DOI:10.16016/j.2097-0927.202302075

军人身体关节功能筛查对新兵军事训练伤的预测效度研究

王 刚[1],宋永飞[1],胡 绪[2],陈 振[2],雷恩宇[2],孟 涛[2] 450100 郑州,中国人民解放军 32739 部队[1];400037 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)陆军卫勤训练基地军事共同与部队管理教研室[2]

[**摘要**] **目的** 探讨军人身体关节功能筛查对新兵军事训练伤的预测效度。**方法** 于2022年3-5月对联勤保障部队某训练机构113名新兵进行身体关节功能筛查测试,记录新训期间军事训练伤情况。采用JB(Jarque-Bera)正态性检验、二元Logistic回归、ROC曲线和*OR*值计算分析,综合判定身体关节功能筛查在预测军事训练伤中的效度。**结果** 新兵关节功能筛查平均得分为9.46分,受伤新兵与未受伤新兵筛查得分差异有统计学意义[(7.30±1.45)分*vs*(9.92±1.74)分,$P<0.01$];二元Logistic回归分析显示,筛查评估得分是军事训练伤的重要影响因素($\beta=-1.098$,$P<0.01$);ROC曲线分析显示,AUC=0.875(95%*CI*:0.789~0.952,$P<0.01$)、敏感度为75%、特异性为80.6%、损伤风险阈值为8.5分;筛查评估<8.5分的新兵潜在损伤风险概率是≥8.5分新兵的12.5倍(*OR*=12.5)。**结论** 军人身体关节功能筛查评估得分与军事训练伤关联强度高、预测效度好,可作为各军兵种新兵军事训练伤的预测工具。

[**关键词**] 军人身体关节功能筛查;预测;新兵;军事训练伤;效度

[**中图法分类号**] R322.72;R821.3;R873.01 [**文献标志码**] A

Predictive validity of joint function screening for military training injuries in new recruits

WANG Gang[1], SONG Yongfei[1], HU Xu[2], CHEN Zhen[2], LEI Enyu[2], MENG Tao[2] [1]Troop 32739 of PLA, Zhengzhou, Henan Province, 450100; [2]Department of Military Basic Training and Army Management, Army Health Service Training Base, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To explore the predictive validity of joint function screening for military training injuries in new recruits. **Methods** A total of 113 new recruits were subjected from a training institution of the Joint Logistic Support Force of PLA from March to May 2022. Their joint function was evaluated, and the military training injuries were recorded during the training. Jarque-Brea (JB) normality test, binary logistic regression, receiver operating characteristic (ROC) curve and OR value calculation were used to comprehensively evaluate the validity of joint function screening in predicting military training injuries. **Results** The average score of joint function was 9.46 in the participants, and statistical difference was observed in the score between the injured recruits and uninjured recruits (7.30±1.45 *vs* 9.92±1.74, $P<0.01$). Binary logistic regression analysis showed that the screening score of joint function was an important influencing factor of military training injuries ($\beta=-1.098$, $P<0.01$). ROC curve analysis showed that the AUC value was 0.875 (95% *CI*: 0.789~0.952 $P<0.01$) in the prediction of training injuries, with a sensitivity of 75% and a specificity of 80.6%, and the injury risk threshold was 8.5 points. The potential injury risk probability in the new recruits with <8.5 points in screening was 12.5 times higher than those with the score ≥8.5 points (*OR*=12.5). **Conclusion** The screening score of joint function has good correlation

[**基金项目**] 军队卫勤保障能力创新与生成专项项目(21WQ002);军队训练伤防护专项课题(21XLS04)

[**通信作者**] 孟 涛,E-mail:tao_meng@163.com

2097-0927/Copyright © 2022, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

with military training injury, and shows good predictive performance for the injuries. Therefore, it can be used as a prediction tool of military training injuries for new recruits in all branches of the military.

