

负压封闭引流(VSD)在治疗犬咬伤中应用的中国急诊专家共识

中国医师协会急诊医师分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 北京急诊医学学会

执笔作者: 黄立嵩, 王连馥, 李虎, 潘锋

通信作者: 王旭东(航天中心医院), E-mail: wjrd6@sina.com; 左永波(北京大学第三医院海淀区区), E-mail: 13611340917@163.com; 闫柏刚(重庆医科大学附属第三医院), E-mail: 798239967@qq.com; 赵晓东(中国人民解放军总医院第四医学中心), E-mail: zxd63715@126.com

doi:10.3969/j.issn.1002-1949.2024.07.001

我国是世界上人口最多的国家,同时也是拥有犬只数量最多的国家之一,统计截止至2012年,我国犬的数量为1.3亿只,年犬咬伤人数超过1200万^[1]。随着拥有犬只数量的增加,年犬咬伤人数也在逐年增加,据不完全统计,到2022年,我国每年约有4000万人被猫犬咬伤而就医。80%~90%动物致伤是由犬造成的^[2],导致大量的重症犬咬伤患者。近年来,随着越来越多的专家就狂犬病的预防免疫达成共识^[3-4],我国目前人狂犬病病例数呈逐年下降趋势。然而,关于犬咬伤后创口的处理,临床上至今未达成共识,尤其在清创后的伤口闭合、伤口敷料的选择上一直存在争议。

犬咬伤伤口情况复杂,类型多种多样,症状轻重不一。大型犬因咬合力强大导致撕脱伤、贯通伤及致死性损伤,并且常并发重要的神经、血管、肌腱、韧带甚至是骨骼损伤^[5-7]。因此,面对此种较为复杂的伤口,局部的有效清创、充分引流的效果是影响创面预合的重要因素。

Morykwas等^[8]于1993年首次报道了一种新的负压伤口治疗的方法,即负压创面治疗(negative pressure wound therapy, NPWT)。自21世纪初以来, NPWT与伤口冲洗相结合的治疗方法问世^[9],一个典型的例子是具有清洗液注入和停留时间的NPWT(NPWTi-d)。自2011年以来,一种改进的泵系统设备使NPWTi-d变得更容易使用,这种治疗方法是基于重复将清洗液注入伤口,浸泡一段时间,然后在负压下吸引的循环来清洁伤口^[10],从而可以将NPWT应用于感染伤口^[11]。1997年Morykwas等^[12]报道了负压辅助关闭(vacuum assist closure, VAC)技术,治

疗原理与NPWT相同,能够促进伤口愈合。而国内将具有封闭、负压引流、冲洗功能的这项技术称之为负压封闭引流(vacuum sealing drainage, VSD)。VSD、VAC技术都是通过负压的方法治疗伤口,都源自NPWT。是否可将VSD用于犬咬伤后创面以及施加多少负压至这样的创面,至今仍不明确。现组织全国犬咬伤领域救治专家讨论,对犬咬伤伤口特点、VSD作用及机制、犬咬伤创面处理、VSD操作流程等方面进行梳理、总结,以达成共识。

本共识英文检索以Pubmed、WMBASE、Web of Science、MEDLINE数据库为基础,检索词“dog bite”“vacuum sealing drainage”“negative pressure wound therapy”“NPWT”,以AND、OR进行组合。中文文献检索以中国知网、万方数据库为基础,使用“犬咬伤”“负压封闭引流(VSD)”“负压伤口疗法”进行检索。结合临床实际,综合考虑证据质量、适用性和可推广性,本共识采用“推荐意见分级的评估、制订及评价(GRADE)”系统,对推荐意见的证据质量(见表1)和推荐强度(见表2)进行分级^[13]。

表1 循证医学证据等级及定义

证据等级	定义
高质量(A)	非常确信估计的效应值接近真实的效应值,进一步研究几乎不可能改变对临床疗效评估结果的可信度
中等质量(B)	对估计的效应值确信程度中等,估计值有可能接近真实值,但仍存在二者不相同的可能性,进一步研究可能改变对疗效评估结果的可信度
低质量(C)	对估计的效应值确信程度有限,估计值与真实值可能大不相同,进一步研究很有可能改变对疗效评估结果的可信度,且极可能改变评估结果
极低质量(D)	对估计的效应值几乎没有信心,估计值与真实值很可能完全不同,对效应值的任何估计都很不确定

