

· 规范与指南 ·

儿童 1 型糖尿病胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症预防和管理专家共识(2025 版)

国家儿童医学中心儿科护理联盟小儿内分泌(糖尿病)亚学组 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组 中国健康促进与教育协会糖尿病教育与管理分会胰岛素泵师培训工作组

通信作者:陈晓春,浙江大学医学院附属儿童医院内分泌科,杭州 310052, Email: cxcsp2008@zju.edu.cn; 高玲玲,北京糖尿病防治协会,北京 100053, Email: bjdiabetes@163.com

【摘要】 儿童 1 型糖尿病胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症主要包括脂肪增生、脂肪萎缩、接触性皮炎、感染、瘢痕和色素沉着。目前临床中缺乏相关的预防和护理规范指导。而规范化的护理操作细节对预防和减少胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症具有重要作用。为更好地指导医护人员认识相关皮肤并发症并能给予规范的预防和处理,国家儿童医学中心儿科护理联盟小儿内分泌(糖尿病)亚学组、中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组、中国健康促进与教育协会糖尿病教育与管理分会胰岛素泵师培训工作组共同组织邀请了国内相关领域的专家,基于大样本数据分析、证据总结及专家会议,形成该共识,该共识主要包括皮肤并发症概述及定义、高危因素、预防措施、治疗手段及健康教育等内容,旨在为儿童糖尿病治疗从业人员提供胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症预防和管理知识的全面指导,帮助 1 型糖尿病儿童患者实现皮肤的长远保护和血糖管理的持续获益。

【关键词】 糖尿病, 1 型; 儿童; 皮肤并发症; 护理; 专家共识

基金项目: 浙江省重点研发攻关计划(2024C03154)

国际实践指南注册号: PREPARE-2024CN953

Expert consensus on the prevention and management of skin complications associated with insulin pump therapy in children with type 1 diabetes mellitus (2025 edition)

Sub-group of Pediatric Endocrinology (Diabetes) of the Pediatric Nursing Alliance, National Children's Medical Center, Group of Endocrinology, Genetics and Metabolism, Subspecialty Committee of Pediatrics, Chinese Medical Association, Insulin Pump Specialist Training Workgroup, Diabetes Education and Management Branch, Chinese Association for Health Promotion and Education

Corresponding authors: Chen Xiaochun, Department of Endocrinology, Children's Hospital Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310052, China, Email: cxcsp2008@zju.edu.cn; Gao Lingling, Beijing Diabetes Prevention and Treatment Association, Beijing 100053, China, Email: bjdiabetes@163.com

Fund program: Key Research and Development Program of Zhejiang Province (2024C03154)

International Practice Guide registration number: PREPARE-2024CN953

DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20250328-00144

收稿日期 2025-03-28 本文编辑 费秀云 张晓冬

引用本文:国家儿童医学中心儿科护理联盟小儿内分泌(糖尿病)亚学组,中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组,中国健康促进与教育协会糖尿病教育与管理分会胰岛素泵师培训工作组. 儿童 1 型糖尿病胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症预防和管理专家共识(2025 版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2025, 17(8): 971-980. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20250328-00144.



中华医学会儿科学分会
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



儿童 1 型糖尿病 (type 1 diabetes mellitus, T1DM) 是严重影响儿童健康的慢性疾病, 中国儿童和青少年 T1DM 患病人数居全球第 4^[1]。2015—2020 年, 我国儿童青少年 T1DM 的平均年临床发病率为 3.16/10 万, 复合年增长率为 5.6%, 给社会公共卫生和经济发展带来沉重负担^[2]。由于 T1DM 患者胰岛 β 细胞功能缺乏甚至完全丧失, 胰岛素分泌绝对不足需终身使用胰岛素替代治疗^[3], 包括每日多次胰岛素注射 (multiple daily insulin injections, MDI) 和持续皮下胰岛素输注 (胰岛素泵) (continuous subcutaneous insulin infusion, CSII)^[4]。CSII 的应用有改善 T1DM 患儿糖化血红蛋白 (glycated hemoglobin A_{1c}, HbA_{1c}), 减少严重低血糖事件, 降低糖尿病酮症酸中毒的发生率等优点^[5], 但临床中患儿皮肤相关并发症发生率高, 中国儿童患者最新调查数据显示其发生率高达 66.81%^[6]。严重的皮肤问题可能影响胰岛素吸收动力学, 导致血糖不稳定。然而儿童胰岛素泵治疗引起的相关皮肤并发症尚未得到重视且国际和国内均缺乏有效的治疗预防指导规范。鉴于此, 国家儿童医学中心儿科护理联盟小儿内分泌(糖尿病)亚学组、中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组、中国健康促进与教育协会糖尿病教育与管理分会胰岛素泵师培训工作组成立专家组制订《儿童 1 型糖尿病胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症预防和管理专家共识(2025 版)》(以下简称《共识》), 旨在规范胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症的预防和护理, 为儿科医护人员提供皮肤护理的全面指导。

一、组织结构与注册

共识制订过程遵循 2014 年《世界卫生组织指南制订手册》及 2016 年发布的《制订/修订〈临床诊疗指南〉的基本方法及程序》, 参照《中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)》编写。由国家儿童医学中心儿科护理联盟小儿内分泌(糖尿病)亚学组、中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组和中国健康促进与教育协会糖尿病教育与管理分会胰岛素泵师培训工作组牵头成立编写项目组, 成员包括儿童内分泌科医师、糖尿病教育护士、皮肤科医师、涉及 T1DM 健康管理的专家。

二、内容和目标人群

本共识适合参与儿童 T1DM 健康管理的医务工作者阅读参考。本共识中儿童定义为年龄 ≤ 18 岁(从出生至青春期), 目标人群是确诊为 T1DM 并使用胰岛素泵进行治疗的患儿。共识的主要内

容为胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症概述及定义、高危因素、预防措施及治疗手段、健康教育等。重点阐述了不同类型胰岛素泵治疗相关皮肤并发症高危因素及预防措施的推荐意见以及目前已知治疗护理手段等。

