

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2025.03.011

· 外科学 ·

激光疗法联合非甾体抗炎药口服对髌骨软化症疼痛程度
及炎症因子水平影响 *

朱健奎 环安石 王韶光 陈凌云 田 涛

(扬州市中医院骨科 江苏 扬州 225009)

摘要 目的:研究激光疗法联合非甾体抗炎药物口服治疗对髌骨软化症患者疼痛程度和血清炎症因子的影响。**方法:**2021.6-2023.6 接受治疗的髌骨软化症患者 160 例,分为对照组和研究组,每组 80 例。对照组给予非甾体抗炎药物和玻璃酸钠注射液治疗,研究组患者在对照组治疗基础上加用激光器局部照射治疗。比较两组患者临床疗效、疼痛视觉模拟评分法(VAS)评分、Lysholm 膝关节评分量表(LKSS)、Kujala 髌骨评分测试(KPST)评分以及血清 C 反应蛋白(CRP)、白介素-6(IL-6)含量。**结果:**两组患者治疗后临床疗效总有效率比较无显著差异($P>0.05$),但研究组患治愈率显著高于对照组患者(72.50% vs 43.75%, $P<0.05$)。两组患者治疗前 VAS、LKSS、KPST 以及血清 CRP、IL-6 含量具有可比性($P>0.05$),治疗后均发生显著改变($P<0.05$)。研究组患者治疗 14 天和 35 天疼痛 VAS 评分显著低于对照组患者($P<0.05$);并且研究组患者治疗后 LKSS 评分和 KPST 评分均显著高于对照组患者($P<0.05$),而血清 CRP 和 IL-6 含量均显著低于对照组患者($P<0.05$)。**结论:**激光疗法联合非甾体抗炎药物治疗髌骨软化症临床疗效较好,可有效缓解患者疼痛和降低血清炎症因子水平。

关键词:非甾体药物;激光疗法;髌骨软化症;炎症因子

中图分类号:R3;R681 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2025)03-481-07

Effect of Laser Therapy Combined with Oral Administration of
non-steroidal Anti-inflammatory Drugs on the Pain Level and
Inflammatory Factor Levels of Patellar Osteomalacia*

ZHU Jian-kui, HUAN An-shi, WANG Shao-guang, CHEN Ling-yun, TIAN Tao

* 基金项目:中国医药教育协会项目(ZXRH-ERAS-001)

作者简介:朱健奎(1981-),男,硕士研究生,副主任医师,研究方向:骨科,关节,运动医学,

E-mail: zjk1820527@126.com

(收稿日期:2024-11-25)

(Department of Orthopedics, Yangzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine,
Yangzhou, Jiangsu, 225009, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the effect of laser therapy combined with oral treatment of non-steroidal anti-inflammatory drugs on pain levels and serum inflammatory factors in patients with chondromia. **Methods:** 2021.6-2023.6 160 patients with patellar osteomalacia were treated into control and study groups, 80 patients in each group. The patients in the Matched group were treated with non-steroidal anti-inflammatory drugs and physiotherapy, and the patients in the study group were treated with local irradiation with infrared therapy device on the basis of the treatment in the Matched group. The clinical efficacy, pain visual analogue scale (VAS) score, Lysholm Knee Rating Scale (LKSS), Kujala Patella Scoring Test (KPST) score, and serum C-reactive protein (CRP) and interleukin-6 (IL-6) levels were compared between the two groups. **Results:** There was no difference in the total effective rate of clinical efficacy between the two groups ($P>0.05$), but the cure rate in the study group was higher than that in the Matched group (72.50% vs 43.75%, $P<0.05$). The levels of VAS, LKSS, KST, and serum CRP and IL-6 in the two groups were comparable Pretherapy ($P>0.05$), and they all changed post-treatment ($P<0.05$). The pain VAS scores of the patients in the study group after 14 days and 35 days of treatment were lower than those in the Matched group ($P<0.05$). The LKSS score and KPST score in the study group were higher than those in the Matched group ($P<0.05$), while the serum CRP and IL-6 contents were lower than those in the Matched group ($P<0.05$). **Conclusion:** Laser therapy combined with non-steroidal anti-inflammatory drugs has good clinical efficacy in the treatment of patellar malacia, which can effectively relieve pain and reduce serum inflammatory factor levels.

