



国家高水平体育后备人才基地选材测试指标体系对青少年运动员运动项目定位的应用性探索

潘其乐,景 晨

摘要:目的:通过构建运动项目定位模型,探索“国家高水平体育后备人才基地”选材测试指标体系对青少年运动员的运动项目定位的效果,进一步获得有助于人才识别的选材特征指标。方法:以近五年(2015—2019年)上海市两所市级体育运动学校的11~18岁青少年运动员(男性663名、女性662名)为研究对象,每两岁为一组,采用标准式判别分析探索基地选材测试体系对运动员所从事运动项目的正确定位能力,步进式判别分析更进一步筛选出在运动项目定位中相对重要的特征指标,皆由留一法进行交叉验证。结果:通过标准判别分析,基地选材测试体系对男性青少年运动员初始案例进行分类的正确率为11~12岁的77.0%,13~14岁的51.2%,15~16岁的60.6%,以及17~18岁的77.4%,经交叉验证后的正确分类率分别降为48.0%、36.5%、40.4%和63.2%;对女性青少年运动员初始案例进行分类的正确率为11~12岁的61.7%、13~14岁的54.0%、15~16岁的61.1%和17~18岁的90.1%,交叉验证后的正确分类率分别降为31.6%、32.5%、37.3%和71.8%。通过步进式判别分析,有助于项目正确定位的特征指标有男运动员11~12岁的肩宽和小腿长A,13~14岁的下肢长B、大腿围、肺活量和背力,15~16岁的下肢长B、小腿围、大腿围和背力,以及17~18岁的身高、胸围和背力;女运动员的项目定位特征指标为11~12岁的小腿长A和肺活量,13~14岁的体重、指距、下肢长B和背力,15~16岁的下肢长B、背力和皮褶厚度和,以及17~18岁的身高、体重、小腿围、皮褶厚度和与背力。结论:基地选材测试指标体系对青少年运动员的运动项目定位表现出中到高的有效性,会受到年龄和项目的影。下肢长B和背力指标在青春中后期表现出较强的运动项目区分能力,小腿长A指标则在青春前期表现出区分优势,可作为运动项目定位时的特征指标。

关键词:运动员选材;项目定位;选材测试体系;判别分析

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2023)06-0036-08

DOI:10.12064/ssr.2023022801

The Application of the National High-level Sports Reserve Talent Base Selection Index System to the Positioning of Sports Events for Young Athletes

PAN Qile, JING Chen

(Shanghai Research Institute of Sports Science & Shanghai Anti-Doping Agency, Shanghai 200030, China)

Abstract: Objective: To explore the effectiveness of the "National High-level Sports Reserve Talent Base" test battery on the sports positioning of young athletes by constructing an event discriminant model, and to obtain characteristic indicators for talent identification furtherly. Methods: Youth athletes (663 males and 662 females) aged 11-18 years from two municipal sports schools in Shanghai in the past five years (2015-2019) were selected, with each group of two years old. Standardized discriminant analysis was applied to explore the ability of the base test battery to correctly orient the athletes in the sports they were engaged in. Stepwise discriminant analysis further screened out the relatively important characteristic indicators in sports orientation, which were validated by the "leave-one-out"

收稿日期:2023-02-28

基金项目:上海市科委“科技创新行动计划”社会发展科技攻关项目(22dz1205100)。

第一作者简介:潘其乐,女,硕士,助理研究员。主要研究方向:青少年选育才。E-mail:panqile@shriss.cn。

作者单位:上海体育科学研究所(上海市反兴奋剂中心),上海 200030。



method of cross-validation. Results: The base test battery correctly classified 77.0% of the initial cases of male athletes aged 11-12, 51.2% of those aged 13-14, 60.6% of those aged 15-16, and 77.4% of those aged 17-18 by standardized discriminant analysis. The correct rate of classification after cross-validation decreased to 48.0%, 36.5%, 40.4%, and 63.2%, respectively. The correct classification rate for initial cases of female athletes was 61.7% for 11-12-year-olds, 54.0% for 13-14-year-olds, 61.1% for 15-16-year-olds, and 90.1% for 17-18-year-olds, and after cross-validation the rate decreased to 31.6%, 32.5%, 37.3%, and 71.8%, respectively. By stepwise discriminant analysis, the characteristic indicators that contributed to the correct orientation were shoulder width and calf length at age 11-12, Lower limb length B, thigh circumference, lung capacity and back strength at age 13-14, Lower limb length B, calf circumference, thigh circumference and back strength at age 15-16, height, chest circumference and back strength at age 17-18. The characteristic indicators of the female athletes were calf length and lung capacity at 11-12-year-old, weight, span, Lower limb length B, and back strength at 13-14-year-old, Lower limb length B, back strength and the sum of skinfold thickness at 15-16-year-old, height, weight, calf circumference, the sum of skinfold thickness and back strength at 17-18-year-old. Conclusion: The base test battery showed moderate to high validity for sports orientation in youth athletes, which would be influenced by age and events. Lower limb length B and back strength showed strong sports orientation effects in the mid-to-late adolescence, while calf length showed an orientation advantage in early-adolescence, which could be used as characteristic indicators for sports recommendations.

