

# 负压伤口治疗促进胸骨伤口愈合的经验： 回顾性综述

## 摘要

目的本研究旨在使用经过验证的 Bates-Jensen 伤口评估量表 (BWAT) 回顾性地审查负压伤口治疗 (NPWT) 对于胸骨伤口愈合的有效性, 并探讨 NPWT 对胸骨伤口和未来治疗途径的作用。

方法数据采集自患者的病例记录和医院的数据库临床管理系统。对 17 名接受过心胸外科手术并在随后一年内接受伤口护理团队护理的受试者进行了审查。其中的 14 名患者被纳入了分析。研究了每个胸骨伤口在持续 NPWT 和持续常规包扎下的愈合改善情况。使用 BWAT 总共分析了 23 次持续 NPWT 和 13 次常规包扎。

结果采用常规包扎时, 胸骨伤口在 10 天至 3.5 周内改善 2.5-3%, 而在存在胸骨钢丝的情况下, 胸骨在 5 天至 2 周内愈合 4-5%。拆除胸骨钢丝后, 通过常规包扎在 1 周内实现更好愈合, 达 11%。采用 NPWT 时, 在 2 周、3.5 至 5 周和 6 至 7 周观察到的愈合分别达到 8-29%、13-24% 和 15-46%。仅一名受试者在进行 NPWT 的第 13 周时伤口愈合 39%。在存在胸骨钢丝的情况下, 采用 NPWT 在 1 至 4 周内伤口愈合达 6%-29%, 在进一步外科清创术后, 采用 NPWT 在 2 至 4.5 周内伤口改善达 16-23%。在拆除胸骨钢丝后, 持续采用 NPWT 后胸骨伤口愈合在 1-2 周内达到 6-34%, 采用 NPWT 2.5 周后, 最大愈合达到 46%。

结论与单独采用常规包扎相比, NPWT 组的伤口愈合更好。然而, 在仅采用 NPWT 时, 胸骨伤口愈合情况欠佳。拆除胸骨钢丝可以提高 NPWT 的有效性。受试者在采用 NPWT 后, 成功实现三期伤口闭合可支持 NPWT 在胸骨伤口愈合中的重要桥接作用。讨论了仅采用 NPWT 导致胸骨伤口愈合停滞的因素。

关键词 心胸外科, 胸骨伤口感染, 负压伤口治疗。

文献引用 Ho WS et al. Experience of negative pressure wound therapy over sternal wound healing: A retrospective review.

WCET® Journal 2019; 39(2):8-17

DOI <https://doi.org/10.33235/wcet.39.2.9-18>

## Wai Sze Ho\*

香港玛丽医院外科, 造口及伤口护理部

电邮: [hws020@ha.org.hk](mailto:hws020@ha.org.hk)

## Wai Kuen Lee

香港玛丽医院外科, 造口及伤口护理部

## Ka Kay Chan

香港玛丽医院外科, 造口及伤口护理部

## Choi Ching Fong

香港玛丽医院外科, 造口及伤口护理部

\*通信作者

## 前言

在接受心胸外科手术的患者中, 胸骨切开伤口并不少见。即使在手术技术进步并且使用最佳的手术技术以及预防感染措施的情况下, 自 2001 年以来, 术后深部胸骨伤口感染 (DSWI) 的发生率仍在 0.5% 至 5.0% 之间<sup>1-7</sup>。在接受冠状动脉旁路移植术 (CABG) 的患者中, 术后纵隔炎的发生率低于伴随瓣膜手术的 CABG 患者<sup>3,7</sup>。在心胸外科手术中, 胸骨裂开和胸骨伤口愈合延迟仍然是长期存在、未解决的且令人担忧的并发症, 特别是在胸骨切开后存在 DSWI 的情况下<sup>8,9</sup>。

多年来, 人们一直在研究 DSWI 的风险因素。DSWI 的风险增加可能源自心脏手术<sup>4,9</sup>、在重症监护室 (ICU) 长时



胸骨伤口 1



胸骨伤口 3



胸骨伤口 NPWT1



胸骨伤口 NPWT3

间插管、为移植获取双侧胸内动脉、出血再次手术、体重指数 (BMI) > 30 的肥胖症、糖尿病、COPD、PVD 和高龄等原因<sup>6,8,9</sup>。使用左侧乳内动脉时，伤口和血培养阳性已被确定为胸骨切开术后伤口重新缝钢丝失败的重要风险因素<sup>8</sup>。术前贫血、四周内存在慢性病毒或细菌感染、手术时活动性感染以及过去一年内治疗过感染也是 DSWI 的预测因素<sup>5</sup>。在胸骨伤口中最常见的病原体是表皮葡萄球菌 (CoNS) 和金黄色葡萄球菌 (MRSA)<sup>10</sup>，其中后一种病原体与 DSWI 的死亡率增加高度相关<sup>11</sup>。与手术部位伤口感染 (SSWI) 一样，存在 DSWI 可导致胸骨伤口愈合延迟和欠佳。

