



DOI:10.12404/j.issn.1671-1815.2404557

引用格式:王紫岳,陈彦男,侯莉娟,等.职业驾驶员健康改善的功能性运动能力评估与干预[J].科学技术与工程,2025,25(17):7101-7106.

Wang Ziyue, Chen Yannan, Hou Lijuan, et al. Functional movement capacity assessment and intervention for occupational drivers' health improvement [J]. Science Technology and Engineering, 2025, 25(17): 7101-7106.

医药、卫生

职业驾驶员健康改善的功能性运动能力 评估与干预

王紫岳,陈彦男,侯莉娟,姚明焰*

(北京师范大学体育与运动学院,北京 100875)

摘要 为了预防职业驾驶员肌肉骨骼疾病,促进职业健康,通过功能性动作筛查(functional movement screen,FMS)评估职业驾驶员功能性运动能力现状,进一步探讨运动干预效果。采用分层便利抽样法,选取145名职业驾驶员作为研究对象,通过FMS测试其功能性运动能力。随后,对其中20名女性驾驶员实施运动干预,全程监控其运动负荷,并在干预结束后进行FMS后测。通过SPSS 29.0软件分析FMS测试结果、性别间差异及运动干预效果。结果表明:职业驾驶员FMS总分普遍低于14分;单项测试中,主动直腿上抬动作得分最高,直线弓步蹲动作得分最低;深蹲、跨栏步、主动直腿上抬以及躯干稳定俯卧撑动作得分存在性别差异($P < 0.05$);干预后,女性驾驶员的基本功能动作、下肢柔韧性以及躯干稳定性动作模式明显改善,差异均有统计学意义($P < 0.05$);运动干预负荷整体属于中等强度有氧运动。可见,职业驾驶员的功能性运动能力普遍不足,中等强度的运动干预是改善女性驾驶员功能性运动能力、预防肌肉骨骼疾病的有效手段。

关键词 功能性运动能力;功能性动作筛查;驾驶员;运动干预

中图分类号 R873;

文献标志码 A

Functional Movement Capacity Assessment and Intervention for Occupational Drivers' Health Improvement

WANG Zi-yue, CHEN Yan-nan, HOU Li-juan, YAO Ming-yan*

(School of Physical Education and Sports, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

[Abstract] To promote occupational health and prevent musculoskeletal disorders among occupational drivers, the current status of functional movement ability of professional drivers was evaluated through functional movement screen (FMS), and the effect of exercise intervention was further explored. A stratified convenience sampling method was utilized to select 145 occupational drivers as participants, with their functional movement abilities rigorously evaluated using the FMS. Subsequently, 20 female drivers underwent an exercise intervention, with their exercise load monitored throughout, followed by a post-intervention FMS assessment. SPSS 29.0 software was used to analyze the FMS results, gender differences, and the effects of the exercise intervention. The results show that the FMS total scores of occupational drivers are generally below 14 points. Among the individual tests, the active straight leg raise scores highest, while the in-line lunge scores lowest. Gender differences are found in the scores for deep squat, hurdle step, active straight leg raise, and trunk stability push-up movements ($P < 0.05$). Post-intervention, the basic functional movements, lower limb flexibility, and trunk stability patterns of female drivers show significant improvement, with all differences being statistically significant ($P < 0.05$). The exercise intervention load is generally classified as moderate-intensity aerobic exercise. It is concluded that the functional movement capacity of occupational drivers is generally inadequate, and moderate-intensity exercise intervention is an effective means to improve the functional movement capacity of female drivers and prevent musculoskeletal disorders.

