

· 专家共识 ·

doi: 10.3969/j.issn.1673-0364.2026.02.007

瘢痕疙瘩规范化辅助放射治疗的专家共识(2026 版)

中国人体健康科技促进会

【提要】 瘢痕疙瘩是一种以高复发率为主要特征的皮肤纤维增生性疾病,治疗上存在一定的难度。在众多治疗手段中,辅助放射治疗是预防瘢痕疙瘩复发的重要措施之一。然而,关于放射治疗的最佳剂量、分割方式和治疗间隔,目前尚无明确的共识,其副作用和安全性也需进一步的研究和评估。为了推动瘢痕疙瘩治疗中辅助放射疗法的规范化应用,由整复外科、皮肤科、放疗科等多领域的专家组成的共识编写组,在中国人体健康科技促进会的组织下,依据循证医学的原则,参考了现有的文献和治疗指南,并通过多次深入研讨,最终形成了这一共识。该共识详细探讨了瘢痕疙瘩辅助放疗的作用机制、适应证、治疗参数、禁忌证和注意事项,旨在为临床提供针对瘢痕疙瘩放射治疗的标准化建议。

【关键词】 瘢痕疙瘩; 辅助放射治疗; 规范化治疗; 复发预防; 专家共识

【中图分类号】 R619^{*}.6 **【文献标志码】** B **【文章编号】** 1673-0364(2026)02-0153-09

Expert consensus on standardized adjuvant radiotherapy for keloid treatment (2026 edition) *China Association for Promotion of Health and Technology. Corresponding author: WU Xiaoli (E-mail: wuxiaoli528@126.com).*

【Summary】 Keloids are a kind of fibrous hyperplastic skin condition primarily characterized by a high recurrence rate, presenting certain challenges in treatment. Among the various therapeutic approaches, adjuvant radiotherapy stands out as one of the crucial measures for preventing the recurrence of keloids. However, there is currently no clear consensus regarding the optimal dosage, fractionation method, and treatment intervals for radiotherapy, and its side effects and safety profile require further research and evaluation. With the continuous advancement of medical technology and treatment concepts, new therapeutic strategies are emerging. To promote the standardized application of adjuvant radiotherapy in the treatment of keloids, a consensus drafting group composed of experts from multiple fields, including plastic surgery, dermatology, and radiotherapy, organized by the China Association for Promotion of Health and Technology, has developed this consensus based on the principles of evidence-based medicine. The group referred to existing literature and treatment guidelines and engaged in multiple in-depth discussions to form the consensus. It elaborates on the mechanisms of action, indications, treatment parameters, contraindications, and considerations of adjuvant radiotherapy for keloids, aiming to provide a set of standardized recommendations for clinical keloid treatment.

【Key words】 Keloid; Adjuvant radiotherapy; Treatment standardization; Recurrence prevention; Expert consensus

瘢痕疙瘩是一种特殊的皮肤纤维增生性疾病,主要表现为皮肤肿块伴疼痛和瘙痒的症状,极大降低了患者的生活质量^[1-2]。尽管针对瘢痕疙瘩的治疗有多种选择,但治疗后的高复发率仍是主要问题。病变内皮质类固醇注射是瘢痕疙瘩治疗的金标准,但其复发率仍可达 50% 以上;而手术切除后的复发率也在 45% 以上^[3-5]。自 1906 年开始^[6],放射

治疗逐渐与手术、注射以及其他瘢痕疙瘩传统治疗手段相结合,用于降低治疗后瘢痕疙瘩的复发率。

辅助放射治疗,包括浅层 X 射线、电子线和近距离放射疗法等,可以通过抑制成纤维细胞增殖和胶原合成来减少瘢痕疙瘩治疗后的复发^[7-9]。已有研究证实,辅助放射治疗应在手术后 24 小时内开始,并且总剂量累计 16~20 Gy,可采取小分割的方式减少副作用^[10-11]。然而,关于放射治疗在瘢痕疙瘩治疗中的应用尚缺乏明确的标准,疗效最佳的放射剂量、分割和间隔等尚未达成共识^[12]。尽管术后

基金项目:国家自然科学基金面上项目(8257120405);上海交通大学医学院附属第九人民医院牵头标准、共识、指南(CSG)培育项目(202407)。

通信作者:武晓莉(E-mail:wuxiaoli528@126.com)。

放疗被认为是一种安全的辅助治疗措施,但其副作用还需进一步的观察。本共识在循证医学基础上,探讨了瘢痕疙瘩治疗中辅助放射治疗应用的适应证、治疗参数、禁忌证及注意事项等,达成18项相对一致的专家意见,供临床参考。

1 方法

在中国人体健康科技促进会的组织下,组成包括整复外科、皮肤科、放疗科等专家在内的专家共识编写组。编写组经过文献检索和专家研讨,初步确定核心临床问题,执笔组形成专家共识框架。再经专家组讨论、遴选、审核等步骤,最终确定共识内容。编写组成员以“keloid”、“scar”、“pathological scar”、“radiotherapy”、“radiation”、“瘢痕疙瘩”、“放疗”等为关键检索词,通过PubMed、Embase、中国知网、万方等数据库进行文献检索调研,按照PICO(P:人群/患者;I:干预措施;C:对照/比较;O:结局指标)形式初步整理临床问题。采用牛津循证医学证据等级标准(Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, OCEBM)进行证据评级(表1)。基于证据评级,组织专家讨论,对临床问题进行讨论,并由与会专家填写问卷明确态度(“强烈同意”、“同意”、“中立”、“反对”或“强烈反对”),最终形成以“强烈同意”、“同意”、“中立”比例作为推荐强度的参考标准(表2)。最终收集有效填写问卷32份,填写专家包括20名(中级职称4名、高级职称16名)皮肤科、整复外科、整形修复科、烧伤外科或烧伤整形科专家和12名(高级职称12名)放疗科、理疗科、核医学科或医学影像科专家(表3)。

