

等速肌力测试膝、踝关节及腰背肌力量的评价

宋爱晶, 邓京捷, 吕晓红, 张 援(广东省体育科学研究所, 国家体能与训练适应控制系统重点实验室, 广东省运动测试重点实验室, 广东省广州市 510663)

文章亮点:

- 1 科学的训练监控手段在当代体育训练中日益广泛应用, 等速肌力测试指标已成为评定肌肉力量特征的黄金指标。
- 2 文章运用等速肌力系统对足球运动员膝关节、踝关节以及腰背肌进行测试与诊断, 找出优势和不足, 为教练员了解其专项肌群的实际能力和训练水平提供依据, 同时为日后针对性的力量训练方案的制定提供科学数据参考。
- 3 文章提示需加强运动员左侧膝关节伸肌力量的训练, 腰背肌力相对较弱, 容易在运动过程中发生损伤, 引起下腰部疼痛、酸困、沉重等下背痛疾病, 而这些无疑是赛场竞技能力发挥及成绩的取得的不利因素。膝、踝关节以及腰背肌群的速度耐力水平均有较大提高空间。

关键词:

组织构建; 组织工程; 等速肌力; 运动员; 膝关节; 踝关节; 腰背肌群

主题词:

膝关节; 踝关节; 运动员

摘要

背景: 等速肌力测试已普遍用来作为运动员肌肉系统的机能状态和运动损伤的治疗效果评定的一种客观指标。

目的: 探讨作为足球运动专项肌群的腰背肌、膝关节以及踝关节肌力特征。

方法: 运用 Cybex-Norm 等速肌力测试与训练系统评价足球运动员在不同角速度下的膝、踝关节及腰背肌群屈伸肌峰力矩、相对峰力矩以及耐力水平。

结果与结论: 运动员膝、踝关节左右两侧肌力发展较为均衡($< 5\%$), 膝关节伸肌峰力矩和相对峰力矩偏低, 屈肌峰力矩和相对峰力矩偏高, 左侧膝关节表现尤为突出, 不利于比赛时有效地控球、踢球和纵跳等动作的完成; 腰背肌群相对峰力矩值相对较弱, 容易在运动过程中发生损伤, 引起下背痛类疾病; 膝、踝关节以及腰背肌群的速度耐力水平均有较大提高空间。

宋爱晶, 邓京捷, 吕晓红, 张援. 等速肌力测试膝、踝关节及腰背肌力量的评价[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(46):7425-7429.

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.46.009

Isokinetic muscle strength characteristics of the knee, ankle and trunk

Song Ai-jing, Deng Jing-jie, Lv Xiao-hong, Zhang Yuan (Guangdong Provincial Institute of Sports Science, Key Laboratory of Physical Fitness and Training Adaptive Control System of the State Sports General Administration, Key Laboratory of Guangdong Sports Test Center, Guangzhou 510663, Guangdong Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Isokinetic test has been generally used as an objective indicator for assessing the functional state and sports injury of the muscle system in athletes.

OBJECTIVE: To explore the isokinetic muscle strength characteristics of the knee, ankle and trunk in football players.

METHODS: Cybex-Norm isokinetic testing system was used to test the flexion and extension peak torque, relative peak torque and relative endurance of the isokinetic double knees double ankles and trunk at different angular velocity.

RESULTS AND CONCLUSION: There was no significant difference between the muscle strength of the bilateral knees and ankles ($< 5\%$). The extensor peak torque and relative peak torque of the knee were lower, and the flexor peak torque and relative peak torque of the knee were higher, especially in the left knee, which is not conducive to the effective completion of ball control, kicking and vertical jump. The relative peak torque of the trunk was relatively weak, which is prone to damage during exercise and results lower back pain. Relative endurance of the knee, ankle and trunk are not satisfied, which can be improved greatly.

Subject headings: Knee Joint; Ankle Joint; Athletes

Song AJ, Deng JJ, Lv XH, Zhang Y. Isokinetic muscle strength characteristics of the knee, ankle and trunk. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2015;19(46):7425-7429.