[Keywords] functional movement capacity; functional movement screen; drivers; exercise interventions

收稿日期:2024-06-18 修订日期:2025-03-10

基金项目:国家自然科学基金(31971095)

第一作者:王紫岳(2000—),女,汉族,河北唐山人,硕士研究生。研究方向:体操教学与训练。E-mail:wangziyue@mail.bnu.edu.cn。

*通信作者:姚明焰(1964—),女,回族,云南楚雄人,硕士,教授。研究方向:体操运动教学训练理论与实践、健身运动理论与体质健康促进。

E-mail:86172@bnu.edu.cn。

投稿网址:www.stae.com.cn

肌肉骨骼疾病(musculoskeletal disorders, MSDs)也被称为重复性运动、人体工程学或过度使用损伤,涉及工作和非工作压力源的一系列问题^[1]。职业驾驶员由于工作特性,长期久坐且缺乏运动^[2],更易出现异常或不良姿势。同时,工作中的重复性动作进一步加深该群体患 MSDs 的风险^[3],使其发病率显著高于其他职业人群^[4],并且会引起生活质量的下降^[5]。研究表明,肌肉骨骼系统与运动损伤密切相关^[6],其主要内在因素是身体功能性运动功能障碍,即动态姿势不稳定引起的神经肌肉症状^[7]。功能性动作筛查(functional movement screen, FMS)常被用于评估基本运动模式,以确定运动障碍和功能不对称等潜在危险因素^[8],不仅可以帮助识别高危个体,同时能够针对特定人群的健康需求优化运动干预方案^[9]。

然而,目前针对职业驾驶员健康问题的干预措施主要集中在问卷调查、定期体检等形式的监测手段,辅以健康教育开展和工作环境的改善^[10]。虽然在识别健康风险和提供基础支持方面发挥了重要作用,但在提升实际运动功能和实施针对性干预措施方面仍显不足,且相关效果的系统评价较为缺乏。因此,有必要深入探讨职业驾驶员的功能性运动能力,制定科学、有效的干预措施,以全面提升该群体的健康水平。此外,考虑到女性驾驶员在工作环境和生理结构方面可能面临特定的 MSDs 风险^[11],特别以女性驾驶员为干预对象,旨在系统评估运动干预对其功能性运动能力的影响。同时,通过对运动负荷和强度的评定,为制定更具有针对性的健康促进措施提供科学依据,并为职业驾驶员健康管理提供实践指导。

1 对象与方法

1.1 研究对象

研究于2022年3月—2023年10月开展,采用分层便利抽样法筛选研究对象。首先,依据某单位下属部门的组织架构进行分层,按照车队分层对候选样本进行初步划分,以确保研究对象的广泛代表性。初步筛选后,研究人员依据以下纳入标准进行最终筛选:①无严重高血压、心血管疾病或脊柱等重大疾病;②能够进行身体活动;③3个月内无规律运动史。所有研究参与者均签署了知情同意书,以确保其参与意愿并了解研究的目的与流程。研究对象的基本信息如表1所示。

1.2 功能性动作筛查测试

按照国际通用筛查标准程序,使用标准套件对被试进行测试,评估其身体灵活性、稳定性以及基本

表1 研究对象基本情况统计表

Table 1 Basic information of research subjects

性别	数量/人	年龄/岁	BMI/(kg·m ⁻²)
男性	125	44.73 ± 6.72	26.68 ± 4.14
女性	20	43.20 ± 4.88	27.89 ± 2.91
合计或均值	145	44.60 ± 6.51	26.86 ± 4.01

注:身体质量指数(body mass index, BMI)是通过体重(kg)除以身高(m)的平方计算得来,在一定程度可以反映人体密度。

功能动作质量。测试内容包括7个基础动作模式:深蹲、跨栏步和直线弓步蹲属于基本功能动作测试,肩部灵活性和主动直腿上抬则用于评估灵活性,而躯干稳定俯卧撑和旋转稳定性则用于测量身体稳定性。由研究员在现场对动作的质量进行评价,每个动作的得分分为4级(3分、2分、1分和0分),总分最高为21分^[12]。