[**Key words**] joint function screening for soldiers; predication; new recruits; military training injuries; validity

Supported by the Special Project of Innovation and Generation for Military Medical Support Capability (21WQ002) and the Special Project of Military Training Injury Protection (21XLS04). Corresponding author: MENG Tao, E-mail: tao_meng@163.com

军事训练是部队最直接的军事斗争准备和主要建设任务,新兵军事训练更是部队战斗力生成的基础。近年来,新兵军事训练伤已引起世界各国军队及社会各界的广泛关注,并成为了军内外众多学者探讨的焦点。据报道新兵军事训练伤发生率明显高于同年非新兵[1]且多因关节的灵活性和力量的不平衡性所致[2],已严重危害到部队建设和战斗力生成,成为部队目前亟待解决的瓶颈问题,抑制新兵军事训练伤已刻不容缓。

越来越多的研究人员开始围绕动作筛查与预防军事训练伤的关系展开研究。研究对象涉及新兵、军校学员和军兵种部队等;测试方法多采用功能性动作筛查(functional movement screen,FMS)展开实施;研究内容主要围绕功能性动作筛查与体能训练[3-7]、训练伤预防效度[8-16]、动作模式纠正[17]等,可见 FMS 已经被广泛运用到体育运动和军事环境中。但 FMS 是一个复合性筛查工具,既包含对关节灵活性稳定性的评价、身体对称性的评价;又包含对疼痛及动作模式的评价。对于基层部队而言,测试过程容易操作但对测试结果的综合分析难度较大;同时 FMS 动作的设定也未体现军事训练的动作特点。鉴于此,应选择一种聚焦度高、针对性强的关节功能筛查技术运用到对体能和技能有特殊要求的军人训练伤预防研究中。

本研究以联勤保障部队某训练机构新兵作为研究对象,引入陆军军医大学孟涛教授团队研发的《军人身体关节功能筛查》技术,通过该技术对新兵的关节功能进行评估并依据《军事训练伤诊断标准及防治原则》进行为期 2 个月的训练伤诊断与统计,验证《军人身体关节功能筛查》对预测新兵军事训练伤的有效性。

1 对象与方法

1.1 研究对象

以入伍新兵为研究对象。身体关节功能筛查测试共 8 个指标(7 个动作筛查指标和 1 个总分指标),按照每个指标 5~10 个样本量并考虑 20%的脱落率,经计算至少应纳入 96 人。研究最终于 2022 年 3-5 月纳入联勤保障部队某训练机构 113 名新兵(均为男性)。年龄(20.35±1.33)岁,身高(174.73±11.43)cm,体质量(71.46±11.13)kg。

1.2 军人身体关节功能筛查测试

1.2.1 测试内容 军人身体关节功能筛查是一套适合于部队军事训练伤防治和训练纠正的早期预警筛查技术,整套测试具体内容见表 1。

1.2.2 测试要求 测试前不进行热身;左右两侧动作重复;每个动作重复 3 次;测试中需问询是否有疼痛。

1.2.3 计分标准 每个动作的完成情况根据评分标准可记为 0、1、2 和 3 分,当测试某个筛查动作时出现疼痛记做 0 分。除俯卧推起测试不区分左右,其余 6 个测试均为双侧筛查,成绩取双侧结果中的最低值。7 个筛查动作得分加和为最终筛查总得分,满分为 21 分,及格分为 14 分。

1.2.4 测试器材 按照军人身体关节功能筛查要求,采用筛查套件(两根直径 3 cm、长 150 cm 的 PVC 管和一根记号笔)按照表 1 的内容进行筛查评估。

表 1 军人身体关节功能筛查测试内容

项目	测试目的
足踝背屈	评估踝关节背屈能力,识别踝关节在矢状面的灵活性
直膝抬腿	评估髋关节灵活性价及核心稳定性
单腿平衡	评价下肢整体关节的灵活性、核心力量、平衡和整体的神经肌肉控制能力
胸椎旋转	评价胸椎旋转灵活性
肩部回旋	评价双侧肩关节活动范围,单侧肩关节的伸展、内旋和内收与另一侧的屈曲、外旋和外展的能力
俯卧推起	评价脊柱和核心躯干的基础稳定性,身体双侧对称性和肩胛的稳定性;不作为测试上肢力量的方法
四足抗旋	评价上下肢在复合动作中骨盆、核心躯干和肩胛带肌群在多个平面上的稳定性