表 2 推荐级别及定义

证据等级	定义
强烈推荐(A)	大多数患者、医生和决策者都采用这种方法
中等推荐(B)	大多数人采用这一方案,但仍有一部分人不采用。有必要根据患者的具体情况做出决定
弱推荐(C)	证据不足,需要患者、医生和政策制定者做出决定

1 犬咬伤创面特点

1.1 头面颈伤

头面颈部的动物咬伤比例仅次于四肢,而高于躯干、会阴部位,受伤人群以 10 岁以下儿童多见,其次是老年人,主要因为儿童身材矮小,头面部是动物攻击的主要区域之一。致伤动物若为犬类,致伤机制以咬伤为主,常造成皮肤及皮下组织的撕裂伤、贯穿伤,且易造成耳、鼻、嘴唇及面部皮肤组织的大块撕脱及部分组织缺损,有时虽然损伤小,但累及眼球、鼻腔和口腔黏膜也不少见。

1.2 四肢伤

犬咬伤可导致从小伤口到较大复杂伤口(如划伤、穿刺伤、贯穿伤、脱套伤、撕裂伤等)的多种类型损伤。大型犬的咬合力量巨大并伴有撕扯,常导致严重损伤,如严重的血管、神经、肌肉以至于骨骼的损伤^[5-6]。当大龄儿童或成人被犬咬伤时,四肢尤其是优势手为最易受伤的部位。

1.3 躯干伤

躯干部位发生的犬咬伤比例远低于头面部和四肢,多数是爪子对皮肤的划伤,但只要有出血,即为Ⅲ级暴露。由于躯干部位前后径较厚,罕见出现肋骨骨折、气胸和腹部贯通伤。

总之,如处理不及时,犬咬伤会引发严重并发症,如难以控制的复杂感染、器官损毁、坏死性筋膜炎、感染性关节炎、淋巴管炎、骨筋膜室综合征、复合性开放性骨折和脓肿等^[14-16]。

推荐意见 1:犬咬伤后加强创口引流,控制伤口感染,早期减小犬咬伤创面面积,从而减轻修复后瘢痕。(证据等级 C,推荐强度 A)

2 VSD 的定义及作用机制

2.1 VSD 的定义

VSD 是指用特殊的敷料、冲洗/引流管组成的覆盖于皮肤、软组织创面的装置,使用生物半透膜覆盖于敷料、引流管之上,将创面变成一个封闭的空间,通过引流管外接稳定可控的负压,将创面多余的液体及时吸出,通过冲洗液保持创面的湿润以及细菌、脓液等的清除,从而促进创面愈合的一种技术。其中包含封闭、负压引流、冲洗三个方面。同时,VSD 还有助于控制感染,并为软组织重建手术提供

良好的过渡措施,可以增加血液循环,从而加速伤口愈合的过程。

该技术自被引进临床之后,多用于对创面的治疗,尤其是一些创面较大、自身皮肤难以覆盖、慢性的、难愈合的创面。随着对其认识的增加,也逐渐应用于植皮领域,用作植皮术后的一种固定制动装置。VSD 具有缩小创面面积、改善创面引流、减轻组织水肿程度、增加血流灌注、促进肉芽组织生长等作用^[17]。

2.2 VSD 的作用机制

2.2.1 缩小创面面积

当 VSD 敷料覆盖于创面时,创面会随着泡沫敷料收缩而缩小,总收缩效果取决于治疗部位组织的性质和流动性、吸入压力以及泡沫的材料和体积^[18-20]。当伤口位于皮下脂肪厚、皮肤松弛、柔韧性高的部位,如腹壁,收缩效果较强;而在柔韧性低的部位,如头皮和疤痕覆盖的伤口,收缩效果较差^[18]。随着伤口收缩时间的增加,由于组织水肿减轻,肉芽和瘢痕逐渐形成,伤口逐渐减小^[21]。

推荐意见 2:对于面部犬咬伤,应在条件允许的情况下充分利用 VSD 减小创面,在最大程度上恢复伤前容貌。(证据等级 A,推荐强度 A)

