

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.24.019

基于表面肌电的不同脊柱前后倾角坐姿腰部肌肉收缩情况研究*

熊凯文¹ 王瑶² 程珊¹ 张太辉¹ 丛林¹ 胡文东^{1Δ}

(1 空军军医大学航空航天医学系航空航天医学装备教研室 陕西 西安 710032;

2 西安医学院第一附属医院神经内科 陕西 西安 710077)

摘要 目的:本研究通过飞行座椅模拟飞行员坐姿状态,利用表面肌电技术对不同脊柱前后倾角坐姿的腰部肌肉收缩情况进行评价,为飞行员的坐姿提供一定的参考。**方法:**本研究共招募 20 名被试者,每名被试者先后参加三组实验。在实验过程中,被试者坐于飞行座椅中并保持躯体中立正直状态,通过调节脚踏板位置使脊柱前后倾角分别固定为 90°、100° 和 110°,要求被试者尽全力使全身肌肉收缩 15 s,同时记录双侧多裂肌和竖脊肌的肌电信号,为避免发生肌肉疲劳,每组间隔 1 分钟。**结果:**四块所测肌肉在 100° 脊柱前后倾角下的均方根值(RMS)和积分肌电值(IEMG)均大于 90° ($P<0.01$);右侧多裂肌在 110° 脊柱倾角下的 RMS 值大于 90° ($P<0.05$);左侧多裂肌和左右竖脊肌在 100° 脊柱前后倾角下的 RMS 值大于 110° ($P<0.05$),右侧竖脊肌在 100° 脊柱前后倾角下的 IEMG 值大于 110° ($P<0.01$);在每组肌肉中,其余脊柱前后倾角之间肌电信号的比较没有统计学意义($P>0.05$)。**结论:**在不同的脊柱前后倾角中,左右多裂肌和竖脊肌在脊柱前后倾角为 100° 的坐姿中能发挥更大的肌肉力量。

关键词: 脊柱前后倾角;坐姿;腰部肌肉;表面肌电

中图分类号: R857.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2021)24-4694-05

Study on Lumbar Muscle Contraction in the Sitting Positions with Different Anteroposterior Inclination of the Spine Based on Surface Electromyography*

XIONG Kai-wen¹, WANG Yao², CHENG Shan¹, ZHANG Tai-hui¹, CONG Lin¹, HU Wen-dong^{1Δ}

(1 Department of Aerospace Medical Equipment, Department of Aerospace Medicine, The Air Force Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710032, China; 2 Department of Neurology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710077, China)

ABSTRACT Objective: In this study, the lumbar muscle contraction was evaluated by using surface electromyography (sEMG) technique in different anteroposterior inclination of the spine sitting posture which was simulated by flight seat, so as to provide some reference for the sitting posture of pilots. **Methods:** A total of 20 subjects were recruited in this study. Each participant participated in three sets of experiments successively. During the experiment, the subjects sat in the flight seat and kept the body upright, and the angle of the spine anteroposterior inclination was fixed at 90, 100 and 110 respectively. The subjects were asked to try their best to contract the muscles of the whole body for 15 s. At the same time, the EMG signals of bilateral multifidus and erector spinal muscles were recorded. In order to avoid muscle fatigue, the intervals of each group were 10 minutes. **Results:** The root mean square value (RMS) and integral electromyography (IEMG) of the four muscles were greater than 90° at 100° anteroposterior inclination ($P<0.01$). The RMS value of right multifidus muscle was greater than 90° at 110° anteroposterior inclination ($P<0.05$). The RMS value of left multifidus muscle and left and right erector spinae muscle at 100° anteroposterior inclination was greater than 110° ($P<0.05$), and the IEMG value of right erector spinae muscle at 100° anteroposterior inclination was greater than 110° ($P<0.01$). There was no statistical significance in the comparison of EMG signals between the other spinal inclination angles in each muscle group ($P>0.05$). **Conclusion:** The left and right multifidus muscles and erector spinae muscles can exert greater muscle power in the sitting position with the spine anteroposterior inclination angle of 100.

