

数字化胸腔引流系统在肺术后支气管胸膜瘘治疗的应用价值

赵懂华¹, 杨荣华², 王 栋², 王诗循¹, 李蒙君¹, 李 鹏¹, 王灵杰¹, 殷积慧², 车淑玉², 宇 毅², 王勇杰^{2*}

¹青岛大学, 山东 青岛

²青岛大学附属医院胸外科, 山东 青岛

Email: wytgzy@163.com

收稿日期: 2021年2月8日; 录用日期: 2021年2月28日; 发布日期: 2021年3月12日

摘 要

背景与目的: 数字化胸腔引流系统(digital drainage system, DDS)在促进微创肺切除术后早期快速康复中可以起到积极的作用, 本研究旨在观察总结数字化引流系统用于肺术后支气管胸膜瘘的临床疗效。方法: 分析我院2012年1月~2021年1月间收治的30例肺术后支气管胸膜瘘患者, 应用数字化胸腔引流系统(数字组) 12例和传统胸腔引流贮液瓶(传统组) 12例。2组性别、年龄、病灶最大径和良恶性无明显统计学差异。总结分析相关临床资料, 比较2组带管引流时间与住院时间。结果: 与传统组相比, 数字组治愈率高, 带管引流时间短[34.00 ± 6.700 vs 57.83 ± 8.313 , $P = 0.049$], 住院时间短[33.25 ± 5.619 vs 49.06 ± 5.030 , $P = 0.048$]。治愈率和治疗周期明显优于传统组和目前文献报道情况。结论: 数字化引流装置治疗肺术后支气管胸膜瘘是一种安全、有效的方法, 缩短引流天数和住院时间, 是在处理支气管胸膜瘘时应该考虑到的选择。

关键词

支气管胸膜瘘, 数字化胸腔引流系统, 加速康复

The Value of Digital Drainage System in the Treatment of Bronchopleural Fistula after Pulmonary Surgery

Donghua Zhao¹, Ronghua Yang², Dong Wang², Shixun Wang¹, Mengjun Li¹, Peng Li¹, Lingjie Wang¹, Jihui Yin², Shuyu Che², Yi Yu², Yongjie Wang^{2*}

¹Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 赵懂华, 杨荣华, 王栋, 王诗循, 李蒙君, 李鹏, 王灵杰, 殷积慧, 车淑玉, 宇毅, 王勇杰. 数字化胸腔引流系统在肺术后支气管胸膜瘘治疗的应用价值[J]. 临床医学进展, 2021, 11(3): 953-959. DOI: [10.12677/acm.2021.113137](https://doi.org/10.12677/acm.2021.113137)

²Department of Thoracic Surgery, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong
Email: wyjtgzy@163.com

Received: Feb. 8th, 2021; accepted: Feb. 28th, 2021; published: Mar. 12th, 2021

Abstract

Background and Objective: The digital drainage system (DDS) can play a positive role in promoting early and rapid recovery after minimally invasive pneumonectomy. This study was conducted to observe and summarize the clinical effect of the digital drainage system for bronchopleural fistula after pulmonary surgery. **Methods:** A total of 30 patients with bronchopleural fistula after pulmonary surgery admitted to our hospital from January 2012 to January 2021 were analyzed. Twelve patients were treated with digital thoracic drainage system (the digital group) and 12 patients with traditional thoracic drainage fluid bottle (the traditional group). There were no statistically significant differences between the two groups in gender, age, maximum diameter, benign and malignant lesions. The relevant clinical data were summarized and analyzed, and the duration of catheter drainage and hospital stay were compared between the two groups. **Results:** Compared with the traditional group, the digital group had higher cure rate, shorter catheter drainage time [34.00 ± 6.700 vs 57.83 ± 8.313 , $P = 0.049$], and shorter hospital stay [33.25 ± 5.619 vs 49.06 ± 5.030 , $P = 0.048$]. The cure rate and treatment period were significantly better than the traditional group and the current literature reports. **Conclusion:** Digital drainage device is a safe and effective method for the treatment of bronchopleural fistula after pulmonary surgery, and it should be considered in the treatment of bronchopleural fistula by shorting the number of days of drainage and hospital stay.

