

运动员生物护照应用解析

——以“阿姆斯特朗兴奋剂事件”为例

马国全，李小唐，杨建文，张虎祥

(兰州理工大学 体育教学研究部，兰州 730050)

摘要：以“阿姆斯特朗兴奋剂事件”为切入点，对运动员生物护照（ABP）的理论机制及ABP在检测和防范兴奋剂中的有效性的相关研究进行综述；并运用ABP技术对“阿姆斯特朗兴奋剂事件”展开深入剖析。结果显示：ABP的确行之有效，其通过纵向监控与分析运动员生物标记的异常，能够准确判断运动员是否使用了禁用物质或方法。但此方法还不能作为判定运动员使用兴奋剂的必然依据。

关键词：运动员生物护照；生物标记；反兴奋剂；兰斯·阿姆斯特朗

中图分类号：G807.4

文献标志码：A

文章编号：1008-3596 (2015) 03-0072-07

2013年1月17日，美国著名自行车运动员兰斯·阿姆斯特朗（Lance Armstrong）在电视节目中承认，他曾经使用过兴奋剂，而且在全部7次环法赛夺冠的经历中都使用了提高成绩的药物或违禁手段。从1999年开始，阿姆斯特朗“奇迹”般地在环法这项世界最著名的自行车大赛上连续7年（1999—2005）夺冠。然而，在他取得辉煌成绩的背后，从未摆脱人们对于他使用兴奋剂的质疑。2012年8月23日，美国反兴奋剂机构（USADA）宣布取消阿姆斯特朗自1998年8月1日以后参加的所有比赛的成绩，并终身禁赛。2012年10月22日，国际自行车联盟（UCI）宣布支持USADA的调查结论和处罚决定。阿姆斯特朗“奇迹”的破灭，给竞技体育界带来诸多遗憾，也带给我们更多的思考和

疑问。

对于UCI来说，剥夺阿姆斯特朗的冠军头衔容易，可剥夺回来的冠军头衔再次颁发给谁却是个难题。因为在1996—2006年期间，环法赛的冠军无一例外地均为兴奋剂的违规使用者（表1）。对此，我们需要面对的残酷事实是，在众多的竞技运动中，兴奋剂已然泛滥成灾。

由表1还可以发现，在1996—2006年期间，包括阿姆斯特朗在内的各届环法冠军均在比赛期间服用了兴奋剂，而在若干年后才被发现（或被迫承认）。对此，需要思考的问题是：何以时间跨度如此之长兴奋剂检测机构都没有明确地检测出来？

表1 1996—2006年环法自行车赛冠军兴奋剂违例情况

运动员	国籍	冠军年份	兴奋剂发现（或承认）年份	兴奋剂类别
Bjarne Riis	丹麦	1996	2007	EPO
Jan Ullrich	德国	1997	2012	类固醇
Marco Pantani	意大利	1998	1999	EPO
Lance Armstrong	美国	1999—2005	2012	EPO
Floyd Landis	美国	2006	2010	睾丸素超标

科学技术的发展很多都是问题驱动（problem-driven）的，有了问题，才会想解决问题的办法，问题解决了，科技就发展了。在体育科学里，这一情况也不例外。为了维护竞技体育的公平性，使得运动中比拼的不是科学技术，而是将

人还原为运动的主体，保障人主体资格的回归^[1]，反兴奋剂工作势在必行，且检测的效率性和精确性急需提高。运动员生物护照（Athlete Biological Passport, ABP）就是在这个环境下诞生的。ABP技术的实施，使得兴奋剂的检测规范

收稿日期：2014-12-09

基金项目：甘肃省体育社会科学研究项目（GST201450）；兰州理工大学科研发展基金资助项目

作者简介：马国全（1978—），男，河南罗山人，讲师，硕士，研究方向为竞技体育的社会问题。

发生了重大变化。它在揭露诸如阿姆斯特朗等众多运动员违规使用兴奋剂上起到了关键性作用^[2]。目前它已成为全球反兴奋剂领域的热门研究议题之一^[3-13]。

1 ABP 的理论机制

1.1 ABP 概述

ABP 的概念最早于 2000 年被提出,当时是为了纵向追踪评估某个运动员的血液成分变化情况。如果该运动员的某项血液成分的当前检测值和历史记录值相差很大,就可一定程度上表明要么该运动员服用了兴奋剂,要么该运动员可能服用类似于兴奋剂的物质(该物质暂时还没被列为兴奋剂,或者是一种新型的兴奋剂,可暂时通过目前的药物检查)。世界反兴奋剂机构(WADA)于 2002 年讨论并阐述了“ABP”的策略。从 2006 年的都灵冬奥会起,多个国际运动组织开始委托 WADA 统一协调“ABP”的各项检测规则。2009 年,WADA 正式发行了《ABP 操作指南》,该指南可提供给任何想利用运动员生物性能特征来检测兴奋剂的组织参考。

