

文章编号: 1000-6893(1999)增-0S64-02

先进囊式抗荷系统与侧管式抗荷系统抗荷性能的比较

耿喜臣, 詹长录

(空军航空医学研究所, 北京 100036)

COMPARISON OF + G_z PROTECTION BETWEEN ADVANCED BLADDER AND
CAPSTAN ANTI-G SYSTEMS

GENG Xi-chen, ZHAN Chang-lu

(Institute of Aviation Medicine, Air Force, Beijing 100036, China)

摘要: 对先进囊式抗荷系统的抗荷性能进行了离心机评价, 并与侧管式抗荷系统进行比较。研究结果证实了先进囊式抗荷系统的抗荷性能明显高于侧管式抗荷系统, 其配套方案是可行的。

关键词: 抗荷系统; 抗荷性能; 抗荷服; 抗荷正压呼吸; 模拟空战动作

中图分类号: R852.81 文献标识码: A

Abstract: The purpose of this study was to assess the + G_z protection afforded by the advanced bladder anti-G system in the centrifuge against a capstan anti-G system. The results demonstrate that the + G_z protection afforded by the advanced bladder anti-G system is significantly higher than that by the capstan system, and thus the suggested advanced bladder anti-G system is feasible.

Key words: anti-G system; + G_z protection; anti-G suit; pressure breathing for + G_z protection; simulated air combat maneuver(SACM)

近 20 年来, 为了提高高性能战斗机飞行员的 + G_z 耐力, 防止 + G_z 致意识丧失(G-LOC) 的发生, 国外已研制出几种由大流量抗调器、大覆盖面抗荷服(EGCS)及抗荷正压呼吸系统(PBG)组成的先进囊式抗荷系统, 可显著提高 + G_z-值耐力与 + G_z-时间耐力。但国外发展的先进囊式抗荷系统尚存热负荷较大等问题^[1~4]。因此, 开展了先进囊式抗荷系统的研究, 并与侧管式抗荷系统进行比较, 以确定配套方案的可行性。

1 方法

(1) 被试者 分为 2 组, 第 1 组为 4 名男性青年; 第 2 组为 6 名男性青年, 按“飞行人员体格检查标准”均体检合格, 志愿参加实验。

(2) 载人离心机 为北京空军航空医学研究所的半径 5.0m 离心机。座舱内的座椅背角为 13°; 两个周边白色信号灯与一个中央红色信号灯用于评价视觉消失程度。

(3) 抗荷系统 包括先进囊式抗荷系统与侧管式抗荷系统。

(4) 实验步骤 先进囊式抗荷系统与侧管式抗荷系统的实验分别由第 1 组和第 2 组被试者完成。实验包括两部分: 在第 1 部分, 被试者暴露于

离心机增长率为 3.0 G/s 的 10~15s 梯形 + G_z 曲线, 被试者不做 AGSM, 分别测出 2 种抗荷系统的抗荷性能; 第 2 部分, 被试者必要时进行腿部收紧/做 L-1 动作, 分别暴露于 + (5~9) G_zSACM、+ (4~9) G_zSACM 及 + 6.5 G_z/30s, 分别测定出采用两种抗荷系统的 + G_z-时间耐力。

(5) 数据采集及统计分析 在对被试者进行离心机 + G_z 暴露时记录: + G_z 值; + G_z 持续时间; 抗荷服充气压力; 面罩压; 平均心率; 呼吸频率。实验后询问被试者的主诉。数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用成组资料 t 检验评价差异的显著性。

2 结果

(1) 先进囊式抗荷系统与侧管式抗荷系统的抗荷性能 先进囊式抗荷系统的抗荷性能为 5.33 G; 侧管式抗荷系统的抗荷性能为 3.98 G。不采用抗荷系统时, 第 1 组被试者的松弛 + G_z 耐力显著低于第 2 组被试者 ($p < 0.01$); 但采用抗荷系统时, 第 1 组被试者的松弛 + G_z 耐力则显著高于第 2 组被试者 ($p < 0.05$); 先进囊式抗荷系统的抗荷性能比侧管式抗荷系统的抗荷性能高 1.35G ($p < 0.01$), 见表 1。

(2) SACM 及 + 6.5 G_z/30s 的 + G_z-时间耐力 第 1 组 4 名被试者采用先进囊式抗荷系统, 并进行腿部适度收紧, 均顺利通过了含 3 个

表1 先进囊式抗荷系统与侧管式抗荷系统的性能比较

| 抗荷系统 | 松弛+ G _z 耐力(G) | | 抗荷性能 /G |
|------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 不采用抗荷系统 | 采用抗荷系统 | |
| 先进囊式 | 3.23±0.30 [*] | 8.56±0.13 [*] | 5.33±0.26 ^{**} |
| 侧管式 | 3.82±0.24 | 7.80±0.95 | 3.98±0.87 |