Key words: The anteroposterior inclination angle of spine; Sitting posture; Lumbar muscle; sEMG

Chinese Library Classification(CLC): R857.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2021)24-4694-05

* 基金项目:军队课题作战效能提升计划重点项目(2019ZTA11)

作者简介:熊凯文(1992-),男,研究实习生,主要研究方向:飞行人员生理心理训练与康复,E-mail: 1023519419@qq.com

Δ 通讯作者:胡文东(1964-),男,博士生导师,研究员,主要研究方向:飞行人员生理心理选拔与训练,

E-mail: huwend@fmmu.edu.cn, 电话:029-84711268

(收稿日期:2021-04-06 接受日期:2021-04-30)

前言

腰痛是飞行员群体中常见的职业病。大量研究表明,飞行员腰痛具有较高的患病率^[1-3],并会对飞行员的职业工作和安全造成不同程度的影响^[3],为军事和经济带来巨大损失。针对腰痛问题,Panjabi 学者^[4]提出了脊柱稳定性理论。该理论认为,脊柱的肌肉系统对于保持脊柱稳定性具有非常重要的作用。因此,肌肉活动强度可以在一定程度上影响脊柱稳定状态。飞行员在驾驶过程中处于坐姿状态,而在不同坐姿中躯干肌肉激活程度是不同的。研究发现,不良坐姿可能会影响躯干肌肉的活动和本体感觉^[5];脊柱中立位易使腰椎肌肉共激活,有助于增强脊柱稳定性^[6];前倾座椅有助于保持脊柱中立,并可有效减少颈椎相关肌肉的负荷^[7]。而在脊柱中立位坐姿状态下,脊柱整体前后倾角对腰部肌肉影响的报道较少。

因此,本研究通过飞行座椅模拟飞行员坐姿状态,利用表面肌电技术对不同脊柱前后倾角的腰部肌肉收缩情况进行评价,为飞行员的坐姿提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 实验对象

本实验选用 20 名男性大学生,年龄 22.00 ± 1.17 岁,身高 175.68 ± 4.87 cm,体重 71.85 ± 6.51 kg。实验对象纳入标准为:满足我国空军高中生招收飞行员的基本条件:身高在 164-185 cm 之间,体重不低于标准体重的 80%,不高于标准体重的 130%,标准体重(kg)=身高(cm)-110;此外,实验前 24 h 未进行剧烈体力活动,无肌肉疲劳、酸痛等现象,身体健康状况良好,无腰背部相关疾病史。所有实验对象对实验的目的和过程完全知情,并签署知情同意书。

1.2 实验方法

1.2.1 飞行座椅 本实验选用空军军医大学自主研制的完全仿制我国歼-XX 的飞行座椅,并具备有操纵杆和可调节距离的脚蹬踏板等常规设施,为驾驶员提供高仿真的操作体验。结构如图 1 所示。

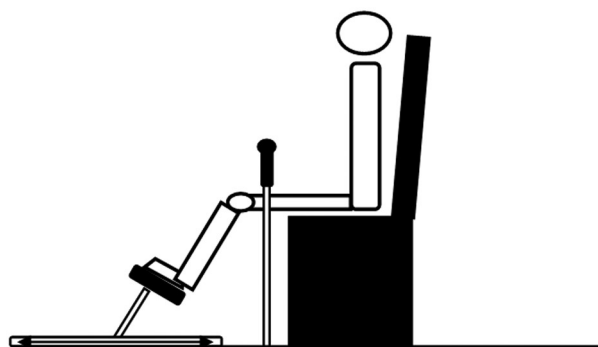


图 1 飞行座椅示意图

Fig.1 Diagram of flight seat

1.2.2 表面肌电仪和测试肌肉 本实验运用芸薇表面肌电采集系统,采用软件 EmgServer 3.0 对采集到的肌电数据进行处理。滤波带宽为 30-500 Hz,采样频率为 1000 Hz。测试肌肉选择腰部的左侧多裂肌(Left Multifidus, LMF)、右侧多裂肌(Right Multifidus, RMF)、左侧竖脊肌(Left Erector Spinae, LES)和右侧竖脊肌(Right Erector Spinae, RES)。肌肉收缩情况的评价指