1.3 运动干预方案

在145名研究对象中选取20名女性驾驶员作为运动干预对象。因未完成测试或未按要求完成一次以上干预,剔除8人数据,最终将12人的数据纳入统计分析。

具体干预方案如下。运动频率:每周2次(其中1次线下集中、统一练习,1次线上干预指导、自主学习),每次60 min;运动强度:以中等强度为主;运动形式:徒手健身操结合弹力带抗阻操,包括10 min热身、20 min 徒手健身操、20 min 弹力带抗阻操、10 min 放松拉伸;运动时间:每周二、四,14:00—15:00;负荷监控:采用Polar Verity Sense 心率监测设备,实时监测心率,设备传感器通过光学感应以1次/s,自动记录被试的即时心率数据,结合Actigraph GT9X LINK 身体活动记录仪,监测代谢当量、能量消耗以及中高强度身体活动时间(moderate to vigorous physical activity, MVPA),综合评价运动干预的有效负荷。

整个干预过程由专业人员严格按照运动方案执行,同时通过健康教育等方法提高被试依从性。

1.4 运动负荷评定及强度划分

按照最大心率百分比(maximum heart rate, HRmax)所确定的心率区间对运动干预的强度进行评定。根据Gelish公式^[13],推算研究对象的最大心率为 $(207 - 0.7 \times 43) = 176.9$ 次/min。参考《ACSM 运动测试与运动处方指南》中对心率评价运动强度的标准以及研究对象的特点将运动强度划分为5个区间^[14]:HRmax 小于57%为低强度运动,57%~64%为较低强度运动,64%~76%为中等强度运动,76%~95%为较大强度运动,大于95%为极限强度运动。根据心率在每个区间时长占每次干预时间的百分比、能量消耗、代谢当量(metabolic equivalents, METs)以及中高强度身体活动(moderate-to-vigorous physical ac-

tivity, MVPA)时间对运动负荷进行评价。

1.5 统计分析

使用 SPSS 29.0 统计软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,前后结果比较采用配对样本 *t* 检验,性别间对比采用非参数检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 研究结果

2.1 功能性动作筛查结果

145 名驾驶员 FMS 总分平均为 (11.77 ± 2.78) 分。其中,71.72% 的被试总分低于 14 分,28.28% 得分高于 14 分,各分值频率分布如图 1 所示。

单项测试得分依次为主动直腿上抬 (2.08 ± 0.72) 分、躯干稳定俯卧撑 (1.75 ± 0.79) 分、旋转稳定性 (1.70 ± 0.52) 分、肩部灵活性 (1.67 ± 0.76) 分、深蹲 (1.65 ± 0.72) 分、跨栏步 (1.60 ± 0.52) 分以及直线弓步蹲 (1.54 ± 0.59) 分。其中,性别在深蹲、跨栏步、主动直腿上抬以及躯干稳定俯卧撑动作模式中的得分存在显著差异 ($P < 0.01, P < 0.05$)。女性在深蹲、跨栏步以及躯干稳定俯卧撑动作测试得分低于男性,差异具有统计学意义 ($P < 0.01$); 直线弓步蹲和肩部灵活性得分低于男性,但差异不具有统计学意义 ($P > 0.05$); 主动直腿上抬动作模式中女性得分高于男性,差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); FMS 总分之间不存在性别差异 ($P > 0.05$),具体得分情况如表 2 所示。

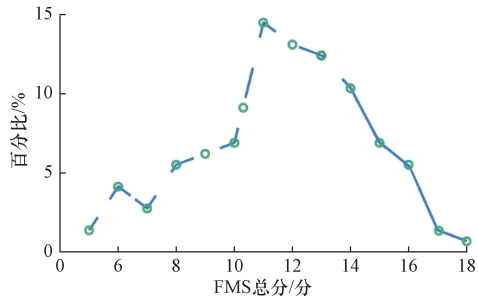


图1 FMS 总分频率分布 ($n = 145$)

Fig. 1 Frequency distribution of total FMS scores ($n = 145$)

