

## Study on Abnormal Posture Control and Intervention in Sedentary People

Shi Yan<sup>1,2,3\*</sup> Yang Di<sup>1</sup> Zhu Dan<sup>1</sup> Yuan Yu<sup>1</sup>

1. Capital University of Physical Education and Sports, Beijing;
2. Comprehensive Key Laboratory of Sports Ability Evaluation and Research of the General Administration of Sport of China, Beijing;
3. Beijing Key Laboratory of Sports Function Assessment and Technical Analysis, Beijing

**Abstract:** Based on the perspective of posture control theory, this paper analyzed and explored the treatment methods of chronic skeletal muscular injury in sedentary people by using literature, expert interviews, and logical analysis, and summarized the related research results of chronic skeletal muscular injury in sedentary people. The results showed that most of the common mitigation methods for chronic skeletal muscular injury were medical and rehabilitation medicine, and less analysis was made from the perspective of posture control in the field of kinematics to explore its pathogenesis and mitigation methods. On this basis, from the perspective of posture control theory, the feasibility of Muscle Electrical Stimulation (MES) to alleviate muscle imbalance is analyzed, hoping to further improve the status of occupational chronic skeletal muscular injury.

**Key words:** Acquired; Posture control; Chronic skeletal muscular injury; Sedentary people

Received: 2020-08-13; Accepted: 2020-08-22; Published: 2020-09-14

# 久坐人群姿势控制异常测评与运动干预策略研究

史 衍<sup>1,2,3\*</sup> 杨 迪<sup>1</sup> 朱 丹<sup>1</sup> 苑 玉<sup>1</sup>

1. 首都体育学院, 北京;
2. 国家体育总局运动能力评价与研究综合重点实验室, 北京;
3. 北京市运动机能评定与技术分析重点实验室, 北京

邮箱: shiyan@cupes.edu.cn

**摘 要:** 本文从姿势控制视角出发, 采用文献资料法、专家访谈法、测试法以及逻辑分析法等, 对久坐人群中慢性骨骼肌肉损伤的治疗方法进行分析, 探索久坐人群慢性骨骼肌肉损伤的运动干预策略与方法。结果表明: 慢性骨骼肌肉损伤常用的缓解方式多以医学与康复医学方法、手段为主, 较少从运动学领域开展致病机理探讨以及干预方法分析。而姿势控制理论下的运动功能训练策略以及肌肉电刺激训练方法可以有效地缓解肌肉失衡现象, 改善局部关节运动功能受限状况, 从而有助于达到预防久坐人群慢性骨骼肌肉损伤的目的。

**关键词:** 姿势控制; 慢性骨骼肌肉损伤; 久坐人群; 职业性

收稿日期: 2020-08-13; 录用日期: 2020-08-22; 发表日期: 2020-09-14

Copyright © 2020 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



姿势控制是人类的基本运动能力之一，人类通过姿势控制维护重心与支持面之间的关系，使身体恢复或维持平衡，以预防跌倒并完成既定的任务 [1]。随着现代化科学技术的发展，自动化水平的不断提升，职业人群在单一、重复工作环境中保持固定身体姿态（站姿和坐姿为主）下进行作业时间也逐步增加，因此极易形成以习得性姿势控制异常（Acquired Postural Control Anomaly）为主要表现形式的肌群失衡。研究显示，近年来长期保持坐姿的工作人群逐渐增多，而国内关于久坐人群姿势控制异常与干预的研究相对较少，大多集中在临床医学领域，较少从运动学角度分析并解决姿势控制异常导致运动系统损伤的问题。

## 1 研究方法

### 1.1 文献资料法

本文主要通过检索中国知网、EBSCO 外文数据库等相关文献数据库，以“职业人群”“姿势控制”“习得性”“慢性骨骼肌肉损伤”为主要中文检索关键词，时间范围是 1993—2019 年。查阅了姿势控制、习得性姿势控制异常、慢性骨骼肌肉损伤以及慢性骨骼肌肉损伤和习得性姿势控制异常相关性等基本理论。其中，查阅中外文文献共 60 余篇。

