



# 运动员精准选材与“表遗选育”跨尺度关联性研究

沈勋章

**摘要:**创新驱动是国家科技发展战略规划纲要。我国运动员科学选材要走人类表型、运动型和基因型跨尺度关联性研究之路,走运动员选材与青少年育才相结合之路,其创新研究结点就是精准选材。“表遗选育”跨尺度关联性研究正是创新我国精准选材崭新的技术平台。在运动项目特征框架下,深化表型组学研究并结合基因测序才能找到精准选材的关联性突破。文章就运动员科学选材如何突破瓶颈,搭乘人类表型组计划的东风,顺势而为、锐意进取,实现体育人才精准选育进行了探索。

**关键词:**人类表型;基因型;选材育才;精准选材

中图分类号:G808.18 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2019)02-0064-04

DOI:10.12064/ssr.20190208

## A Study on Cross-scale Correlation between Precise Selection of Athletes and "Phenotype or Genotype Selection and Training of Athletes"

SHEN Xunzhang

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** Innovation-driven is the guideline of national strategic plan for scientific and technological development. The scientific selection of athletes in China must be based on cross-scale research in correlation of human phenotype, sport type and genotypes, and follow the path of combining selection with training of athletes, the innovation of which is characteristic of precise athlete selection. The study on cross-scale correlation between human phenotype and genotypes is a brand new technical platform for precise athlete selection in China. According to characteristics of sports items, the breakthrough of precise sport athlete selection can only be made by deepening the study on phenomics and combining with gene sequencing. This paper discusses how to get rid of the bottleneck effect for scientific selection of sport talents, and how to follow the trend of human phenomics, so as to explore the innovative technology in sport talent selection.

**Key Words:** human phenotype; genotype; athlete selection and training; precise selection of athletes

当下,“精准”一词火爆异常:精准医药、精准扶贫、精准营销、精准打击、精准施策、精准发力、精准预测,甚至冠以“国家”,譬如国家精准医学、国家精准扶贫脱贫。学术上将其释义为精确、准确、非常;在时间概念上表示精确、准时;在空间位置上的定位准确。国务院颁布实施的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,旨在促进我国科学技术创新发展,“精准”两字充分体现了纲要“创新驱动,转型发展”的科技内涵<sup>[1,2]</sup>。体育运动实践证明,运动员科学选材曾对我国跨入体育大国起到了很大的促进作用,它对全面迈向体育强国,实现精英计划

有着更为重要的意义,也反映了教练员科学训练的人力资源储备需求。因此,为提高优秀运动员成材率,开展精准选材计划呼之欲出<sup>[3,4]</sup>。在体育界提出精准选材并非追求时髦,主要是基于运动员选材的应用实践,基于运动员选材指标科学完整体系以及项目选材评价标准的精准性,更基于新形势下竞技体育领域中如何进一步提高优秀运动员成材率,降低淘汰率与优秀运动员的培养成本<sup>[5]</sup>。

所谓精准选材就是依靠现代科学技术与方法,最大限度地依据项目特征,将人体重要表型结合天赋遗传能力,选拔与培养有天赋能力的优秀项目苗

收稿日期:2018-08-10

基金项目:上海市科委基础研究重点项目(16JC1400500)。

作者简介:沈勋章,男,研究员。主要研究方向:运动员科学选材。E-mail:shenxunz@126.com。

作者单位:上海体育科学研究所,上海 200030。



子,通过科学系统训练,把他们塑造成为优秀的体育人才<sup>[6]</sup>。表型组学讲究阶段性选材规律和敏感期表现特征,讲究科学完整的选材评价,只有预测精准度高,才算得上真正意义上的精准选材。笔者在最近一次学术报告中首次提出了运动员科学选材的“表遗选育”创新思路。“表”即人体表型,其包含了重新审视重要的运动特征和运动项目表型特征;“遗”即从运动能力遗传度到全基因组测序扫描;“选”即运动员选材与项目运动员选材与评价;“育”即青少年训练。简言之,我国运动员科学选材要走前无古人后无来者的人类表型、运动型和基因型跨尺度关联性研究之路,走运动员选材与青少年育才相结合的精准选材之路。

## 1 深入开展运动项目表型组学的研究

“表”即所谓表型,人体各种特征,其突出地表现出人体形态的长度、宽度、围度、厚度、角度以及身体成分等表型指标,亲代赋予子代的遗传特征在后天的环境下优化表现。我国体育前辈们在七八十年代曾经做过选材指标的聚类分析和主成分分析,在众多指标中找出因子分析<sup>[7,8]</sup>。运动员选材就是将这些优秀的体表特征和项目所需的能力从小选拔出来,有的放矢地开展青少年训练,促使这些重要表型发展的最大化,加快体育苗子成才的过程。