表2 FMS 整体得分情况统计

Table 2 Statistics on overall FMS scores

测试内容	男性	女性	均值
深蹲	1.71 ± 0.72	1.20 ± 0.62 **	1.65 ± 0.72
跨栏步	1.65 ± 0.50	1.25 ± 0.55 **	1.60 ± 0.52
直线弓步蹲	1.65 ± 0.64	1.55 ± 0.69	1.54 ± 0.59
肩部灵活性	1.77 ± 0.85	1.45 ± 0.83	1.67 ± 0.76
主动直腿上抬	1.88 ± 0.74	2.20 ± 0.89 *	2.08 ± 0.72
旋转稳定性	1.57 ± 0.53	1.6 ± 0.68	1.70 ± 0.52
躯干稳定俯卧撑	1.76 ± 0.81	1.2 ± 0.77 **	1.75 ± 0.79
总分	11.97 ± 2.69	10.5 ± 3.1	11.77 ± 2.78

注: * 表示性别之间对比, $P < 0.05$; ** 表示性别之间对比, $P < 0.01$ 。

2.2 运动干预对女性驾驶员功能性运动能力的影响

干预后,被试 FMS 总分以及各单项得分均有所提升。其中,深蹲、跨栏步、直线弓步蹲、主动直腿上抬、躯干稳定俯卧撑动作模式明显提高,差异均有统计学意义 ($P < 0.01, P < 0.05$),肩部灵活性以及旋转稳定性动作模式呈积极变化趋势,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$),如表 3 所示。

表3 干预前后 FMS 得分比较 ($n = 12$)

Table 3 Comparison of FMS scores before and after intervention ($n = 12$)

测试内容	干预前	干预后	T	P
深蹲	1.00 ± 0.71	2.44 ± 0.53 **	-5.965	<0.010
跨栏步	1.00 ± 0.50	2.00 ± 0.87 **	-4.243	0.003
直线弓步蹲	1.56 ± 0.88	2.11 ± 1.05 *	-3.162	0.013
肩部灵活性	1.11 ± 0.78	1.22 ± 0.44	-0.555	0.594
主动直腿上抬	1.78 ± 1.09	2.67 ± 0.5 *	-2.530	0.035
旋转稳定性	1.11 ± 0.60	1.22 ± 0.67	-0.555	0.594
躯干稳定俯卧撑	0.78 ± 0.67	1.89 ± 0.60 **	-4.264	0.003
总分	8.44 ± 3.05	13.56 ± 3.17 **	—	—

注: * 表示与干预前相比, $P < 0.05$; ** 表示与干预前相比, $P < 0.01$ 。

2.3 运动干预负荷监测结果

运动干预过程中被试心率主要集中在 130 ~ 140 次/min, 平均 123.12 次/min; 每次身体活动强度保持在 2 ~ 3 METs, 平均 (3.13 ± 0.25) METs; 每次 MVPA 时间占总干预时间的 70% ~ 90%, 平均占比为 81.73%; 每次能量消耗保持在 200 ~ 300 kcal, 平均 (266.03 ± 21.26) kcal, 其中, 1 kcal = 4.184 kJ, 如图 2 所示。

按照单次干预内容划分,被试的心率从热身部分开始逐渐升高, 平均 95.19 次/min; 基本在 100 次/min 时进入徒手健身操部分, 心率持续上升, 普遍集中在 100 ~ 140 次/min, 平均 128.78 次/min;

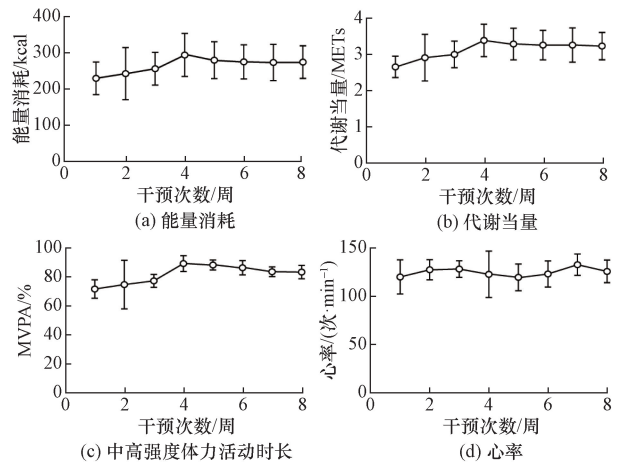


图2 运动干预强度变化情况 ($n = 12$)