三、证据检索与系统评价

研究小组检索大量国内外文献。文献检索数据库包括中国知网、万方数据库、中国生物医学文献数据库、UpToDate、BMJ Best Practice、Embase、PubMed、美国国立指南库、英国国家卫生临床优化研究所指南库、加拿大医学会临床实践指南数据库、乔安娜布里格斯研究所循证卫生保健数据库、加拿大安大略注册护士协会网站。英文检索词为 children/diabetes type 1/type 1 diabetes/T1D/T1DM/type 1 diabetes mellitus/insulin pumps/continuous subcutaneous insulin infusion/CSII/skin/skin complication*/skin problem*/lipohypertrophy/Lipoatrophy/pigmentation changes; 中文检索词为糖尿病/1 型糖尿病/儿童/患儿/皮肤/皮肤并发症/皮肤损伤/皮炎/脂肪增生/脂肪萎缩/过敏。纳入相关指南、Meta 分析、系统评价、随机对照试验、观察性研究、病例报告和意见共识等。共识编写组严格按照方法学要求, 坚持以患者问题为导向、服务临床为宗旨, 收集证据并对证据进行质量分级。按照英国牛津大学循证医学中心证据分级和推荐强度标准, 根据所采纳证据的可靠性由强至弱, 将证据级别分为 1~5 级, 根据证据的性质将证据推荐强度分为 A~D 共 4 级, 其中 A 为推荐, B 为应当考虑, C 为可以考虑, D 为推荐证据具有局限性(表 1)。

基于文献复习和数据分析, 参考国内外指南的相关推荐意见, 由执笔者形成推荐意见(表 2), 编写专家对有意见分歧的核心问题及证据级别进行

表 1 英国牛津大学循证医学中心证据分级和推荐标准

推荐强度	证据等级	描述
A	1a	同质 RCT 的 SR
	1b	单个 RCT 研究
	1c	“全或无”证据
B	2a	基于队列研究的 SR(有同质性)
	2b	单个队列研究(包括低质量 RCT)
	3a	基于病例对照研究的 SR(有同质性)
	3b	单个病例对照研究
C	4	病例报道(低质量队列研究)
D	5	专家意见或评论

注: 推荐强度中, A 为推荐, B 为应当考虑, C 为可以考虑, D 为推荐证据具有局限性; RCT 为随机对照试验; SR 为系统综述



表 2 本共识推荐意见汇总一览表

序号	推荐内容	证据等级	推荐强度
1	选择合适的胰岛素剂型和胰岛素泵输注方案,控制血糖(HbA_{1c} 达标)、合理饮食运动,提高自身机体免疫力,以提高抗感染能力	5	D
2	早期预防(规范操作/轮换部位/合适耗材)优先,结合定期检查与多学科管理降低胰岛素泵皮肤并发症风险	1a	A
3	植入部位选择:应根据患儿皮下脂肪层厚度、活动能力选择植入部位。儿童常用穿刺部位为臀部和腹部,1岁以内推荐大腿前外侧上1/3为穿刺部位;禁止在皮肤感染、瘢痕、脂肪增生部位安装胰岛素泵	5	D
4	根据患儿皮下脂肪厚度选合适针头(垂直6 mm/斜插13 mm),瘦弱患儿捏皮注射以防肌肉损伤	5	D
5	婴幼儿及学龄前儿童,若植入部位皮下脂肪较薄,使用斜插软针时可捏皮,植入角度为 $20^{\circ}\sim 45^{\circ}$;能独立完成植入过程的儿童建议使用钢针 90° 植入	5	D
6	T1DM患儿建议每年至少1次,高危患儿(脂肪增生高发)每半年进行1次注射部位B超评估以筛查患儿是否发生皮下脂肪增生	5	D
7	皮肤消毒后充分待干,避免针头带酒精刺激皮下组织引发免疫反应导致脂肪萎缩	1c	A
8	避免同一部位长期佩戴泵,定期轮换注射点降低皮肤损伤风险;注射部位按“大轮换”(腹部/上臂/大腿/臀部)和“区域界限轮换”,距离上一次管路植入距离2~3 cm以上;对于使用实时动态血糖监测的患者管路植入部位应该距离探头植入部位7.5 cm以上	1a	A
9	安装胰岛素泵前评估患儿过敏史、皮肤出疹史及相关皮肤病史,以及皮肤状态和种类	1a	A
10	根据患儿的具体情况(如皮肤类型、活动水平、位置等),选择合适的黏胶剂类型。在粘贴前,可以使用皮肤保护膜或隔离剂,以保护皮肤免受黏合剂的直接接触和刺激。保持皮肤清洁和干燥,避免使用刺激性护肤品或药物	4	C
11	粘贴时抚平皱褶,减少接触面积,移除时采取 0° 或 180° 顺着毛发生长方向去除,必要时使用医用除胶剂	5	D
12	皮肤过敏:激素型软膏可用于过敏性皮炎局部瘙痒的短期使用	1a	A
13	安装前的皮肤准备:检查皮肤完整性,清洁局部皮肤,根据皮肤特点选用皮肤保护剂、黏合剂或者止汗剂	1b	A
14	使用75%酒精棉片,从穿刺中心点向外螺旋式消毒(2遍),消毒面积>敷贴面积,充分待干	5	D
15	根据胰岛素泵管路的使用说明书按时更换管路,一般不超过48~72 h,禁止重复使用直插钢针以减少组织刺激,降低感染的风险	5	D
16	每日至少2次观察注射部位,出现红肿、疼痛、化脓及时换部位并根据情况进行对症处理	5	D
17	移除后的皮肤管理:胰岛素泵移除后查看穿刺点有无红肿、渗血、渗液、硬结或胰岛素结晶沉积,用碘伏由内向外环形消毒穿刺部位及周围皮肤	5	D
18	皮肤感染处理:碘伏消毒后,外涂抗生素乳膏,如夫西地酸乳膏或莫匹罗星软膏。严重者可根药敏结果加用敏感抗生素治疗或联合局部清创引流治疗	1a	A
19	色素沉着:深肤色或易晒黑人群注意防晒,可局部使用防晒霜或不透明敷料遮盖,避免色素沉着	3b	B
20	组建多学科团队(内分泌科医师/内分泌科护士/糖尿病教育护士/皮肤科医师/胰岛素泵师/厂家教育指导员),提供胰岛素泵操作、皮肤保护等培	5	D
21	医护人员及行业从业者应系统学习皮肤并发症发生机制、预防及处理,掌握视诊/触诊/超声评估技术并进行考核	5	D
22	患儿及照顾者接受完整胰岛素泵皮肤保护课程,学会规范操作、日常观察及异常情况汇报	5	D
23	多磺酸黏多糖乳膏、硫酸镁湿敷以及新鲜土豆片可用于预防和治疗皮下脂肪增生、减轻炎症和促进瘀血吸收	1b	A

