

· 综述 ·

射频消融在脊柱转移瘤的研究进展[△]

张超, 韩秀鑫, 马育林, 王国文*

(天津医科大学肿瘤医院骨与软组织肿瘤科 国家肿瘤临床医学研究中心 天津市“肿瘤防治”重点实验室
天津市恶性肿瘤临床医学研究中心, 天津 300060)

摘要: 在所有的癌症发展历程中, 大约有 85% 的患者最终发生骨转移, 脊柱是最常见的转移部位, 脊柱转移瘤治疗方法主要包括放疗、化疗、外科手术等, 放疗、化疗治疗效果有限, 对一些顽固性疼痛仍然不能达到有效的缓解, 外科手术存在创伤大、手术时间长、术后康复慢、花费较高、并发症多等不足, 对于脊柱肿瘤患者应持慎重态度。在过去的 10 年里, 射频消融技术在脊柱转移瘤治疗中广泛应用, 其安全性和治疗效果得到了临床医生的认可, 本文就射频消融在脊柱转移瘤中的作用原理、临床应用现状、存在问题、温度场分布进行综述。

关键词: 射频消融, 脊柱转移瘤, 温度场分布

中图分类号: R738.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 18-1669-05

Research progress on radiofrequency ablation of spinal metastases // ZHANG Chao, HAN Xiu-xin, MA Yu-lin, WANG Guo-wen*.
Bone and Soft Tissue Sarcoma Department, Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital, National Clinical Research Center for Cancer, Key Laboratory of Cancer Prevention and Therapy, Tianjin, Tianjin's Clinical Research Center for Cancer, Tianjin 300060, China

Abstract: In all the cancer development process, about 85% of the patients eventually develop bone metastases, of which spine is the most common site. The treatment methods of spinal metastases mainly include radiotherapy, chemotherapy and surgery. However, the efficacy of radiotherapy and chemotherapy is limited, and some intractable pain still cannot be relieved effectively, while surgical operation has disadvantages of iatrogenic trauma, time consuming in operation and long time for postoperative recovery. Therefore, cautious should be taken in the treatment of spinal metastases. In the past 10 years, radiofrequency ablation has been developed rapidly in the treatment of spinal metastases, and its safety and therapeutic capacity have been recognized by clinicians. This paper reviews the principle, clinical status, existing problems and temperature field distribution of radiofrequency ablation used in spinal metastases.

Key words: radiofrequency ablation, spinal metastases, temperature field distribution

所有癌症患者中, 脊柱是常见的转移部位。脊柱转移瘤治疗主要目的是最大限度地减轻疼痛, 保持机械稳定性和改善生活质量^[1, 2]。尽管目前治疗脊柱转移瘤的主要方法为放疗, 但放射治疗后的疼痛缓解可能是部分的、延迟的和暂时的。此外, 脊柱转移导致的疼痛, 采用化疗、激素治疗、放射性药物和双膦酸盐等全身治疗通常无法得到有效缓解。对于脊柱转移瘤患者姑息性手术、微创治疗逐渐成为一种趋势, 射频消融在脊柱转移瘤治疗中的应用日趋广泛, 但射频消融在治疗脊柱转移瘤过程中存在热损伤风险, 射频消融在椎体中温度场分布成为研究热点, 如何既能提高射频消融的治疗效果, 又能避免脊髓热损伤是其研

究热点。本文对射频消融的作用原理、临床应用现状、并发症、温度场分布及其相关问题进行综述。

1 射频消融的作用原理

射频消融 (radiofrequency ablation, RFA) 是一种微创技术, 属于肿瘤热疗方法, 通过交流电发出的射频波加热肿瘤组织。它可在超声、C形臂 X 线机、CT 等设备的引导下, 将射频消融电极置入肿瘤体内, 通过电极周围组织的离子震荡, 相互摩擦产生热量, 当温度达到 50℃ 以上, 持续数分钟, 肿瘤组织就可以发生凝固性坏死, 从而达到杀灭肿瘤的目的。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.08

[△]基金项目:天津市教委科研计划项目(编号:2021KJ195)

作者简介:张超, 主治医师, 博士研究生, 研究方向:脊柱转移瘤射频消融治疗、骨与软组织肿瘤治疗等, (电话)15022432620, (电子信箱) zhangchao198409@163.com

