

• 综 述 General review •

经导管栓塞在慢性肌肉骨骼疼痛中的应用现状

谭 杰, 方志勇, 王 庆, 田壮博, 谷 鹏, 兰 斌

【摘要】 慢性肌肉骨骼疼痛发病率高,是我国居民的主要致残病因之一,给社会造成了沉重的健康、经济负担。经保守治疗无效且不能手术的患者治疗方法有限,近期经导管栓塞已成为该部分患者一种潜在的治疗方式。慢性肌肉骨骼疼痛如膝骨性关节炎、粘连性肩关节囊炎(冻结肩)、肌腱病和颈背部肌肉疼痛等,均可形成病理性新生血管及炎性反应。通过经导管栓塞异常新生血管,可改善患者的疼痛和功能。目前国内关于慢性肌肉骨骼疼痛的栓塞治疗研究较少,国外也缺乏大规模的高质量临床研究。该综述探讨了介入栓塞治疗慢性肌肉骨骼疼痛的基本原理,简述该技术的操作以及最新临床证据。

【关键词】 慢性肌肉骨骼疼痛;经导管栓塞;膝骨性关节炎;粘连性肩关节囊炎;病理性新生血管;炎性反应

中图分类号:R658 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-002-0213-05

The current clinical application status of transcatheter embolization in treating chronic musculoskeletal pain
TAN Jie, FANG Zhiyong, WANG Qing, TIAN Zhuangbo, GU Peng, LAN Bin. Department of Interventional Vascular Surgery, Hunan Provincial People's Hospital (First Affiliated Hospital of Hunan Normal University), Changsha, Hunan Province 410081, China

Corresponding author: FANG Zhiyong, E-mail: fangzhiyong129@163.com

【Abstract】 Clinically, the incidence of chronic musculoskeletal pain is relatively high, and it is one of the main causes of disability in Chinese residents, causing a heavy health and economic burden to the society. There are limited treatments available for patients who are ineffective to conservative treatment and whose disorders are inoperable. Recently, transcatheter embolization (TCE) has become a potential treatment method for such patients. Chronic musculoskeletal pain, such as knee osteoarthritis, adhesive capsulitis of the shoulder (frozen shoulder), tendinopathy, and neck/back muscle pain, can induce pathological neovascularization and inflammatory reactions. TCE of abnormal neovasculature can improve patient's pain and limb function. So far, there are relatively few studies on the TCE of chronic musculoskeletal pain in China, and there are no large-scale high-quality clinical studies abroad. This paper aims to make a comprehensive review about the TCE for chronic musculoskeletal pain, focusing on its basic principles, operative techniques, and latest clinical achievements.

【Key words】 chronic musculoskeletal pain; transcatheter embolization; knee osteoarthritis; adhesive shoulder capsulitis; pathological neovascularization; inflammation reaction

慢性肌肉骨骼疼痛(chronic musculoskeletal pain, CMP)是指发生在肌肉、骨骼、关节、肌腱或软组织等部位的慢性病变(超过 3 个月),这类疾病的主要症状是慢性疼痛和功能减退,导致患者生活质量降低^[1]。国内外多个指南均提倡以保守治疗为主的一线方案,以改善 CMP 患者的疼痛、生活质量及功能为主^[1-3]。如果保守治疗无效,则考虑手术干

预,然而对于所有的 CMP 病变均无可靠的手术方式。关节置换手术虽然是骨关节炎的最终治疗方法,但假体机械磨损和松动的风险限制了这类手术方式的应用。此外,有大量经保守治疗无效的 CMP 患者,也由于其他原因不适合手术治疗。经导管栓塞术(trans-catheter embolization, TCE)已广泛用于出血性疾病、富血供肿瘤的治疗,但在 CMP 治疗

中是一种新兴、微创的方式,具有巨大的临床应用潜力^[4-5]。膝动脉栓塞(genicular artery embolization, GAE)治疗膝骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)已有一定的临床经验^[6-7]。目前 TCE 被研究用于治疗其他 CMP 性疾病,如冻结肩、肌腱病和慢性背痛等。本综述探讨了 TCE 治疗 CMP 的基本原理、操作及最新临床证据。

