

基于事故树分析法的我国马拉松 大众选手猝死风险研究

石磊¹, 王锋²

(1. 天津师范大学体育科学学院, 天津 300387)

(2. 天津美术学院公共基础课教学部, 天津 300381)

[摘要] 针对近年来我国频繁出现的马拉松猝死事件, 本研究运用专家访谈法、事故树分析法等研究方法从风险管理的角度探究导致马拉松猝死发生的主要原因, 进而提出相应的防控策略, 为促进我国马拉松赛事健康有序的发展提供有益的理论支持。结果表明, 马拉松猝死事故树模型共包括 11 项基本事件, 并运用布尔代数法求得最小割集有 12 个, 最小径集有 5 个; 通过对马拉松猝死事故树最小径集和结构重要度分析可知, “高估自身体质”、“盲目追求成绩和完赛”、“对项目危险性缺乏认识”三项基本事件是马拉松猝死发生的重点; 针对风险分析的结果, 提出应健全路跑赛事项目设置体系、建立合理的晋级参赛体系、建立完善的线上培训体系及合理优化关门时间 4 项策略, 有助于减少马拉松猝死事件的发生。

[关键词] 马拉松, 猝死, 风险, 事故树

[中图分类号] G808.22 [文献标志码] A [文章编号] 1001-4616(2018)04-0140-07

Accident Tree Analysis on the Risk of Sudden Death of Chinese Marathon Mass Athletes

Shi Lei¹, Wang Feng²

(1. School of Sports Sciences, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

(2. Department of Common Curriculum Teaching, Tianjin Academy of Fine Arts, Tianjin 300381, China)

Abstract: With regard to the sudden death of Marathon in China in recent years, this study uses expert interview method, accident tree analysis method and other research methods to explore the main causes of sudden death in Marathon from the perspective of risk management. Then put forward the corresponding prevention and control strategy and provide useful theoretical support for promoting the healthy and orderly development of Chinese Marathon events. The results show that the Marathon sudden death tree model contains 11 basic events and obtain a minimum cut set of 12, the most path set of 5 by using Boolean algebra method. Through the analysis of the minimum trail set and structural importance of the Marathon sudden death accident tree, we know that the three basic events of “overestimating one’s own constitution”, “blindly pursuing achievements and completing the game”, and “lack of understanding of the project’s danger” are the focuses of preventing and controlling the occurrence of sudden death in the Marathon. In view of the results of risk analysis, this paper puts forward four strategies to help to reduce the occurrence of sudden death in Marathon, which are improving the setting system of road running events, establishing a reasonable promotion entry system, establishing a perfect online training system and optimizing the closing time.

Key words: the Marathon, sudden death, risk, accident tree

随着国务院《关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见》的颁布以及中国田径协会对马拉松赛事审批制度的取消, 2015、2016、2017 年连续 3 年我国的马拉松赛事呈现出爆发式增长, 而且这一趋势仍在继续, 不断掀起全民健身的高潮。但随着马拉松赛事场次和参赛人数的不断增加, 一些不可预知的、

收稿日期: 2017-11-13.

基金项目: 教育部人文社会科学青年基金项目(15YJC890030).

通讯联系人: 石磊, 副教授, 研究方向: 田径运动教学与训练、体育赛事管理. E-mail: shileitjsd@163.com

不可避免的风险也随之增多,特别是近几年来连续发生的猝死事件,给我们的办赛热潮敲响了警钟,防猝死工作也成为我国马拉松赛事未来发展的首要任务。为此,本文在收集和整理我国马拉松赛事猝死案例及走访中国田协相关工作人员的基础上,对马拉松猝死事件的诱发因素进行了逐层深入的分析,并基于事故树理论建立马拉松猝死事故树模型,找出发生猝死事件的主要原因,进而提出相应的防控策略,为促进我国马拉松赛事健康有序的发展提供有益的理论支持。

1 研究方法

1.1 文献资料法

通过中国知网、维普、万方等数据库查阅关于运动性猝死及马拉松猝死的相关文献资料,其中国内关于运动性猝死的文章共有 54 篇,研究范围大致可以分为 3 类,第一类是从运动医学的角度来探讨运动猝死的产生机理;第二类是从体育活动组织或竞赛组织的角度来研究防范运动猝死的对策;第三类为从法律的角度分析猝死发生的责任归属问题,这 3 类文献为本研究提供了一定的理论依据。而关于马拉松猝死的研究国内相对较少,研究的焦点主要集中在马拉松猝死的防控策略上,可操作性不强。根据研究需要,课题组通过网络收集了国内外关于马拉松猝死的相关资料和信息。

