



Medicine on Flying Safety

飞行事故医学

陆惠良 周亚军 刘 正 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

飞行事故医学

陆惠良 周亚军 刘 正 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书在总结航空卫生保障工作特点、最新研究成果、工作实际经验的基础上,重点论述了飞行安全医务监督、预防人为差错、飞行员健康维护以及飞行劳动负荷特点与评价,对指导航空卫生人员工作、确保飞行安全具有重要意义。

本书可供飞行事故调查人员、航空军医、飞行人员和航空技术人员参考,也适合于一般航空爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

飞行事故医学 / 陆惠良, 周亚军, 刘正编著. —北京: 国防工业出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-118-09397-1

I. ①飞... II. ①陆... ②周... ③刘... III. ①飞行事故 - 事故分析 - 病理研究 IV. ①R85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 066621 号

※

国防工业出版社 出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 17½ 字数 343 千字
2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 78.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777 发行邮购:(010)88540776
发行传真:(010)88540755 发行业务:(010)88540717

编 委 会

主任委员 何洪斌 罗永昌

副主任委员 周绍元 李亚勋 丁建华 王 颀
国 佳

委 员 杨 斌 李爱兵 郝立涛 周亚军
陆惠良 刘 正

编 写 组

编 写 陆惠良 周亚军 刘 正

审 校 杨 斌 郭 华 孙胜利

前 言

飞行事故医学是一门用医学知识和医学方法调查飞行事故原因和预防飞行事故的学科,这是一个内容丰富,又需要拓荒的领域。研究飞行事故医学的目的只有一个,那就是查明飞行事故的真实原因,促进航空事业不断发展。

从人类发明飞行器以来,飞行事故的研究与预防一直是航空事业发展的重要内容。成千上万次的飞行事故证明一个简单而又十分重要的道理:飞行中人的可靠性是不可能达到100%的,大部分的飞行事故原因应归咎于人。目前仍有不少引起飞行人员操纵错误的原因难以得到圆满解释。例如容易引起飞行员操纵错误,又易导致致命性飞行事故的空间定向障碍的机理,至今仍是一个谜。

在飞行事故调查中,医学原因的分析首先从人一飞机—环境—任务相互关系入手,结合飞行参数记录器、空地通话录音、生物样本鉴定等客观依据,对人的因素中的高空环境生理学、航空生物动力学、飞行劳动生理卫生学、航空心理学、航空工效学、航空医学勤务等领域进行深入分析。任务是鉴别遗体身份、分析伤亡机理、查明事故原因、营救遇险人员、改进航空装备、收集教育材料。为的是客观查明事故的真相,对导致事故的人的因素进行剖析,总结教训,提出预防飞行事故的措施。

如何在平时的工作中防范飞行事故的发生,需要有程序化的工作模式和精细化的保障方法。本书在总结航空卫生保障工作特点、最新研究成果、工作实际经验和许多专家的观点论述的基础上,重点提出了飞行安全医务监督、预防人为差错、飞行员健康维护以及飞行劳动负荷特点与评价,对指导航空卫生人员工作、确保飞行安全具有重要意义。

从事飞行事故医学调查的人员是高素质的复合型人才,应具备扎实的航空医学基础理论,丰富的航空卫生保障工作经验,懂得飞行知识,会分析飞行事故客观证据,与其他专业人员具有良好的协调沟通能力,并会从复杂的飞行事故线索中,以人的因素分析为依据,查找出启动事故链或导致事故的医学原因。因此,本书中收集了大量的飞行事故案例,讲解人的因素分析方法、飞行员空中失能、飞行员操纵失误分析等内容。对丰富从业人员知识、提高飞行员自我身体把关意识和航空医生知识水平具有重要参考价值。