WADA 对 ABP 的定义如下:ABP 是指在一段时间内检测受测运动员个性化的生物标记的电子记录^[14]。追踪运动员一段时间内的生物标记变化情况,如果受测运动员的生物标记超出某个给定的限定值,则不予颁发通行“护照”,也就是作为可疑的兴奋剂违规者被标识出来。通过检测者,则拥有“护照”,继续比赛。

当运动员的生物样本(血样、尿样)在实验室检测之后,这些数据会被输入反兴奋剂监管与管理系统(Anti-Doping Administration & Management System, ADAMS)当中。ABP 处理软件使用适用的统计模型来实施逻辑推理分析,这里的统计模型依赖于贝叶斯理论(Bayesian theory)^[14],其目的在于将 ABP 相关参数作为贝叶斯网络(Bayesian network)的前向输入条件,通过评估计算,输出受测运动员“预期的”生理条件。据此,它能自动评判运动员的某些生理特征是否异常,如果确属异常(即实测值远远偏离预期值),则触发“警醒”机制,提示评审专家要采取进一步的调查和取证。

传统的兴奋剂检测主要依赖于检测人体内是否有“外来物质(foreign substance)”,但是这种策略对一些新型的兴奋剂却是无效的,这些新型的兴奋剂所包含的成分非常类似于人体内自然产生的物质(endogenous substances),譬如 EPO、睾丸素(testosterone)、促生长素(growth hormone, GH)等。这些人工合成的同源于体内物质的兴奋剂的诞生,迫使兴奋剂检测的范式(paradigm)需要发生明显的变革,即不再是在运动员体内检测违规物质本身(如 EPO 等),而是检测服用违规物质后产生的“效果”。

如同嫌疑人实施犯罪之后,虽已逃离案发现场,但很可能会留下诸如指纹、血迹等证据一样,使用兴奋剂后,虽然违禁物质成分本身可以很快在运动员体内消失殆尽,无从查起,但是运动员使用兴奋剂遗留下来的“效果”却能保留很长一段时间。而 ABP 恰恰是不以检测违禁物质本身为目标,而是转向通过使用违禁物质后留下的“效果”来逆向推断运

动员是否使用了兴奋剂^[15]。这些所谓的“效果”在 ABP 中被称为生物标记(biomarker)。ABP 就是致力于监控“可疑运动员”的一系列生物标记,这些生物标记异常,则可以较为准确地推断这是运动员使用兴奋剂所致。生物标记既可以来自血液系统,也可以扩展至运动员的内分泌系统或者其他有机组织。目前,这些生物标记主要集中于血液系统,譬如监控在一段时间内血红蛋白浓度、网织红细胞含量的变化等。

1.2 ABP 中的重要参数解析

“ABP”由三个不同的模块组成^[14]:①血液检测模块;②类固醇检测模块;③内分泌检测模块。目前只有血液检测模块最为成熟,现在被广泛地应用在诸如马拉松、自行车赛等耐力型运动的兴奋剂检测。在 2008 年,国际自行车联盟成为第一个使用血液检测模块的运动赛事机构。

在 ABP 中,有很多参数需要测定或计算。而血液模块中共有 9 种与血液相关的重要参数^[13]:红血细胞比容(Hematocrit, HCT)、网织红细胞百分比(Reticulocytes percentage, RET%)、血红蛋白(Hemoglobin, HGB)、网织红细胞计数(Absolute number of reticulocytes, RET#)、红血细胞计数(Red blood cells, RBC)、平均红细胞血红蛋白含量(mean corpuscular hemoglobin, MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(Mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、平均红细胞体积(Mean Corpuscular Volume, MCV)及刺激指标 Off-score。

ABP 的核心生物特征是检测运动员血液中的 HCT、RET 和 HGB 含量。HCT 是指抗凝全血经离心后,测得沉淀的血细胞(主要是红细胞)在全血中占有的比例。HGB 是体内负责运载氧的一种蛋白质,它从呼吸器官中将氧气运输到身体各个组织释放,以满足机体氧化营养物质支持功能运转之需要,并将由此生成的二氧化碳带回呼吸器官中排出体外。而 RET 是一种不成熟的细胞,它用来运输血红蛋白。在成熟之前,这种物质(细胞)的生命周期不到一天,这就意味着人体内任何时候都有一定百分比的网织红细胞(RET%)。目前,只有 HGB 和 Off-score 会被贝叶斯(Bayesian)推理模型^[15]采用,用作可能兴奋剂违例判断的输入条件。而 Off-score 是以 HGB 和 RET%作为输入参数组合而生成的一个刺激指数。下面先对 RET%、HGB 及 Off-score 这 3 个重要参数在兴奋剂评定中的作用进行简要介绍,其他参数的具体作用请读者参阅文献^[13]。