Keywords: talent identification; sports orientation; base test battery; discriminant analysis

运动员选材就是发现或识别有天赋的人才,指导儿童青少年从事最适合个人特征的运动项目。为实现“运动员-项目”间的定位(sports orientation),匹配青少年运动员适宜的运动项目,需要有一套广泛通用的测试指标体系,既突出运动项目间的差异,便于运动员之间和运动项目之间的比较,又体现运动项目之间的转移可能性^[1]。国家体育总局自2004年以来,以奥运会四年为一个周期,在全国各级各类体校中开展“国家高水平体育后备人才基地”(以下简称基地)认定工作,为实施体育后备人才培养工程打下良好基础,大大提升各级各类体校体育后备人才培养质量^[2]。在评定框架中,要求学校每年进行两次“大纲考核”,已有大纲测试标准的项目按标准执行,无测试标准的项目可根据各省(区、市)研制标准执行。上海市于2010年在国家体育总局制定的大纲标准上,结合本地优势,制定出包含身体形态、身体素质、生理机能和生长发育等方面的基地选材测试指标体系,十几年来积累了大量数据。但这套指标体系在选材工作实践中能否有助于落实这一定位,却较少有研究结果证明,也存在年龄和项目上的局限^[3]。

判别分析(Discriminant Analysis, DA)作为一种参数化技术,可用于确定哪些特征变量或预测因子的权重能够更好区分两组或两组以上的案例,所创建的判别函数为变量权重和分数的线性组合^[4]。也就是说,以选材指标为自变量、运动员所从事的运动

项目为因变量,采用判别分析可以了解不同指标在区分各运动项目中的相对重要性,或者说可以探索这一选材指标组合是否有助于运动项目定位^[1,3,5]。尽管非线性人工神经网络如自组织Kohonen功能图和多层感知器等方法更为贴合人才表现的非线性发展过程,但线性判别分析的分类适当性仍表现较好,甚至正确分类(即真阳性,被归类为参与该项运动的运动员)的准确性高于非线性方法,整体的正确分类率在70%以上^[3,6-7]。

因此,本研究运用判别分析法,为上海地区的青少年运动员构建运动项目定位模型,探索基地选材指标体系对运动项目定位的有效性,使大纲测试结果不仅用于运动员考核或基地认定,还要反哺上海地区青少年运动员的人才识别和选拔,因材施教,提高成才率。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

近五年(2015—2019年)上海市两所市级体育运动学校的青少年运动员,以两岁为一个年龄组,年龄范围11~18岁。在排除①基地测试存在数据缺失,②从事某项目的运动员在某年龄段的人数少于5人后,663名男性运动员和662名女性运动员成为最终的研究对象,其在各年龄段的分布见表1,能基本代表该时段上海地区的二线人才储备。



表 1 上海市儿童青少年运动员各年龄段人数分布(单位:人)

Table1 Numbers of children and youth athletes in Shanghai by age group (unit: person)

性别	11~12岁	13~14岁	15~16岁	17~18岁	合计
男	75	252	203	133	663
女	133	265	193	71	662

1.2 研究方法

按基地测试要求,上下半年各一次(上半年3—4月;下半年9—10月),测试指标见表2,采样地点在校内且基本固定,遵照《上海市青少年运动员选材测试

标准化工作指南》,采用相同的时间流程安排和相同的测试仪器,并由经选材培训考核合格、年测量人数在8000人次以上的上海市运动员选材育才专业委员会测试人员进行施测,且按当日测试总人数的3%~5%进行随机抽样复测,以确保数据的可信度。

表 2 上海市体育后备人才基地选材测试指标

Table2 Shanghai sports reserve talent base selection test index

指标类型	数目	指标	仪器
身体形态	18	身高、体重、坐高、指距、胸围、肩宽、骨盆宽、上肢长、下肢长 B、小腿围、大腿围、腰围、小腿长 A、跟腱长、踝围、皮褶厚度(背、腹、臂)	身高坐高仪、数显马丁尺(Martin-CHN)、软卷尺、荣式皮褶钳
身体素质	2	背力、眼手反应	背力计、PsyTech 心理应用系统
生理机能	5	晨脉、尿蛋白、血压、血色素、肺活量	尿样分析仪 AE-4020、OMRON 电子血压计(上臂式)、HemoCue Hb201+ 血红蛋白分析仪、健民 FHL-II 型肺活量测试仪
生长发育	6	(推导)骨龄、预测身高、性征(女:月经初潮、乳房、阴毛;男:睾丸、阴毛)	斯达福移动数字化 DR 成像系统