本书由空军司令部飞行安全局和空军航空医学研究所共同组织编写。本书第一、二、三、四章由陆惠良撰写,其中周亚军对第三章内容进行了补充。第五、六章由周亚军、刘正撰写。十分感谢空军航空医学研究所的郑援憬和郭华两位研究人员为此书的编写做了许多辅助性和校对工作,以及感谢于立身、樊树桐两位老专家提供了具有重要参考价值的俄文资料。特别感谢空军飞行安全局的领导和同志们参加了本书的编写指导,其中李爱兵对飞行事故人的因素分析有关内容进行了修改,杨斌对全书进行了审校,提出了许多宝贵的修改意见,对提高本书的专业水平起到了重要作用。此书若有不妥之处,请读者批评指正。

陆惠良 周亚军
2014 年 1 月

目 录

第一章 概述.....	1
第一节 飞行事故医学发展简史.....	1
第二节 飞行事故医学的地位和作用.....	6
第三节 飞行事故人的因素分析	14
参考文献	18
第二章 空中失能生理病理原因分析	20
第一节 突然失能	20
第二节 不完全失能	50
参考文献	67
第三章 飞行操纵错误医学分析	70
第一节 概述	70
第二节 心理原因	76
第三节 身体原因.....	106
第四节 训练原因.....	116
参考文献.....	125
第四章 故意毁机.....	127
第一节 用飞机自杀.....	127
第二节 劫机.....	131
第三节 破坏.....	136
参考文献.....	142
第五章 飞行事故医学预防与监督.....	144
第一节 飞行安全医务监督.....	144
第二节 人的因素医务监督.....	165

第三节 飞行劳动负荷医务监督.....	183
第六章 飞行事故医学调查.....	209
第一节 飞行事故医学调查方法.....	209
第二节 飞行事故人的因素医学分析系统.....	244
参考文献.....	272

第一章 概述

第一节 飞行事故医学发展简史

自从发明飞机以后,飞行事故也就接踵而至。有了飞行事故,就有了飞行事故医学。

1908年9月17日,在美国弗吉尼亚州的迈尔斯堡,发生了世界上第一起致命的飞行事故。美国陆军通信兵部队(美国空军1947年才正式成为一个独立的军种,这是美空军的前身)准备采购莱特兄弟生产的飞机,当天委派塞尔弗里奇中尉上飞机进行最后一次验收飞行。飞行员是飞机的发明者之一奥维尔·莱特。不料飞机刚起飞几秒钟,突然机头向下,以大角度俯冲,坠毁于地面。塞尔弗里奇中尉身负重伤,送到医院抢救无效,数小时后即死亡。飞行员奥维尔·莱特也造成骨折,住院7个星期。美国军方立即组成飞行事故调查委员会展开现场调查和目击者访问。调查结果表明,这起飞行事故的原因是螺旋桨碰到了方向舵的钢索,使钢索从箍套中脱出,引起方向舵偏转,使飞行失去操纵。

病理学家在24h内对塞尔弗里奇的遗体进行了尸体解剖,发现他死亡的原因是颅骨骨折。这份尸检报告至今仍完好地保存在美国武装部队病理研究所的档案卷宗里。此后不久,有些飞行员就戴着当时橄榄球队员用的头盔上飞机(见图1-1)。现在的军事飞行员和航空员已经有了性能优良又十分轻便的保护头盔或密闭头盔来保护他们的头部^[1]。

图1-2照片是1908年9月17日发生世界上第一起致命飞行事故时拍摄的。现场营救人员将塞尔弗里奇从飞机残骸中救出后放在担架上,准备送往医院抢救。

从世界上第一起飞行事故调查来看,至少有两个方面涉及到医学问题:一是现场伤员的营救,飞行员奥维尔·莱特得到及时的抢救和治疗,7周后康复出院;二是尸检发现塞尔弗里奇的死因是颅骨骨折,立即引起了飞行员的重视,因此头部的保护成了防止飞行事故伤亡的重要内容。

1954年的“彗星号事件”是飞行事故医学发展史上的里程碑。20世纪50年代,英国生产了21架“彗星号”飞机,这是世界上最早投入使用的喷气式客机。在1952年至1954年间,有8架“彗星号”客机机毁人亡,这种飞机面临着是否能够继