注: HbA_{1c} 为糖化血红蛋白;T1DM为1型糖尿病

讨论,确定各项推荐意见,由审阅专家、顾问进行二审、三审,再由执笔者汇总修改审核意见,最终由通信作者审核定稿。

胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症的定义及分类

一、胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症定义

胰岛素泵分导管式与无导管式。导管式经皮下输液管输注胰岛素,胶布固定注射针;无导管式即“贴片泵”,泵体贴敷佩戴,借无线蓝牙与便携式控制器相连以控胰岛素输注^[7]。胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症,即在使用胰岛素泵输注胰岛素时,因胰岛素、设备、输注方式或患儿皮肤特性等因素,致使注射局部及周边皮肤出现异常反应或损害,主要有脂肪增生、脂肪萎缩、瘢痕、色素沉着、皮肤感染及接触性皮炎等^[8]。

二、胰岛素泵相关皮肤并发症分类及流行病学

1. 脂肪增生:脂肪增生是胰岛素泵注射部位周围的脂肪组织出现增厚、肿胀的病变,临床表现为大小不一的皮下结节或肿块,触之质韧,橡皮样、缺乏弹性,可伴或不伴色素沉着,是皮下胰岛素治疗最常见的局部反应。在脂肪增生区域,脂肪细胞呈现出显著的肥大现象,其体积增大至正常皮下区域脂肪细胞的2倍,且细胞内包含多个较小的脂滴^[9]。在脂肪增生区域使用胰岛素会导致吸收不一致,有可能导致血糖控制不佳^[9]。根据对接受胰岛素泵治疗儿科患者的流行病学研究显示,国外脂肪增生的患病率为20%^[10]。我国一项针对患儿胰岛素泵使用情况的横断面调查显示,10.6%的研究对象出现了脂肪增生^[6]。

2. 脂肪萎缩:脂肪萎缩是指胰岛素注射部位皮下脂肪组织萎缩,临床表现为胰岛素注射部位皮下



脂肪组织明显凹陷和可触及的萎缩^[11]。其病理生理机制并不明确,研究显示可能涉及机体对胰岛素或注射溶液中的辅料产生免疫炎症反应^[12]。Kordonouri 等^[13]对 678 例 T1DM 儿童和青少年的调查显示,其脂肪萎缩的患病率为 2.4%,我国 461 例使用胰岛素泵的 T1DM 儿童中脂肪萎缩的发生率为 6.1%^[6]。

3. 接触性皮炎:接触性皮炎是一种常见的炎症性皮肤病,其特征是红斑、丘疹、水疱,甚至大疱,伴剧烈瘙痒^[14]。接触性皮炎分为刺激性接触性皮炎和过敏性接触性皮炎;刺激性接触性皮炎是皮肤或黏膜接触到具有刺激性的物质后,直接对皮肤产生的非免疫性炎症反应;过敏性接触性皮炎是皮肤接触到过敏原后,经过一定的潜伏期,由 T 淋巴细胞介导的迟发性超敏反应。两者临床表现多数情况下难以区分,急性期表现为发红、干燥、脱屑、红斑、水疱、溃疡、疼痛、烧灼感、瘙痒;长期反复接触可导致局部皮肤慢性化,表现为皮肤轻度增生及苔藓样变^[14]。刺激性接触性皮炎更为常见,约占所有接触性皮炎的 80%,而过敏性接触性皮炎的患病率约为 20%^[14]。我国的调查数据显示,461 例使用胰岛素泵的儿童中,出现过敏或者皮炎的患儿约占 22.3%^[6]。

4. 注射局部皮肤感染:胰岛素泵治疗相关皮肤感染是指在使用胰岛素泵进行胰岛素输注治疗的过程中,由于各种原因导致与胰岛素泵输注装置接触的皮肤部位发生的感染。皮肤感染临床表现各不相同,但最常见的表现为局部皮肤红斑、水肿、发热、硬化、疼痛、化脓和破溃,主要病因可能与定植在皮肤表皮的微生物有关,以表皮葡萄球菌和金黄色葡萄球菌为主^[12]。Rigo 等^[15]对美国 121 例使用动态血糖监测和持续皮下胰岛素输注的 T1DM 儿童调查发现有 11.0% 的患儿出现皮肤感染;我国的调查显示有 10.8% 的患儿出现皮肤感染^[6]。

5. 瘢痕:瘢痕是皮肤损伤愈合后因损伤情况、炎症反应、遗传等因素导致细胞增殖异常与细胞外基质过度沉积,进而引起创面收缩和组织重塑失衡所形成的病理性组织改变^[16]。根据形态可分为增生性瘢痕、瘢痕疙瘩和萎缩性瘢痕,其早期(未成熟期)表现为发红、弹性差并伴瘙痒或疼痛,而成熟期则厚度稳定、颜色接近周围皮肤且质地变软^[17-20]。根据国内外调查显示,胰岛素泵治疗移除后针眼局部瘢痕的发生率约为 17.6%~20.2%^[6, 8]。

6. 色素沉着:色素沉着表现为局部注射部位的黑褐色斑片^[21]。发病机制可能在于炎症反应时产生的细胞因子和炎症介质导致皮肤中的巯基减少,从而解除或部分解除对酪氨酸酶的抑制作用,使其活性增加而引起局部色素加深^[22]。胰岛素泵长期固定在一个部位后色素沉着的发生率约为 38.1%~39.1%^[10]。胰岛素泵相关皮肤并发症临床表现及图例如表 3。

推荐意见 1 选择合适的胰岛素剂型和胰岛素泵输注方案,控制血糖(HbA_{1c}达标)、合理饮食运动,提高自身机体免疫力,以提高抗感染能力(D 级推荐,5 级证据)

胰岛素泵治疗相关性皮肤并发症高危因素及预防措施

一、脂肪增生高危因素及预防措施

(一)脂肪增生高危因素

1. 操作不当:主要包括注射技术不合格、注射部位轮换不足、小范围内重复注射、未按照规定时间更换导管或注射针头长度过长^[23]。

2. 胰岛素的合成代谢作用:胰岛素通过激活磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白激酶 B 通路,促进脂肪细胞分化与蛋白质合成,同时抑制脂肪分解。长期局部高浓度胰岛素刺激下,该合成代谢效应持续累积,会

表 3 胰岛素泵相关皮肤并发症临床表现及图例

名称	脂肪增生	脂肪萎缩	接触性皮炎	皮肤感染	瘢痕	色素沉着
临床表现	皮下结节或肿块,质韧似橡皮、无弹性,可伴或不伴色素沉着	明显凹陷和可触及的萎缩	边界清楚的红斑、脱屑,局部有水疱	红斑、水肿、化脓、破溃、皮温升高、疼痛明显	白色的平坦斑片、局部凹陷或异常增厚性斑片,可呈肤色或红色	黑褐色斑片
图例						



