

文章编号:1004-7220(2013)04-0466-06

# 军事飞行员不同时段颈肌强度训练效果研究

李交杰<sup>1</sup>, 徐建华<sup>1</sup>, 成海平<sup>2</sup>, 朱超<sup>1</sup>, 夏凌<sup>1</sup>, 陈琼<sup>1</sup>,  
陈晓健<sup>1</sup>, 陈小萍<sup>1</sup>, 俞梦孙<sup>2</sup>, 娄振山<sup>1</sup>, 黄炜<sup>1</sup>

(1. 空军杭州航空医学鉴定训练中心, 杭州 310007; 2. 空军航空医学研究所, 北京 100142)

**摘要:** **目的** 通过研制的飞行员颈肌训练器,测试并进行不同时段军机飞行员颈肌强度训练,评定颈肌强度训练的效果。**方法** 使用CME-1颈肌强度训练器,以等长和CVR训练模式对军事飞行员和军事锻炼员分别进行2、3和6周时段训练,测定不同时段训练后颈肌强度并评价训练效果。**结果** 60名军事飞行员不同时段训练周期训练后前屈、后伸、左右侧屈4个方向平均颈肌强度、平均10 s最大冲量均值比训练前明显提高( $P < 0.05$ );训练3周各肌群平均颈肌强度均值的相对增长率分别为47.3%、44.8%、70.5%和59.6%,平均10 s最大冲量均值的相对增长率分别为49.3%、41.3%、65.0%和55.5%。第3周时段训练后的后伸肌群平均10 s最大冲量均值比第2周时段训练后有所提高,但差异无显著性( $P > 0.05$ )。11名军事锻炼员经过6周颈肌强度训练后,各方向平均颈肌强度、平均10 s最大冲量均值比训练前明显提高( $P < 0.001$ )。训练6周后各肌群平均颈肌强度均值的相对增长率分别为71.1%、83.7%、78.6%和75.2%,平均10 s最大冲量均值的相对增长率分别为136.9%、138.5%、114.1%和114.4%。**结论** 本研究为不同機種飞行员制定颈肌强度军标提供生理依据,对颈肌强度较低的飞行员颈肌训练提供方法,为高性能战机、舰载机飞行员的颈肌训练周期和颈肌强度训练目标提供参考。

**关键词:** 军事飞行员; 颈肌强度; 耐力; 冲量; 训练

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

## Effect of neck muscular strength training at different time durations for military pilots

LI Jiao-jie<sup>1</sup>, XU Jian-hua<sup>1</sup>, CHENG hai-ping<sup>2</sup>, ZHU Chao<sup>1</sup>, XIA Ling<sup>1</sup>, CHEN Qiong<sup>1</sup>,  
CHEN Xiao-jian<sup>1</sup>, CHEN Xiao-ping<sup>1</sup>, YU Meng-sun<sup>2</sup>, LOU Zhen-shan<sup>1</sup>, HUANG Wei<sup>1</sup>

(1. Air Force Hangzhou Aviation Medicine Assessment and Training Center, Hangzhou 310007, China; 2. Institute of Aviation Medicine of Chinese PLA Air Force, Beijing 100142, China)

**Abstract: Objective** To test and evaluate the effect of neck muscular strength training for military pilots at different time durations based on a self-developed pilot neck muscle training device. **Methods** The neck muscular strength training device, CME-1, was used to train the military pilots and military smithery members for 2, 3 and 6 weeks, respectively. The isometric and changeable velocity and resistant (CVR) modes were performed and the neck muscular strength at those different time durations was measured to evaluate the training effect. **Results** For all 60 military pilots trained at different time durations, the average neck muscular strength and the mean value of peak impulse in 10 seconds in anteflexion, retroflexion, right/left lateroflexion were significantly improved after training ( $P < 0.05$ ). After 3 weeks' training, the average neck muscular strength of the four flexion was increased by 47.3%, 44.8%, 70.5% and 59.6%, respectively, while the mean value of peak impulse in 10 seconds were increased by 49.3%, 41.3%, 65.0% and 55.5%, respectively. The mean value of the peak impulse in 10 seconds of the retroflexion muscles after 3 weeks' training was increased in comparison with 2 weeks' training, but not significant ( $P > 0.05$ ). For 11 military smithery members after 6 weeks' training, both the average

muscular strength and the mean value of peak impulse in 10 seconds in all directions were significantly enhanced ( $P < 0.001$ ), with the average muscular strength increased by 71.1%, 83.7%, 78.6% and 75.2% respectively, while the mean value of peak impulse in 10 seconds was increased by 136.9%, 138.5%, 114.1% and 114.4%, respectively. **Conclusions** This study provides the physiological basis for establishing the military standards of neck muscular strength training for different fighter pilots, the proper method for training those pilots with low neck muscular strength, as well as the reference of neck muscular training duration and strength target for high performance aircrafts and carrier aircrafts.