图 1-1 1911 年飞行员亨利·阿诺德头戴西点军校橄榄球队头盔保护头部准备飞行



图 1-2 塞尔弗里奇被营救人员救出飞机残骸

续使用的问题。前 6 起事故曾经详细调查未能找到事故原因,最后两起事故都发生在 1954 年,英国政府痛下决心,投入了大量的人力物力,查了个水落石出。

1954 年 6 月 10 日清晨,一架从罗马飞往伦敦的“彗星号”班机起飞后 25min 即在空中发生爆炸,机上 35 名乘员全部死亡,在意大利城市埃尔巴市附近海面上发现 15 具遗体,其中 5 具裸体,4 具仅有少量衣服,6 具衣服尚完整。15 人中有 11 人可以肯定遇难时他们坐在飞机座舱的后部,他们身上的衣服保留得要比坐在前面的人更多些。6 月 12 日至 14 日除 1 具尸体未做尸检外,其余 14 具均由比萨城的病理学家弗纳里教授作了详细的病理解剖。

而在这起事故大约两个月以前也发生过一起十分类似的飞行事故。1954 年 4 月 8 日夜间,一架从罗马飞往开罗的“彗星号”班机也在地中海上空失事,机上 21 人全部遇难。英国皇家海军“鹰号”航空母舰在那不勒斯市附近海域打捞起了 5 具尸体,估计已在海上飘浮 22h。10 天之后,在意大利另一个海滨城市帕奥拉的海滩上人们又发现一具尸体。这 6 具尸体除 1 具衣着比较完整,1 具尚有部分衣着

外,其余 4 具均为裸体。这些人都是座舱后部的乘客,那位衣着比较完整的是坐在最后一排座位上的乘客。英国病理学家唐纳德·蒂尔博士对其中 4 具尸体作了尸检,在帕奥拉海滩发现的那具尸体则由意大利病理学家作了尸检。

这两起飞行事故后找到的 19 具遗体经过意大利和英国病理学家的全面尸检,发现受到以下损伤(见表 1-1)。

表 1-1 两起“彗星号”事故中 19 具遗体的损伤情况

损伤类型	人数	损伤类型	人数
颅骨骨折(前额)	14	四肢骨折(后部)	13
胸部损伤(前胸)	15	肺脂肪栓塞	12
严重的肺部损伤	19	胸腔出血	16

遗体上受伤的情况大致可以分为 3 个阶段:在飞机上受伤,坠落时与海面碰撞时受伤和在海面漂浮时受伤。

尸检发现,这些遗体最大的受伤特点是,颅骨穹隆和颅底有多处骨折,并且受伤部位有明显的血液渗出物,这说明,遇难者是在活着的时候受的伤。这种头部骨折,经试验证明,在空中坠落水面时是不会发生的,在水面漂流时则更不可能。据此推测,飞机在高空 9000m 左右,座舱内外压力差达到 51.73kPa,飞机机身的前上方可能发生破裂,造成爆炸减压,乘客突然被强大的气流吸向上方和前方,头部与机上的硬物相撞造成颅骨多处骨折。

人体撞击海面时主要是造成严重的内脏损伤,爆炸减压可以导致肺部损伤,因此肺部的损伤是爆炸减压和撞击水面这二者综合的结果。

在 12 具有肺部脂肪栓塞的遗体中,有 5 具发现有严重的心血管损伤。这说明血栓是在撞击水面之前就已经形成了。

爆炸减压后,大部遗体在空中向四处飞散,在空中和碰撞水面时失去衣服成为裸体,只有坐在飞机后部的一些乘客可能因与大块的机身残骸一起坠落海面而保留了比较完整的衣服。

在埃尔巴市沿海找到的遗体皮肤上的损伤是洒落在海面上的航空煤油燃烧所致。而那不勒斯附近海面打捞起来遗体的皮肤无烧伤,却有黑色素斑,这是 4 月 9 日白天遗体漂浮在海面经太阳暴晒的结果^[1-2]。

