

飞行员缺氧体验训练中动脉血氧饱和度异常偏高一例

王晓慧 王欣 郑桥桥 王丹 宋新亮

联勤保障部队临潼康复疗养中心 陕西西安 710600

摘要: 36岁男性飞行员, 于2022年9月21日在我中心实施航空生理训练。在进行缺氧体验训练时, 血氧饱和度长时间维持在93%~95%之间, 持续时间最长达7分钟, 无不适主观缺氧症状。该病例特点是血氧饱和度在较长时间内持续保持于较高水平, 排除训练设备故障及训练环节漏洞外, 考虑为个体体质因素, 相关病例未见报道, 具体原因尚不能证实, 需要进一步研究探讨。

关键词: 飞行员; 血氧饱和度; 缺氧; 训练

急性缺氧体验训练是飞行人员在航空生理训练系统中的—个重要科目, 现大部分疗养鉴定训练机构主要通过地面氮氧混合气体模拟高空缺氧环境的方式来进行此项训练。其目的是帮助飞行人员熟悉自身缺氧症状和体征特点, 提高对高空缺氧识别和处置能力。目前对飞行人员缺氧耐力的评估是依据缺氧有效意识时间长短来确定的, 由于飞行人员面对缺氧时的主观感觉个体差异较大, 而动脉血氧饱和度作为灵敏性较高的客观指标, 是判断缺氧耐力的重要依据。通常飞行人员的血氧饱和度随着缺氧体验时间的延长逐渐降低, 约在3~5分钟内降至65%, 但在实际训练过程中, 也会遇到一些特殊个例。

一、一般资料

男性, 36岁, 某部飞行员, 驻地海拔800m左右, 2022年9月15日入我中心健康疗养。既往有高血脂症、高尿酸血症、胆囊息肉、单项转氨酶增高及右肺小结节等病史, 近3年大体检结论飞行合格, 血液红细胞及血红蛋白值均处于正常上界左右。本次疗养大体检除上述疾病外无新发疾病, 血常规检查示红细胞 $5.96 \times 10^{12}/L$, 血红蛋白184.00g/L, 红细胞比容0.55。于9月21日按计划实施航空生理训练, 除缺氧体验训练外, 其他相关训练项目均正常完成。缺氧体验训练设备为吉林开普科立辉动力有限公司承制的2007型飞行员抗荷抗缺氧能力检测仪, 使用深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司生产的iMEC12型病人监护仪记录心电图、心率及血氧饱和度。按训练流程规范操作, 调整氧气、氮气压力达合适水平, 训练者吸入氧气浓度为7.1%的氮氧混合气体, 模拟7500m高空缺氧状态进行训练。训练前基础心率74次/min, 血氧饱和度97%。训练至1min时血氧饱和度降至94%, 此后直至训练达4min时, 血氧饱和度始终维持

在93%~95%之间, 期间心率最高达92次/min。因此时血氧饱和度明显高于飞行人员群体正常训练水平, 考虑训练某个环节可能存在异常, 遂停止训练。重启训练系统, 调整氧气、氮气压力至合适水平, 并用希玛AR8100型氧浓度检测仪测试供气管出口氮氧混合气氧浓度, 使其保持在7.1%左右(有上下小范围波动), 检查供氧面罩确保气密良好, 连接供气管接口与面罩接口, 重新开始训练。基础心率77次/min, 血氧饱和度97%。训练1min时血氧饱和度降至93%, 此后直至训练至5min40s, 血氧饱和度始终维持在92%~95%之间, 6min时稳定保持在96%水平, 至7min时飞行员要求终止训练。训练2min40s~3min期间出现最高心率95次/min。训练期间未出现明显主观症状, 运算偶有错误, 可自行改正, 无字迹明显变大或潦草等表现。此外, 本训练日同台设备共有7名飞行人员参加此项训练, 其他6名训练2min时血氧饱和度在65%~79%之间, 4名达3min者在66%~74%之间, 2名达4min者分别为72%和68%。训练间期与该飞行员交流时, 自称以往训练时也存在类似情况。

该飞行员本次疗养携带健康资料中有两次既往训练记录。2018年11月15日训练结果为缺氧耐受时间6min20s, 无不适主观症状, 仅表现为书写速度变慢, 未显示血氧饱和度变化情况。2021年03月05日训练结果显示缺氧耐受时间6min40s, 有头胀、眼花等不适, 血氧饱和度在训练1min20s至终止时间段内波动于71%~80%之间, 呈波浪起伏而非持续降低变化状态, 训练终止时为76%。