导致脂肪组织异常增生^[23]。

脂肪增生最常见的发生部位是腹壁,由于脂肪增厚区相对无痛,最初的皮肤变化可能比较轻微,只表现为皮肤增厚,这很容易在视诊和触诊皮肤注射区检查时被忽略^[23]。

(二)脂肪增生预防措施

1. 正确选择针头长度和注射角度:根据儿童皮下脂肪厚度,选择合适的注射针头和注射角度。在保证输注效果的前提下,选用更短的针头,以减少组织损伤和避免无意的肌内注射,特别是在较为瘦弱的儿童中^[24],垂直管路儿童常用 6 mm 长度短针,斜插管路儿童选用 13 mm 长度短针。年幼的患儿或者较瘦的患儿,安装时需进行捏皮以免刺入肌肉组织^[25]。

2. 规范针头使用:避免直插钢针重复使用;按照胰岛素泵管路安装使用要求按时更换管路,建议在 48~72 h 内及时更换针头,以保证注射安全。

3. 注射部位规范轮换:注射部位有规律地轮换注射,避免在同一部位重复注射。两次注射点间距 1 cm 以上。轮换方法主要分为不同注射部位间轮换和同一注射部位区域内轮换。腹部以肚脐为中心划分为左上腹、右上腹、左下腹、右下腹 4 个象限(需避开脐周范围内),上臂、大腿、臀部各分为 2 个象限(上臂外侧上 1/4 区域分上下 2 个象限,大腿前外侧上 1/3 区域分上下 2 个象限,臀部外上 1/4 区域分左右 2 个象限),1 个象限使用 1 周,然后在下周以顺时针或逆时针方式移动到另一个象限;或者是 1 次 1 个象限,每次都轮换。每次注射后,不同注射部位之间的轮换,可从腹部、上臂、大腿、臀部依次轮换^[26]。

4. 强化自我检查:T1DM 教育中增加患儿及照顾者在日常生活中通过视诊和触诊检查自己注射部位是否存在脂肪增生^[26]。

5. 门诊随访的筛查:随访过程中,糖尿病门诊应该用视诊或者 B 超筛查,提早发现隐藏的皮下脂肪增生,及时干预。

(三)脂肪增生治疗

研究发现新鲜土豆片外敷能有效地治疗糖尿病患者注射胰岛素导致的皮下脂肪增生,同时提高有效率^[27],但其治疗机制暂不明确,有待进一步验证。对于已确诊且存在时间较久的严重且通过外用药物无法修复的脂肪增生患者,也有文献报道可采取抽脂、美容手术、局部应用皮质类固醇和按摩^[28]。但国内儿童患者较少采取这类方法,依然以

规范注射预防,以及早发现早干预为主要治疗手段。

推荐意见 2 早期预防(规范操作/轮换部位/合适耗材)优先,结合定期检查与多学科管理降低胰岛素泵皮肤并发症风险(A 级推荐,1a 级证据)

推荐意见 3 植入部位选择:应根据患儿皮下脂肪层厚度、活动能力选择植入部位。儿童常用穿刺部位为臀部和腹部,1 岁以内推荐大腿前外侧上 1/3 为穿刺部位;禁止在皮肤感染、瘢痕、脂肪增生部位安装胰岛素泵(D 级推荐,5 级证据)

推荐意见 4 根据患儿皮下脂肪厚度选合适针头(垂直 6 mm/斜插 13 mm),瘦弱患儿捏皮注射以防肌肉损伤(D 级推荐,5 级证据)

推荐意见 5 婴幼儿及学龄前儿童,若植入部位皮下脂肪较薄,使用斜插软针时可捏皮,植入角度为 20°~45°;能独立完成植入过程的儿童建议用钢针 90° 植入(D 级推荐,5 级证据)

推荐意见 6 T1DM 患儿建议每年至少 1 次,高危患儿(脂肪增生高发)每半年进行 1 次注射部位 B 超评估以筛查患儿是否发生皮下脂肪增生(D 级推荐,5 级证据)

二、脂肪萎缩高危因素及预防措施

(一)脂肪萎缩高危因素

1. 注射角度不当:胰岛素泵针头注射角度错误造成的机械损伤。

2. 注射部位及针头使用:重复使用同一注射部位和不更换针头^[13]。

3. 消毒操作不规范:皮肤酒精消毒后未充分待干,致使针头附着酒精进入皮下。

4. 胰岛素对局部免疫的影响:注射胰岛素诱导巨噬细胞局部过量产生肿瘤坏死因子,增加周围皮肤出现感染进而产生损伤。

(二)脂肪萎缩预防措施

随着科学技术发展,纯化胰岛素的使用^[15]有效降低了脂肪萎缩的发生,临床中结合年龄合理选择胰岛素的种类;同时患儿在使用胰岛素泵期间,需密切关注血糖控制情况,平稳的血糖水平利于维持机体正常免疫功能、降低感染和皮肤损伤概率。其他预防措施同脂肪增生。

(三)脂肪萎缩治疗

据报道,在个别患者中,有使用类固醇类药物抑制炎症反应,例如口服小剂量甲泼尼龙或注射地塞米松和羟色氨酸钠的成功案例^[29]。但在使用时必须仔细调整胰岛素剂量,以避免皮质类固醇诱导



的高血糖^[30]。另外激光治疗也作为一种有效方法被个案报道^[30]。

推荐意见 7 皮肤消毒后充分待干,避免针头带酒精刺激皮下组织引发免疫反应导致脂肪萎缩(A级推荐,1c级证据)

推荐意见 8 避免同一部位长期佩戴泵,定期轮换注射点降低皮肤损伤风险;注射部位按“大轮换”(腹部/上臂/大腿/臀部)和“区域象限轮换”,距离上一次管路植入距离 2~3 cm 以上;对于使用实时动态血糖监测的患者管路植入部位应该距离探头植入部位 7.5 cm 以上(A级推荐,1a级证据)

三、接触性皮炎高危因素及预防措施

(一)接触性皮炎高危因素

1. 个人皮肤特性影响:过敏性皮肤疾病患儿对外部刺激因素的炎症阈值较低,更容易发生接触性皮炎。

2. 长期固定部位佩戴 CSII 导致皮肤完整性受损。

3. 敷贴使用不当:同一部位重复使用敷贴造成皮肤的浸渍会导致皮肤屏障的破坏以及敷贴移除的力度与角度不正确,增加组织损伤的风险^[31]。

4. 胰岛素泵耗材含有过敏成分:主要是敷贴(黏合剂中包含的某些成分,如丙烯酸异冰片酯 IBOA, N-二甲基丙烯酰胺 DMAA)和管路(丙烯酸酯、环氧树脂胶成分和镍针等物质),两者均可导致变应性接触性皮炎^[32]。