2.2.2 改善创面引流

VSD 使组织中的细胞外液顺压力梯度排出,从而减少组织水肿^[18],缓解过多间质液引起的微血管压迫,渗出液在负压作用下从创面排出,使被引流区水肿减轻,减少创面分泌物,缓解过量组织液引起的微循环障碍,有助于增加局部血流量^[22]。所以,对于皮下血肿和整个软组织水肿的患者,可以采用 VSD 将皮下淤血和组织水肿吸出。创面渗出液含有抑制创面愈合的炎性细胞因子和蛋白水解酶,如肿瘤坏死因子- α (TNF- α)和基质金属蛋白酶(MMP),VSD 不仅通过促进细胞增殖,还通过消除和控制这些因素及渗出液从而促进伤口愈合^[23]。渗出液的量取决于伤口的情况,适当的压力设置是必要的^[19],根据伤口和引流液情况设置相应的压力,并保证引流通畅,防止脓液积聚堵塞敷料,必要时进行冲洗。

推荐意见 3:保持创面持续有效的负压是畅通引流的关键,可根据引流的具体情况在适当的范围内调整负压的大小,以保证引流通畅彻底。中心负压吸引较理想,如无中心负压吸引,则可用电动吸引。若吸引管道连续负压吸引后发生塌陷影响负压效果,或出现封闭漏气,应及时进行相应处置,必要时更新管道或重新封闭。(证据等级 A,推荐强度 B)

2.2.3 增加血流灌注,促进肉芽组织生长

Ma 等^[24]报道, NPWT 在治疗早期增加血管生成素-2(Ang-2)表达,降低血管生成素-1(Ang-1)表达和 Ang-1/Ang-2 比值,同时增加 Ang-1 表达、Ang-1/Ang-2 比值、酪氨酸激酶受体 Tie-2 磷酸化水平,这意味着 NPWT 在治疗早期促进血管生成,并在后期促进微血管成熟。Sogorski 等^[25]对健康志愿者进行实验,发现在 NPWT 下正常大腿皮肤的血流量增加 151%,组织氧饱和度增加 28.2%,并指出这种影响在可变负压下可能比持续负压下更大。NPWT 可以促进血管生成,并长期增加伤口的血流量^[26]。

研究表明,在 VSD 的机械应力刺激下,观察到细胞增殖和迁移、血管生成和肉芽形成等效应^[27-28],还可通过转化生长因子- β (TGF- β)/Smad、丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)、Rho/ROCK、Wnt/ β -catenin、TNF- α /核转录因子- κ B(NF- κ B)等信号通路^[25,28-29],促进皮肤成纤维细胞、角质形成细胞、血管内皮细胞增殖,从而促进血管新生和重塑、肉芽组织生成等。Toume 等^[28]和 Katzengold 等^[30]的实验证实,将相当于 VSD 的机械力直接应用于培养的成纤维细胞伤口模型,伤口愈合速度加快。

2.2.4 减少局部细菌量

创面细菌载量影响创面愈合,VSD 是否能减轻局部细菌量仍有争议^[31]。Morykwas 等^[8]在猪实验中发现,125 mmHg 的负压处理 4 天显著减少了细菌计数。Wang 等^[32]进一步发现,负压显著抑制毒力因子的分泌,如外毒素 A、鼠李糖脂和铜绿假单胞菌的弹性蛋白酶等。但相反 Boone 等^[33]在猪实验中发现,尽管肉眼和显微镜下的创面有所改善,负压吸引 7 天后,细菌数量持续增加。Biermann 等^[34]描述了不同种类的细菌在敷料中缺氧反应不同,可能与生物负荷的变化有关。基于这些考虑,VSD 在严重感染伤口上的应用,要经严格的冲洗、消毒、清创,去除失活组织、被感染的组织和异物后酌情应用。对于位于肢体末节的伤口或有断指,全身应用抗生素治疗后,伤口感染无明显好转,建议早期使用 VSD 负压引流。

推荐意见 4: VSD 使创面处于负压、相对隔离状态,可促进肉芽组织生长,减少局部细菌量,但也应重视抗厌氧菌治疗。(证据等级 B,推荐强度 B)

2.2.5 闭合皮下间隙

犬咬伤伤口的主要特点是伤口较小,皮下腔隙较大,采用传统引流的方法,无法很好地闭合皮下腔

隙。使用 VSD 后,受大气压的作用,伤口闭合,同时也将渗液吸出。对于头皮撕脱、须将头皮与颅骨加压包扎的患者,或创面植皮患者,可以采用 VSD 应用大气压的原理,闭合头皮下/皮下间隙,替代传统的弹力绷带加压包扎,改善患者的舒适度。

