

# 俯卧位通气策略在急性Stanford A型主动脉夹层术后重度急性呼吸窘迫综合征患者中的疗效分析

通耀威, 周旺涛, 王 睿, 胥天伟, 李 颖, 郭 驹, 居来提·肉扎洪, 宋云林\*

新疆医科大学第一附属医院重症医学中心, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年9月14日; 录用日期: 2025年10月8日; 发布日期: 2025年10月14日

## 摘 要

目的: 探讨俯卧位通气策略(Prone Position Ventilation, PPV)在急性Stanford A型主动脉夹层(acute Stanford type A aortic dissection, STAAD)术后重度急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)患者中临床应用的有效性及安全性。方法: 回顾性分析2022年6月~2025年6月新疆医科大学第一附属医院重症医学中心收治STAAD术后并发重度ARDS且行PPV患者的临床资料, 对患者的一般资料、实施俯卧位通气前后的血气分析指标、血流动力学指标、不良事件等进行统计学分析。结果: 收集资料期间共有332例STAAD患者行心脏外科手术治疗, 术后并发重度ARDS并实施PPV的患者共50例(15.1%), 其中男性40例, 女性10例, 平均年龄( $48.68 \pm 12.52$ )岁, 50例患者经PPV治疗3天后, 动脉血氧合指数(OI)较前明显改善( $75.04 \pm 7.44$  mmHg vs.  $291.16 \pm 10.25$  mmHg,  $P < 0.05$ ),  $PCO_2$ 较前明显下降( $52.84 \pm 2.25$  mmHg vs.  $36.68 \pm 0.85$  mmHg,  $P < 0.05$ ), PPV期间血流动力学无明显变化, 共有12例(24%)患者发生不良事件, 其中5例发生颜面部浮肿, 4例发生术区少量渗血, 3例发生胸部皮肤压力性损伤, 最终44例(88%)患者均顺利拔管转出ICU, 好转后出院, 6例(12%)患者因感染及多脏器功能衰竭死亡。结论: PPV治疗策略与STAAD术后重度ARDS患者的氧合改善相关, 改善二氧化碳潴留, 并且对血流动力学影响较小, 配合针对性的管理措施, 并发症是轻微、可逆、可防治的, 是一种有效且安全的治疗策略。

## 关键词

急性Stanford A型主动脉夹层, 术后并发症, 急性呼吸窘迫综合征, 俯卧位通气

\*通讯作者。

# Efficacy Analysis of the Prone Position Ventilation Strategy in Patients with Severe Acute Respiratory Distress Syndrome after Acute Stanford Type A Aortic Dissection Surgery

Yaowei Tong, Wangtao Zhou, Rui Wang, Tianwei Xu, Ying Li, Ju Guo, Julaiti Rouzhahong, Yunlin Song\*

Department of Intensive Care Unit, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: September 14, 2025; accepted: October 8, 2025; published: October 14, 2025

## Abstract

**Objective:** To explore the effectiveness and safety of the prone position ventilation strategy (PPV) in the clinical application for patients with severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) after acute Stanford type A aortic dissection (STAAD) surgery. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of patients with severe ARDS who underwent PPV after STAAD and were admitted to the Intensive Care Unit of the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from June 2022 to June 2025. Statistical analysis was performed on the general information of the patients, the blood gas analysis indicators before and after the implementation of prone position ventilation, hemodynamic indicators, and adverse events. **Results:** During the data collection period, a total of 332 STAAD patients underwent cardiac surgery treatment. Among them, 50 patients (15.1%) developed severe ARDS and underwent PPV after surgery. There were 40 male patients and 10 female patients, with an average age of  $(48.68 \pm 12.52)$  years. After 3 days of PPV treatment, the arterial oxygenation index (OI) of the 50 patients significantly improved ( $75.04 \pm 7.44$  mmHg vs.  $291.16 \pm 10.25$  mmHg,  $P < 0.05$ ), and  $PCO_2$  significantly decreased ( $52.84 \pm 2.25$  mmHg vs.  $36.68 \pm 0.85$  mmHg,  $P < 0.05$ ). There was no significant change in hemodynamics during PPV. A total of 12 patients (24%) experienced adverse events, including 5 cases of facial edema, 4 cases of minor bleeding at the surgical site, and 3 cases of pressure-induced skin injury on the chest. Eventually, 44 patients (88%) were successfully extubated and transferred out of the ICU, and discharged after improvement. Six patients (12%) died due to infection and multiple organ failure. **Conclusion:** The PPV treatment strategy is associated with improved oxygenation in patients with severe ARDS after STAAD surgery. It helps alleviate carbon dioxide retention and has a relatively minor impact on hemodynamics. When combined with targeted management measures, the complications are mild, reversible, and preventable, making it an effective and safe treatment strategy.