我们知道,使用血液兴奋剂的方式(自体血液回输)以及 EPO 的使用,其目的都是提高血液的氧气携带能力,从而提高运动性能。而 ABP 正是要检测这种异常。

根据运动生理学家 Pottgiesser 等人的研究^[16],某自行车运动员使用了血液兴奋剂,在环法自行车赛的 42 周的赛程中,研究人员先后从该运动员体内抽取 500 ml 血液(图 1 中垂直向下箭头),一段时间后,回输自体血液 280 ml(图 1 中垂直向上箭头)。根据 ABP 的判定规则:

(1)“正常”的 RET%在 0.5%至 1.5%之间(图 1)。它的绝对值并不能用于判断被测者是否服用兴奋剂,而是监控受测人员的该生理标记在一段时间内的变化是否合理。

(2) 当从受测者体中抽取血液后,一般来说,RET%会上升,这是因为身体的自然反应:当体内红细胞突然减少,身体就会激发造血功能来弥补“损失”。这就意味着新生的红细胞将在整体上更多。而如果再将原来抽取的血液再次输入体内,那么就获得双重机会提升体内的网织红细胞百分比。

(3) 另一方面,当再次输入血液(自体血液回输),就构成了网织红细胞方面的血液兴奋剂作弊。这是因为,这些被重新注入体内的血液(通常被冷藏于冰箱之中)是运动员的“旧血”,在注射后,体内会有更多的红细胞,它们中不成熟的细胞比例很小。

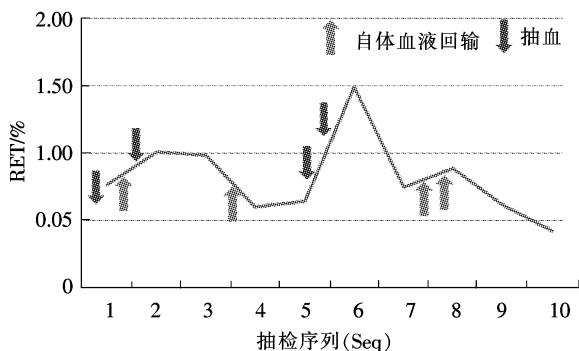


图1 参数“网状红细胞百分比”在兴奋剂评定中的使用^[16]

而在自体血液回输前后,HGB的含量和RET%一样也会发生变化,但变化的方向是相反的。当抽血完成后,HGB浓度(单位:g/L)会下降,而自体血液回输后,血液中的HGB浓度会上升。血液兴奋剂和EPO的使用都会使这两种指标(网织红细胞含量和血红蛋白浓度)发生明显变化:由于EPO也能刺激红血细胞的生成,因而也能提升RET%。因此,这两个参数的明显变化是一个使用兴奋剂的信号。

“Off-score”,一个刺激指数(stimulation index),是HGB与RET%的量化差值,相对于“On-score”,其为停药后的一个指标统计值^[13]:

$$\text{Off-score} = 10\text{HGB} [\text{g/L}] - 60 \sqrt{\text{RET} [\%]}$$

这个参数非常有用,因为它既能识别抽取血液的效果(网织红细胞比例上升,而血红蛋白浓度下降),也能发现回输血液产生的效果(网织红细胞比例下降,而血红蛋白浓度上升)。正常的“Off-score”在85—95之间,超过正常范围值就有“嫌疑”使用兴奋剂,而超过阈值133就可以被认为是使用兴奋剂的证据。

Pottgiesser等人的研究结论是^[16]，“Off-score”这个指标在检测自体血液回输方面有很高的敏感度。在自行车项目上,Pottgiesser等人采用了11名使用兴奋剂的运动员作为实验对象,在置信概率为99%的条件下,有8位能成功检测出来。

在图2中,Strike(用空心圆标识)表示运动员的Off-score超出了它的上(或下)限值,成为运动员服用兴奋剂的重要标识。而在图1中,如果仅仅检测RET%,假如运