**Key words:** Military pilot; Neck muscular strength; Endurance; Impulse; Training

飞行中的航空动力学环境容易导致飞行员颈部损伤,新型战机的机动性能和作战性能提高使飞行员频繁经受高载荷和高载荷增长率,飞行员需佩戴的装备增多也使颈部的负荷越来越大<sup>[1]</sup>。这些因素均使得飞行员颈部易于损伤,也加重了颈部的急慢性损伤和颈椎退行性病变。发达国家非常重视颈部肌肉的强度测定评定、训练方法和训练设备的研制。Harms-Ringdahl等<sup>[2]</sup>对瑞典喷气式飞机飞行员颈部伸肌的最大强度进行测量,结果表明飞行员在颈部微屈状态下暴露于7 G环境中,颈肌用力已接近100%;为了减少颈部的疼痛问题,建议尽可能减轻头盔的重量。英、美、俄等发达国家都很重视颈部肌肉的强度训练,所用的训练设备包括Berg等<sup>[3]</sup>报道的液压阻力计、Schall<sup>[4]</sup>报道西点军校使用的4通道颈部训练器、德国和中国所用的等张(砝码提供阻力)颈肌训练器、以及新加坡空军所用的等长模式的颈肌测力计等。等长训练不能提供颈部关节全活动范围的训练,等张训练不能保证超负荷时颈部不受损。目前,颈肌强度训练是预防高性能战斗机飞行员颈部损伤的有效方法之一,有关我军飞行员颈肌强度训练方法和设备研究报道较少。本研究试图通过研制的飞行员颈肌训练器,测试并进行不同时段军机飞行员颈肌强度训练,评定颈肌强度训练的效果,为我军航卫保障提供依据。

## 1 资料和方法

### 1.1 测试、训练对象

男性现役军事飞行员60名(歼击机、轰炸机、运输机、直升机和教练机飞行员各12名),年龄23~35岁,各机种年龄组间无差异,身高165~182 cm,体重54~90 kg,飞行时间200~4 600 h。飞行合格,既往无明确颈椎疾病史。现役军事锻炼员11名,其体格标准与飞行员体格标准接近,为航

空医学实验现役军人,身体健康,年龄18~23岁,身高165~180 cm,体重60~85 kg。

### 1.2 测试、训练方法

应用CME-1飞行员颈肌训练器<sup>[5-6]</sup>,对测试对象的前、后、左、右各肌群强度进行等长测试,颈肌强度的测试方法是应用扭矩传递组件、扭矩传感器和数据采集系统对颈肌强度进行等长肌力测量,其中扭矩传递组件基本解决人体几何形态的不规则性、肌肉配布的不对称性,以及用力方向与测试方向难以达到完全的一致而影响测试精度的问题,能保证测试精度在0.5%以内。具体测试方法如下:

**1.2.1 测试及训练前热身运动** 耸肩4个8拍,颈部左右侧屈4个8拍,颈部前屈后伸4个8拍,颈部左右旋转4个8拍,俯背运动4个8拍,体侧运动4个8拍,体转运动4个8拍,整理运动4个8拍。

**1.2.2 体位和固定方法** 被测试的飞行员坐在颈肌训练器相应的训练座椅上,调节椅盆高度,使第7颈椎棘突对准训练器的定轴上,头处于中立位,用固定带交叉固定躯干,用头部固定环和固定带固定好头部,双手紧握座椅扶手,以便固定肩部,双小腿悬空,避免下肢用力影响颈肌强度测试结果。