Keywords

Bronchopleural Fistula, Digital Drainage System, Accelerated Rehabilitation

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

支气管胸膜瘘(BPF, bronchopleural fistula)是指肺泡、各级支气管与胸膜腔之间相互交通而形成的瘘管。近年来,虽然肺切除手术技术有了很大改进和提高,但支气管胸膜瘘(BPF, bronchopleural fistula)仍是肺切除术后可能出现的严重并发症。文献报道 BPF 在全肺切除术后发病率为 1.5%~12.5%,在肺叶切除术后发病率为 0.5%~3% [1],相关的风险因素包括支气管残端肿瘤残留、残端过长,糖尿病,类固醇、新辅助化疗或放疗、感染等。据报道,相关死亡率较高,高达 71% [2]。确诊后,正确的处理是最重要的。虽然致死率高,但不可否认的是,BPF 有自愈的可能,尽管只是个别报道。近年来,随着科学技术的不断发展,引流系统也在不断改进。新型的数字化胸腔引流系统可以很大程度上弥补传统引流瓶的负压水平低、不稳和不够便利的不足之处,具有负压可调、数字化、可视化、全程监控、便于携带和实时监测管道通畅、密闭等情况的优势,目前已有文献报道及临床指南证实,数字化引流系统可应用于肺术后持续顽固性漏气的治疗[3],本研究组针对上述情况,利用数字化引流系统的超大负压吸引值(50 cm H₂O 水

柱压力)、可视化图表和定量检测记录功能[4],研究探讨数字化胸腔引流系统在肺术后支气管胸膜瘘保守治疗中的应用,现将初步结果报道如下。

2. 材料和方法

2.1. 研究对象

30 例支气管胸膜瘘患者。

2.2. 病例及治疗方法的选择

这是一项回顾性和描述性研究。青岛大学附属医院于 2012 年 1~2021 年 1 月肺术后支气管胸膜瘘患者共 30 例,传统组 18 例采用常规胸腔闭式引流,引流量液体 ≤ 150 mL/d,无气体引出时拔管。数字化组 12 例应用 DDS 进行引流治疗,2 组患者的年龄、性别、切除肺叶的部位、病理类型等经统计学分析,差异无统计学意义,见表 1。所有患者均在气管镜内镜或胸部 CT 检查下临床确诊为支气管胸膜瘘,影像学可见液气胸表现,瘘口大者可直接发现瘘口残腔,可见液气平面,呈新月形并可见残端瘘口,胸腔闭式引流漏气明显。支气管胸膜瘘应着重于尽早的个体化治疗,已报道在瘘口小于 5 mm 时内镜下使用生物胶封堵瘘口显示了确切的效果,但存在生物胶与人体组织相容性差,易脱落的风险,尤其是合并感染的患者[5]。部分患者已行气管镜检查、内镜下灌洗治疗,且身体状态差,ECOG 评分 3 分,二次手术风险较高,无法耐受手术。我们总结的经验与保守治疗,与患者及其家属沟通后,签署知情同意书,选择闭式引流的保守治疗。

Table 1. The general data of the two groups were compared

表 1. 两组患者一般资料比较

项目	传统组(n = 18)	数字组(n = 12)	P
年龄(岁)	64.61 \pm 2.042	60.42 \pm 3.147	0.251
性别(男/女)	12/6	8/4	1
吸烟(%)	9 (50%)	5 (41.67%)	0.654
病变位置(左肺/右肺)	6/12	3/9	0.626
切除肺叶数量(0/1/2)叶	2/11/5	2/8/2	0.747
病理类型(鳞癌/腺癌/其他)	2/8/8	1/9/2	0.234
病灶最大径(cm)	1.761 \pm 0.7081	2.025 \pm 0.3679	0.472
术后发生瘘时间	52.50 \pm 19.597	56.92 \pm 20.504	0.881
瘘口大小	8.22 \pm 0.941	7.83 \pm 1.381	0.811
漏气分度(一度/二度/三度)	10/5/3	9/2/1	0.553