1.3 数据处理

所有数据均采用 SPSS20.0 进行方差分析和判别分析,最小统计学意义设定为 $P < 0.05$ 。对方差齐性的指标,考虑到各组样本量的不同,选用 Scheffe 法进行组间差异分析;对方差不齐的指标,选用 Brown-Forsythe 法和 Welch 法检验其显著性, Tamhane's T2 法进行组间比较。以运动员所从事的运动项目为分组变量、选材指标值为自变量,所得的 Fisher 线性判别函数分别对应各运动项目,探索基地选材指标体系对各年龄段运动项目定位的能力。分别采用标准判别分析(Standard DA)和步进式判别分析(Stepwise DA)了解这些选材指标在项目定位中的相对重要性。判别分类效果的验证采用留一法交叉验证(the leave-one-out method of cross-validation),是将 1 个样本作为其余(n-1)个样本的验证集,重复 n 次后进行平均所得的正确分类百分比^[8],而被归类为参与该项运动的其他项目运动员为假阳性。

2 研究结果

描述性统计显示,与同龄人相比,篮球和排球运动员在长度形态指标(身高、指距、上肢长、下肢长 B 和小腿长 A)和心肺功能(肺活量)上体现优势;举重运动员表现出占优的身体体型(体重和皮褶厚度

和)、各部位围度(胸围、腰围、大腿围、小腿围和踝围)和躯干力量(背力),但长度指标(身高、指距、小腿长和跟腱长)较低;游泳运动员表现出宽肩(肩宽)、窄胯(骨盆宽),以及较好的心肺功能(胸围和肺活量);田径运动员表现出较低的胸围和皮褶厚度、较好的下肢优势(下肢长 B 和小腿长 A)和眼手反应速度;乒乓球、羽毛球和女足运动员的体型相对较小,这可能也导致了其不占优的肺活量和躯干力量。

为探索基地选材指标体系对不同运动项目的定位能力,针对 4 个年龄段和两个性别分别进行了标准判别分析,各年龄段从事不同运动项目的男女性青少年运动员得到正确分类的结果见表 3、表 4。

在 11~12 岁年龄段从事 6 种不同项目的男性青少年运动员中,结果显示 77.0% 的初始分组案例得到了正确分类,对交叉验证分组案例中的 48.0% 进行了正确分类(Wilks' Lambda = 0.075, $P < 0.001$)。由于分组变量在 6 个运动项目间是不同的,故生成 5 个规范判别函数,其共同的累计作用占项目正确分类案例中的 100%。第一个判别分析中所获得的 Fisher 线性判别函数反映了肺活量、跟腱长、肩宽、指距和上肢长 5 个指标在区分这 6 种运动项目中的相对重要性,解释了整个模型 35.4% 的方差变化。Fisher 判别函数 2 则反映小腿长 A、下肢长 B 和身



表3 男性青少年各年龄段、各项目运动员经基地选材指标体系正确分类的百分比(%)

Table3 Percentage of male youth athletes of all ages and events correctly classified by the base selection index system(%)

年龄段	棒球	击剑	举重	篮球	排球	乒乓球	柔道	田径	游泳	羽毛球	自行车
11~12	75.0/25.0	—	—	—	87.5/50.0	85.7/52.4	—	68.0/52.0	87.5/54.2	57.1/35.7	—
13~14	46.7/13.3	60.0/40.0	64.7/64.7	60.0/40.0	68.8/56.3	59.1/36.4	46.2/23.1	37.1/30.9	68.8/56.3	80.0/20.0	56.3/31.3
15~16	73.3/46.7	46.2/0.0	93.3/66.7	80.0/30.0	—	57.9/42.1	66.7/13.3	52.5/44.4	—	—	64.7/47.1
17~18	66.7/44.4	—	88.9/74.1	—	—	53.8/30.8	80.0/40.0	78.4/70.3	—	—	—

注: / 左侧为初始样本得到正确分类的百分比; / 右侧为交叉验证样本得到正确分类的百分比。

表4 女性青少年各年龄段、各项目运动员经基地选材指标体系正确分类的百分比(%)

Table4 Percentage of female youth athletes of all ages and events correctly classified by the base selection index system(%)

年龄段	击剑	举重	篮球	垒球	排球	乒乓球	曲棍球	柔道	田径	游泳	羽毛球	自行车	足球
11~12	—	—	66.7/6.7	50.0/10.0	85.7/71.4	75.0/50.0	—	—	38.1/19.0	77.8/66.7	76.5/29.4	—	71.4/35.7
13~14	54.5/31.8	81.8/54.5	50.0/0.0	50.0/42.9	76.5/76.5	50.0/27.8	45.5/9.1	30.8/7.7	48.2/34.1	71.4/28.6	—	60.0/13.3	57.1/33.3
15~16	45.5/9.1	73.3/53.3	—	63.6/0.0	77.8/33.3	45.5/0.0	83.3/0.0	58.8/23.5	54.7/49.3	—	—	81.8/27.3	66.7/59.3
17~18	100.0/57.1	100.0/75.0	—	—	—	100.0/60.0	—	100.0/66.7	83.3/76.2	—	—	—	—