(二)接触性皮炎预防措施

1. 个性化评估:用泵前评估患儿过敏史、皮肤出疹史及相关皮肤病史,以及皮肤状态和种类^[7]。

2. 个性化耗材选择:根据患儿皮肤评估结果个性化选择,考虑不同敷贴的抑菌性、防水性、透气性以及材质是否过敏等因素。

3. 斑贴试验:若患儿对胶水、黏合剂、密封剂等接触性过敏史,可在使用之前进行斑贴试验,以便选择合适的敷贴进行固定以降低过敏风险。

4. 皮肤保护剂:尝试不同的屏障方法可获得轻微改善,这些方法包括屏障喷雾剂、水胶体敷料等^[31]。

5. 敷贴正确使用:粘贴方向正确,粘贴平滑柔顺,避免缝隙皱褶并注意减小使用面积^[33]。

减少额外敷贴的使用,如需使用,尽量使用透明敷贴并减少敷贴与皮肤的接触面积。张贴时先抚平胰岛素泵自带的敷贴,额外加固的敷贴禁止使用张力性敷贴固定法,避免压力过大,引起注射局

部皮肤问题的产生,同时需要警惕额外敷贴带来的胶布过敏^[34]。

6. 准确的移除技术:松开敷贴边缘应避免动作粗暴,采取 0°或 180°顺着毛发生长方向去除。

7. 增强敷贴附着力以及预防过敏:通过去角质、修剪毛发,在使用黏合剂之前去除油脂,涂抹止汗剂等措施减少刺激,最大限度增强附着力^[34]。对于皮肤易过敏人群可预防性使用类固醇喷雾剂,降低皮肤对潜在过敏原的敏感性,预防过敏反应发生^[31]。

推荐意见 9 安装胰岛素泵前评估患儿过敏史、皮肤出疹史及相关皮肤病史,以及皮肤状态和种类(A级推荐,1a级证据)

推荐意见 10 根据患儿的具体情况(如皮肤类型、活动水平、位置等),选择合适的黏胶剂类型。在粘贴前,可以使用皮肤保护膜或隔离剂,以保护皮肤免受黏合剂的直接接触和刺激。保持皮肤清洁和干燥,避免使用刺激性护肤品或药物(C级推荐,4级证据)

推荐意见 11 粘贴时抚平皱褶、减少接触面积,移除时采取 0°或 180°顺着毛发生长方向去除,必要时使用医用除胶剂(D级证据,5级证据)

推荐意见 12 皮肤过敏:激素型软膏可用于过敏性皮炎局部瘙痒的短期使用(A级推荐,1a级证据)

四、感染高危因素及预防措施

(一)注射局部皮肤感染高危因素

1. 操作不当:发生局部皮肤感染的主要人群集中在未规范消毒、在同一位置反复穿刺及管道超时使用的患儿。

2. 血糖控制不佳:研究表明在患儿 HbA_{1c} 控制不佳时,更可能发生皮肤感染。

3. 身体特质及疾病因素人群:对于机体免疫低下、多毛症、出汗多以及特应性皮炎的反复搔抓、反复摩擦等^[35]的患儿,在使用胰岛素泵时,感染风险大幅上升。

(二)注射局部皮肤感染预防措施

1. 提升患儿机体免疫力:患儿应通过合理饮食、运动,以及尽可能地将血糖控制在正常范围,提高自身机体免疫力和抗感染能力。

2. 规范操作:注射时需选择局部皮肤屏障良好的部位,注射前需严格消毒,消毒面积大于敷贴面积,建议消毒 2 遍;酒精消毒后充分待干。管路建议按照使用说明及时更换。



3. 减少刺激:做好注射部位皮肤护理,减少出汗、避免搔抓及摩擦等局部刺激,保持皮肤相对完整性。

4. 日常监测:每日至少 2 次分时段地观察注射部位有无出血、红肿、硬结,倾听患儿是否有疼痛和不适感。如有异常,及时更换注射部位,原有的注射皮肤,需要再次进行消毒处理,持续观察和评估直至无异常状况^[36]。

(三)注射局部皮肤感染治疗

可在发生感染的部位留取局部分泌物标本行培养及药敏检查,并在等待检查结果前经验性给予碘伏消毒后,外涂抗生素软膏,如夫西地酸乳膏或莫匹罗星软膏。严重者可根根据药敏结果加用敏感抗生素治疗或联合局部清创引流治疗^[37]。

推荐意见 13 安装前的皮肤准备:检查皮肤完整性,清洁局部皮肤,根据皮肤特点选用皮肤保护剂、黏合剂或者止汗剂(A级推荐,1b级证据)

推荐意见 14 使用 75% 酒精棉片,从穿刺中心点向外螺旋式消毒(2 遍),消毒面积>敷贴面积,充分待干(D级推荐,5级证据)

推荐意见 15 根据胰岛素泵管路的使用说明书按时更换管路,一般不超过 48~72 h,禁止重复使用直插钢针以减少组织刺激,降低感染的风险(D级推荐,5级证据)

推荐意见 16 每日至少 2 次观察注射部位,出现红肿、疼痛、化脓及时换部位并根据情况进行对症处理(D级推荐,5级证据)

推荐意见 17 移除后的皮肤管理:胰岛素泵移除后查看穿刺点有无红肿、渗血、渗液、硬结或胰岛素结晶沉积,用碘伏由内向外环形消毒穿刺部位及周围皮肤(D级推荐,5级证据)

推荐意见 18 皮肤感染处理:碘伏消毒后,外涂抗生素乳膏,如夫西地酸乳膏或莫匹罗星软膏。严重者可根根据药敏结果加用敏感抗生素治疗或联合局部清创引流治疗(A级推荐,1a级证据)

五、瘢痕和色素沉着高危因素及预防治疗

(一)瘢痕和色素沉着高危因素

胰岛素泵治疗相关性瘢痕形成与针头刺激致组织修复异常、持续炎症激活成纤维细胞过度合成胶原蛋白,以及胰岛素促纤维化作用相关;色素沉着源于炎症后黑色素细胞活性增强、胰岛素刺激酪氨酸酶及高血糖诱导的代谢异常,与同一部位长期佩戴器械导致皮肤长期受压有关,也可能与自身皮肤因素相关^[22]。

(二)瘢痕和色素沉着预防措施

避免长时间反复在同一个部位佩戴胰岛素泵。

(三)瘢痕和色素治疗

1. 生理性瘢痕一般无须过多干预。局部凹陷性瘢痕可用洋葱提取物治疗,局部增生性瘢痕可外用硅酮制剂、糖皮质激素或局部注射糖皮质激素治疗,必要时可行激光或手术治疗^[16]。