标选择均方根值(Root Mean Square, RMS)和积分肌电值(Integrated Electromyography, IEMG)。

1.2.3 实验过程 首先,为实验对象黏贴电极。电极黏贴前用 75% 的医用酒精反复擦拭皮肤去除油脂,以降低皮肤电阻。1 号和 2 号导联分别黏贴于 LMF 和 RMF 处,3 号和 4 号导联分别黏贴于 LES 和 RES 处,电极方向顺着肌纤维走向,参考电极置于左侧髂骨处。

然后,实验准备阶段。本实验分为 3 组,共招募 20 名被试者,均在仿制的歼-XX 飞行座椅上进行实验,并分别限制被试者的脊柱前后倾角为 90° 、 100° 和 110° ,进行发力动作。本实验采用的脊柱前后倾角为股骨外上髁和股骨大转子连线与躯干腋中线的夹角。发力动作为:准备姿势的要求,被试者坐在飞行座椅中,要求身体保持中立正直状态,双脚置于脚蹬踏板上,双手握拳置于大腿上;正式开始时,要求被试者尽全力使全身肌肉收缩,并着重强调双脚尽全力踩蹬踏板,以及腰部和腹部肌肉的收缩,时刻保持身体中立正直状态。在正式实验开始前,要求被试者熟练掌握发力动作,并充分休息,避免肌肉发生疲劳。

最后,正式实验阶段。每名被试者先后参加 3 组实验。在各组中,被试者按照发力动作的准备姿势就位,通过前后平移调节脚蹬位置使脊柱前后倾角分别固定为 90° 、 100° 和 110° ,再根据口令,按照发力动作的要领进行动作,持续 15 秒,并采集相应肌肉的肌电数据,为避免发生肌肉疲劳,每组间隔 10 分钟。截取相对稳定且最大的 3 s 肌电信号进行统计学处理。

1.3 统计学分析

运用软件 SPSS 23.0 对 3 组实验采集到的 RMS 值和 IEMG 值进行重复测量方差分析,并运用 Bonferroni 法对组内数据进行相互比较;同类型肌肉左右两侧的 RMS 值及 IEMG 值的比较采用配对 t 检验。检验水准 α 均取 0.05。

2 结果

在每组腰部肌肉中,将 3 个实验组的 RMS 值和 IEMG 值分别进行单因素多水平的重复测量方差分析,结果发现:3 个实验组之间的 RMS 值和 IEMG 值分别均具有统计学差异($P < 0.01$)。为了进一步明确不同实验组之间的关系,本研究采用 Bonferroni 法对组内数据进行相互比较。

2.1 90° 和 100° 脊柱前后倾角 RMS 值及 IEMG 值的比较

在 LMF、RMF、LES 和 RES 四组肌肉中, 100° 脊柱前后倾角的 RMS 值和 IEMG 值均大于 90° ($P < 0.01$),结果如图 2 所示。

2.2 90° 和 110° 脊柱前后倾角 RMS 值及 IEMG 值的比较

在 LMF 中, 90° 与 110° 脊柱前后倾角之间的 RMS 值和 IEMG 值均没有统计学差异($P > 0.05$);在 RMF 中, 110° 脊柱前后倾角的 RMS 值大于 90° ($P < 0.05$),而两组之间的 IEMG 值没有统计学差异($P > 0.05$);在 LES 中,两组之间的 RMS 值和 IEMG 值均不存在统计学差异($P > 0.05$);在 RES 中,得到了与 LES 相似的结果($P > 0.05$)。上述结果如图 3 所示。

2.3 100° 和 110° 脊柱前后倾角 RMS 值及 IEMG 值的比较

在 LMF 中, 100° 脊柱前后倾角的 RMS 值大于 110° ($P < 0.05$),而两组之间的 IEMG 值没有统计学差异($P > 0.05$);