后来,英国海军动用了多艘军舰在失事海域打捞飞机残骸。最后终于找到了最初爆炸减压的结构件,从残骸拼图上发现,机身前上方有一个 1.5m² 的大洞,完全证实了病理学家们推断的正确。后来航空公司又做了大量的地面模拟试验,确定这两起飞行事故的原因是飞机机身在高空发生疲劳断裂,发生爆炸减压而在空中解体。此后,对飞机的设计和生产增加了机身的强度要求,制订了重要的飞机强度规范。

这起飞机事故的医学调查表明,飞行事故后人的遗体的检查与飞机残骸的检查是同等重要的。它们都是飞行事故整个过程的最后结局,是分析飞行事故原因的真凭实据,凭此可以推知事故的发生原因和过程。另一个启示是,飞行事故医学调查不仅可以阐明事故中人的因素,也有助于推知飞机和环境方面的原因,这是一个非常典型的实际例子。飞机机身强度不够发生爆炸减压,这似乎与医学风马牛不相干,但它在遗体上却留下了铁的证据。这两起飞行事故调查中,病理学家发挥了关键性的作用,他们从尸检中获取了最具说服力的证据。

从此以后,以航空病理学为核心的飞行事故医学调查开始在全世界推行,航空病理学也成了一门新的学科,也成了飞行事故医学中重要的组成部分。

1954 年的两起“彗星号”飞机失事医学调查为飞行事故医学的发展开辟了道路,促成这门学科迅速地发展起来,其中起主导作用的是美国武装部队病理研究所。这个研究所的前身,是一个组建于 1862 年用于存放南北战争时期病理标本的仓库,从属于美国陆军医学博物馆。1944 年被命名为美国陆军病理研究所,仍属医学博物馆领导。1949 年更名为武装部队病理研究所直到现在,为美国陆海空三军服务,而原先的医学博物馆则成为这个研究所的下属单位。这个研究所直属美国国防部,行政上由美国陆军部领导,具体工作由陆军军医署长负责,业务上受美国国防部负责卫生事务的助理部长指导。每年经费约 1 亿美元,大部分从国防卫生经费中支出。主要任务是开展病理学研究,每年出版论文数百篇,培训军内外病理学家大约 2000 名。这个世界上最大的病理研究所,收集和保存了大量罕见的病理标本,包括十分丰富的航空病理学的标本。

这个研究所不仅对各种飞行事故病理提供咨询,经常派出富有经验的病理学家前往事故现场进行医学调查,而且还培训了大量的航空病理学专家。培训的内容主要集中在以下几个方面:受伤类型的分析、生前存在疾病对飞行事故的影响、环境因素的作用以及与飞行事故有关的其他方面,大量拍摄现场照片的价值已反复被证实。此外,表明遇难者与飞机残骸及周围地形之间关系的草图或地图、仔细检查遗体或碎块(包括乘客和飞行人员)、毒理学研究、检查飞机残骸以及与负责调查工程和机械问题的专家沟通协调等,都是非常重要的,目的在于确定与飞行事故有关的人的因素和机械方面的因素。

受两起“彗星号”飞行事故成功医学调查的鼓舞和推动,1955 年 3 月 17 日至 18 日,在美国召开了一次有 45 名代表参会的学术讨论会。这些代表来自美国陆海空三军、Comell - Guggenheim 飞行安全中心、武装部队病理研究所、美国国家卫生研究院。此外,还有英国皇家海军和皇家空军的代表以及加拿大皇家空军的代表参加。会议由联队司令哈维(Harvey)担任主席,有 10 名代表发表科学论文,举办了三次专题讨论会,提出了 14 项正式倡议,其中有 5 项对飞行事故医学调查有很大的推动作用。