3 犬咬伤创面处理

3.1 控制活动性出血

根据受伤部位、损伤类型、意识、生命体征等情况对患者进行病情评估和伤情评估,及时、合理地控制出血和止血,并及时发现隐性出血,尽早实施相应的处置或手术止血,防止或纠正失血性休克,并减少潜在的血肿风险。止血方式可采用压迫止血、缝扎止血、电凝止血、手术止血等多种方式,关键在于彻底止血。

VSD 负压状态下不利于止血,因此,无明显活动性出血为放置 VSD 的必要条件。

推荐意见 5: 无明显活动性出血为放置 VSD 的必要条件。(证据等级 C,推荐强度 A)

3.2 控制疼痛

传统的犬咬伤治疗方式需要对咬伤伤口进行定期清创换药、填塞引流纱条,而这些处置措施会给患者带来疼痛等不良感受。VSD 封闭伤口后延长了清创换药的时间间隔,改善了患者的体验。在进行 VSD 操作时,可根据患者被咬伤部位及视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)对患者的疼痛程度进行评估,根据评估结果对患者进行镇痛治疗。对于躁动不安的患者,可给予镇静治疗。

3.3 创面清创

不恰当的伤口处理方案及步骤,不仅会影响外观美感及肢体、器官功能,还有可能导致伤口非特异性感染以及破伤风、狂犬病等严重感染,临床上应给予足够的重视。犬咬伤伤口如有活动性出血,则按前述方法立即止血,若伤口导致神经血管或重要面部器官、组织损伤,按严重穿透伤给予治疗^[35-36]。

若无活动性出血,则用肥皂水或其他弱碱性清洗剂和流动清水交替清洗咬伤处约 15 min,然后用无菌纱布将伤口处残留液吸尽,如有条件可以使用专业的犬咬伤冲洗器对伤口冲洗,根据受伤时间、伤口是否感染等确定冲洗压力的大小,以确保达到有效冲洗,最后用生理盐水冲洗伤口,避免在伤口处残留肥皂水或其他清洗剂。研究^[37]表明,即使在被动免疫的情况下,通过上述方法联合接种狂犬病疫苗,99% 以上的患者可以存活。

冲洗充分后,局部应用稀释碘伏消毒,进一步杀

灭局部残存的狂犬病毒。作为一种阳离子表面活性剂,苯扎氯氨也有杀菌的作用。

沿原伤口切除创缘皮肤 1~2 mm,若条件允许,适当多切除;必要时可适当扩大手术创面,肢体则沿纵轴切开,经关节的切口做 S 型切开;由浅至深,切除失活坏死的组织,清除血肿、凝血块和异物,切除部分皮下脂肪、筋膜,切除部分肌肉断端,骨折断端也尽可能擦拭、搔刮。

推荐意见 6: VSD 应用前,需确认创面坏死组织已彻底清除,且局部无明显缺血;早期彻底清创不可替代,特别要注意去除异物和消灭死腔。引流不能代替清创,清创仍是必要的。(证据等级 A,推荐强度 A)

3.4 伤口闭合

强调对于大的伤口尽量松散缝合闭合,不影响引流,还要避免由于伤口敞开过大影响愈合,甚至造成伤口不闭合的情况。保持引流口通畅的前提下,尽量闭合伤口,防止皮下肉芽组织长入 VSD 敷料内。

对于较小的犬咬伤伤口,建议进行扩创,保证引流口的通畅,同时用海绵支撑伤口皮肤,防止伤口闭合。对于较小、脓液浓稠且渗出较多的伤口,一定要充分扩创,保证充分冲洗,保持引流通畅。

4 犬咬伤实施 VSD 的适应证与禁忌证

4.1 适应证

①伤口面积较大或伤口数量较多,需要缩小伤口创面面积,闭合皮下腔隙,尤其是皮下脂肪厚、皮肤松弛的伤口;②咬伤创面或伤口皮下水肿、血肿或积液,有脂肪液化可能;③软组织严重挫裂伤及软组织缺损的犬咬伤伤口;④犬咬伤感染伤口,经严格冲洗、消毒、清创后,创面清洁、新鲜,无明显脓液,无失活组织和异物;⑤可能引发骨筋膜室综合征或发展成为骨髓炎的伤口;⑥植皮术后的植皮区需要闭合皮下间隙;⑦存在关节腔感染需切开引流,急慢性骨髓炎需开窗引流;⑧咬伤伴有骨折、肌腱损伤、神经损伤,以及其他需要早期控制感染发生的伤口;⑨患者难以忍受换药痛苦,强烈要求使用 VSD 治疗。

