

· 论 著 ·

军机飞行员颈肌强度及训练效果研究

陈 琼, 沈思云, 夏 凌, 李交杰, 陈小萍, 陈晓健, 徐建华

【摘要】 目的 研究军机飞行员颈部各肌群的强度并探讨颈肌训练的方法和效果。**方法** 采用 CME-1 飞行员颈肌训练器对 50 例军机飞行员(运输机组、直升机组、歼强机组、轰炸机组和初教机组各 10 例)进行为期 3 周共 9 次颈部各肌群(前、后、左、右)的强度训练,第 1、3、4、6、7 和 9 次为等长训练模式,第 2、5 和 8 次为可变阻力和可变速度训练模式,记录第 1 次训练即颈肌训练前各机种以及第 1(T_1 组)、3(T_3 组)、6(T_6 组)和 9(T_9 组)次训练的前、后、左、右各肌群的平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量。**结果** ①训练前运输机组向前、后肌群平均颈肌强度和平均 10 s 最大冲量值低于其他组($P < 0.05$);②第 3、6 和 9 次训练各肌群的平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量的均值较第 1 次均有显著提高($P < 0.05$);训练 3 周各肌群的平均颈肌强度均值的相对增长率分别为 47.4%、42.6%、65.2% 和 55.5%,平均 10 s 最大冲量均值的相对增长率分别为 51.6%、41.8%、63.3% 和 53.9%。**结论** 运输机飞行员前屈和后伸肌群强度较低;CME-1 飞行员颈肌训练器能有效提高军机飞行员的颈肌强度。

【关键词】 军机飞行员;颈部损伤;颈肌强度;耐力;训练

【中图分类号】 R857.14 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-271X(2012)01-0045-04

Research on neck muscular strength in military pilots and the effects of muscle strength training

CHEN Qiong, SHEN Si-yun, XIA Ling, LI Jiao-jie, CHEN Xiao-ping, CHEN Xiao-jian, XU Jian-hua. Air force Hangzhou Aviation Medicine Assessment and Training Center, Hangzhou, Zhejiang 310007, China

【Abstract】 Objective To evaluate the strength of neck muscles of military pilots and the effects of the strength training. **Methods** Fifty military pilots from 5 groups, i. e. transporter pilots group, helicopter pilots group, fighter and attacker pilots group, bomber pilots group and primary trainer pilots group, 10 in each group, received strength training in neck muscles, all together 9 times in 3 weeks. The training was carried out by CME-1 Neck Muscle Training Machine. Among the 9-time training, the 1st, 3rd, 4th, 6th, 7th and 9th were isometric exercises, the 2nd, 5th and 8th were changeable velocity and resistant (CVR) exercises. The mean of peak muscle strength and the mean of peak impulse in 10 seconds of the extension, flexion, left and right lateral bending directions of the neck muscles were recorded in the 1st, 3rd, 6th and 9th time training. **Results** ①The mean of peak muscle strength and the mean of peak impulse in 10 seconds of the extension and flexion directions of the neck muscles of the transporter pilots group, were obviously lower than that of the other pilot groups ($P < 0.05$). ②The mean of peak muscle strength and the mean of peak impulse in 10 seconds of all the directions of the neck muscles of all military pilots in the 3rd, 6th and 9th time training, were significantly higher than that in the 1st time training. After 3 weeks' training, the relative increment of the mean of peak muscle strength of the four mentioned directions of the neck muscles were 47.4%, 42.6%, 65.2% and 55.5% respectively, while the relative increment of the mean of peak impulse in 10 seconds were 51.6%, 41.8%, 63.3% and 53.9% respectively. **Conclusion** Neck muscular strength in the flexion and extension directions of the transporter pilots group were relatively weaker than that of the other 4 pilots groups. CME-1 Neck Muscle Training Machine is effective and safe to improve neck muscular strength of military pilots.

【Key words】 military pilot; neck injury; neck muscular strength; endurance; training

军机飞行员所处的航空动力学环境容易导致颈

部损伤。近年来,我军主战机型更新换代使得飞机的机动性能和作战性能大大提高,飞行员在空训或空战中需佩戴的装备增多,颈部的负荷越来越大,同时其还要频繁经受高载荷和高载荷增长率,这些均使得飞行员颈部处于易损伤的不利环境,并加重

作者简介: 陈 琼(1977-),女,安徽安庆人,硕士,主治医师,从事航空医学工作

作者单位: 310007 浙江杭州,空军杭州航空医学鉴定训练中心航空生理训练科

了颈部急慢性损伤和颈椎退行性变^[1]。目前,国内关于军机不同机种飞行员颈部各肌群强度以及切实有效的训练方法的研究较少。本研究应用 CME-1 飞行员颈肌训练器测试比较不同机种军机飞行员颈部前、后、左、右各肌群的强度,同时进行颈肌强度训练并对效果进行了评价。