1.2 逻辑分析法

通过对文献资料和国内、外马拉松猝死事件进行深入的分析,并运用归纳、比较、类比等逻辑方法,探寻马拉松赛事组织与猝死风险之间的内在逻辑关系,从而找出导致马拉松猝死发生的一般特征和基本规律。

1.3 专家访谈法

走访中国田径协会马拉松办公室相关负责人及部分马拉松赛事组委会负责人,了解马拉松猝死发生的深层次原因,为本研究奠定理论基础。

1.4 事故树分析法

事故树分析法(ATA)起源于故障树分析法(FTA),是安全系统工程的重要分析方法之一,是一种演绎的安全系统分析方法^[1]。该方法主要是从顶上事件(可能发生的事故)开始,层层分析其发生的原因,直到找出事故的基本原因(底事件)为止,并分析这些事故原因之间的相互逻辑关系,用逻辑树图把这些原因以及它们的逻辑关系表示出来^[2]。目前该方法主要应用于各种生产的安全管理可靠性分析和伤亡事故分析等领域中,而在体育研究领域运用较少。通过文献检索发现仅有王迪迪^[3]在《浅谈事故树分析在学校体育安全风险中的应用》一文中运用事故树分析法对学校体育安全进行了风险识别,而在其它体育学术研究中该方法运用较少,虽在个别文献中略有提及,但并未进行深入分析。

2 结果与分析

2.1 马拉松猝死事件事故树的建立

长期以来,猝死事件一直困扰着马拉松赛事的组织者,并受到国内外媒体的广泛关注。而公元前 492 年古希腊战士裴里庇第斯将胜利的消息从马拉松镇带回到雅典后突然倒地死亡,可能是国际上已知的最早一例马拉松猝死事件^[4]。在我国官方媒体的报道中,从 1981 年至今(截止至 2017 年 8 月)我国(大陆境内)共发生了 19 起马拉松猝死事件(见表 1),其中 2004 年北京马拉松发生的猝死事件为国内首次,也是我国准许普通大众参加全程马拉松以来发生的首起猝死事件。而纵观这 19 起猝死事件,大部分都是集中在 2014-2017 年,共发生了 13 起,占到了总数的 68%,这与近几年来我国马拉松赛事场次和参赛人数快速增长有着必然的联系,防猝死也成为我国马拉松赛事组织者最为关注的问题。国外马拉松赛事,也存在着同样的问题,以世界马拉松六大满贯赛事为例,除东京马拉松外(办赛仅 10 年),均发生过多起猝死事件,其中伦敦马拉松为六大满贯赛事中猝死频率最高的赛事,自 1980 年创办以来,共发生了 12 起猝死事件;柏林马拉松办赛 40 多年来共发生 5 起……,因此,不论赛事级别高低,防猝死是中外马拉松赛事组织者共同亟待解决的难题。

表 1 2004—2017 年我国大陆境内马拉松猝死事件统计表(截止至 2017 年 8 月)

Table 1 Statistics on the sudden death in Marathon in mainland China(from 2004 to August,2017)

时间	赛事	性别	年龄	项目	位置
2017 年	银川国际马拉松赛	男	33	半程	约 18 km
2016 年	杨凌农科城国际马拉松	男	30	全程	约 41 km
2016 年	厦门国际半程马拉松	男	32	半程	约 18 km
2016 年	厦门国际半程马拉松	男	29	半程	终点后
2016 年	德兴铜矿马拉松	男	52	10 km	终点前
2015 年	深圳马拉松	男	33	半程	终点前
2015 年	合肥马拉松	男	30	半程	终点前
2015 年	福州马拉松	男	40	半程	约 10 km
2015 年	上饶半程马拉松	男	20	半程	终点后
2014 年	苏州金鸡湖马拉松	女	25	半程	约 18 km
2014 年	昆明半程马拉松	男	21	半程	约 16 km
2014 年	张家口马拉松	男	50	半程	约 18 km
2014 年	珠海半程马拉松	男	30	半程	终点前
2012 年	广州马拉松	男	25	5 km	终点前
2012 年	广州马拉松	男	21	10 km	赛后
2008 年	上海马拉松	男	24	半程	终点前
2005 年	北京马拉松	男	24	全程	约 27 km
2004 年	北京马拉松	男	19	半程	终点前
2004 年	北京马拉松	男	64	全程	终点前