Key words: Non-steroidal drugs; Laser therapy; Chondromalacia patella; Inflammatory factors

Chinese Library Classification(CLC): R3; R681 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2025)03-481-07

前言

髌骨软化症(CMP)指在髌骨软骨面慢性损伤后,软骨出现龟裂、肿胀、脱落、侵蚀以及破碎等改变而导致慢性退行性病变,膝盖前部疼痛是CMP患者的主要临床症状^[1,2]。目前,CMP患者的治疗主要以非甾体药物抗炎治疗、针灸、按摩、中药熏蒸以及体外冲击波等非手术方式进行治疗,对经规范药物治疗无效或病情加重的患者可以考虑手术治疗^[3,4]。非甾体抗炎药物是CMP患者快速缓解疼痛和肿胀常用药物,但由

于此类药物会引起胃肠道不良反应,所以不能长期服用^[5,6]。激光疗法是CMP患者新型物理疗法的一种,主要通过激光器的照射作用改善髌骨软化症患者局部血液循环和促进关节积液吸收,从而减轻患者关节疼痛和肿胀等临床症状^[7,8]。之前的研究表明^[9-11],低强度的激光疗法被证实可有效缓解腕管综合征和膝骨关节炎等患者肌肉骨骼疼痛。此外,高功率的激光疗法也被证实可缓解各类肌肉骨骼疾病临床症状,如腕管综合征、膝骨关节炎、外上髁炎以及肩峰下

撞击症等^[12,13]。然而,目前尚无研究报道高功率激光疗法治疗 CMP 的临床疗效,所以本研究探讨激光疗法联合非甾体抗炎药口服治疗对髌骨软化症患者疼痛及血清炎症因子的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年 6 月到 2023 年 6 月在我院接受治疗的髌骨软化症患者 160 例,年龄 25-40 岁之间,平均年龄(32.00 ± 6.42)岁,男性患者 88 例和女性患者 72 例,病程介于 8-14 月之间,平均病程(10.25 ± 3.46)月,病灶位于左侧 87 例和右侧 73 例,软骨损伤等级 I 级、II 级和 III 级分别有 34 例、113 例和 13 例。知情同意。

纳入标准:(1)符合《实用骨科学》^[14]中髌骨软化症的诊断标准;(2)年龄 18-45 岁;(3)磁共振诊断软骨损伤分级 Recht 标准 I-III 级;(4)近期髌骨软化症临床症状明显,但未服用非甾体药物;(5)签订知情同意书自愿加入本研究。

排除标准:(1)合并骨科肿瘤、恶性肿瘤骨转移、骨结核、骨质疏松症、骨关节炎以及类风湿性关节炎等骨科疾病;(2)既往下肢手术史;(3)合并血液系统疾病或传染性疾病;(4)肝肾等组织器官功能障碍;(5)糖尿病、妊娠期或哺乳期女性。

1.2 治疗方法

对照组患者治疗第一周口服布洛芬等非甾体药物,每日 3 次,饭后服用,共治疗一周;然后每周注射一次玻璃酸钠注射液(国药准字 H20000643,上海景峰制药有限公司,250 mg/2.5 mL),每次注射 2.5 mL,共治疗 5 周。研究组患者在对照组患者治疗的基础上比特乐 BTL-6000 高能激光治疗仪(波长 1064 nm,最大功率 12 w),每周照射一次(功率 10 w 和 120 J/cm²),每次 2 分钟,共治疗 5 周。

1.3 观察指标

1.3.1 临床疗效 治疗 4 周后,根据《实用骨科学》^[14]对患者治疗后临床疗效进行评定:痊愈,疼痛以及关节肿胀等临床症状消失,且膝关节和髌骨功能正常;显效,疼痛和关节肿胀等临床症状消失,且膝关节和髌骨功能大部分恢复正常;有效,疼痛和关节肿胀临床症状有所改善;无效,临床症状无改善或甚至加重。治愈率 = 治愈 / 总人数 $\times 100\%$,总有效率 = (治愈 + 显效 + 有效) / 总人数 $\times 100\%$ 。