多年来，一直对胸骨切开伤口采用多种伤口愈合技术，并结合了常规伤口愈合技术，例如，使用或不用胸骨钢丝的一期闭合、清创术、伤口包扎、延迟闭合、带血管软组织瓣重建、开放性每天灌注或开放性多次更换敷料，或胸骨重新缝钢丝<sup>2,3,8,10,11</sup>。然而据报道，传统疗法导致住院时间延长，并且死亡率为 40-50%<sup>8,10</sup>。据报道，闭胸技术的失败率为 20-66%，死亡率为 7-32%。使用 300 mmHg 至 600 mmHg 范围内的强负压连续灌注也导致治疗失败，且死亡率分别维持在 12.5-52% 和 7%，平均住院时间延长至 56 天。皮瓣重建术与胸骨伤口愈合的死亡率低于 10% 相关<sup>9,12</sup>。因此，常规手术治疗方式仍然会因为破坏胸骨的稳定性、延长住院时间以及造成伴随感染而在胸骨伤口愈合时引起并发症，这些并发症可导致死亡。虽然另一种伤口护理方式，即负压伤口治疗 (NPWT)，最近已成为治疗胸骨切开术后纵隔炎的临床策略并且具有良好的效果<sup>3</sup>，但是，确定最合适的胸骨伤口治疗法仍然存在争议。

DSWI 是心胸外科手术的一种灾难性并发症，不仅会妨碍伤口愈合，而且即使早期诊断和治疗，死亡率也仍为约 5-47%。其他后果还有延长住院时间、增加医院成本以及患者痛苦<sup>2,5,11</sup>。美国实施了一项外科护理改善项目 (SCIP)，以尽量减少 SSWI 并降低相关费用。2008 年，该项目将 DSWI 指定为可预防的医院获得性感染，并且不会为此提供额外的治疗报销<sup>7</sup>。

多项研究和评估支持 NPWT 在降低慢性胸骨感染风险、死亡率以及缩短住院时间方面的良好成果<sup>3,4,10,13</sup>。有充分的证据支持 NPWT 能够降低高风险手术切口的伤口裂开、感染、血肿和血清肿等并发症<sup>13</sup>。对于 DSWI，采用 NPWT 能在 9 天内成功降低 C-反应蛋白 (CRP) 水平。在 MRSA 和 CoNS 定植的伤口中，细菌计数在 4 天内显著降低。临床研究证实，相比于单独采用 NPWT 治疗胸骨伤口，在采用 NPWT 后进行延迟一期闭合或带血管肌瓣治疗时获得优异临床结果<sup>6,10,14</sup>。一项研究报告称，对胸骨骨髓炎患者进行 14 个月随访后发现，NPWT 实现 100% 伤口闭合，尽管治疗中涉及到皮瓣重建<sup>14</sup>。

采用 NPWT 时，在伤口中放置一个多孔敷料 (泡沫或纱布) 气密系统和抽空管，用粘性巾单覆盖伤口以保持气密性，再有控制地对所选伤口施加低于大气压的压力。敷料 (如果是泡沫) 的孔径大小约为 400-600 $\mu$ m，以便能对伤口床施加相等的压力。通过将抽空管连接到带有收集罐的可调节真空泵，可以从伤口抽吸并收集伤口渗出液<sup>2,9,11</sup>。NPWT 有助于排出渗出液以及稳定胸壁和伤口隔离。NPWT 可以促进伤口边缘闭合和伤口收缩、水肿减轻、炎症调节、组织灌注，血管新生、细胞增殖和皮肤有丝分裂活动<sup>5,13</sup>。

表 1: 患者特征

表 1 患者特征		
特征	n	百分比 (%)
年龄 (岁) : 平均年龄和区间	62.2 (31-82)	
男性	8	57.1
女性	6	42.8
胸壁脓肿	1	7.1
慢性缺血 / 风湿性心脏病	6	42.9
室间隔缺损	12	7.1
主动脉 / 胸腔动脉瘤剥离	2	14.3
心力衰竭 +/- 左心室辅助装置 (LVAD) 植入	2	14.3
室间隔缺损 + 肺移植术后	1	7.1
缺血性心脏病 + 主动脉瘤 + 主动脉瓣反流	1	7.1
深部胸骨伤口感染 (DSWI)	10	71.4

尽管研究支持 NPWT 对各种伤口都有优势, 但关于单独采用 NPWT 对胸骨伤口的有效性及任何相应改善的研究数量有限。相反, 有临床证据表明, 在通过手术闭合胸骨伤口之前, NPWT 在胸骨伤口和胸骨切开术后纵膈炎之中发挥桥接作用<sup>10,14-16</sup>。由于临床证据有限, 对处理有或没有 DSWI 的胸骨伤口的最佳临床手术方案缺乏普遍共识。本综述回顾性地评估了单独采用 NPWT 对胸骨伤口愈合的效果, 并探讨了 NPWT 作为胸骨伤口护理未来治疗途径的作用。

## 材料和方法

### 数据来源

2016 年 1 月至 12 月期间, 17 名住院患者在接受心胸外手术后出现胸骨伤口愈合并发症, 并接受造口和伤口护理团队的帮助处理伤口。在这项回顾性研究中, 通过患者病历中的护理记录和医院临床管理系统数据库检索并审查伤口管理数据。

### 受试者和样本选择

在本研究中, 17 名住院患者接受心胸手术后接受造口和伤口护理团队的帮助, 有 3 人被排除在外。被排除的

患者要么接受由外科医生实施的 NPWT (低气压, 只有 10-20 mmHg), 要么因为出血和器官暴露而停止向伤口护理团队寻求帮助。这些患者与持续接受 80-125 mmHg 低气压 NPWT 的其他患者有很大的不同。在所选病例中, 胸骨伤口由于急性术后手术伤口未闭合、手术开裂伤口愈合延迟以及 DSWI 伤口切开和引流所致。鉴于发生了重新探查、外科清创术或钢丝拆除、停止持续 NPWT, 以及对同一患者的多个单独胸骨伤口采用 NPWT, 仅审查和评估了持续 NPWT 或常规包扎治疗的胸骨伤口案例。因此, 本回顾性研究包括了使用持续 NPWT 的 23 次伤口治疗和使用常规包扎疗法的 13 次伤口治疗。