表 2 关节功能筛查总得分与新兵军事训练伤情况的 Logistic 回归分析（$n=113$）

影响因素	β	*SE*	*Walds*	*df*	*P*	*OR*	95% *CI*
筛查得分	−1.098	0.243	20.412	1	0.000	0.333	0.331~0.685
常量	7.821	1.969	15.783	1	0.001	2 492.25	

1.2.5 测试时间及场地 于 2022 年 3 月 21 日(新训前)上午 8:00-12:00 在某训练机构身体关节功能筛查室组织进行。测试由获得陆军军医大学军人身体关节功能筛查培训课程合格证书的军事体育教员完成。

1.3 军事训练伤统计

按照《军事训练伤诊断标准及防治原则》[18],由联勤保障部队第 988 医院住营军医完成新训期间军事训练伤的诊断与统计。

1.4 统计学方法

测试数据均采用 SPSS25.0 软件进行统计处理,计量资料经 JB(Jarque-Bera)检验符合正态性分布的采用 $\bar{x}\pm s$ 表示。采用独立样本 t 检验方法进行两组样本均数比较;二元 Logistic 回归分析模型研究军人身体关节功能筛查指标对军事训练伤的影响情况;ROC(receiver operating characteristic)方法绘制军人身体关节功能筛查和军事训练伤的特征曲线,根据曲线下面积评估军人关节功能筛查的诊断效果,并根据约等指数找到军事训练伤风险阈值;运用相对危险度比值比(odds ratio,*OR*)方法计算 $Odds_{暴露组}/Odds_{对照组}$ 的关联强度。

2 结果

2.1 新兵身体关节功能筛查结果

新训开始前,按照军人身体关节功能筛查测试标准对 113 名新兵进行测试,平均分为(9.46±1.96)分,最低分为 5 分,最高分为 15 分。将 113 名新兵的筛查得分数据借助 JB[19]进行正态性检验,结果显示 113 名新兵筛查得分符合正态性分布($P=0.761$)。

2.2 受伤与未受伤新兵筛查得分差异性检验结果

新训结束后,共有 20 名新兵在 2 个月的军事训练中受到不同性质、不同类型的损伤,占总人数的 17.7%。经统计,20 名受伤新兵在新训前的筛查平均分为(7.30±1.45)分,93 名未受伤新兵在新训前的筛查平均分为(9.92±1.74)分,两组数据经独立样本 t 检验显示差异具有统计学意义($P=0.00$, $df=111$, $t=6.285$)。

2.3 军人身体关节功能筛查对新兵军事训练伤的预测效果

2.3.1 应用二元 Logistic 回归分析新兵筛查得分与受伤情况的相关性 以新兵筛查得分作为自变量,以是否受伤作为因变量,采用 SPSS25.0 软件行二元 Logistic 回归分析。结果显示(表 2):筛查得分是新兵是否受伤的重要影响因素($OR=0.333$,95%CI:0.331~0.685,$P<0.01$)。

2.3.2 应用 ROC 曲线评价新兵筛查得分预测受伤情况的诊断效能 以二元 Logistic 回归分析模型中的军人关节功能筛查得分为检验变量,以新兵是否受伤为状态变量绘制 ROC 曲线(图 1),可以看出:关节功能筛查得分的 ROC 曲线位于参考线左上方,曲线下面积 AUC 是 0.875(95%CI:0.789~0.952),诊断预测具有统计学意义($P<0.01$)。表 3 显示,当筛查得分为 8.5 分时,敏感度为 0.75,特异度为 0.806,计算出的约登指数最大(0.556)。