就我国马拉松猝死事件而言,通过对表 1 的深入分析,我们可以从中发现一些共同之处:一是 19 名猝死者中几乎都是男性,仅有一名女性跑者;二是猝死者年龄大部分都分布在 19~35 岁之间,占到了全部猝死者的 79%;三是 19 名猝死者参加的项目多为半程马拉松,仅有 3 起事件是在全程马拉松比赛中发生;四是猝死发生的位置多为终点附近. 通过对上述 4 点的综合分析,我们可以简单地推断出马拉松猝死发生的原因:(1)青壮年男子身体素质较好,平时都爱好体育运动;(2)喜欢追赶时尚,对我国刚刚兴起的马拉松运动并无太多的了解与认识;(3)平时缺乏相关训练,普遍认为全程马拉松难度较大,而半程马拉松相对更容易一些,不需要经过专业训练,凭藉着自己毅力能够坚持下来. 而正是由于对自身健康状况缺乏足够的认识和对项目危险性认识的不足,导致在终点前过度坚持、盲目冲刺,最终导致了猝死事件的发生.

因此,通过对我国历年来马拉松赛事猝死事件的深入分析,结合前人的研究成果,以及在走访马拉松赛事的相关负责人的基础上,全方位的了解了解马拉松猝死发生的多方面原因,并遵循事故致因理论,将事件的成因分层逐渐展开,构建了马拉松猝死事故树(见图 1). 马拉松猝死事故树编制的基本步骤如下:

(1)确定分析对象

确定顶上事件 T 为“马拉松猝死”.

(2)根据因果关系分析编制事故树

从顶上事件开始,采用演绎分析法,一级一级往下找出所有原因事件,直到最基本的原因事件为止. 每一层事件都按照输入(原因)输出(结果)之间逻辑关系用逻辑门连接起来,从而按其逻辑关系画出事故树^[5].

从图 1 及表 2 可以看出,顶上事件马拉松猝死(T)是由于参赛选手疾病发作($M1$)和医疗救助失败($M2$)两个因素造成的,二者缺一不可,所以与顶上事件为逻辑与门的关系,构成了事故树分析的第一个层次. 在第二层中,体能透支($M3$)和过度坚持($M4$)是疾病发作($M1$)的直接原因,它们之间为逻辑与门关系;而医疗救助失败($M2$)是由于延误救治($M5$)、医疗设备不足($X6$)或医疗技术水平低($X7$)造成的,前者与后面 3 个因素的关系是逻辑或门. 第三个层次中,缺乏系统训练($X1$)和缺乏科学参赛知识($X2$)两者都可能导致体能透支($M3$),它们属于逻辑或的关系;而过度坚持($M4$)是由于高估自身体质($X3$)、盲目追求成绩和完赛($X4$)及对项目危险性缺乏认识($X5$)共同作用的结果,它们属于逻辑与的关系;而通讯联络

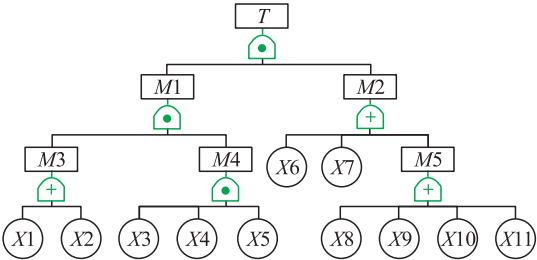


图 1 马拉松猝死事故树

Fig. 1 Marathon sudden death accident tree

不畅(X_8)、救援通道不畅(X_9)、医疗点分布不足(X_{10})及赛后医疗监控缺失(X_{11})是延误治疗(M_5)的主要原因,它们之间任何一个事件发生,都会导致延误治疗,因此它们之间是逻辑或的关系。以此类推,直至事故树分析的深度已经达到最基本的事件为止,最终形成马拉松猝死事故树分析图。