**1.2.3 颈肌强度训练方法** 采用等长训练、可变速度和可变阻力训练(changeable velocity and resistant, CVR)模式。军事飞行员为期3周、现役军事锻炼员为期6周颈肌训练。每周二、六进行0°前、后、左、右4个方向等长模式训练,即每个方向10 s×12次,间隙休息10 s。每周四进行CVR模式训练,即前屈(30°)、后伸(15°)和左右侧屈(均为30°)各16次,各方向训练间休息3 min。每次以前一次同一方向CVR负荷峰值的均值作为当日的目标负荷,第1次目标负荷设为300 N。

### 1.3 统计学方法

采用SPSS 17.0统计软件包进行统计学分析,

实测数据采用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 两组间比较采用两组独立样本  $t$  检验; 不同训练时段比较采用单因素方差分析,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

等长模式训练中各肌群 12 次测量中平均最大肌力的均值  $\pm$  标准差作为平均颈肌强度; 等长模式训练中各肌群 16 次测量中平均 10 s 最大冲量(颈肌强度  $\times$  作用时间)的均值  $\pm$  标准差作为平均颈肌的耐力。

将第 1 次训练值作为训前组、第 6 次训练值作为训练 2 周时段后、第 9 次训练值作为训练 3 周时段后、第 18 次训练值作为训练 6 周时段后进行自身前后比较。

## 2 结果

### 2.1 军事飞行员不同训练周期各颈肌强度结果

60 名军事飞行员训练前各方向颈肌强度基础值由高到低依次分别为后伸、右侧屈、左侧屈、前屈肌群。

不同时段训练周期训练后各方向平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量的均值比训练前提高明显,

差异有显著性意义显著 ( $P < 0.05$ ); 平均颈肌强度、平均 10 s 最大冲量随着训练周期的增加而增加。3 周时段训练后 10 s 最大冲量的均值比第 2 周时段训练后有所提高, 但差异无显著性 ( $P > 0.05$ )。

各方向颈肌强度增长幅度随着训练周期的增加而增加, 增长幅度从高到低依次分别为左侧屈、右侧屈、前屈和后伸肌群, 至训练 3 周时段后前屈、后伸、左右侧屈肌群的颈肌强度均值相对增长率分别为 47.3%、44.8%、70.5%、59.6% 和平均 10 s 最大冲量均值的相对增长率分别为 49.3%、41.3%、65.0%、55.5% (见表 1、2)。

### 2.2 军事锻炼员训练前后各颈肌强度结果

军事锻炼员经过 6 周时段颈肌强度训练后, 前屈、后伸、左右侧屈肌群颈肌强度、10 s 冲量增长非常明显, 仅后伸肌群颈肌强度增长高达 357.9 N, 训练前后差异具有非常显著性 ( $P < 0.001$ ); 前屈、后伸、左右侧屈肌群的颈肌强度均值相对增长率分别为 71.1%、83.7%、78.0%、75.2%, 平均 10 s 最大冲量均值的相对增长率分别为 136.93%、138.5%、114.1%、114.4% (见表 3、4)。

表 1 军机飞行员不同时段各肌群平均颈肌强度(N)及增长率

Tab. 1 Average muscular strength and rate of increase in four directions for military pilots at different time durations

训练时段	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
训练前	80.8 $\pm$ 20.5	153.6 $\pm$ 43.4	95.9 $\pm$ 31.4	108.9 $\pm$ 32.2
训练 2 周	105.8 $\pm$ 21.4 *	206.9 $\pm$ 35.2 *	144.5 $\pm$ 28.7 *	153.1 $\pm$ 29.3 *
训练 3 周	119.0 $\pm$ 18.5 **	222.4 $\pm$ 35.3 **	163.5 $\pm$ 30.0 **	173.8 $\pm$ 30.6 **
2 周增长率/%	30.9	34.7	50.7	40.6
3 周增长率/%	47.3	44.8	70.5	59.6

注: 与训练前相比, \*  $P < 0.05$ ; 与训练 2 周相比, #  $P < 0.05$

表 2 军机飞行员不同时段各肌群颈肌平均 10 s 冲最大冲量均值及增长率

Tab. 2 Mean value of peak impulse in 10 seconds and rate of increase in four directions for military pilots at different time durations