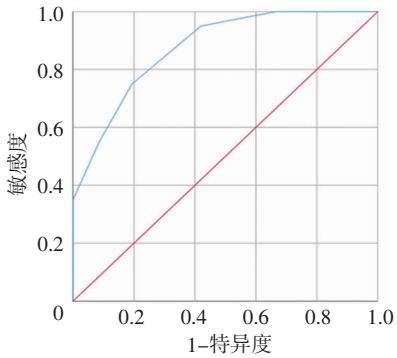


图 1 军人身体关节功能筛查诊断新兵军事训练伤的 ROC 曲线

表 3 ROC 曲线坐标与 Youden 指数

筛查得分	敏感度	1-特异度	约登指数
4.0	0.000	0.000	0.000
5.5	0.100	0.000	0.100
6.5	0.350	0.000	0.350
7.5	0.550	0.086	0.464
8.5	0.750	0.194	0.556
9.5	0.950	0.419	0.531
10.5	1.000	0.667	0.333
11.5	1.000	0.828	0.172
12.5	1.000	0.935	0.065
13.5	1.000	0.957	0.043
14.5	1.000	0.989	0.011
16.0	1.000	1.000	0.000

2.3.3 相对危险度比值比计算结果 以 8.5 分为临界值,将筛查得分<8.5 分划为暴露组,≥8.5 分划为对照组,运用 SPSS 软件中的交叉列表计算结果显

示:OR[20]=12.5,95%CI:4.016~38.903,说明筛查得分<8.5分的新兵潜在受伤风险是筛查得分≥8.5分新兵的12.5倍。

3 讨论

新兵入伍集训是新兵从社会走向军营的必经之路,也是由地方青年向合格军人转变的重要一步。近年来,随着实战化训练深入推进,新兵军事训练标准增高、训练强度、难度不断加大,训练伤发生率也随之提高,严重影响了训练进度和战斗力生成。鉴于此,对新兵军事训练伤的预防就显得尤为重要。“军人身体关节功能筛查技术”是由陆军军医大学孟涛教授等人提出,根据信息化条件下作战及多样化军事任务对军人体质体能的新要求,遵循战斗力生成模式和人体生物规律设计而成的。旨在通过筛查,在进行军事训练前发现军人身体运动功能存在的缺陷、预测潜在的受伤风险,建立起训练与运动损伤之间的桥梁,同时也是进行纠正性训练的重要依据。目前,关于军人身体关节功能筛查技术的研究暂无报道,故无法进行横向比较,但因其与FMS在测试项目、评分标准等存在一定近似性,所以FMS的研究结果一定程度上可以借鉴使用。

3.1 联勤保障部队新兵军人关节功能筛查得分较低,提示有较高军事训练伤发生的可能

本研究中新兵关节功能筛查平均得分为9.46分,低于指导用书中的14分(及格分),采用单样本t检验发现差异具有统计学意义(P<0.01)。与之前国内关于FMS的相关研究比较,得分也偏低,如田忠明等[21]对某炮兵部队新兵(14.01分)、牛森等[22]对某军勤务支援旅新兵(13.62分)和张军等[23]对某特战旅新兵(14.78分)分别进行了FMS筛查测试,筛查平均得分都高于本研究,说明联勤保障部队新兵与其他军兵种新兵相比较筛查总分偏低。因为军人身体关节功能筛查是对关节灵活性和稳定性的筛查评价,所以平均得分越低说明新兵的关节功能在以上两方面就越差,在军事训练中就越容易出现代偿动作,使部分关节过多参与运动,一定程度上增加了军事训练伤的概率。从受伤(7.30±1.45)和未受伤(9.92±1.74)新兵的筛查得分对比中也能证实这一结论,筛查得分越低潜在的军事训练伤风险也就越高,本研究结果与国外关于有无训练伤组别FMS测试得分的差异研究结论基本一致[24]。