1 TCE 治疗原理

国内外证据表明,CMP 的疼痛与持续性炎症相关,炎症介质释放细胞因子,如血管内皮生长因子(VEGF)诱导新生血管生成^[8-9]。炎症导致的病理性血管形成有助于炎症持续、滑膜炎、软骨和骨性破坏等^[10]。末端神经纤维也会随异常新生血管一起生长而加重疼痛^[11]。病理性新生血管的数字减影血管造影(DSA)常表现为异常新生血管伴充血性染色和(或)早期静脉回流^[12],TCE 应用于 CMP 疾病中的基本原理是将这些异常新生血管作为栓塞的靶点。

2 TCE 操作

TCE 通常在局部麻醉或镇静下进行,可通过股动脉、桡动脉、尺动脉入路。在透视引导下将导管超选至靶血管内进行 DSA 造影,一般使用微导管进行栓塞。栓塞前可行锥形束计算机断层扫描成像(CBCT)来评估微导管的位置,并确保没有异常的动脉吻合或明显的骨、皮支供血,降低异位栓塞的概率。与其他栓塞术的终点不同,CMP 病变的栓塞终点为主要供血动脉染色消失(称为“血管修剪”),而非靶血管血流滞留。

CMP 栓塞治疗的栓塞剂包括栓塞微球、亚胺培南/西司他丁钠(IPM/CS)和明胶海绵颗粒等。IPM/CS 是一种抗生素,具有轻微的水溶性,在碘造影剂中可形成小颗粒(40~75 μm)。IPM/CS 颗粒为临时栓塞剂,在血液可缓慢溶解,已用于许多终末器官出血的栓塞,且栓塞并发症少见^[13]。目前关于不同 CMP 病变的最佳栓塞材料及大小仍无定论。一项荟萃分析显示,在膝动脉栓塞治疗膝骨性关节炎的一些研究中,使用 IPM/CS 和栓塞微球的术后疗效差异无统计学意义^[7]。冻结肩行 TCE 的临床对比研究有限,大部分研究使用 IPM/CS,但临时栓塞剂似乎可降低术后并发症概率。弹簧圈栓塞尚未应用于 CMP 的栓塞研究,因弹簧圈联合颗粒栓塞剂会减少侧支血供,增加骨坏死等栓塞相关并

发症概率。

3 CMP 疾病的临床应用

目前国内外的临床研究主要探索 TCE 在 KOA、冻结肩、肌腱病及斜方肌痛和背痛等 CMP 疾病的应用,本章将基于最新的临床证据进行分述。

3.1 膝骨性关节炎

膝关节作为最大的应力性关节,最常发生骨性关节炎。KOA 致病因素多样,是一种继发于骨质增生的慢性、退行性骨关节病,可导致疼痛、功能丧失及生活质量下降^[14]。我国中老年人 KOA 患病率高达 8.1%,65 岁以上人群的发病率更高,随着我国人口老龄化进一步加重,KOA 患病率呈逐年上升趋势^[15-16]。

目前研究认为,KOA 产生疼痛的主要机制包括膝关节内组织的炎症反应、血管和神经生成、力学负荷增加和骨重塑等方面^[8]。KOA 的常规治疗方式包括体重管理、运动疗法、口服抗炎镇痛药物及关节腔内注射糖皮质激素或透明质酸等。手术治疗包括单髁膝关节置换及全膝关节置换术,可重建膝关节功能。

GAE 治疗 KOA 是研究最广泛的 TCE 技术。目前研究认为骨关节炎通过新生血管来维持炎症、疼痛和滑膜炎的循环。Okuno 等^[17]使用 75 μm IPM/CS 或 100 μm 栓塞微球对 72 例轻、中度 KOA 患者的 95 支膝动脉进行栓塞并评估。GAE 均获得技术成功,随访 6 个月及 3 年的临床有效率为 86.3% 及 79.8%。临床治疗有效定义为西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)评分较基线值降低了 50%。Balga 等^[18]使用 75 μm 或 100 μm 栓塞微球治疗 20 例 KOA 患者,6 个月后随访的临床成功率为 80%,平均视觉模拟评分(VAS)及 WOMAC 评分均显著降低,术后并发症主要包括自限性皮肤变色(65%)及足底感觉异常(10%),对症处理后均得到改善。Little 等^[19]回顾性研究了使用 100~300 μm 栓塞微球进行 GAE 的 38 例 KOA 患者,术后 12 个月的随访中显示,VAS 和膝关节损伤和骨关节炎预后评分(knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS)评分显著改善。然而该研究中有 6 例患者由于术中存在异位栓塞风险或无靶血管而未被接受 GAE。我国关于 GAE 治疗 KOA 的临床研究相对较少,孙长浩^[6]前瞻性招募了 37 例轻-重度的 KOA 患者,其中轻中度 KOA 患者 28 例,重度 KOA 9 例,均使用 150~350 μm 聚乙

