

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220875

• 海洋军事医学 •

舰载机飞行员自发性气胸的诱发因素分析及防护对策

刘玉明¹, 吕传禄¹, 仇顺海¹, 胡可昕¹, 彭晓宁¹, 李旭霞^{1*}, 王小艺²

1. 海军军医大学(第二军医大学)海军特色医学中心卫生装备与综合论证研究室, 上海 200433

2. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院妇产科, 上海 200433

[摘要] 随着我国海军航空母舰的入役, 海军需要培养大批舰载机飞行员, 探索舰载机飞行员的身体疾患与健康维护对于提高作业能力具有重要意义。自发性气胸在舰载机飞行员中较为罕见, 但危害严重, 一旦发生可严重威胁飞行安全。本文通过对美国海军舰载机飞行员发生的自发性气胸状况进行分析, 探讨其诱发因素并提出防护对策, 为我军舰载机飞行员的职业健康维护提供参考。

[关键词] 航空母舰; 自发性气胸; 舰载机飞行员; 诱发因素

[引用本文] 刘玉明, 吕传禄, 仇顺海, 等. 舰载机飞行员自发性气胸的诱发因素分析及防护对策[J]. 海军军医大学学报, 2023, 44(9): 1109-1112. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220875.

Spontaneous pneumothorax in carrier-based pilots: analysis of inducing factors and protection measures

LIU Yuming¹, LÜ Chuanlu¹, QIU Shunhai¹, HU Kexin¹, PENG Xiaoning¹, LI Xuxia^{1*}, WANG Xiaoyi²

1. Department of Health Equipment and Comprehensive Demonstration, Naval Medical Center, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. Department of Gynaecology and Obstetrics, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] A large number of carrier-based aircraft pilots is needed for Chinese Navy with the enlist of our naval aircraft carriers. To explore the physical diseases and health maintenance of carrier-based aircraft pilots is of great significance for improving their operational ability. Spontaneous pneumothorax in carrier-based aircraft pilots is extremely rare. Once occurs, it can greatly threaten the flight safety. This paper introduces the spontaneous pneumothorax cases in US Navy carrier-based aircraft pilots, analyzes its inducing factors, and proposes protective measures, so as to provide reference for the health maintenance of our carrier-based aircraft pilots.

[Key words] aircraft carriers; spontaneous pneumothorax; carrier-based aircraft pilots; inducing factors

[Citation] LIU Y, LÜ C, QIU S, et al. Spontaneous pneumothorax in carrier-based pilots: analysis of inducing factors and protection measures [J]. Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(9): 1109-1112. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220875.

舰载机是航空母舰战斗群实施军事威慑、海上封锁、夺取海空控制权的主要攻击和防御力量, 在完成战斗、攻击、反潜、预警、加油、侦察等任务中发挥着重要作用。由于特殊的航行环境和航行特点, 舰载机飞行员必须连续大强度地完成各种复杂而高难度的任务, 再加上舰载机特殊的起降方式和作业特点, 舰载机飞行员容易发生一些职业疾病, 如颈椎病、腰椎病、减压病、眩晕症等。自发性气胸虽不是舰载机飞行员的高发疾病, 但它的发

生与飞行员这一职业有着密切的关系^[1], 应予以密切关注与防护。

自发性气胸是指在没有创伤或人为因素的情况下肺组织及脏层胸膜自发性破裂, 空气进入胸膜腔, 导致肺组织受压、萎缩引发的一系列综合征^[2]。其临床表现为不同程度的胸痛、胸闷、呼吸困难, 双侧大量气胸可引起窒息, 严重者可发生血管损伤伴随胸膜腔内大量出血, 引起休克甚至死亡^[3]。该疾病在地面发生时通常较为容易处理, 但

[收稿日期] 2022-11-14

[接受日期] 2023-04-25

[基金项目] 全军装备军内科研项目(20AZ0506)。Supported by Military Scientific Research Project of the PLA Equipment (20AZ0506)。

[作者简介] 刘玉明, 博士, 副研究员。E-mail: xiaoliu888627@sohu.com

*通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-81883203, E-mail: lisusie191@sina.com

在舰载机飞行中一旦发生可能导致航行任务中止、严重事故或重大空难,危害飞行安全。美国海军在舰载机飞行员的疾病防护方面经验丰富,且已开展了大量研究,值得借鉴。本文对美国海军舰载机飞行员自发性气胸的发生情况及诱发因素进行分析,提出防护措施,为我军舰载机飞行员的职业健康维护提供参考。