2.3. 数字化引流装置使用及治疗流程

胸腔引流管与 Thopaz 数字式胸腔闭式引流系统相连(美德乐 Medela, 瑞士),数字化引流系统装置具有记录患者编号,调整并记录吸引负压、引流速度的功能,同时在引流瓶已满、系统泄露、系统阻塞、引流瓶中滤菌器阻塞和系统过热或电池耗尽时可发出警报反馈当前问题。设置负压压力 -15 cm H₂O。同时予以患者上述常规胸腔闭式引流护理。使用该系统期间,根据该系统的警报提示更换水封、引流管等,根据系统记录的数字曲线观察和判断患者的漏气情况、电子化记录患者引流量、引流负压、漏气速度等

相关指标。根据 2011 年 ESTS、AATS、STS、GTSC 发表的针对胸腔管理的联合指南[6], 我们将 DDS 负压值设定在 $-15\sim-20\text{ cm H}_2\text{O}$, 将拔管指征设定为引流量液体 $\leq 300\text{ mL/d}$, 和/或漏气量 $\leq 20\text{ mL/h}$, 持续 8 h。在确保胸管位置良好的情况下, 将负压调整到患者能耐受的最大值, 早期充分引流, 根据患者舒适程度个性化调整。保证提供胸腔内稳定的负压值, 肺复张的程度决定胸膜固定的时机。若患者并发明显皮下气肿或纵膈气肿, 须在确定引流通畅的同时, 观察气肿的吸收情况。对于不确定患肺是否和胸壁贴合者, 根据患者病情变化选择每两周复查胸部 CT, 同时可观察胸腔引流管的确切位置数字化引流系统启用后, 根据引流效果及时调整负压参数, 早期肺顺应性较好, 接数字化引流装置负压吸引后, 肺部分复张, 肺组织贴壁, 空腔较前缩小, 空腔产生分隔、局限, 达到消除空腔的目的。观察患者生命体征、引流流量、引流体积及颜色, 观察胸腔内肺复张情况及残余腔的变化, 根据引流管情况及时调整置管位置及胸腔内置管深度。当患者 24 小时流量小于 2000 ml/min , 引流量小于 400 ml , 引流液清澈、淡黄色、无感染迹象时, 将负压调节至 $-8\sim-12\text{ cm H}_2\text{O}$, 继续保守治疗一段时间。观察患者生命体征稳定, 引流流量小于 40 ml/min [7], 甚至间断无漏气, 引流液体量小于 100 ml , 引流液清澈, 呈淡黄色, 先逐步调整置管深度, 向体表退出部分引流管。当胸腔内肺复张良好, 无残留空洞, 无明显积液积气时, 咳嗽时无明显漏气, 拔除胸腔引流管。

2.4. 观察指标与分析

收集所有病例的相关临床资料。动态观察胸腔内残腔大小以及数字化引流装置流量及引流液变化。比较两组患者的漏气时间、带管时间、住院时间等。

2.5. 统计学处理

应用统计学软件(SPSS 26.0 统计软件)行数据分析描述。正态分布的定量资料采取独立样本 t 检验, 定性资料采用 χ^2 检验, 检验水准 $d = 0.05$, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般情况

30 例迟发性支气管胸膜瘘患者均经保守引流成功治疗。白细胞明显下降, 体温回归正常范围。纠正低蛋白血症, 胸腔积液积气完全排出, 残腔基本消失, 在气管镜下检查证实, 支气管胸膜瘘瘘口完全愈合。对这些病例进行随访, 目前恢复良好, 余肺完全复张, 无支气管胸膜瘘复发。

