胸痛管理: 生命健康路径优化

赵林度*, 王柯

东南大学系统工程研究所, 南京 210096

* 联系人, E-mail: ldzhao@seu.edu.cn

健康是人类社会生存发展的基本保障。面对日益增长的健康需求, 疾病管理成为新的研究焦点, 而且更加关注给人类带来巨大威胁的健康杀手。胸痛管理之所以备受瞩目主要有两个原因: 一是胸痛具有频率高、病因广、恶化快、负担重等特点; 二是以胸痛为主要症状的心血管疾病已经成为威胁国民健康的“第一杀手”, 尤其是由此导致的危急重症——心源性猝死(sudden cardiac death, SCD), 每年夺走我国约54.4万人的生命, 且抢救出院生存率非常低, 例如深圳仅为0.06%, 与发达国家的9%形成巨大反差^[1]。

从胸痛到猝死, 涉及现场急救、转诊转运、入院救治等多个阶段, 关系患者、第一目击响应者、调度中心、急救医护人员等多方主体, 需要现场急救医药设备、救护车、胸痛中心等多种资源, 以及患者既往病史、动态监测、空间位置等多类信息协同管理。胸痛管理不再局限于医学领域, 越来越多的专家达成共识将其视为一个蕴含有效策略和组织方法的系统工程, 胸痛管理的核心目标是提高高危胸痛患者救治率和生存率^[2]。随着“互联网+”医疗健康快速发展, 胸痛管理从现场急救前移到慢病管理阶段, 可以借助“互联网+”胸痛管理患者依从性高的优势, 防范危急重症发生。

本文以胸痛管理为对象, 以减少危急重症发生率、提高高危胸痛患者救治率和生存率为目标, 将研究视角从医学领域调整为管理学领域, 从急救诊疗主线调整为预防辨识主线, 深入探讨胸痛管理: 生命健康路径优化理论方法和政策建议。

1 胸痛管理的发展背景

胸痛管理在发达国家起步较早, 2002年欧洲心脏病学会(European Society of Cardiology)提出胸痛管理(the management of chest pain)概念, 并发布全球第一部胸痛诊疗指南^[3]。借助管理科学的理论方法, 疾病管理逐步细化到各类病症, 胸痛管理开始走出医学领域, 追求更加系统科学的全过程管理, 更有效地集聚信息、资源和能力, 以提高高危胸痛患者的救治率和生存率。胸痛管理的发展背景, 可以通过时间、空间和资源3个维度的研究进展分析进行观察(表1)。

1.1 时间维度研究

从时间维度上看, 胸痛管理研究致力于探索如何避免不

赵林度 东南大学系统工程研究所教授、博士生导师。兼任中国医药设备工程协会专家委员会成员、德国Leibniz汉诺威大学客座教授。主持国家科技攻关项目、国家科技支撑计划、国家自然科学基金重大项目等20余项。主要从事供应链与物流管理、智能健康管理等方向研究工作。

同阶段、不同主体的延迟。De Luca等人^[4]从1791名急性心肌梗死患者的数据分析中发现, 每延迟30 min, 患者的1年生存率就会下降7.5%。Wechkunanukul等人^[5]指出, 每1000名患者在症状发生后1 h内启动诊疗管理, 就可以多抢救65人的生命。

1.2 空间维度研究

从空间维度上看, 胸痛管理分为院前和院内两个阶段, 即院前的现场急救、转诊转运和院内的入院救治。研究发现, 急性心肌梗死死亡患者中, 有50%死于院前阶段^[6]。随着胸痛中心的建设、院内诊疗效率的提高和空间维度的优化, 胸痛管理研究开始更多地关注院前阶段, 强调不同空间、不同主体之间的协同救治, 尤其是基层医疗机构。

1.3 资源维度研究

随着诊断水平的提高, 胸痛管理研究更加关注资源使用效率和以生存率为主的长期绩效, 以优化的资源配置提高患者生存率。尤其是患者最早能接触到的医疗资源, 即第一次医疗接触(first medical contact)越来越受到重视^[7]。第一次医疗接触指患者最初接触的医生、急救医师、护士或其他受过训练的急救人员, 可以获取并解读心电图, 提供最初的干预, 如应用自动除颤器(automatic external defibrillator, AED)除颤。

综上所述, 胸痛管理研究大多集中在时空维度的后期, 如时间维度上进入诊疗阶段, 空间维度上进入胸痛中心。随着物联网、远程医疗等技术的发展, 时间维度上患者发病早

表1 基于3个维度的胸痛管理研究进展分析

Table 1 Analysis of progress in research on chest pain management based on three dimensions