4.2 禁忌证

①明显活动性出血;②严重感染,不能做到彻底清创的创面;③24~48 小时,伤口周围浸润注射过狂犬病被动免疫制剂。

推荐意见 7: 对于有明显适应证的患者,早期使用 VSD 可起到预防和控制感染、加快创面愈合、缩小创面面积、促进局部血液循环、减轻患者痛苦的疗效。(证据等级 A,推荐强度 B)

5 VSD 材料的选择

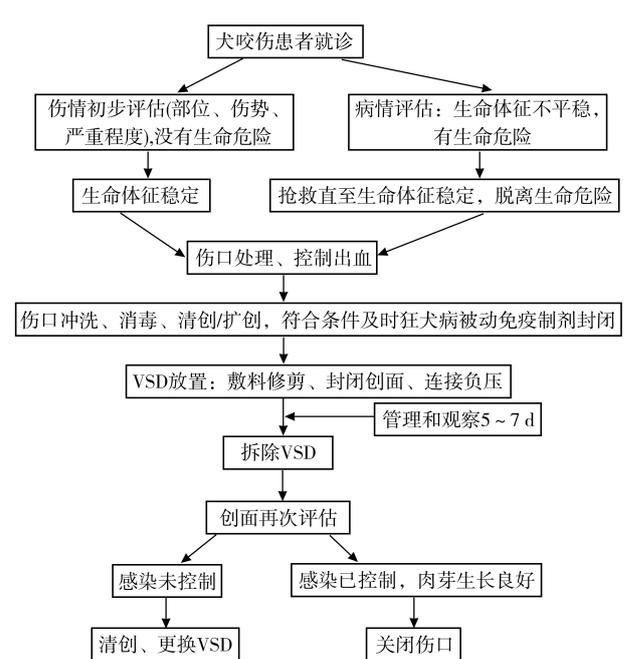
负压治疗的创面覆盖材料大体可以分为两大类,即聚乙烯醇(PVA)和聚氨酯(PU)材料。

PVA 材料孔隙致密,孔径较小,为亲水性,生物相容性好,弹性好,有一定的可塑性,抗牵拉能力强,肉芽不易长入网孔,故可用于深部创腔或窦道。但 PVA 材料因孔径小易堵管,且后期材料易变硬,一般可使用 5~7 d^[38]。

PU 材料孔径较大,通透性较好,不易堵管,能够及时吸收深层创面的渗出液,因而适用于渗出液较多且含沉淀物较多的感染性创面。但 PU 材料为疏水性,且孔径大,不建议应用于深部创腔或窦道,以免肉芽组织长入,取出时易损伤组织、造成出血。同时 PU 材料 VSD 厚度较大,不便于面部、手、足等部位放置。

推荐意见 8: 对于多数面部和手足部位犬咬伤患者,更推荐使用 PVA 材料。(证据等级 B,推荐强度 C)

6 VSD 操作流程(见图 1)



注: VSD 为负压封闭引流

图 1 犬咬伤 VSD 操作流程

6.1 引流物的放置

清创后,按创面大小和形状设计修剪 VSD 敷料,使其泡沫置入创面后能充分接触整个创面,并使引流良好。覆盖填充敷料,把设计好的 VSD 敷料加以固定,使敷料完全覆盖创面,如创面较深,须将 VSD 敷料填充底部,不留死腔^[39]。

6.2 封闭创面

擦拭干净创面周围皮肤,用具有生物透性粘贴

薄膜封闭 VSD 敷料覆盖着的整个创面。

推荐意见 9:良好的密封是保证引流效果的关键,应采用“因地制宜”贴膜方法,确保负压环境的密闭性。(证据等级 A,推荐强度 B)

6.3 连接负压

根据需要用三通管将所有引流管合并为一个出口,引流管接负压装置,开放负压,制成并保持高负压封闭引流,高负压维持 300 ~ 450 mmHg。负压有效的标志是填入的 VSD 敷料明显瘪陷,薄膜下无液体体积聚。

推荐意见 10:有效负压的可靠标志是泡沫材料明显收缩(可通过薄膜观察触摸到),必须注意的是负压一旦消失,要立即检查封闭是否严密,并加以弥补,否则创面处于封闭而无负压环境中,导致引流不畅。(证据等级 A,推荐强度 A)