## Keywords

Acute Stanford Type A Aortic Dissection, Postoperative Complications, Acute Respiratory Distress Syndrome, Prone Position Ventilation

Copyright © 2025 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. 引言

急性主动脉夹层是一种严重危及生命的心血管急症,我国发生率较高(每 10 万人中有 5~10 人),最为凶险的类型为急性 Stanford A 型主动脉夹层(acute Stanford type A aortic dissection, STAAD),累及升主动脉,占有急性主动脉夹层的 58%~62%,因易并发主动脉破裂、心脏填塞、多脏器功能衰竭等,48 h 内病死率高达 50%以上,一经发现应紧急外科手术治疗以挽救生命[1]。STAAD 手术的金标准仍是“孙氏手术”,需经历心脏停跳、深低温停循环、体外循环、人工血管植入等,因手术过程复杂、缺血-再灌注损伤、手术创伤重、大量输血等因素,术后全身炎症反应重,易并发急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS),发生率约 50%,其中部分患者进展为重度 ARDS,常与不良临床结局相关,如延长机械通气时间进而导致严重并发症,还会导致其他器官功能损伤,ICU 住院时间延长,死亡率高达 75% [2]。PROSEVA 试验研究显示[3],PPV 策略可显著降低中、重度 ARDS 患者的病死率,为 PPV 的临床推广应用奠定了基础。相比于仰卧位,俯卧位时可降低胸膜的压力梯度,恢复肺部背段的通气;可减少纵膈和心脏对肺部的压迫,改善局部膈肌的运动,增加功能残气量;肺血流也重新分布,改善重力依赖区的通气血流比,还促进分泌物的引流,从而达到改善患者氧合及肺顺应性的目的。STAAD 术后患者因气管插管、动静脉置管、心包纵膈胸腔引流管等管路多,且为胸部正中切口,PPV 实施过程可能影响手术切口愈合、引流管引流通畅,存在引流管/气管插管/血管通路意外脱管或断裂、血流动力学波动等风险,是心脏外科术者与 ICU 医师担心影响患者预后的主要原因,使得 PPV 的实施与过程管理具有一定挑战性。为改善患者氧合及通气功能,STAAD 术后并发重度 ARDS 的患者也可以考虑应用 PPV,已有多项研究进行了报道,但纳入病例数较少,其有效性及安全性仍有待进一步研究。鉴此,我科对 STAAD 术后并发重度 ARDS 的患者实施 PPV 临床应用的有效性 & 安全性进行分析及总结。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 一般资料

回顾性分析 2022 年 6 月~2025 年 6 月在我院明确诊断为 STAAD 并行外科手术治疗患者的临床资料。纳入标准:① 术后并发顽固性低氧血症的患者,采取保护性肺通气策略,较高呼吸末正压(positive end expiratory pressure, PEEP)  $\geq 5$  cmH<sub>2</sub>O (1 cmH<sub>2</sub>O = 0.098 kPa)、肺复张、限制性液体管理、充分吸痰等治疗后,动脉血氧合指数(oxygenation index, OI):动脉血 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>持续  $\leq 100$  mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),符合重度 ARDS 诊断标准;② 实施 PPV 策略  $\geq 3$  天,每日 PPV 持续时间  $\geq 12$  h;排除标准:① STAAD 术后住院时间  $< 24$  h;② 术后 24 h 内因循环衰竭而死亡的患者;③ 合并肺栓塞、气胸或大量皮下气肿;④ 合并开放性胸腹部损伤、不稳定骨折;⑤ 血流动力学极不稳定(使用 2 种以上升压药物且平均动脉压  $< 65$  mmHg);⑥ 围手术期应用体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)。