1 对象与方法

1.1 对象 男性 50 例,运输机组、直升机组、歼强机组、轰炸机组和初教机组各 10 例。年龄 25 ~ 40 岁,身高 168 ~ 175 cm,飞行时间 420 ~ 3800 h。既往均无颈部疾病及 X 线颈椎异常。

1.2 方法 采用空军航空医学研究所研制的 CME-1 飞行员颈肌训练器进行为期 3 周共 9 次颈肌训练。每周训练 3 次,分别在周二、四、六。每周四即第 2、5 和 8 次进行可变阻力和可变速度训练模式(CVR)训练,其余均为等长训练模式。训练前进行 5 ~ 10 min 的颈部热身运动。等长训练时前、后、左、右各肌群强度测试均在正中位,最大用力等长训练 10 s/次,间隙休息 10 s,共 12 次。进行 CVR 模式训练时,前屈 30°后伸 15°和左右侧屈均 30°,各 16 次,各方向训练间休息 3 min。第 1 次目标负荷设为 300 N,其余每次以前一次相同训练模式的平均最大肌力为目标负荷。统计等长模式训练中各肌群 12 次测量中平均最大肌力的均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)作为平均颈肌强度;等长模式训练中各肌群 12 次测量中平均 10 s 最大冲量[颈肌强度 × 作用时间(N · s)]

的均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)作为平均颈肌的耐力。对第 1 次训练时各机种前、后、左、右各肌群平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量的均值进行比较;并对第 1 (T₁ 组)、3(T₃ 组)、6(T₆ 组)和 9(T₉ 组)次训练时前、后、左、右肌群的平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量的均值进行对比,计算训练 3 周的相对增长率。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 13.0 统计软件包进行统计学分析,实验数据采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用单因素方差分析(ANOVA),多组间两两比较采用 SNK(Stundent-Newman-Keuls)检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 训练前不同机种飞行员各肌群平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量均值的比较 运输机组前屈、后伸时平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量的均值与其他组比较差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1、表 2。

2.2 第 1、3、6 和 9 次训练时各肌群平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量均值的比较 各肌群的平均颈肌强度和 10 s 最大冲量的均值比较:T₃ 组、T₆ 组和 T₉ 组与 T₁ 组相比,T₆、T₉ 组与 T₃ 组以及 T₉ 组与 T₆ 组比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 3、表 4。训练 3 周各肌群的平均颈肌强度的均值的相对增长率分别为 47.4%、42.6%、65.2% 和 55.5%,平均 10 s 最大冲量均值的相对增长率分别为 51.6%、41.8%、63.3% 和 53.9%,见表 5、表 6。

表 1 不同机种飞行员平均颈肌强度比较(N, $\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
运输机组	10	65.4 ± 12.0	127.2 ± 30.6	80.9 ± 20.7	100.1 ± 28.2
直升机组	10	85.0 ± 17.3 *	162.5 ± 43.3 *	104.4 ± 32.0	112.1 ± 37.0
歼击机组	10	92.9 ± 20.0 *	163.6 ± 38.1 *	109.7 ± 35.8	114.4 ± 23.6
轰炸机组	10	79.4 ± 11.8 *	164.0 ± 41.9 *	97.5 ± 16.9	121.6 ± 26.0
初教机组	10	89.0 ± 14.7 *	165.0 ± 39.5 *	102.3 ± 33.4	114.6 ± 34.2

注:与运输机组比较,* $P < 0.05$

表 2 不同机种飞行员平均 10 s 最大冲量比较(N · s, $\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
运输机组	10	403.9 ± 80.1	917.4 ± 205.7	575.3 ± 150.1	747.1 ± 183.9
直升机组	10	516.5 ± 159.7 *	1166.6 ± 368.4 *	703.8 ± 237.1	804.0 ± 273.2
歼击机组	10	586.6 ± 99.9 *	1166.0 ± 222.0 *	751.3 ± 221.9	810.1 ± 174.5
轰炸机组	10	529.0 ± 93.7 *	1229.2 ± 310.4 *	724.6 ± 100.8	901.4 ± 208.4
初教机组	10	558.6 ± 142.0 *	1167.2 ± 234.1 *	730.8 ± 255.5	803.6 ± 255.8

注:与运输机组比较,* $P < 0.05$

表 3 各肌群平均颈肌强度比较 (N, $\bar{x} \pm s$)