表1 2011版牛津循证医学证据等级标准

Tab.1 OCEBM-2011

推荐意见	证据级别	具体描述
A	1a	同质RCT的系统评价
	1b	单个RCT
	1c	全或无病案系列
B	2a	同质队列研究评价
	2b	单个队列研究(包括低质量RCT,如随访率<80%)
	2c	结果研究,生态研究
	3a	同质病例对照研究的系统评价
C	3b	单个病例对照研究
	4	病例系统研究(包括低质量队列研究和病例对照研究)
D	5	基于经验且未经严格论证的专家意见

表2 推荐强度参考标准

Tab.2 Criteria for recommendations

推荐强度	具体描述
强	≥50%专家意见为“强烈同意”
中	<50%专家意见为“强烈同意”,但“强烈同意+同意”比例>50%
弱	“强烈同意+同意”比例≤50%,但“强烈同意+同意+中立”比例>50%
极弱	“强烈同意+同意+中立”比例≤50%

2 临床问题一:辅助放射治疗的原理和种类

推荐意见1(强推荐):放射治疗是预防瘢痕疙瘩复发的有效手段,是瘢痕疙瘩综合治疗的有效手段之一。

推荐意见2(强推荐):放射治疗作为瘢痕疙瘩的一种综合治疗方式,通常与其他治疗联合,而不是作为单一的治疗措施,应结合病情综合考虑所需治疗选择。

推荐意见3(强推荐):不同放射治疗物理特性差异巨大,应结合疾病特点和放疗方式的特性选择合适的放疗方式。

推荐意见4(中推荐):在放疗方式选择上,一般建议高能电子线治疗用于平整部位瘢痕疙瘩,浅层X射线和同位素敷贴治疗用于不平整、厚度较薄的瘢痕疙瘩。

证据与说明

2.1 放射治疗用于瘢痕疙瘩治疗的原理

放疗在瘢痕疙瘩中的应用,主要基于炎症或免疫细胞浸润的免疫反应,以及纤维生成或血管生成的增殖反应^[13]。组织损伤所激活的单核细胞/巨噬细胞,以及由炎症因子诱导而增殖活跃的成纤维细胞与血管内皮细胞,均属于辐射敏感靶细胞;放疗可诱导这些细胞发生凋亡并被清除^[14-16]。从而在不影响正常皮肤结构的基础上,起到加快炎症消退、抑制异常细胞增殖的作用,最终达到预防瘢痕疙瘩复发的目的。瘢痕疙瘩辅助性放射治疗中常用的方式包括高能电子线放疗、浅层X射线放射治疗和同位素敷贴放疗。

2.2 常见放射治疗方式及其工作原理

2.2.1 高能电子线放射治疗(Electron beam radiotherapy)

高能电子线通过直线加速器加速至一定高能状态后引出,直接杀伤目标细胞。与X射线和γ射

表3 专家组成员名单(按姓氏拼音排名)
Tab.3 Expert panel members (sorted by last name)

姓名	所属机构	职称	专业方向
陈刚	上海市第二人民医院	主任医师	放疗科
陈崑	中国医学科学院皮肤病医院	主任医师	理疗科
陈敏亮	解放军总医院第四医学中心	主任医师	整形修复科
陈晓栋	南通大学附属医院	主任医师	皮肤科
陈宗安	上海交通大学医学院附属第九人民医院	主治医师	整复外科
邓丹	上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心	副主任医师	皮肤科
高振	上海交通大学医学院附属第九人民医院	副主任医师	整复外科
何仁亮	南方医科大学皮肤病医院	主任医师	皮肤科
李小兵	天津市第一中心医院	主任医师	整形与烧伤外科
刘伟	上海交通大学医学院附属第九人民医院	教授	整复外科
刘志凯	中国医学科学院北京协和医院	副主任医师	放疗科
罗全勇	上海市第六人民医院	主任医师	核医学科
马玉波	上海交通大学医学院附属第九人民医院	副主任医师	核医学科
邱忠领	上海交通大学医学院附属第六人民医院	主任医师	核医学科
孙便友	北京疤康医院	主治医师	皮肤科
谭军	西安交通大学附属红会医院	主任医师	皮肤与医疗美容科
汪杰华	上海理工大学附属市东医院	副主任医师	放疗科
王春梅	东莞康华医院	主任医师	整形外科
王连召	中国医学科学院整形外科医院	主任医师	整复外科
王文波	上海交通大学医学院附属第九人民医院	副主任医师	整复外科
王友彬	首都医科大学附属北京友谊医院	主任医师	整复外科
武晓莉	上海交通大学医学院附属第九人民医院	主任医师	整复外科
夏玲玲	上海交通大学医学院附属第九人民医院	主治医师	整复外科
谢春晖	吉林大学第一医院	主治医师	烧伤外科
杨斌	南方医科大学皮肤病医院	主任医师	皮肤科
杨东运	深圳大学第一附属医院	副主任医师	烧伤整形科
杨微	解放军总医院第一医学中心	副主任医师	放疗科
姚晖	上海国际医学中心	主任医师	放疗科
臧海英	南方医科大学皮肤病医院	副主任医师	医学影像科
张福泉	中国医学科学院北京协和医院	主任医师	放疗科
章一新	上海交通大学医学院附属第九人民医院	主任医师	整复外科
钟仁明	四川大学华西医院	主任技师	放疗科