第一项是在华盛顿特区组建一个航空病理学中央协调委员会,组成代表有美

国陆军、海军和空军、美国武装部队病理研究所、英国皇家海军和皇家空军和加拿大皇家空军。

第二项是每年举办一次学术讨论会。

第三项是研究制订一种新的包括人和机械因素在内的飞行事故原因分类法。

第四项是在美国武装部队病理研究所组建一个病理学家委员会,深入研究在飞行事故遇难者身上发现的病理现象,目的在于调查死亡飞行人员时确定这些重要发现的意义并为处理死亡飞行人员制订出一套推荐程序。

第五项是不管是飞行事故死亡还是其他原因死亡,每个死亡飞行人员均应做尸体解剖。

这次会议的直接结果是1955年11月组建了武装部队病理研究所属下的航空病理学联合委员会(JCAP),有美、英、加三国的航空病理学家参加,地点就在武装部队病理研究所内(华盛顿特区),这样在调查和分析军事航空和民用航空事故时,可以充分利用这个研究所长期积累的数据以及病理学和毒理学的实验室设施。

1957年,美国武装部队病理研究所又组建了航空病理学部。1959年又建成了军事环境病理学研究室,研究的内容包括航空航天病理学、毒理学、法医学和创伤弹道学。仅1957—1965年间,这个部就进行了78起飞行事故的航空病理学调查,其中民用航空事故46起,军事航空事故32起。

此后,航空病理学联合委员会出版了《飞行事故遇难者人员尸检手册》和记录尸检发现的表格,以及一系列的通报。在短短几年之内,航空病理学从一种分散的不协调的状态变成一种在飞行事故调查中非常有价值的方法。

飞行事故医学实际上是一门边缘性的综合性的学科,它综合了航空医学中与飞行事故有关各学科的知识,涉及到航空生理学、航空心理学、航空工效学、航空毒理学、航空药理学,尤其是航空病理学是它最核心的内容。而航空病理学的内容往往又涉及到法医学(如受伤类型、死亡原因、死亡时间等)、生物动力学(如作用力的方向、强度、时间、性质、部位、机理等)。因此,飞行事故医学是一门内容十分丰富、知识面很宽广的学科。举个例子来说,在飞机坠毁的头几个小时里,保护现场是至关重要的。对医学调查人员来说,更为关心的是死者的遗体不被破坏。这时,很有可能在现场附近游荡的食肉动物会光顾现场食取遗体的碎片,使这些宝贵的证据迅速化为乌有。因此参加医学调查人员应尽快赶往现场,将这些痕迹证据保留下来。另外,在寻找痕迹时,在飞机残骸散落地区仔细地观察有无寻食的动物和昆虫也许是很有帮助的。像秃鹰、乌鸦、苍蝇和不少昆虫都是自然界里寻找尸体的高手。顺着它们的踪迹寻找,有可能找到死者的遗体。

随着现代技术的发展,利用飞行数据分析飞行事故或不安全事件人的因素原因,是飞行事故医学调查专家必须掌握的技术,需要从异常飞行轨迹中分析心理动

机、身体是否失能等医学因素,在没有生物样本鉴定的情况下,利用综合理论知识推理,做出合理的故事或事故征候医学结论,是当前以至今后飞行事故医学调查的主要方法,但也存在有的现象无法解释等疑难问题,需要今后认真总结分析经验,拓展知识面,利用地面模拟技术再现事故场景,为分析心理动机、身体状况、操纵特点等提供证据,提高飞行事故医学调查水平。

第二节 飞行事故医学的地位和作用

飞行事故医学至少有以下6项明确的任务:鉴别遗体身份、分析伤亡机理、查明事故原因、营救遇险人员、改进航空装备、收集教育材料。

一、鉴别遗体身份

有时飞机上的人数和乘客身份与登记的并不相符,犯罪分子畏罪潜逃,为躲避警方追捕,怕留下蛛丝马迹而更姓埋名。公司老板与女秘书秘密外出度假,为掩人耳目而不愿填写自己的真姓实名。飞机起飞前,因种种原因有个别乘客未办登机手续匆匆登上飞机。乘客起飞前临时将机票转让他人。凡此种种都给飞机失事后为确定机上乘员人数和身份带来许多麻烦。