在 RMF 中,两组之间的 RMS 值和 IEMG 值均不存在统计学差异 ($P>0.05$); 在 LES 中, 100° 脊柱前后倾角 RMS 值和

IEMG 值均大于 110° ($P<0.01$); 在 RES 中,得到了与 LMF 相似的结果。上述结果如图 4 所示。

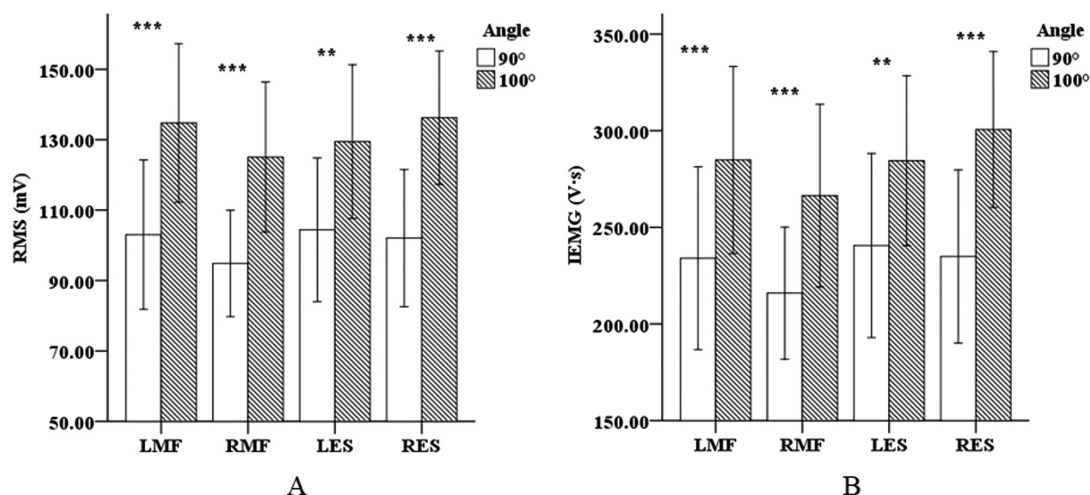


图 2 90° 和 100° 脊柱前后倾角肌电信号比较

Fig. 2 Comparison of EMG signals between 90 and 100 spine anteroposterior inclination

Note: A: comparison of RMS; B: comparison of IEMG; comparison of two groups, $*P<0.05$, $**P<0.01$, $***P<0.001$.

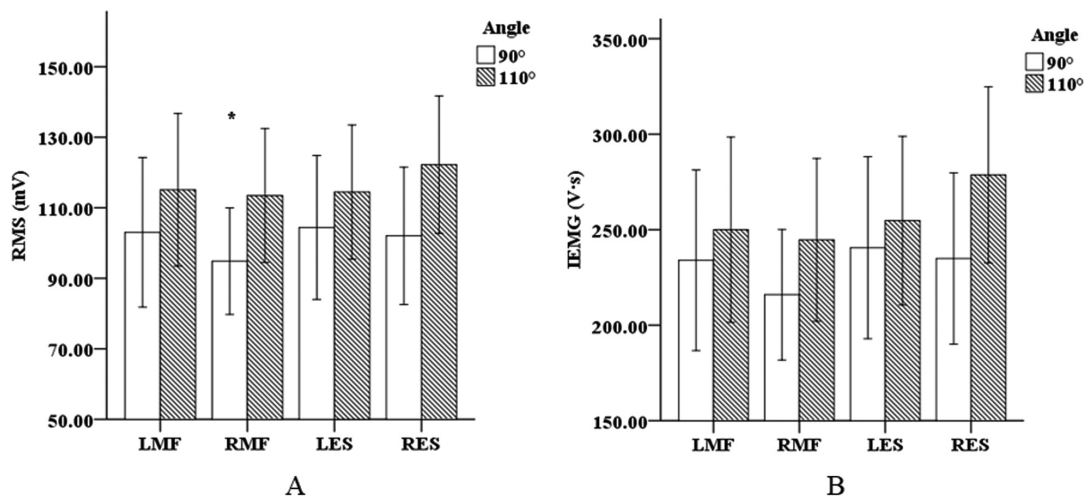


图 3 90° 和 110° 脊柱前后倾角肌电信号比较

Fig. 3 Comparison of EMG signals between 90 and 110 spine anteroposterior inclination

Note: A: comparison of RMS; B: comparison of IEMG; comparison of two groups, $*P<0.05$, $**P<0.01$, $***P<0.001$.