*通信作者:王国文, (电子信箱)wgwhrb@163.com

的^[3-7]。既往研究显示,当射频消融温度为45℃时,作用时间为数个小时,肿瘤细胞就可以发生不可逆性坏死;当射频消融作用温度达到50℃~55℃时,作用4~6 min 就会造成肿瘤细胞发生凝固性坏死^[3]。

2 RFA 在脊柱转移瘤中的临床应用现状

2.1 RFA 治疗脊柱转移瘤

Osti 等^[8]于1998年首次报告了应用射频消融对脊柱骨样骨瘤进行治疗。Groenemeyer 等^[9]2002年报道了4例脊柱转移瘤病例,采用射频热消融和椎体成形术联合治疗,取得了较好的治疗效果。2003年 Schaefer 等^[10]报道了1例80岁肾癌脊柱转移瘤患者,进行了射频消融联合椎体成形术,患者术后无手术相关并发症,疼痛得到明显缓解,术后能够正常行走。随着射频消融技术在骨肿瘤治疗中的不断发展,射频消融作为一种微创介入手段越来越广泛的用于脊柱转移瘤的治疗^[11-16]。

2.1.1 RFA 经皮微创治疗

最近相关文献指出,射频消融联合椎体成形术能够缓解疼痛并加强椎体稳定性^[5, 17-19]。Burgard 等^[20]对29例骨转移瘤患者应用骨水泥成形术治疗,其中14例患者联合射频消融治疗,骨水泥渗漏率为37.5%,没有严重并发症发生,研究者认为骨水泥成形术联合射频消融安全可靠,并发症发生率低,可以取到较好的治疗效果。Bagla 等^[21]对50例脊柱转移瘤患者进行射频消融治疗,疼痛评分由术前的5.9分降到2.1分,生活质量评分由术前的10.9分改善为术后的16.2分,术前与术后相比,疼痛、生活质量得到明显提高。Rosian 等^[22]的一篇系统评价共纳入9个临床研究,其中4个前瞻性的,5个回顾性的,这些研究纳入583个椎体转移瘤患者,患者均接受了RFA治疗,其中437例脊柱转移瘤患者联合椎体成形术治疗,研究显示,射频消融能够明显缓解疼痛,而且射频消融是安全、有效的,尤其是对于传统治疗(放疗等)无效或者禁忌的病例,射频消融能够取得较好的治疗效果。

2.1.2 RFA 联合开放手术

射频消融在联合开放手术治疗脊柱转移瘤方面也取得了较好的治疗效果,一项回顾性分析30例病例,并与文献比较,可初步说明射频消融有减少术中出血量、较低并发症发生率、有效改善症状及获得满意肿瘤控制率等优点^[23]。张超等^[24]应用射频消融技术治疗脊柱转移瘤,对23例高度恶性的脊柱转移瘤

患者通过后路开放手术减压,射频消融联合椎体成形术,平均手术时间为(163±87.36) min,术中出血量为(430.00±130.35) ml,该术式通过椎板减压间接缓解脊髓压迫,并应用椎体成形术和钉棒内固定系统加强脊柱三柱稳定性,手术时间短、创伤小且出血量比较少,研究认为射频消融可更广泛地用于脊柱转移瘤患者的姑息性治疗^[24]。

2.2 RFA 相关并发症

射频消融在转移瘤姑息治疗方面得到了广泛应用,但RFA治疗脊柱转移存在相应的副作用:出血、感染、皮肤损伤、脏器损伤、脊髓及神经根损伤^[25-28]。2004年 Nakatsuka 等^[29]对17例患者(共计23处骨转移)进行射频消融治疗,研究结果发现术前13例患者有疼痛症状,经过治疗后,疼痛得到显著缓解,VAS评分由术前的8.4分降到术后的1.1分,而且通过影像学发现肿瘤发生大量的坏死。在这些病例中,有4例患者肿瘤累及椎体后皮质或者椎弓根,在射频消融的过程中,脊髓发生了热损伤。研究者认为,射频消融联合骨水泥治疗骨转移瘤是可以实施的,并能取得较好的治疗效果。但是对于邻近脊髓的病变,在射频消融的过程中,有脊髓发生热损伤的风险。