在美国曾流传着一个8名乘员17条腿的真实故事。一架小型客机失事,根据登机记录,机上乘客加上飞行员总共8名乘员,但飞行事故现场却发现17条腿,原来有1名乘客因有急事在飞机起飞前匆匆登上飞机,他的情况在乘客登记材料上无任何记载。那么,9名乘员应该有18条腿,还有1条腿呢?飞机坠毁时因为发动机发生爆炸,座位离爆炸发动机较近的一位乘客,一条腿在猛烈的爆炸中被炸成碎块,已无法辨认,因而9名乘员只留下17条腿^[3]。

只有鉴别了死者的确切身份以后才能通知家属和领取死亡证书,发放抚恤金、人寿保险赔付、财产清账、技工补偿、债务清算、军人档案的吊销都需要出具死亡证书。如怀疑死者因暴力死亡,应查明自杀还是他杀。死者还有可能是破坏分子的遗体。有的犯罪分子弄虚作假,故意混淆死者身份,鉴别时需特别细心。

一架巴西的小型客机坠落在亚马逊河原始森林中,航空公司未能找到失事飞机的残骸,匆匆忙忙将事故消息通知了乘客的家属。几天后,有一名这起事故的幸存者经历千辛万苦回到家中,正逢全家人在那里抱头痛哭,见他回来却又惊又喜,破涕为笑。这件事告诉我们,飞机失事后死者遗体的鉴别是何等的重要。如果没有寻找到遗体或者身份无法辨认,只能暂时归入“失踪”,有个回旋的余地。

鉴别死者身份的方法有主观和客观两种。主观的方法是凭死者的外观特征,如身高、皮肤和毛发的颜色可大致分辨出是白种人还是黄种人或黑种人,是男性还是女性以及大致年龄。从穿着的衣服、佩戴的手饰、身上的疤痕(创伤或手术后遗留下来的)等辨别某个特定的人。但主观的鉴别方法有时并不可靠。如飞机故障

起火后,遗体受高温烘烤,人体组织液大量蒸发,全身皱缩干燥,身高明显缩短,皮肤和毛发的颜色也明显改变,甚至被烧焦。此时,许多外观特征已丧失殆尽,与原来的形象已判若两人。在水中浸泡时间较长,遗体破碎较严重等情况下,仅凭外观特征来鉴别身份也是很困难的。

另一种鉴别身份的方法是客观的方法。它包括指纹法、牙齿 X 射线照片法和 DNA 鉴定法,用遗体身上的指纹(包括足纹)、牙齿 X 射线照片及 DNA 与死者生前的存档材料进行比对,这些方法更为科学,其结果十分可靠。现在已在全世界广泛应用。

二、分析伤亡机理

灌满航空煤油的飞机,特别是大型客机,是一个巨大的能量体,发生飞行事故时,这些能量以两种形式向外释放:一种是转化为巨大的冲击力;另一种是发动机爆炸,飞机燃烧。这两种能量释放形式在飞行中也可能发生,但主要是在地面。空中双机相撞时也会产生猛烈的冲击力。在地面,可能只有前一种形式或者两种形式兼而有之,但不可能只有后一种形式而没有前一种形式。

人体在这样严酷的坠毁环境下会发生什么变化差异极大。即使在同一架飞机上,由于种种原因,如所处的部位不同,人体所受冲击力,飞机解体、变形时造成的各种方向的挤压力也不同,有的会幸存,有的可能会丧命。幸存者有的受轻伤,有的会受重伤。

从人体组织受损伤的程度可以大致推算出加速度力的大小。因此可以说,人体组织也是一种很灵敏的加速度测定器。经大量现场调查和实验研究,人体各部位损伤与加速度之间的关系如下^[4]:

椎体压缩性骨折 20 ~ 30 g (如果体位不良,低于此值可致胸椎骨折)。

主动脉内膜破裂 50 g

主动脉横断(在主动脉韧带水平面) 80 ~ 100 g

骨盆骨折 100 ~ 200 g

椎体横断(通过椎体而不是椎间盘) 200 ~ 300 g

全身粉身碎骨 300 g 以上

(注:g 为载荷单位, $1\text{ g} = 9.8\text{ m/s}^2$,下同)

1953 年,哈文(Haven)等人调查分析了 1039 名轻型飞机飞行事故幸存者人体多部位受伤的情况。他们的调查结果表明,人体的头部和下肢在发生事故时容易受伤,头部受伤约占 80%,而下肢约占 60%(见表 1-2)。但这次调查的范围比较局限,仅限于轻型飞机,喷气式飞机不包括在内。其次只调查了受伤的部位,而未调查受伤的性质,例如头部受伤 79.9%,里面既包括骨折,又包括烧伤和软组织伤(挫伤、撕裂伤等)。另外,1 个人可能多处受伤,则被统计在多个部位上,在百分比上又很难看出其中的详细情况。

表 1-2 1039 名受伤幸存者受伤部位分布

部位	百分比/%	部位	百分比/%
头部	79.9	躯干下半部	23.9
颈部	6.1	脊柱	15.8
躯干上半部	19.8	下肢	59.1

1955 年莫思莱 (Moseley) 报道了美国空军重大非致命飞行事故中的受伤情况,骨折占 42%,其中最常见的是脊柱骨折,其次是下肢骨折、颅骨骨折和上肢骨折。他在 1958 年又调查分析了 439 名事故中的非致命伤员,其中 225 名发生骨折。骨折中,50% 脊柱骨折^[5]。

飞行事故遇难者中,有 2/3 的人因全身多发性创伤而死亡 (Moseley, 1957)。在另一次调查 1572 名事故死亡者中,有 1180 人因全身多发性创伤致命 (Moseley, 1958)。另据 1962 年马松 (Mason) 报告,230 名事故死亡者有 141 人有多发性创伤。其中在坠毁事故中多发伤占 64%,在弹射事故中占 55%^[5]。

早在 1937 年,根据德国航空医学研究所的罗夫 (Ruff) 调查,所有飞行事故致命伤中,头部伤占 70% ~ 80%。1950 年斯巴兹 (Spatz) 根据飞行事故遗体尸检发现,脑损伤占 73%,仅因大脑损伤致死的占 10%。凯德 (Cade, 1942) 分析了飞行事故中 1545 名头面部损伤者,其中 820 人有颅骨骨折,仅 53 人存活。莫思莱认为,中枢神经系统受伤是造成飞行事故死亡的最主要的原因,在飞机坠毁事故中占 66%,在弹射离机中占 60%。据美国陆军报道,美陆军航空兵 1983—1999 年间共有 72 架直升机坠毁,涉及到 82 名机组人员,有 88 人次受伤。其中下肢伤 47%,头颈部伤占 20%,上肢伤占 19%,胸部伤占 8%,生殖器伤占 3%,腹部伤占 2%。有 4 名飞行人员 (占 6%) 本来是可以幸存的,均因撞击驾驶杆而死亡。均有严重的胸部损伤,包括肋骨骨折和胸骨骨折。据统计,下肢伤最常见,而头部和胸部伤最严重可导致死亡和永久性残废。下肢伤虽不至于直接威胁到生命安全,但它影响到飞行人员逃离飞机,坠毁后的环境十分危急,迅速撤离至关重要^[6]。

头部致命伤可以分为两大类型:一类是伴有其他致命性损伤的;另一类是仅有头部致命伤。第二类中根据损伤严重程度又可以分成 3 个小类:①颅骨骨折,涉及到穹隆和颅底骨折;②损伤程度比上一类稍轻但立即死亡者;③有较长时间生存时间但最终还是导致死亡的。