### 结果

值得注意的结果包括采用持续 NPWT 和常规包扎后的胸骨伤口改善。对伤口改善进行了进一步评估, 并且比较了有和没有进一步手术处理的持续相应的伤口护理情况, 这些手术处理包括重新探查、外科清创术或拆除钢丝。

### 数据分析

数据来自选定患者的病例和医院数据库。确定并找出了与胸骨伤口愈合进展相关的因素。评估每个持续 NPWT

表 2: 心胸手术和后续手术

手术	n	百分比 (%)
切开和引流术	1	7.1
主动脉 / 二尖瓣置换术	2	14.3
室间隔修复术	1	7.1
主动脉 / 体外循环术	5	35.7
主动脉弓置换术 + 体外循环术	1	7.1
瓣膜置换术 + 主动脉和体外循环术	1	7.1
LVAD 植入	1	7.1
室间隔修复术 + 肺移植术	1	7.1
室间隔修复术 + 瓣膜置换术	1	7.1
单一心胸手术	10	71.4
联合心胸手术	4	28.6
单一心胸手术引起 DSWI	7	70
联合心胸手术引起 DSWI	3	75.0
胸骨伤口特征和后续手术		
骨骼 / 肌腱 / 器官暴露, 或可观察到起泡	3	21.4
胸骨钢丝暴露	1	7.1
胸骨钢丝拆除	6	42.9

和常规包扎治疗的胸骨伤口愈合情况, 并用经验证的 Bates-Jensen 伤口评估工具 (BWAT) 评分, 并将结果制成表格。BWAT 评分的项目有尺寸、深度、边缘、潜行、坏死组织类型, 坏死组织量、渗液类型、渗液量、伤口周围皮肤颜色、外周组织水肿、外周组织硬结, 肉芽组织和上皮化<sup>17</sup>。比较持续治疗前后的总分, 然后计算伤口改善的百分比。通过百分比的变化, 获得确定采用每种持续包扎方案时胸骨伤口改善所需的信息。本综述还确定了在有或没有进一步手术治疗的情况下 NPWT 对胸骨伤口愈合的影响。

## 结果

### 样本特征

本研究包括 14 名受试者, 年龄在 31 至 82 岁之间, 平均年龄为 62.2 岁。6 名患者为女性 (42.8%), 8 名为男性 (57.1%)。在这些患者中, 71.4% 的患者发生了 DSWI。患者的人口统计学数据和临床特征见表 1。胸骨伤口出现在多种心胸手术后。在这些受试者中, 71.4%

接受了单一心胸手术, 如皮肤脓肿引流、心脏瓣膜置换术、室间隔缺损修复术、主动脉或体外循环术以及内部器械植入术。28.6% 的病例接受联合手术, 其中包括主动脉瓣置换术与体外循环、瓣膜置换术与冠状动脉搭桥术、室间隔缺损修复术与肺移植术, 以及室间隔缺损修复术与心脏瓣膜置换术。接受单一心胸手术的 10 名受试者中有 7 名 (70%) 出现了 DSWI, 而接受联合手术的 4 名受试者中有 3 名 (75%) 出现了 DSWI。21.4% 的病例发生胸骨或肌腱等内部结构暴露, 伴有或不伴有起泡。总体而言, 钢丝暴露和钢丝拆除的病例分别为 7.1% 和 42.9%。所进行的心胸手术详情见表 2。

本综述回顾性地审查了对胸骨伤口采用的总共 23 次 NPWT 和 13 次常规包扎治疗情况 (表 3)。NPWT 采用的低气压为 80-125 mmHg。一次持续 NPWT 的治疗期为 1 至 13 周。在 NPWT 组中, 由伤口护理团队每 2 至 3 天进行一次伤口敷料护理。持续常规包扎的治疗期为 2 天至 3.5 周。常规包扎组每天更换敷料。

表 3: 包扎方法

表 3 包扎方法					
每个胸骨伤口的包扎策略					
连续 NPWT (n=23)					
低气压	n	百分比 (%)	时长	n	百分比 (%)
-80 至 -110 mmHg	1	4.3	1 周	2	8.7
-100 mmHg	6	26.1	1.5 周	1	4.3
-100 至 -120 mmHg	2	8.7	2 周	8	34.8
-100 至 -125 mmHg	1	4.3	2.5 周	3	13.0
-110 mmHg	2	8.7	3 周	2	8.7
-120 mmHg	6	26.1	4 周	2	8.7
-125 mmHg	5	21.7	5 周	1	4.3
			6.5 周	1	4.3
			7 周	2	8.7
			13 周	1	4.3
连续使用常规包扎 (n=13)					
时长			n	百分比 (%)	
2 天			4	23.1	
3 天			1	7.7	
4 天			1	7.7	
5 天			1	7.7	
1 周			2	15.4	
10 天			3	23.1	
2 周			1	7.7	
3.5 周			1	7.7	