Fig. 2 Changes in intensity of exercise interventions ($n = 12$)

休息时心率呈下降趋势,降低至 120 ~ 130 次/min;弹力带抗阻操部分时心率继续上升,普遍保持在 120 ~ 140 次/min,平均 131.88 次/min;放松拉伸部分心率逐渐下降,平均 121.36 次/min,如图 3 所示。

按照心率区间划分运动强度结果显示,中等强度所占比例最高,达到 58.69%,其次为较大强度,占比 18.55%,低强度占比 14.95%,较低强度占比 7.81%,全程未达到极限强度,有效运动负荷(包括中等、较大、极限强度)占比 77.24%,如表 4 所示。

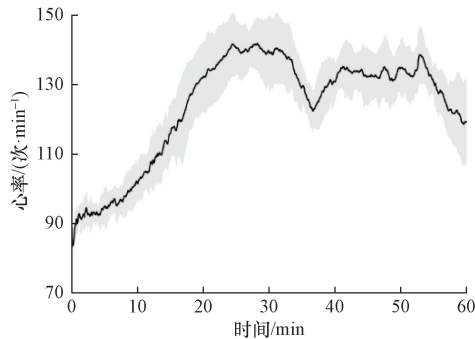


图 3 运动干预期间心率变化情况($n = 12$)
Fig. 3 Change in heart rate during exercise intervention ($n = 12$)

表 4 不同运动强度心率区间累计时间占比($n = 12$)

Table 4 The proportion of cumulative time spent in different heart rate zones of exercise intensity ($n = 12$)

运动强度	占比/%	运动强度	占比/%
低	14.95	较大	18.55
较低	7.81	极限	0
中等	58.69	有效运动负荷	77.24

3 讨论

FMS 综合得分是评估个体功能性运动能力的重要指标,得分越高,表示运动能力越强^[15]。根据 Caraffa 等^[16]的研究,总分达到 14 分可以作为及格线,低于 14 分则表明肌肉骨骼损伤风险显著增加。此评分标准在后续多项研究中得到验证并广泛应用,成为评估运动功能障碍及制定干预策略的重要依据。本研究显示,驾驶员群体的 FMS 得分普遍偏低,低于及格分数,且低于同属于久坐人群的办公室群体^[17]。这可能是由于驾驶姿势相对固定,驾驶员的颈、背、肩及手臂肌肉需要持续保持肌肉紧张^[18],与使用电脑或其他职业坐姿的自由程度不同,驾驶对身体的影响也不同于其他长时间久坐的行为^[19]。本研究结果显示,职业驾驶员的基本功能动作能力存在不足。具体表现为 FMS 单项测试得分排名后三位均为全身性的基本功能动作测试。

深蹲、跨栏步和直线弓步蹲动作的低得分不仅反映被试在髋、膝、踝关节的灵活性和稳定性方面的不足,同时表明其身体控制能力较弱。这可能与驾驶过程中重复和持续运动模式导致的组织适应和运动模式改变有关,进而影响运动控制。因此,职业驾驶员群体在运动模式上存在较大缺陷,这可能是肌肉骨骼疾病发生的重要因素。提示应更加关注该群体的功能性运动能力,以预防肌肉骨骼疾病的发生。