1.3.2 疼痛评估 分别于治疗前,治疗 7 天、14 天和 35 天后使用疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)对患者疼痛情况进行评分,VAS 评分法将疼痛分为 11 个等级,0 分表示无痛和 10 分表示无法忍受的最剧烈疼痛。

1.3.3 关节功能评估 治疗前和治疗 4 周后,使用 Lysholm 膝关节评分量表(Lysholm knee score scale, LKSS)对患者膝关节功能进行评估,评分 0-100 分,得分越低则表示膝关节功能障碍越严重。使用 Kujala 髌骨评分测试(Kujala patellofemoral scoring test, KPST)对患者髌骨功能进行评估,评分 0-100 分,得分越低则表示髌骨功能障碍越严重。

1.3.4 血清炎症因子 治疗前和治疗 4 周后,抽取患者清晨空腹外周血 3-5 mL,离心($1000 \times g$, 室温,10 分钟)以收集血清,使用 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)酶联免疫检测试剂盒和白介素-6(Interleukin-6, IL-6)酶联免疫检测试剂盒分别检测血清 CRP 和 IL-6 含量。

1.4 统计学分析方法

研究数据使用 SPSS 软件(版本 20.0, IBM)进行统计学分析,以百分比形式表示计数资料,卡方检验比较两组间计数资料差异;以(平均值 $\pm$ 标准差)形式表示符合正态分布的计量资料,使用学生 t 检验比较两组间计量资料的差异,使用配对 t 检验比较同组间患者治疗前后计量资料差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

本研究共纳入 160 例髌骨软化症患者,对照

组和研究组各 80 例,比较两组患者基线临床资料发现:两组患者年龄、性别、病程、病患侧 Q 角、病症位置以及软骨损伤分级等基线临床资料具有可比性($P>0.05$)。详见表 1。

表 1 一般资料比较
Table 1 General data comparison

Index	Matched group (n=80)	Research group (n=80)	t/χ^2	P
Age (years)	32.05 ± 6.27	31.94 ± 6.08	0.434	0.618
Male (n (%))	45 (56.25)	43 (53.75)	0.101	0.751
Disease course (months)	10.21 ± 3.02	10.35 ± 3.14	0.519	0.594
Q angle of lesion location (°)	14.51 ± 3.41	14.43 ± 3.66	0.326	0.657
Lesion location (n (%))			0.227	0.634
Left	42 (52.50)	45 (56.25)		
Right	38 (47.50)	35 (43.75)		
Level of cartilage damage (n (%))			0.839	0.6257
I	18 (22.50)	16 (20.00)		
II	57 (71.25)	56 (70.00)		
III	5 (6.25)	8 (10.00)		

2.2 两组临床疗效比较

80 例对照组患者经治疗后临床疗效为治愈、显效、有效和无效分别分别有 58 例、7 例、8 例和 7 例,而对照组患者分别有 35 例、16 例、

19 例和 10 例。两组患者治疗后临床疗效总有效率比较无显著差异($P>0.05$),但研究组治愈率较对照组高($P<0.05$)。表 2。

表 2 临床疗效比较[例(%)]
Table 2 Comparison of clinical efficacy [n(%)]

Groups	n	Cure	Effective	Efficient	Invalid	Total efficient rat
Matched group	80	58 (72.50)	7 (8.75)	8 (10.00)	7 (8.75)	73 (91.25)
Research group	80	35 (43.75)	16 (20.00)	19 (23.75)	10 (20.00)	70 (87.50)
χ^2		13.584				0.592
P		<0.001				0.442