时间维度	空间维度	资源维度			
		信息资源	医药资源	人力资源	转运资源
患者延迟	发病地点	患者病情信息、位置信息、医患交互信息	急救药物、设备(如AED)资源	接诊患者的急救人员	接诊患者的救护车、无人机
转运延迟	转诊医院及转运途中	患者病情信息、转运过程动态监测信息	转运阶段初步诊疗资源、医药资源	转诊转运所需急救医护人员	救护车、直升机
诊疗延迟	胸痛中心	患者病情信息和胸痛中心排队信息	床位资源、手术资源	手术所需医护人员	绕行急诊资源

期、空间维度上患者家中应用“互联网+”胸痛管理平台及时预警、提前干预,以持续优化的生命健康路径减少危急重症发生率、提高高危胸痛患者救治率和生存率。

2 我国胸痛管理面临的挑战

我国胸痛管理起步较晚,主要借鉴国外胸痛中心、胸痛单元等模式,围绕胸痛中心创建一系列指南、认证、绩效改善证据标准,逐渐形成专科联盟,将心源性猝死纳入胸痛中心诊疗范围。相对于发达国家,我国胸痛管理仍然面临巨大的挑战。

2.1 多资源缺乏:影响急救资源可得性

现场急救、转诊转运资源对于胸痛管理至关重要。第一阶段现场急救心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)需要的AED,美国、日本每10万人超过300台,我国每10万人仅有1台,公共场所AED设备非常短缺;第二阶段转诊转运需要的救护车,法国、意大利救护车配置标准为2.5万人/辆,德国为1万人/辆,我国为5万人/辆。现场急救资源可得性的差距,导致了我国现场心肺复苏成功率仅为3%,明显低于发达国家的25%^[1]。

2.2 多目标冲突:治疗过度与不足并存

高危胸痛是典型的多优先级急诊,患者具有随时到达、即时施救的优先权,如果抢救不及时将会付出生命的代价。由于大多数胸痛患者为低危病因,在缺乏系统规划的情况下会占用稀缺的急救资源,从而影响高危胸痛患者的救治。研究指出,一方面只有1/3的高危胸痛患者及时接受了治疗;另一方面,接近60%的低危胸痛患者接受了不必要的检查和治疗,治疗过度与不足并存,导致急救资源应用不合理^[2]。

2.3 多阶段延迟:多数高危患者未能及时救治

高危胸痛患者急救响应存在患者、急救系统、转院过程和医院内部等多阶段延迟。在急救响应延迟总时间中,患者延迟占比最大约为60%,急救系统和转院过程延迟各占

10%,医院内部延迟占20%^[7]。患者发生胸痛后,由于缺乏及时有效的病情交互和院前急救路径指导,不就诊成为患者延迟的主要原因。正是由于多阶段延迟,尤其是患者延迟导致仅有7.2%的心肌梗死患者及时得到治疗,绝大多数患者错过了黄金急救时间^[8]。

2.4 多路径选择:缺乏决策支持

根据文献^[9]的研究成果,北京市有1/3急性心肌梗死患者的首诊医院并非仅34.9%的患者使用了急救系统。不同的路径选择直接影响救治时间,尤其是从患者发病到入院救治的时间,分组统计结果为:院前转诊组>自行来院组>120救护车组,现阶段患者自行来院就诊占比最大^[10]。但是,自行来院并不是推荐路径。由于患者及转诊转运机构缺乏最优路径决策支持,既耽误了就诊时间,又增加了院前死亡风险。

2.5 多主体参与:缺乏有效衔接

胸痛的发生、发展、处置、转归是一个连续的过程,胸痛管理涉及患者、第一目击响应者、调度中心、急救医护人员,以及急救医药设备、救护车辆、胸痛中心所在机构等多主体。由于多主体之间缺乏有效衔接,无法产生多主体协同救治的时效性,影响高危胸痛患者的救治率和生存率。我国高危胸痛患者的协同救治能力与美国、德国等发达国家存在差距,尤其是院前急救系统与医院衔接方面仍存在诸多薄弱环节^[11]。

2.6 多系统数据:链接存在孤岛壁垒

胸痛管理需要患者身份信息、电子健康档案、社区慢病管理信息、急救调度信息、急救过程中的心电图等动态监测信息、诊疗产生的电子病历等,分别存储在公共卫生信息系统、急救信息系统、医院管理信息系统、移动医疗平台等多个不同的系统中,存在信息孤岛、缺乏数据资源整合等问题。尤其是从呼救到患者入院救治的院前阶段信息交互对及时准确的转诊转运至关重要,由于数据孤岛壁垒的存在,难以提供足够的数据决策支持^[12]。

2.7 多模式并存: 管理缺乏一致性

我国尚无统一的胸痛管理院前急救模式, 指挥型、依托型、独立型和综合型等多种院前急救模式并存^[13]。指挥型就近运送患者, 没考虑医院有无胸痛中心; 依托型为医院急救科室, 与其他医院协调困难; 独立型信息沟通不及时, 受制于自身救治能力难以有效衔接院内资源; 综合型急救资源存在隶属、专业差异, 片区间缺乏协同。由于每一种模式的统一调度权限归属、区域急救网络的协同效果存在较大差异、管理缺乏一致性, 给系统性优化院前急救模式带来现实挑战。