1 舰载机飞行员自发性气胸发生情况

自发性气胸在普通人群中的总体年发病率为(7~28)/10万,男女比例为3.3:1,典型的发病群体多为瘦高体型且年龄在15~35岁的男性^[4]。美国海军舰载机飞行员有少量自发性气胸的报道。1975年报道1名驾驶T-33教练机的教官在空中发生自发性气胸。该教官29岁,拥有2800h的飞行经验,发病前在海拔9144m高空飞行2h,飞行期间身体无异常表现,飞行结束几分钟后感到左胸轻微不适。因任务繁重,第2天这名教官和1名学生一起飞行,以1220m/min的速度上升,当上升到海拔4877m完成180°急转弯(倾斜45°,加速度为2G)过程中,突然感到严重呼吸困难和左胸刺痛,立即决定停止任务,以305m/min的速度缓慢下降,随后安全降落。经检查被诊断为自发性气胸^[5]。1994年报道1名驾驶F-16舰载机的飞行员在返回途中突发自发性气胸。该飞行员26岁,此次在海拔4572m的高空进行训练,当在海拔约2438m飞行、加速度约为6G时突然感到胸部刺痛,他立即减速并请求停止训练,剧烈疼痛持续约15s后减缓,但仍存在呼吸短促、呼吸困难,在平安着陆并返回基地后被诊断为自发性气胸^[6]。2018年报道1名24岁F/A-18舰载机飞行员在空中发生自发性气胸。该飞行员在海拔4876.8m的飞行训练中进行加速度为6.5G的转弯训练时突然出现右侧胸背痛,立即终止训练返回基地,降落后感疼痛明显好转,随后3d胸痛加重且呼吸困难,到航空医学诊所就诊,经高分辨率CT扫描显示为自发性气胸。该飞行员随即接受了可视化辅助胸腔镜胸膜固定术和顶端楔形切除术,6周后再次接受机械胸膜固定术及左侧心尖楔形切除术。根据美国海军航空医疗豁免指南,在手术后2.5个月进行肺功能测试和心肺运动测试中,该患者的表现好于预期。经过3个月的康复,该飞行员

恢复了飞行状态,并重新参与了培训课程,此后飞行多次均未出现任何问题^[7]。

舰载机在一些国家起步较晚、发展滞后,因此对舰载机飞行员自发性气胸的研究极少。自发性气胸在我国及其他国家战斗机飞行员中也有个案报道。我国2014年报道了1名歼击机飞行员在进行高强度飞行训练(飞行中曾进行特技飞行)结束后约1h发生自发性气胸,经治疗出院并停飞观察3个月后鉴定为飞行合格^[8];2017年报道了1名歼击机飞行员发生自发性气胸,在全身麻醉下行胸腔镜下肺大疱切除术后治愈出院^[9]。虽然对舰载机飞行员自发性气胸发生的报道较少,但如何加强其诱发因素及防护措施研究对于维护国家安全和提高战斗力具有重要意义。

2 舰载机飞行员自发性气胸诱发因素

2.1 舰载机+Gx加速度作用的影响 +Gx加速度是指惯性力作用于人体X轴、由背指向胸的加速度,舰载机弹射起飞或滑跃起飞时受到此加速度的影响。+Gx加速度作用时,胸、腹部受到与身体纵轴垂直的惯性力作用。当舰载机进行弹射起飞时,飞行员身体承受4~6+Gx加速度负荷,会使胸廓受压、前后径缩短,胸腔容积减少,吸气肌负担增加;+Gx加速度作用还可以造成小气道受压闭塞、肺泡闭锁、肺泡气滞留,自发性气胸的发生风险增高^[7]。反复合抗荷动作训练也可能会增加高性能舰载机飞行员发生自发性气胸的风险,抗荷动作训练在增加飞行员承受的正向G力的同时增加其全身动脉血压并维持脑血流量,继而使跨肺压和肺泡内压升高,导致肺泡破裂,气体漏入胸膜腔而产生自发性气胸^[7]。

2.2 抗荷加压呼吸的影响 美国F/A-18舰载机飞行员通过加压面罩进行抗荷加压呼吸,从而确保能够在更高的高度飞行。加压面罩在飞行期间以0.98kPa的正压输送氧气,但在飞行员承受高+Gz加速度负荷期间输送压力可以达到7.06kPa^[7]。据报道,肺泡破裂和医源性气胸分别与超过4.90kPa的气道峰值压力和超过4.66kPa的平台压力有关^[10],因此抗荷加压呼吸也可能是自发性气胸发生的一个促成因素。