### 1.2 专家访谈法

对教育部体卫司、国家体育总局、北京市教育委员会体卫艺教育处的相关领导，美国青少年儿童体育教育培训与训练机构（SPARK，TITLEIST，EXOS）相关研究人员与培训人员，北京师范大学、中国人民大学、北京体育大学、首都体育学院相关方面的学者，解放军 301 医院、北大康复医院的康复医学专家，进行了有计划、有针对性地专题访谈，获取了诸多有权威性的理论观点和相关资料。

### 1.3 测试法

本文随机选取了 15 名久坐人员（文案策划人员）以及 15 名非久坐人群（产

品推销员)作为实验对象,采用PA200LE身体姿势评估系统对受试者进行测试,受试者穿着紧身服装,上肢自然垂于体侧,两脚分开与肩同宽,站立在足底压力垫上定位点处(第五跖骨基底与足底压力板上的横线对应),根据测试者“前、右、后、左”口令按照顺时针方向转换,分别拍摄正面、右侧面、左侧面及背面四张照片,随后采用系统操作根据骨性标志(眉心、胸骨上切迹、肚脐、髂前上棘、耳孔、肩峰、第七颈椎棘突、髂后上棘、股骨大转子、髌尖等等)位置打点,使其自动生成全方位报告,本文主要使用身体姿势分析仪中肌肉紧张度分析、姿态测评雷达图以及静态足底压力所得测试数据对比分析久坐人群和非久坐人群间的差异验证假说,提出可行性建议。

## 1.4 逻辑分析法

从运动学的姿势控制视角下,对慢性骨骼肌肉损伤的相关研究成果以及习得性姿势控制和慢性骨骼肌肉损伤相关性的研究成果进行归纳,总结出当前研究水平下慢性骨骼肌肉损伤的治疗和缓解方法,并在现有水平下拓宽思维,致力探索更加经济高效的治疗方法,缓解职业人群的慢性骨骼肌肉损伤病症,进一步改善习得性姿势控制异常现象。

## 1.5 数理统计法

对受试者所采集的相关数据进行一般统计描述,所有数据统计均使用SPSS22.0完成。

# 2 研究结果

## 2.1 久坐人群相关研究分析

关于久坐人群的定义群体划分,目前并没有相关研究及文献进行明确界定[2]。本研究将“久坐人群”界定为以坐姿为主进行日常工作和生活且每天坐姿不少于8个小时的人群。其中,以坐姿进行工作的职业人群占绝大部分,职业人群是指在社会上从事各行各业的职工,是社会的主要劳动力,是社会人口

组成的主体 [3]，人类赖以生存和发展的物质和文化生活资料，社会和经济的发展都归功于职业人群的勤劳工作 [4]。随着科学进程的加快，职业人群工作年限随之增长，长期单一重复工作极易导致其出现一系列健康问题，主要表现为颈、肩、腰、腿痛以及身体姿势异常等，对于上述病症产生原因、治疗方法与手段的探索引起科学工作者和临床医生的广泛关注。此外，前期研究将慢性骨骼肌肉损伤分为全身性和局部性骨骼肌肉损伤两大类 [5]，慢性骨骼肌肉损伤在美、英、德等国家被列入职业病范畴，在职业疾病的发生中占第二位，是影响职业人群劳动能力的主要原因 [6]。可见，在全球范围内，职业性慢性骨骼肌肉损伤也是迫切需要解决的问题。

经文献资料查阅可知，由于工种、工作姿势和重复（过度）使用部位存在差异，慢性骨骼肌肉损伤部位也会有所不同，计算机操作、办公室文案人员等久坐人群极易形成下背痛、肩颈不适等症状。电子竞技运动员肌肉骨骼损伤中，颈部（32.3%）和下背部（22.8%）患病率最高 [7]；Brandt 等调查发现，鼠标的使用会增加肩颈痛的风险，有 10% 以上的被调查者有中、重度的颈部疼痛，其中约有 8% 的自诉有右肩部疼痛 [8]；通过分析不难发现，久坐人群中职业性慢性骨骼损伤易患病部位多集中在肩颈部和下背部，同时由于长期单侧肢体重复性操作，伴随着优势侧肢体患病率高于另一侧肢体的现象，两侧肢体骨骼肌肉失衡，更容易引发上述一系列不良现象。长此以往，个体神经肌肉骨骼系统中预期姿势形成和调节程序与正常发育个体相比存在失衡现象；姿势控制能力下降，造成局部肌肉紧张、局部肌肉薄弱从而形成骨骼肌损伤。而且，职业性慢性肌肉骨骼损伤对人们健康和国民经济的影响是巨大而深远的 [9] [10]，主要表现为经济损失巨大；治疗消耗时间长，难以根除。