大量的飞行事故伤亡调查表明,虽然全身各部位都有受伤的可能,但头部受伤的概率相当大。在造成死亡的创伤中,头部损伤又占大部分。这可能与以下原因有关系。

头部的活动度大,头部由于下面有 7 个结构巧妙的颈椎,可以前屈、后伸、旋转和侧屈。前屈、后伸和侧屈的活动度均可达到 45°左右。左右旋转的范围可以达到 80°~90°。在飞行事故中由于受猛烈冲击力的作用,头部很容易受甩打伤,或

者与飞机座舱内部的结构件碰撞致伤。

人的大脑是十分脆弱的组织,虽然大脑外面有颅骨保护,但脑组织忍受不了冲击力的作用。35 g 时就会发生脑震荡,35 ~ 100 g 时就会发生意识丧失(个体差异极大)。头部骨骼可耐受 g 值也不大。30 g 时鼻骨会骨折,40 g 时下颌骨骨折,50 g 时上颌骨骨折,80 g 时额骨骨折,200 g 时额骨广泛破坏。从尸检中病理组织切片显微镜检查发现,即使没有发生颅骨骨折的遗体,脑组织中也有 50% 的人出现淤斑。如果有颅骨穹隆和颅底骨折,这种淤斑的发生率就增加一倍,也就是 100% 的人大脑组织中有淤斑。所以,大脑组织就被航空病理学家称为“最灵敏的加速度测定器”。

头部是中枢神经所在部位,延髓中有支配呼吸、脉搏、血压的生命中枢。大脑一旦受伤,势必给生命带来严重威胁,这是显而易见的。

因此,飞行事故医学十分强调飞行人员保护头盔的作用。据美国空军统计,268 名戴头盔的飞行人员在飞行事故中,有 237 名有效地防止了头部的外伤。一般保护头盔在冲击力 150 g,作用时间 6ms 以下时头部不会发生损伤。200 g,3ms 以下不会发生脑震荡。400 g 以下,不会发生致命性损伤。

有一名飞行员在弹射跳伞时,救生伞上的一个金属部件在开伞时抽打飞行员的枕部,在保护头盔上留下了一个深深的印记,如果没有保护头盔,这名飞行员就很危险。还有一名歼击机飞行员,因飞机发生“俯仰摆动”,头顶 10 余次与座舱盖碰撞,幸好这名飞行员戴着保护头盔,头盔的喷漆脱落,粘在座舱盖的有机玻璃上。通过飞行事故中伤亡机理的分析,为我们预防伤亡指明了方向。如果没有戴保护头盔,就很有可能造成严重事故。

三、查明事故原因

根据人-机-环理论,一项飞行任务的完成有赖于飞行员和飞机的正常运转,以及飞行环境的配合。而一次飞行事故的发生也是由于飞行员、飞机或环境出现异常所致,往往是多种原因形成一条事故链导致事故的发生,极少因单一因素造成。

飞行事故医学的主要任务是调查研究每起事故人的因素方面的原因,但又不完全局限于人的因素方面的原因。人的因素往往与机械因素和天气因素有着千丝万缕的关系,在调查过程中常常是“拔出萝卜带出泥”,要把人-机-环看成是一个完整的统一体。1954 年“彗星号”事故的调查是十分成功的例子。

医学调查的主要内容应该放在三个方面:

环境因素的调查,包括烟雾、一氧化碳、减压、缺氧等;

创伤因素的调查,造成伤亡的各种冲击力、挤压、烧伤等;

飞行员原先已有的疾病,如心肌梗死、心律失常、癫痫等。

发现飞行员原先存在的疾病也未必一定都是造成飞行事故的直接原因。以冠状动脉粥样硬化病变为例,冠心病的猝死与冠状动脉粥样病变累及的范围(病变