3.2 军人身体关节功能筛查对新兵军事训练伤有较好的预测和诊断作用

Logistic回归属于概率型非线性回归分析,具有判别和预测功能[25],本研究中,将筛查得分(自变量)与是否受伤(因变量)使用二元Logistic回归分析模型进行预测研究,结果显示筛查得分的回归系数β=-1.098且P<0.01,意味着筛查得分会对新兵是否受伤产生显著的负向影响关系,同时OR=0.333,说明新兵关节功能筛查得分每降低1分,军事训练伤的增加幅度为0.333倍。ROC(receiver operating characteristic)曲线是一种研究二分类问题的有效工具[26]。AUC(曲线下面积)值代表着预测的准确率情况,正常取值在0.5~1之间,越接近1诊断效果越好[20]。本研究的AUC值为0.875(95%CI:0.789~0.952),数值接近0.9,说明军人身体关节功能筛查对军事训练伤具有较好的诊断价值,并预测发生军事训练伤时新兵筛查得分的阈值为8.5分(敏感度为75%、特异度为80.6%),如果使用指导用书中的14分作为临界值,此时1-特异度较高,意味着误报率高、预测准确率低。同时该结果与国内外关于FMS预测运动损伤的阈值研究也存在一定差异。如KIESEL等[24]研究认为14分敏感度和特异度较好,预测准确率较高;KNAPIK等[27]研究认为男性最佳临界值为11、女性为12;周亢亢等[20]研究认为12分是中国高水平运动员的最佳风险预测阈值。对比国内外关于FMS预测运动损伤的阈值研究及军人关节功能筛查指导用书中的阈值,本研究得出的阈值较低。一方面可能跟本次新兵筛查总体得分偏低有关,另一方面可能与不同筛查手段、不同运动水平、不同人群及不同项目等也有一定关系。OR是用于测量暴露因素与疾病因素之间关联强度的指标,本研究中OR=12.5,(95%CI:4.016~38.903),意味着筛查得分<8.5分的新兵潜在伤病风险概率约是得分≥8.5分新兵的12.5倍,这与国外KIESEL等[24]对职业足球运动员不同组别的OR值研究结果(11.67)基本一致。

综上所述,军人身体关节功能筛查评估得分与军事训练伤关联强度高、预测效度好,可以将其作为各军兵种新兵军事训练伤的预测工具。但军事训练伤致因复杂,且本研究样本量小,无法覆盖全军,建议各单位具体使用时根据实际情况对损伤风险阈值做出适当调整。

参考文献:

[1] 吴林波, 葛春礼, 张刚, 等. 我军新兵军事训练伤预防研究进展[J]. 华南国防医学杂志, 2018, 32(1): 67-69, 封3. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2018.01.019.
WU L B, GE C L, ZHANG G, *et al*. Research progress on prevention of military training injuries of recruits in our army [J]. Mil Med J South China, 2018, 32(1): 67-69, 封3. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2018.01.019.

[2] LISMAN P, O'CONNOR F G, DEUSTER P A, *et al*. Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training[J]. Med Sci Sports Exerc, 2013, 45(4): 636-643. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31827a1c4c.

[3] 刘文涛, 徐宇新, 孟涛. 功能性动作筛查对军校新生基础体能训练的指导作用[J]. 解放军预防医学杂志, 2017, 35(12): 1547-1550. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1300.2013.03.023
LIU W T, XU Y X, MENG T. Guidance of functional movement screening (FMS) for Cadets' Physical training [J]. J Prev Med Chin PLA, 2017, 35(12): 1547-1550. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1300.2013.03.023

[4] 闫琪, 刘妍, 杜宝宇. 应用现代体能训练方法提高陆军士兵军事体能的研究[J]. 中国体育科技, 2019, 55(8): 20-25. DOI: 10.16470/j.csst.2019125
YAN Q, LIU Y, DU B Y. Research on the application of modern physical training methods to improve military physical fitness of army soldiers[J]. China Sport Sci Technol, 2019, 55(8):20-25. DOI: 10.16470/j.csst.2019125

[5] 牛森, 赵焕彬. 功能性训练促进我国新兵军事体能发展的研究[J]. 中国体育科技, 2019, 55(8):46-50. DOI: 10.16470/j.csst.2019116
NIU S, ZHAO H B. Study on functional training promoting the development of military physical fitness of recruits in China[J]. China Sport Sci Technol, 2019, 55(8):46-50. DOI: 10.16470/j.csst.2019116

[6] 黄孝齐, 田畅. 提高部队体能训练科学性的思考与探究[J]. 军事体育学报, 2019, 38(1): 21-24, 27.
HUANG X Q, TIAN C. Thinking and research on improving scientificalness of physical training of troops[J]. J Mil Phys Educ Sports, 2019, 38(1): 21-24, 27.