动员通过“精心”控制“自体血液回输”的剂量,就能在一定程度上“抑制”RET%在正常的范围之内,从而不容易被检测机构发现。而对相同的实验对象实施同样的“自体血液回输”实验,“Off-score”则有更高的灵敏度,它可以轻易地发现该运动员在99%的置信概率下,达到2次“strike”则判定违规成立:第一次是输血之后(图2中第3次检测之后,垂直向上箭头指示),第二次是在抽血之后(图2中第5次检测之后,两次垂直向下箭头指示)。

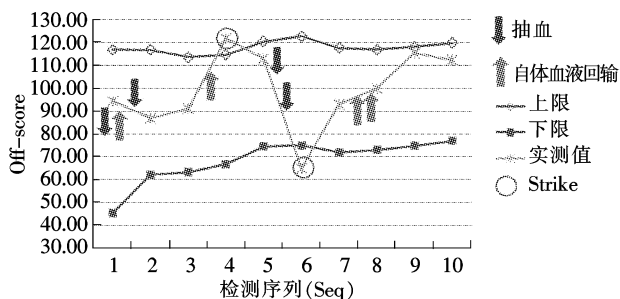


图2 参数“Off-score”在兴奋剂评定中的使用^[12]

在了解上述ABP的各个参数之后,就可以依据一定流程来判定某个受测对象是否使用了兴奋剂。而下面将对ABP的有效性进行验证。

2 ABP 的有效性验证

ABP中核心生物特征之一的“RET%”的异常存在如下两种情况:

(1) RET%低异常:这意味着有更少的没有成熟的红血细胞,因为红血细胞的产生功能停止了——通常输入红血细胞(RBC)或者使用血液兴奋剂后会发生此类情况。

(2) RET%高异常:这意味着体内有更多的未成熟的RBC——通常在抽血后或者使用EPO(这两种情况都会刺激RBC的形成)出现此类情况。

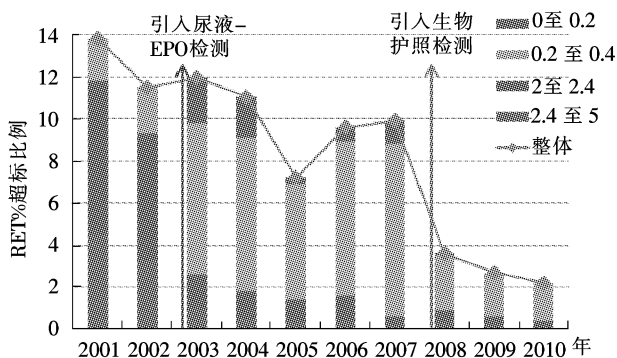


图3 2001年至2010年期间专业自行车运动员的RET%变化情况^[13]

如前文讨论的那样,RET%正常的生理范围在0.5%至1.5%。超出这个范围(即低于0.5%或高于1.5%),就意味着很可能是使用兴奋剂所致。自行车联盟Zorzoli博士^[13,17]对2001至2010年期间专业自行车运动员的血液检测结果进行分析,样本RET%异常的百分比如图3所示。

在图 3 中, RET% “高异常” 高出正常值分两个区间: 要么是 2% 至 2.4%; 要么是 2.4% 至 5%。从前面的讨论可知, RET% 异常高, 意味着体内有更多未成熟的 RBC——通常在抽血后或者使用 EPO 后。

由图 3 亦能看出, 在 2003 年, “尿液-EPO” 检测开始引入到兴奋剂检测中。兴奋剂使用情况发生重大变化。在 2003 至 2007 年期间, RET% “低异常” 非常明显, 分两个区间: 0%—0.2%; 0.2%—0.4%。

从上面的讨论可知, RET% “低异常” 意味着运动员使用血液兴奋剂作弊 (自体血液回输)。在 2003 至 2007 年期间兴奋剂使用比例虽然比 2001 至 2002 年期间的使用比例有所下降, 但依然非常猖獗。2003 年虽然引入 “尿液-EPO” 检测, EPO 的使用得到明显遏制, 但是 “上 (兴奋剂检测机构) 有政策, 下 (运动员) 有对策”, 运动员改变使用兴奋剂的手段, 转向使用血液兴奋剂, 因此兴奋剂滥用情况的改善并不明显。而在 2008 年, ABP 开始引入到兴奋剂检测中, 从图 3 可以看出, 兴奋剂使用情况大幅下降, 同时 RET% 异常的比例逐年下降, 而且极端偏离值 ($<0.2\%$ 或 $>2.4\%$, 表示使用兴奋剂比较恶劣的情况) 在 2009 年彻底消失。这说明 ABP 的引入的确行之有效, 能有效遏制 (或威慑) 兴奋剂的使用。