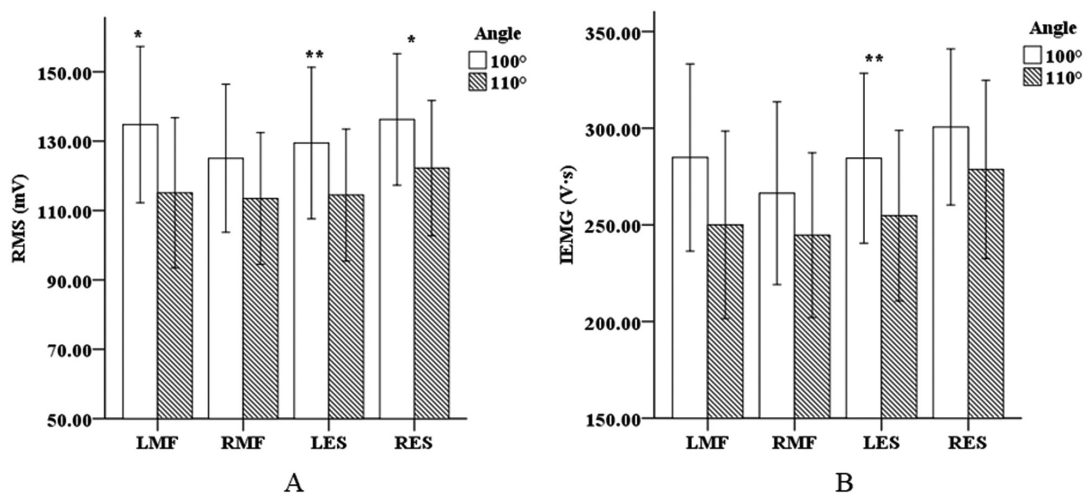


图 4 100° 和 110° 脊柱前后倾角肌电信号比较

Fig. 4 Comparison of EMG signals between 100 and 110 spine anteroposterior inclination

Note: A: comparison of RMS; B: comparison of IEMG; comparison of two groups, $*P<0.05$, $**P<0.01$, $***P<0.001$.

此外,将 LMF 和 RMF 之间的 RMS 值和 IEMG 值分别进行比较,发现没有统计学差异($P>0.05$);LES 和 RES 之间也得到了相似的结果($P>0.05$)。

3 讨论

飞行员的腰痛受到多种因素的影响,其中坐姿是重要的影响因素之一。飞行员的坐姿是根据作业要求、作业习惯和作业效率而定,没有考虑腰背部防护的问题,而且飞行座椅也会在一定程度上限制飞行员的坐姿。飞行员保持坐姿时,腰椎是主要承力骨骼,其中腰椎 L4-L5 间和 L5-S1 间的受力最大^[8],更容易出现腰痛相关问题。研究发现,飞行员的坐姿一方面会引发腰部肌肉疲劳^[9],还有可能会影响肌肉的收缩情况^[5,6],两者都有可能促进腰痛的发生^[10,11]。因此,为了避免飞行员腰痛的发生,合适的坐姿是非常重要的。有证据表明,对坐姿进行人体工效学干预可以有效减少腰痛的发生^[12]。因此,本研究通过了解不同脊柱前后倾角的坐姿与腰部肌肉收缩情况之间的关系,使腰部肌肉能充分发挥腰椎防护作用,实现腰痛预防效果。