烯醇(PVA)颗粒进行 GAE 治疗,两组患者术后的 VAS 评分均显著降低。此外,该研究纳入了 44 例接受 GAE 的 KOA 患者,通过受试者操作曲线(ROC)发现术前 K-L 分级、骨髓病变、软骨损伤范围、软骨全层损伤和半月板挤出程度与 GAE 获益存在关联。

大多数的研究性治疗都是在轻度至中度骨关节炎中进行,而 GAE 在重度 KOA 的应用仍存在争议。一项回顾性研究纳入 12 例使用 IPM/CS 进行 GAE 的重度 KOA 患者,其结果显示术后第 1 个月疼痛得到改善,但 3~6 个月后疼痛逐渐加重至术前水平^[20]。Padia 等^[21]的一项前瞻性研究纳入了 40 例 KOA 患者,其中 16 例为重度患者,术后 12 个月的临床成功率为 68%。孙长浩^[6]的研究中显示重度 KOA 患者($n=9$)接受 GAE 后短中期疗效显著,疼痛可显著缓解。总之,GAE 在重度 KOA 中的作用仍有待进一步研究及证实。

目前关于 GAE 应用于 KOA 的证据主要局限于队列研究或病例报道。近期,一项随机对照研究纳入了 21 例接受 GAE 或假手术(2:1)的轻中度 KOA 患者,首次治疗 1 个月后,假手术组的患者进入 GAE 组。结果显示,相较于假手术组,接受 GAE 的患者术后 1 个月的疼痛显著改善^[22]。

到目前为止,GAE 已显示出良好的安全性。最常见的栓塞特异性不良事件是异位皮肤栓塞引起的自限性皮肤变色或溃疡,可在病变皮肤上使用冰袋诱导皮肤血管暂时收缩进行治疗。在骨并发症方面,Padia 等^[21]报道 2 例无症状 <2 cm 骨梗死,Bagla 等^[22]报道 2 例随访骨髓水肿,Little 等^[19]在术后的 MRI 上发现术后骨磨损,但该现象可能与 BMI 较高的患者有关。小部分使用小颗粒微球进行 GAE 的患者发生短暂性足底感觉异常,推测是由于足底正中神经的非靶栓塞,在使用更大的栓塞颗粒后没有发生类似并发症^[22]。目前没有研究报道术后明显的骨坏死。使用临时栓塞剂或大颗粒($\geq 100 \mu\text{m}$)微球、术中 CBCT 及术后预防性冰敷可能减少 GAE 术后并发症。

3.2 粘连性肩关节囊炎

粘连性肩关节囊炎(SAC),俗称冻结肩,多发年龄为 40~60 岁,女性更多见。临床常表现为单侧肩关节疼痛和僵硬,活动范围明显受限。SAC 病因不明,常见的危险因素包括糖尿病、甲状腺功能异常、高脂血症、帕金森及掌筋膜痉挛等^[23]。SAC 常为自限性,病程可持续 2~3 年以上,有研究表明 SAC 发病 2 年后仍有 40% 患者存在活动受限,且病程时间

长是预后不良的危险因素^[23]。体格检查及病史是诊断主要依据,若难以与肩峰下疾病鉴别,可进行注射实验来协助诊断。冻结肩的常规治疗包括理疗、口服或关节内注射糖皮质激素、关节内液体扩张术及孟肱关节囊松懈等。

SAC 的病理生理过程仍未明确阐述,其导致的肩关节疼痛与炎性反应、病理性新生血管和神经纤维生长相关^[24]。SAC 最典型的关节镜下表现包括肩胛下囊病变、二头肌肌腱长头起源异常、关节囊纤维化和多发生新生血管。基于 SAC 中的富血管病变,多项研究结果显示栓塞 SAC 异常供血动脉可有效缓解症状^[23]。