### 1.1 表型组学研究

众所周知,科学选材、科学训练和科学管理是成功塑造优秀运动员的三大环节,相辅相成,缺一不可<sup>[9]</sup>。人类表型组是人体中除了基因组外的另一半生命密码,其研究被《Nature》杂志评为新方向领域。近年来,人类表型组计划逐步推出并引入体育研究领域。复旦大学金力院士发起的“人类表型组计划”国际大科学计划使我国表型-基因型研究领域处在国际前沿,成为世界领跑者。先发战略主要整合了国家优势资源,集成先进技术和引领标准制定。2015年5月国家科技部在京召开了“国际人类表型组学研究”香山会议,2016年5月,上海市科委优先启动重大项目“人类表型跨尺度关联及遗传机制研究”,上海体育科学研究所有幸成为主要研究单位之一,承担了“游泳运动员表型组学研究”分课题。2018年3月上海市市级科技重大专项“国际人类表型组计划(一期)”在沪启动。人类表型跨尺度关联性及其遗传机制研究开创了新形势下体育科技发展和运动训练的需求,寻觅核心指标、权重指标、评价指标的开发,重构高遗传度表型-运动基因测序的关联性研究模型。

## 1.2 运动表型关联

青少年拥有运动能力的天赋,在后天的运动训练比赛中逐渐展现优秀的身体素质、良好的心理心智以及相宜的身体形态,跨尺度运动表型的关联性探索给运动员选材注入了活力。亲代赋予的这些天赋才能和重要表型深深刻录在子代DNA里的,它在后天的环境中分阶段表现出来,多年的系统训练促进运动表型发展最大化。因此早期发现和择优选拔优秀体育后备人才并对其进行针对性训练有着极其重要的意义<sup>[10]</sup>。科学选材,作为一门学科提供了一系列技术标准和方法指标,通过独具慧眼识别人才的经验,与科学技术方法的测量与评价,经过初选、复选、再选和精选,加上6~8年艰苦的系统训练,千锤百炼,让佼佼者脱颖而出,走上未来冠军领奖台,表型组学关联性研究这确实是一项实实在在的花费高且小概率成才的事件。

## 2 积极探索人类运动能力的基因研究

“遗”即所谓遗传度。人类遗传学认为通过基因的传递使后代获得亲代的种种体貌与能力特征。竞技体育需要具有专项能力的优秀体育后备苗子,科学选材把发现和测评遗传度高的表型特征作为首选<sup>[11]</sup>。早年竞技体育正是通过孪生子的研究来估测天赋能力的主要指标遗传度<sup>[12]</sup>,把与运动项目遗传度稍高的指标作为选材指标赋予权重,把遗传度稍低的指标作为训练学指标加以后天的塑造<sup>[13]</sup>。随着分子遗传学技术和基因科学的发展,与运动相关联基因研究已经初见端倪<sup>[14]</sup>。2016年5月复旦大学发起“人类表型组”国际大计划。同年7月由复旦大学牵头,上海体育科学研究所选材研究中心参与的上海市科委优先启动的重大项目“人类表型跨尺度关联及遗传机制的研究”课题组正式立项,人类表型组“上海计划”将关联2万个人体表型,“全国计划”将关联5万个人体表型,“国际计划”将关联10万个人体表型,遗传与表型大数据分析将揭示人体内在复杂多态的奥秘,引领生物医学的发展。2006年上海体育科学研究所就爆发力项目对103位运动健将开展基因检测和分析,继而采取全基因组扫描和测序方法对1159名游泳运动员进行基因检测。2017年7月复旦大学人类表型组研究院在沪挂牌成立。

表型即人体外显特征,它对应着人体内在基因。先天的基因和后天的环境交互作用决定人体特征,诸多组学特征研究将逐渐揭开人们生长发育、生活运动、工作学习、健康长寿的内在差异特性。表型是复杂的,基因往往又是多态的,多个基因会影响同一



表型,而同一个基因会影响多个表型,即所谓一因多效;然而表型又是动态的,在儿童青少年生长发育过程中,尤其是青少年运动员运动训练成才的过程,表型-基因的关联性影响更具有内在的研究价值,探究表型-基因型关联中一因多效现象揭示人体内在的奥秘<sup>[15]</sup>。优秀运动员为特殊人群代表,他们拥有非凡的人类智能、杰出的运动能力和良好的环境适应能力以及巨大的负荷承受能力,这些均属于生物表型,研究与解读特殊人群的表型-基因型特征谱为优秀运动员成才建立模型。