宋爱晶, 女, 1982年生, 山东省海阳市人, 汉族, 2011年重庆大学毕业, 博士, 助理研究员, 主要从事运动生理生化和生物力学研究。

通讯作者: 张援, 博士, 研究员, 广东省体育科学研究所, 国家体能与训练适应控制系统重点实验室, 广东省运动测试重点实验室, 广东省广州市 510663

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 2095-4344

(2015)46-07425-05

稿件接受: 2015-09-15

http://www.crter.org

Song Ai-jing, M.D., Assistant researcher, Guangdong Provincial Institute of Sports Science, Key Laboratory of Physical Fitness and Training Adaptive Control System of the State Sports General Administration, Key Laboratory of Guangdong Sports Test Center, Guangzhou 510663, Guangdong Province, China

Corresponding author: Zhang Yuan, M.D., Researcher, Guangdong Provincial Institute of Sports Science, Key Laboratory of Physical Fitness and Training Adaptive Control System of the State Sports General Administration, Key Laboratory of Guangdong Sports Test Center, Guangzhou 510663, Guangdong Province, China

Accepted: 2015-09-15

0 引言 Introduction

随着体育科学的发展, 各门现代基础理论科学不断向体育运动中渗透, 科学化的训练概念和肌肉力量测试方法等逐步融入到训练实践中。等速肌力测试系统是在速度恒定而阻力可变的条件下进行的一种运动方式, 因其在肌肉力量测试和力量训练方面具有精准度高、不易受损伤、康复效率高等独特的优势, 而在体育科研和训练中越来越得到认同。

近年来, 等速肌力在运动员的肌肉力量测试、肢体损伤后关节肌肉康复训练中逐渐得到广泛应用, 等速测试指标已成为评定肌肉力量特征的黄金指标^[1-6]。虽如此, 等速肌力测试系统价格的昂贵以及对操作者的要求等因素限制了其普及性, 目前国内外运用等速肌力进行力量测试与评价的研究报道以膝关节的为最多, 躯干以及踝关节的鲜见。鉴于此, 为系统地研究腰背肌、膝关节以及踝关节在不同角度下的等速肌力特征, 文章以32名运动员为测试对象, 通过对其不同角速度下的膝、踝关节及腰背肌群屈伸肌峰力矩、相对峰力矩以及耐力水平进行测试和分析, 探讨作为足球运动专项肌群的腰背肌、膝关节以及踝关节肌力特征。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 测试足球运动员专项肌群肌力。

1.2 时间及地点 试验于2013年12月至2014年1月在广东省体育科学研究所完成。

1.3 对象 广东日之泉足球俱乐部32名重点男足运动员参加本研究测试。受试者基本情况如表1。全部受试者身体健康, 受试者当天未进行大负荷运动训练, 测试前已被告知全部测试流程。

表1 受试者一般情况 (n=32)
Table 1 General data of subjects

项目	$\bar{x}\pm s$
年龄(岁)	22.34±3.95
身高(cm)	179.26±5.68
体质量(kg)	73.44±6.22
体脂百分数(%)	16.35±3.40
训练年限(年)	11.16±3.51

1.4 方法 等速肌力测试运用美国产Cybex-Norm等速肌力测试系统, 对受试者膝关节进行速度为60 (°)/s和240 (°)/s, 踝关节进行速度为30 (°)/s和120 (°)/s, 腰背肌群进行速度为60 (°)/s和180 (°)/s的等速肌力测试。受试者测试前进行热身活动, 每组测试时进行2次练习, 然后在低速[(≤60 (°)/s)]测试速度下每组全力屈伸5次, 中高速[(≥120 (°)/s)]测试速度下每组全力屈伸15次, 不同测试速度测试之间每次间隔约1 min。所有测试均严格按照Cybex-Norm等速肌力测试系统的要求进行。

1.5 主要观察指标 最大峰力矩(PT), 相对峰力矩

(PT/BW), 屈伸肌比(F/E), 耐力水平(ER)。

1.6 统计学分析 将Cybex-Norm等速肌力测试系统自动采集的测试数据转换在计算机上, 用Excell表格进行数据管理, 然后用origin7.5软件对力矩等数值进行统计分析, 多组数据采用一元线性回归分析比对, $P < 0.05$ 表现为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入受试者32名, 按意向性处理分析, 全部进入结果分析。

2.2 膝关节屈伸肌群力矩(PT)和相对力矩(PT/BW) 在角速度60 (°)/s条件下, 膝关节左右侧伸、屈肌峰力矩以及相对伸、屈肌峰力矩差异均无显著性意义($P > 0.05$)。见表2。

