alveolar echinococcosis: a single-center experience[J]. Am Coll Surg, 2011, 212(5):804-812.
- [24] Zhang J, Li YP, Chen X, et al. Robot-assisted pericystectomy using Da Vinci Xi surgical system with indocyanine green fluorescence imaging for hepatic cystic echinococcosis[J]. Asian J Surg, 2023, 46(1):417-423.
- [25] Rossi S, DiStasi M, Buscarini E, et al. Percutaneous RF interstitial thermal ablation in the treatment of hepatic cancer[J]. Am J Roentgenol, 1996, 167(3):759-768.
- [26] Sang Z, Zhu D, Ji W, et al. Radiofrequency ablation therapy for hepatic alveolar echinococcosis in experimental rats: pathological observation[J]. J Intervent Radiol, 2014, 23(1):54-57.
- [27] Saricik B, Kartal A, Esen H, et al. The use of radiofrequency thermal ablation method in the treatment of hepatic hydatid cysts[J]. Turkiye Parazitoloji Dergisi 2019, 43(1):10-15.
- [28] 王文涛, 杨先伟. 四川省肝泡型包虫病消融治疗技术规范[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2018, 25(11):1304-1307.
- [29] 魏倩, 王艳, 游岚岚, 等. 超声引导下微波消融治疗早期泡型肝包虫病患者疗效初步研究[J]. 实用肝脏病杂志, 2020, 23(4):593-596.
- [30] 王新亭, 张传雷, 陈晓琦, 等. 经皮射频消融与微波消融治疗 BCLC-A 期肝癌的疗效对比[J]. 肝脏, 2018, 23(8):683-685.
- [31] 李屈进, 龚建平. 高强度聚焦超声治疗肝包虫病[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2015, 22(2):159-161.
- [32] Zhampeissov N, Manap E, Rustemova K, et al. High-intensity focused ultrasound ablation: a non-surgical approach to treat advanced and complicated liver alveococcosis [J]. J Med Ultrason, 2019, 46(2):251-255.
- [33] Duta C, Pantea S, Lazar C, et al. Minimally invasive treatment of liver hydatidosis[J]. JSLS-J Soc Laparoendosc Surg, 2016, 20(1):6.

【收稿日期】 2023-11-22 【修回日期】 2024-02-11

(上接 609 页)

- [15] Grivna ST, Pyhtila B, Lin H. MIWI associates with translational machinery and PIWI-interacting RNAs (piRNAs) in regulating spermatogenesis[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2006, 103(36):13415-13420.
- [16] Johnson KC, Corey DR. RNAi in cell nuclei: potential for a new layer of biological regulation and a new strategy for therapeutic discovery[J]. RNA, 2023, 29(4):415-422.
- [17] Guo Z, Xie M, Zou Y, et al. Circular RNA Hsa_circ_0006766 targets microRNA miR-4739 to regulate osteogenic differentiation of human bone marrow mesenchymal stem cells [J]. Bioengineered, 2021, 12(1):5679-5687.
- [18] Bouvet M, Voigt S, Tagawa T, et al. Multiple Viral microRNAs regulate interferon release and signaling early during infection with Epstein-Barr virus[J]. mBio, 2021, 12(2):e03440-20.
- [19] Zhang J, Xu Y, Huan Q, et al. Deep sequencing of brachypodium small RNAs at the global genome level identifies microRNAs involved in cold stress response[J]. BMC Genomics, 2009, 10:449:1-16.
- [20] Yue SB, Trujillo RD, Tang Y, et al. Loop nucleotides control primary and mature miRNA function in target recognition and repression[J]. RNA Biol, 2011, 8(6):1115-1123.
- [21] Martinho C, Lopez-Gomollon S. Detection of microRNAs by northern blot[J]. Methods Mol Biol, 2023, 2630:47-66.
- [22] Garcia M, Garcia-Benitez C, Ortego F, et al. Monitoring insect resistance to Bt maize in the European Union: Update, challenges, and future prospects[J]. J Econ Entomol, 2023, 4(154):1-14.
- [23] Carthew RW, Agbu P, Giri R. MicroRNA function in Drosophila melanogaster[J]. Semin Cell Dev Biol, 2017, 65(8):29-37.
- [24] Wang Z, Tang F, Xu M, et al. Exploring miRNA-mRNA regulatory modules responding to tannic acid stress in *Micromelalopha troglodyta* (Graeser) (Lepidoptera: Notodontidae) via small RNA sequencing[J]. Bull Entomol Res, 2023, 113(1):86-97.
- [25] Muhammad ZS, Yang XB, Batool R, et al. Bacillus thuringiensis and chlorantraniliprole trigger the expression of detoxification-related genes in the larval midgut of plutella xylostella[J]. Front Physiol, 2021, 12:780255.
- [26] Li X, Hu S, Yin H, et al. MiR-4448 is involved in deltamethrin resistance by targeting CYP4H31 in *Culex pipiens pallens* [J]. Parasit Vectors, 2021, 14(1):159-172.
- [27] Li X, Hu S, Zhang H, et al. MiR-279-3p regulates deltamethrin resistance through CYP325BB1 in *Culex pipiens pallens* [J]. Parasit Vectors, 2021, 14(1):528-541.

【收稿日期】 2023-11-09 【修回日期】 2024-01-20