2. 色素沉着的深浅程度及持续时间与肤色及日晒有关,深肤色的人群和易晒黑的人群需注意防晒^[38],局部可使用防晒霜或不透明敷料遮盖^[39]。可局部外用脱色剂如氢醌、壬二酸、熊果苷等,还可口服或外用氨甲环酸^[40]。

3. 瘢痕和色素沉着均可联合光电治疗,如脉冲染料激光、点阵激光、调 Q 激光、强脉冲光等进行治疗和管理^[41],临床中瘢痕和色素沉着仅存在皮肤美观度的视觉影响,其他危害尚未明确,因此国内治疗经验均来自皮肤科治疗相关经验,糖尿病患者的疗效尚未确切。

推荐意见 19 色素沉着:深肤色或易晒黑人群注意防晒,可局部使用防晒霜或不透明敷料遮盖,避免色素沉着(B级推荐,3b级证据)

健康教育管理

一、多学科团队组建

胰岛素泵的应用和教育,需要多学科团队为患儿及家属进行胰岛素泵使用培训^[42]。内分泌科医师负责胰岛素剂量的调整;糖尿病教育护士或胰岛素泵师负责胰岛素泵操作细节的培训;皮肤科医师负责皮肤并发症处理和皮肤保护策略制订;厂家技术指导员负责胰岛素泵技术故障处理、售后等相关的指导。

推荐意见 20 组建多学科团队(内分泌科医师/内分泌科护士/糖尿病教育护士/皮肤科医师/胰岛素泵师/厂家教育指导员),提供胰岛素泵操作、皮肤保护等培训(D级推荐,5级证据)

二、医护人员培训

医护人员全面了解相关皮肤并发症的临床表现、机制、预防、处理和高危因素,以及皮肤保护产品的特点和性能。同时操作实践需要重视细节,建议以工作坊的形式进行实践培训并考核,确保医护人员更全面地掌握皮肤保护理论知识和实践技能。在日常随访管理中,医护人员需要明确注射皮肤评估的重要意义。通过培训视诊、触诊或借助超声等方法和技术,及时准确发现注射部位皮肤异常情况,做到早预防早保护^[42]。



推荐意见 21 医护人员及行业从业者应系统学习皮肤并发症发生机制、预防及处理,掌握视诊/触诊/超声评估技术并进行考核(D级推荐,5级证据)

三、患儿及其照顾者教育

接受胰岛素泵治疗的患儿及家庭照顾者,必须经过完整详细的皮肤保护课程指导^[43]。引导家长积极向医护人员汇报相关的皮肤并发症,在医护人员的指导下进行规范的处理和治疗。

推荐意见 22 患儿及照顾者接受完整胰岛素泵皮肤保护课程,学会规范操作、日常观察及异常情况汇报(D级推荐,5级证据)

皮肤保护产品

为了减少胰岛素泵治疗相关的各种皮肤并发症,护理人员在实践中积极探索皮肤保护产品对相关皮肤并发症的预防和治疗效果,根据其产品说明和护理实践经验,对皮肤保护和治疗产品进行了相关的汇总整理。在使用皮肤保护剂前,建议咨询皮肤科医师,并务必遵循产品说明书上的使用方法和注意事项,避免过量使用或不当使用导致的不良后果。

1. 液体敷料:在胰岛素泵注射前使用,其透气、防水,能持续保护皮肤,隔离细菌和污染物,减少感染风险,有舒缓作用,可缓解皮肤不适^[31],适用于儿童患者注射部位保护,不影响胰岛素泵和血糖监测设备。

2. 水胶体敷料:在胰岛素泵移除后用,其暂时性创面保护覆盖材料可促进伤口修复愈合、防止感染、减少瘢痕^[43]。

3. 多磺酸黏多糖乳膏:其可抗血栓形成,促进局部血液循环,防止浅表血栓,阻止局部炎症发展,加速血肿吸收,改善局部皮肤营养供应,在针头移除且针眼结痂后使用可预防皮下脂肪增生、减轻炎症和促进瘀血吸收^[44]。

4. 芦荟胶:其主要成分是芦荟多糖和多种维生素,有保湿、抗炎和修复功能,在胰岛素泵移除针眼结痂后外涂,可用于缓解局部炎症、改善皮肤干燥瘙痒和促进小伤口愈合^[45]。

5. 硫酸镁溶液湿敷:临床常用 50% 硫酸镁溶液湿敷,其可舒张血管平滑肌,使血管扩张,改善局部血液循环,减轻充血,加快炎症渗出物吸收,减轻水肿,用于胰岛素泵使用后出现肿胀、瘀血时^[46]。

6. 表皮生长因子凝胶:由表皮生长因子、透明质酸和辅料组成,可促进皮肤细胞增殖和修复,增加皮肤保水能力,但婴幼儿患者谨慎使用,皮肤消毒后需用生理盐水冲洗待干后涂擦^[47]。

7. 抗生素软膏:如红霉素软膏、莫匹罗星软膏等,在局部针眼红肿、化脓时使用,针头移除后,消毒针眼局部皮肤,并挤出脓液后,再次消毒,待干后在感染部位涂抗生素软膏。无感染不推荐^[48]。

8. 激素类软膏:用于接触性皮炎局部瘙痒短期使用,但长期或不当使用有诸多风险,需在医师指导下谨慎使用^[48]。

推荐意见 23 多磺酸黏多糖乳膏、硫酸镁湿敷以及新鲜土豆片可用于预防和治疗皮下脂肪增生、减轻炎症和促进瘀血吸收(A级推荐,1b级证据)

T1DM 是一种依赖家庭治疗和健康管理的慢性疾病,胰岛素泵注射相关的操作和维护均为患儿自身或者家庭照顾者完成,如果患儿或者照顾者不向医护人员报告相关的皮肤问题,常容易被忽视。较多儿童医院未开设糖尿病专病门诊,导致糖尿病儿童在随访过程中,注射皮肤评估常被忽视。然而注射部位皮肤的保护在 T1DM 治疗中尤为重要。

综上所述,本共识通过国内 T1DM 管理领域和皮肤治疗领域的权威专家,对胰岛素泵治疗所致的皮肤并发症预防和管理给出了全面且实用的推荐,可为从事儿童糖尿病教育管理的医护人员提供理论依据并指导胰岛素泵治疗精细化护理实践。本共识在现有技术、证据的基础上对 T1DM 儿童护理管理中重要且急迫问题进行填补和规范,但由于现有的实践经验依然有限,本共识中依然存在一些不足,随着技术的进步,共识小组会及时更新共识内容,以便于指导临床护理实践。