### 2.2. 方法

#### 2.2.1. 一般治疗及循环呼吸监测

STAAD 术后患者返回 ICU 后常规应用经口气管插管接呼吸机辅助通气,采用同步间歇指令通气 + 压力支持通气 + PEEP,吸入氧浓度(FiO<sub>2</sub>) 50%~100%,潮气量 6~8 ml/kg (理想体重),呼吸频率 12~15 次/min,PEEP 5~12 cmH<sub>2</sub>O,吸呼比 1:1.5~2。给予镇静、镇痛、肌松药物治疗,规范气道护理、吸痰,复查动脉血气分析,若 OI  $< 100$  mmHg,实施肺复张策略,充分吸痰,并将 PEEP 设置为 8~12 cmH<sub>2</sub>O,加强利尿,维持液体负平衡,减轻肺水肿。术后经上述治疗 6 小时后,若 OI 仍  $< 100$  mmHg,在血流动力学稳定的前提下尽早应用 PPV 治疗,每次 PPV 时间应超过 12 h。床旁多功能监护仪持续监测患者心率、有创动脉血压、呼吸、血氧饱和度,血气分析仪行床旁血气分析,记录 PO<sub>2</sub>、FiO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>。

### 2.2.2. PPV 实施

#### (一) 操作前准备

**(1) 实施前评估：**① 患者血流动力学相对稳定，床旁心脏超声评估心脏功能，若心功能较差，则应先予以血管活性药物或机械循环辅助装置支持，待循环稳定后尽早行 PPV；② 根据患者情况随时调整镇静药物剂量，Richmond 躁动-镇静评分(RASS)-4~-5 分，同时作好充分的镇痛；③ 确认并固定好气管插管位置，防止翻转时脱出，并充分清理呼吸道及口鼻腔分泌物；④ 确认中心静脉导管固定好，微量泵及延长管线路梳理整齐，中心静脉测压管及各类三通连接正确，防止翻身过程中发生中心静脉导管脱落或微量泵延长管、三通连接管发生断裂造成泵药不能及时输入体内，导致患者循环发生波动。同理确认其他动、静脉导管固定好，如股静脉、股动脉管路(部分患者需要行连续血液净化治疗、主动脉内球囊反搏泵支持等)，连接延长管及导线捋顺，防止翻身过程中发生导管、导线脱落或断裂甚至大出血的风险；⑤ PPV 前 2 h 停鼻饲肠内营养，并在开始实施前回抽胃内容物，防止返流误吸，做好气囊压力监测；⑥ 检查术区有无渗出、渗血，必要时给予术区换药包扎；同时使用胸部固定带绑紧胸廓，防止翻身过程中造成术区渗血、感染，甚至胸骨断裂等并发症。检查心包纵膈引流管是否引流通畅，固定好，加强引流管引流，避免堵塞；⑦ 检查易受压部位皮肤状况。

**(2) 物品准备：**翻身单(可用床单代替，折叠成合适大小)、美皮康、水胶体敷料数张、胶带、头枕(U 形枕或水枕)、枕头至少 3 个、护理垫数张。

**(3) 患者准备：**① 确定翻转方向：根据患者呼吸机管路及中心静脉和其他动静脉导管位置决定由左向右或右向左进行翻转，既要方便又要保证安全性；② 电极片移至肩臂部，整理监护仪各连接导线；③ 夹闭非紧急管路(如尿管、胃管、心包纵膈引流管等)，防止引流液回流造成感染，将心包纵膈引流瓶、尿管等放置于患者两腿之间，由专人扶稳，妥善固定各导管，防止滑脱，整理各管路方向与身体纵轴方向一致，并留出足够长度便于翻转；④ 美皮康贴于患者易受压部位，如四肢关节、胸骨、胸廓、肋缘、髌骨、下颌骨、心包纵膈引流管口下方等处，对于体重较大患者，应适当增加美皮康数量，面部敷予水胶体，防止压伤。