3.2. 观察指标

比较见表 2, 数字组胸腔引流时间、痊愈时间和住院时间均短于传统组。带管引流时间 $[34.00 \pm 6.700\text{ vs }57.83 \pm 8.313, P = 0.049]$, 痊愈时间 $[36.33 \pm 7.025\text{ vs }61.33 \pm 8.507, P = 0.045]$, 住院时间 $[33.25 \pm 5.619\text{ vs }49.06 \pm 5.030, P = 0.048]$ 。

Table 2. Observation indexes of the two groups were compared

表 2.2 组观察指标比较

组别	带管时间(d)	痊愈时间(d)	住院时间(d)
传统组	57.83 ± 8.313	61.33 ± 8.507	49.06 ± 5.030
数字组	34.00 ± 6.700	36.33 ± 7.025	33.25 ± 5.619
t/χ^2 值	2.057	2.097	2.066
P 值	$0.049 < 0.05$	$0.045 < 0.05$	$0.048 < 0.05$

3.3. 药物应用与护理经验

1) 呼吸道管理: 给予雾化、机械辅助排痰术后早期鼓励并协助患者咳嗽及深呼吸运动, 促使胸膜腔内气体及液体排出, 使肺复张, 消灭残腔, 防止渗液积聚过多而诱发支气管胸膜瘘合并感染加重。对于体弱无力及痰液粘稠无法咳出的患者, 行主动支气管镜吸痰, 保证胸腔闭式引流管引流通畅。2) 营养支持: 胸外科患者术后由于出血、渗出、感染(脓胸)等各种原因造成蛋白质的大量耗损, 易致吻合口水肿, 影响愈合。术后指导患者进食营养丰富易于消化的高蛋白饮食。对于渗出多的患者同时给予静脉营养支持, 输注血浆、白蛋白等, 改善了患者的营养状况。3) 抗感染治疗: 根据引流液颜色及性质结合胸水药敏培养结果, 及时调整抗生素使用, 部分长期带管患者培养出细菌、真菌, 经过抗菌治疗, 感染完全控制。4) 予以患者适当的心理辅导, 帮助改善患者的不良心境和情绪。