综上所述，久坐人群易出现慢性骨骼肌肉损伤症状，且集中在手臂部、肩部、颈部、下背部等部位，同时也伴随着单侧、双侧肢体操作不平衡所带来的一侧患病风险 [11] [12] [13] [14]。由于长期从事职业性的工作，易患职业性慢性骨骼肌肉损伤，不仅影响个人的身体健康，同时也影响着企业的生产效率和企业的生存与发展以及社会稳定。因此，需要更多专业人士从专业角度探索此类病症的缓解方式，以提升职业人群的身体健康，从而提升工作效率。

因此本文进一步针对久坐职业人群进行特定的数据采集，主要以静态身体姿势控制能力为主要研究内容，测试久坐人群中身体姿势的特点，对比非久坐人体姿势控制特点，验证以上结论并根据研究结果为职业人群制定个性化训练方案，以缓解习得性姿势控制异常现象，改善身体姿势。

## 2.2 静态足底压力百分比数据对比（见表1）

表 1 足底压力百分比数据对比（ $n=30$ ）

Table 1 Comparison of percentage of plantar pressure ( $n=30$ )

项目		久坐人群	非久坐人群	$T$ 值	$p$ 值
足底压力百分比	左	49.80 ± 8.59	45.40 ± 3.47	1.502	0.150
	右	50.20 ± 8.59	54.30 ± 3.37	-1.406	0.177
足底压力百分比	左上部	50.80 ± 12.40	42.40 ± 7.73	1.818	0.086
	左下部	49.20 ± 12.40	57.60 ± 7.73	-1.818	0.086
	右上部	50.60 ± 20.15	44.60 ± 12.35	0.830	0.432
	右下部	49.40 ± 20.15	55.40 ± 12.35	-0.830	0.432

足底压力中左右侧分布百分比之和为 100%，单侧脚前后压力分布百分比，前后之和为 100%。足底压力是足与地面之间的相互垂直作用力，是检验单位面积的足底应力，即足底应力除以足底受力面积，准确的说是一种压力强度，它能够有效的反应受试者足底压力的偏向 [15] [16]。人体足部结构、功能以及整个身体姿势控制变化情况与足底压力百分比分布特征存在密切联系（见图 1）。通过对久坐职业人群和非久坐分群足底压力百分比数据对比分析可知，被试者左右脚足底压力百分比、单侧脚上下足底压力百分比无显著性差异， $p>0.05$ 。经文献资料的查阅及专家访谈可知，足底压力的影响因素包括很多种，其中尤其是针对久坐人群足底压力的影响因素有很多，例如久坐中是否长时间抖腿、是否长时间伸腿或屈腿、是否长时间盘腿而坐等等，都会表现出不同形式的足底压力分布结构，因此两类人群中足底压力不存在显著性差异。