#### (二) PPV 实施

**(1) 人员准备及分工：**采用信封法，至少需五名医护人员共同实施。第一人，管床医师站于患者头顶，负责指挥、气管插管固定、头部的安置；第二、第三人，护士或医师分别站于患者颈肩左右侧，负责中心静脉导管、微量泵延长管、呼吸机管路及胃管等；第四、第五人，护士或医师分别站于患者左右臀部，负责股静脉/动脉管、心包纵膈引流管、尿管等。如患者行床旁血液净化治疗或主动脉内球囊反搏泵支持等，需要适当增加 1~2 人专门看护相关管路，最大程度减少管路发生脱落、断裂等风险。患者生命体征由位于监护仪对侧的医护人员监视。

**(2) 翻转方法：**① 首先将心电导联电极片贴于患者肩部及双上肢外壁，保证在翻身过程中持续监测心电图，若出现血流动力学不稳定，应立即停止 PPV；② 将备好的翻身单分别垫于患者身下和盖于患者身上，上下两层翻身单对齐，同时向患者卷起；③ 由站在患者头顶的医师固定好气管插管及呼吸机管路，其余四人各司其职，固定好管路；④ 确认管路及患者安全后，由医师发出口令，并同其余四人将患者托起，平移至病床一侧，先将患者翻转 90°，再将患者行 180°翻转至俯卧位；此过程应格外小心，轻抬轻放，切忌慌乱，防止因重力导致患者头颈部或身体其他部位受伤；⑤ 五人将患者共同托起，先将患者平移至床位中间，由另一名护士向患者胸下及髋部放置枕头(一般胸下放 2 个，髋部放 1 个)，调整至合适高度(男性避免会阴部受压)；⑥ 将患者头偏向一侧，头下垫护理垫和头枕，留出足够高度，确保气管插管及呼吸机管路通畅；⑦ 整理确认各导管及引流管是否在位通畅、导线固定，摆放肢体于功能位，四肢约束带约束于床沿。



### (三) 并发症防治

PPV 在实施及治疗的过程中,可能会对患者造成一些不良后果,如压力性损伤、术区渗出、心律失常、循环波动、呼吸道阻塞等,甚至导致危及生命安全的严重并发症,如各种血管通路意外拔管、断裂和脱落,气管插管移位、脱出和阻塞等,规范谨慎的操作及娴熟的团队合作可最大限度的减少并发症的发生。防治措施:① 做好各项准备工作,在患者血流动力学稳定的前提下行 PPV 治疗,治疗过程中做好应对血流动力学不稳定的准备,如血管活性药物、输液及抗心律失常药物等,若出现危及生命的血流动力学紊乱,应及时终止 PPV 治疗;② 翻转前应确定好方向,由一人指挥,医护人员共同配合,各司其职,确保各种管路的固定与放置,切忌慌乱;③ 针对压力性损伤,除应用美皮康敷料贴于易受压部位外,对于颜面部及眼睛受压,可每 2 h 跟换头部方向 1 次,还可对四肢受压部位定时进行适度活动及按摩;④ 若术区有渗出,应及时在 PPV 前、后给予术区换药,重新包扎,保持干燥,避免术区感染,应特别注意使用胸带绑紧固定胸廓。

### (四) PPV 结束操作

① 首先应清理呼吸道及口鼻腔分泌物;② 先明确人员分工及职责,各自妥善固定好管路,解开四肢约束带,医师在患者头顶固定好气管插管及呼吸道管理,并同其余人员共同将患者托起,撤除头及身下枕头,先将患者移至病床一侧,然后将患者转为侧卧位,整理好病床,再将患者翻为仰卧位,撤除美皮康敷料;③ 生命体征稳定后将心电监护接至胸前,整理各管路,重新固定好;④ 清洁颜面部,更换气管插管固定胶布,进行口腔护理。