注: / 左侧为初始样本得到正确分类的百分比; / 右侧为交叉验证样本得到正确分类的百分比。

高的相对重要性。两者累计解释 67.0% 的模型方差变化。

在该年龄段从事 8 种不同项目的女性青少年运动员, 61.7% 的初始分组案例和 31.6% 的交叉验证分组案例得到了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.089, $P < 0.001$)。判别分析中所获得的 7 个 Fisher 线性判别函数, 函数 1 解释了整个模型方差变化的 38.8%, 反映出身高、指距、坐高、小腿长 A 和上肢长等身体长度指标在区分这 8 种运动项目中的相对重要性。函数 2 则反映背力的相对重要性。两者对各运动项目区分的累计方差变化解释达 68.2%。

在 13~14 岁年龄段从事 11 种不同项目的男性青少年运动员中, 初始分组案例中的 51.2% 得到了正确分类, 而交叉验证的分组案例中仅 36.5% 被正确分类 (Wilks' Lambda = 0.095, $P < 0.001$)。第一个 Fisher 线性判别函数反映了下肢长 B、小腿长 A、身高和上肢长这 5 个长度形态指标在区分这 11 项运动中的相对重要性, 解释了整个模型 41.3% 的方差变化。Fisher 判别函数 2 则反映腰围、皮褶厚度和、大腿围、体重、胸围、踝围和小腿围这些身体充实度指标和围度形态指标的相对重要性。两者累计解释 62.3% 的方差变化。

在该年龄段的女性青少年运动员中, 初始分组案例中的 54.0% 得到了正确分类, 对交叉验证分组案例中的 32.5% 进行了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.124, $P < 0.001$)。第一个 Fisher 线性判别函数反映了下肢长 B、小腿长 A、指距、上肢长和身高 5 个长度形态指标在区分这 12 项运动中的相对重要性, 解释了整

个模型 37.8% 的方差变化。第二个 Fisher 判别函数则反映背力和肩宽指标的相对重要性。两者累计解释 55.7% 的模型方差变化。

在 15~16 岁年龄段的男性青少年运动员中, 60.6% 的初始分组案例和 40.4% 的交叉验证分组案例得到了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.141, $P < 0.001$)。第一个 Fisher 线性判别函数反映了下肢长 B、小腿长 A 和身高 3 个长度形态指标在区分这 8 项运动中的相对重要性, 解释了整个模型 55.3% 的方差变化。Fisher 判别函数 2 则体现背力、小腿围和大腿围等反映身体力量指标的相对重要性。两者累计解释 72.1% 的模型方差变化。

在该年龄段从事 10 种不同项目的女性青少年运动员, 61.1% 的初始分组案例和 37.3% 的交叉验证分组案例得到了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.086, $P < 0.001$)。Fisher 线性判别函数 1 解释了整个模型 43.6% 的方差变化, 主要反映了下肢长 B 和跟腱长指标在区分这 10 项运动中的相对重要性。Fisher 判别函数 2 则体现背力指标的相对重要性; 两者累计解释 70.5% 的模型方差变化。

在 17~18 岁年龄段从事 5 种不同项目男性青少年运动员, 77.4% 初始分组案例和 63.2% 交叉验证分组案例得到了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.140, $P < 0.001$)。第一个 Fisher 线性判别函数反映了下肢长 B 和身高、胸围和大腿围这两方面身体形态指标在区分 5 项运动中的相对重要性, 对整个模型 74.8% 的方差变化进行了解释。Fisher 判别函数 2 则反映背力和小腿围等身体力量指标的相对重要性。



累计模型方差解释 92.1%。

在该年龄段从事 5 种不同项目女性青少年运动员,对 90.1% 的初始分组案例和 71.8% 的交叉验证分组案例进行了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.033, $P < 0.001$)。第一个 Fisher 线性判别函数反映了皮褶厚度指标的项目定位相对重要性,对 45.9% 的模型方差变化进行了解释。Fisher 判别函数 2 则体现小腿长 A、下肢长 B 和身高等指标的相对重要性。两者累计解释 79.1% 的模型方差变化。

为了进一步探索哪些特征指标能明显区分不同的运动项目,以及出于实际的指标精简考虑,采用步进式判别分析,可将 11~12 岁男性青少年运动员的项目定位显著性指标精简至肩宽和小腿长 A 这 2 项指标,能对 46.0% 初始分组案例和 42.0% 交叉验证分组案例进行正确分类 (Wilks' Lambda = 0.464, $P < 0.001$)。第一个 Fisher 线性判别函数主要突出小腿长 A 指标,解释了整个模型 69.2% 的方差变化(表 5)。13~14 年龄段的项目定位显著性指标可精简至下肢