无论是使用血液兴奋剂还是使用 EPO, 最终都是为了提高运动员本身的输出功率, 提供动力。权威性网站 “体育科学” (<http://www.sportsscientists.com>) 的数据显示^[18], 在上个世纪 90 年代至本世纪初, 环法顶级运动员的最大摄氧量达到 6.2 W/kg, 但是 2006 年后, 就没有再出现这样的情况。在上个世纪末, EPO 检测技术成功实施后, EPO 兴奋剂的使用得到有效遏制。2008 年, “ABP” 技术开始在自行车运动领域实施, 与之对应的, 2010 年顶级骑手的最大摄氧量最高值为 6 W/kg, 而平均值只有 5.7 W/kg。与 1996 至 2006 年环法顶级骑手相比, 2010 年环法自行车赛顶级骑

当阿姆斯特朗在 2009 年复出时, ABP 技术已经开始得到成功应用。ABP 的实施, 使得兴奋剂的检测规范发生重大变化: 它关注的已经不再是违禁物质本身, 而是违禁药物体现出效果 (生物标记是否异常)。表 2 所示的是 2008—2010 年期间, UCI 和 USADA 对阿姆斯特朗先后实施的多达 61 次的兴奋剂检测情况。由表 2 可知, 在众多检测中, ABP 检测占绝大多数 (71.9%—100%)。

2009 年, 阿姆斯特朗为了证明自己的 “清白”, 曾在其创建的康复癌症基金会官网 (LiveStrong.com) 发布了他自己的一份生物检测报告^[22], 其试图让人们关注他的 HCT 值

手的爬坡成绩落后多达 5%。随着体育科学领域的科技进步, 自行车装备、训练水平、营养搭配和疲劳后恢复水平都更加先进, 但为什么爬坡性能变得更差? 那么最合理的解释就是: 兴奋剂检测水平提高了。

正是因为 ABP 在国际自行车赛场上得到成功的应用, 澳大利亚运动反兴奋剂管理局 (Australian Sports Anti-Doping Authority) 在 2012 年 7 月宣布将引入 ABP 对该国运动员实施兴奋剂监控^[3]。国际网球联合会 (International Tennis Federation) 于 2013 年 3 月也引入 ABP 系统, 为所有网球运动员建立生物护照, 并增加每年的血检次数^[4]。在我国, 为了提高兴奋剂检查的科学性、针对性和有效性, 国家体育总局反兴奋剂中心于 2012 年也正式在兴奋剂检查中实施 ABP 项目, 并于 2012 年 2 月 20 日正式成立反兴奋剂中心生物护照评估委员会。委员会成员由来自反兴奋剂、运动生理学和临床血液学等领域的专家组成, 专门负责对受检运动员相关指标变化的评估, 并独立、客观反馈评估意见^[19]。

3 ABP 案例剖析——以 “阿姆斯特朗兴奋剂事件” 为例

据美国有线新闻网 (CNN) 估计^[20], 阿姆斯特朗在运动生涯中累计接受过 500—600 份生物样本 (血液或尿样) 的检查。而英国体育网站 DimSpace 汇编了阿姆斯特朗职业生涯的所有兴奋剂测试报告^[21], 事实上, 只有 236 份有案可查。这些报告均没有直接证据证明阿姆斯特朗有使用兴奋剂的特征。阿姆斯特朗在环法赛场上的胜利横跨一段特殊时期 (1996—2006), 在此期间, 兴奋剂检测手段还比较落后, 两种常用的兴奋剂 (自体血液回输和服用 EPO) 检测都对阿姆斯特朗无效。同时, 正确时机的兴奋剂的微量使用, 使得阿姆斯特朗时代的兴奋剂控制频频失败。

小于限定值的 50%, 从而说明他是清白的。表 3 是阿姆斯特朗公布的及抽取有关 ABP 的一部分数据, 对完整数据感兴趣的读者可参阅文献^[22]。

从表 3 中可以看出, 阿姆斯特朗的任何一个静态参数都没有超过给定阈值, 这也是为什么阿姆斯特朗敢于公布自己的检测报告的原因。但是目前 UCI 主导使用的 ABP 的判定, 并不是参照某个固定的值, 而是某个监控参数的 “演化 (evolution)”, 它寻求的是某个参数的纵向 (随时间变化) 的变化。早在 2009 年, 反兴奋剂科学家 Michael Ashenden 借助分析阿姆斯特朗的 “生物护照”, 指出阿姆斯特朗 2009