训练时段	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
训练前	509.2 $\pm$ 153.1	1 108.5 $\pm$ 1317.3	674.8 $\pm$ 225.9	789.3 $\pm$ 242.0
训练 2 周	691.8 $\pm$ 156.5 *	1 476.2 $\pm$ 274.7 *	1 010.6 $\pm$ 236.9 *	1 098.1 $\pm$ 239.2 *
训练 3 周	760.4 $\pm$ 163.0 **	1 565.9 $\pm$ 273.7 * <sup>△</sup>	1 113.3 $\pm$ 231.6 **	1 227.5 $\pm$ 222.3 **
2 周增长率/%	35.9	33.3	49.8	39.1
3 周增长率/%	49.3	41.3	65.0	55.5

注: 与训练前相比, \*  $P < 0.05$ ; 与训练 2 周相比, #  $P < 0.05$ ; 与训练 2 周相比, <sup>△</sup>  $P > 0.05$

表3 军事锻炼员各肌群平均颈肌强度(N)及增长率

Tab.3 Average muscular strength and rate of increase in four directions for military smithery members

训练时段	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
训练前	114.2 ± 22.0	194.8 ± 40.8	181.9 ± 37.6	175.7 ± 29.5
训练6周/%	195.4 ± 28.0*	357.9 ± 61.3*	324.9 ± 48.6*	307.8 ± 38.8*
6周增长率	71.1	83.7	78.6	75.2

注:与训练前相比,\* $P < 0.001$

表4 军事锻炼员各肌群颈肌平均10s最大冲量均值及增长率

Tab.4 Mean value of peak impulse in 10 seconds and rate of increase in four directions for military smithery members

训练时段	前屈	后伸	左侧屈	右侧屈
训练前	767.3 ± 158.2	1481.1 ± 251.9	1294.6 ± 237.8	1246.3 ± 200.1
训练6周	1818.0 ± 229.0*	3532.6 ± 551.2*	2771.3 ± 536.1*	2672.6 ± 418.5*
6周增长率/%	136.9	138.5	114.1	114.4

注:与训练前相比,\* $P < 0.001$

### 2.3 CME-1 颈肌强度训练器运作情况

整个训练过程中训练设备性能稳定,运转正常。60名军事飞行员测试、11名军事锻炼员训练中有15名飞行员训练前主诉原颈部不适,训练后较训练前有不同程度减轻,无一例出现训练损伤、颈部不适或颈痛加重。结果表明应用该训练器进行颈肌强度训练是安全有效的。

## 3 讨论

颈部损伤是军机飞行员的常见病和多发病,导致其颈部损伤的主要原因是飞行环境因素。特殊飞行时飞行员不时转头观察仪表和窗外目标,颈部长期、反复经受高载荷和高载荷增长率的作用<sup>[7]</sup>。对于非战斗机机种飞行员来说,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。加速度可能引起的颈部损伤包括颈部累积损伤、退行性变和急性损伤<sup>[8]</sup>。另外,飞行头盔、夜视仪等附加重量进一步增加了头颈载荷并使重心前移,易于产生颈肌疲劳和损伤<sup>[9]</sup>。Albano等<sup>[10]</sup>对美军268名F-16飞行员的调查显示其1年内颈部损伤发生率是56.6%,在其整个飞行生涯中颈部损伤发生率高达85.4%。对90名荷兰及比利时的F-16的飞行员调查显示其1年内出现过颈部疼痛症状的占18.9%<sup>[11]</sup>。飞行员颈疼问题非常普遍,在美军战斗机飞行员中平均高达90%<sup>[12-13]</sup>。这些颈部疼痛或损伤

一定程度上影响飞行员日常生活和战斗力形成。

国外发达国家非常重视飞行员的颈部损伤问题,有专门的机构进行研究探讨。解决这一问题的手段主要有两方面:一是减轻头盔等装备的质量以及飞行座椅、座舱布局与个体防护装备的工效学指标的进一步优化;二是限制头部与躯干不利的相对运动,加强颈部力量训练<sup>[14]</sup>。后者成为目前飞行员行之有效的预防和保护颈部损伤的措施。外军为此加强了飞行员颈部肌肉的强度训练<sup>[15]</sup>,例如美国西点军校运用颈部训练器对飞行员颈部进行为期6周、每周2次的全范围阻抗训练,使颈部相对强度增加56%。我军有关这方面的研究开展较少,余红英<sup>[16]</sup>应用自制的颈肌训练器对肩颈痛飞行员进行等张训练,有效率达到85.7%,但是这种等张模式训练是由砝码提供负荷,难以调整到精确的合适负荷,存在训练伤等安全问题。