针对于邻近脊髓的脊柱转移瘤病例,为了研究射频消融安全性,Nakatsuka 等^[30]又做了一项前瞻性的研究,评估射频消融治疗脊柱肿瘤的可行性、安全性和临床应用价值。共有10例病例入组,9例患者椎管内温度没有超过45℃,有1例椎管内温度达到48℃,虽然射频消融立即停止,但是患者已经产生了短暂的神经损伤,90%的患者疼痛得到不同程度的缓解,但是有1例患者治疗后2个月出现复发性疼痛,有2例患者治疗后2个月出现新的转移灶疼痛,研究结果认为对于邻近脊髓的椎体病变,应实时监测椎管内温度,对椎体病变进行射频消融,该治疗手段是安全、有效的。虽然该研究中只有1例患者出现一过性的神经损伤症状,但是假如没有实时温度监控,是否会形成永久性神经损伤,甚至截瘫,这是需要临床医生应用射频消融治疗脊柱转移瘤需要思考的问题。

3 RFA 在椎体中的温度场分布研究

3.1 影响温度场分布的相关因素

根据射频消融在临床方面存在的问题,研究者开始对椎体射频消融温度分布范围或者凝固性坏死范围进行研究。射频消融的有效作用范围和射频消融区域

周围组织或器官热损伤的风险取决于组织类型和肿瘤性质。在骨肿瘤的消融过程中,皮质骨具有隔热作用,而且松质骨的导热作用比软组织差。此外,在脊柱肿瘤中,硬膜外静脉丛和脊髓内脑脊液的流动会引起局部降温效应,从而影响射频消融在椎体内的温度场分布范围^[31]。在消融过程中,如果射频消融邻近周围组织的温度高于45℃,就能够引起组织损伤,特别是在脊髓、神经根等周围神经系统中^[31-34]。因此,在射频消融过程中,应通过温度实时监测,控制射频消融作用温度,以降低热损伤的风险。然而,由于消融过程中的温度分布也取决于所使用的射频消融针型^[33],目前比较常用的射频消融系统有双极针、单极针等,单极针中又分为内冷却单极针、灌注电极针等,不同的电极所产生的治疗效果存在一定差异。

3.2 增加温度场分布范围方法

近年来,用来尝试改进射频消融过程中能量与组织相互作用的方法已经有所发展,目的就是为增加凝固性坏死范围,从而治疗大多数临床相关肿瘤。射频消融用于治疗肿瘤时造成的有效杀伤范围与射频消融的功率、设定温度、作用时间及消融电极针的有效长度及其类型等有关。功率过大、温度过高可造成电极针周围组织碳化,形成绝缘带,从而影响消融效果。设置适当的功率、温度,在一定范围内可延长射频时间,从而有效增大消融范围。Pezeshki等^[35]使用一款内冷却双极电极针(bipolar-cooled radiofrequency, BCRF),研究其在正常椎体中的作用范围,该系统的双极特性能够在骨质中进行射频消融,并能够取得较好的消融效果,而且该设备有内冷却系统,避免电极尖端因温度过高导致碳化,影响消融效果,通过内冷却系统能够进一步增加热损伤范围。

Ishikawa等^[36]应用RITA1500X射频消融设备,采用灌注电极对牛肝脏进行射频消融,连续输入生理盐水RFA的消融体积大约是不输液RFA的1.7倍,RFA过程中产生的焦耳热以生理盐水最高,50%葡萄糖最低。研究认为盐水连续注射期间可维持RFA阻抗的稳定状态,持续注射生理盐水来改变组织的电导,产生这些结果的3个原因。首先,在没有液体灌注的RFA中,电极附近组织中的水形成微泡,其中一些微泡移动到组织周围。因此,电极附近的水分百分比降低,组织的导电性下降。在射频过程中,阻抗逐渐增加。盐水是一种导电的溶液,所以在与RFA一起使用时,盐水的消融区域比葡萄糖范围更大^[36]。其次,对电极周围的组织进行消融是由高电流密度引起的焦耳热的热转换效应引起的。从电极附