表 2 2008—2010 年期间阿姆斯特朗的兴奋剂检测概况

年份	检测机构	检测明细	ABP 检测	检测累计	备注
2008	USADA	ABP:5 次	10 次	10 次	复出前检测
	UCI	ABP:5 次			
2009	UCI	26 次 (其中, ABP:22 次, 环法普检:3 次, 其他检测:1 次)	23 次	32 次	
	USADA	6 次 (其中, ABP:1 次, 其他检测:5 次)			
2010	UCI	10 次 (其中, ABP:9 次, 其他检测:1 次)	17 次	19 次	
	USADA	9 次 (其中, ABP:8 次, 其他检测:1 次)			

年环法自行车赛的血液数据存在“生物标记”的异常^[2]；RET%水平低于预期水平，这通常是输入血液后表现出的特征。在一个为期三周的赛季期间，经过一系列紧张的运动

后，红血细胞理应减少，血液浓度也应该自然下降，而阿姆斯特朗此方面的生理变化却非如此。

表3 阿姆斯特朗在2008至2009年期间的血样/尿样检测结果^[22]

取样日期 (年/月/日)	生物样本	HGB	HCT/%	RET/%	Off-Score	备注
2008/10/16	尿样/血样	14.3	39.3	0.99	83.3	复出前检测
2008/11/26	血样	15	42.8	1.08	87.6	
2008/12/03	尿样/血样	14.4	41.9	0.83	89.3	
2008/12/11	尿样/血样	14.3	39.4	1.29	74.9	
2008/12/18	尿样/血样	15.4	42.1	1.49	83.3	
2009/01/16	尿样/血样	14.1	41.1	1.03	80.1	
2009/02/04	尿样/血样	15.2	43.1	1.1	89.1	
2009/02/13	尿样/血样	15	42.7	0.99	90.3	
2009/03/11	尿样/血样	14.5	40.1	0.88	88.7	
2009/04/30	尿样/血样	14.9	41.3	0.98	89.6	环意自行车赛
2009/05/07	血样	14.8	43.5	1.3	78.8	
2009/05/18	血样	13.6	40.0	0.7	85.1	
2009/05/31	血样	13	38.2	0.9	73.4	
2009/06/16	尿样/血样	16	45.7	0.6	112	
2009/06/17	尿样/血样	16	45.0	0.7	108.4	
2009/07/02	血样	14.3	42.8	0.5	98.9	环法自行车赛
2009/07/10	血样	14	41.3	0.5	95.9	
2009/07/11	尿样/血样	13.7	40.7	0.5	93.3	
2009/07/14	血样	14.4	43.1	0.7	95.3	
2009/07/20	血样	14	41.7	0.5	95.9	
2009/07/25	尿样/血样	14.5	43.0	0.7	95.9	

根据表3所示，在环意大利自行车赛（Giro d'Italia）期间，阿姆斯特朗一开始的HCT值是43.5%，三周赛季之后，他的HCT值为38.2%，前后下降了5.3个百分点。对比而言，在环法自行车赛期间，阿姆斯特朗一开始的HCT值是42.8%，三周赛季之后，他的HCT值为43%，反而上升了0.2个百分点。这两组数据的鲜明对比，促使两位世界顶级的反兴奋剂科学家Michael Ashenden和Robin Parisotto一致认为阿姆斯特朗只有在环法自行车赛季期间使用了血液兴奋剂（即比赛期间非正常输血了）。

此外，对阿姆斯特朗的这份报告的质疑还来自丹麦生理研究学者Jakob Morkeberg，其在博士论文《通过外围血样对自体同源输血的检查》中对血液兴奋剂的检测方法做了深入研究。他的研究通过对早期环法自行车运动员血样数据的分析显示^[5]，在为期三周的赛季末期（比如，第19天左右），运动员体内的HGB含量及HCT值均会下降。一般来说，HGB含量平均下降水平为11.5%，而HCT值平均下降12.1%，这和来自生理学的解释是一致的。Morkeberg认为阿姆斯特朗的“环意自行车”的血样数据趋于合理的解释，而在环法自行车赛期间的ABP检测数据却充满疑问，质疑主要来自两个方面：

（1）阿姆斯特朗的HGB含量及HCT值基本没有显著变化。

（2）阿姆斯特朗的网织红细胞百分比（RET%）低于本来应有的预期值。

在众多专家、学者质疑的同时，USADA运用“ABP”等技术对阿姆斯特朗实施了生物样本的分析，并将分析的结果作为证据的一部分，控告阿姆斯特朗使用兴奋剂成立。2012年8月23日，USADA得出结论：阿姆斯特朗的血液特征“与使用兴奋剂的特征一致（consistent with doping）”。并做出了取消阿姆斯特朗自1998年8月1日以来的所有成绩并终生禁赛的处罚决定。