执笔者

张嘉昊 浙江大学医学院附属儿童医院

任韵清 浙江大学医学院附属儿童医院

吴蔚 浙江大学医学院附属儿童医院

王锐 国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院

共识制订专家委员会成员(按姓氏拼音排序)

白冠男 浙江大学医学院附属儿童医院

曹冰燕 首都医科大学附属首都儿童医学中心

董关萍 浙江大学医学院附属儿童医院

傅君芬 浙江大学医学院附属儿童医院

古建平 河南省儿童医院 郑州儿童医院

顾楠 北京大学第一医院

郭璐璐 深圳市儿童医院
黄 轲 浙江大学医学院附属儿童医院
姜 天 安徽医科大学第一附属医院
金 婷 浙江大学医学院附属儿童医院
李燕虹 中山大学附属第一医院
刘春妍 深圳市儿童医院
孙 妍 山东第一医科大学附属省立医院
汪治华 西安交通大学附属儿童医院
王双宇 复旦大学附属儿科医院
王玉冰 南京医科大学附属儿童医院
吴 薇 华中科技大学同济医学院附属同济医院
吴利平 重庆医科大学附属儿童医院
邢秋玲 天津医科大学朱宪彝纪念医院
徐晶晶 南京医科大学第一附属医院
袁 婷 浙江大学医学院附属儿童医院
袁红娣 浙江大学医学院附属邵逸夫医院
张 克 国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院
郑 燕 浙江大学医学院附属儿童医院
利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF diabetes atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183: 109119. DOI: 10.1016/j.diabres.2021.109119.
- [2] Li GH, Huang K, Dong GP, et al. Clinical incidence and characteristics of newly diagnosed type 1 diabetes in chinese children and adolescents: a nationwide registry study of 34 medical centers[J]. *Front Pediatr*, 2022, 10: 888370. DOI: 10.3389/fped.2022.888370.
- [3] 中华医学会糖尿病学分会, 中国医师协会内分泌代谢科医师分会, 中华医学会内分泌学分会, 等. 中国 1 型糖尿病诊治指南(2021 版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(11):1143-1250. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20220916-00474.
- [4] Nwokolo M, Hovorka R. The artificial pancreas and type 1 diabetes[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2023, 108(7): 1614-1623. DOI: 10.1210/clinem/dgad068.
- [5] Sherr JL, Hermann JM, Campbell F, et al. Use of insulin pump therapy in children and adolescents with type 1 diabetes and its impact on metabolic control: comparison of results from three large, transatlantic paediatric registries[J]. *Diabetologia*, 2016, 59(1): 87-91. DOI: 10.1007/s00125-015-3790-6.
- [6] Chen X, Wu X, Yuan T, et al. Prevalence of skin problems caused by insulin pump therapy and associated factors in children with type 1 diabetes mellitus: a large cross-sectional survey in China[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2024, 212:111714. DOI: 10.1016/j.diabres.2024.111714.
- [7] 中华医学会内分泌学分会, 中华医学会糖尿病学分会, 中国医师协会内分泌代谢科医师分会. 中国胰岛素泵治疗指南(2021 年版)[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2021, 37(8):679-701. DOI: 10.3760/cma.j.cn311282-20210428-00265.
- [8] Al Hayek AA, Robert AA, Al Dawish MA. Skin-related complications among adolescents with type 1 diabetes using insulin pump therapy[J]. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes*, 2018, 11:1179551418798794. DOI: 10.1177/1179551418798794.
- [9] Pozzuoli GM, Laudato M, Barone M, et al. Errors in insulin treatment management and risk of lipohypertrophy[J]. *Acta Diabetol*, 2018, 55(1): 67-73. DOI: 10.1007/s00592-017-1066-y.
- [10] Binder E, Lange O, Edlinger M, et al. Frequency of dermatological side effects of continuous subcutaneous insulin infusion in children and adolescents with type 1 diabetes[J]. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 2015, 123(4): 260-264. DOI:10.1055/s-0034-1394381.
- [11] Burgmann J, Biester T, Grothaus J, et al. Pediatric diabetes and skin disease (PeDiSkin): a cross-sectional study in 369 children, adolescents and young adults with type 1 diabetes[J]. *Pediatr Diabetes*, 2020, 21(8): 1556-1565. DOI: 10.1111/pedi.13130.
- [12] Edidin DV. Cutaneous manifestations of diabetes mellitus in children[J]. *Pediatr Dermatol*, 1985, 2(3):161-179. DOI: 10.1111/j.1525-1470.1985.tb01047.x.
- [13] Kordonouri O, Biester T, Schnell K, et al. Lipoatrophy in children with type 1 diabetes: an increasing incidence?[J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2015, 9(2): 206-208. DOI: 10.1177/1932296814558348.
- [14] Adler BL, DeLeo VA. Allergic contact dermatitis[J]. *JAMA Dermatol*, 2021, 157(3): 364. DOI: 10.1001/jamadermatol.2020.5639.
- [15] Rigo RS, Levin LE, Belsito DV, et al. Cutaneous reactions to continuous glucose monitoring and continuous subcutaneous insulin infusion devices in type 1 diabetes mellitus[J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2021, 15(4):786-791. DOI: 10.1177/1932296820918894.
- [16] Jeschke MG, Wood FM, Middelkoop E, et al. Scars[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2023, 9(1): 64. DOI: 10.1038/s41572-023-00474-x.
- [17] Hosseini M, Brown J, Khosrotehrani K, et al. Skin biomechanics: a potential therapeutic intervention target to reduce scarring[J]. *Burns Trauma*, 2022, 10: tkac036. DOI: 10.1093/burnst/tkac036.
- [18] Liu S, Yang H, Song J, et al. Keloid: genetic susceptibility and contributions of genetics and epigenetics to its pathogenesis[J]. *Exp Dermatol*, 2022, 31(11):1665-1675. DOI: 10.1111/exd.14671.
- [19] Huang C, Ogawa R. Systemic factors that shape cutaneous pathological scarring[J]. *FASEB J*, 2020, 34(10): 13171-13184. DOI: 10.1096/fj.202001157R.
- [20] Brown JJ, Bayat A. Genetic susceptibility to raised dermal scarring[J]. *Br J Dermatol*, 2009, 161(1): 8-18. DOI: 10.1111/j.1365-2133.2009.09258.x.
- [21] Lacz NL, Vafaie J, Kihiczak NI, et al. Postinflammatory hyperpigmentation: a common but troubling condition[J]. *Int J Dermatol*, 2004, 43(5): 362-365. DOI: 10.1111/j.1365-4632.2004.02267.x.
- [22] Pillaiyar T, Manickam M, Jung SH. Recent development of signaling pathways inhibitors of melanogenesis[J]. *Cell Signal*, 2017, 40:99-115. DOI: 10.1016/j.cellsig.2017.09.004.
- [23] Barola A, Tiwari P, Bhansali A, et al. Insulin-related lipohypertrophy: lipogenic action or tissue trauma? [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2018, 9:638. DOI: 10.3389/fendo.2018.00638.
- [24] Frid AH, Kreugel G, Grassi G, et al. New Insulin delivery recommendations[J]. *Mayo Clin Proc*, 2016, 91(9): 1021-1028. DOI: 10.1016/j.mcp.2016.08.004.