2.3 两组疼痛 VAS 评分比较

两组治疗后疼痛 VAS 评分降低,且研究组治疗 14 天和 35 天疼痛 VAS 评分较对照组低($P<0.05$)。表 3。

2.4 两组髌骨及膝关节功能评分比较

治疗后,两组 LKSS 评分和 KPST 评分均升高,研究组与对照组比较有差异($P<0.05$)。表 4。

表 3 治疗不同时间 VAS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 3 Comparison of VAS scores at different times of treatment ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	Pretherapy	Time post-treatment		
			7 days	14 days	35 days
Matched group	80	7.51 $\pm$ 1.42	5.07 $\pm$ 1.82 [#]	3.22 $\pm$ 0.94 [#]	1.67 $\pm$ 0.54 [#]
Research group	80	7.68 $\pm$ 1.38	4.10 $\pm$ 1.68 [#]	2.51 $\pm$ 0.72 ^{*#}	0.83 $\pm$ 0.22 ^{*#}

Note: Compared with Matched group, * $P < 0.05$. Compared with Pretherapy, [#] $P < 0.05$, the same below.

表 4 LKSS 和 KPST 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 4 Comparison of LKSS and KPST scores ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	LKSS		KPST	
		Pretherapy	Post-treatment	Pretherapy	Post-treatment
Matched group	80	67.62 $\pm$ 9.23	80.62 $\pm$ 7.28 [#]	66.35 $\pm$ 6.82	77.43 $\pm$ 7.03 [#]
Research group	80	66.97 $\pm$ 9.277	88.75 $\pm$ 8.07 ^{*#}	66.47 $\pm$ 7.15	86.72 $\pm$ 8.19 ^{*#}

2.5 两组血清炎症因子比较

两组患者治疗前血清 CRP 和 IL-6 含量具有可比性 ($P > 0.05$)。治疗后, 两组均下降, 且研究组较对照组低 ($P < 0.05$)。表 5。

表 5 血清 CRP 和 IL-6 含量比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 5 Comparison of serum CRP and IL-6 levels ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	CRP ($\mu\text{g/L}$)		IL-6 (ng/L)	
		Pretherapy	Post-treatment	Pretherapy	Post-treatment
Matched group	80	4.58 $\pm$ 0.29	2.64 $\pm$ 0.28 [#]	53.88 $\pm$ 10.25	33.41 $\pm$ 8.46 [#]
Research group	80	4.62 $\pm$ 0.31	1.87 $\pm$ 0.23 ^{*#}	54.29 $\pm$ 10.57	20.75 $\pm$ 7.92 ^{*#}

3 讨论

CMP 主要病理变化为软骨的退行性改变。接受非手术治疗的 CMP 患者主要分为三个阶段: 第一阶段是理疗结合非甾体药物治疗以消除关节内积液, 随后通过注射玻璃酸钠进行疗效巩固, 最后通过静态股四头肌练习法帮助患者恢复和减少病情复发^[15,16]。本研究所有患者均给予非甾体药物抗炎治疗和注射玻璃酸钠注射液治疗, 而研究组患者在此基础上加用高能激光疗法, 结果显示: 研究组治愈率较对照组高, 并且研究组患者治疗后 14 天开始疼痛 VAS 评分较对照组低, LKSS、KPST 评分较高, 这与 Nouri F 和 Ozlu O 等人^[17,8]的研究结果一致。Nouri F 和 Ozlu O 等人使用高能激光疗法对髌

股疼痛综合征患者进行治疗, 结果发现: 在常规治疗的基础上加用高能激光疗法可显著降低患者治疗后疼痛 VAS 评分。进一步分析可知^[17,18]: 高能激光疗法近年来被广泛应用于骨骼肌肉疼痛的一种新型理疗技术, 其主要优势快速起效、作用层次深、非侵入性而无创伤和治疗无痛无副作用。高能激光的作用原理是高能激光可以结合生物刺激和光学机械刺激, 通过快速、高效增加组织对腺苷三磷酸的运用能力, 达到促进局部组织血液循环、缓解肌肉和关节疼痛、改善肌肉痉挛等治疗作用。因此, 在常规治疗的基础上加用高能激光疗法有助于提高 CMP 患者临床疗效, 减轻疼痛、改善其膝关节和髌骨功能。