2.3 医学筛查手段的影响 舰载机飞行员是一个独特且人数较少的群体,他们在试运行和飞行许可

之前要接受全面醫學篩查,其中包括胸部X線片,但胸膜下氣泡很難在胸部X線片上看到,很可能被遺漏。在高性能艦載機的飛行員中,胸膜下氣泡被漏檢也可能会增加自發性氣胸的發生風險^[7]。

3 艦載機飛行員自發性氣胸防護策略

3.1 加強對艦載機高+Gx飛行中的防護訓練和研究 飛行員在承受高+Gx加速度負荷期間,胸腹部受到慣性力作用,肺通氣功能受到很大影響。對抗+Gx作用最為理想的體位是12°~15°背角,飛行員嚴格按照標準規範進行操作有助於對抗高+Gx損傷。

加壓供氧是提高飛行員抗+Gx耐力的有效措施^[11]。從理論上講,加壓呼吸可在艦載機起飛時對抗+Gx對飛行員呼吸的影響,但對於加壓呼吸在起飛過程中什麼時間應用、加壓呼吸的頻率、呼吸時間長短等標準都未明確,有必要根據航空生物動力學實驗結果儘快制定相關標準並在艦載機上進行驗證,從而有效維護艦載機飛行員的健康,保護其職業壽命。

3.2 減少自發性氣胸誘發危險因素 吸煙是自發性氣胸的危險因素,多數自發性氣胸患者有吸煙史,吸煙者自發性氣胸的復發率也更高,而戒煙可降低自發性氣胸的發生風險^[12]。海軍部隊吸煙行為較為普遍,相當一部分吸煙的海軍飛行員願意主動戒煙,只因缺乏合理的方法和指導戒煙成功率較低^[13],部隊的特殊環境也會增加飛行員的戒煙難度。應加強對艦載機飛行員宣教吸煙對健康的損害,同時要給予正確的行為指導和有益的心理輔導,幫助有戒煙意願的飛行員戒煙。

3.3 加強自發性氣胸的醫學篩查 胸部X線片是診斷氣胸的一種方便、快捷的方法,但其分辨率相對較低,可能會造成小氣泡的漏檢。CT分辨率高,無組織重疊,對氣胸的臨床診斷準確率更高,具有更強的臨床實用價值^[14]。

$\alpha 1$ 抗胰蛋白酶($\alpha 1$ -antitrypsin, $\alpha 1$ -AT)是一種彈性蛋白水解酶抑制物,可以抑制蛋白酶分解肺組織的彈性蛋白,阻止肺泡間隙被破壞,降低因胸腔持久性擴大而形成肺氣腫的風險。 $\alpha 1$ -AT缺乏是自發性氣胸的危險因素^[15-16],因此加強 $\alpha 1$ -AT等血清學指標的篩查對於預防自發性氣胸的發生有重要意義。

3.4 提高自發性氣胸救治水平,降低復發率 自發性氣胸的常用治療方法有保守治療、排氣療法、胸膜固定術等,但在治療後仍有一定的復發率^[17]。因此,對於從事高危險活動的艦載機飛行員,提高救治水平、降低復發率尤為重要。對於自發性氣胸患者,採用胸腔鏡下肺大疱切除術聯合胸膜固定術可減輕手術創傷,減少術後併發症,加快術後康復,改善肺功能^[18]。在可視化胸腔鏡手術中,常規行胸膜固定術也是一種防止術後復發的有效方法^[19]。

4 小 結

加強艦載機飛行員職業疾病的防護,對於保障飛行安全、提升軍事水平和戰鬥力具有重要意義。本文對美國艦載機飛行員自發性氣胸的案例進行分析並提出了防護建議,但由於自發性氣胸在艦載機飛行員中比較罕見,仍需不斷累積數據,進一步總結防護措施及救治方法。此外,自發性氣胸在艦載機飛行員中的發生也應引起科研工作者的重視,以制定有針對性的、全面性的防護措施,避免因艦載機飛行員突發疾患而導致航空任務中止、嚴重事故或重大災難的發生,維護飛行員身心健康、保障飛行安全。

[參考文獻]