长 B、大腿围、肺活量和背力这 4 项指标,能对 37.3% 初始分组案例和 30.6% 交叉验证分组案例进行正确分类 (Wilks' Lambda = 0.267, $P < 0.001$)。Fisher 线性判别函数 1 解释了整个模型方差变化的 54.1%,主要反映下肢长 B 的相对重要性,而函数 2 体现大腿围和肺活量的相对重要性,累计解释模型方差 79.6% (表 6)。15~16 岁男性青少年运动员的项目定位显著性指标为下肢长 B、小腿围、大腿围和背力这 4 项指标,前一指标体现在线性判别函数 1 中,其余与函数 2 更为相关,累计方差变化解释达 93.3%,能对 46.8% 初始分组案例和 40.9% 交叉验证分组案例进行正确分类 (Wilks' Lambda = 0.354, $P < 0.001$) (表 7)。17~18 岁男性青少年运动员的项目定位显著性指标可精简至身高、胸围和背力这 3 项指标,对 65.4% 初始分组案例和 64.7% 交叉验证分组案例进行了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.297, $P < 0.001$)。2 个线性判别函数累计解释了 99.7% 的模型方差变化(表 8)。

表 5 基于基地选材指标的 11~12 岁男运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数

Table5 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 11-12 years old male athletes based on base selection index

指标	棒球	排球	乒乓球	田径	游泳	羽毛球
肩宽/cm	2.542	2.166	2.927	2.394	3.222	2.437
小腿长 A/cm	4.198	5.111	3.643	4.533	3.958	4.098
常量	-134.566	-162.522	-124.571	-144.089	-148.276	-126.865

表 6 基于基地选材指标的 13~14 岁男运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数

Table6 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 13-14 years old male athletes based on base selection index

指标	棒球	击剑	举重	篮球	排球	乒乓球	柔道	田径	游泳	羽毛球	自行车
下肢长 B/cm	4.527	4.738	4.194	4.922	5.050	4.450	4.608	4.812	4.723	4.601	4.625
大腿围/cm	1.180	1.275	1.736	1.290	1.289	1.272	1.265	1.102	1.081	1.123	1.158
肺活量/mL	-0.008	-0.009	-0.010	-0.009	-0.008	-0.010	-0.009	-0.010	-0.007	-0.010	-0.009
背力/kg	-0.108	-0.123	-0.069	-0.129	-0.122	-0.108	-0.068	-0.070	-0.124	-0.107	-0.057
常量	-209.915	-231.114	-210.326	-248.854	-263.889	-203.252	-223.289	-229.987	-229.384	-207.240	-219.735

表 7 基于基地选材指标的 15~16 岁男运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数

Table7 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 15-16 years old male athletes based on base selection index

指标	棒球	击剑	举重	篮球	乒乓球	柔道	田径	自行车
下肢长 B/cm	4.121	4.411	3.908	4.613	4.140	4.367	4.523	4.313
小腿围/cm	5.015	5.269	4.487	4.936	4.599	4.652	5.393	4.498
大腿围/cm	-1.512	-1.874	-0.979	-1.827	-1.466	-1.519	-2.119	-1.449
背力/kg	-0.015	-0.007	-0.010	0.007	-0.024	0.025	0.042	-0.008
常量	-236.099	-252.883	-229.498	-263.792	-224.285	-249.246	-260.444	-238.625



表 8 基于基地选材指标的 17~18 岁男运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数

Table8 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 17-18 years old male athletes based on base selection index

指标	棒球	举重	乒乓球	柔道	田径
身高 /cm	4.378	4.093	4.377	4.264	4.586
胸围 /cm	-0.308	0.005	-0.278	-0.204	-0.441
背力 /kg	0.058	0.087	0.028	0.073	0.097
常量	-372.719	-357.633	-371.896	-364.385	-402.592

11~12 岁女性青少年运动员的项目定位显著性指标可被精简至小腿长 A 和肺活量这 2 项指标, 分别体现在 2 个线性判别函数中, 能对 32.3% 初始分组案例和 30.1% 交叉验证分组案例进行正确分类 (Wilks' Lambda = 0.450, $P < 0.001$) (表 9)。13~14 年龄段的项目定位指标可精简至体重、指距、下肢长 B 和背力这 4 项指标, 函数 1 解释了整个模型 61.4% 的方差变化, 突出下肢长 B 和指距的相对重要性, 与函数 2 累计解释 78.2% 的模型方差变化, 能对 32.8% 的初始分组案例和 26.8% 的交叉验证分组案例进行正确分类 (Wilks' Lambda = 0.343, $P < 0.001$)

(表 10)。对 15~16 岁年龄段的女性青少年运动员, 项目定位显著性指标为下肢长 B、背力和皮褶厚度和这 3 项, 对 40.9% 初始分组案例和 36.3% 交叉验证分组案例进行了正确分类 (Wilks' Lambda = 0.327, $P < 0.001$) (表 11)。17~18 岁女性青少年运动员的项目定位显著性指标有身高、体重、小腿围、皮褶厚度和与背力这 5 项指标, 能对 69.0% 初始分组案例和 60.6% 交叉验证分组案例进行正确分类 (Wilks' Lambda = 0.244, $P < 0.001$), 累计模型方差解释 88.4% (表 12)。相应的 Fisher 线性判别函数可见表 5~ 表 12。