性别被认为是增加颈部、肩部和大腿或膝关节疼痛几率的因素之一^[20]。本研究结果显示,驾驶员群体中的性别差异对部分 FMS 单项测试得分具有影响。女性驾驶员在主要检测腿部柔韧性的主动直腿上抬动作得分显著高于男性,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。研究发现,腘绳肌的柔韧性对预防和康复运动相关损伤,以及慢性腰痛的诊断和治疗具有重要意义^[21]。然而,尽管女性的腘绳肌柔韧性普遍优于男性^[22],但其慢性腰痛的发生率却通常高于男性^[23]。本研究还发现,女性驾驶员的核心不稳定性较高,在躯干稳定俯卧撑测试中更容易出现代偿动作,这可能与下背部疼痛相关。职业驾驶员群体中 MSDs 的主要发病部位为下背部,这与腰部肌肉和脊柱周围组织的失衡有关,会导致整体活动受限^[24-26]。因此,在预防肌肉骨骼疾病方面,应考虑性别之间的差异。其他 FMS 单项测试结果显示,女性驾驶员得分普遍低于男性,尤其是在深蹲、跨栏步和躯干稳定俯卧撑测试中,差异具有统计学意义($P < 0.01$)。因此,应提高对女性驾驶员健康的关注,改进工作环境,定期评估功能性运动能力,及时纠正潜在问题。

运动对肌肉骨骼疾病的预防和管理具有重要作用^[27]。本研究结果显示,8 周的运动干预可以提高女性驾驶员的功能性运动能力,具体表现为 FMS 总分及各单项得分的不同程度提升。与相关研究结果一致,运动干预能够有效改善未经训练人群的功能性运动能力^[28]。长期抗阻练习不仅能够提高运动能力,还会通过增强周围肌肉力量,显著提升关节稳定性,从而降低损伤风险^[29-30]。实验结果表明,经过运动干预,女性驾驶员在深蹲、跨栏步、直线弓步蹲、主动直腿上抬以及躯干稳定俯卧撑等动作模式均表现出明显改善。这表明,通过系统的运动干预可以显著提升女性驾驶员的基本功能动作模式、下肢柔韧性和躯干稳定性,有助于减少运动损伤的发生风险,提高整体健康水平。

久坐行为与慢性病发生风险密切相关^[31]。研究发现,职业驾驶员在工作中的久坐状态会延续到

非工作日时间^[32],并且随着每次久坐时间的延长,身体不适感也会随之增加^[33],从而提升肌肉骨骼疾病的发生风险。对于静坐少动人群,许多研究已经证明中等强度运动的有效性^[34]。根据本实验的干预负荷监测结果,中等强度运动占整个干预过程的58.69%,高强度运动占18.55%,整体属于中等强度有氧运动。现有研究指出,每天进行30 min的中等到高强度身体活动可以降低多种疾病的发生风险^[35]。本研究的运动干预中,被试平均MVPA时间均超过30 min,达到(49.28 ± 3.78) min,表明该干预提供了充足的MVPA时间,有助于抵消久坐所带来的健康风险。建议进一步增加整体运动频率,以增强干预效果。

4 结论

(1) 职业驾驶员群体的功能性运动能力普遍不足。这种运动能力的不足可能导致肌肉骨骼疾病的发生率增加,进而影响整体健康和工作效率,并提高受伤风险。因此,建议定期开展针对职业驾驶员的功能性动作筛查,以预防和减少肌肉骨骼疾病的发生,提升职业健康水平和工作效能。

(2) 8周中等强度有氧运动干预可以显著改善女性驾驶员的功能性运动能力,包括提升基本功能动作模式、下肢柔韧性和躯干稳定性。建议后续研究在扩大样本量的基础上,进行重复测量,以进一步探讨运动干预对不同性别驾驶员功能性运动能力的影响,从而为促进驾驶员群体的职业健康提供更加全面的依据。