4. 讨论

支气管胸膜瘘是肺切除术后的严重并发症。根据发生时限, 习惯把 BPF 分为早期(<7 天)、中期(7~30 天)、晚期(>30 天) [8]。早期瘘多是手术技术上的问题; 中晚期瘘若不是漏诊, 多与全身因素相关。由于支气管胸膜瘘的残腔存在, 引流不畅, 感染无法有效控制, 以及术后支气管胸膜瘘与难治性持续性大量漏气对患者有诸多不利影响, 主要为增加其他并发症的风险、延长引流时间和住院时间, 这无疑也增加了患者的精神和经济负担。治疗原则是控制感染、引流胸腔积液、促进肺功能恢复。充分引流是最基本的保守治疗方法。大多数发表的论文涉及内镜和外科治疗。总结的经验与保守治疗, 引用数字化引流装置。传统的引流系统通常由胸腔引流管和水封瓶组成, 最大可提供 16 cm H₂O 的负压, 但这种引流装置既限制术后患者的活动 [9] [10] 同时也由于水封瓶中的气泡产生较大噪音影响患者休息。对于手术后持续性大量漏气和患肺不能完全复张与胸腔匹配的情况, 临床上多采用鼓励咳嗽和吹气球促使患肺膨胀的方法, 从而为后继的胸膜固定创造条件; 或者以等待胸内残腔自行固定的方法达到拔管条件。然而上述方法都存在耗时长、带管期间患者生活质量严重受限等缺点。随着科学技术的发展, 引流系统也在不断完善。数字化引流装置不受体位限制, 安置方便, 便于观察和操作数据, 重量轻, 携带方便, 增加流动性, 促进创面愈合, 加快床周转率 [11]。记录准确, 消除主观判断的差异, 统一医生、护士甚至患者的记录标准, 根据记录结果随时调整。传统的引流瓶水封瓶应低于引流管口, 防止逆行感染, 保持引流管通畅, 妥善解决, 防止意外脱垂, 需要放置粗管, 病人疼痛明显, 不能躺下来休息, 水封瓶需要定期更换, 负压必须接床旁提供, 负压是不稳定的, 并极大地影响了运动影响身体的位置, 相关护理步骤复杂, 引流液处理麻烦, 污染风险高。数字化引流系统更安全、更有效、更舒适、更准确、更方便管理。对比传统水封流瓶, 具体优点如下: 1) 数字化引流系统有自动的冲洗功能, 不容易堵塞管道, 有自动的报警功能。携带方便, 一次性无菌包装, 引流瓶内设滤菌器装置及独特的封闭帽, 便于密闭, 使用方便。2) 负压自给式, 可调节, 引流充分, 加速肺功能恢复。持续负压吸引保证了引流的通畅, 持续精准的负压吸引: 持续产生的负压对改善胸内积液积气的排除起到了关键的作用, 有利于术后余肺的扩张, 消除了术后导致胸内负压增加、渗液增多的关键不利因素, 如引流不顺畅不充分, 可再次放置细管于锁骨中线第二肋间处, 并可连接 Y 型接头管。此外避免了胸内压的波动, 避免气流频繁经过瘘口, 胸内积气是导致肺不张的重要因素, 而胸内压的波动越大, 支气管及肺创面漏气的时间越长。DDS 系统能维持精准的负压水平, 彻底改善了胸内压的波动, 因此, 有利于减少肺创面漏气, 促进创面以及气管瘘瘘口愈合。可调负压接近目标负压, 保证了集可控处理、实时数据、方便观察和拔管共识及基于数字可控性和客观性的指导方针。3) 数字化组可通过背部放置 12F 的细管, 减轻疼痛、对患者影响干扰小, 可以躺下休息、保障良好的休息睡眠, 受体位影响小, 可以正常活动, 患者术后早期下床活动逐渐常态化, 传统水封瓶并不

能满足患者在下床活动的同时保证得到持续的负压吸引；安装使用方便，减少了护理人员的工作量，减少了引流瓶的更换[12] [13]。4) 在传统的胸腔闭式引流的治疗过程中，护理人员会定时挤压引流管，检查管道是否阻塞，但挤压过程中会造成患者的疼痛，更有可能因为疼痛、咳嗽时的虹吸作用而产生正压，使引流出的液体倒灌回胸腔，引起感染等并发症的发生。而 DDS 属于可调节吸引型的主动引流系统，在一定程度上降低了感染的风险。

12 例患者应用数字化引流装置之后，引流通畅充分，感染控制，残腔消失，漏气量减少，瘘口变小。1~2 个月内基本治愈。观察患者的生命体征、引流流量、引流容积及颜色，根据病情变化需要定期复查胸部 CT，观察胸腔内残余腔的变化。余肺复张，反转，变形和贴合，消除残留的空洞和加速愈合。结果显示，数字化引流装置治疗支气管胸膜瘘的总时间为 36.33 ± 7.025 d，较文献报道治疗时间(3~6 个月甚至更长时间) [14] 明显缩短。应用数字化引流装置可使患者出院治疗，不必住院留观。进行定期随访检查，无支气管胸膜瘘复发。数字化组的 12 例肺术后发生的支气管胸膜瘘患者，通过使用 DDS 进行负压吸引引流后均低于平均治疗周期的时间内实现拔管和出院，为患者减轻了经济负担和精神负担。由于支气管胸膜瘘是肺术后较罕见的并发症，出现支气管胸膜瘘的患者总数较少，对照既往文献及临床经验论证其可行性和优越性，根据使用 DDS 引流前后的数据对比和总引流天数等相关资料仍能反映出 DDS 主动高负压吸引引流系统在此类病例中应用的优势。结合现有的 DDS 和传统引流方法对支气管胸膜瘘引流效果对比的随机对照临床研究(表 3)，数字化组治愈率达到 100%，我们有较为充分的证据说明将 DDS 用于支气管胸膜瘘患者的引流是有临床参考价值的。陈昶[12]等报道了采用数字化引流装置治疗肺术后持续性漏气，亦取得了良好的临床疗效，说明数字化胸腔引流系统用于肺术后迟发性支气管胸膜瘘的治疗安全可行，加速支气管胸膜瘘患者康复出院。