4 结语

毫无疑问，“ABP”对于遏制和震慑兴奋剂的使用具有特殊价值。本研究通过综述分析和案例剖析得出以下结论：

（1）ABP能够较为准确地检测出运动员的兴奋剂使用特征，但必须承认，当运动员的生物标记偏离正常值不明显时，ABP判断兴奋剂的准确率仍有很大的提升空间，因此还不能作为判定运动员使用兴奋剂的必然依据。

（2）由于ABP需要随时间纵向多次采集运动员的生物样本用于检测，导致其检测综合成本非常高昂。为了控制成本，我们可以结合使用运动员性能剖析方法^[23]，先缩小检测的样本空间，然后再在小样本空间里实施定向重点监控。

(3) ABP更大的价值在于:通过其先进的反兴奋剂技术的威慑作用,打消那些计划使用兴奋剂的运动员的妄念,“防患于未然”,也进一步保障了那些原本就未打算使用兴奋剂的运动员的权益。

近几年,蛋白质组学、代谢物组学和基因组学领域科技进步得到较大的发展,从而给多角度的交叉验证提供了可能,这为ABP在兴奋剂判定的准确率提升方面提供了很大的发展空间^[9,11]。不久的将来,“类固醇检测模块”和“内分泌检测模块”都会陆续开发,ABP将成为所有反兴奋剂实验室常规检测的一部分。但国家体育总局反兴奋剂中心ABP评估委员会秘书长王新宅指出,尽管ABP项目使兴奋剂检查更具针对性、科学性和有效性,同时提高了兴奋剂检查的威慑性,但它不会取代现行的以尿检为主的检查手段,而是对现行手段的一种补充^[24]。

参考文献:

- [1] 徐祥峰,沈友青,彭建军. 体育科技发展中的利弊共存现象——基于兴奋剂与反兴奋剂视角[J]. 武汉体育学院学报, 2012, 46(3): 30-33.
- [2] STOKES S. Ashenden echoes Parisotto's concerns over Armstrong's 2009 blood values[EB/OL]. (2012-10-08) [2013-02-20]. <http://www.velonation.com/News/ID/13022/Ashenden-echoes-Parisotto-concerns-over-Armstrongs-2009-blood-values.aspx#ixzz2JB2flUqL>.
- [3] Australian Sports Anti-Doping Authority. ASADA introduces an Athlete Biological Passport for Australian athletes[EB/OL]. (2012-06-28)[2013-02-18]. <http://asada.govspace.gov.au/2012/06/28/asada-introduces-an-athlete-biological-passport-for-australian-athletes>.
- [4] 搜狐体育. 网坛建生物护照,增加血检次数,纳达尔力挺新举措[EB/OL]. (2013-03-08)[2015-01-13]. <http://sports.sohu.com/20130308/n368182578.shtml>.
- [5] RKEBERG J M, SHARPE K, BELHAGE B, et al. Detecting autologous blood transfusions: a comparison of three passport approaches and four blood markers[J]. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2011, 21(2): 235-243.
- [6] MACUR J. Court Upholds Cyclist's Ban Based on Biological Passport[EB/OL]. (2011-03-09)[2013-02-20]. http://www.nytimes.com/2011/03/09/sports/cycling/09cycling.html?_r=0.
- [7] PATRICK K. Passport to clean competition[J]. BMJ, 2012, 344(7858): 20.
- [8] POTTGIESSER T, ECHTELER T, SOTTAS P E, et al. Hemoglobin mass and biological passport for the detection of autologous blood doping[J]. Medicine & Science in Sports & exercise: Official Journal of the American College of Sports Medicine, 2012, 44(5): 835-843.
- [9] SCHUMACHER Y O, SAUGY M, POTTGIESSER T, et al. Detection of EPO doping and blood doping: the haematological module of the Athlete Biological Passport[J]. Drug Testing and Analysis, 2012, 4(11): 846-853.
- [10] SOTTAS P E, ROBINSON N, SAUGY M. The athlete's biological passport and indirect markers of blood doping[J]. Doping in Sports: Biochemical Principles, Effects and Analysis, 2010(195): 305-326.
- [11] SOTTAS P E, VERNEC A. Current implementation and future of the Athlete Biological Passport[J]. Bioanalysis, 2012, 4(13): 1645-1652.
- [12] TUCKER R. The Biological passport gets a boost, and the science of progress[EB/OL]. (2011-03-16) [2013-02-20]. <http://www.sportsscientists.com/2011/03/biological-passport-legal-scientific.html>.
- [13] ZORZOLI M. Biological passport parameters[J]. Journal of Human Sport & Exercise, 2011, 6(2): 1-12.
- [14] SOTTAS P E, ROBINSON N, RABIN O, et al. The Athlete Biological Passport[J]. Clinical Chemistry, 2011, 57(7): 969-976.
- [15] TARONI F, AITKEN C G, GARBOLINO P, et al. Bayesian networks and probabilistic inference in forensic science [M]. Hoboken: John Wiley & Sons Inc, 2006.
- [16] POTTGIESSER T, SOTTAS P E, ECHTELER T, et al. Detection of autologous blood doping with adaptively evaluated biomarkers of doping: a longitudinal blinded study [J]. Transfusion, 2011, 51(8): 1707-1715.
- [17] ZORZOLI M, ROSSI F. Implementation of the biological passport: The experience of the International Cycling Union[J]. Drug Testing and Analysis, 2010, 2(11-12): 542-547.
- [18] RUCKER R. Power output of Tour champions: What does it take to climb with the elite? [EB/OL]. (2009-07-11) [2013-02-20]. <http://www.sportsscientists.com/2009/07/tour-de-france-2009-power-estimates.html>.
- [19] 国家体育总局. 反兴奋剂中心生物护照评估委员会正式成立[EB/OL]. (2012-03-02) [2013-02-25]. <http://www.sport.gov.cn/n16/n33193/n33223/n39896/n2338453/2708414.html>.
- [20] CARTER C J. Lance Armstrong facing lifetime ban, loss of titles[EB/OL]. (2012-08-23)[2013-02-19]. http://edition.cnn.com/2012/08/23/sport/lance-armstrong-investigation/index.html?hpt=hp_t1.
- [21] DIMSPACE. The Numbers Game[EB/OL]. (2012-09-11)[2013-02-20]. <http://www.cyclismas.com/2012/09/the-numbers-game/>.