二、讨论

血氧饱和度是指血红蛋白总量中氧合血红蛋白所占的百分比, 是反映人体缺氧状态的重要指标, 常用血氧饱和度仪(光电方法)由耳、手指等体表部位测出

[1]. 在高空生理研究与应用方面, 动脉血氧饱和度的变化与上升高度及暴露时间有关, 可反映机体缺氧的严重程度, 上升高度越高或暴露时间越长, 血氧饱和度越低^[2-3]。飞行人员缺氧体验训练常采用模拟7500m高空缺氧状态进行, 在此条件下飞行人员群体血氧饱和度平均值随时间延长逐渐降低, 训练达3min时降至70%左右, 约80%飞行人员缺氧耐受时间在3~5min之间, 耐受时间大于6min的仅占12.9%左右^[4-5]。有研究表明处于相近缺氧状态人群中, 多数个体血氧饱和度值处于均值左右, 且符合正态分布规律^[6]。吴建兵观察的91例飞行人员缺氧体验训练结果显示, 平均缺氧耐受时间为4min左右, 其中90例耐受时间在7min之内, 另1例在10min以上, 7~10min之间无个例存在^[4], 说明在一定人群中亦有与均值偏离较大的个例存在, 但资料中缺乏该例相应的血氧饱和度数据。

本例飞行员缺氧体验训练的突出特点是血氧饱和度值在较长时间内持续保持于较高水平, 类似现象未见报道。造成此现象的原因是个体体质因素还是训练某环节存在漏洞尚不能最终确定。但以下理由支持排除训练环节存在问题: ①首次训练至4min时血氧饱和度仍处于90%以上, 重启设备调整氧气、氮气压力至合适水平, 并测试混合气出口氧浓度达正常训练水平后, 重复训练血氧饱和度仍保持在92%~96%之间; ②确认供氧面罩与面部切合紧密, 不漏气; ③同日使用同台设备的其他受训者该项训练过程正常。而以下理由则直接或间接支持可能是其体质本身所致: ①既往两次该训练耐受时间均明显高于飞行人员群体平均水平; ②既往训练记录显示血氧饱和度在1min20s之后波动于一定水平, 无逐渐降低趋势特点, 而本次训练血氧饱和度在1min之后始终维持在92%~96%之间, 直至7min时训练终止, 亦无逐渐降低趋势特点, 两者区别仅在于血氧饱和度值所处水平不同; ③上述吴建兵观察的1例缺氧耐受时间大于

10min者, 虽未提及最终血氧饱和度值, 但其缺氧耐力明显高于(偏离)同类人群, 可为人群中存在特殊个体提供支撑; ④经既往数次缺氧体验训练后, 本人已认可自身缺氧耐力高于常人的事实。欲最终确定其血氧饱和度的特殊性, 需多次重复训练或采用低压舱上升方法进行观察。

本例缺氧体验训练中, 在血氧饱和度持续保持较高状态下, 数字书写及主观感觉均无明显异常。因训练7min时本人要求终止训练, 故7min之后血氧饱和度的变化及其他表现无法确定, 但不排除7min后某个时间血氧饱和度逐渐下降的可能。本例常住地为非高海拔地区, 血液红细胞及血红蛋白值处于正常高界左右, 这些都不足以解释其缺氧耐力超常及血氧饱和度异常偏高的现象。本次训练在吸入低浓度(低氧分压)氧的情况下, 能够保持高血氧饱和度值的原因是组织利用氧减少还是其血红蛋白结合氧的能力高于常人, 尚不能证实。

参考文献:

- [1]《航空医学》编委会.航空医学[M].北京:人民军医出版社, 1992: 37-38.
- [2]余志斌.航空航天生理学[M].西安:第四军医大学出版社, 2008: 79.
- [3]陈娟, 肖华军, 秦志峰, 等.持续性高空缺氧对心率和血氧饱和度的影响[J].航空军医, 2004, 32(4): 142-144.
- [4]吴建兵.飞行人员缺氧体验训练效果观察及训练方法的探讨[D].西安:第四军医大学, 2008.
- [5]温冬青, 施维茹, 涂磊, 等.飞行员5000~7500m急性缺氧耐力对比研究[J].空军医学杂志, 2020, 36(5): 369-372, 380.
- [6]李年华, 高亮, 李彬, 等.海拔5000m以上男性健康习服青年血红蛋白和血氧饱和度参考值研究[J].国际检验医学杂志2018, 39(2): 204-206.