组别	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
T ₁	82.3 ± 17.7	156.5 ± 40.2	99.0 ± 29.3	112.6 ± 29.8
T ₃	97.1 ± 18.1 [*]	179.1 ± 17.7 [*]	121.4 ± 28.9 [*]	131.1 ± 29.0 [*]
T ₆	107.0 ± 21.4 ^{*#}	207.4 ± 35.0 ^{*#}	145.8 ± 28.4 ^{*#}	154.6 ± 28.2 ^{*#}
T ₉	121.3 ± 16.8 ^{*#△}	223.1 ± 32.8 ^{*#△}	164.2 ± 28.4 ^{*#△}	175.1 ± 28.8 ^{*#△}

注:与 T₁ 组比较, ^{*}P < 0.05;与 T₃ 组比较, [#]P < 0.05;与 T₆ 组比较, [△]P < 0.05

表 4 各肌群平均 10 s 最大冲量比较 (N · s, $\bar{x} \pm s$)

组别	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
T ₁	518.9 ± 130.3	1129.3 ± 285.6	697.2 ± 203.4	813.2 ± 219.1
T ₃	617.7 ± 133.8 [*]	1300.7 ± 275.1 [*]	866.1 ± 208.3 [*]	955.6 ± 217.3 [*]
T ₆	707.0 ± 150.3 ^{*#}	1489.7 ± 275.6 ^{*#}	1026.2 ± 228.0 ^{*#}	1119.3 ± 223.8 ^{*#}
T ₉	786.5 ± 153.2 ^{*#△}	1601.9 ± 266.0 ^{*#△}	1138.3 ± 222.0 ^{*#△}	1251.6 ± 207.1 ^{*#△}

注:与 T₁ 组比较, ^{*}P < 0.05;与 T₃ 组比较, [#]P < 0.05;与 T₆ 组比较, [△]P < 0.05

表 5 训练 3 周各肌群平均颈肌强度比较 (N, $\bar{x} \pm s$)

组别	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
T ₁ 组	82.3	156.5	99.4	112.6
T ₉ 组	121.3	223.1	164.2	175.1
增长率 (%)	47.4	42.6	65.2	55.5

表 6 训练 3 周各肌群平均 10 s 最大冲量比较 (N · s, $\bar{x} \pm s$)

组别	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
T ₁ 组	518.9	1129.3	697.2	813.2
T ₉ 组	786.5	1601.9	1138.3	1251.6
增长率 (%)	51.6	41.8	63.3	53.9

3 讨 论

颈部损伤是军机飞行员的常见病和多发病,而导致其颈部损伤的主要原因是飞行因素^[2]。现代战机性能大大提高,而人-机界面的缺陷问题得不到有效解决,飞行员颈部长、反复经受高载荷和高载荷增长率的作用^[3],同时振动对脊柱产生的压缩、牵张和剪切作用的影响也较为严重。另外,为了便于操控,飞行头盔的盔装装置如显示器、夜视仪、瞄准具、防化面具等还在增加,这些进一步增加了头颈载荷并且使重心前移,易于产生颈肌疲劳和损伤^[4]。De Loose 等^[5]对 90 名荷兰及比利时的 F-16 飞行员调查显示其 1 年内出现过颈部疼痛症状的占 18.9%。柳松杨等^[6]对 1924 名军机飞行员颈部损伤情况的调查结果表明,71.3% 的飞行员曾有过颈部不适症状,出现过颈部疼痛症状的占 33.7%;而在

飞行中,出现上述症状的比例分别是 60.4% 和 19.2%,其主要影响因素包括飞行日飞行时间,飞行加速度,头盔等装备的重量以及飞行时的活动空间等。

目前,解决飞行员颈部损伤的手段主要有二:一是减轻头盔等装备的重量以及对于飞行座椅、座舱布局与个体防护装备的工效学指标的进一步优化;二是限制对于头部与躯干不利的相对运动,加强颈部力量训练^[7]。后者也成为目前飞行员行之有效的预防和保护颈部损伤的措施。通过地面颈肌强度训练能最大限度地减少飞行员颈部损伤,对提高头颈部的快速反应能力、掌握好飞行中头部的控制技术,最大限度发挥飞机的机动性能,具有重要的作用和军事意义。外军非常重视飞行员颈部肌肉的强度训练^[8-9],西点军校运用颈部训练器对飞行员颈部进行了为期 6 周,每周 2 次的全范围阻抗训练,使得颈部相对强度增加 56%。我军内关于颈肌训练的研究开展较少^[10],余红英^[11]应用自制的 NMT-I 颈肌训练器对 63 例肩颈痛飞行员进行 30 d,每次 30 min 的等张训练,有效率达到 85.7%,但是这种等张模式训练,存在安全性问题,另外因其由砝码提供负荷,也难以调整精确。

本实验采用 CME-1 型飞行员颈肌训练器,将等长模式、CVR 模式肌力训练的原理和生物反馈技术应用于测试和主动训练飞行员的颈肌强度和耐力。本研究对 50 名不同机种飞行员不同方向的基础平均颈肌强度进行测试,结果显示运输机组飞行员前屈和后伸肌群强度和耐力均较低。分析原因,可能与其飞行日飞行时间较长,连续飞行任务多,飞行