- [1] 全軍航空航天醫學專業委員會. 軍事飛行人員肺大疱和自發性氣胸個別評定指南(2022)[J]. 空軍航空醫學, 2022, 39(1): 16-20. DOI: 10.3969/j.issn.2097-1753.2022.01.004.
- [2] CAKMAK M, DURKAN A. Analysis of patients undergoing surgical treatment for primary spontaneous pneumothorax[J]. Niger J Clin Pract, 2021, 24(11): 1669. DOI: 10.4103/njcp.njcp_361_20.
- [3] FOROULIS C N, KLEONTAS A, KARATZOPOULOS A, et al. Early reoperation performed for the management of complications in patients undergoing general thoracic surgical procedures[J]. J Thorac Dis, 2014, 6(Suppl 1): S21-S31. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.02.22.
- [4] BOBBIO A, DECHARTRES A, BOUAM S, et al. Epidemiology of spontaneous pneumothorax: gender-related differences[J]. Thorax, 2015, 70(7): 653-658. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-206577.
- [5] HO B L. A case report of spontaneous pneumothorax during flight[J]. Aviat Space Environ Med, 1975, 46(6): 840-841.
- [6] ROBB D J. Cases from the aerospace medicine

- residents' teaching file. Case H57. Complete spontaneous pneumothorax in-flight in an F-16 pilot during a high-G maneuver[J]. *Aviat Space Environ Med*, 1994, 65(2): 170-172.
- [7] DEYOUNG H, AHMED Y, BUCKLEY J. F/A-18 aviator successfully returned to flight after an in-flight spontaneous pneumothorax[J]. *Aerosp Med Hum Perform*, 2018, 89(11): 1008-1012. DOI: 10.3357/amhp.5145.2018.
- [8] 于涛, 薛娟, 吴楠, 等. 飞行员飞行后气胸一例[J]. *海军医学杂志*, 2014, 35(6): 460. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0754.2014.06.014.
- [9] 冯小霞, 董燕. 歼击机飞行员自发性气胸1例胸腔镜下治疗的护理[J]. *实用医药杂志*, 2017, 34(8): 743-744. DOI: 10.14172/j.issn1671-4008.2017.08.032.
- [10] HSU C W, SUN S F. Iatrogenic pneumothorax related to mechanical ventilation[J]. *World J Crit Care Med*, 2014, 3(1): 8-14. DOI: 10.5492/wjccm.v3.i1.8.
- [11] 李洁, 荆忱, 汪东军, 等. 高性能战斗机飞行员地面加压呼吸训练中心电图变化特点分析[J]. *华南国防医学杂志*, 2017, 31(11): 757-760. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2017.11.012.
- [12] WALKER S P, BIBBY A C, HALFORD P, et al. Recurrence rates in primary spontaneous pneumothorax: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Respir J*, 2018, 52(3): 1800864. DOI: 10.1183/13993003.00864-2018.
- [13] 孙海文, 马贵喜, 周家兴. 海军飞行员戒烟需求及影响因素研究[J]. *解放军医药杂志*, 2015, 27(4): 92-94. DOI: 10.3969/j.issn.2095-140X.2015.04.024.
- [14] TERZI E, ZAROGULIDIS K, KOUGIOUMTZI I, et al. Acute respiratory distress syndrome and pneumothorax[J]. *J Thorac Dis*, 2014, 6(Suppl 4): S435-S442. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.08.34.
- [15] MENGA G, GIRBAL M S, MONTOTO PIAZZA L, et al. [Alpha-1 antitrypsin deficiency and spontaneous pneumothorax. Just a coincidence?][J]. *Medicina (B Aires)*, 2020, 80(5): 473-478.
- [16] SERAPINAS D, OBRIKYTE V, VAICIUS D, et al. Alpha-1 antitrypsin deficiency and spontaneous pneumothorax: possible causal relationship[J]. *Pneumologia*, 2014, 63(1): 32-35.
- [17] WALKER S P, MASKELL N. Pneumothorax management—chest drain or needle aspiration?[J]. *J Thorac Dis*, 2017, 9(10): 3463-3464. DOI: 10.21037/jtd.2017.08.155.
- [18] JUNG H, KIM H J. Simultaneous Viscum pleurodesis and video-assisted thoracic surgery (VATS) bullectomy in patients with primary spontaneous pneumothorax[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 22934. DOI: 10.1038/s41598-021-02224-z.
- [19] HALLIFAX RJ, YOUSUF A, JONES HE, et al. Effectiveness of chemical pleurodesis in spontaneous pneumothorax recurrence prevention: a systematic review[J]. *Thorax*, 2017, 72(12): 1121-1131. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2015-207967.

[本文编辑] 孙岩