[7] HO K S, SO W, KIM J. Effect of 8-week core stabilization training on skill-related physical fitness and functional movement screen (FMS) test scores in college soccer players [J]. Korean Soc Sports Sci, 2016, 25: 1473-1483.

[8] 孟涛, 温钰祥, 刘文涛, 等. 功能动作训练对新兵军事训练伤的预防效果研究[J]. 第三军医大学学报, 2016, 38(15): 1804-1808. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201603197.
MENG T, WEN Y X, LIU W T, *et al*. Effect of functional movement training in preventing recruits military training injury[J]. J Thir Mil Med Univ, 2016, 38(15): 1804-1808. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201603197.

[9] 韩康, 冯敏敏, 张红侠, 等. 两种功能性动作筛查测试对新兵军事训练伤的评估分析与预防研究[J]. 解放军医药杂志, 2019, 31(10): 97-102. DOI: 10.3969/j.issn.2095-140X.2019.10.023
HAN K, FENG M M, ZHANG H X, *et al*. Evaluation analysis and prevention study of two kinds of functional movement test for military training In-jury in recruits[J]. Med Pharm J Chin PLA, 2019, 31(10): 97-102. DOI: 10.3969/j.issn.2095-140X.2019.10.023

[10] 高澍, 吴立红, 陈志刚, 等. 功能性动作筛查与特勤人员军事训练伤的风险相关[J]. 东南国防医药, 2021, 23(1): 96-98.. DOI: 10.3969/j.issn.1672-271X.2021.01.024
GAO S, WU L H, CHEN Z G, *et al*. Functional action screening is related to the risk of military training injury of secret service personnel[J]. Mil Med J Southeast China, 2021, 23(1): 96-98.. DOI: 10.3969/j.issn.1672-271X.2021.01.024

[11] ZHOU K K. The association between the injury risks and the FMS among the Chinese high-level table tennis athletes[J]. Front Sport Res, 2021, 3(5): 5-11. DOI: 10.25236/fsr.2021.030502.

[12] MCCUNN R, BLACKBURNE C, NEWTON F, *et al*. Accounting for multiple injuries does not improve the Functional Movement Screen (FMS™) as a tool to identify injury risk among English Premier League academy football players: a 3-season prospective cohort study[J]. Sci Med Footb, 2019, 3(3): 251-254. DOI: 10.1080/24733938.2019.1595114.

[13] COLE C L. Use of PROMIS and functional movement system (FMS) testing to evaluate the effects of athletic performance and injury prevention training in female high school athletes [J]. Orthop Sports Med Open Access J, 2019, 3(2): 251-254. DOI: 10.32474/osmoaj.2019.03.000160.

[14] DORREL B S, LONG T, SHAFFER S, *et al*. Evaluation of the functional movement screen as an injury prediction tool among active adult populations: a systematic review and meta-analysis[J]. Sports Health, 2015, 7(6): 532-537. DOI: 10.1177/1941738115607445.

[15] MORAN R W, SCHNEIDERS A G, MASON J, *et al*. Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis[J]. Br J Sports Med, 2017, 51(23): 1661-1669. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096938.

[16] 束拉, 陈国壮. 功能性动作筛查预测运动损伤的可行性: 一项前瞻性队列研究的 meta 分析[J]. 上海体育学院学报, 2021, 45(7): 84-94. DOI: 10.16099/j.sus.2021.07.009
SHU L, CHEN G Z. Feasibility of functional movement screen in predicting sports injury: a meta analysis of prospective cohort study[J]. J Shanghai Univ Sport, 2021, 45(7): 84-94. DOI: 10.16099/j.sus.2021.07.009

[17] 万萌, 杨会锁, 陈旭, 等. 纠正性动作训练对动作模式受限新兵的干预效果评价[J]. 解放军预防医学杂志, 2018, 36(1): 34-37.

WAN M, YANG H S, CHEN X, *et al*. Evaluation of intervention effects of corrective movement training on recruits with limited movement patterns[J]. J Prev Med Chin PLA, 2018, 36(1): 34-37.