参 考 文 献

- [1] Tiemessen I J, Hulshof C T, Frings-Dresen M H. Low back pain in drivers exposed to whole body vibration: analysis of a dose-response pattern[J]. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2008, 65(10): 667-675.
- [2] Abu Dabrh AM, Firwana B, Cowl CT, et al. Health assessment of commercial drivers: a Meta-narrative systematic review[J]. *British Medical Journal Open Diabetes Research & Care*, 2014, 4(3): e3434.
- [3] Sheth A, Pagdhune A, Viramgami A. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders (WRMSDs) and its association with modifiable risk factors in metropolitan bus transit drivers: a cross-sectional comparison [J]. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 2023, 12: 1673-1678.
- [4] Burgel B J, Elshatarat R A. Psychosocial work factors and low back pain in taxi drivers[J]. *American Journal of Industrial Medicine*, 2017, 60(8): 734-746.
- [5] Nabi M H, Hawlader M D H, Naz F, et al. Low back pain among professional bus drivers: a cross-sectional study from Bangladesh [J]. *BioMed Central Public Health*, 2023, 23(1): 1172-1180.
- [6] Patel D R, Nelson T L. Sports injuries in adolescents[J]. *Medical Clinics of North America*, 2000, 84(4): 983-1007.
- [7] Sahrmann S, Azevedo D C, Dillen L V. Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes [J]. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 2017, 21(6): 391-399.
- [8] Izraelski J. Movement: functional movement systems: screening, assessment, and corrective strategies[J]. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 2012, 56(2): 158.
- [9] Alkhatami K M, Alqahtani B. Comparing the scores of the functional movement screen™ in individuals with low back pain versus healthy individuals: a systematic review and Meta-analysis[J]. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2024, 19(7): 834-848.
- [10] 王志伟, 陈国俊, 刘好德, 等. 公交驾驶员生理健康问题研究综述[J]. *交通运输工程与信息学报*, 2023, 21(4): 59-74.
Wan Zhiwei, Chen Guojun, Liu Haode, et al. A review of the physical health problems of bus drivers[J]. *Journal of Transportation Engineering and Information*, 2023, 21(4): 59-74.
- [11] 陈盈, 田水承, 李开伟, 等. 不同负重、坡度和速度背包任务下的背部肌肉疲劳评估[J]. *科学技术与工程*, 2022, 22(16): 6774-6779.
Chen Ying, Tian Shuicheng, Li Kaiwei, et al. Assessment of back muscular fatigue with varying load, speed and gradient in a backpacking task[J]. *Science Technology and Engineering*, 2022, 22(16): 6774-6779.
- [12] 刘瑞东, 陈小平, 陆亨伯. 功能动作筛查在青少年动作与姿态中的应用及其与身体素质表现的相关性研究[J]. *武汉体育学院学报*, 2015, 49(8): 82-86.
Liu Ruidong, Chen Xiaoping, Lu Hengbo. Application of functional movement screen(FMS) in youth movement and posture and its correlation with physical quality performance [J]. *Journal of Wuhan Sports University*, 2015, 49(8): 82-86.
- [13] Gellish R L, Goslin B R, Olson R E, et al. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2007, 39(5): 822-829.
- [14] 王正珍. ACSM 运动测试与运动处方指南[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2019.
Wang Zhengzhen. ACSM exercise testing and exercise prescription guidelines[M]. Beijing: Beijing Sport University Press, 2019.
- [15] Moore E, Chalmers S, Milanese S, et al. Factors influencing the relationship between the functional movement screen and injury risk in sporting populations: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Sports Medicine*, 2019, 49(9): 1449-1463.
- [16] Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: a prospective controlled study of proprioceptive training[J]. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 1996, 4(1): 19-21.
- [17] 廖顺建. 弹力带抗阻训练对办公久坐人群功能性运动能力的影响研究[J]. *吉林体育学院学报*, 2020, 36(3): 43-48.
Liao Shunjian. Research on the impact of elastic band resistance training on functional exercise ability of office sedentary people [J]. *Journal of Jilin Sport University*, 2020, 36(3): 43-48.
- [18] Maduagwu S M, Galadima N M, Umeonwuka C I, et al. Work-related musculoskeletal disorders among occupational drivers in Mubi, Nigeria[J]. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2022, 28(1): 572-580.