线等光子线相比,高能电子线有其特殊的几何学和物理学特性,在浅表肿瘤的治疗上具有独特优势^[17]。在皮肤病变的治疗中,高能电子线主要依赖以下两个物理特性:其一,射程精确——电子线的能级决定了其治疗深度,例如常用的6 MeV 电子线可在约2 cm 深度内输送80%的剂量,而20 MeV 电子线则可在6 cm 深度达到相近剂量;其二,剂量跌落迅速——电子线到达一定深度后,剂量骤然下降,呈近乎直线式跌落(图1)^[18-19]。这两个特性决定了高能电子线放疗能够保证目标区域充分治疗的同时,最大化减少

对周围组织的影响。然而,电子线的这些特性也带来了明显的不足:①射程较短,如6 MeV 电子线的最大照射深度约为3 cm,能量主要集中于1~2 cm 深度区域,对深部病变效果有限^[19];②存在X线污染,电子线照射组织时因韧致辐射产生X线,6 MeV 下的污染约为1%~4%;③电子线易被散射,同时也易被阻挡^[17]。但对于瘢痕疙瘩而言,较短的射程和易散射的特性反而有利于保护深部组织,使高能电子线放疗更加适用于该病的术后辅助治疗。需要注意的是,电子线放疗对治疗区域的平整性有一定要求。

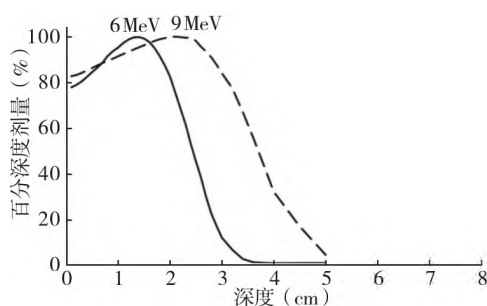


图1 高能电子线的百分深度剂量图(10 cm×10 cm照射野)

Fig. 1 Percentage depth dose curve for electron beams (10 cm×10 cm field)

2.2.2 浅层X线放射治疗(Superficial radiation therapy)

浅层X线放射治疗是利用低能量的光子线进行放射治疗,通常为千伏特(kV)级的X线。浅层X线放射治疗在皮肤恶性肿瘤治疗领域已经应用超过百年,但近年来随着手术和放疗技术的进步而逐渐减少使用^[20]。X线的剂量随着组织深度加深而逐渐降低。千伏特级别的X线穿透深度有限,有效剂量仅能到达2 mm的组织深度^[19]。近年来,新的浅层X线放射仪器可以通过调高X线的能量水平,增加穿透深度,但是理想的治疗深度也不超过5 mm^[19]。但作为瘢痕疙瘩辅助放疗的措施,其较浅的治疗深度反而是优势,避免了对深部组织的损伤。同时,由于X线受空气间隙的影响较小,其治疗区域的平面要求较低。但是,正因为随着深度而衰减的物理特性,X线在组织内的分布是不均匀的。为了达到一定深度下组织的有效治疗剂量,往往需要调高能量,这就使得皮肤浅层受到较大的辐射影响,导致较为明显的副反应。此外,由于X线并不存在剂量跌落特性,尽管大部分射线会被浅层目标组织吸收,但是对于深部敏感组织可能仍存在影响。

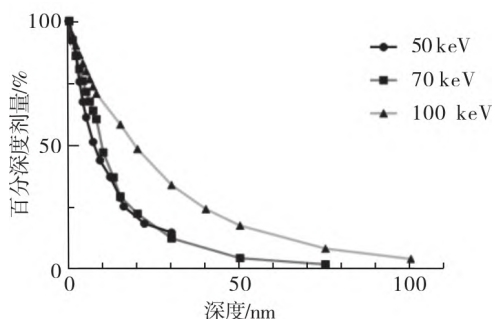


图2 浅层X线的百分深度剂量图(SRT-100, Sensue Healthcare, USA)

Fig. 2 Percentage depth dose curve for superficial radiation (SRT-100, Sensue Healthcare, USA)

2.2.3 放射性核素近距离放射治疗(Radionuclide brachytherapy)

放射性核素近距离放射治疗是将放射性核素包裹于金属,制成粒子、敷贴、管状等形状,将放射源置于病变组织内(Interstitial brachytherapy)或者表面进行放射治疗,常见方式包括粒子植入治疗、近距离敷贴治疗、后装放疗等。其中,敷贴治疗(Superficial brachytherapy),也称为同位素敷贴,通常是将锶90(⁹⁰Sr)、磷32(³²P)等放射性核素吸附于银箔(⁹⁰Sr)或者滤纸(³²P),制成敷贴器,直接敷贴于瘢痕组织表面,通过放射性核素发出的短程β射线对瘢痕组织进行局部照射,是目前治疗瘢痕疙瘩的一种有效手段。⁹⁰Sr敷贴:主要应用的是母体放射性核素⁹⁰Sr(半衰期为28.5年)衰变产生的子体放射性核素⁹⁰Y(半衰期为64.2 h)发射的β射线(能量为2.274 MeV)进行治疗,其在组织中的最大射程为11 mm。³²P敷贴治疗:利用的是³²P(半衰期14.3 d)衰变释放的β-射线(能量为1.71 MeV)进行治疗,其在组织中的最大射程为8 mm。β射线本质上是一种电子线,随组织深度的增加,组织吸收剂量迅速下降。因此,上述放射性核素敷贴治疗实际上是利用低能量电子线进行的一种放射治疗,非常适合浅表性疾病的治疗,而深部正常组织不易受到损伤^[21]。该方法仅需将制成的敷贴器(片)紧贴于瘢痕组织表面进行治疗,具有效果明显、方法简便、成本相对低廉等特点。但是,近年来,同位素敷贴治疗逐渐减少,主要原因在于这种放射治疗的剂量不可控,而且能量集中在皮肤表面,易形成永久性色素改变、放射性皮炎等不良反应。同时,放射性核素的储存也是需要考虑的问题。