### 胸骨伤口愈合

本综述中, 在每次持续伤口护理结束时评估每个胸骨伤口的愈合改善情况。如果持续治疗时间超过 2 周, 在治疗期的中间点观察到额外的伤口护理改善。

### 常规包扎

在常规包扎组中, 2 天至 1 周内没有实现胸骨伤口愈合。在 10 天至 3.5 周内, 胸骨伤口大约愈合 2.5-3%。在存在胸骨钢丝的情况下, 5 天至 2 周内观察到胸骨伤口愈合 4-5%。在存在胸骨钢丝的情况下, 采用常规包扎治疗方案时, 未发现明显愈合不良。然而, 在拆除胸骨钢丝并采用常规包扎 1 周后, 胸骨伤口愈合更好, 达 11%。在两个不同的受试者中, 在外科清创术或拆除钢丝后使用

2 天常规包扎, 没有发生显著的伤口改善或愈合迹象。

采用常规包扎时, 胸骨伤口的愈合效果不令人满意。图 1 总结了持续采用常规包扎时的胸骨伤口愈合情况。

### 负压伤口治疗

采用持续 NPWT 时, 在 2 周内胸骨伤口愈合 8-29%。持续采用 NPWT 3.5-5 周时, 平均伤口愈合达到 13-24%。一个伤口在 3 周内达到 50% 的愈合。在 6-7 周的较长时间内持续采用 NPWT 时, 仅获得 15-46% 的胸骨伤口愈合。一位受试者在持续采用 NPWT 13 周后出现 39% 的胸骨伤口愈合。图 2 显示对胸骨伤口单独持续采用 NPWT 后伤口愈合欠佳情况。

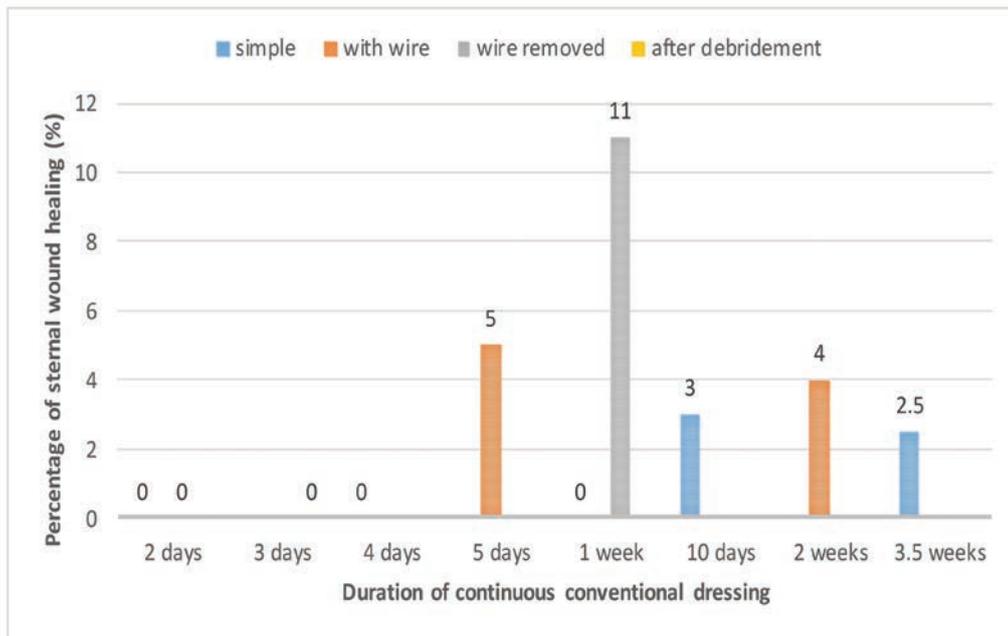


图 1: 对单纯性胸骨伤口、存在钢丝和拆除钢丝的胸骨伤口, 以及清创后的胸骨伤口进行常规包扎后胸骨伤口的愈合情况。

在存在胸骨钢丝的情况下, 持续采用 NPWT 1-2 周时, 观察到伤口改善 6-24%。在 NPWT 持续 4 周后, 最多可实现 29% 的胸骨伤口愈合 (图 3)。

在拆除胸骨钢丝后, 采用 NPWT 后胸骨伤口愈合略有改善。在 1 到 1.5 周内观察到 6% 至 18% 的胸骨伤口愈合。采用 NPWT 2 周后, 胸骨伤口愈合达到平均 14-34%。采用 NPWT 2.5 周时, 观察到胸骨伤口愈合 0% 至 46%。然而, 持续采用 NPWT 2-3 周后, 发现个别伤口恶化结果, 伤口愈合 19.4% (图 4)。

在 3 个接受外科清创术的病例中, 清创术后胸骨伤口愈合未见明显改善, NPWT 治疗 2 周后胸骨伤口愈合率为 16% 至 23%, NPWT 治疗 4.5 周后胸骨伤口愈合率最高, 达 26% (图 5)。

总体而言, 在本综述中, 持续采用 NPWT 达到的胸骨伤口愈合情况欠佳。存在胸骨钢丝时, 持续采用 NPWT 可延迟胸骨愈合, 而拆除胸骨钢丝可以改善 NPWT 对胸骨伤口愈合的效果。