### 3 努力推进青少年选材育才体制创新

#### 3.1 阐明选材育才关系

第一,所谓“选材”即强调一个选字,那选材工作谁来做?答案显然是明确的,由选材人员和教练员共同做并共同完成。首先教练员以专业的经验发现好苗子;其次选材人员依托高水平体育后备人才基地,通过项目选材标准的测试,对体育苗子的生长发育、身体形态、生理机能、运动素质、心理特征进行选材测量和评价;再次教练员对所招对象进行运动能力、专项素质以及教练员评定,以便全面地了解和预估体育苗子的潜质;最终双方确定测试结果和能力水平。选材测评过程中,选材人员只是辅佐教练员开展了项目客观指标测量,评价了个体的身心特征,为教练员提供参考。体育苗子原本来源于教练员百里挑一,入队入编则由教练员主导决定,因此选材工作服务于育才训练,带队教练员起着主动、主导作用。第二,所谓“育才”,即所谓青少年训练,那育才工作谁来做?答案更是明显,教练员。在专业化训练的前期阶段,教练员对所带的青少年运动员进行体能、技能、战术、心理、智能五大要素诱导和训练,贯穿着不同项目各自的竞技特点<sup>[16]</sup>。曾凡辉早年就提出:运动员选材不能仅靠一次测试,不可仅有一次评价,运动员选材贯穿整个系统训练过程中<sup>[17]</sup>。选材是一个连续动态的过程,初选、复选、再选和精选配合系统训练全过程,选材与育才不可分割。在青少年训练的培育过程中,既有日常训练还有选材测评,选中育,育中有选,选育结合,只不过选材注重遗传性状便于展开项目权重指标评价,育才注重选育才的长短板状况,便于开展针对性训练。因此选材测评服务于育才训练,选材人员辅佐于教练员,还要起着参谋的作用。为了能够把运动员选材的“材”和青少年育才的“才”有机地结合起来,做到利益最大化,教练员要主动作为,积极参加,学习和运用运动员选材知识并融入青少年训练中来<sup>[18]</sup>。

#### 3.2 搭建选材育才平台

上海体育科学研究所机构设置选材研究中心,该中心坚持研究和应用并重,取得了众多的研究成果,有力地推动了运动员科学选材事业的发展。2012年9月上海市体育局审时度势推进了选材育才相结合这项工作,上海体育科学研究所选材育才研究中心挂牌成立,2018年4月上海市体育科学学会新成立了运动选材育才专业委员会,在组织机制上保证了运动员选材与育才工作的有机结合,此外还为广大选材科研人员和教练员搭建了“雏鹰计划”和“腾飞计划”课题申报平台。国家体育总局青少司、科教司先后两次在沪召开现场会和研讨会,上海体育科学研究所会上介绍这方面的工作经验和研究成果。总之,选材的目的是选拔出具有运动天赋的青少年,其核心是成功预测未来的运动潜力,育才目的为了全面改善青少年体质与健康水平,有效提高优秀运动员的成材率,为国家体育事业培养更多的体育人才。

#### 3.3 创新选材育才模型

新型的“选材育才”工作模式强调依靠项目教学训练大纲和项目选材评价标准以及将“项目大纲”“项目标准”很好地融合进日常工作中。遵循儿童青少年生长发育规律和按照青少年运动训练的阶段性规律,掌握青少年身心发展敏感窗口期的适时教学训练要求,在“选材”方面建好优秀体育后备人才苗子库,特别是有计划、有组织地培养一批潜在的优秀项目苗子,创造有利条件让他们天赋能力自然地表现出来。在“育才”方面通过高水平体育后备人才基地这一工作平台,有计划、有组织地开展日常的教学训练活动,让青少年运动员的体能、技能和心智等能力的教学训练获得可持续的发展<sup>[19,20]</sup>。如何创新选材育才模型呢?创新选材育才模型需要一大批事业心强、献身体育事业的教练员队伍,需要一大批科研业务扎实、兢兢业业的选材科研人员,需要一大批由他们发现、选拔、培养和输送的优秀体育后备苗子,更需要人员、技术、设备、仪器之间的融合。在实际工作中,好的教练善于把项目教学训练大纲与项目选材标准有机地结合起来,突出长板,补短板,针对选材育才测量分析的结果,不断强化个体训练的技术要求,并追踪观察成才。尊重选材的教练员往往受益较多。