此外, 本文研究还发现, 经高能激光疗法治

疗后的研究组炎症因子较对照组低。膝关节过度使用时 CMP 患者发病的主要原因之一,膝关节内软骨损伤会导致软骨细胞失去正常的代谢功能,引起软骨细胞坏死,而坏死的软骨细胞碎片被释放到膝关节滑膜液中而引起滑膜炎症^[19,20]。滑膜炎反应是患者疼痛的主要原因,而且其还会进一步通过释放炎症细胞因子和肿瘤坏死因子等损害软骨细胞加剧炎症反应而形成恶性循环。非甾体药物是一类不含有甾体结构的解热镇痛抗炎药,主要有布洛芬、阿司匹林以及塞来昔布等,它们通过抑制前列腺素的合成、抑制淋巴细胞活性和活化的 T 淋巴细胞的分化以及减少对传入神经末梢的刺激而发挥抗炎和镇痛作用^[21,22]。在本研究中,所有患者均接受口服非甾体药物进行抗炎治疗,但由于非甾体药物会引起胃肠道不良反应而不能长期服用,所以本研究患者仅服用一周非甾体药物进行抗炎镇痛治疗,随后我们选择无副作用的高能激光疗法以辅助进行抗炎镇痛治疗。

之前的研究表明^[23,24],高能激光疗法可以通过向皮肤下深层次细胞输送能量仪加速细胞代谢,促进炎症介质的快速吸收,并且激光刺激防御免疫系统,增强白细胞吞噬能力,使得局部抗感染能力增强,这些都有利于抗炎。另一方面,高能激光疗法引起的光热效应、光机械效应以及光化学效应影响细胞膜的通透性,促进蛋白合成和胶原纤维、成纤维细胞的形成,增强酶的活性,促进组织代谢与生物合成,加速线粒体合成 ATP,加速组织修复,进而减少炎性介质的进一步产生^[25,26],增强抗炎、抗水肿和镇痛作用。

综上所述,在非甾体抗炎治疗的基础上加用高能激光疗法有助于提高 CMP 患者的临床治愈率,降低患者疼痛程度,改善膝关节和髌骨功能,降低血清炎症因子含量。然而,需要指出本研究仍然存在纳入临床样本量较少,缺失对患者远期疗效研究等不足。

参 考 文 献(References)

- [1] Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. Patellofemoral Pain Syndrome [J]. Am Fam Physician, 2019, 99(2): 88-94.
- [2] Dursun M, Ozsahin M, Altun G. Prevalence of chondromalacia patella according to patella type and patellofemoral geometry: a retrospective study [J]. Sao Paulo Med J, 2022, 140(6): 755-761.
- [3] Zheng W, Li H, Hu K, et al. Chondromalacia patellae: current options and emerging cell therapies [J]. Stem Cell Res Ther, 2021, 12(1): 412.
- [4] Ostojic M, Hakam HT, Lovrekovic B, et al. Treatment of anterior knee pain due to chondromalacia patellae with platelet-rich plasma and hyaluronic acid in young and middle-aged adults, a cohort study [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2024, 144(9): 3969-3976.
- [5] 支振亚. 多模式镇痛对髌骨骨折患者术后膝关节功能及疼痛程度的影响[J]. 黑龙江医学, 2022, 46(10): 1160-1163.
- [6] Cai Y, Deng Y, Ou L, et al. Clinical trial of manual therapy in the treatment of chondromalacia patellae [J]. Medicine, 2023, 102(24): e33945.
- [7] Nouri F, Raeissadat SA, Eliaspour D, et al. Efficacy of High-Power Laser in Alleviating Pain and Improving Function of Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Single-Blind Randomized Controlled Trial [J]. J Lasers Med Sci, 2019, 10(1): 37-43.
- [8] Ozlu O, Atilgan E. The effect of high-intensity laser therapy on pain and lower extremity function in patellofemoral pain syndrome: a single-blind randomized controlled trial [J]. Lasers Med Sci, 2024, 39(1): 103.
- [9] Badıll Gü lo ğ lu S, Bilgilişoy Filiz M, Kılıç KK, et al. Treatment of carpal tunnel syndrome by low-level laser therapy versus corticosteroid injection: a randomized, prospective clinical study [J]. Lasers Med Sci, 2022, 37(4): 2227-2237.
- [10] Nalbant M, Ümit Yemişçi O, Özen S, et al. Ultrasonographic and electrophysiological outcomes of