表 9 基于基地选材指标的 11~12 岁女运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数表

Table9 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 11-12 years old female athletes based on base selection index

指标	篮球	垒球	排球	乒乓球	田径	游泳	羽毛球	足球
小腿长 A/cm	7.008	6.726	7.643	6.937	6.947	6.429	6.849	6.512
肺活量 /mL	0.001	0.001	0.002	-0.001	0.000	0.003	-0.002	-0.001
常量	-156.572	-144.128	-186.327	-147.830	-151.167	-137.397	-141.114	-130.956

表 10 基于基地选材指标的 13~14 岁女运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数表

Table10 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 13-14 years old female athletes based on base selection index

指标	击剑	举重	篮球	垒球	排球	乒乓球	曲棍球	柔道	田径	游泳	自行车	足球
体重 /kg	-1.678	-1.377	-1.594	-1.651	-1.656	-1.551	-1.645	-1.502	-1.664	-1.683	-1.634	-1.546
指距 /cm	4.574	4.191	4.381	4.343	4.520	4.253	4.250	4.240	4.262	4.614	4.377	4.168
下肢长 B/cm	0.953	0.686	1.416	1.066	1.419	1.003	1.078	0.931	1.320	0.758	0.937	1.151
背力 /kg	0.176	0.274	0.187	0.265	0.205	0.183	0.277	0.236	0.235	0.231	0.234	0.178
常量	-394.531	-334.051	-408.400	-373.050	-430.801	-352.699	-360.134	-351.083	-378.665	-387.758	-366.346	-351.378

表 11 基于基地选材指标的 15~16 岁女运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数表

Table11 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 15-16 years old female athletes based on base selection index

指标	击剑	举重	垒球	排球	乒乓球	曲棍球	柔道	田径	自行车	足球
下肢长 B/cm	5.725	5.234	5.532	6.194	5.517	5.653	5.517	5.822	5.711	5.49
皮褶厚度和 /mm	-0.107	-0.036	-0.118	-0.078	-0.085	-0.141	-0.09	-0.172	-0.157	-0.059
背力 /kg	0.201	0.246	0.204	0.156	0.164	0.212	0.218	0.222	0.198	0.131
常量	-257.565	-224.625	-240.665	-298.391	-238.106	-250.639	-242.093	-264.752	-253.764	-235.084



表 12 基于基地选材指标的 17~18 岁女运动员项目 Fisher 步进式线性判别函数系数表

Table 12 Fisher stepping linear discriminant function coefficient of 17-18 years old female athletes based on base selection index

指标	击剑	举重	乒乓球	柔道	田径
身高 /cm	13.112	12.472	13.157	12.67	13.18
体重 /kg	-16.018	-15.155	-16.303	-15.147	-15.965
小腿围 /cm	35.378	33.431	35.528	33.923	35.293
皮褶厚度和 /mm	1.886	1.871	2.097	1.751	1.849
背力 /kg	0.559	0.644	0.57	0.545	0.599
常量	-1 327.55	-1 211.59	-1 335.75	-1 246.76	-1 340.28

3 讨论

本研究通过判别分析法,探索基地选材测试指标体系对青少年运动员项目定位的有效性,发现其对初始分组案例能有 50%~90% 的判别能力,而对交叉验证分组案例的分类能力下降了 15%~30%。从结果来看,相似年龄段(15~16 岁)男性青少年的初始案例项目定位正确率(60.6%)远低于 Pion 等^[1]对 9 个运动项目(羽毛球、篮球、体操、手球、柔道、足球、乒乓球、铁人三项和排球)青少年运动员 96.4% 的正确分类率,以及 Zhao 等^[3]对 14~16 岁年龄段 6 个运动项目(篮球、击剑、柔道、游泳、乒乓球和排球)青少年运动员 98.9% 的项目定位正确率。女性青少年的初始案例分类正确率(13~14 岁, 54.0%)也同样低于 Leone 等^[9]研究中同龄女性青少年运动员在 4 个项目(网球、游泳、花滑和排球)中的正确分类率(88.0%)。交叉验证分组案例中的项目定位正确率(40.4%)同样远低于 Zhao 等^[3]所得的 71.3%。

以上差异可能与纳入分析的项目有关。一方面是项目的数量。Pion 等^[10]对跆拳道、柔道和空手道这 3 个项目男性青少年运动员的分类正确率高达 100%,而本研究中对 13~14 岁年龄段分别从事 11 个运动项目的男性青少年运动员和 12 个运动项目的女性青少年运动员,所得的正确项目定位率仅为 51.2% 和 54%。此外,在数据统计时将分组变量仅分为“从事该项目”和“非从事该项目”两类^[1,3],也能提高项目的正确定位率,如将本研究中 13~14 岁年龄段的男性柔道青少年运动员归为 1,而其余项目运动员归为 2,则该项目原始案例和交叉验证案例的正确分类率能从之前的 46.2% 和 23.1% 提升到 72.2%,所得的步进式判别函数保留了胸围和骨盆宽指标,也更能体现项目的形态特征要求^[11]。数量越多,各项目的组质心更为集中,则正确分类率相对较低。另一方面是项目本身,如作为基础大项的田径,小项众多,虽同为体能主导,但如跳跃和投掷类偏重