与侧管式抗荷系统相比较, * p < 0.05, ** p < 0.01。

9G10s 平台+ (5~9)G_zSACM, 尚未到达疲劳终点; 并在不用腿部收紧时通过了+ 6.5 G_z/30s; 4名被试者中有3名基本未出汗, 有1名轻度出汗。第2组6名被试者采用侧管式抗荷系统, 并做L-1动作, 均通过了含2个9G10s平台的+(4~9)G_zSACM, 也尚未到达疲劳终点; 并在做L-1动作时通过了+ 6.5 G_z/30s; 但6名被试者均明显出汗。两组被试者在通过了SACM后均主诉, 未到疲劳终点, 但第1组被试者比第2组疲劳程度重。

3 讨论

本工作中, 被试者采用先进囊式抗荷系统, 不做AGSM时的+ G_z耐力已达到+ 8.56 G_z, 高于Wormser等报道的结果^[5]。这可能包括两个原因: 一方面, 本先进囊式抗荷系统中的GZ-2抗荷服的囊展开后, 覆盖面积约为下体的75%, 并附有压力袜, 即覆盖面积比EAGLE大; 另一方面, 本先进囊式抗荷系统中的PBG压力制度(2.4 kPa/G)与PBG最大压力(9.6 kPa)比ATLSS也高^[5]。本工作中, 先进囊式抗荷系统的抗荷性能明显高于侧管式抗荷系统, 一方面是因GZ-2抗荷服的抗荷性能(3.13 G)高于侧管抗荷服的抗荷性能(1.85 G); 另一方面也是因先进囊式抗荷系统中的PBG压力制度及PBG最大压力高于侧管式抗荷系统。

各国在评价抗荷系统对于重复高+ G_z暴露的防护作用时多采用+(5~9)G_z的SACM^[1,2]。本工作中, 第1组4名被试者均通过了+(5~9)G_zSACM的3个+9G_z平台, 即达到了其最长限值, 虽然通过的+9G_z平台少于国外报道^[1,2], 但均未到疲劳终点; 第1组被试者在SACM暴露后出汗不明显, 主要是因只进行了腿部适度收紧, 未做费力较大的AGSM, 因此疲劳程度轻; 第2组被试者在+(4~9)G_zSACM暴露后, 虽也未到疲劳终点, 但均明显出汗, 这主要是因做AGSM用力程度大, 因此疲劳程度较重。由于本工作为保证

被试者安全, 对SACM所限定的最长时间相对较短, 所以, 两组被试者在通过SACM时均未到疲劳终点即停机。

总之, 本工作所提出的先进囊式抗荷系统的配套方案具有可伸缩囊结构的GZ-2抗荷服, 抗荷性能较高, 且有利于减轻热负荷, 弹性腰带可减轻抗荷服充气引起的腹部不适, 囊覆盖面积较小的中囊代偿背心可满足胸部代偿需要, 并亦有利于减轻热负荷; 抗调器压力制度与PBG压力制度适中, 既保证了抗荷性能, 又可避免压力过高引起的不利影响。采用本先进囊式抗荷系统将明显降低AGSM的用力程度, 减轻疲劳, 有效防止G-LOC的发生, 并有利于降低热负荷。

致谢 颜桂定, 初旭, 陆霞参加了本项研究工作; 张立藩教授对本工作给予了指导, 特此致谢。

参 考 文 献

- [1] Balldin U I, Krock L P, Danielsson C H, . Centrifuge manrating internal abdominal bladder restraint in an extended coverage anti- G suit[J]. SAFE J, 1996, 26 (2): 42 ~ 46.
- [2] Burns J W, Hill R C. Comparative centrifuge evaluation of the Air Force advanced technology anti- G suit (ATAGS) and the Navy enhanced anti- G lower ensemble (EAGLE) [J]. SAFE J, 1994, 24(1): 31 ~ 35.
- [3] Johnson C L, Nunneley S A, Russell R L, et al. Thermal burden of an advanced anti- G ensemble [J]. SAFE J, 1994, 24(1): 15 ~ 18.
- [4] Ossard G, Morgan T R, McKenzie I, et al. Interest of low inflation schedules and extended coverage of anti- G suit associated with PBG (Abstract) [J]. Aviat Space Environ Med, 1994, 65(5): 448.
- [5] Wormser S J. Development of the advanced tactical life support system (ATLSS)[A]. In: SAFE Association, ed. Proceedings of the 30th annual symposium[C]. Yoncal: SAFE Association, 1993. 1 ~ 7.

作者简介:



耿喜臣 男, 1965年3月生, 医学博士, 从事航空医学加速度生理理论与应用研究。发表论文30余篇。联系电话: 68437711-3192。E-mail: gen gxichen@263.net。



詹长录 男, 1933年9月生, 研究员, 研究生导师, 从事航空医学加速度生理理论与应用研究。发表论文50余篇。联系电话: 68437711-3031。