Okuno 等^[26]对 7 例顽固性 SAC 患者进行了一项前瞻、先导性研究,在 TCE 术后平均 10 个月的随访中,疼痛和活动范围有显著改善。Okuno 等^[27]后续开展了一项回顾性研究,纳入 25 例接受 TCE 的 SAC 患者,结果显示其临床成功率(VAS 评分较基线值降低 50% 以上)为 84%,88% 的患者在 12 个月的随访中疼痛消失。Fernández 等^[28]在一项对 40 例患者的前瞻性研究中报道了可重复的结果,显示 SAC 患者接受 TCE 术后 6 个月时疼痛和活动范围显著改善,12 个月随访时 92.5% 的患者无或轻微疼痛。SAC 接受 TCE 的术后不良事件发生率较低,且为自限性,主要包括栓塞部位疼痛、感觉异常、皮肤坏死及骨髓水肿等。同上述 KOA 的栓塞治疗,使用临时栓塞剂或大颗粒、术中 CBCT 确认栓塞靶血管供血范围等方式可有效降低术后并发症。

3.3 肌腱病和附丽病

跟腱病是常见的慢性退行性、劳损性疾病,表现为跟腱区域的肿胀、疼痛,其病理生理学为复杂的炎性反应^[29]。附丽是指韧带或肌腱等组织附着于骨头的部位,附丽病为以附丽病变为主或伴随附丽病变的一类疾病^[30]。附丽病多继发于退行性关节炎,也可继发于血清阴性脊柱关节病等。跟腱病和附丽病均暂无特效治疗,治疗方法多为休息、理疗、非甾体类抗炎药以及局部注射糖皮质激素等。

TCE 已被用于治疗肩关节、肘关节、臀部、膝关节和足部的肌腱或附丽病。在 Okuno 等^[31]的一项前瞻性系列研究中,7 例髌骨肌腱病、肩袖肌腱病、足底筋膜炎、外上髁炎、髂胫束综合征或跟腱插入病变的患者接受 IPM/CS 栓塞治疗。通过手推造影确认肌腱病/附丽病的异常新生血管,并使用微导管进行超选栓塞。在术后 4 个月的随访中,疼痛评分有显著改善;1 例患者发生自限性皮下出血,未发生栓塞相关不良事件。Iwamoto 等^[32]使用 IPM/CS

治疗了 24 例外上髌炎患者,随访 2 年后,22 例患者的疼痛、关节功能和 MRI 复查肌腱增生程度有显著改善,无栓塞特异性不良事件。该研究中,8 例患者接受了重复 TCE 手术,这表明 TCE 在慢性肌骨病变中具有良好的重复性及安全性。Hwang 等^[33]回顾性研究小颗粒栓塞微球或 IPM/CS 治疗 15 例肩或肘关节肌腱病患者,技术成功率及临床有效率分别为 100% 及 73%,仅 1 例使用栓塞微球的患者发生自限性前臂皮肤红斑。Lee 等^[34]用 IPM/CS 或明胶海绵颗粒治疗了 14 例保守治疗无效的慢性内侧上髌炎,术后 6 个月的临床有效率为 85.7%,该研究中的临床有效定义为快速上肢功能评定表(Quick-Disabilities of the arm, shoulder and hand, Quick-DASH)评分较基线值改善 70%。

目前多项临床研究表明 TCE 可有效、安全地治疗肌腱病和附丽病,但绝大部分研究为小样本、回顾性研究,且随访时间有限,仍需更高质量的研究来验证 TCE 治疗肌腱相关疾病的长期疗效。

3.4 斜方肌痛和背痛

已有临床研究将 TCE 用于治疗斜方肌痛及背痛。Shibuya 等^[35]的病例系列回顾性研究中,42 例斜方肌痛患者接受了 IPM/CS 的栓塞治疗。通过对颈横动脉、肩胛上动脉及肩胛回旋动脉进行造影,确定供应斜方肌的异常新生血管并进行栓塞。其临床有效定义为栓塞术 6 个月后的简明疼痛量表(brief pain inventory, BPI)评分较基线值降低 50% 以上,临床有效率为 71.4%,该研究在随访期间未发生栓塞特异性不良事件。

Fujiwara 等^[36]将 TCE 作为一种针对保守治疗无效的慢性背痛患者的新型治疗方法,回顾性研究了 14 例接受 IPM/CS 进行 TCE 的腰椎或骶髂关节病相关的背痛患者。栓塞靶血管包括腰动脉、髂腰动脉、骶正中动脉、骶外侧动脉和臀动脉等,根据临床及影像检查中病变腰椎关节进行定位。值得注意的是,栓塞前造影识别并避免栓塞脊髓前动脉对预防脊髓异位栓塞尤为关键。栓塞术中通过诱发患者出现腰痛症状的部位,以再次确定栓塞目标血管,栓塞终点为患者诱发的腰痛症状减轻或靶血管血流滞留。11 例患者随访时间达 2 年, Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)有明显改善,没有发生栓塞相关的不良事件。