航程长,同时针对性地面锻炼缺乏有关。另外由于飞行机种的问题,运输机飞行员自身对于颈部损伤的影响以及颈肌锻炼的重要性未能引起重视。因此提示我们在日常生活,健康鉴定和疗养中对其加强颈部健康宣教,采取相应的措施完善地面锻炼机制。从表 1、表 2 的结果还发现,歼强机组颈肌强度和耐力与除运输机组外其他机种比较,差异无统计学意义。这其实是一个比较严重的问题,与其他机种比较,歼强机飞行员时常经受高载荷的考验,而其颈肌强度和耐力没有明显区别,这就解释了歼强机飞行员颈部损伤发生率高的原因。陈一平等^[12]对 64 例飞行员颈椎病的调查研究显示高达 81.3% 的颈椎病患者是歼强机飞行员。因此,对于歼强机飞行员来说,保持颈部生理健康和体育锻炼,尤其是针对性的颈部强度训练就显得尤为重要。另外,本研究是对我军目前主要机型的飞行员颈肌强度和耐力进行的分析,对于未来我军可能出现的舰载机飞行员来说,颈肌训练更是势在必行。因为在飞机阻拦着舰时,人体前后方向经受的加速度高达 -3.0 G 到 -4.0 G 以上,按加速度 -4.0 Gx 计算,颈部后伸肌群经受 286.2 N 的载荷,而本研究中训练前飞行员伸肌的平均强度仅为 156.5 N 。因此,如果头部位置控制不好,颈部损伤的可能性很大。

本研究还对以上 50 例飞行员进行了为期 3 周共 9 次,等长模式与 CVR 模式相结合的主动训练。CVR 模式训练使得飞行员即便在能源枯竭和乳酸生成引起肌疲劳,致使训练者所能发挥的肌力及运动速度降低的情况下,也能相应地自动调节训练负荷和训练速度。表 3~6 的结果显示,训练 1、2、3 周后,飞行员颈部各肌群的平均颈肌强度和耐力都有不同程度的提高,其中训练 9 次提高最多,整个训练安全且显著有效。

由于疗养时间的局限,本研究共进行了 3 周的地面颈肌训练。如持续训练,飞行员颈部各肌群的

强度、耐力是否能进一步提高以及强度、耐力如何长期维持有待今后的继续研究。

【参考文献】

- [1] Seng KY, Lam PM, Lee VS. Acceleration effects on neck muscle strength: Pilots vs. non-pilots[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2003, 74(2): 164-168.
- [2] 刘永平, 陈宏, 马建芳. 歼击机飞行员住院疾病谱分析[J]. *东南国防医药*, 2007, 9(4): 249-250.
- [3] Coakwell MR, Boswick DS, Moser JR. High-risk head and neck movements at high G and interventions to reduce associated neck injury[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2004, 75(1): 68-80.
- [4] Sovellius R, Oksa J, Rintala H, et al. Neck muscle strain when wearing Helmet and NVG during acceleration on a trampoline[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2008, 79(2): 112-116.
- [5] De Loose V, Van den Oord M, Burnotte F, et al. Individual, work-, and flight-related issues in F-16 pilots reporting neck pain[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2008, 79(8): 779-783.
- [6] 柳松杨, 丛红, 王鹤, 等. 军机飞行员的颈部损伤研究[J]. *医用生物力学*, 2010, 25(4): 262-265.
- [7] Netto KJ, Burnett AF. Neck muscle activation and head postures in common high performance aerial combat maneuvers[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2006, 77(10): 1049-1055.
- [8] Ang B, Monnier A, Harms-Ringdahl K. Neck/shoulder exercise for neck pain in air force helicopter pilots: a randomized controlled trial. [J]. *Spine*, 2009, 34(16): 544-551.
- [9] Ang B, Linder J, Harms-Ringdahl K. Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2005, 76(4): 375-380.
- [10] 高永喜, 熊万喜, 孟宪勇, 等. 高性能战斗机飞行员颈肌拉力训练的效果评价[J]. *中华航空航天医学杂志*, 2006, 16(4): 253-256.
- [11] 余红英. 颈肌锻炼治疗飞行员颈肩痛 63 例[J]. *人民军医*, 2007, 50(7): 398.
- [12] 陈一平, 姚一民, 衡代忠. 飞行员颈椎病 64 例分析[J]. *中华航空航天医学杂志*, 2003, 14(2): 125-127.

(收稿日期: 2011-06-14; 修回日期: 2011-07-26)

(本文编辑: 黄攸生; 英文编辑: 王建东)