整体而言,放疗方式的选择应该根据瘢痕性质、部位以及手术情况等具体因素进行综合抉择。同时,放疗操作过程中的合理优化也十分关键,即使是不平整部位瘢痕的术后放疗,也可以通过合理设计电子线照射野及接野剂量,保证放疗区域剂量均匀;对于厚度不均的瘢痕部位,则可以通过调强处理以提高照射效果。这些操作细节是影响实际治疗效果的决定性因素之一。

3 临床问题二:瘢痕疙瘩辅助放射治疗的适应证

推荐意见5(强推荐):辅助放疗适用于瘢痕疙瘩,不适用于陈旧性瘢痕。

推荐意见6(中推荐):瘢痕辅助放疗建议用于>16岁的患者。

证据与说明

3.1 辅助放射治疗适用的瘢痕类型

通常可将瘢痕类型分为陈旧性/萎缩性瘢痕、增生性瘢痕和瘢痕疙瘩。其中,增生性瘢痕和瘢痕疙瘩合称为病理性瘢痕。组织学共同表现:扁平的表皮层,角质细胞层减少,表皮和真皮之间的网纹消失,乳头状或网状结构边界以及扩张的真皮内过度无序的胶原沉积。两者的鉴别仍是临床难题,主要是通过临床表现、家族史进行鉴别,瘢痕疙瘩往往具有长达数年的持续增生过程、治疗后极易复发以及明显的家族聚集性,而增生性瘢痕通常具有自限性^[22]。鉴于瘢痕疙瘩的易复发的特性,现有的治疗策略通常将放射治疗作为预防治疗后复发的主要措施之一^[23]。而对于增生性瘢痕和陈旧性瘢痕,并没有直接证据证实辅助放疗的有效性。但是也有文献报道对于反复增生的瘢痕组织以及高增生风险的手术,术后辅助放疗能够起到预防增生的作用^[24]。因此,辅助放射治疗适用于瘢痕疙瘩治疗后复发的预防(证据等级2),可能也适用于部分具有反复增生病史的增生性瘢痕(证据等级4),不适用于稳定期的陈旧性瘢痕(推荐强度强)。

3.2 辅助放射治疗适用年龄

放射治疗作为预防瘢痕疙瘩复发的辅助治疗手段并没有明确的禁忌年龄。但是,年轻人尤其是儿童对放疗具有更高的敏感性,放疗相关肿瘤及其他副作用的发生率也更高^[25]。已有研究证实,即使低剂量的电离辐射(<100 mGy)也可能增加儿童罹患血液系统恶性肿瘤的发生率^[26]。对于瘢痕疙瘩的治疗而言,放射治疗并不是唯一的选择,可以采取病灶内激素注射、局部激素贴片、冷冻治疗或者手术联合激素注射等方式。因此,瘢痕疙瘩的放射治疗应符合一般放射治疗的年龄规范,即建议应用于16岁以上患者(证据等级1,推荐强度中)^[27]。若遇到瘢痕疙瘩持续呈侵袭性进展,或已严重影响患儿肢体功能与社会生活等特殊情况,且病灶未涉及放射敏感的重要器官时,可酌情将年龄限制放宽。总之,瘢痕疙瘩放射治疗的临床决策应遵循“安全第一”的原则,针对16岁以下患者,必须进行严谨的风险获益评估,严格把握适应证,避免滥用。

4 临床问题三:瘢痕疙瘩辅助放射治疗的参数选择

推荐意见7(中推荐):放疗剂量选择的总体原则—总生物有效剂量控制在30~40 Gy以内。

推荐意见8(强推荐):瘢痕放疗推荐采用分割剂量多次放疗的方案以减少皮肤反应。

推荐意见9(强推荐):常规瘢痕切除术后初次辅助放疗建议在24~48小时内完成。

推荐意见10(中推荐):常规瘢痕切除术后初次辅助放疗的开始时间建议不超过术后72小时。

证据与说明

瘢痕疙瘩的辅助放疗应结合疾病特点和放疗方式的特性进行选择^[9,23,28]。高能电子线放疗不适用于部位不规则、表面不平整的瘢痕疙瘩。对于这类部位,浅层X线放疗和同位素敷贴放疗可能具有更高的治疗效率。此外,在瘢痕疙瘩的辅助放疗中,不仅需关注疗效,还需谨慎权衡各类副作用。以双侧下颌部位为例,浅层X线与同位素敷贴放疗的疗效可能均优于电子线,但同位素敷贴放疗更易导致永久性色素改变,从而限制了其在面部的应用。而在甲状腺、乳腺区域,尽管高能电子线放疗对治疗平面平整性的较高要求限制了其疗效,但X线穿透深度较大的风险更需引起重视。由此可见,瘢痕疙瘩辅助放疗方式的选择是复杂且专业性极强的,需要临床诊疗医生与放疗医生密切协作,共同制定个体化综合治疗方案。

相较于放疗方式的选择,放射剂量方案的制定已有更为丰富的研究积累。大量研究证实,无论哪种放疗方式,较高的总生物有效剂量能够降低总体复发率^[9,29-30]。但是,瘢痕疙瘩的辅助放疗应权衡疗效与潜在风险。现有观点认为,从放射生物学角度来看,瘢痕疙瘩组织 α/β 值低,属于晚反应组织,故主张给予少分次、大分割剂量的放疗。由于不同的剂量-时间因素组合和不同剂量率的应用,根据线性-平方模式(L-Q模式),必须应用生物等效剂量(Biological effective doses, BED)进行比较,而不是物理剂量。手术后放射治疗的有效BED为30~40 Gy^[31-33]。