4 疗效评估

对于不同部位 CMP 病变接受 TCE 术后的疗

效有不同的评估方法。疼痛及功能的评估系统多样且复杂,需结合患者病变、治疗方式及个体因素来综合判断。在既往研究中已使用了一些疼痛和功能评估系统,包括 VAS、KOOS 及 WOMAC 等评分系统。VAS 是一种简单的疼痛评估方法,但缺少对生活质量和功能恢复的评估。KOOS 和 WOMAC 是一种有效的疼痛和功能恢复评估问卷,提供了更完整的症状评估。此外,在考虑使用 TCE 治疗时患者的选择至关重要。如前所述,MRI 的某些特征与 GAE 术后临床效果相关。术前详细的查体、评估及影像学检查有助于潜在获益患者的筛选。

5 总结

国内外多项研究已表明,TCE 可有效治疗部分 CMP 病变。大多数临床研究在 KOA 和 SAC 中进行,关于 TCE 应用于肌腱病和肌肉疼痛的研究仍较少。总体来说,TCE 在技术上可行,具有良好的安全性,有改善 CMP 患者疼痛和功能的巨大潜力。未来的研究应着重于探究潜在获益患者的筛选、不同 CMP 病变 DSA 的特征、靶血管的辨别与超选、不同栓塞剂的疗效比较、栓塞终点的标准以及术后栓塞相关并发症的预防等方面。肌骨病变的栓塞治疗是一个具有潜力的介入诊疗新方向,可造福更多患者和提高其生活质量,也期待国内外更多高质量的研究成果来推动介入医学在慢性肌骨病变中发展。

[参考文献]

- [1] 中国医师协会疼痛科医师分会,国家临床重点专科/中日医院疼痛专科医联体,北京市疼痛治疗质量控制和改进中心.慢性肌肉骨骼疼痛的药物治疗专家共识(2018)[J].中国疼痛医学杂志,2018,24:881-887.
- [2] Babatunde OO, Jordan JL, Van der Windt DA, et al. Effective treatment options for musculoskeletal pain in primary care: a systematic overview of current evidence[J]. PLoS One, 2017, 12: e0178621.
- [3] Flynn DM. Chronic musculoskeletal pain: nonpharmacologic, noninvasive treatments[J]. Am Fam Physician, 2020, 102: 465-477.
- [4] 张明照,李博,秦荣清,等.血管介入栓塞治疗骨盆骨折出血的止血效果[J].介入放射学杂志,2023,32:431-435.
- [5] 余磊,邹春峰,苏孙欢,等.经导管动脉化疗栓塞术治疗局部复发乳腺癌的疗效与安全性[J].介入放射学杂志,2024,33: 280-284.
- [6] 孙长浩.磁共振膝关节炎评分在膝动脉栓塞术治疗膝骨关节炎中的应用[D].银川:宁夏医科大学,2023.
- [7] Torkian P, Golzarian J, Chalian M, et al. Osteoarthritis-Related knee pain treated with genicular artery embolization: a