6.4 术后的管理和观察

确保 VSD 正常后,术后应观察并记录负压状况及引流物的性状和数量,医用泡沫是否恢复原状,负压源是否正常,管道是否通畅等,5 ~ 7 d 后去掉 VSD,检查创面,如果引流效果好则肉芽组织生长饱满、鲜红,否则可重新填入 VSD 敷料继续引流,有时要更换敷料 2 ~ 3 次,多时甚至 4 ~ 5 次。

6.5 强调冲洗的作用

要做到持续、无菌、等渗等张无糖液体冲洗,防止渗出物干结,堵塞海绵影响引流,防止病原体滋生、感染。

6.6 特殊部位的 VSD 操作技巧

6.6.1 面部面积小,有眼、耳、鼻、口等器官,创面大小和形状设计难度大,创面周围皮肤无粘帖薄膜附着点,可采用“借面”等方法解决。但为了防止漏气应注意:①粘帖薄膜层数越少越好;②只能“借一个面”;③VSD 敷料应选择薄且通透性好、对面部皮肤刺激性小的材料,最好能有保护膜对面部皮肤加以保护。

6.6.2 手足等部位可采用“系膜法”“包饺子法”粘帖。

6.7 注意事项

①在实施狂犬病免疫、预防性治疗和彻底清创后方可使用 VSD。

②VSD 泡沫敷料不应直接接触暴露的血管、神经、器官或吻合部位。暴露的器官或暴露的血管出血会增加瘘管形成的风险。

③在应用 VSD 之前,应很好地控制出血。如果发生出血,应断开负压,及时止血治疗。

④应考虑患者对黏性敷料或酒精是否过敏。

⑤VSD 的半透膜非常薄且易碎,应采取精确的保护措施。每天必须至少用无菌生理盐水清洗三次。清洁有两个目的:一是防止负压系统堵塞,二是保持泡沫湿润。

7 结论

自 VSD 技术问世以来,已经过去几十年时间,它给临床工作带来了新技术和新思路,可以作为治疗重度犬咬伤及可能发生严重感染或已经发生犬咬伤伤口感染的一种辅助治疗手段。负压设备类型、敷料材质、负压的强度和持续时间、治疗时间、连续或间歇、是否冲洗、冲洗液的组成等因素影响 VSD 的效果。对于犬咬伤创面,需要纳入更多的研究来判断 VSD 的临床疗效、改进方案,充分发挥其优势。

声明:本专家共识是基于当前的临床证据、循证医学证据及专家意见,仅为在治疗犬咬伤中应用 VSD 技术提供指导,不作为任何医疗纠纷及诉讼的法律依据。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

制订专家组成员(按姓氏汉语拼音为序):

陈海鸣(南昌大学第一附属医院)、陈先强(福建医科大学附属协和医院)、程宏彬(天津市第四中心医院)、崇巍(中国医科大学附属第一医院)、崔红旺(海南医学院第一附属医院)、党星波(陕西省人民医院)、窦清理(深圳宝安区人民医院)、甘涛(广西医科大学附属柳州市人民医院)、高峰(哈尔滨医科大学附属第二医院)、果应菲(解放军总医院第四医学中心)、侯利民(哈尔滨医科大学附属第一医院)、黄立嵩(航天中心医院)、金红旭(北部战区总医院)、蔺际龔(厦门大学附属第一医院)、李虎(首都医科大学附属北京潞河医院)、李立宏(空军军医大学唐都医院)、林效宗(哈尔滨医科大学附属第二医院)、刘斌(南方医科大学珠江医院)、刘明华(陆军军医大学西南医院)、刘文华(深圳大学附属第二医院)、刘双庆(解放军总医院第四医学中心)、刘晓冬(哈尔滨医科大学附属第二医院)、马可(复旦大学附属华山医院)、潘锋(沈阳航天医院)、潘险峰(联勤保障部队第 920 医院)、裴俏(《中国急救医学》杂志)、桑锡光(齐鲁医院)、沈俊(武汉大学中南医院)、孙春红(重庆医科大学附属第三医院)、唐袖青(广东省第二人民医院)、王成(浙江中医药大学平阳中医院)、王海滨(济宁医学院附属医院)、王连馥(航天中心医院)、王培戈(青岛大学附属医院)、王威(广西医科大学第一附属医院)、王兴宇(安徽医科大学第一附属医院)、王旭东(航天中心医院)、王振杰(蚌埠医科大学第一附属医院)、吴海鹰(昆明医科大学第一医院)、吴巧艺(福建医科大学附属第一医院)、许硕贵(海军军医大学第一附属医院)、闫柏刚(重庆医科大学附属第三医院)、姚爱明(徐州医科大学附属医院)、姚宇(哈尔滨医科大学附属第二医院)、尹文(空军军医大学西京医院)、张建波(解放军总医院第四医学中心)、张磊冰(贵州省人民医院)、张立春(中国医科大学附属盛京医院)、赵刚(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、赵建辉(河北医科大学第二医院)、赵晓东(解放军总医院第四医学中心)、郑粉双(云南大学附属医院)、朱颀(中山