近的组织到周围组织的热传导,或电极周围产生的热水或高温微泡的转移,注入液体将促进热水或高温微泡向周围组织转移,最终达到扩大消融区域的效果。此外,与无液体灌注的RFA相比,持续液体灌注的RFA倾向于产生更大的凝固性坏死范围,总焦耳热更低,特别是盐水灌注在靶组织显示出很高的消融效率,会产生非常好的消融效果^[37]。研究认为持续液体输注能够增强RFA消融作用。在温控射频消融系统中,持续输注生理盐水可以增加射频消融凝固性坏死范围。持续输注生理盐水的射频消融可在短时间内获得较好的治疗效果,并通过有效的消融范围控制肿瘤的复发^[38, 39]。

4 RFA在椎体中有效范围评估

研究报道正常肝脏组织RFA后沿温度梯度有内向外可分三个区^[40]:I区为射频消融中心区域;II区为热损伤坏死区;III区为出血水肿区,环绕坏死区;再向外为正常肝组织。研究报道了射频消融后早期大体病理学和组织病理学的时间变化,以及大体病理学和组织病理学的相关性。大体病理学和组织病理学均随消融时间的延长而改变,且二者具有良好的相关性,而且发现,大体病理上中心区域和周围区域之间的界限在消融后随时间的推移逐渐清晰^[40]。

对椎体进行射频消融后14d通过MRI可以看到热损伤区域外周高信号改变。病变的周围可以看到高信号的外周区域改变,呈线性高信号区,在正常椎体周围邻近软组织内也可以看到热损伤改变,即使骨皮质存在,也会有这种改变,这样就意味着脊髓有热损伤的风险。医学影像是评估治疗效果的重要临床工具,研究显示射频消融后即可通过核磁观察到治疗效果^[35]。Pezeshki等^[35]研究发现T2加权磁共振成像确定的病灶大小随时间而保持不变,射频消融范围在第14d得到明显显现,总的来说,未来可以利用MR图像自动计算消融体积,避免人为操作导致的计算误差。

5 总结及展望

射频消融在脊柱转移瘤的治疗中得到了广泛应用,并被临床医师认可。脊柱转移瘤在射频消融过程中,如何在避免脊髓、神经根及其他周围重要组织器官热损伤的前提下,达到最佳射频治疗效果,是射频消融治疗脊柱转移瘤的主要目标。能否建立一个温度