表2 事故树事件表

Table 2 Cases of accident tree

代号	事件	代号	事件	代号	事件
T	马拉松猝死	X_1	缺乏系统训练	X_7	医疗技术水平低
M_1	疾病发作	X_2	缺乏科学参赛知识	X_8	通讯联络不畅
M_2	医疗救助失败	X_3	高估自身体质	X_9	救援通道不畅
M_3	体能透支	X_4	盲目追求成绩和完赛	X_{10}	医疗点分布不足
M_4	过度坚持	X_5	对项目危险性缺乏认识	X_{11}	赛后医疗监控缺失
M_5	延误治疗	X_6	医疗设备不足		

2.2 马拉松猝死事件事故树分析

2.2.1 事故树最小割集与最小径集的计算与分析

在事故树中凡能导致顶上事件发生的基本事件的集合称为割集,在割集中全部基本事件均发生时,则顶上事件一定发生。最小割集是能导致顶上事件发生最低限度的基本事件的集合,即割集中任一基本事件不发生顶上事件就不会发生^[6]。最小割集表示系统的危险性,通过最小割集可以发现系统的最薄弱环节。运用布尔代数法求马拉松猝死事件的最小割集:

$$T = M_1 * M_2$$

$$T = M_3 * M_4 * (X_6 + X_7 + M_5)$$

$$T = (X_1 + X_2) * X_3 * X_4 * X_5 * (X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11})$$

$$T = (X_1 * X_3 * X_4 * X_5 + X_2 * X_3 * X_4 * X_5) * (X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11})$$

$$T = X_1 * X_3 * X_4 * X_5 * X_6 + X_1 * X_3 * X_4 * X_5 * X_7 + X_1 * X_3 * X_4 * X_5 * X_8 + X_1 * X_3 * X_4 * X_5 * X_9 + X_1 * X_3 * X_4 * X_5 * X_{10} + X_1 * X_3 * X_4 * X_5 * X_{11} + X_2 * X_3 * X_4 * X_5 * X_6 + X_2 * X_3 * X_4 * X_5 * X_7 + X_2 * X_3 * X_4 * X_5 * X_8 + X_2 * X_3 * X_4 * X_5 * X_9 + X_2 * X_3 * X_4 * X_5 * X_{10} + X_2 * X_3 * X_4 * X_5 * X_{11}$$

通过运算造成马拉松猝死事件发生的最小割集为 $\Phi = \{(X_1, X_3, X_4, X_5, X_6), (X_1, X_3, X_4, X_5, X_7), (X_1, X_3, X_4, X_5, X_8), \dots\}$, 每个最小割集中都包含 5 个基本事件,共 12 个最小割集。每个最小割集都代表着马拉松猝死事件发生的一种基本事件组合模式。

在事故树中,使顶上事件不发生的基本事件的集合称为径集。凡是不能导致顶上事件发生的最低限度的基本事件的集合称为最小径集。最小径集是保证顶上事件不发生的充分必要条件,因此最小径集表达了系统的安全性^[6]。最小径集的求法是将事故树转化为对偶的成功树,即将图 1 事故树中的“或门”改为“与门”,“与门”改为“或门”,便可得到与原事故树对偶的成功树,用布尔代数法求成功树的最小割集:

$$T' = M_1' + M_2'$$

$$T' = M_3' + M_4' + X_6' * X_7' * M_5'$$

$$T' = X_1' * X_2' + X_3' + X_4' + X_5' + X_6' * X_7' * X_8' * X_9' * X_{10}' * X_{11}'$$

$$T' = X_1' * X_2' + X_3' + X_4' + X_5' + X_6' * X_7' * X_8' * X_9' * X_{10}' * X_{11}'$$

最后,通过对偶变换即得到事故树的最小径集为: $P_1 = (X_1, X_2)$; $P_2 = (X_3)$; $P_3 = (X_4)$; $P_4 = (X_5)$; $P_5 = (X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11})$ 。