表2 运动员膝关节屈伸肌群力矩和相对力矩 ($\bar{x}\pm s$)
Table 2 The extensor and flexor peak torque and relative peak torque of the athlete's knee joint

项目	角速度 60 (°)/s	
	左	右
屈肌峰力矩(Nm)	132.94±20.97	129.19±20.03
屈肌相对峰力矩(Nm/kg)	1.81±0.26	1.77±0.29
伸肌峰力矩(Nm)	191.47±32.28	192.03±34.31
伸肌相对峰力矩(Nm/kg)	1.01±0.17	2.62±0.42

表注: 膝关节左右侧伸、屈肌峰力矩以及相对伸、屈肌峰力矩差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

2.3 膝关节屈伸肌峰力矩比值(F/E) 在角速度60 (°)/s条件下, 膝关节左右侧屈肌峰力矩/伸肌峰力矩比值差异无显著性意义(左0.71±0.14, 右0.68±0.11, $P > 0.05$)。

2.4 膝关节耐力水平(ER) 在角速度240 (°)/s条件下, 膝关节左右侧屈、伸肌耐力水平差异无显著性意义($P > 0.05$)。见表3。

表3 运动员膝关节耐力水平 ($\bar{x}\pm s$)
Table 3 Endurance levels of the athlete's knee joint

项目	角速度 240 (°)/s	
	左	右
屈肌耐力水平	83.69±7.20	83.66±5.99
伸肌耐力水平	84.53±7.67	83.00±9.19

表注: 膝关节左右侧屈、伸肌耐力水平差异无显著性意义($P > 0.05$)。

2.5 踝关节屈伸肌群力矩(PT)和相对力矩(PT/BW) 在角速度30 (°)/s条件下, 踝关节左右侧伸、屈肌峰力矩以及相对伸、屈肌峰力矩差异均无显著性意义($P > 0.05$)。见表4。

2.6 踝关节屈伸肌峰力矩比值(F/E) 在角速度30 (°)/s条件下, 踝关节左右侧屈肌峰力矩/伸肌峰力矩比值差异无显著性意义(左0.39±0.07, 右0.38±0.08, $P > 0.05$)。

2.7 踝关节耐力水平(ER) 在角速度120(°)/s条件下, 踝关节左右侧屈、伸肌耐力水平差异无显著性意义($P > 0.05$)。见表5。

表4 运动员踝关节屈伸肌群力矩和相对力矩 ($\bar{x}\pm s$)
Table 4 The extensor and flexor peak torque and relative peak torque of the athlete's ankle joint

项目	角速度 30 (°)/s	
	左	右
屈肌峰力矩(Nm)	36.22±6.68	36.34±5.93
屈肌相对峰力矩(Nm/kg)	0.51±0.08	0.51±0.09
伸肌峰力矩(Nm)	92.75±18.50	96.84±22.63
伸肌相对峰力矩(Nm/kg)	1.34±0.21	1.39±0.25

表注: 踝关节左右侧伸、屈肌峰力矩以及相对伸、屈肌峰力矩差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

表5 运动员踝关节耐力水平 ($\bar{x}\pm s$)
Table 5 Endurance level of the athlete's ankle joint

项目	角速度 120 (°)/s	
	左	右
屈肌耐力水平	77.03±6.45	76.75±8.46
伸肌耐力水平	82.25±11.68	81.41±11.06

表注: 踝关节左右侧屈、伸肌耐力水平差异无显著性意义($P > 0.05$)。

2.8 腰背肌群屈伸肌力矩(PT)和相对力矩(PT/BW) 在角速度60 (°)/s条件下, 腰背肌群伸、屈肌峰力矩以及相对伸、屈肌峰力矩差异均无显著性意义($P > 0.05$)。见表6。

表6 角速度 60 (°)/s 条件下运动员腰背肌群屈伸肌群力矩和相对力矩

项目	$\bar{x}\pm s$
屈肌峰力矩(Nm)	269.19±54.79
屈肌相对峰力矩(Nm/kg)	3.67±0.71
伸肌峰力矩(Nm)	232.5±29.04
伸肌相对峰力矩(Nm/kg)	3.16±0.30