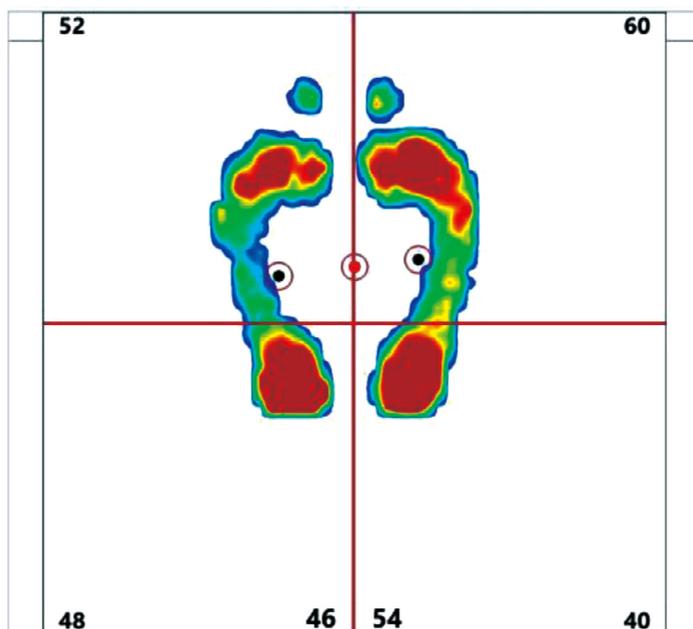


图 1 足底压力百分比

Figure 1 Percentage of plantar pressure

### 2.3 肌肉紧张度数据（见表 2）

表 2 肌肉紧张度分析汇总（ $n=15$ ）Table 2 Summary of muscle tone analysis ( $n=15$ )

姓名	左斜方肌	右斜方肌	左背阔肌	右背阔肌	左髂腰肌	右髂腰肌	左腰方肌	右腰方肌
牛 × ×	红	蓝	蓝	红	红	红	红	蓝
徐 × ×	红	红	红	蓝	蓝	红	蓝	红
宋 × ×	红	红	红	蓝	红	红	蓝	红
陈 × ×	红	蓝	蓝	红	红	红	蓝	红
邢 × ×	红	红	红	红	红	红	蓝	红
张 × ×	红	蓝	蓝	红	蓝	红	红	蓝
贾 × ×	红	蓝	蓝	红	红	红	红	蓝
金 × ×	红	红	红	蓝	红	蓝	蓝	红
石 × ×	红	蓝	红	红	红	红	蓝	红
夏 × ×	红	红	蓝	蓝	红	蓝	红	红
张 × ×	红	红	红	红	红	蓝	蓝	红

续表

姓名	左斜方肌	右斜方肌	左背阔肌	右背阔肌	左髂腰肌	右髂腰肌	左腰方肌	右腰方肌
王 × ×	红	蓝	蓝	蓝	红	红	蓝	红
李 × ×	红	蓝	蓝	红	红	红	红	蓝
郑 × ×	红	蓝	蓝	红	红	蓝	红	蓝
白 × ×	红	蓝	蓝	红	红	红	红	蓝

人体参与复杂的身体活动，离不开姿势成分和动作成分。动作完成的本质是神经系统控制下肌肉主动收缩完成预期动作，动作是多个姿势组合转换的结果。在运动训练领域中，导致人体不良姿势并诱发运动损伤的原因一般是关节运动功能受限和局部反复性操作。部分研究指出任何一项动作技能项目都不可能均衡地刺激到全身各个部位的肌肉，久而久之就会形成双侧或前后侧肌群发展不对称 [17]。例如，运动员在经过长期的、专项的、系统的训练会习得明显的专项化特征，一般表现为优势侧肢体和非优势侧肢体在动作技能上的适应性变化，然而两侧肢体所表现出功能上的差异，会导致躯干肌群的募集方式发生变化，进一步验证了异常的身体姿势控制与骨骼肌功能失调之间有着互为因果的关系，且功能动作的不良先于肌肉骨骼的退化 [18]。

通过对测试数据的分析可知（见图2，红色代表被动拉长，蓝色带表缩短肌肉），久坐职业人群均存在肩颈部位及腰骶关节肌肉紧张的问题，而且左右侧存在差异，经分析得知以上现象产生的原因是久坐职业人群长期以坐姿伏案进行日常工作，且因个人习惯不同导致左右侧存在差异。由此可知，久坐人群的慢性骨骼肌肉损伤的形成是由于长期不良坐姿下所造成的关节肌力失衡现象 [19]，而关节肌群肌力失衡现象，会导致坐姿下屈髋肌群长度缩短，其拮抗肌持续牵拉紧张。久而久之，关节周围肌群活动度与收缩力出现不平衡状况，继而造成慢性骨骼肌肉损伤；与此同时，此种髋关节肌群失衡情况下，如若遇到突发姿势干扰（例如，坐姿探身取物、“翘二郎腿”等）将导致周围关节急性软组织损伤。因此，久坐人群中慢性骨骼肌肉损伤是由于长期习得性坐姿出现问题，导致髋关节肌肉处于失衡状态（后侧肌群持续被牵拉，前侧肌群持续缩短），通过提升关节肌群协同收缩功能，就能改善久坐人群慢性骨骼肌肉失衡情况，进一步可达到缓解疼痛的目的。