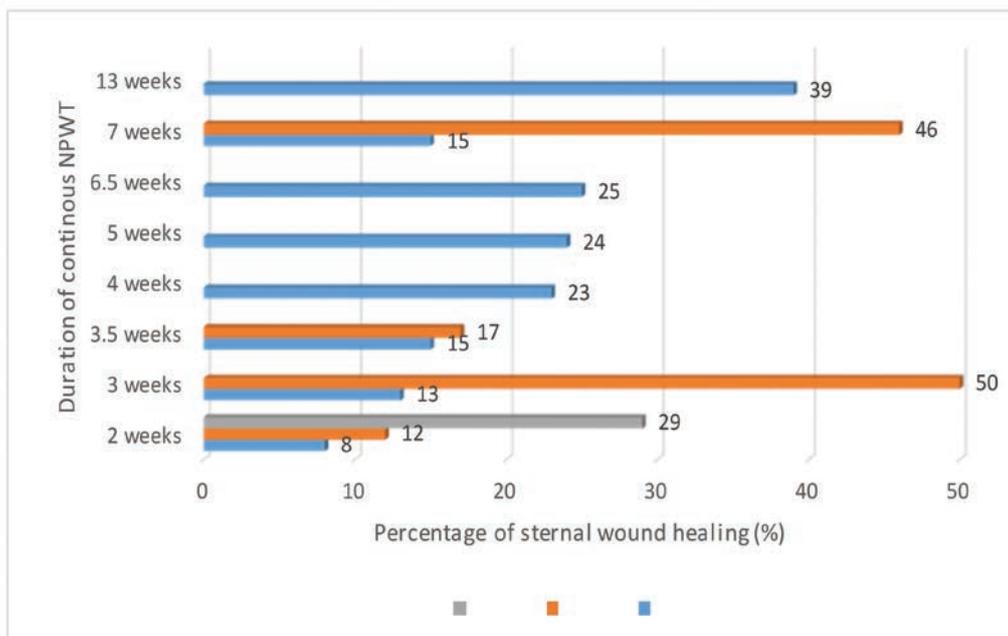


图 2: 在单纯性胸骨伤口中, 通过 NPWT 实现的胸骨伤口愈合。相同持续时间下的不同条形表示在相同持续 NPWT 时间段内, 不同胸骨伤口的愈合情况。

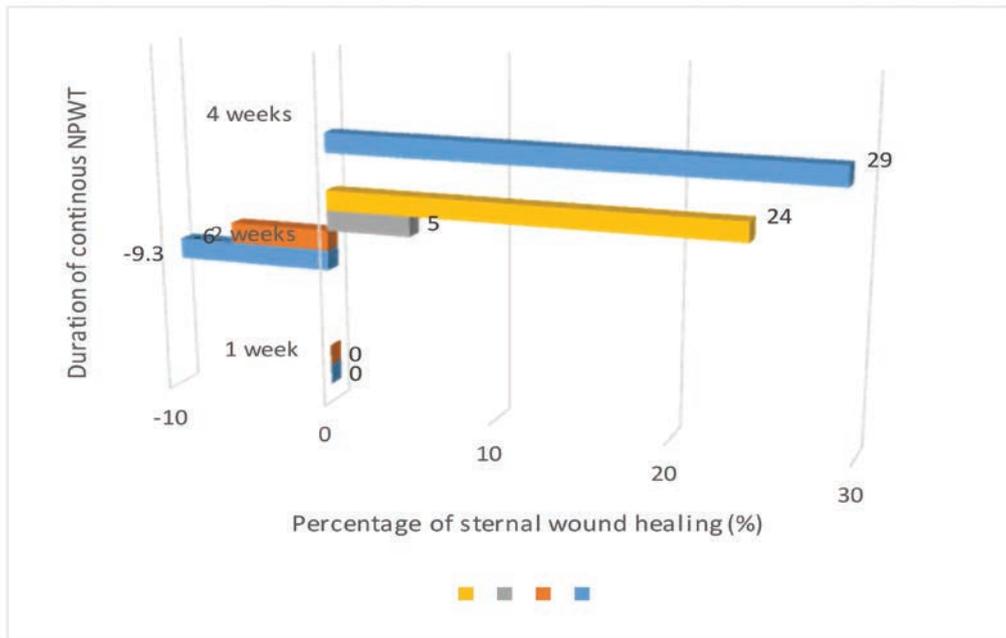


图 3: 对存在钢丝的胸骨伤口进行 NPWT 后胸骨伤口的愈合情况。相同持续时间下的不同条形表示在相同连续 NPWT 时间段内, 不同胸骨伤口的愈合情况。

即使 NPWT 和外科清创术, 也可能发生伤口恶化的情况。

#### 停止 NPWT

除了因外科清创术或钢丝拆除术而中断持续 NPWT 之外, 在伤口护理结束时也因多种其他原因中断 NPWT (表 4)。采用皮瓣成功重建胸骨伤口缺损 (27.3%) 以及适合使用常规包扎的理想伤口恢复情况 (36.4%) 是停止 NPWT 的主要原因。停止 NPWT 的其他原因有外科医生的医疗决定和治疗处方 (18.2%) 以及出院回家 (18.2%)。在本回顾性研究结束时, 一名受试者仍在接受持续 NPWT 胸骨

伤口护理。除了单独采用 NPWT 带来的伤口改善外, 在 NPWT 后进行皮瓣重建对胸骨伤口愈合起到了关键作用。

#### 讨论

根据文献, 术后 DSWI 相对更常见于接受联合心胸手术的患者中<sup>4,7</sup>。在本综述中, 没有在接受联合心胸手术的患者 (75%) 与接受单一心胸手术的患者 (70%) 之间观察到 DSWI 发生率存在显著差异。然而, 由于大多数选定受试者 (71.4%) 都出现了 DSWI, 表明 DSWI 的明显发病率不容忽视。