- [22] ARMSTRONG L. Blood/Urine Testing Results[EB/OL]. (2009-09-10)[2013-02-19]. <http://cdn-community2.livestrong.com/ver1.0/Content/images/store/9/10/c981f7be-e46c-4245-aa9d-d61ae110a264>.
- [23] 马国全,张虎祥. 运动员性能剖析法研究——从“叶诗文事件”谈起[J]. 中国体育科技, 2013, 49(1): 110-116.
- [24] 网易体育. 世界反兴奋剂新武器 中国拟实施生物护照项目[EB/OL]. (2012-04-09)[2013-02-27]. <http://sports.163.com/12/0409/10/7UL3EV8U00051CAQ.html>.

Analysis of the Application of Athlete Biological Passport

——A Case Study of the Doping Scandal of Lance Armstrong

MA Guo-quan, LI Xiao-tang, YANG Jian-wen, Zhang Hu-xiang

(Department of Physical Education, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Taking the scandal of Lance Armstrong as a starting point, this study first reviews the theoretical mechanism of athlete biological passport (ABP) and its effectiveness in the detection and prevention of doping. Then the doping scandal of Lance Armstrong is further analyzed as a case study by using ABP. Our study shows that ABP can be utilized as an effective tool for the detection of anti-doping by monitoring and analyzing the abnormal changes of athlete's biomarkers over time, ABP can accurately examine the use of prohibited substances or methods. However, this method cannot be used as a final evidence to determine doping of athletes.

Key words: athlete biological passport (ABP); biomarker; anti-doping; Lance Armstrong

(上接第15页)

Strategic Design and Implementation Path of Sports Industry of Hebei Provincial Sports Fitness and Leisure Circle around Beijing and Tianjin

WANG Zhi-hui, LI Yan

(Hebei Institute of Physical Education, Shijiazhuang 050041, China)

Abstract: Under the background of coordinated development of Beijing, Tianjin and Hebei, strategic positioning of Sports Fitness and Leisure Circle around Beijing and Tianjin has evolved from “Serve Beijing and Tianjin”, “connect Beijing and Tianjin” to the present “Integrate Beijing and Tianjin” and “one line, two mountains and three belts” and now has achieved industrial agglomeration. From the current situation of the development of sports industry around Beijing Tianjin, this study analyzes its development advantages and disadvantages, and based on this, it proposes that the enhancement of competitiveness of sports industry of Hebei Provincial Sports Fitness and Leisure Circle around Beijing and Tianjin should realize “Four integration” of market, configuration, development, and profit. In the process of “Four Integration”, Hebei province should make supporting policies to promote the development of sports industry, vigorously develop the industry of sports competition and performance, improve the investment and financing system of sports industry, and build the characterized sports industry.

Key words: areas around Beijing and Tianjin; sports industry; policy; industry of sports competition and performance; investment and financing system; characterized sports industry