图2 肌肉紧张度对比图

Figure 2 Comparison of muscle tone

## 2.4 姿势测评雷达图数据（见表3）

表3 姿态测评雷达图分析（ $n=30$ ）Table 3 Radar chart analysis of attitude assessment ( $n=30$ )

参数	久坐人群	非久坐人群	$T$ 值	$P$ 值
头部前后倾	$3.80 \pm 1.475$	$1.60 \pm 1.430$	3.386	0.003
肩关节旋转	$4.70 \pm 0.675$	$4.30 \pm 1.336$	0.844	0.410
肩关节水平	$1.70 \pm 1.160$	$1.30 \pm 1.160$	0.771	0.450
骨盆倾斜	$2.20 \pm 2.150$	$3.70 \pm 1.82$	-1.681	0.110
髋关节水平	$2.30 \pm 1.490$	$1.00 \pm 1.05$	2.248	0.037

姿态测评雷达图数据中包含：头部前后倾斜、躯干前后倾斜、下肢前后倾斜、头部旋转、肩关节旋转、躯干旋转、骨盆倾斜、肩水平、膝关节水平、头部左右倾斜、躯干左右倾斜、下肢左右倾斜等多个测试指标（见图3）。久坐人群长期坐姿办公，其肩关节、髋关节附近极易出现慢性骨骼肌肉损伤等症状，所以

仅选取部分指标：头部前后倾、肩关节旋转、肩关节水平、骨盆倾斜及髋关节水平进行分析（以上指标向左倾斜为负向右倾斜为正，左右因习惯而异不做区分），与非久坐人群对比后发现：肩关节旋转、肩关节水平、骨盆前倾偏移数值均不存在显著性差异，而头部前后倾、髋关节水平存在显著性差异。进一步分析可知，久坐人群由于其工作性质所导致的长期案前操作电脑或书写等工作，上背部及头颈部持久保持屈曲姿势，此时伸髓肌肉呈现被牵拉紧张状态，易引起髋关节部位呈现不同程度水平或者左右偏移，久而久之出现习得性的姿势控制异常现象。因此，久坐人群头部肩颈肌肉紧张表现为头前伸病理症状；腰骶部髋腰部位肌肉长期牵拉紧张表现为腰骶关节疼痛等等。然而，上述疼痛现象归根结底在于特定关节主动肌与拮抗肌之间协调平衡出现异常现象。

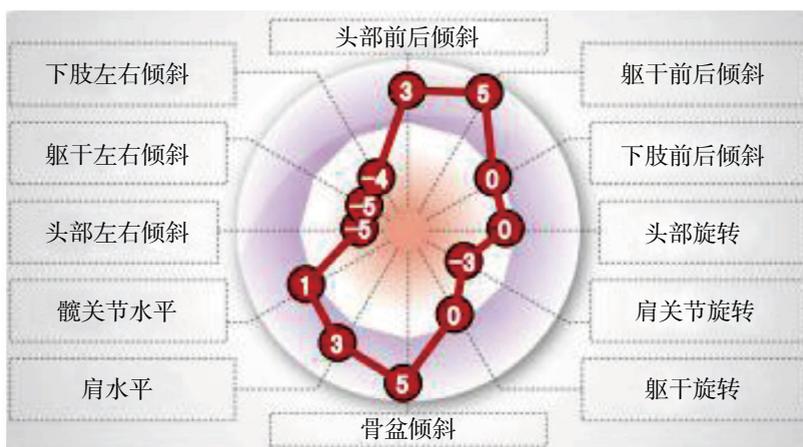


图3 姿势测评雷达图

Figure 3 Pose assessment radar chart

### 3 结论

久坐职业人群由于长期处于坐姿状态下进行日常工作，其躯干部位的肩颈部位及腰骶关节附近的肌肉，如斜方肌、背阔肌、腰方肌和髂腰肌均存在长时间被拉长处于紧张状态下的情况，使得躯干单侧或者双侧肩颈、腰骶关节极易