柳松杨等<sup>[17]</sup>对我军1924名军机飞行员颈部损伤情况的调查发现,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,60.4%的飞行员有颈部不适发生,出现过颈部疼痛症状的占19.2%;就机种而言,轰炸机、初教机、歼击机、运输机直升机飞行员报告飞行中曾有过颈部不适占总数百分比分别为74.4%、70.5%、61.0%、55.0%、30.6%。这说明我军当代军事飞行员颈肌强度基础值较低,成海平等<sup>[18]</sup>研究也证明这

一点。本研究通过研制的飞行员颈肌训练器测试的军事飞行员颈肌强度基础值是比较有代表性的,此基础值不能满足飞行需求,极待加强颈肌强度训练,建议应针对不同机种飞行需求设制不同的颈肌强度标准。陈一平等<sup>[19]</sup>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,战斗机飞行员尤其高性能战斗机飞行员更要加强颈肌力量的训练,以预防飞行员的颈部损伤和颈痛。

11名军事锻炼员进行为期6周训练,仅后伸肌群的平均颈肌强度达到357.9 N,增长率达到83.7%,这对未来我军舰载机飞行员意义重大。因为在阻拦着舰时,人体前后方向经受的加速度高达 $-3.0 \sim -4.0 G$ 以上,理论上按加速度 $-4.0 G_x$ 计算,颈部后伸肌群要经受286.2 N的载荷,而本研究6周时段训练后伸肌的平均强度超过此理论数据,为将来高性能战机及舰载机飞行员颈肌训练周期和颈肌强度训练目标提供了参考。

冲量是颈肌强度和作用时间的乘积,是颈肌耐力的指标;颈肌强度是冲量的基础,颈肌强度与冲量呈正相关。10 s冲量是根据GJB 3293—1998《飞行员持续性正加速度耐力的检查方法和评定》3.3.1加速度模式规定“达到规定G值后恒速10 s”、GJB 4423—2002《高性能歼击机飞行员离心机训练方法与评定》6.1.4和6.1.5,最大载荷持续都是10 s而设置的,它是反映颈肌耐力的指标。3周时段训练后10 s最大冲量的均值比第2周时段训练后有所提高但差异无显著性,而3周时段训练的军事飞行员平均后伸颈肌强度仅为222.4 N,远低于舰载机飞行员286.2 N负荷理论数据;军事锻炼员6周时段训练的后伸肌群的平均颈肌强度超过舰载机飞行员286.2 N负荷理论数据,故建议高性能战机(包括舰载机)飞行员应增加训练周期至6周时段左右为宜。

本训练器的等长和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。只要训练者继续进行训练,就能始终保持最适负荷和最安全的训练条件。本研究对60名军事飞行员、11名军事锻炼员测试主动精确量化训练,有效地提高了飞行员颈肌强度;11名军事锻炼员6周时段训练后仅后

伸颈肌强度相对增长率83.7%,超过美国西点军校训练效果<sup>[4]</sup>,也超过瑞典Karolindka研究所和国内飞行员颈肌强度训练3个月的效果<sup>[20]</sup>;训练中15名飞行员训练前诉原有颈部不适,而训练后较训练前有不同程度减轻,无一例出现训练损伤、颈部不适或颈痛。说明该训练器是先进、安全和有效的,值得在军队和地方相关行业推广应用。

综上所述,本研究结果表明,在进行2、3和6周颈肌训练后,飞行员颈肌强度得到有效提高,且随着训练时段的延长,颈肌强度提高,说明使用CME-1飞行员颈肌训练器对飞行员进行颈肌强度训练是有效的,该研究结果为不同机种飞行员制定颈肌强度军标提供了生理依据,并对低于标准的飞行员加强颈肌强度训练有指导意义。结合我军实际,建议在飞行员航空医学鉴定训练期间,对颈肌强度低于标准的普通飞行员、战斗机飞行员和高性能战机(包括舰载机)分别进行为期不少于2、3和6周的颈肌强度训练为宜。