Table 3. Comparison of curative effect between digital system and traditional conservative drainage in patients with bronchopleural fistula

表 3. 数字化系统和传统保守引流等治疗方式在支气管胸膜瘘患者中的疗效对比

文献报道研究	年度	病例数	未治愈数	死亡数	治愈率%	带管时间(d)	瘘口痊愈时间(d)
Cheng Hongzhong [15]	2000	4	0	0	100	NA	49
Zhang Jiandong [16]	2000	38	28	13	73.6	NA	NA
You Peitao [17]	2007	47	23	4	42.5 (部分未愈患者症状缓解)	NA	NA
Mohamed [18]	2010	17	1	1	94.1	NA	18.4
Jose Manuel [19]	2011	7	1	2	85.7	NA	20.8
Rui Mao [20]	2016	13	1	2	92.3	40.5	NA
Traditional group of our hospital	2012~2021	20	2	1	90.0	57.8	61.3
Digital group of our hospital	2012~2021	12	0	0	100	34.0	36.3

NA: not available (说明：我院传统组另 2 例未愈，长期带管、定期换药；1 例患者因肿瘤复发死亡，未纳入表 1、表 2 分析)。

5. 结论

保守治疗肺叶切除术后支气管胸膜瘘是一种安全、有效的方法，是除内镜、外科手术等治疗手段外另一种可行的治疗方法。数字化胸腔引流系统用于肺术后迟发性支气管胸膜瘘安全可行，可提供更大更持续的负压吸引值，从而促使肺复张、通畅引流、避免感染，并缩短引流天数和住院时间。综上，数字化引流系统对胸腔镜肺切除术后迟发性支气管胸膜瘘患者的加速康复具有积极的意义。DDS 是一种安全、