#### 2.2.3. 观察指标

回顾性收集患者治疗过程中相关资料,内容如下:1) 一般情况:年龄、性别、身体质量指数(body mass index, BMI)、吸烟史、基础疾病等;2) 心脏手术情况:手术术式、体外循环时间、阻断时间、失血量、输血量等;3) PPV 开始前患者的心率、血压、中心静脉压(Central venous pressure, CVP)、动脉血  $PO_2$ 、 $FiO_2$ 、 $PaCO_2$ , 并计算 OI;4) 在 PPV 治疗开始时 1 h、4 h、6 h、12 h 以及 PPV 治疗结束后(即仰卧位开始时)1 h、4 h、6 h、12 h 记录患者心率、血压、CVP、 $PO_2$ 、 $PaCO_2$  及 OI;5) 不良事件:意外脱管、压力性损伤、术区渗血、切口愈合不良、心律失常、心脏骤停等;6) 预后指标:机械通气时间、ICU 住院时间、生存情况等。

#### 2.2.4. 统计学处理

使用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差表示,非正态分布的计量资料采用中位数和四分位数间距[M (Q1, Q3)]表示,计数资料以例(率)表示,不同时间点之间  $PO_2$ 、 $PaCO_2$ 、OI 比较采用重复测量方差分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 患者基本临床资料

研究期间共收治行心脏外科手术的 STAAD 患者共 332 例,根据纳入排除标准,共纳入 50 例患者,其中男性 40 例,女性 10 例,平均年龄( $48.68 \pm 12.52$ )岁,大部分患者有高血压病史,存在吸烟、饮酒史,部分患者合并肺部基础疾病(肺气肿、慢性支气管病、慢性阻塞性肺疾病及哮喘等),发病到手术的时间为  $1.23 \pm 0.84$  d,手术时间为  $6.88 \pm 2.62$  h,其中体外循环转机时间为  $248.44 \pm 58.42$  min,阻断时间为  $152.52 \pm 55.24$  min,术后机械通气时间为  $13.72 \pm 4.64$  d,共有 12 例(24%)患者发生不良事件,其中 5 例发生颜面部浮肿,4 例发生术区少量渗血,3 例发生胸部皮肤压力性损伤,44 例(88%)患者好转康复出院(表 1)。

**Table 1.** Clinical data and prognosis indicators of patients with prone position ventilation [ $\bar{x} \pm s$  /number of cases (%)]  
**表 1.** 俯卧位通气患者临床资料及预后指标[ $\bar{x} \pm s$  /例(%)]

| 临床资料                     | 数据               |
|--------------------------|------------------|
| 年龄(岁)                    | 48.68 ± 12.52    |
| 男性                       | 40 (10.0)        |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 29.26 ± 3.70     |
| 高血压病史                    | 38 (76.0)        |
| 吸烟史                      | 35 (70.0)        |
| 饮酒史                      | 28 (56.0)        |
| 肺部基础疾病                   | 25 (52.0)        |
| 发病到手术的时间(d)              | 1.23 ± 0.84      |
| 手术时间(h)                  | 6.88 ± 2.62      |
| 体外循环时间(min)              | 248.44 ± 58.42   |
| 阻断时间(min)                | 152.52 ± 55.24   |
| 术中失血量(ml)                | 1223.14 ± 352.23 |
| 术中总输注异体血量(ml)            | 1242.48 ± 562.42 |
| IABP 支持                  | 6 (12%)          |
| 术后机械通气时间(d)              | 12.21 ± 5.24     |
| 不良事件                     | 12 (24%)         |
| ICU 住院时间                 | 17.58 ± 4.45     |
| 康复出院                     | 44 (88.0)        |

注：BMI：体重指数；IABP：主动脉内球囊反搏；ICU：重症医学科。

**3.2. PPV 前后 OI 和 PaCO<sub>2</sub> 比较**

患者在经第一次、第二次、第三次 PPV 治疗及翻转为仰卧位后 1 h、2 h、6 h、12 h 分别做血气分析，PPV 治疗后 OI 较前显著上升，并且随着 PPV 治疗时间的延长而增加(P < 0.05)。翻转回仰卧位后，OI 可基本维持在 PPV 后水平，第一次、第二次仰卧位后 OI 较前稍下降，第三次仰卧位后，OI 较前稍上升。患者 PaCO<sub>2</sub> 在第一次 PVV 治疗后显著下降至正常水平(P < 0.05)，之后体位改变均呈小范围波动(见表 2，表 3)。