表面肌电技术(Surface Electromyography, sEMG)作为评估神经肌肉功能的一种重要研究手段,在体育科研和临床医学等领域得到了广泛应用^[13]。其中, RMS 值和肌电信号的能量直接相关,主要反映肌肉活动时运动单元激活的程度;IEMG 值是指一段肌电信号下的面积总和,反映了在一段时间内相应肌肉的收缩特性;RMS 值和 IEMG 值的大小取决于肌电幅度的变化,与神经肌肉纤维的功能相关,值越大,表示肌肉收缩强度越大^[14]。在本研究中的研究结果表明,对于 4 组肌肉而言,100° 脊柱前后倾角的肌肉激活程度和收缩特性明显优于 90°, 90° 和 110° 脊柱前后倾角的肌肉激活程度和收缩特性基本没有差别,100° 脊柱前后倾角的肌肉激活程度明显高于 110°;而且上述 3 种姿势左右两侧腰部肌肉收缩协调对称。因此,100° 脊柱前后倾角坐姿的腰部肌肉具有更大的收缩力量。

脊柱周围的肌肉组织在脊柱稳定系统中具有重要作用。根据功能的不同,可将脊柱周围的肌肉组织划分为稳定肌和运动肌两大类。稳定肌位于脊柱深层,呈现单关节分布,多在耐力性活动中被激活,可通过离心收缩控制椎体的活动,为椎体间提供一定的紧张度,起到了维持脊柱稳定性的作用,如多裂肌等;运动肌位于脊柱浅表,呈现多关节分布,多在爆发性活动中被激活,通过向心收缩控制椎体活动,具有较大力量,可以应对脊柱受到的外力负荷,在一定程度上也参与了脊柱的稳定作用,如竖脊肌等。这两类肌群协同收缩,共同实现稳定脊柱的作用^[15]。针对脊柱稳定性,有学者提出了肌肉能力模型,该模型认为要维持脊柱的长时间稳定性,肌肉的力量和耐力是非常重要的^[16]。因此,肌肉力量的大小会直接影响脊柱的稳定性,并且与腰痛的发生存在一定的关系。研究发现,与健康人群相比,腰痛患者的多裂肌会呈现不同程度的萎缩,其萎缩程度与症状持续时间成正比^[16],说明腰痛和肌肉力量减退存在一定的相关性。Moreno 等发现不管对于训练有素的运动员还是普通人群,患有腰痛都会表现出相同的腰伸肌退化和肌肉力量的降低^[17]。腰痛的发生与脊柱不稳定有关^[18],而腰痛患者出现的不同程度多裂肌萎缩会进一步威胁脊柱稳定性,从而形成恶性循环,腰痛越重,肌肉萎缩越明显,稳定肌肌力越差,脊柱稳定性越低,进

而加重腰痛症状。杨景慧等通过自主设计的专项训练方案强化腰背部肌肉功能锻炼,通过加强腰背部肌肉力量实现飞行员在进行特定空战动作时的腰背部保护作用^[19]。因此,对于飞行员而言,腰部肌肉的收缩力量具有一定的腰部防护作用。本研究中,通过特定的脊柱前后倾角以提高肌肉的收缩力量,对于加强飞行员脊柱稳定性和预防相关疾病具有一定的参考意义。

通过改变脊柱前后倾角调整飞行员坐姿的方式不仅会影响肌肉收缩能力,不会对肌肉疲劳性带来负面影响。研究发现,久坐后不同髋关节角度坐姿的腰部竖脊肌之间的肌肉疲劳性没有明显差异,表明在不同脊柱前后倾角坐姿中,久坐带来的积累负荷对肌肉的影响是相似的^[20]。此外,有研究将坐位姿势和站立的最大屈曲姿势进行比较,发现坐姿会导致接近最大水平的骨盆后旋和接近最大水平的腰椎屈曲;同时对不同坐姿进行了放射学检查发现,调整坐垫角度可以直接影响骨盆前倾角度和腰椎前凸角度,而坐垫前倾可使躯体更倾向于中立位^[21]。而倾向于中立位的坐姿可能更容易使腰部肌肉激活。O'Sullivan 等发现,保持中立坐姿需要一定水平的椎旁肌肉激活,而与标准的平坐垫椅子相比,坐于前倾坐垫椅子的参与者保持中立腰椎坐姿所需要的多裂肌激活水平较小^[22]。表明了保持较大髋关节角度中立坐姿的多裂肌激活需求较小,可能有更充足的力量进行坐姿下的其他肌肉活动,这与本研究的结果相似。本研究通过调节脚踏板的前后位置改变脊柱前后倾角,角度越大,躯体更趋近于中立位,肌肉激活更强烈。但是本研究发现 110° 的脊柱前后倾角的肌肉激活强度开始降低,可能是脚踏板距离较远导致发力相对比较困难,但也有可能存在某个拐点,这需要进一步研究进行验证。本研究的不足是虽然发现 100° 脊柱前后倾角的肌肉激活程度明显高于 110°,但是除 LES 外,两者之间的肌肉收缩特性基本没有差别,造成这一现象的原因可能是样本量较小,后期考虑加大样本量进一步验证。