出现疼痛、酸胀等感觉。而且，其头部前后倾、髋关节水平指标与非久坐人群的头部前后倾、髋关节水平指标存在显著性差异，说明由于长期处于不良的身体姿势状态下工作，肌肉间不平衡的工作状态长期维持，主动肌和拮抗肌之间的平衡被打破，随之而来的是长期习得的静态身体姿势的改变，进而形成习得性姿势控制异常现象，产生慢性骨骼肌肉损伤等病理性问题。

研究表明，久坐人群慢性骨骼肌肉损伤的干预方法大多集中在医学康复等领域，专家学者的研究侧重点也存在不同。多集中在社会学和医学方面作为解决出发点，只有少部分从人体功效学和人体姿势中寻找解决措施，如：生理学、心理学、解剖学等，目的是要在合理的范围内提高人在工作中身体上和精神上的舒适度 [20]，避免长时间同一姿势，实时调整身体姿势，可以有效缓解因长时间久坐造成的头颈部、下背部疼痛并可以有效减少背痛发生概率。

姿势控制系统中最主要的是肌肉骨骼系统和神经系统，在神经肌肉系统内整合多块肌肉成为姿势控制的协同肌能力是保持稳定性的一个关键方面 [21]，通过设计特定肌肉收缩模式与运动轨迹控制，来抑制特定部位肌群的肌紧张，然后通过被动、主动以及抗阻动作模式练习，同时避免异常运动模式的关节运动，可以逐步达到正常运动控制的训练效果 [22]。正常运动和 / 或姿势控制取决于肌群协同作用即主动肌与拮抗肌的相互平衡，通过针灸、按摩、理疗等干预方法可以缓解屈髋肌群肌肉长度缩短状况，但是采用被动、主动以及抗阻力量训练对拮抗肌进行刺激或训练，提升伸髋肌群收缩功能，从而进一步强化髋关节肌群的协同收缩效果，这才是治疗干预的关键环节。同时，针对久坐人群自身工作性质和特点，在场地设施以及工作时间的限制下，只能采用节约时间，经济高效的锻炼方式。

肌肉电刺激训练 (Muscle Electrical Stimulation, 简称 MES) 是指通过电脉冲代替人脑发出的神经冲动，使肌肉产生收缩。被广泛应用于运动训练、医学康复领域，至今未被用于久坐人群慢性骨骼肌肉损伤的缓解 [23]。肌肉电刺激训练当不同频率和强度电刺激作用于运动神经时，运动神经被激活后会产生神经冲动，神经冲动沿着神经纤维传导至肌肉可引起肌肉强烈收缩，从而提高肌肉力量。以肌肉电刺激训练对久坐人群慢性骨骼肌肉损伤进行治疗时，训练过

程更加经济高效,可以不占用工作时间,而且通过肌肉电刺激治疗,在关节角度无变化情况下激活主动肌和拮抗肌进行交互性收缩与舒张,能够达到事半功倍的训练效果。因此,探索肌肉电刺激训练对职业人群姿势控制和慢性肌肉骨骼损伤的影响效果,将成为后续研究工作重要环节。

久坐人群在我国职业人群中占比较大,其慢性骨骼肌肉损伤状况对其工作表现具有直接的影响;另外,正处在生长发育关键时期的青少年儿童同样面临着静坐时间较长和体力活动较少的双重挑战,极易造成脊柱发育失衡、姿态异常等问题。以往研究主要从医学临床学领域探索慢性骨骼肌肉损伤现象,较少从运动学视角出发探索治疗方法与手段。近期部分学者已经开始立足于姿势控制异常与干预,探讨习得性姿势控制能力和慢性骨骼肌肉损伤之间的关系,未来此方面的研究势必成为解决久坐人群慢性骨骼肌肉损伤重要的突破口。