**Table 2.** Changes in OI of patients at different time points in prone and supine positions  
**表 2.** 患者 OI 在俯卧位及仰卧位各时间点的变化

|     | 0 h           | 1 h             | 4 h             | 6 h            | 12 h           | P 值    |
|-----|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------|
| D1a | 75.04 ± 7.44  | 119.52 ± 13.49* | 143.64 ± 10.69* | 163.64 ± 9.15* | 186.60 ± 8.31* | <0.001 |
| D1b | 186.60 ± 8.31 | 189.04 ± 10.10  | 186.84 ± 11.32  | 183.12 ± 11.79 | 176.68 ± 6.86  | 0.128  |
| D2a | 176.68 ± 6.86 | 198.16 ± 8.18*  | 209.60 ± 7.42*  | 217.44 ± 7.67* | 227.96 ± 7.70* | <0.001 |
| D2b | 227.96 ± 6.86 | 224.28 ± 11.04  | 222.16 ± 11.86  | 217.04 ± 10.22 | 210.64 ± 5.74  | 0.147  |
| D3a | 210.64 ± 5.73 | 237.64 ± 6.69*  | 253.12 ± 7.61*  | 253.12 ± 7.99* | 284.64 ± 9.59* | <0.001 |
| D3b | 284.64 ± 9.59 | 285.36 ± 14.54  | 280.72 ± 12.31  | 281.64 ± 16.88 | 291.16 ± 10.25 | 0.204  |

注：\*表示各时间点与 0 h 比较差异具有统计学意义。D1a：第一次俯卧位；D1b：第一次仰卧位；D2a：第二次俯卧位；D2b：第二次仰卧位；D3a：第三次俯卧位；D3b：第三次仰卧位。

**Table 3.** Changes in PaCO<sub>2</sub> of patients at different time points in prone and supine positions  
**表 3.** 患者 PaCO<sub>2</sub> 在俯卧位及仰卧位各时间点的变化

|     | 0 h          | 1 h           | 4 h           | 6 h           | 12 h          | P 值    |
|-----|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| D1a | 52.84 ± 2.25 | 47.20 ± 2.63* | 43.96 ± 2.75* | 42.00 ± 2.69* | 40.04 ± 2.11* | <0.001 |
| D1b | 40.04 ± 2.11 | 41.32 ± 2.08* | 42.16 ± 2.38* | 43.24 ± 2.74* | 44.48 ± 2.73* | <0.001 |
| D2a | 44.48 ± 2.73 | 42.08 ± 2.71* | 40.16 ± 2.66* | 38.32 ± 2.39* | 37.52 ± 1.48* | <0.001 |
| D2b | 37.52 ± 1.48 | 38.88 ± 1.76* | 40.08 ± 2.52* | 40.72 ± 2.26* | 41.96 ± 2.01* | <0.001 |
| D3a | 41.96 ± 2.01 | 39.80 ± 1.92* | 37.52 ± 1.85* | 37.04 ± 1.17* | 36.76 ± 0.97* | <0.001 |
| D3b | 36.76 ± 0.97 | 37.56 ± 1.21  | 37.16 ± 1.21  | 36.96 ± 0.89  | 36.68 ± 0.85  | 0.487  |

注：\*表示各时间点与 0 h 比较差异具有统计学意义。D1a：第一次俯卧位；D1b：第一次仰卧位；D2a：第二次俯卧位；D2b：第二次仰卧位；D3a：第三次俯卧位；D3b：第三次仰卧位。

**3.3. 血流动力学指标**

患者在第一次俯卧位前和俯卧位 12 h 后心率为(96.41 ± 15.48 vs. 92.20 ± 14.65, P > 0.05), 平均动脉压为(110.48 ± 7.77 vs. 112.44 ± 6.46, P > 0.05), CVP 为(9.24 ± 1.05 vs. 9.04 ± 0.79, P > 0.05), 血流动力学指标在 PPV 实施前后未见明显波动。