- carpal tunnel syndrome treated with low-level laser therapy: A double-blind, prospective, randomized, sham-controlled study [J]. *Arch Rheumatol*, 2021, 37 (1): 19-30.
- [11] Alfredo PP, Bjordal JM, Lopes-Martins RÁB, et al. Efficacy of prolonged application of low-level laser therapy combined with exercise in knee osteoarthritis: A randomized controlled double-blind study [J]. *Clin Rehabil*, 2022, 36(10): 1281-1291.
- [12] ElMeligie MM, Ismail MM, Gomaa YS, et al. Effect of High-Intensity Laser Therapy on Carpal Tunnel Syndrome Patients: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2024, 103(11): 979-985.
- [13] Ekici B, Ordahan B. Evaluation of the effect of high-intensity laser therapy (HILT) on function, muscle strength, range of motion, pain level, and femoral cartilage thickness in knee osteoarthritis: randomized controlled study [J]. *Lasers Med Sci*, 2023, 38(1): 218.
- [14] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学[M]. 人民军医出版社, 2012.
- [15] Lopes HS, Waiteman MC, Priore LB, et al. There is more to the knee joint than just the quadriceps: A systematic review with meta-analysis and evidence gap map of hamstring strength, flexibility, and morphology in individuals with gradual-onset knee disorders [J]. *J Sport Health Sci*, 2024, 13(4): 521-536.
- [16] Kamat Y, Prabhakar A, Shetty V, et al. Patellofemoral joint degeneration: A review of current management [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2021, 24: 101690.
- [17] Marotta N, de Sire A, Lippi L, et al. Effectiveness of High-Power Laser Therapy via Shear Wave Speed Analysis on Pain and Functioning in Patients with Lateral Epicondylitis: A Proof-of-Concept Study [J]. *J Clin Med*, 2024, 13(7): 2014.
- [18] Mostafa MSEM, Hamada HA, Kadry AM, et al. Effect of High-Power Laser Therapy Versus Shock Wave Therapy on Pain and Function in Knee Osteoarthritis Patients: A Randomized Controlled Trial [J]. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*, 2022, 40 (3): 198-204.
- [19] Djuricic G, Milojkovic D, Mijucic J, et al. The Magnetic Resonance Imaging Pattern of the Lesions Caused by Knee Overuse in the Pediatric Population [J]. *Medicina*, 2022, 58(8): 1107.
- [20] 方雨婷, 柳直. 髌骨软化导致髌股关节炎病因机制及治疗的研究进展[J]. *甘肃科技*, 2022, 38(17): 102-104.
- [21] Rastogi A, Tiwari MK, Ghangrekar MM. A review on environmental occurrence, toxicity and microbial degradation of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) [J]. *J Environ Manage*, 2021, 300: 113694.
- [22] Tai FWD, McAlindon ME. Non-steroidal anti-inflammatory drugs and the gastrointestinal tract [J]. *Clin Med*, 2021, 21(2): 131-134.
- [23] Dragana R, Jelena M, Jovan M, et al. Antibacterial efficiency of adjuvant photodynamic therapy and high-power diode laser in the treatment of young permanent teeth with chronic periapical periodontitis. A prospective clinical study [J]. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 2023, 41: 103129.
- [24] Ludovichetti FS, Costa G, Signoriello AG, et al. Evaluating high power laser therapy (HPLT) as treatment for chemotherapy-induced oral mucositis in paediatric patients with oncohematological diseases [J]. *Int J Paediatr Dent*, 2023, 33(3): 269-277.
- [25] Pluim M, Heier A, Plomp S, et al. Histological tissue healing following high-power laser treatment in a model of suspensory ligament branch injury [J]. *Equine Vet J*, 2022, 54(6): 1114-1122.
- [26] Yoon SH, Huh BK, Abdi S, et al. The efficacy of high-intensity laser therapy in wound healing: a narrative review [J]. *Lasers Med Sci*, 2024, 39(1): 208.