快速力量,短跨类注重速度,而中长跑和全能则依靠耐力^[12],从而田径运动员被错认为除游泳以外其他项目运动员的可能性很高。也因此如 Zhao 等^[3]将该项目运动员从其研究对象中剔除,得到较高的项目定位准确率,但与其他项目交集较多的田径运动员标志点是否也预示了其跨项选材的可能性,可以在后续进行深入的跟踪研究。且凭借基地选材指标体系,该项目运动员仍能在小年龄段(11~14 岁)与游泳和排球项目,在大年龄段(15~18 岁)与举重和乒乓球项目运动员较好地区别开。

不同于大部分研究所选择的单一年龄段青少年运动员为研究对象,本研究的年龄跨度从 11 岁到 18 岁,几乎涵盖整个青春发育期,那么年龄的变化也可能影响基地选材指标体系的项目定位能力。在青春发育前中期,会出现个体形态的生长突增,如以身高为代表的突增高峰^[13]和某些身体素质的可训练性敏感期^[14],突增和敏感期的起始时间与变化幅度等的个体差异,会使得个体间的体格表现水平存在较大不同,这也预示着未来发展的多种可能性,表现为该阶段选材指标体系的项目定位准确性较低。而在青春发育后期,在体系中占比较重的身体形态逐渐趋于稳定,则特定项目所带来的形态特征可以较明确地区分出从事该项目的青少年运动员^[9],表现为体系的项目定位准确性逐渐增强。

基地选材指标体系对不同年龄段、不同运动项目的项目定位能力并不一致。整体来看,体系的项目定位准确性表现最佳的是排球、举重和小年龄段的游泳项目。排球运动员的身体长宽优势和心肺能力,可将他们较好地区别于同年龄段的其他青少年运动员,对应指标更可用于该项目的运动表现评价和比赛位置识别,如身高对发球能力的显著影响^[15]、不可变指标(身高和骨盆宽)和可变指标(上臂紧张围)与运动表现的灵活性和机动性密切相关^[16]等。举重运动员的脱颖而出受益于其占优的体型、身体围度以及躯干力量,更大的全身肌肉体积能支持其举起更



大的重量,而较高的腰部动态肌肉力量则是其优质完成抓取和挺举动作的先决条件。游泳有别于其他陆上运动,表现在显著的胸围和肩宽、优异的上肢长度和较窄的骨盆宽,逐渐发展成为身材高、手臂长、骨盆宽较窄、躯干形态呈倒三角的优秀游泳运动员形态特征^[17],这种流线形体有利于在游泳过程中减少水阻力,加大做功距离,提高游速^[18]。

但也相应地,基地选材指标体系对柔道、乒乓球、田径和男子棒球项目的定位作用不佳,柔道运动员虽表现出相对较好的上身围度和宽度,却不明显,男子棒球和乒乓球运动员在同龄者中各方面皆不占优。这可能是体系中基础运动能力指标占比较小所造成的。如大部分教练员都认可相比于人体测量学指标,协调、灵敏和专项技能特征更适用于乒乓球运动员的评价^[19]。而在 Spaniol^[20]构建的棒球运动测试体系中,除基本的身体成分外,也更注重包括灵活性、敏捷性、肌肉力量、下肢爆发力、旋转能力、投掷和击球速度等在内的运动专项指标。在未来的选材指标体系优化中,可通过纳入更多维度的评价指标,使得对运动员天赋的评估更为全面,针对运动项目的定位更加准确。

从步进式判别结果来看,下肢长 B 和背力指标在 13~18 岁年龄段有较强的项目判别能力,四肢和躯干围度也能较好地对该年龄段的男运动员进行项目定位,而小腿长 A 的项目区分优势体现在 11~12 岁年龄段,精简后的基地选材测试指标体系对初始分组案例保有 30%~70% 的分类正确率,在交叉验证分组案例中仅下降了 5%。Zhao 等^[3]将是否从事该运动项目作为分组变量,同样发现了背力指标在判别篮球、击剑、柔道、乒乓球和排球运动员上的显著性,非线性多层感知器算法所得的该指标区分度在 90% 以上。这可能预示着,在人力物力不及或基层进行大批量儿童青少年选材时,选用这几项简单的选材指标,也能为运动员提供有价值的项目定位信息。

4 结论

本研究结果显示,包含身体形态、身体素质和生理机能等特征在内的基地选材测试指标体系对上海市青少年运动员的运动项目定位具有中到高度的有效性,且会受到年龄和项目的影。下肢长 B 和背力指标在青春中后期表现出较强的运动项目区分能力,而小腿长指标在青春前期表现出区分优势,皆可作为运动项目定位的特征指标。

参考文献:

- [1] PION J, SEGERS V, FRANSEN J, et al. Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports[J]. *European Journal of Sport Science*, 2015, 15(5):357-366.
- [2] 张亮,郭振,李越,等.我国高水平体育后备人才基地建设研究[J].*体育文化导刊*,2010(7):46-48.
- [3] ZHAO K, HOHMANN A, CHANG Y, et al. Physiological, anthropometric, and motor characteristics of elite Chinese youth athletes from six different sports [J]. *Frontiers in Physiology*, 2019, 10:405.
- [4] RAMAYAH T, AHMAD N, ABDUL-HALIM H, et al. Discriminant analysis: An illustrated example[J]. *African Journal of Business Management*, 2010, 4:1654-1667.
- [5] TABACHNICK B G, FIDELL L S. Using multivariate statistics. 6th edition[M]. New York: Pearson Education, 2012.
- [6] HOHMANN A, SIENER M, HE R. Prognostic validity of talent orientation in soccer[J]. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 2018, 48(4):478-488.
- [7] PION J, HOHMANN A, LIU T, et al. Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2017, 35(8):806-811.
- [8] GOYAL J, GARG R, CHATTERJEE S. Physiological and psychological variables among elite female athletes from three categories of sports and non-athletes[J]. *International Journal of Health Sciences*, 2022.
- [9] LEONE M, LARIVIERE G, COMTOIS A S. Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2002, 20:443-449.
- [10] PION J, FRANSEN J, LENOIR M, et al. The value of non-sport-specific characteristics for talent orientation in young male judo, karate and taekwondo athletes [J]. *Archives of Budo*, 2014, 10:147-152.
- [11] 陆建峰,冯绍桢,李珍妮,等.我国优秀柔道运动员身体形态的研究[J].*广州体育学院学报*,1988,8(2):92-101.
- [12] 田麦久,麻雪田,黄新河,等.项群训练理论及其应用[J].*体育科学*,1990,10(6):29-35,94.
- [13] 沈勋章.青少年选材十大敏感窗口期研究[M].上海:上海浦江教育出版社,2017.
- [14] BALYI I, WAY R, HIGGS C. Long-Term athlete development[M]. Champaign: Human Kinetics, 2013.
- [15] KAMUK Y U, SENDURAN F, DOGRU Z, et al. Effects of anthropometry on volleyball serve performance [J]. *Journal of Physical Education and Sports Studies*, 2019.
- [16] TOSELLI S, CAMPA F. Anthropometry and functional

(下转第 49 页)



- 69-80.
- [8] 田麦久. 项群训练理论的创立与发展:1983-2013[M]. 北京:北京体育大学出版社,2013.
- [9] NEVILL A M, BROWN D, GODFREY R, et al. Modeling maximum oxygen uptake of elite endurance athletes [J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2003, 35(3):488-494.
- [10] NOAKES T, SHEEHAN G. *Lore of running: Discover the science and spirit of running*[M]. Champaign: Leisure Press, 1991.
- [11] HAGERMAN F C. Applied physiology of rowing [J]. *Sports Medicine*, 1984, 1(4):303-326.
- [12] 刘敏,汪军,周丽,等.不同专项运动员最大摄氧量及主要影响因素分析[J].北京体育大学学报,2018,41(11):74-80.
- [13] 常芸,张忠秋,陈吉棣.中国运动员生理心理常数和营养状况调查[M].北京:人民体育出版社,2006.
- [14] BASSETT D R JR, HOWLEY E T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2000, 32(1):70-84.
- [15] LUNDBY C, MONTERO D, JOYNER M. Biology of VO_{2max} : Looking under the physiology lamp[J]. *Acta Physiologica(Oxf)*, 2017, 220(2):218-228.
- [16] BASSETT D R JR, HOWLEY E T. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997, 29(5):591-603.
- [17] WAGNER P D. New ideas on limitations to VO_{2max} [J]. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 2000, 28(1):10-14.
- [18] 汪军,周越,孙君志,等.质疑与思考:运动生理学研究的十个问题[J].成都体育学院学报,2021,47(1):118-124.
- [19] HOPKINS W G. How to interpret changes in an athletic performance test[EB/OL].[2023-02-27].<http://sportsci.org/jour/04/wghtests.htm>.
- (责任编辑:刘畅)

(上接第43页)

- movement patterns in elite male volleyball players of different competitive levels[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2018, 32(9):2601-2611.
- [17] 罗智,高鸿辉.不同训练阶段下我国优秀游泳运动员形态结构的比较研究[J].天津体育学院学报,2006,21(4):310-314.
- [18] 赵振威,宋闪.游泳运动员体型三维扫描数据与流线型体型研究[J].中国体育教练员,2018,26(4):29-31,34.
- [19] ROBERTSON K, PION J, MOSTAERT M, et al. A coaches' perspective on the contribution of anthropometry, physical performance, and motor coordination in racquet sports[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2018, 36(23):2706-2715.
- [20] SPANIOL F J. Baseball athletic test: A baseball-specific test battery [J]. *Strength & Conditioning Journal*, 2009, 31(2):26-29.
- (责任编辑:刘畅)