**4. 讨论**

近年来, 有大量研究表明, STAAD 手术体外循环时间长、深低温停循环、缺血 - 再灌注损伤、大量炎症介质释放以及围术期大量输血是术后发生 ARDS 的主要原因[4]。Chen 等[5]人研究发现, STAAD 术后重度 ARDS 患者肺部感染及多脏器功能障碍综合征发生率明显增加, 住院费用、机械通气时间、ICU 住院时间以及住院死亡率明显增加。心脏术后患者对于低氧的耐受性远低于其他疾病, 易诱发心律失常、心力衰竭甚至心脏骤停等, 需要快速改善全身氧供[6]。针对重度 ARDS 患者改善氧合的方式包括保护性肺通气策略、严格的液体管理、神经肌肉阻滞剂和 PPV 等, 以及一氧化氮吸入、ECMO 支持等[7]。因 PPV 能够促进塌陷肺泡复张、改善通气血流比、改善呼吸系统顺应性、利于痰液引流等以改善氧合及通气功能, 且具有无创、易操作、低成本、高受益等优点, 更易于临床推广应用, 目前 PPV 策略已被广泛应用于 ARDS 的治疗, 并已将“中重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者俯卧位通气实施率”加入重症医学专业医疗治疗控制指标(2024 年版)中。在心脏外科手术后应用 PPV 也是可行的, Yang 等[8]人报道, 对于 STAAD 术后重度 ARDS 的患者, 常规治疗难以改善氧合, 因术后心包、纵膈、胸腔引流较多, 担心 ECMO 支持后造成凝血功能紊乱进而发生大出血并发症, 故予以患者行 PPV 治疗, 氧合明显改善, 双肺弥漫性渗出明显减少, 促进了病情恢复。Su 等[9]研究发现, 对于成人心脏手术后并发 ARDS 的患者, 与仰卧位相比, 接受 PPV 治疗的患者氧合指数(P/F 比值)明显改善, 机械通气时间与 ICU 住院时间均明显缩短, 且在 IABP 支持的患者中实施长时间 PPV 治疗也并未观察到不良事件。此外, 也有研究探讨了 PPV 对血流动力学的影响[10], 一方面, 俯卧位可能会减少肺血管阻力和右心室后负荷, 有利于心肺交互作用; 另一方面, PPV 改善氧合后, 可逐渐纠正机体的代偿反应, 从而可以稳定血流动力学, 降低血管活性药物剂量, 减慢心率、稳定血压, 提高器官血流灌注, 有利于器官功能的恢复;

本研究结果表明, PPV 治疗可显著改善 STAAD 术后重度 ARDS 患者的氧合及通气功能, OI 随着 PPV 治疗时间的延长逐渐增涨, PaCO<sub>2</sub> 随着 PPV 治疗逐渐下降至正常, 且第一次 PPV 治疗效果最佳。在第一次、第二次由俯卧位翻转为仰卧位时, 氧合已较前明显改善, 但由于患者自主呼吸道清除能力恢复

欠佳,故在前两次仰卧位时氧合未能进一步改善,仍需 PPV 支持治疗。当第三次 PPV 后,患者 ARDS 症状进一步得到改善,肺氧合及通气功能提升,逐渐下调呼吸机支持力度,若无其他术后并发症,部分患者即可制定脱机计划,促进拔管。PPV 治疗的益处总结如下:① 纠正顽固性低氧血症:主要机制为降低肺内分流,改善通气血流比,增加功能残气量。此外,体位引流也有助于氧合的改善。② 改善高碳酸血症:主要通过减少腹侧区域肺泡死腔改善高碳酸血症。③ 有助于肺保护性策略的实施:PPV 时胸膜腔内重力压力梯度分布更加均匀,促进背侧区域肺泡复张,同时降低腹侧区域胸壁顺应性,减少肺泡过度膨胀,提高肺通气均一性。此外,PPV 治疗在带给患者益处的同时也可能会增加并发症的发生率。随着 PPV 在临床实践中的应用越来越广泛,以及《急性呼吸窘迫综合征患者俯卧位通气治疗规范化流程》的发布[11],都对并发症的防治提出了具体的要求。STAAD 术后患者因经历开胸手术、留置引流管等,比其他患者实施 PPV 难度大、监测项目多、风险更高,研究期间,医护团队制定了针对性的干预措施,在这 50 例患者中,共有 12 例(24%)患者发生不良事件,其中 5 例发生颜面部浮肿,4 例发生术区少量渗血,3 例发生胸部皮肤压力性损伤,没有患者因不良事件导致病情恶化。