高能电子线放疗能够将放射线传送到2~5 cm的深度治疗瘢痕疙瘩,而且能够通过补偿膜的方式较为精准地控制治疗深度。同时,目前的技术常用6 MeV的电子线,能量集中于1~2 cm的深度,可以

相对精准地调控组织的放射剂量,避免对深部组织产生影响,安全性更高^[34]。辅助高能电子线放疗治疗的参数取决于治疗区域的复发风险。相比低张力低复发风险(颈部和耳廓)区域,高张力易复发区域(胸部、肩胛骨和耻骨上区域)的瘢痕疙瘩需要更高的治疗剂量^[24,35]。瘢痕疙瘩进行高能电子线放疗时,总生物有效剂量控制在30 Gy左右,可以通过以下几种方式实施:单次放射治疗剂量9 Gy,治疗2次;单次放射治疗剂量5 Gy,治疗4次;以及单次放射治疗剂量3.5 Gy,治疗5次^[28,34](证据等级3)。也有研究指出,对于低复发风险的区域,如耳部,单次8 Gy的辅助放疗也能够起到预防复发的作用^[23](证据等级4)。使用电子线放疗时,应尽可能使照射区域处于同一平面上,并在表面放置0.5~1 cm厚度的组织补偿膜,以使皮肤表面剂量充足一致。应根据病变深度选择电子线能量,通常建议选择6 MeV。照射范围通常应包括切口外1 cm左右,并注意保护重要敏感组织器官(如眼睛、有功能的甲状腺、乳腺及生殖器等)。对于面积较大、难以通过单一射野覆盖的病灶,在射野拼接时应注意共线拼接;分次治疗时应注意每次将射野拼接处错开,避免每次均在同一位置分野。高能电子线放疗也有其局限性:一是高能电子线放疗对平面的要求较高,对于不规则平面(下颌、耳部、四肢关节等)易出现射野内剂量不一致;二是目前常用的产生高能电子线的加速器设备多为大型设备,造价昂贵,不利于放疗治疗的推广应用。

浅层X线在不规则部位应用具有相当优势,能够作为复杂瘢痕疙瘩的辅助治疗措施。相比于高能电子线的加速器,浅层X线为小型可移动设备,更加灵活,仪器成本也更低,更加适用于门诊部、诊所等较小规模的诊疗单位开展。新型的浅层X线仪器能够通过设置不同X线的能级(50 keV、70 keV和100 keV)调节治疗深度。已有研究报道,瘢痕疙瘩术后高能电子线和浅层X线放疗的复发率并无差异^[2,9,23]。瘢痕疙瘩进行浅层X线放疗时,总生物有效剂量控制在30 Gy以内,采取小分割多次数的方法(间隔24小时至14天,4~5 Gy,3~5次),也可采取单次大剂量的方法(8~9 Gy,1次)^[28,36]。浅层X线放疗由于治疗深度较低,而且衰减较快,对深部组织影响较小^[34]。浅层X线在瘢痕疙瘩的治疗中仍存在一些不可忽视的缺陷:X线穿透力较大,对周围正常组织损伤较大;X线治疗剂量并不集中,随组织深度加深衰减较快;相比

高能电子线,浅层X线治疗瘢痕疙瘩的研究多为单中心回顾性研究的小样本,证据等级匮乏。

同位素敷贴治疗也称为表面近距离放疗,能够显著降低瘢痕疙瘩术后复发率^[30,37-38]。治疗效果上看,⁹⁰Sr敷贴治疗和³²P敷贴治疗没有明显区别,只是治疗方法有所不同。⁹⁰Sr敷贴器由于其放射性活度较大,半衰期长,使用周期长(可反复使用),出厂时敷贴器形状固定(需根据瘢痕形状制作保护周围正常组织的保护垫),每次敷贴治疗时间较短(通常为几分钟),每周治疗1~2次,一般6~8次为一疗程,具体可根据瘢痕治疗后的反应调整治疗次数。⁹⁰Sr敷贴治疗主要适用于治疗数量较少,面积较小的瘢痕疙瘩。³²P敷贴治疗由于使用的放射性活度较低,半衰期较短,可根据瘢痕形状制成相应形状的敷贴片,制成敷贴片后一次性使用,每次敷贴治疗时间较长(一般为几小时),如治疗后效果不佳,3~4个月后可再次进行敷贴治疗。³²P敷贴治疗主要适用于数量多,面积大,特殊部位瘢痕疙瘩的治疗。放疗专家提出,因为辐射敏感性的个体差异极大,相同治疗效果的同位素敷贴剂量可相差2~3倍。因此,同位素敷贴治疗时,总剂量可加倍,但必须采取小剂量多次的策略,在最大程度实现有效性的同时防范过度治疗和副作用。瘢痕疙瘩进行同位素敷贴放疗时,放射剂量比较难以精确控制,常采用2~3次放疗,总剂量为12~18 Gy,以皮损反应作为治疗终点的判断标准^[30,33,39-40]。术后组织内近距离放疗治疗同样也是一种治疗瘢痕疙瘩的有效方式,但是国内开展的较少,对此本共识暂不做讨论^[41]。

5 临床问题四:瘢痕疙瘩辅助放疗治疗的禁忌证和相关注意事项

推荐意见 11(中推荐):功能正常的重要器官(如甲状腺、乳腺)或者生殖腺周围原则上不建议放疗。

推荐意见 12(强推荐):6个月内有生育计划的患者、孕期及哺乳期妇女原则上不建议放疗。

推荐意见 13(中推荐):放疗前需评估伤口愈合情况,尤其是对于高张力伤口,应该考虑伤口延迟愈合或者不愈合的情况;瘢痕疙瘩修复手术后的慢性不愈创面以及怀疑血供不佳的植皮区域建议延迟放疗。