表注: 腰背肌群伸、屈肌峰力矩以及相对伸、屈肌峰力矩差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

2.9 腰背肌屈伸肌峰力矩比值(F/E) 在角速度60 (°)/s条件下, 腰背肌群屈/伸肌峰力矩比值为1.17±0.23。

2.10 腰背肌耐力水平(ER) 在角速度180 (°)/s条件下, 腰背肌群屈、伸肌耐力水平差异无显著性意义(屈肌耐力水平74.94±11.91, 伸肌耐力水平80.28±12.33, $P > 0.05$)。

3 讨论 Discussion

等速运动的概念最早由美国学者Hislop和Perrine于1967年提出^[7]。之后, 在运动医学领域中, 等速肌力在力量测试、力量训练, 以及肢体损伤后关节肌肉康复训练方面得到广泛应用, 并开展多方面的科学研究。目前, 国内外已经把等速训练作为提高运动员肌力、爆发力和耐力以及损伤康复的一个重要手段, 而等速测试指标也已成为评定肌肉力量特征的黄金指标^[2, 8]。Wilk等^[9]研究

认为, 120 (°)/s以下作为绝对力量测试角度, 120 (°)/s以上作为快速力量测试角度比较合理, 结合足球项目的特点以及关节的特点, 选定30 (°)/s作为踝关节绝对力量的测试角度, 60 (°)/s作为膝关节和腰背肌群的绝对力量测试角度, 选定120 (°)/s作为踝关节耐力水平的测试角度, 选定240 (°)/s作为膝关节耐力水平的测试角度, 选定180 (°)/s作为腰背肌群耐力水平的测试角度。

与以往的研究比较, 本研究的受试者身体基本情况与1988年李国平等^[10]报道的国家队受试者比较, 其身体基本情况与国家队男足的相近, 平均年龄偏小, 身高偏高, 体质量偏高。与冯连世等^[11]报道的男子青年足球队以及男子甲级足球队的身高和体质量相比, 同样均偏高, 年龄偏小, 身高和体质量偏高的现象可能与目前国家整体的国民素质有关。

足球运动是世界上开展最为广泛、影响力最大的体育运动项目之一, 被誉为“世界第一运动”。足球运动系非周期性同场对抗性项目, 对运动员的快速力量和最大力量有着很高的要求, 具备良好的肌肉力量是基本的也是必备的要素之一, 其中, 膝关节、踝关节和腰背肌群肌肉力量在这其中起着重要而主导的作用。从膝关节、踝关节及腰背肌群的等速肌力测试结果来看, 屈伸肌力均随运动速度增加而减小, 与以往研究结果一致^[10, 12]。关于左右肢体肌力平衡问题, 从膝关节和踝关节的等速肌力结果来看, 无论是膝关节, 还是踝关节, 其左右两侧肌力差别很小($< 5\%$), 左右肌力平衡性较好, 与以往研究结果一致^[13]。值得指出的是膝关节左右两侧屈肌相对峰力矩相比, 虽无显著性差异, 但左侧明显高于右侧, 而左右两侧伸肌相对峰力矩相比, 同样无显著性差异, 但右侧明显好于左侧, 分析原因, 可能与该运动队大部分队员习惯于右脚控球、起跳, 左脚参与控速、稳定肢体有关。

膝关节屈伸肌收缩主要由股四头肌与股后群肌完成, 伸肌的主要作用是踢球和纵跳, 屈肌的主要作用是对下肢的减速作用, 控制伸膝, 保持膝关节的稳定性。从膝关节肌力测试结果看, 其伸屈肌峰力矩值与冯连世等^[11]报道的北京男足相比屈肌峰力矩值偏高, 伸肌峰力矩值偏低。其相对峰力矩值与李国平等^[10]研究的国家队男足运动员相比较, 屈肌相对峰力矩值偏高, 伸肌相对峰力矩值偏低。分析原因可能与该队日常训练中重视屈肌即股后群肌的训练有关, 如此, 有效的降低了膝关节屈肌拉伤的几率。但Malliou等^[14]在膝关节伸展力量与纵跳高度的研究发现, 无论是准备期还是比赛恢复期, 膝关节伸展力量与纵跳高度均显著性相关。分析原因可能是该队运动员在日常训练中对伸肌的训练强度和量不够, 而足球踢球动作对膝关节伸肌要求比较高, 出现伸肌不足的结果可能带来的后果是影响运动员踢球的效率、纵跳的能力和高度、守门员拦门效率以及中场运动员头球的效率等。