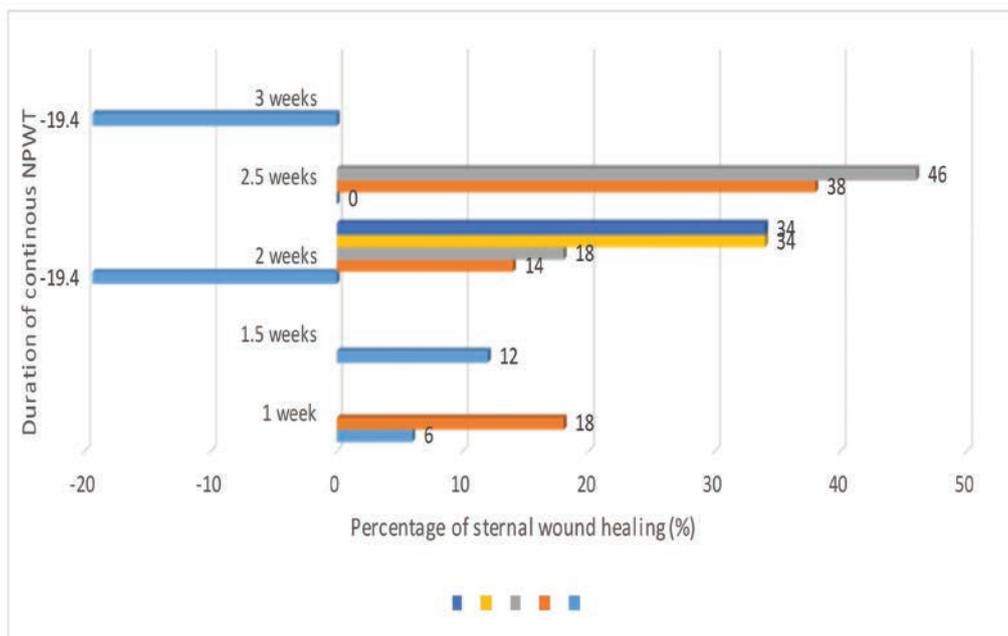


图 4: 对拆除钢丝的胸骨伤口采用 NPWT 实现的胸骨伤口愈合。相同持续时间下的不同条形表示在相同连续 NPWT 时间段内, 不同胸骨伤口的愈合情况。

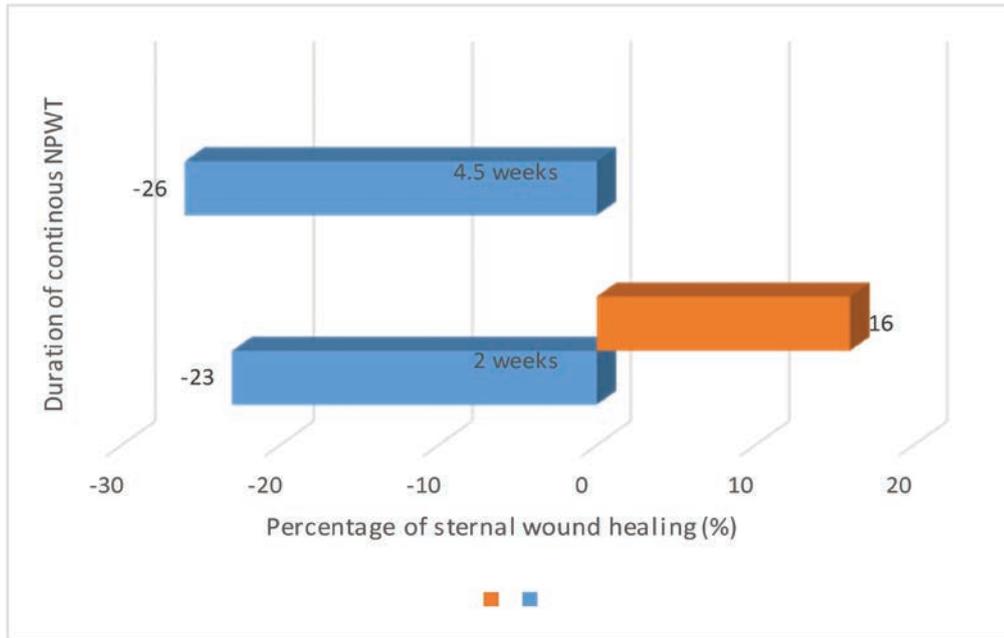


图 5: 在外科清创术后对胸骨伤口进行 NPWT 实现的胸骨伤口愈合。相同持续时间下的不同条形表示在相同持续 NPWT 时间段内, 不同胸骨伤口的愈合情况。

在本综述中, 我们的发现与先前的文献有关联性, 在先前的文献中常规包扎对胸骨伤口愈合没有显著积极的效果。在常规伤口护理下, 单纯性胸骨间隙伤口或伤口存在胸骨钢丝时愈合效果相似, 均不令人满意。在本综述中, 在拆除钢丝和外科清创术后, 使用常规伤口护理方法仅稍微改善了胸骨愈合效果。根据先前的文献和我们的发现, 常规包扎对胸骨伤口愈合的总体效果有限。

近年来, NPWT 已成为胸骨伤口管理中的一种不断发展的伤口护理方式<sup>10,11,14,15</sup>。在本综述中, 与常规伤口护理相比, 采用 NPWT 获得的胸骨伤口愈合效果更好。尽管如此, NPWT 实现的胸骨伤口愈合仍然欠佳。在本综述中, 持续采用 NPWT 5 周后, 胸骨伤口愈合率低于 30%, 持续采用 NPWT 6-7 周后, 观察到的愈合率低于 50%。持续采用 NPWT 时, 一些受试者的胸骨伤口愈合仍出现了恶化。对于一些胸骨伤口, 外科清创术后采用 NPWT 无