总体来看,图 1 事故树中共有 11 个基本事件,最小割集有 12 个,即有 12 种途径能够导致马拉松参赛选手猝死,对于防控工作来说具有一定的难度。而最小径集仅有 5 个,即有 5 个途径可以防止马拉松猝死事件的发生。我们可以根据最小径集中基本事件的多少、技术上实现的难易程度、耗费的时间及投入的资金等因素来选择最经济、最有效的防猝死方案。从 5 个最小径集可以看到,防止马拉松猝死发生的最短途径是 P_2 、 P_3 、 P_4 3 个径集,都只包含 1 个基本事件,是最为简便的方案,但防控难度并不低。首先来看 P_2 径集,其基本事件为“高估自身体质”,在历年来发生的猝死事件中,猝死者年龄大多为 19~35 岁的青年男性,这一年龄段的特点大多是身体比较健康,热爱体育锻炼,对自身体质有足够的自信,喜欢挑战身体极限,因此 19~35 岁这一年龄段应成为今后我国马拉松赛事防控的重点,应突出对这一参赛人群的宣传教

育. P3 径集的基本事件为“过度追求成绩和完赛”,在分析历年来的猝死事件中,猝死发生的位置大多在终点附近或距终点几公里的范围内,这时参赛者的体能已接近极限,而一些选手想在关门时间内跑完全程或是想要一个好的成绩,不顾身体发出的警告,在终点前过度的冲刺便极易导致猝死的发生. Kohl 等人(1992)研究指出,猝死的危险性随运动的绝对强度或相对强度的增加而增加^[7]. 因此如何端正选手的参赛态度、做到量力而行,不盲目地追求成绩与完赛是防控的难点. P4 径集的基本事件为“对项目危险性缺乏认识”,在之前发生的 19 起猝死案例中有 13 起是发生在半程马拉松,这是由于很多大众选手普遍认为全程马拉松距离太长,需要有一定的马拉松训练基础才能完成,而半程马拉松距离是全程的一半,只要凭借着毅力坚持就能完成,过度的轻视半程马拉松的运动强度,对项目的危险性缺乏足够的认识,最终导致了悲剧的发生. 因此赛前加大宣传力度,提高参赛选手的风险意识是防控工作的又一难点. P1 径集包括两个基本事件,分别是“缺乏系统训练”和“缺乏科学参赛知识”. 近 3 年来我国马拉松持续快速增长,赛事的增长速度远超路跑人口的增速,而对于大部分国人来说马拉松仍然是一个新兴项目,大部分选手都是首次或很少参加马拉松比赛,普遍缺乏系统训练及相关的参赛知识,这也是近两年马拉松猝死频发的一个重要原因. 上述的 4 种防控方案,都需要从参赛者的主观行为进行限制,对于赛事主办方来说,防控难度极大.

P5 径集包括“医疗设备不足”、“医疗技术水平低”、“通讯联络不畅”、“救援通道不畅”、“医疗点分布不足”及“赛后医疗监控缺失”5 项基本事件,主要是基于赛事的医疗救助来进行防控,虽然基本事件较多,但相对于上述其它 4 种方案来说赛事主办方可提升的空间更大,需要投入大量的人力与物力,更关键的是各部门的协调统一,第一时间对选手进行救助. 在我国近些年举办的马拉松赛事中,也存在着大量的救援不及时的案例,存在如救援通道不畅、医疗救助指挥系统不够健全、医疗救助不专业等等问题,其中个别赛事也因此付出了惨痛的代价. 而作为世界六大马拉松之一的东京马拉松,每年有 3 万多人参赛,办赛 10 年来一直保持着零死亡的纪录,其医疗救助体系得到世界推崇. 目前我国的马拉松赛事仍处于起步阶段,各大赛事在投入大量的财力和人力外,关键是要建立先进的急救体系,培养我国马拉松赛事专业的急救团队,全方位、无死角地覆盖整个赛道,优化急救“生存链”^[8],第一时间对参赛选手进行救治.

2.2.2 结构重要度分析

结构重要度分析是分析事故树基本事件对顶上事件的影响程度,是为改进系统安全性提供信息的重要手段^[9]. 利用最小径集计算马拉松猝死事故中基本事件的结构重要度,假设各基本事件发生概率相等,基本事件在事故树结构上的重要度系数计算公式为:

$$I_i = \sum_{x_i \in p_j} \frac{1}{2^{n_j-1}},$$

式中, I_i 为第 i 个基本事件的结构重要度; $x_i \in p_j$ 为包含基本事件 x_i 的每一个最小径集; n_j 为 p_j 径集中包含的基本事件的个数.