推荐意见 14(强推荐):放疗时需保护周围和深

部组织,治疗前应充分评估放疗深度以及对深部器官的影响,对非照射部位应使用(如限光筒、铅挡块等)有效放射屏蔽器材,实现适形放射治疗。以最大程度获得理想的均匀剂量照射,防止周围功能性器官或组织受到放射性损伤。

推荐意见 15(强推荐):治疗后应加强治疗区域和周围皮肤的护理,以保湿、修复为主,减少急性反应。

推荐意见 16(强推荐):避免对大面积瘢痕手术区域进行照射,单次放疗不应超过20%体表面积,以降低放射治疗的全身反应。

推荐意见 17(强推荐):同一部位尽量避免在短时间(6个月内)实施重复多疗程的放射治疗。

推荐意见 18(中推荐):为防止电子线造成的散射线污染,建议针对重要敏感组织器官(如眼睛、甲状腺、生殖器、乳腺等)充分做好防护。

证据与说明

尽管有大量研究证实瘢痕疙瘩辅助放射治疗并不会导致局部或全身肿瘤,但致癌风险和副作用始终是不能回避的问题^[23,34]。如何在达到疗效最大化的同时规避风险,需要大量实践。因此,在明确最佳辅助放射治疗策略前,采取适当保守的方案可能更有助于开展瘢痕疙瘩规范化治疗。

现有证据表明,放射治疗建议在手术后24~48小时内进行,其主要目的是抑制这一时期的炎症反应,抑制接踵而至的成纤维细胞活化。但根据伤口愈合的规律,受伤后3~7天内是成纤维细胞高度活化的阶段。因此,放疗时间应结合手术方式及瘢痕疙瘩术后创面愈合的具体情况具体调整。对于手术完整切除瘢痕疙瘩后的常规首次辅助放疗,一般不建议超过72小时。未愈合创面和高恶变风险的皮肤不建议使用放射治疗。皮肤菲薄(胫前、踝部、鼻梁、指趾等)、高张力、血供差、感染切口等特殊情况应谨慎使用放射治疗;如仍需进行放射治疗,建议适当延迟治疗时间以避免伤口不愈合等不良事件发生。此外,放射辅助治疗的必要性和潜在风险应事先充分告知患者,特别是面部等对美观影响大的部位。对于极度紧张、顾虑重、不接受射线风险的患者,建议采用其他方案。

瘢痕治疗中的辅助放疗采用较低放疗剂量,造成急性放疗反应的理论风险极低,但放射治疗后伤口可能出现延迟愈合、急性放射反应、全身反应等

并发症。治疗前应做好相关预案,譬如避免大面积同时照射、周围组织进行保护隔离等措施。同时,放疗后需要特别注意皮肤护理,可采用适当的保湿、舒缓等措施促进皮肤屏障的修复,但应避免皮肤过度水合,以及其他刺激性护肤品的使用。

6 瘢痕疙瘩辅助放射治疗尚存争议问题

同位素敷贴治疗作为常用放射治疗手段之一,在瘢痕疙瘩中的应用存在巨大争议。无论³²P还是⁹⁰Sr敷贴,均是利用核素衰变过程释放的 β 射线抑制成纤维细胞增殖、减少胶原合成,并诱导血管闭塞,从而软化瘢痕。同位素敷贴治疗的核心优势在于操作简便、成本低廉,尤其适用于不平整、厚度较薄(通常<3 mm)的瘢痕疙瘩。由于 β 射线的穿透深度有限(⁹⁰Sr为11 mm,³²P为8 mm),一般认为其相对安全。支持者认为,同位素敷贴治疗可应用于儿童及青少年和有生育计划的患者。实际治疗中,由于个体对辐射的敏感性存在差异,同位素敷贴需遵循“小剂量多次”的原则,根据实际治疗效果调整剂量和疗程。然而,反复进行同位素敷贴治疗,不仅有可能增加放射性皮炎的风险,还可能因剂量累积导致局部皮肤出现永久性色素脱失以及继发性皮肤癌。因此,也有专家认为同位素敷贴不应作为瘢痕疙瘩的常规辅助放疗方式,特别是在影响美容的部位。综合上述意见,一般认为同位素敷贴更适合浅表瘢痕疙瘩的治疗;对于已接受部分切除的瘢痕疙瘩,电子线或浅层X线照射可能更适用于深部残留组织的治疗;对于厚度大于5 mm的瘢痕疙瘩,单纯敷贴效果有限,需联合手术、激光或局部注射等综合治疗。对于有辅助放射治疗需求的特殊人群,同位素敷贴可作为一种选择。不过,对于浅表瘢痕疙瘩,同位素敷贴辅助治疗效果是否更优,目前尚缺乏循证医学证据。此外,在遵循避免短期(6个月内)重复疗程治疗的大原则下,曾使用过同位素敷贴的病灶,在手术等其他治疗后仍可再次接受放射治疗。另一个争议点在于非多分割方案的低剂量放射治疗。尽管有研究提出BED低于20 Gy的辅助放射治疗对瘢痕疙瘩没有临床价值,但仍有专家认为,对于特殊人群的非敏感部位或愈合不良但具有高增生风险的区域,采用低剂量放射治疗是必要的预防手段。反对者则提出,这种做法不仅不能实现有效预防效果,还会引入放射治疗的一般性风险。