表 4: 停止 NPWT 的原因

表 4 停止 NPWT 的理由		
理由	n	百分比 (%)
伤口改善	4	36.4
皮瓣重建	3	27.3
外科医生的决定	2	18.2
出院回家	2	18.2
备注: 本综述结束时, 1 位受试者仍然在接受 NPWT		

法改善其愈合效果。在本综述中, 拆除胸骨钢丝后, 发现持续采用 NPWT 改善了胸骨伤口愈合。

随着 NPWT 时间的延长, 伤口愈合停滞更常见, 而不是完全伤口愈合。此外, NPWT 组的胸骨伤口愈合进展缓慢。

结果分析表明, 采用 NPWT 后, 皮瓣重建作为胸骨伤口三期闭合的方法起到重要的作用。尽管单独应用 NPWT 对胸骨伤口愈合的效果欠佳, 但本综述支持 NPWT 在胸骨伤口三期闭合和愈合中的桥接作用。

以前曾报道, 存在 DSWI 时, NPWT 是一种安全可靠的伤口护理选择, 与常规包扎相比, 可以提高存活率并降低失败率。存在 DSWI 时, 预防措施应侧重于优化可修改的临床因素<sup>3</sup>。糖尿病控制、手术时间、围手术期体温调节和抗生素覆盖范围都是一些提到的可修改的临床因素, 可以通过调节这些因素最大限度减少 DSWI<sup>7</sup>。双侧胸内动脉移植术、需要输血、急诊手术、既往支架植入术和术后使用强心剂也预示胸骨切开术后 DSWI 的风险增加<sup>8</sup>。已知存在感染会抑制伤口愈合。采用 NPWT 有利于间接治疗 DSWI 并间接降低 DSWI 相关死亡率, 通过稳定胸廓、减少细菌定植和伤口水肿、促进微血管血流和肉芽组织形成以及最小化感染风险等途径实现<sup>11</sup>。因此, 尽管我们在综述中观察到胸骨伤口愈合欠佳, 但是 NPWT 仍然在促进胸骨伤口愈合进展中起重要作用。

文献中已经讨论了导致胸骨伤口愈合欠佳的多种可能因素。已经确定重新缝钢丝失败与伤口培养物阳性、血培养阳性、获取左侧乳内动脉后造成的胸壁血供中断和细菌耐药性呈正相关<sup>6,8</sup>。即使进行清创术和重新缝钢丝, 局部或全身感染也会导致不利的胸骨伤口愈合结果。当伤口培养结果连续三次阴性时, 感染胸骨伤口成功重新闭合的可能性增加 3.3 倍<sup>8</sup>。如果细菌种类发生显著变化, 长时间采用 NPWT 可以刺激感染复发。患者相关因素, 如血液动力学状况和胸骨生存力, 以及当地环境因素, 如提供材料和专业知识, 也影响 NPWT 对胸骨伤口愈合的效果<sup>4</sup>。导致胸骨伤口愈合和边缘闭合欠佳的其他因素有: 胸部皮肤相对较薄导致真皮层只有中等厚度<sup>18</sup>、连接胸骨的双侧胸大肌施加力量<sup>19</sup>、胸壁随呼吸持续性扩张、存在诸如胸骨钢丝等异物以及胸骨伤口的内部结构暴露。

基于本回顾性综述中的发现, 以及影响胸骨伤口愈合的可能因素和单独采用 NPWT 时胸骨伤口愈合欠佳, 认为 NPWT 通过其桥接作用有益于胸骨伤口愈合。NPWT 有助于对胸骨进行预先处理以及保护胸骨, 以进行进一步的

外科清创术和伤口愈合<sup>9</sup>。这一点进一步得到了一份报告的支持。该报告中, 在确定 NPWT 是一个安全选项, 并对存在 DSWI 的胸骨伤口或胸骨开裂成功重建后, 延期实施胸骨钢板固定或双侧胸大肌皮瓣重建<sup>20</sup>。在重建或进一步手术修复之前, 采用理想持续时间的 NPWT 可促进肉芽组织的生长、降低细菌负荷, 并且促进 CRP 水平下降。在伤口护理中采用 NPWT 仍然可能产生副作用, 例如器官或内部结构损伤和出血, 这也限制了 NPWT 的采用或持续使用。采用 NPWT 时, 通过石蜡纱布或伤口接触层小心保护心脏和血管等内部结构非常重要<sup>11</sup>。

在本回顾性综述中, 在需要胸骨切开术的受试者中, 采用 NPWT 后成功实现三期闭合, 这与文献中的观点共识一致, 即 NPWT 在开放性胸骨伤口的管理中起着重要的桥接作用。

由于缺乏研究变量和对照 (例如 DSWI 的程度和单纯性胸骨裂开)、样本量小和本研究的回顾性质, 这些都限制了我们以确定的方式分析 NPWT 对胸骨伤口愈合的影响。直接针对 NPWT 影响胸骨伤口愈合的研究有限。仍然需要更大规模、更大样本量和更好病例对照的进一步研究评估 NPWT 对胸骨伤口的直接影响, 以便可能获得有价值的知识信息和重大的成果。在 NPWT 后对胸骨伤口实施重建术的情况下, NPWT 对感染控制、CPR 水平和伤口完全愈合时间的影响值得进一步研究。探索从 NPWT 切换到胸骨伤口重建或修复的最佳时机也将有利于将来的胸骨伤口护理。