大学孙逸仙纪念医院)、朱延安(浙江省台州医院)、左永波(北京大学第三医院海淀院区)

参考文献

- [1] 中国医师协会急诊医师分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 北京急诊医学学会, 等. 中国犬咬伤治疗急诊专家共识(2019)[J]. 中国急救医学, 2019, 39(9): 819-824.
- [2] Kwo S, Agarwal JP, Meletiou S. Current treatment of cat bites to the hand and wrist[J]. J Hand Surg Am, 2011, 36(1): 152-153.
- [3] World Health Organization. WHO expert consultation on rabies. Second Report [J]. World Health Organ Tech Rep Ser, 2013, 982: 1-139.
- [4] World Health Organization. Rabies vaccines: WHO position paper [J]. Wkly Epidemiol Rec, 2010, 85(32): 309-320.
- [5] Bailey CM, Hinchcliff KM, Moore Z, et al. Dog bites in the united states from 1971 to 2018: a systematic review of the peer-reviewed literature [J]. Plast Reconstr Surg, 2020, 146(5): 1166-1176.
- [6] Ellis R, Ellis C. Dog and cat bites [J]. Am Fam Physician, 2014, 90(4): 239-243.
- [7] Ambro BT, Wright RJ, Heffelfinger RN. Management of bite wounds in the head and neck [J]. Facial Plast Surg, 2010, 26(6): 456-463.
- [8] Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, et al. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation [J]. Ann Plast Surg, 1997, 38(6): 553-562.
- [9] Wolvos T. Wound instillation - the next step in negative pressure wound therapy. Lessons learned from initial experiences [J]. Ostomy Wound Manage, 2004, 50(11): 56-66.
- [10] Wolvos T. The use of negative pressure wound therapy with an automated, volumetric fluid administration: an advancement in wound care [J]. Wounds, 2013, 25(3): 75-83.
- [11] Kanapathy M, Mantelakis A, Khan N, et al. Clinical application and efficacy of negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTi-d): a systematic review and meta-analysis [J]. Int Wound J, 2020, 17(6): 1948-1959.
- [12] Morykwas MJ, Argenta LC. Nonsurgical modalities to enhance healing and care of soft tissue wounds [J]. J South Orthop Assoc, 1997, 6(4): 279-288.
- [13] Moberg J, Oxman AD, Rosenbaum S, et al. The GRADE evidence to decision (EtD) framework for health system and public health decisions [J]. Health Res Policy Syst, 2018, 16(1): 45.
- [14] Chen RF, Wang LQ. The effect analysis of debridement and immunification after rabid dog bite [J]. Guide Chin Med, 2012, 5: 401-402.
- [15] Chen RF, Wang LQ, Li H. Distribution and characteristics of infection in dog bite wounds [J]. Chin J Emerg Res Dis Med, 2011, 6: 21-23.
- [16] Maurer M, Schlipkötter C, Gottsauner M, et al. Animal bite injuries to the face: a retrospective evaluation of 111 cases [J]. J Clin Med, 2023, 12(21): 6942.
- [17] Yamashiro T, Kushibiki T, Mayumi Y, et al. Negative-pressure wound therapy: what we know and what we need to know [J]. Adv Exp Med Biol, 2023, 1436: 131-152.
- [18] Orgill DP, Manders EK, Sumpio BE, et al. The mechanisms of action of vacuum assisted closure: more to learn [J]. Surgery, 2009, 146(1): 40-51.
- [19] Borgquist O, Ingemansson R, Malmisjo M. The influence of low and high pressure levels during negative-pressure wound therapy on wound contraction and fluid evacuation [J]. Plast Reconstr Surg, 2011, 127(2): 551-559.
- [20] Anesater E, Borgquist O, Hedstrom E, et al. The influence of different sizes and types of wound fillers on wound contraction and tissue pressure during negative pressure wound therapy [J]. Int Wound J, 2011, 8(4): 336-342.