根据公式计算得出最小径集的结构重要度系数为: $I_1 = I_2 = 1/2$; $I_3 = I_4 = I_5 = 1$; $I_6 = I_7 = I_8 = I_9 = I_{10} = I_{11} = 1/32$. 根据计算结果可知,“高估自身体质”、“盲目追求成绩和完赛”、“对项目危险性缺乏认识”3 项基本事件的结构重要度最大,这 3 项基本事件也是造成参赛选手盲目过度坚持的直接原因. 防控马拉松猝死事件的发生,是一个复杂的系统工程,仅凭赛事主办方是很难办到的,需要体育主管部门、地方政府、赛事组织机构 3 方共同努力,才能得到有效的防控与实施.

2.3 马拉松猝死事件的防控策略

2.3.1 健全路跑赛事项目设置体系

纵观近几年我国马拉松赛事的发展,多数城市的办赛都是出于以“城市营销”为目的,特别是二、三线城市更为突出,所办赛事几乎都是以全程或半程马拉松赛事为主,虽然部分赛事中同时设置了距离较短的 10 km、健康跑等项目,但总体来看适合初级跑者的赛事相对较少. 2017 年我国路跑赛事达 1 100 场,但 10 km 跑和健康跑仅占到全部赛事的 42% 左右,赛事项目设置不够合理. 而美国作为世界马拉松大国,每年所办赛事达上万场,10 km 跑和健康跑赛事则占到了 74%,全程和半程赛事仅占到全部路跑赛事的 13% 左右,赛事结构设置合理. 因此,增加中、短距离路跑赛事是减少猝死发生首要解决的问题,毕竟马拉松运动对于我国广大民众来说是一个新兴项目,在还未被国人了解之时,便已经席卷了全国,真正有能力完成

全程或半程马拉松赛事的跑者毕竟是少数。因此,健全路跑赛事项目设置体系,是减少猝死事件发生的一项基础性工作。国家马拉松赛事主管部门,应加强顶层设计,鼓励地方在举办路跑赛事时,应多考虑我国大众的实际状况,增加中、短距离路跑赛事数量,夯实我国路跑人口基础,提高长跑运动在大众中的普及程度,有助于减少猝死事件的发生。

2.3.2 建立合理的晋级参赛体系

随着我国马拉松猝死事件的频发,社会各界关于提高马拉松赛事参赛门槛的呼声不绝于耳。因为提高参赛门槛是国际上一些知名马拉松赛事的惯用做法,不仅可以限制参赛人数,而且能够保证参赛选手具有一定的参赛经历及运动能力,减小意外事件的发生概率,其中波士顿马拉松的参赛标准最为详细。我国是从2016年北京马拉松开始要求选手提供报名成绩,之后厦马、广马、杭马等马拉松赛事陆续提高了马拉松赛事的参赛标准,均要求报名选手需有过参加半程马拉松及以上项目的完赛经历,否则不容许报名参赛。从表面上来看,提高参赛门槛有助于减小猝死发生的概率,但相对于我国一年上千场马拉松赛事,若均盲目提高参赛门槛,则有可能导致一些马拉松赛事无人参赛的尴尬局面。因此,建立合理的晋级参赛体系,有助于限制选手盲目参赛,减少猝死的发生。

国家马拉松管理部门应建立中国马拉松大众选手注册信息系统,强制各项赛事的参赛选手进行注册,建立选手的参赛信息档案,详细记录每名选手的参赛次数、完赛成绩、赛中医疗救助情况等信息,并通过大数据系统来限制选手的连续参赛,避免过度疲劳而导致的猝死。同时,通过分析选手的参赛信息,建立合理的参赛晋级体系,并要求初级跑者必须从健康跑等短距离项目开始参赛,待达到一定的参赛次数或成绩后,再结合选手历次参赛中的身体状况,确定是否晋级下一级别的赛事。从健康跑、10 km、半程马拉松、直到最后参加全程马拉松、逐级递进,确保参赛选手有足够的参赛经历和对马拉松运动的认识,避免选手的盲目参赛。