## 结论和未来前景

对于接受过心胸外科手术的患者而言, 胸骨伤口愈合仍然是一个挑战, 无论是否出现胸骨后切开后纵隔炎、术后伤口裂开或开放性手术伤口。在过去十年中, NPWT 已被成功用于胸骨伤口管理, 比常规包扎更具优势。本回顾性综述发现, 单纯采用 NPWT 可导致胸骨伤口的伤口愈合停滞。然而, 作为一个桥接过程以便为进一步皮瓣重建术或其他三期闭合方法准备胸骨伤口, NPWT 确实在胸骨伤口愈合中表现出有希望的功能性结果。将 NPWT 作为预先处理胸骨伤口的一个桥接方法, 然后进行三期闭合, 可能会成为胸骨伤口护理的主要方法。这一观点得到了先前文献和本回顾性综述的支持。尽管如此, 如前所述, 仍然缺乏针对 NPWT 直接影响胸骨伤口愈合的大规模研究。应进一步研究和探索停止 NPWT 和切换到重建术的最佳时机。例如, 实施 NPWT 后的健康肉芽组织量、CRP 转为正常或白细胞计数水平。在未来,

需要更多的研究和知情的理解，以制定关于最佳胸骨伤口护理的循证指南和临床路径。

## 利益冲突

作者声明没有利益冲突。

## 资助

作者未因该项研究收到任何资助。

## 参考文献

1. Borger MA, Rao V, Weisel RD et al. Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 1998; 65(4):1050–1056.
2. Feo MD, Gregorio R, Corte AD et al. Deep sternal wound infection: the role of early debridement surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 19(6):811–816.
3. Deniz H, Gokaslan G, Arslanoglu Y et al. Treatment outcomes of postoperative mediastinitis in cardiac surgery; negative pressure wound therapy versus conventional treatment. *J Cardiothorac Surg* 2012; 7(1):67–73.
4. van Wingerden JJ, Ubbink DT, van der Horst CM & de Mol BA. Post sternotomy mediastinitis: a classification to initiate and evaluate reconstructive management based on evidence from a structured review. *J Cardiothorac Surg* 2014; 9(1):179–187.
5. Cutrell JB, Barrows N, McBroom M et al. Risk factors for deep sternal wound infection after cardiac surgery: influence of red blood cell transfusions and chronic infections. *Am J Infect Control* 2016; 44(11):1305–1312.
6. Meszaros K, Fuehrer U, Grogg S et al. *Ann Thorac Surg* 2016; 101(4):1418–1425.
7. Sears ED, Wu L, Waljee JF et al. The impact of deep sternal wound infection on mortality and resource utilization: a population-based study. *World J Surg* 2016; 40(11):2673–2680.
8. Golosow LM, Wagner JD, Feeley M et al. Risk factors for predicting surgical salvage of sternal wound-healing complications. *Ann Plast Surg* 1999; 43(1):30–35.
9. Baillot R, Cloutier D, Montalin L et al. Impact of deep sternal wound infection management with vacuum-assisted closure therapy followed by sternal osteosynthesis: a 15-year review of 23,499 sternotomies. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 37(4):880–887.
10. Sjögren J, Malmjö M, Gustafsson R & Ingemansson R. Post sternotomy mediastinitis: a review of conventional surgical treatments, vacuum-assisted closure therapy and presentation of the Lund University Hospital mediastinitis algorithm. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 30(6):898–905.
11. Morisaki A, Hosono M, Murakami T et al. Effect of negative pressure wound therapy followed by tissue flaps for deep sternal wound infection after cardiovascular surgery: propensity score matching analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2016; 23(3):397–402.
12. HF, Willem GB, Brands WGB et al. Comparison between closed drainage techniques for the treatment of postoperative mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 2000; 70:924–9.
13. Huang C, Leavitt T, Bayer LR & Orgill DP. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr Probl Surg* 2014; 51(7):301–331.
14. Schols RM, Lauwers TMA, Geskes GG & van der Hulst RRWJ. Deep sternal wound infection after open heart surgery: current treatment insights. A retrospective study of 36 cases. *Eur J Plast Surg* 2011; 34(6):487–492.
15. Oeltjen JC, Panos AL, Salerno TA & Ricci M. Complete vacuum-assisted closure following neonatal cardiac surgery. *J Card Surg* 2009; 24(6):748–750.
16. Cotogni P, Barbero C & Rinaldi M. Deep sternal wound infection after cardiac surgery: Evidences and controversies. *World J Crit Care Med* 2015; 4(4):265–273.
17. Bates-Jensen wound assessment tool, 2001. Retrieved 18 January 2017, from <http://www.geronet.med.ucla.edu>>borun
18. Pourtaheri N & Soltanian H. Chest wall anatomy, 2016. Retrieved 11 May 2016, from <http://emedicine.medscape.com/article/2151800-overview#a2>
19. Costosternal anatomy, n.d. Retrieved 11 May 2016, from <http://www.chiropractic-help.com/costosternal-anatomy.html>
20. Damiani G, Pinnarelli L, Sommella L et al. Vacuum-assisted closure therapy for patients with infected sternal wounds: a meta-analysis of current evidence. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2011; 64(9):1119–1123.