这种情况在临床治疗中并不少见,然而关于其有效性和必要性,目前尚无循证医学证据支持的定论,因此仍需临床医生根据患者实际情况斟酌使用。

7 结语

在病理机制尚未完全阐明之前,瘢痕疙瘩的治疗始终是临床一大难题,而破解这一难题的关键在于有效控制其复发。辅助放射治疗作为皮肤良性病变的有效治疗手段,已有大量实践经验,在瘢痕疙瘩的治疗中也展现出广阔的应用前景。然而,不容忽视的是,放疗本身具有相当程度的副作用,尤其是潜在的致癌风险。因此,如何在疗效与风险之间取得平衡,对瘢痕疙瘩辅助性放疗的合理应用提出了极高的要求。本共识的编撰综合了整复外科、皮肤科、放疗科等领域的专家,旨在循证医学原则的指导下探讨辅助放射治疗在瘢痕疙瘩综合治疗中的应用细则,权衡疗效与安全性,达成了相对一致的专家共识,供临床实践参考,为瘢痕疙瘩规范化治疗提供建议。

专家组成员:(按姓氏拼音排名)

陈刚 陈崑 陈敏亮 陈晓栋 陈宗安
邓丹 高振 何仁亮 李小兵 刘伟
刘志凯 罗全勇 马玉波 邱忠领 孙便友
谭军 汪杰华 王春梅 王连召 王文波
王友彬 武晓莉 夏玲玲 谢春晖 杨斌
杨东运 杨微 姚晖 臧海英 张福泉
章一新 钟仁明

执笔组成员:武晓莉 陈宗安 杨雅婷

利益冲突:所有编写组成员均声明不存在利益冲突,无轻微或严重利益冲突的成员参与本指南制订工作,无商业组织向本指南编写组支付费用。本指南制订过程中需要的资金均来自本文著录的基金项目,用以承担制订过程中的科研费及项目组织实施等费用,且推荐意见未受资助影响。

参考文献

- [1] Elsaie M L. Update on management of keloid and hypertrophic scars: A systemic review [J]. J Cosmet Dermatol, 2021, 20(9): 2729-2738.
- [2] Ghazawi F M, Zargham R, Gilardino M S, et al. Insights into the pathophysiology of hypertrophic scars and keloids: How do they differ? [J]. Adv Skin Wound Care, 2018, 31(1): 582-595.
- [3] Akinbiyi T, Kozak G M, Davis H D, et al. Contemporary treatment of keloids: A 10-year institutional experience with medical management, surgical excision, and radiation therapy [J]. Am J Surg, 2021, 221(4): 689-696.
- [4] Morelli Coppola M, Salzillo R, Segreto F, et al. Triamcinolone acetonide intralesional injection for the treatment of keloid scars: Patient selection and perspectives [J]. Clin Cosmet Investig Dermatol, 2018, 11: 387-396.
- [5] Mustoe T A, Cooter R D, Gold M H, et al. International clinical recommendations on scar management [J]. Plast Reconstr Surg, 2002, 110(2): 560-571.
- [6] Craig R D, Pearson D. Early post-operative irradiation in the treatment of keloid scars [J]. Br J Plast Surg, 1965, 18(4): 369-376.
- [7] Lee J W, Seol K H. Adjuvant radiotherapy after surgical excision in keloids [J]. Medicina (Kaunas), 2021, 57(7): 672.
- [8] Vrouwe S Q, Cartotto R, Rogers A D. Optimizing radiotherapy for keloids [J]. Ann Plast Surg, 2018, 80(2): e1-e2.
- [9] Mankowski P, Kanevsky J, Tomlinson J, et al. Optimizing radiotherapy for keloids: A meta-analysis systematic review comparing recurrence rates between different radiation modalities [J]. Ann Plast Surg, 2017, 78(4): 403-411.
- [10] Seegenschmiedt M H, Micke O, Muecke R. Radiotherapy for non-malignant disorders: State of the art and update of the evidence-based practice guidelines [J]. Br J Radiol, 2015, 88(1051): 20150080.
- [11] Wen P, Wang T, Zhou Y, et al. A retrospective study of hypofractionated radiotherapy for keloids in 100 cases [J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 3598.
- [12] Xu J, Yang E, Yu N Z, et al. Radiation therapy in keloids treatment: History, strategy, effectiveness, and complication [J]. Chin Med J (Engl), 2017, 130(14): 1715-1721.
- [13] Rubin P, Soni A, Williams J P. The molecular and cellular biologic basis for the radiation treatment of benign proliferative diseases [J]. Semin Radiat Oncol, 1999, 9(2): 203-214.
- [14] Loinard C, Benadjaoud M A, Lhomme B, et al. Inflammatory cells dynamics control neovascularization and tissue healing after localized radiation induced injury in mice [J]. Commun Biol, 2023, 6(1): 571.
- [15] Brenner D J, Miller R C, Hall E J. The radiobiology of intravascular irradiation [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1996, 36(4): 805-810.
- [16] Rubin P, Casarett G W. Clinical radiation pathology as applied to curative radiotherapy [J]. Cancer, 1968, 22(4): 767-778.
- [17] 翁邓胡,徐海荣. 高能电子束放射治疗的研究进展[J]. 中国辐射卫生, 2011, 20(3): 375-377.
- [18] Wilmas K M, Garner W B, Ballo M T, et al. The role of radiation therapy in the management of cutaneous malignancies. Part II: When is radiation therapy indicated? [J]. J Am Acad Dermatol, 2021, 85(3): 551-562.
- [19] Wilmas K M, Garner W B, Ballo M T, et al. The role of radiation therapy in the management of cutaneous malignancies. Part I: Diagnostic modalities and applications [J]. J Am Acad Dermatol, 2021, 85(3): 539-548.
- [20] Pashazadeh A, Boese A, Friebe M. Radiation therapy techniques in the treatment of skin cancer: An overview of the current status and outlook [J]. J Dermatolog Treat, 2019, 30(8): 831-839.
- [21] White J S, Yue N, Hu J, et al. The ATM kinase signaling induced by the low-energy beta-particles emitted by (33)P is essential for the suppression of chromosome aberrations and is greater than that induced by the energetic beta-particles emitted by (32)P [J]. Mutat Res, 2011, 708(1-2): 28-36.
- [22] Jeschke M G, Wood F M, Middelkoop E, et al. Scars [J]. Nat Rev Dis Primers, 2023, 9(1): 64.