综上所述,本研究运用表面肌电技术探讨了不同脊柱前后倾角的腰部肌肉收缩情况。结果表明,在不同的脊柱前后倾角中,左右多裂肌和竖脊肌在脊柱前后倾角为 100° 的坐姿中能发挥更大的肌肉力量。

参考文献(References)

- [1] Matthias Albermann, Maria Lehmann, Christian Eiche, et al. Low Back Pain in Commercial Airline Pilots [J]. Aerospace Medicine and Human Performance, 2020, 91(12): 940-947
- [2] Markus Posch, Alois Schranz, Manfred Lener, et al. Prevalence and potential risk factors offlight-related neck, shoulder and low back pain among helicopter pilots and crewmembers: a questionnaire-based study[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2019, 20(1): 44
- [3] Amanda M. Kelly, Jason MacDonnell, Deahndra Grigley. Reported Back Pain in Army Aircrew in Relation to Airframe, Gender, Age, and Experience [J]. Aerospace Medicine and Human Performance, 2017, 88(2): 96-103
- [4] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement[J]. J Spinal Disord, 1992, 5(4): 383-389, discussion 397
- [5] Wong Arnold YL, Chan Tommy PM, Chau Alex WM, et al. Do different sitting postures affect spinal biomechanics of asymptomatic individuals?[J]. Gait & Posture, 2019, 67: 230-235