- 1231-1255. DOI: 10.1016/j.mayocp.2016.06.010.
- [25] Lo Presti D, Ingegrosi C, Strauss K. Skin and subcutaneous thickness at injecting sites in children with diabetes: ultrasound findings and recommendations for giving injection[J]. *Pediatr Diabetes*, 2012, 13(7): 525-533. DOI: 10.1111/j.1399-5448.2012.00865.x.
- [26] 中华医学会糖尿病学分会. 胰岛素注射相关皮下脂肪增生防治中国专家共识[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(12):1115-1122. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20211102-00601.
- [27] 宋茜, 张晓义. 土豆片外敷对胰岛素注射导致皮下脂肪增生的疗效[J]. *中国医药导报*, 2019, 16(3):171-174.
- [28] Huang J, Yeung AM, Kerr D, et al. Lipohypertrophy and insulin: an old dog that needs new tricks[J]. *Endocr Pract*, 2023, 29(8):670-677. DOI: 10.1016/j.eprac.2023.04.006.
- [29] Swelheim HT, Westerlaken C, van Pinxteren-Nagler E, et al. Lipoatrophy in a girl with type 1 diabetes: beneficial effects of treatment with a glucocorticoid added to an insulin analog[J]. *Diabetes Care*, 2012, 35(3): e22. DOI: 10.2337/dc11-2135.
- [30] Richardson T, Kerr D. Skin-related complications of insulin therapy: epidemiology and emerging management strategies[J]. *Am J Clin Dermatol*, 2003, 4(10): 661-667. DOI: 10.2165/00128071-200304100-00001.
- [31] Passanisi S, Salzano G, Lombardo F. Skin involvement in paediatric patients with type 1 diabetes[J]. *Curr Diabetes Rev*, 2022, 18(4): e030921196145. DOI: 10.2174/1573399817666210903153837.
- [32] Al-Hayek AA, Robert AA, Abbas HM, et al. Assessment of health-related quality of life among adolescents with type 1 diabetes mellitus in Saudi Arabia[J]. *Saudi Med J*, 2014, 35(7):712-717.
- [33] Hitchcock J, Haigh DA, Martin N, et al. Preventing medical adhesive-related skin injury (MARSI) [J]. *Br J Nurs*, 2021, 30(15):S48-S56. DOI: 10.12968/bjon.2021.30.15.S48.
- [34] 赵芳, 张明霞, 邢秋玲, 等. 中国胰岛素泵院内护理质量控制专家共识[J]. *中华糖尿病杂志*, 2023, 15(9):804-813. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20230419-00156.
- [35] Mecklenburg RS, Benson EA, Benson JW Jr, et al. Acute complications associated with insulin infusion pump therapy. Report of experience with 161 patients[J]. *JAMA*, 1984, 252(23):3265-3269.
- [36] Weinstock RS. Continuous subcutaneous insulin infusion (insulin pump) [EB/OL]. UpToDate, [2025-3-27]. https://www.uptodate.com/contents/continuous-subcutaneous-insulin-infusion-insulin-pump?search=insulin%20pump&source=search_result&selectedTitle=1~66&usage_type=default&display_rank=1.
- [37] Hundia V, Pettit A, Egerton J. Infusion site infection in a patient using U-500 insulin delivered via insulin pump[J]. *Practical Diabetes International*, 2007, 24(64): 1-4. DOI: 10.1002/pdi.1184.
- [38] Amici JM, Cogrel O, Jourdan M, et al. Expert recommendations on supportive skin care for non-surgical and surgical procedures[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2023, 37 Suppl 3 : 16-33. DOI: 10.1111/jdv.18855.
- [39] Serre C, Busuttill V, Botto JM. Intrinsic and extrinsic regulation of human skin melanogenesis and pigmentation[J]. *Int J Cosmet Sci*, 2018, 40(4): 328-347. DOI: 10.1111/ics.12466.
- [40] Chaowattanapanit S, Silpa-Archa N, Kohli I, et al. Postinflammatory hyperpigmentation: a comprehensive overview: treatment options and prevention[J]. *J Am Acad Dermatol*, 2017, 77(4): 607-621. DOI: 10.1016/j.jaad.2017.01.036.
- [41] Seago M, Shumaker PR, Spring LK, et al. Laser treatment of traumatic scars and contractures: 2020 international consensus recommendations[J]. *Lasers Surg Med*, 2020, 52(2):96-116. DOI: 10.1002/lsm.23201.
- [42] Levitsky LL, Misra M. Overview of the management of type 1 diabetes mellitus in children and adolescents [EB/OL]. [2025-03-27]. <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-the-management-of-type-1-diabetes-mellitus-in-children-and-adolescents/print>.
- [43] 石妍, 张慧瑛(综述), 管启云(审校). 水胶体敷料在临床伤口护理中的应用进展[J]. *护理学报*, 2016, 23(22):36-39. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2016.22.036.
- [44] 张庆, 周怡新, 陈丽娜, 等. 多磺酸黏多糖乳膏预防术后瘢痕的疗效[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2018, 43(3): 293-300. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2018.03.010.
- [45] 李晓敏, 张红霞, 范莹, 等. 芦荟胶抗炎功效研究[J]. *日用化学工业*, 2022, 52(12): 1320-1325. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1803.2022.12.009.
- [46] 静脉治疗护理技术操作规范[J]. *中国护理管理*, 2014, 14(1): 1-4.
- [47] Sun J, Jia W, Qi H, et al. An antioxidative and active shrinkage hydrogel integratedly promotes re-epithelization and skin constriction for enhancing wound closure[J]. *Adv Mater*, 2024, 36(21):e2312440. DOI: 10.1002/adma.202312440.
- [48] 中国医师协会皮肤科医师分会, 中华医学会皮肤性病学分会, 中国医疗保健国际交流促进会皮肤医学分会, 等. 特应性皮炎治疗药物应用管理专家共识(2024版)[J]. *中华皮肤科杂志*, 2024, 57(2): 97-108. DOI: 10.35541/cjd.20230358.