膝关节前后肌群力量的比率一直是体育训练和运动医

学研究的重点^[10-15]。股四头肌和腘绳肌的肌力比例失调, 不仅影响运动能力的发挥, 还会引起腘绳肌的拉伤。国外许多学者报导膝关节屈/伸比值一般在慢速测试时 $[60 (^{\circ})/s]$ 为60%–69%^[16], 中速测试 $[180 (^{\circ})/s]$ 时为70%–79%, 快速测试时 $[300 (^{\circ})/s]$ 为80%–95%^[15]。从研究结果看, 左右两侧股四头肌和股后群肌的屈伸肌比(F/E)分别为 0.71 ± 0.14 和 0.68 ± 0.11 。高于Knapik^[17]和方海波等^[12]的研究结果以及冯连世等^[11]报道的值, 右侧F/E值与Ober^[16]的研究结果相近, 左侧F/E值略高于Ober^[16]的研究结果, 这与前面提到的该足球队膝关节左侧伸肌力量相对弱, 屈肌力量相对较强有关, 提示以后的训练中, 需加强左侧伸肌力量训练, 提高左侧膝关节的伸肌力量水平, 优化左侧膝关节屈伸肌峰力矩比值, 做到左右两侧更为均衡的发展, 提高比赛时控球、踢球和起跳的效率, 同时减少比赛时运动损伤的发生。从膝关节速度耐力数据来看, 屈伸肌速度耐力值均在83左右, 说明其速度耐力水平较好, 但有提高的空间。

足球运动员中踝关节损伤比较频繁, 常被称之为“足球踝”, 足球运动员中踝关节损伤患病率可高达80%, 足球运动员踝关节损伤与足球运动中的技术特点有关。足球运动对抗性强、速度转换快、动作变化多等特点, 加之其技术动作中具有许多爆发启动、急停、急转等瞬间万变的动作, 踝关节极易发生损伤^[18-20]。踝关节肌肉力量来源于其周围的肌肉及跨关节肌肉, Lees等^[21]研究认为, 一般来讲, 踝关节所输出的功率来源于3个部分: 27%来源于周围肌肉的收缩, 53%来源于超等长收缩所储存于肌腱里的弹性势能, 20%来源于膝关节所传送的功率。目前, 越来越多的学者开始关注肌力训练在踝关节不稳中的作用研究^[22-25], 对于足球运动员踝关节的研究主要集中在损伤和康复方面, 而关于足球运动员踝关节等速肌力方面的研究目前尚未见报道。从踝关节的研究结果看, 踝关节左右屈伸肌比值分别为 1.01 ± 0.13 和 0.97 ± 0.17 , 左右屈伸肌比值接近1, 说明其左右肌力平衡能力水平较好。相对峰力矩所测结果与“足球踝”高发的健美操运动员相比, 踝关节相对屈、伸肌峰力矩值均高于国际级健美操运动员在 $60 (^{\circ})/s$ 时所测的踝关节相对屈、伸肌峰力矩值^[26]。从踝关节的速度耐力数据来看, 踝关节左右两侧伸肌速度耐力均值均大于81, 屈肌速度耐力均值均高于75, 伸屈肌速度耐力水平虽无显著性差异, 但存在不均衡的现象, 日后的训练中在整体提高速度耐力的基础上应着重加强屈肌速度耐力水平的提高, 以便更好地完成比赛时的跑动、转向等动作。

腰背肌在维持脊柱稳定性方面起着举足轻重的作用, 关于腰背肌群的等速肌力研究国外文献报道较多, 国内相对较少, 而关于足球运动员腰背肌群等速肌力测试的分析研究尚未见报道, 从腰背肌群等速肌力测试结果来看, 其屈伸肌峰力矩值均高于王翠霞等^[8]关于脊柱易受损角度范围研究的受试者在 $60 (^{\circ})/s$ 时所测的值, 但其屈伸肌相对峰力矩值均小于张德辉等^[27]在下背痛患者研究中正常组在