- [6] O'sullivan P B, Dankaerts W, Burnett A F, et al. Effect of different up-right sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain-free population[J]. Spine, 2006, 31(19): E707-12
- [7] Yim Jongeun, Park Junhyuck, Lohman Everett, et al. Comparison of cervical muscle activity and spinal curvatures in the sitting position with 3 different sloping seats[J]. Medicine, 2020, 99(28): e21178
- [8] 高振海, 高菲, 胡宏宇, 等. 车辆驾乘人员不同坐姿时腰腹部骨肌力学特性分析[J]. 吉林大学学报(工学版), 2017, 47(1): 35-41
- [9] 熊凯文, 徐蕾, 程珊, 等. 基于表面肌电的模拟飞行时坐姿致腰部肌肉疲劳的研究[J]. 航天医学与医学工程, 2018, 31(6): 590-594
- [10] Jung Kyoung-sim, Jung Jin-hwa, In Tae-sung, et al. Effects of Prolonged Sitting with Slumped Posture on Trunk Muscular Fatigue in Adolescents with and without Chronic Lower Back Pain[J]. Medicine, 2020, 57(1): e3
- [11] Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain [J]. The Orthopedic clinics of North America, 2003, 34(2): 245-254
- [12] Pillastrini Paolo, Mugnai Raffaele, Bertozzi Lucia, et al. Effectiveness of an ergonomic intervention on work-related posture and low back pain in video display terminal operators: a 3 year cross-over trial [J]. Applied Ergonomics, 2010, 41(3): 436-443
- [13] 刘凡, 曹蕾. 表面肌电应用的新进展[J]. 体育世界(学术版), 2019, (7): 149-151
- [14] 李建华, 王健. 表面肌电图诊断技术临床应用[M]. 浙江杭州: 浙江大学出版社, 2015: 73-76
- [15] 于红妍, 王虎, 冯春辉, 等. 核心力量训练与传统力量训练之间关系的理论思考: 核心稳定性训练 [J]. 天津体育学院学报, 2008, 23(6): 509-512
- [16] Marc Russo, Kristiaan Deckers, Sam Eldabe, et al. Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain[J]. Neuromodulation, 2018, 21(1): 1-9
- [17] Marja Moreno Catalá, Arno Schroll, Gunnar Laube, et al. Muscle Strength and Neuromuscular Control in Low-Back Pain: Elite Athletes Versus General Population [J]. Frontiers In Neuroscience, 2018, 12: 436
- [18] Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2003, 13(4): 371-379
- [19] 杨景慧, 王海霞, 耿喜臣, 等. 基本空战动作 "检查 6 点钟" 姿势腰背训练方案的表面肌电图特征研究 [J]. 航天医学与医学工程, 2020, 33(3): 196-202
- [20] 宋超, 王笃明, 卢宁艳. 不同姿势久坐下女性腰部肌肉的 sEMG 信号变化[J]. 中国应用生理学杂志, 2020, 36(1): 94-96
- [21] Diana De Carvalho, Diane Grondin, Jack Callaghan. The Impact of Office Chair Features on Lumbar Lordosis, Intervertebral Joint and Sacral Tilt Angles: a Radiographic Assessment[J]. Ergonomics, 2017, 60(10): 1393-1404
- [22] Kieran O'Sullivan, Raymond McCarthy, Alison White, et al. Can we reduce the effort of maintaining a neutral sitting posture? A pilot study[J]. Manual Therapy, 2012, (17): 566-571

(上接第 4708 页)

- [20] 易先丽, 卢欣, 王晓艳. 以家庭为基础的多组分环境干预对儿童哮喘预防及管理的有效性研究[J]. 中国医药导报, 2017, 14(02): 49-53
- [21] 段梦夕, 张晓宇, 朱鸿, 等. 大连地区 490 例 0 岁~14 岁过敏性疾病儿童常见过敏原检测结果分析[J]. 基层医学论坛, 2017, 21(17): 2168-2170
- [22] 杨慧珺. 珠海地区 2-14 岁儿童变应性鼻炎致敏因素分析及检测方法评价[D]. 暨南大学, 2014
- [23] Pinart M, Keller T, Reich A, et al. Sex-Related Allergic Rhinitis Prevalence Switch from Childhood to Adulthood: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Int Arch Allergy Immunol, 2017, 172(4): 224-235
- [24] Leffler J, Stumbles P A, Strickland D H. Immunological Processes Driving IgE Sensitisation and Disease Development in Males and Females[J]. Int J Mol Sci, 2018, 19(6): 1554
- [25] 殷皓, 俞蕾, 张晓峰, 等. 2329 例儿童过敏性疾病变应原检测结果分析[J]. 医学综述, 2019, 25(13): 2511-2514
- [26] 李琪, 张云飞, 许政敏. 复旦大学附属儿科医院 2413 例过敏性鼻炎患儿过敏原筛查结果分析[J]. 中国实用儿科杂志, 2019, 34(03): 209-211
- [27] 崔玉宝, 周鹰, 田曼等. 尘螨与变态反应性疾病[M]. 一. 北京: 科学出版社, 2018
- [28] 李宛珈, 黄志锋, 廖陈喜, 等. 广州地区 2005 例成人过敏性疾病患者过敏原特异性 IgE 检测结果分析 [J]. 中国免疫学杂志, 2020, 36(22): 2764-2768
- [29] 郭红, 鲁继荣, 靳英丽, 等. 儿童哮喘血清特异性过敏原检测及临床意义[J]. 中国妇幼保健, 2009, 24(06): 779-780
- [30] 李晓玲, 毛安华. 过敏性疾病患儿过敏原特异性 IgE 检测分析[J]. 实用预防医学, 2020, 27(01): 96-98