在上海运动选材育才专业委员会队伍中,有些教练员,他们每次都会参加高水平体育后备人才基地的选材测试,对项目指标非常感兴趣,学会了选材



指标的分析评价,会根据选材测试指标的结果采取有针对性的训练<sup>[21]</sup>。同时他们参加选材业务培训,注重项目特征,关注青少年生长发育水平和敏感窗口期的诱导与训练,改善和提升素质和专项能力。在实际工作中,要积极发挥教练员在选材中的主体性、主导性和主动性。教练员组队训练,带兵打仗的主帅,选材人员只是组织高水平体育后备人才基地开展选材测量与评价,建立重点项目和优秀体育苗子,其中哪些指标好,哪些指标稍差,哪些个体优秀,哪些个体一般,生源质量的优劣,将其数据提供给带队教练员。上海市体育局科教处也把运动员科学选材作为教练员业务培训重要课程,成为每期“百人计划”的重点内容。让更多的教练员参与选材,学会选材,运动员选材与育才才能更具活力。

#### 4 小结

我国运动员科学选材整整走过了三十多年实践与应用历程,上海运动员选材站在前辈的肩膀上,较好地完成交接棒,“十年磨一剑”,取得了丰硕的研究成果,上海选材获得到了国家体育总局青少司、科教司多次表彰。如何把握契机,展望未来,深入开展运动项目表型组学的研究,审时度势,跨尺度地拓展人类基因组学的关联性研究,依托运动项目特征,修订完善运动员科学选材指标体系与评价标准,努力推进青少年运动员选材育才相结合的创新体制和拓宽优秀运动员成才途径,赋予运动员科学选材更强大的生命活力。我国竞技体育在向世界体育强国迈进时,搭乘人类表型组学研究东风,创新驱动,锐意进取,运动员科学选材就能突破瓶颈,建立“表遗选育”为主要技术路线的精准选材新模型。

#### 参考文献:

- [1] 中共中央国务院.国家创新驱动发展战略纲要[R].2016.
- [2] 上海市人民政府.上海科技创新“十三五”规划(沪府发〔2016〕59号)[R].2016.
- [3] 中共中央国务院.上海系统推进全面创新改革试点经验加快建设具有全球影响力的科技创新中心方案

(国发〔2016〕23号)[R].2016.

- [4] 上海市人民政府.上海市发展改革委关于首批市级重大专项实施方案和资金申请报告的复函(沪发改高技〔2017〕109号)[R].2017.
- [5] 沈勋章.奥运项目教学训练大纲青少年选材育才研究[M].上海:上海浦江教育出版社,2015:84-99.
- [6] 沈勋章.奥运项目教学训练大纲青少年选材育才研究[M].上海:上海浦江教育出版社,2015:9-30.
- [7] 王金灿.运动选材原理与方法[M].北京:人民体育出版社,2005.
- [8] 隗金水.运动员把选材的选育结合理论与实践[M].北京:北京体育大学出版社,2006.
- [9] 邢文华.奥运优秀运动员科学选材的研究[M].北京:北京体育大学出版社,2008.
- [10] 余竹生,沈勋章,朱学雷.运动员科学选材[M].上海:上海中医药大学出版社,2006.
- [11] 郭蓓,沈勋章,李之俊.上海市运动员选材工作指导手册[M].上海:上海科学技术文献出版社,2005:3-7.
- [12] 沈勋章,李志朋,蔡广.基因选材研究[J].中国优生优育,2009,15(2):67-71.
- [13] 杨若愚,沈勋章,蔡广,等.肌肉力量相关基因研究进展[J].中国优生优育,2009,15(4):198-201.
- [14] 蔡广.表型组学研究进展及游泳运动员表型组学研究[J].中国体育教练员,2017,25(4):36-38.
- [15] 杨若愚.优秀游泳运动员表型特征与相关基因研究[J].中国体育教练员,2017,25(4):29-30.
- [16] 王文秀,沈勋章.上海市竞技体育后备人才选材分析[J].体育文化导刊,2011(9):60-64.
- [17] 曾凡辉,王璐德,邢文华.运动员科学选材[M].北京:人民体育出版社,1992.
- [18] 韩雪.山东省优秀青少年田径运动员成材率的研究[J].潍坊学院学报,2005(2):125-126.
- [19] 沈勋章主编.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,2017-3.
- [20] 沈勋章.10000小时法则与运动员成材[J].体育科研,2013,34(1):50-53.
- [21] 严昱民.儿童青少年游泳能力的潜质评估表设计[J].中国体育教练员,2017,25(4):17-19.

(责任编辑:刘畅)