本研究存在一定的局限性:首先,本研究为单中心回顾性研究,样本量较小,时间跨度较长,不同时期对于患者围术期的管理可能存在一定偏倚;其次,本研究为治疗措施实施后的自身前后对比分析,无病例对照组,在体现治疗措施有效性等方面研究结果证据等级偏低。

综上所述,PPV 治疗策略与 STAAD 术后重度 ARDS 患者的氧合改善相关,改善二氧化碳潴留,并且对血流动力学影响较小,配合针对性的管理措施,并发症是轻微、可逆、可防治的,是一种有效且安全的治疗策略。经训练有素、经验丰富的医护团队实施 PPV 有效性及安全性可得到保障,必须优先考虑安全性,以最大程度地提高临床获益并减少不良事件的发生。

## 利益冲突

所有作者声明无利益冲突。

## 参考文献

- [1] Kesieme, E.B., Iruolagbe, C.O. and Ngaage, D.L. (2024) Recognition and Initial Management of Acute Aortic Dissection. *British Journal of Hospital Medicine*, **85**, 1-12. <https://doi.org/10.12968/hmed.2024.0004>
- [2] Liu, Q., Guan, Y., Yang, X., Jiang, Y. and Hei, F. (2025) Perioperative Oxygenation Impairment Related to Type A Aortic Dissection. *Perfusion*, **40**, 49-60. <https://doi.org/10.1177/02676591231224997>
- [3] Guérin, C., Reignier, J., Richard, J., Beuret, P., Gacouin, A., Boulain, T., et al. (2013) Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine*, **368**, 2159-2168. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1214103>
- [4] Song, X., Nie, S., Xiao, J., Shen, X., Hong, L., Chen, S., et al. (2022) Risk Factors and Long-Term Prognosis for Postoperative Hypoxemia in Patients with Acute Type A Aortic Dissection: A Retrospective Observational Study. *Medicine*, **101**, e32337. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000032337>
- [5] Chen, M.F., Chen, L.W., Cao, H. and Lin, Y. (2016) Analysis of Risk Factors for and the Prognosis of Postoperative Acute Respiratory Distress Syndrome in Patients with Stanford Type A Aortic Dissection. *Journal of Thoracic Disease*, **8**, 2862-2871. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.10.10>
- [6] Sanfilippo, F., Palumbo, G.J., Bignami, E., Pavesi, M., Ranucci, M., Scolletta, S., et al. (2022) Acute Respiratory Distress Syndrome in the Perioperative Period of Cardiac Surgery: Predictors, Diagnosis, Prognosis, Management Options, and Future Directions. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **36**, 1169-1179. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.04.024>
- [7] 通耀威,周旺涛,王睿,任禹澄,居来提·肉扎洪,郭驹,李颖,王正凯,张晓倩,宋云林. 静脉-静脉体外膜肺氧合在体外循环手术后难治性低氧血症治疗中的应用价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2023, 37(11): 1111-1117.
- [8] Yang, J., Wang, S., Gan, Y., Feng, X. and Niu, B. (2022) Short-Term Prone Positioning for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome after Cardiopulmonary Bypass: A Case Report and Literature Review. *World Journal of Clinical Cases*, **10**, 13435-13442. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i36.13435>



- 
- [9] Su, L., Zhang, J., Zhao, H., Li, Z., Luo, H., Liu, J., *et al.* (2024) Efficacy and Safety of Early Prone Position in Postoperative Cardiac Surgery Adults with Acute Respiratory Distress Syndrome: A Single-Center Retrospective Cohort Study. *Journal of Thoracic Disease*, **16**, 4967-4976. <https://doi.org/10.21037/jtd-24-323>
- [10] Lai, C., Monnet, X. and Teboul, J.L. (2023) Hemodynamic Implications of Prone Positioning in Patients with ARDS. *Critical Care*, **27**, Article No. 98. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04369-x>
- [11] 急性呼吸窘迫综合征患者俯卧位通气治疗规范化流程[J]. 中华内科杂志, 2020, 59(10): 781-787.