由于飞行员鉴定训练时间的限制,针对不同机种飞行需求对颈部各肌群进行更长不同周期训练及其训练效果维持还有待今后研究。

## 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] Harms-Ringdahl K, Ekholm J, Schult K, *et al.* Neck problems in the air-force: Cervical spine sagittal load and muscular strength [J]. *Biomech Sem*, 1991, 5: 9-21.
- [3] Berg HE, Berggren G, Tesch PA. Neck resistance training-An approach to prevent neck disorders in fighter pilots [J]. *Aviat Space Environ Med*, 1994, 65: 453.
- [4] Schall DG. Non-ejection cervical spine injuries due to +Gz in high performance aircraft [J]. *Aviat Space Environ Med*, 1989, 60(5): 445-446.
- [5] 成海平,王致洁,柳松杨,等. CME-1型飞行员颈肌训练器的研制及其应用[J]. *中华航空航天医学杂志*, 2008, 19(3): 215.
- [6] 成海平,郭云,王致洁. 一种颈肌训练器 ZL 2010 2 0517055.7 [P].
- [7] Hoek van Dijke GA, Snujders CJ, Roosch ER, *et al.* Analysis of biomechanical and ergonomic aspects of the cervical spine in F-16 flight situations [J]. *J Biomech*, 1993, 26

- (9): 1017-1025
- [ 8 ] Hendriksen IJ, Holewijn M. Degenerative changes of spine of fighter pilots of the Royal Netherlands Air Force (RNLAf) [ J ]. *Aviat Space Environ Med*, 1999, 70(11):1057-1063.
- [ 9 ] Sovelius 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.
- [ 10 ] Albano JJ, Stanford JB. Prevention of minor neck injuries in F-16 pilots [ J ]. *Aviat Space Environ Med*, 1998, 69(12): 1193-1199.
- [ 11 ] 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.
- [ 12 ] Drew WED. Spinal symptoms in aviators and their relationship to G exposure and aircraft seating angle [ J ]. *Aviat Space Environ Med*, 2000, 71(1):22-30.
- [ 13 ] Newman DG. Head positioning for high + Gz loads: An analysis of the techniques used by F/A-18 pilots [ J ]. *Aviat space Environ Med*, 1997, 68(8): 732-735.
- [ 14 ] 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.
- [ 15 ] Berg HE, Berggren G, Tesch PA. Dynamic neck strength training effects on pain and function [ J ]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1994, 75(6): 661-665.
- [ 16 ] 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.
- [ 17 ] 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.
- Liu SY, Cong H, Wang H, et al. Study on neck injuries in military pilots [ J ]. *J Med Biomech*, 2010, 25(4):262-265
- [ 18 ] 成海平, 李交杰, 季思菊. 空军飞行员颈肌强度的研究 [ J ]. *医用生物力学*, 2011, 26(1): 34-38.
- Chen HP, Li JJ, Ji SJ. Research on cervical muscle strength in air force pilots [ J ]. *J Med Biomech*, 2011, 26(1): 34-38.
- [ 19 ] 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.
- [ 20 ] Berg HE, Berggren G, Tesch PA. Neck resistance training-An approach to prevent neck disorders in fighter pilots [ J ]. *Aviat Space Environ Med*, 1994, 65: 453.

· 致读者 ·

## 关于图表的要求

表和图的设计应科学、简洁、合理,有自照性,均分别按其正文出现先后次序连续编号,并冠以图(表)序号和题目。说明性的资料应置于图(表)下方注释中,并在注释中标明图标中使用的全部非公知公用的缩写及表中的统计学处理。均采用三线表,表内数据同一指标有效位数一致,均数及标准差小数点后保留位数一致。图题、表题及图注、表注均应中、英文对照书写。

黑白图片必须清晰度及对比度良好,层次分明,彩色照片要求色彩鲜明,图像清晰。图片或照片大小要基本一致。图不宜过大,最大宽度半栏图不超过 7.5 cm,通栏图不超过 16.5 cm,高与宽比例以 5 : 7 为宜。图注应附于图下或文后,不要粘贴,背面用铅笔注明作者姓名、图序号,并表明上、下方向,照片中需说明的部位请以箭头或字母标注,在图注中说明。图片及照片不得折损。若刊用人像,应征得本人书面同意,或遮盖其能辨认出系何人部分(眼睛)。大体标本照片在图内最好有尺度标记。病理照片要求注明染色方法和放大倍数。

试验数据的曲线图必须根据测试数据绘制,线条必须光滑清明,有横纵坐标的统计图必须有确切的标目名称和规范的计量单位;实验装置等示意图一定要精心绘制,对图内的结构要有必要的注释,使读者一目了然;引用他人的图(表)一定要用文献角码表明出处。