2.3.3 建立完善的线上培训体系

马拉松及相关路跑赛事作为一项新兴的大众体育项目,在我国的增长速度之快,远超跑步人群的增速,大部分人群对马拉松运动认识不足,对项目的危险性认识不够,特别是一些年轻人,自恃身体强壮,盲目跟风参赛,往往成为猝死发生的重点人群。因此,加强参赛选手的赛前培训,变得尤为重要。而对于动辄数千人甚至数万人的赛事,集中进行赛前培训显然不大可行,但充分利用手机网络进行在线培训则完全可以实现。赛事主办方可根据本赛事的实际情况制作相应的培训课程,特别是要针对初级跑者进行全方位的培训,包括赛前的训练计划、饮食、赛道情况介绍、配速、赛前身体状况的自我检查、赛中身体不适的应对、赛后恢复等等参赛策略,提高选手对自我身体状况及马拉松运动的认知。

2.3.4 合理优化关门时间

采用关门时间来结束比赛是国际、国内路跑赛事惯用的做法,赛事主办方会综合选手水平、赛事组织、城市交通、人员疏散等因素来确定关门时间,目前国内大部分全程和半程马拉松赛事的关门时间几乎都设置为6 h和3 h,这就相当于配速需达到每公里8 min 30 s以内才可能完赛,而对于一些缺乏长期训练的初级选手来说,完赛并非易事。而为了完赛,部分选手终点前的过度冲刺,极易导致风险事件的发生。纵观国外的全程马拉松赛事,关门时间并非一刀切,关门时间会根据赛事的定位来确定,部分以追求竞技性和高水平成绩的赛事关门时间较短,如日本琵琶湖马拉松、福冈马拉松等关门时间均在3 h以内;以兼顾竞技性和大众性的赛事关门时间普遍为6 h;以追求休闲、娱乐性的赛事,关门时间较长,如新加坡日落马拉松关门时间为8 h、夏威夷火奴鲁鲁马拉松则不设关门时间。

因此,我国马拉松赛事组织者,应找准赛事的定位,根据当地的交通状况、自身赛事组织能力等因素,合理优化赛事的关门时间,而非一刀切。特别是对于一些交通压力不大的城市,马拉松应尽可能地延长关门时间,让更多人可以完赛,体验到长跑的乐趣,避免一些选手害怕无法完赛盲目提速,而出现意外。

3 结论

(1)通过对近年来我国马拉松猝死事件的深入分析,建立了马拉松猝死事故树模型,其中共包括11项基本事件;运用布尔代数法求得最小割集有12个,最小径集有5个。

(2)通过对马拉松猝死事故树最小径集和结构重要度分析可知,“高估自身体质”、“盲目追求成绩和

完赛”、“对项目危险性缺乏认识”3项基本事件是马拉松猝死发生的重点。

(3)针对风险分析的结果,提出应健全路跑赛事项目设置体系、建立合理的晋级参赛体系、建立完善的线上培训体系及合理优化关门时间4项策略,有助于减少马拉松猝死事件的发生。

[参考文献]

- [1] 姚杰,任玉清. 基于事故树分析的海上交通事故的研究[J]. 大连海洋大学学报,2010,25(4):348-352.
- [2] 揭业香. 事故树分析法在客滚码头安全管理中的运用[J]. 安全与健康,2015,30(3):43-45.
- [3] 王迪迪. 浅谈事故树分析在学校体育安全风险管理中的应用[J]. 运动,2011,3(3):1-3.
- [4] 徐昕,高崇玄. 我国运动猝死调查研究[J]. 中国运动医学杂志,1999,18(2):99-102.
- [5] 卜全民,王涌涛,汪德燿. 事故树分析法的应用研究[J]. 中国安全科学学报,2007,29(4):141-144.
- [6] 杨艳丽,任伟,李新,等. 校园踩踏事件事故树分析[J]. 安全与环境工程,2012,19(2):125-131.
- [7] KOHL H W 3RD, POWELL K E, GORDON N F, et al. Physical activity, physical fitness, and sudden cardiac death[J]. Epidemiol Rev,1992,14(1):37-58.
- [8] 菲利普·伯姆,于尔根·沙尔哈格,蒂姆·梅耶,等. 运动猝死研究:基于德国全国数据[J]. 体育与科学,2016,37(3):48-52.
- [9] 崔维贤. 基于事故树分析法的城市轨道交通列车车门夹人拖行事故分析[J]. 城市轨道交通研究,2013,16(9):92-96.

[责任编辑:陆炳新]