## 基金项目

国家重点研发计划课题(编号:2018YFF0300603)“冬残奥运动员运动表现提升的关键技术”;国家重点研发计划课题(编号:2018YFF0300902)“冬季潜优势及落后项目国际化训练平台关键技术研究与应用”;北京市教育委员会科技计划一般项目(项目编号:KM201810029001)“习得性姿势控制异常测评与运动干预研究”。

## 参考文献

- [1] 史衍. 儿童习得性姿势控制异常(APCA)分析与运动干预的研究[D]. 首都体育学院, 2017.
- [2] 宋宽. 久坐人群健身干预系统设计及服务质量控制研究[D]. 曲阜师范大学, 2014.
- [3] 复旦大学医学院编委会. 家庭医学全书[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.
- [4] 于晓霞. 济南市职业人群一般心理健康状况及相关因素研究[D]. 山东

- 大学, 2017.
- [5] 张恩铭. 我国高水平电子竞技运动员骨骼肌肉损伤及相关因素分析 [D]. 北京体育大学, 2008.
- [6] 张坤海, 赵欣. 职业性慢性肌肉骨骼损伤 [J]. 职业与健康, 2002(5): 6-7.
- [7] 张恩铭. 我国高水平电子竞技运动员骨骼肌肉损伤及相关因素分析 [D]. 北京体育大学, 2008.
- [8] Brandt L P, Andersen J H, Lassen C F, et al. Neck and shoulder symptoms and disorders among Danish computer workers [J]. Scand J Work Environ Health. 2004, 30(5): 399-409
- [9] 张恩铭. 我国高水平电子竞技运动员骨骼肌肉损伤及相关因素分析 [D]. 北京体育大学, 2008.
- [10] 张恩铭. 我国高水平电子竞技运动员骨骼肌肉损伤及相关因素分析 [D]. 北京体育大学, 2008.
- [11] 何丽华, 王生, 黄因敏, 等. 电子行业骨骼肌肉损伤的调查 [J]. 人类工效学, 1998, 4(4): 12-14
- [12] 余秋月, 于均峰. 护理人员慢性骨骼肌肉损伤危险因素 logistics 分析 [J]. 安徽医科大学学报, 2003, 38(3): 240-241
- [13] 郑强, 王生, 梁卉等机械行业工人骨骼肌肉损伤的调查 [J]. 人类工效学, 1999(2): 27-28
- [14] 姜岳明, 陆继培, 蒋武, 等. 视频显示终端操作人员骨骼肌疲劳症候群的调查研究 [J]. 广西医科大学学报, 1994, 11(1): 111-113
- [15] 夏雨. 泡沫轴练习与静态牵拉对运动性肌肉疲劳影响的比较研究 [D]. 成都体育学院, 2017.
- [16] 姚卫宇, 刘丽茹. 对运动性疲劳恢复的研究 [J]. 湛江师范学院学报, 2005(6): 108-111.
- [17] 史衍. 儿童习得性姿势控制异常 (APCA) 分析与运动干预的研究 [D]. 首都体育学院, 2017.

- [ 18 ] Gray Cook, 动作—功能动作训练体系 [ M ] . 张英波, 梁林, 赵洪波, 译. 北京: 北京体育大学出版社, 2011. 262.
- [ 19 ] 菲尔佩治, 肌肉失衡的评估与治疗——扬达治疗法 [ M ] . 焦颖, 译. 北京: 人民体育出版社, 2016: 29-122
- [ 20 ] 宋英华. 职业健康管理与职业紧张及人体功效学之间相互影响关系的研究 [ J ] . 世界最新医学信息文摘, 2017, 17 ( 87 ) : 133.
- [ 21 ] Shumway-cook A, Marjorie H W. 运动控制原理与实践 [ M ] . 第3版. 毕胜, 燕铁斌, 王宁华, 译. 北京: 人民卫生出版社, 2009. 172.
- [ 22 ] 史衍. 儿童习得性姿势控制异常 ( APCA ) 分析与运动干预的研究 [ D ] . 首都体育学院, 2017.
- [ 23 ] 杜承润, 史衍. 肌肉电刺激训练研究综述 [ J ] . 运动, 2018, 1 ( 177 ) : 26-27, 46.