场仿真模型,在椎体射频消融前进行温度场分布范围评估,合理布针,在保证安全的前提下,达到最大有效射频消融范围,是射频消融精准治疗的主要研究方向。

参考文献

- [1] 王超,石志才,李明. 脊柱转移瘤的新型决策框架及治疗进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (13): 1211-1214.
- [2] 李冬月,刘晓光,刘忠军,等. 颈胸段脊柱转移瘤的手术疗效及生存率[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (17): 1556-1560.
- [3] Tatli S, Tapan U, Morrison PR, et al. Radiofrequency ablation: technique and clinical applications [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2012, 18 (5): 508-516.
- [4] Han X, Zhang C, Li L, et al. A retrospective evaluation of operative and postoperative outcomes in patients with spinal metastases from a single center to compare vertebrectomy with combined vertebrectomy and radiofrequency ablation [J]. *Med Sci Monit*, 2021, 27: e932995.
- [5] Filippiadis D, Kelekis A. Percutaneous bipolar radiofrequency ablation for spine metastatic lesions [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2021, 31 (8): 1603-1610.
- [6] Yevich S, Chen S, Metwalli Z, et al. Radiofrequency ablation of spine metastases: a clinical and technical approach [J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2021, 25 (6): 795-804.
- [7] Mayer T, Cazzato RL, De Marini P, et al. Spinal metastases treated with bipolar radiofrequency ablation with increased (>70 degrees C) target temperature: pain management and local tumor control [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2021, 102 (1): 27-34.
- [8] Osti OL, Sebben R. High-frequency radio-wave ablation of osteoid osteoma in the lumbar spine [J]. *Eur Spine J*, 1998, 7 (5): 422-425.
- [9] Gronemeyer DH, Schirp S, Gevargez A. Image-guided radiofrequency ablation of spinal tumors: preliminary experience with an expandable array electrode [J]. *Cancer J*, 2002, 8 (1): 33-39.
- [10] Schaefer O, Lohrmann C, Markmiller M, et al. Technical innovation. Combined treatment of a spinal metastasis with radiofrequency heat ablation and vertebroplasty [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2003, 180 (4): 1075-1077.
- [11] Sutcliffe P, Connock M, Shyangdan D, et al. A systematic review of evidence on malignant spinal metastases: natural history and technologies for identifying patients at high risk of vertebral fracture and spinal cord compression [J]. *Health Technol Assess*, 2013, 17 (42): 1-274.
- [12] Pipola V, Tedesco G, Spinnato P, et al. Surgery versus radiofrequency ablation in the management of spinal osteoid osteomas: a spine oncology referral center comparison analysis of 138 cases [J]. *World Neurosurg*, 2021, 145: e298-e304.
- [13] Yildizhan S, Boyaci MG, Rakip U, et al. Role of radiofrequency ablation and cement injection for pain control in patients with spinal metastasis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22 (1): 912.
- [14] Kotecha R, Schiro BJ, Sporrer J, et al. Radiation therapy alone versus radiation therapy plus radiofrequency ablation/vertebral augmentation for spine metastasis: study protocol for a randomized controlled trial [J]. *Trials*, 2020, 21 (1): 964.
- [15] Pusceddu C, De Francesco D, Melis L, et al. The role of a navigational radiofrequency ablation device and concurrent vertebral augmentation for treatment of difficult-to-reach spinal metastases [J]. *Curr Oncol*, 2021, 28 (5): 4004-4015.
- [16] 闫峰,杨卫良,徐佳元,等. 射频消融联合微创椎体成形术治疗脊柱转移瘤[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (1): 10-13.
- [17] Wallace AN, Greenwood TJ, Jennings JW. Radiofrequency ablation and vertebral augmentation for palliation of painful spinal metastases [J]. *J Neurooncol*, 2015, 124 (1): 111-118.
- [18] Tsoumakidou G, Too CW, Koch G, et al. CIRSE Guidelines on percutaneous vertebral augmentation [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2017, 40 (3): 331-342.
- [19] Zhang C, Han X, Li L, et al. Posterior decompression surgery and radiofrequency ablation followed by vertebroplasty in spinal metastases from lung cancer [J]. *Med Sci Monit*, 2020, 26: e925169.
- [20] Burgard CA, Dinkel J, Strobl F, et al. CT fluoroscopy-guided percutaneous osteoplasty with or without radiofrequency ablation in the treatment of painful extraspinal and spinal bone metastases: technical outcome and complications in 29 patients [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2018, 24 (3): 158-165.
- [21] Bagla S, Sayed D, Smirniotopoulos J, et al. Multicenter prospective clinical series evaluating radiofrequency ablation in the treatment of painful spine metastases [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016, 39 (9): 1289-1297.
- [22] Rosian K, Hawlik K, Piso B. Efficacy assessment of radiofrequency ablation as a palliative pain treatment in patients with painful metastatic spinal lesions: a systematic review [J]. *Pain Physician*, 2018, 21 (5): E467-E476.
- [23] 张然昕,汤小东,郭卫,等. 射频消融辅助开放手术姑息性治疗脊柱转移瘤的近期临床疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26 (9): 839-844.
- [24] 张超,王国文,韩秀鑫,等. 椎板减压联合射频消融辅助椎体成形术治疗高度恶性肿瘤脊柱转移的临床研究[J]. 中国肿瘤临床, 2014, 41 (9): 585-588.
- [25] Asher P, Sanjay G, Kamran A, et al. A spectrum of nerve injury after thermal ablation: a report of four cases and review of the literature [J]. *CardioVascular Intervent Radiol*, 2013, 36 (5): 1427-1435.
- [26] Tomasian A, Marlow J, Hillen TJ, et al. Complications of percutaneous radiofrequency ablation of spinal osseous metastases: an 8-year single-center experience [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2021, 216 (6): 1607-1613.
- [27] Levy J, Hopkins T, Morris J, et al. Radiofrequency ablation for the palliative treatment of bone metastases: outcomes from the Multi-center OsteoCool Tumor Ablation Post-Market Study (OPuS One Study) in 100 patients [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2020, 31 (11): 1745-1752.