- [19] Chen Y, Yu J, Li W, et al. Potential causal association between leisure sedentary behaviors and osteoporosis: a two-sample Mendelian randomization analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(12): e37467.
- [20] Pickard O, Burton P, Yamada H, et al. Musculoskeletal disorders associated with occupational driving: a systematic review spanning 2006-2021 [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(11): 6837.
- [21] Hermosura J, Lohman E R, Bartnik-Olson B, et al. The usage of a modified straight-leg raise neurodynamic test and hamstring flexibility for diagnosis of non-specific low back pain: a cross-sectional study [J]. *Public Library of Science One*, 2024, 19(5): e298257.
- [22] Marshall P W, Siegler J C. Lower hamstring extensibility in men compared to women is explained by differences in stretch tolerance [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2014, 15(1): 223.
- [23] Wu D, Wong P, Guo C, et al. Pattern and trend of five major musculoskeletal disorders in China from 1990 to 2017: findings from the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *BioMed Central Medicine*, 2021, 19(1): 34.
- [24] Ngatcha T C, Azabji K M, Guessogo W R, et al. Prevalence of musculoskeletal disorders among taxi drivers in Yaounde, Cameroon: preventive effect of physical activity [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2022, 23(1): 1018.
- [25] 范琳波, 赖纯米, 朱克, 等. 公交司机肌肉骨骼疾患及其危险因素调查 [J]. *工业卫生与职业病*, 2018, 44(2): 108-112.
Fan Linbo, Lai Chunmi, Zhu Ke, et al. Survey on the occupational musculoskeletal disorder and its risk factors among busdrivers [J]. *Industrial Health and Occupational Diseases*, 2018, 44(2): 108-112.
- [26] 谢卫东. 慢性非特异性腰痛悬吊训练的临床应用 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(4): 319-320.
Xie Weidong. Clinical application of suspension training for chronic nonspecific low back pain [J]. *Chinese Journal of Pain Medicine*, 2018, 24(4): 319-320.
- [27] 蒋昕, 郑双峰, 杨璇璇, 等. 运动干预对护理人员肌肉骨骼疾患作用的评价 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2022, 40(9): 677-681.
- Jiang Xin, Zheng Shuangfeng, Yang Xuanxuan, et al. Effect of exercise intervention on musculoskeletal disorders in nursing staff [J]. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*, 2022, 40(9): 677-681.
- [28] Huang J, Zhong M, Wang J. Effects of exercise-based interventions on functional movement capability in untrained populations: a systematic review and Meta-analysis [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(15): 9353.
- [29] 杨东明. 抗阻力练习对人体骨健康状况与骨代谢的影响 [J]. *科学技术与工程*, 2016, 16(33): 171-174.
Yang Dongming. Resistance exercise on human bone health and bone metabolism [J]. *Science Technology and Engineering*, 2016, 16(33): 171-174.
- [30] Thomas D T, R S, Prabhakar A J, et al. Hip abductor strengthening in patients diagnosed with knee osteoarthritis-a systematic review and Meta-analysis [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2022, 23(1): 622.
- [31] Patterson R, McNamara E, Tainio M, et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response Meta-analysis [J]. *European Journal of Epidemiology*, 2018, 33(9): 811-829.
- [32] Varela-Mato V, Yates T, Stensel D J, et al. Time spent sitting during and outside working hours in bus drivers: a pilot study [J]. *Preventive Medicine Reports*, 2015, 3: 36-39.
- [33] 杨涛, 陶庆, 侯晓东, 等. 久坐行为与坐姿舒适性评价 [J]. *科学技术与工程*, 2023, 23(23): 9868-9874.
Yang Tao, Tao Qing, Hou Xiaodong, et al. Sedentary behavior and evaluation of sitting comfort [J]. *Science Technology and Engineering*, 2023, 23(23): 9868-9874.
- [34] Haskell W. Health consequences of physical activity: understanding and challenges regarding dose-response [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1994, 26(6): 649-660.
- [35] Rees-Punia E, Evans E M, Schmidt M D, et al. Mortality risk reductions for replacing sedentary time with physical activities [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2019, 56(5): 736-741.