- systematic review and meta-analysis[J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9;23259671211021356.
- [8] 章晓云, 曾浩, 孟林. 膝关节炎疼痛机制及治疗研究进展[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2023, 29;50-58.
- [9] Costa C, Incio J, Soares R. Angiogenesis and chronic inflammation: cause or consequence? [J]. *Angiogenesis*, 2007, 10;149-166.
- [10] 刘映鸿, 伊亚婷. 血管生成在骨关节炎中的作用机制及治疗启示[J]. *中国组织工程研究*, 2023, 27;307-313.
- [11] Ashraf S, Wibberley H, Mapp PI, et al. Increased vascular penetration and nerve growth in the meniscus: a potential source of pain in osteoarthritis[J]. *Ann Rheum Dis*, 2011, 70;523-529.
- [12] Braithwaite S, Qamhawi Z, Briggs J, et al. Transcatheter embolisation in chronic musculoskeletal disorders [J]. *Br J Radiol*, 2023, 96;20220728.
- [13] Hiraki S, Sato F, Osugi M, et al. Transcatheter arterial embolization for acute lower gastrointestinal bleeding using imipenem/cilastatin: a single-center retrospective study [J]. *CVIR Endovasc*, 2023, 6;12.
- [14] Godziuk K, Hawker GA. Obesity and body mass index: Past and future considerations in osteoarthritis research [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2024, 32;452-459.
- [15] 陆艳红, 石晓兵. 膝关节炎国内外流行病学研究现状及进展[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2012, 20;81-84.
- [16] Hawker GA. Osteoarthritis is a serious disease[J]. *Clin Exp Rheumatol*, 2019, 120;3-6.
- [17] Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, et al. Midterm clinical outcomes and MR imaging changes after transcatheterarterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2017, 28;995-1002.
- [18] Bagla S, Piechowiak R, Hartman T, et al. Genicular artery embolization for the treatment of knee pain secondary to osteoarthritis[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2020, 31;1096-1102.
- [19] Little MW, Gibson M, Briggs J, et al. Genicular artery embolization in patients with osteoarthritis of the knee (genesis) using permanent microspheres: interim analysis[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44;931-940.
- [20] Lee SH, Hwang JH, Kim DH, et al. Clinical outcomes of transcatheter arterial embolisation for chronic knee pain: mild-to-Moderate versus severe knee osteoarthritis[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42;1530-1536.
- [21] Padia SA, Genshaft S, Blumatein G, et al. Genicular Artery embolization for the treatment of symptomatic knee osteoarthritis[J]. *JB JS Open Access*. 2021, 21;e21. 00085.
- [22] Bagla S, Piechowiak R, Sajan A, et al. Multicenter randomized sham controlled study of genicular artery embolization for knee pain secondary to osteoarthritis[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2022, 33;2-10. e2.
- [23] 邹欢, 曾飞, 叶立祥, 等. 粘连性肩关节囊炎治疗研究进展[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2023, 29;127-132.
- [24] Xu Y, Bonar F, Murrell GA. Enhanced expression of neuronal proteins in idiopathic frozen shoulder[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2012, 21;1391-1397.
- [25] Cho CH, Song KS, Kim BS, et al. Biological aspect of pathophysiology for frozen shoulder [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018;7274517.
- [26] Okuno Y, Oguro S, Iwamoto W, et al. Short-term results of transcatheter arterial embolization for abnormal neovessels in patients with adhesive capsulitis: a pilot study[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2014, 23;e199-e206.
- [27] Okuno YJ, Iwamoto W, Matsumura N, et al. Clinical outcomes of transcatheter arterial embolization for adhesive capsulitis resistant to conservative treatment[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2017, 28;161-167. e1.
- [28] Fernandez Martinez AM, Baldi S, Alonso-Burgos A, et al. Mid-term results of transcatheter arterial embolization for adhesive capsulitis resistant to conservative treatment [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44;443-451.
- [29] 胡文山, 陈丹阳, 范新欢, 等. 体外冲击波治疗慢性跟腱炎的临床疗效[J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31;476-478.
- [30] 周君, 李盛华, 刘红喜, 等. 附丽病研究进展[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2019, 19;22-23, 25.
- [31] Okuno YJ, Matsumura N, Oguro S. Transcatheter arterial embolization using imipenem/cilastatin sodium for tendinopathy and enthesopathy refractory to nonsurgical management[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2013, 24;787-792.
- [32] Iwamoto W, Okuno Y, Matsumura N, et al. Transcatheter arterial embolization of abnormal vessels as a treatment for lateral epicondylitis refractory to conservative treatment: a pilot study with a 2-year follow-up [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2017, 26;1335-1341.
- [33] Hwang JH, Park SW, Kim KH, et al. Early results of transcatheter arterial embolization for relief of chronic shoulder or elbow pain associated with tendinopathy refractory to conservative treatment[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2018, 29;510-517.
- [34] Lee JH, Kim DH, Lee SH, et al. Short-term results of transcatheterarterial embolization for chronic medial epicondylitis refractory to conservative treatment: a single-center retrospective cohort study [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2022, 45;197-204.
- [35] Shibuya M, Sugihara E, Miyazaki K, et al. Effects of transcatheter arterial microembolization on persistent trapezius myalgia refractory to conservative treatment [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44;102-109.
- [36] Fujiwara K, Inui S, Shibuya M, et al. Transcatheter arterial embolization using imipenem/cilastatin sodium for chronic low back pain resistant to conservative treatment: a pilot study with 2-year follow-up [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44;1964-1970.

(收稿日期: 2024-03-05)

(本文编辑: 茹实)