$30 (^{\circ})/s$ 和 $90 (^{\circ})/s$ 时所测得的相对峰力矩值, 而与青年下背痛组在两种角度下的测试数据相近, 提示该队运动员整体腰背肌力相对较弱, 容易在运动过程中发生损伤, 引起下腰部疼痛、酸困、沉重等下背痛疾病, 而这些无疑是赛场竞技能力发挥及成绩的取得的不利因素。背伸肌群与腹屈肌群保持一定比例才能维持躯干生理前凸, 两肌群协调作用才能完成躯干的运动功能, 张德辉等^[27]的研究指出向心运动时F/E值的正常范围为0.79–0.85。李新华^[28]的研究认为经典的F/E值为0.78。在本实验结果中, 该足球队运动员的腰背肌群屈伸肌比值为 1.17 ± 0.23 。与李新华^[28]、何强^[29]、殷翔^[30]、张德辉等^[27]以及王翠霞等^[8]的结果比较, F/E值偏高, 提示该队运动员腰背肌群肌力存在失衡现象, 腰背肌肌力下降, 与前面峰力矩研究的结果相一致, 提示该足球队运动员日后训练中需加强腰背肌力的训练和发展。在速度耐力方面, 所测足球队运动员的腰背肌屈肌速度耐力水平为 74.94 ± 11.91 , 伸肌速度耐力水平为 80.28 ± 12.33 , 与张德辉等^[27]的研究相比, 腰背肌群屈伸肌的速度耐力水平相对偏低, 而张德辉等^[27]的研究认为躯干的快速运动主要与II型纤维有关, II型纤维受累后即表现为ER水平下降, 故此研究结果提示该足球队运动员整体快肌即II型肌发展不够, 有待提高和加强。

结论: ①膝、踝关节左右两侧肌力较为均衡($< 5\%$), 但与以往报道的膝关节屈伸肌峰力矩和相对峰力矩比较, 伸肌峰力矩和相对峰力矩偏低, 屈肌峰力矩和相对峰力矩偏高, 左侧膝关节表现尤为突出, 不利于比赛时有效地控球、踢球和纵跳等动作的完成, 特别不利于守门员拦门效率以及中场运动员头球的效率, 提示需加强左侧膝关节伸肌力量的训练。②腰背肌群峰力矩值相对较强, 但相对峰力矩值相对较弱, 提示日之泉男足运动员腰背肌力相对较弱, 容易在运动过程中发生损伤, 引起下腰部疼痛、酸困、沉重等下背痛疾病, 而这些无疑是赛场竞技能力发挥及成绩的取得的不利因素。③膝、踝关节以及腰背肌群的速度耐力水平均有较大提高空间, 日后训练中建议通过提高动作速度即发展II型快肌来提高下肢肌肉的爆发力以及肌群整体做功功率, 以此提高肌肉耐力水平。

致谢: 感谢中心工作人员在此次测试中的配合和帮助, 感谢张援所长和邓京捷主任对论文的指导。

作者贡献: 研究主要由第一作者与第二作者进行方案设计, 第一和第三作者负责具体实验方案的实施, 在通讯作者和第二作者的指导下, 由第一作者对研究结果进行分析评价并撰写论文。

利益冲突: 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题: 试验方案经受试者/家属知情同意, 自愿参加等速肌力测试。

文章查重: 文章出版前已经过CNKI反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 本刊实行双盲外审制度, 文章经国内小同行外审

专家审核, 符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 文章第一作者对研究和撰写的论文中出现的不良行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

学术术语: 等速肌力测试? 运用等速肌力测试与评定系统在速度恒定阻力可变的条件下, 预先设定运动速度, 一旦速度设定, 不管受试者用多大力量, 肢体运动的速度都不会超过预先设定的速度, 受试者的主观用力只能使张力增高, 力矩输出增加, 而不能产生加速度, 受试者在此种条件下进行的运动测试即称为等速肌力测试。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