- [21] Katzungold R, Topaz M, Gefen A. Dynamic computational simulations for evaluating tissue loads applied by regulated negative pressure-assisted wound therapy (RNPT) system for treating large wounds [J]. J Tissue Viability, 2018, 27(2): 101-113.
- [22] Huang C, Leavitt T, Bayer LR, et al. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing [J]. Curr Probl Surg, 2014, 51(7): 301-331.
- [23] Glass GE, Murphy GF, Esmaili A, et al. Systematic review of molecular mechanism of action of negative-pressure wound therapy [J]. Br J Surg, 2014, 101(13): 1627-1636.
- [24] Ma Z, Shou K, Li Z, et al. Negative pressure wound therapy promotes vessel destabilization and maturation at various stages of wound healing and thus influences wound prognosis [J]. Exp Ther Med, 2016, 11(4): 1307-1317.
- [25] Sogorski A, Lehnhardt M, Goertz O, et al. Improvement of local microcirculation through intermittent negative pressure wound therapy (NPWT) [J]. J Tissue Viability, 2018, 27(4): 267-273.
- [26] Panayi AC, Leavitt T, Orgill DP. Evidence based review of negative pressure wound therapy [J]. World J Dermatol, 2017, 6: 1-16.
- [27] Hsu CC, Tsai WC, Chen CP, et al. Effects of negative pressures on epithelial tight junctions and migration in wound healing [J]. Am J Physiol Cell Physiol, 2010, 299(2): C528-534.
- [28] Toume S, Gefen A, Weihs D. Low-level stretching accelerates cell migration into a gap [J]. Int Wound J, 2017, 14(4): 698-703.
- [29] Huang C, Ogawa R. Fibroproliferative disorders and their mechanobiology [J]. Connect Tissue Res, 2012, 53(3): 187-196.
- [30] Katzungold R, Orlov A, Gefen A. A novel system for dynamic stretching of cell cultures reveals the negative-pressure wound therapy: what we know and what we need to know mechanobiology for delivering better negative pressure wound therapy [J]. Biomech Model Mechanobiol, 2021, 20(1): 193-204.
- [31] Patmo AS, Krijnen P, Tuinebreijer WE, et al. The effect of vacuum-assisted closure on the bacterial load and type of bacteria: a systematic review [J]. Adv Wound Care (New Rochelle), 2014, 3(5): 383-389.
- [32] Wang GQ, Li TT, Li ZR, et al. Effect of negative pressure on proliferation, virulence factor secretion, biofilm formation, and virulence-regulated gene expression of pseudomonas aeruginosa in vitro [J]. Biomed Res Int, 2016, 2016: 7986234.
- [33] Boone D, Braitman E, Gentes C, et al. Bacterial burden and wound outcomes as influenced by negative pressure wound therapy [J]. Wounds, 2010, 22(2): 32-37.
- [34] Biermann N, Geissler EK, Brix E, et al. Oxygen levels during negative pressure wound therapy [J]. J Tissue Viability, 2019, 28(4): 223-226.
- [35] Akingba AG, Robinson EA, Jester AL, et al. Management of vascular trauma from dog bites [J]. J Vasc Surg, 2013, 58(5): 1346-1352.
- [36] Macedo JLS, Rosa SC, Queiroz MNDE, et al. Reconstruction of face and scalp after dog bites in children [J]. Rev Col Bras Cir, 2016, 43(6): 452-457.
- [37] Pomares G, Huguet S, Dap F, et al. Contaminated wounds: effectiveness of debridement for reducing bacterial load [J]. Hand Surg Rehabil, 2016, 35(4): 266-270.
- [38] 中华医学会烧伤外科学分会,《中华烧伤杂志》编辑委员会. 负压封闭引流技术在烧伤外科应用的全国专家共识(2017版) [J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(3): 129-135.
- [39] Duan H, He Y, Zhang H, et al. Vacuum sealing drainage with instillation in the treatment of necrotizing soft-tissue infection: a retrospective analysis [J]. J Wound Care, 2020, 29(9): 510-517.

[收稿日期:2024-05-17][本文编辑:裴俏]