- [23] Ogawa R. The most current algorithms for the treatment and prevention of hypertrophic scars and keloids: A 2020 update of the algorithms published 10 years ago [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 149(1):79e–94e.
- [24] Ogawa R, Miyashita T, Hyakusoku H, et al. Postoperative radiation protocol for keloids and hypertrophic scars: Statistical analysis of 370 sites followed for over 18 months [J]. *Ann Plast Surg*, 2007, 59(6):688–691.
- [25] McKeown S R, Hatfield P, Prestwich R J, et al. Radiotherapy for benign disease: Assessing the risk of radiation-induced cancer following exposure to intermediate dose radiation [J]. *Br J Radiol*, 2015, 88(1056):20150405.
- [26] Bosch de Basea Gomez M, Thierry–Chef I, Harbron R, et al. Risk of hematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults [J]. *Nat Med*, 2023, 29(12):3111–3119.
- [27] 张书诺, 闵沛如, 章一新. 对《采用 SRT-100 放射治疗儿童增生性瘢痕的临床疗效初探》一文的不同意见[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2025, 41(9):902–904.
- [28] Hoang D, Reznik R, Orgel M, et al. Surgical excision and adjuvant brachytherapy vs external beam radiation for the effective treatment of keloids: 10-year institutional retrospective analysis [J]. *Aesthet Surg J*, 2017, 37(2):212–225.
- [29] Hwang N H, Chang J H, Lee N K, et al. Effect of the biologically effective dose of electron beam radiation therapy on recurrence rate after keloid excision: A meta-analysis [J]. *Radiother Oncol*, 2022, 173:146–153.
- [30] Bijlard E, Verduijn G M, Harmeling J X, et al. Optimal high-dose-rate brachytherapy fractionation scheme after keloid excision: A retrospective multicenter comparison of recurrence rates and complications [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2018, 100(3):679–686.
- [31] Ogawa R. The most current algorithms for the treatment and prevention of hypertrophic scars and keloids [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 125(2):557–568.
- [32] Ogawa R, Yoshitatsu S, Yoshida K, et al. Is radiation therapy for keloids acceptable? The risk of radiation-induced carcinogenesis [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 124(4):1196–1201.
- [33] Ogawa R, Mitsuhashi K, Hyakusoku H, et al. Postoperative electron-beam irradiation therapy for keloids and hypertrophic scars: Retrospective study of 147 cases followed for more than 18 months [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 111(2):547–553.
- [34] Wang W, Zhao J, Zhang C, et al. Current advances in the selection of adjuvant radiotherapy regimens for keloid [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9:1043840.
- [35] Ogawa R, Akaishi S, Dohi T, et al. Analysis of the surgical treatments of 63 keloids on the cartilaginous part of the auricle: Effectiveness of the core excision method [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2015, 135(3):868–875.
- [36] Son Y, Phillips E O N, Price K M, et al. Treatment of keloids with a single dose of low-energy superficial x-ray radiation to prevent recurrence after surgical excision: An in vitro and in vivo study [J]. *J Am Acad Dermatol*, 2020, 82(6):e203–e204.
- [37] van Leeuwen M C, Stokmans S C, Bulstra A E, et al. High-dose-rate brachytherapy for the treatment of recalcitrant keloids: A unique, effective treatment protocol [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2014, 134(3):527–534.
- [38] Duan Q, Liu J, Luo Z, et al. Postoperative brachytherapy and electron beam irradiation for keloids: A single institution retrospective analysis [J]. *Mol Clin Oncol*, 2015, 3(3):550–554.
- [39] Kuribayashi S, Miyashita T, Ozawa Y, et al. Post-keloidectomy irradiation using high-dose-rate superficial brachytherapy [J]. *J Radiat Res*, 2011, 52(3):365–368.
- [40] Jiang P, Baumann R, Dunst J, et al. Perioperative interstitial high-dose-rate brachytherapy for the treatment of recurrent keloids: Feasibility and early results [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2016, 94(3):532–536.
- [41] Rio E, Bardet E, Peuvrel P, et al. Perioperative interstitial brachytherapy for recurrent keloid scars [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 124(1):180e–181e.

(收稿日期:2026 年 3 月 21 日 修回日期:2026 年 4 月 2 日)

《中华烧伤与创面修复杂志》征订启事

《中华烧伤与创面修复杂志》(原刊名《中华烧伤杂志》)是由中国科协主管、中华医学会主办的全国烧伤及创面修复学术界的权威期刊,目前已被 Medline/PubMed 数据库、Scopus 数据库、荷兰《医学文摘》、美国《化学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》等 9 种国外知名检索机构收录,也是目前国内少有的同时被中文三大核心数据库——CSCD、《中国科技论文统计源期刊》、《中文核心期刊要目总览》收录的期刊,多次获省部级以上出版资金资助和各类奖项,在我国临床医学领域高质量科技期刊分级目录中位于整形外科学 T1 级。

杂志重点报道急、慢性创面修复,休克与脏器损害,感染与免疫,组织工程,营养代谢,康复与瘢痕防治,材料科学等与创面修复领域相关的基础与临床研究。

主要栏目:指南与共识、专家论坛/述评、重点号专栏、创面修复专栏、论著等。

杂志 Email: shaoshangzazhi@vip.163.com、shaoshangzazhi@163.com、chinesejournalofburnsandwounds@burnstrauma.com

投稿网址: <https://medpress.yiigle.com/>, 稿件一旦通过专家评审将会尽快发表。



网站二维码



微信公众号二维码



订阅二维码