- [28] Huntoon K, Eltobgy M, Mohyeldin A, et al. Lower extremity paralysis after radiofrequency ablation of vertebral metastases [J]. *World Neurosurg*, 2020, 133: 178-184.
- [29] Nakatsuka A, Yamakado K, Maeda M, et al. Radiofrequency ablation combined with bone cement injection for the treatment of bone malignancies [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2004, 15 (7): 707-712.
- [30] Nakatsuka A, Yamakado K, Takaki H, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of painful spinal tumors adjacent to the spinal cord with real-time monitoring of spinal canal temperature: a prospective study [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2009, 32 (1): 70-75.
- [31] Dupuy DE, Hong R, Oliver B, et al. Radiofrequency ablation of spinal tumors: temperature distribution in the spinal canal [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2000, 175 (5): 1263-1266.
- [32] Kurup AN, Callstrom MR. Image-guided percutaneous ablation of bone and soft tissue tumors [J]. *Semin Intervent Radiol*, 2010, 27 (3): 276-284.
- [33] Groetz SF, Birnbaum K, Meyer C, et al. Thermometry during coblation and radiofrequency ablation of vertebral metastases: a cadaver study [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22 (6): 1389-1393.
- [34] Bornemann R, Jansen TR, Wollny M, et al. Clinical aspects of the problem of vertebral metastases, possibilities of modern treatment methods, considering especially radiofrequency ablation [J]. *Z Orthop Unfall*, 2014, 152 (4): 351-357.
- [35] Pezeshki PS, Woo J, Akens MK, et al. Evaluation of a bipolar-cooled radiofrequency device for ablation of bone metastases: pre-clinical assessment in porcine vertebrae [J]. *Spine J*, 2014, 14 (2): 361-370.
- [36] Ishikawa T, Kubota T, Horigome R, et al. Radiofrequency ablation during continuous saline infusion can extend ablation margins [J]. *World J Gastroenterol*, 2013, 19 (8): 1278-1282.
- [37] Miao Y, Ni Y, Yu J, et al. An ex vivo study on radiofrequency tissue ablation: increased lesion size by using an "expandable-wet" electrode [J]. *Eur Radiol*, 2001, 11 (9): 1841-1847.
- [38] Gananadha S, Morris DL. Saline infusion markedly reduces impedance and improves efficacy of pulmonary radiofrequency ablation [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2004, 27 (4): 361-365.
- [39] Hansler J, Frieser M, Schaber S, et al. Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma with a saline solution perfusion device: a pilot study [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2003, 14 (5): 575-580.
- [40] Song KD, Lee MW, Rhim H, et al. Chronological changes of radiofrequency ablation zone in rabbit liver: an in vivo correlation between gross pathology and histopathology [J]. *Br J Radiol*, 2017, 90 (1071): 20160361.

(收稿:2022-03-14 修回:2022-07-20)

(同行评议专家: 于秀淳 陈玉宏 万冬冬)

(本文编辑: 宁 桦)

读者·作者·编者

关于建立《中国矫形外科杂志》同行评议专家库的通知

为促进期刊更好的发展, 服务于国家医疗卫生事业和全民健康, 更广泛的动员骨科及相关专业人员参与本刊建设, 公开公正、高效及时处理作者来稿, 以不断提升本刊影响力、公信力和学术质量, 并动态化更新发展本刊编辑委员会, 现决定逐步建立与完善《中国矫形外科杂志》同行评议专家库。采用个人申请, 所在单位同意, 动态考察的方法逐步推开。

凡从事骨科及相关临床、康复、护理、教学、基础研究和医疗辅助工作10年以上, 副高级职称, 或获得博士学位人员均可报名。本刊原有编辑委员亦应重新申报入库。可在本刊远程投稿系统 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 下载入库须知和申请表。填写并加盖所在单位公章后, 制成PDF文件, 上传至本刊电子信箱: jxwxms@126.com, 完成入库。编辑部将依据您的专业特长, 向您分发需审阅评议的稿件。

评议工作为志愿性, 但您的工作会在本刊留下有价值的印迹。专家库采用动态管理, 将以您的评议质量、效率和工作量作为您改选进入, 或再次当选编辑委员会委员的依据。

《中国矫形外科杂志》编辑部

2021年1月30日