微创、有效、可视化的治疗手段，在治疗 BPF 疗效可观，值得进一步推广利用。

参考文献

- [1] Chen, P.C. and Zhou, X.M. (2007) Related Factors and Prevention of Bronchopleural Fistula after Lung Cancer Operation. *Chinese Journal of Lung Cancer*, **10**, 448-450.
- [2] Nagahiro, I., Aoe, M., Sano, Y., Date, H., Andou, A. and Shimizu, N. (2007) Bronchopleural Fistula after Lobectomy for Lung Cancer. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*, **15**, 45-48. <https://doi.org/10.1177/021849230701500110>
- [3] Pompili, C., Detterbeck, F., Papagiannopoulos, K. and Sihoe, A. (2014) Multicenter International Randomized Comparison of Objective and Subjective Outcomes between Electronic and Traditional Chest Drainage Systems. Elsevier, Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.03.043>
- [4] Shoji, F.J., Takamori, S., Akamine, L., et al. (2016) Clinical Evaluation and Outcomes of Digital Chest Drainage after Lung Resection. *Annals of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **22**, 354-358. <https://doi.org/10.5761/atcs.oa.16-00179>
- [5] Chen, Y., Peng, X., Wang, Y., et al. (2017) Clinical Analysis for Bronchopleural Fistula after Lung Resections. *Journal of Central South University. Medical Sciences*, **42**, 1163-1168.
- [6] Alessandro, B., Egidio, B., Stephen, D., et al. (2011) Consensus Definitions to Promote an Evidence-Based Approach to Management of the Pleural Space. A Collaborative Proposal by ESTS, AATS, STS, and GTSC. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **40**, 291-297. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2011.05.020>
- [7] Brunelli, A., Beretta, E., Cassivi, S.D., Cerfolio, R.J., Detterbeck, F., Kiefer, T., et al. (2011) Consensus Definitions to Promote an Evidence-Based Approach to Management of the Pleural Space. A Collaborative Proposal by ESTS, AATS, STS, and GTSC. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **40**, 291-297. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2011.05.020>
- [8] Varoli, F., Roviario, G., Grignani, F., et al. (1998) Endoscopic Treatment of Bronchopleural Fistulas. *The Annals of Thoracic Surgery*, **65**, 807-809. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(97\)01427-6](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(97)01427-6)
- [9] Cho, H.M., Hong, Y.J., Byun, C.S., et al. (2016) The Usefulness of WiFi Based Digital Chest Drainage System in the Post Operative Care of Pneumothorax. *Journal of Thoracic Disease*, **8**, 396-402. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.02.54>
- [10] George, R.S.J. and Papagiannopoulos, K. (2016) Advances in Chest Drain Management in Thoracic Disease. *Journal of Thoracic Disease*, **8**, S55-S64.
- [11] Li, Y.J. and Li, Y. (2018) Application of Digital Drainage System in Rehabilitation of Patients after Thoracoscopic Lobectomy. *Chinese Journal of Endoscopic Surgery (Electronic Edition)*, **11**, 23-25.
- [12] Chen, D.L. and Chen, C. (2017) Digital Thoracic Drainage System for the Treatment of Refractory Persistent Air Leaks after Lung Surgery. *Chinese Journal of Lung Cancer*, **20**, 833.
- [13] Pompili, C., Detterbeck, F., Papagiannopoulos, K., Sihoe, A., Vachlas, K., Maxfield, M.W., et al. (2014) Multicenter International Randomized Comparison of Objective and Subjective Outcomes between Electronic and Traditional Chest Drainage Systems. *The Annals of Thoracic Surgery*, **98**, 490-497. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.03.043>
- [14] Wu, B., Zhang, G.-Q. and Gao, S.L. (2006) Clinical Analysis of the Patients with Bronchopleural Fistula after Pneumonectomy. *Journal of Xinjiang Medical University*, **29**, 1009-5551.
- [15] 程宏忠, 李雄, 黄丽杉, 王平. 4例支气管胸膜瘘的保守治疗[J]. 云南医药, 2000, 21(5): 447-448.
- [16] 张建东, 魏克壮, 曹勇, 王东平, 刘尚春, 孟庆春. 肺切除术后支气管胸膜瘘 38例[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2000, 16(4): 207-208.
- [17] 游佩涛, 李志强, 高健齐, 卢小红. 支气管胸膜瘘 47例临床分析[J]. 临床肺科杂志, 2007, 12(3): 275-275.
- [18] Boudaya, M.S., Smadhi, H., Zribi, H., Mohamed, J., Ammar, J., Mestiri, T. and Kilani, T. (2013) Conservative Management of Postoperative Bronchopleural Fistulas. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **146**, 575-579. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.04.023>
- [19] Gomez, J.M.N., Carbajo, M.C., Concha, D.V. and Campo-Cañaveral de la Cruz, J.L. (2012) Conservative Treatment of Post-Lobectomy Bronchopleural Fistula. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, **15**, 152-154. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivs078>
- [20] Mao, R., Ying, P.-Q., Xie, D., Dai, C.-Y., Zha, J.-Y., Chen, T., Jiang, G.-N., Fei, K. and Chen, C. (2016) Conservative Management of Empyema-Complicated Post Lobectomy Bronchopleural Fistulas: Experience of Consecutive 13 Cases in 9 Years. *Journal of Thoracic Disease*, **8**, 1577-1586. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.06.23>