4 参考文献 References

- [1] 吴毅. 等速肌力功能测试和训练技术的基本原理与方法[J]. 中国康复医学杂志, 1999, 14(1): 44-47.
- [2] Cohen P, Chantraine A, Gohellet C, et al. Influence of testing position on lumbar isokinetic measurements. *Ann Readapt Med Phys.* 2002; 45(1):12-18.
- [3] 李吉如, 邓京捷, 张小莉. 等速康复训练在集体小球项目中的应用研究[J]. 体育科研, 2015, 2(36):35-38.
- [4] 金宗强, 李宗浩, 郭静如. 等速肌力系统对膝关节肌研究的进展[J]. 天津体育学院学报. 2001, 1(16):47-50.
- [5] 黄婷婷, 范利华, 高东, 等. 等速肌力测试与训练技术在肌肉功能评定中的研究进展[J]. 法医学杂志, 2013, 2(29):49-52.
- [6] 汪洋, 王雁, 衣龙燕, 等. 我国优秀男子花剑运动员下肢等速肌力测试分析[J]. 中国体育科技, 2013, 6(49):66-69.
- [7] Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther.* 1967; 47: 114.
- [8] 王翠霞, 周凯. 躯干等速向心屈伸运动时屈伸肌力的变化: 脊柱易受损伤的角度范围[J]. 中国组织工程与临床康复, 2010, 14(7): 1191-1195.
- [9] Wilk K, Meiser K, Andrews J. Current Concepts in the Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete. *Am J Sport Med.* 2002; 30:136-151.
- [10] 李国平, 陈晓鸣, 张维娜. 用等速测力法评定优秀运动员股四头肌和腘绳肌力量和耐力[J]. 中国运动医学杂志, 1988, 7(3): 143-190.
- [11] 冯连世, 冯美云, 冯伟权. 优秀运动员身体机能评定方法[M]. 人民体育出版社, 2003:534.
- [12] 方海波, 李诚铭, 刘培茂. 优秀男足运动员膝关节等速肌力特征研究[J]. 浙江体育科学. 2010, 32(5):100-102.
- [13] Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, et al. Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. *J.B.J.S.* 1984; 66A: 734-740.
- [14] Malliou P, Ispirlidis, Beneka A, et al. Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. *Isokinetics Exe Sci.* 2003; 11(3): 165-169.
- [15] Morris A. Hamstring/quadriceps strength ratios in collegiate middle-distance and distance runners. *The Physician and Sports medicine.* 1983; 11:71-77.
- [16] Oberg B, Möller M, Gillquist J, et al. Isokinetic torque level for knee extensors and knee flexors in soccer players. *Int J Sports Med.* 1986; 7:50.
- [17] Knapik JJ, Ramos MU. Isonetic and isometric torque relationships in the human body. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1980; 61: 64-67.
- [18] 姜红军, 赵图强. 关于足球运动员的踝关节损伤及预防[J]. 辽宁体育科技. 2001:20.
- [19] 毛杰, 耿建华, 强太平. 男子职业足球队运动员踝关节损伤原因及对策[J]. 西安体育学院学报. 2004, 21(6):57-59.
- [20] 高静. 足球运动员踝关节损伤的原因及康复研究[J]. 当代体育科技. 2013, 3(33):22-23.
- [21] Lees Clerco. The maximal and submaximal vertical jump: implications for strength and conditioning. *J Strength Conditioning Res.* 2004; 18(4):787-791.
- [22] Arnold BL, Linens SW, de la Motte SJ, et al. Concentric evorator strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train.* 2009; 44(6):653-662.
- [23] Collado H, Coudreuse JM, Graziani F, et al. Eccentric reinforcement of the ankle evorator muscles after lateral ankle sprain. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20(2):241-246.
- [24] 赵丽, 李翠, 顾博雅, 等. 功能性踝关节不稳者动态平衡能力及等速肌力特征研究[J]. 中国医药导报, 2012, 9(35): 44-46.
- [25] 刘辉, 刘波, 伍萨, 等. 踝关节不稳患者踝关节等速肌力和动态平衡能力的临床研究[J]. 中医正骨, 2015, 2(27):7-11.
- [26] 岳建军. 不同级别竞技健美操运动员髋、膝和踝关节等速肌力特征研究[J]. 中国体育科技, 2014, 50(6):59-66.
- [27] 张德辉, 黄昌林, 刘鼎城. 青年下背痛患者躯干肌力于腰椎曲度的临床研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25(8):469-471.
- [28] 李新华, 邓森悦. 腰部屈伸肌力平衡的特征分析[J]. 当代体育科技, 2015, 1(5):29-30.
- [29] 何强. 我国优秀女子摔跤运动员腰背肌力特征研究[J]. 西安体育学院学报, 2013, 6(30):731-736.
- [30] 殷翔. 我国优秀男子自由跤运动员腰背部等速肌力测试分析[J]. 山东体育科技, 2014, 6(36):76-80.