[18] 黄昌林, 张莉, 薛刚.《军事训练伤诊断标准及防治原则》的编制应用研究及其意义[J]. 解放军医学杂志, 2004, 29(4): 286-288. DOI: 10.3321/j.issn:0577-7402.2004.04.003
HUANG C L, ZHANG L, XUE G. The compilation of "Diagnostic criteria, principles of prophylaxis and treatment of military training injuries"[J]. Med J Chin PLA, 2004, 29(4): 286-288. DOI: 10.3321/j.issn:0577-7402.2004.04.003

[19] 马兴华, 张晋昕. 数值变量正态性检验常用方法的对比[J]. 循证医学, 2014, 14(2): 123-128. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5144.2014.02.020
MA X H, ZHANG J X. The comparison among the common normality tests for numerical variables[J]. J Evid Based Med, 2014, 14(2): 123-128. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5144.2014.02.020

[20] 周亢亢, 黄竹杭, 张璐, 等. 对中国高水平乒乓球运动员功能性动作筛查测试损伤风险阈值的应用研究[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(7): 112-119. DOI: 10.19582/j.cnki.11-3785/g8.2017.07.018.
ZHOU K K, HUANG Z H, ZHANG L, *et al*. An applied research on the functional movement screen threshold of injury risk of Chinese high-level table tennis athletes[J]. J Beijing Sport Univ, 2017, 40(7): 112-119. DOI: 10.19582/j.cnki.11-3785/g8.2017.07.018.

[21] 田忠明, 董宏彬, 陈旭, 等. 某炮兵部队新兵功能性动作筛查与分析[J]. 军事体育学报, 2017, 36(4): 51-55. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1300.2017.04.016.
TIAN Z M, DONG H B, CHEN X, *et al*. Functional screening and analysis of recruits in an artillery unit[J]. J Mil Phys Educ Sports, 2017, 36(4): 51-55. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1300.2017.04.016.

[22] 牛森, 赵焕彬. 功能性训练促进我国新兵军事体能发展的研究[J]. 中国体育科技, 2019, 55(8): 46-50. DOI: 10.16470/j.csst.2019116
NIU S, ZHAO H B. Study on functional training promoting the development of military physical fitness of recruits in China[J]. China Sport Sci Technol, 2019, 55(8): 46-50. DOI: 10.16470/j.csst.2019116

[23] 张军, 朱云杰, 杨晓萍, 等. 基于 FMS 对某特战旅新兵训练伤预防效果分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(12): 1143-1145. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.12.19.
ZHANG J, ZHU Y J, YANG X P, *et al*. Analysis on the prevention effect of training injury of recruits in a special operations brigade based on FMS[J]. Orthop J China, 2018, 26(12): 1143-1145. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.12.19.

[24] KIESEL K, PLISKY P J, VOIGHT M L. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen?[J]. N Am J Sports Phys Ther, 2007, 2(3): 147-158.

[25] 张 云,马聪敏,任金武,等. Logistic 回归联合 ROC 曲线评价 MRI 定量参数在预测子内膜癌术前分级中的诊断价值[J]. 临床放射学杂志,2021,40(3):551-555.
ZHANG Y,MA C M,REN J W, *et al*. Value of quantitative MRI parameters by ROC curve and logistic regression in predicting the pathological grade of endometrial carcinoma[J]. J Clin Radiol, 2021, 40(3): 551-555.

[26] 王彦光, 朱鸿斌, 徐维超. ROC 曲线及其分析方法综述[J]. 广东工业大学学报, 2021, 38(1): 46-53. DOI: 10.12052/gdutxb.200082
WANG Y G, ZHU H B, XU W C. A review on ROC curve and analysis[J]. J Guangdong Univ Technol, 2021, 38(1): 46-53. DOI: 10.12052/gdutxb.200082

[27] KNAPIK J J, COSIO-LIMA L M, REYNOLDS K L, *et al*. Efficacy of functional movement screening for predicting injuries in coast guard cadets[J]. J Strength Cond Res, 2015, 29(5): 1157-1162. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000704.

(**收稿**:2023-02-14;**修回**:2023-05-23)
(编辑 邓强庭)