3 胸痛管理: 生命健康路径优化策略

结合国内外胸痛管理发展现状, 借鉴发达国家的经验和最新研究成果, 针对我国胸痛管理面临的挑战, 本文提出包括筛查宣教、感知识别、资源配置、职能协同、调度决策、目标控制多个重要环节在内的胸痛管理: 生命健康路径优化策略如图1所示。

3.1 筛查宣教

研究表明, 90%的心源性猝死与冠心病有关。在胸痛管理实践中, 一方面注重早期高危筛查、控制冠心病危险因素, 如高血压、高血糖、高胆固醇血症和吸烟等, 有助于从源头上降低发病率; 另一方面注重加强、普及针对社会非医务人员的心肺复苏知识宣教和技能训练, 让更多的人掌握专业化医疗急救知识和技能, 提高第一次医疗接触的有效性。

3.2 感知识别

感知识别高危胸痛患者病情信息, 准确判别胸痛风险、

地图定位患者空间位置是抢救生命、改善预后、合理使用医疗资源的先决条件。通过包括既往病史、心电图、年龄、风险因素及生物标记物检测结果的数据信息传输, 感知识别高危胸痛患者的准确率可达95%以上^[14]。随着电子健康档案和信息技术的广泛应用, 基于远程医疗的胸痛管理可进一步提高救治率和生存率^[15]。

3.3 资源配置

院前急救需要共享决策信息资源, 优化配置现场资源、转运资源和胸痛中心。尤其是第一次医疗接触资源, 包括提供院前急救的机构(如急救中心)、医院(如急诊室), 以及专业机构放置在社区的专业设施(如健康小屋)。只有提高医疗可及性、资源可得性, 才能有效提高高危胸痛患者的救治率和生存率。随着科学技术的发展, 移动式ICU、救护无人机等新型资源开始引入胸痛管理领域。

3.4 职能协同

在胸痛管理实践中, 主要涉及疾病控制中心、120急救中心和胸痛中心。疾病控制中心开展以慢病管理为基础的心源性猝死防控干预, 120急救中心建立以胸痛地图为核心的智能化调度平台, 胸痛中心从院内单元升级为区域胸痛救治联盟。面对胸痛患者需求和疾病进程, 需要有效协调3个中心的管理职责、救治路径, 共同优化生存率绩效。

3.5 调度决策

胸痛患者生命健康路径优化, 涵盖“医药设备→患者”和“患者→胸痛中心”两个阶段调度决策。多个主体在时间、空间上有着不同的分布、行为轨迹和决策需求, 使得区域协同

图1 (网络版彩色)胸痛管理: 生命健康路径优化策略

Figure 1 (Color online) Chest pain management: Strategies for optimizing life and health paths

救治决策体系和路径优化方法至关重要^[16]。最优调度决策表现为:及时准确感知识别高危胸痛患者,获取或投送医药设备(如AED)进行现场CPR,救护车经最优路径将患者转运至胸痛中心。

3.6 目标控制

随着“互联网+”胸痛管理能力的提高,胸痛管理目标调整为减少危急重症发生率、提高高危胸痛患者救治率和生存率。在胸痛管理目标驱动下,实时监测预警胸痛患者、提前感知识别干预高危胸痛患者,有助于减少危急重症发生率;合理配置调度资源、及时有效开展院前急救、减少转诊转运延迟,能够提高救治率和生存率。

4 胸痛管理:生命健康路径优化效果

本文利用文献^[17,18]的研究成果建立多阶段生存率曲线模型,通过有效策略和组织方法持续优化胸痛管理的路径,有助于更加直观地观察分析胸痛管理:生命健康路径优化效果,为提高我国胸痛管理能力提供可行的理论方法和政策建议。

4.1 一维优化:时间维度和生存率目标

在每个人的生命周期内,生存率皆以不同的速度呈下降趋势直至死亡。一维优化的目标在于延长个体生存率下降过程中的生存时间 T ,以及提高群体某个时间点上的生存率 S 。在一维优化过程中,单位时间内优化效果最显著的是心脏骤停发生时的现场心肺复苏和AED除颤,如图2所示。

(i) 时间维度:多场景延长生存时间。在时间维度上,从心脏骤停到猝死全过程中,任何一个时间点的提前干预即缩短延迟,都可以不同程度地减缓生存率曲线下降的速度而延长生存时间。如果将现场急救响应时间 T_a 从被动等待救护车抵达提前到 T_s ,即现实场景中第一目击响应者能找到周边提前部署的AED或利用无人机投送AED先行抢救,可将患者生

存时间从 T_d 延长至 T_{da} ,确保能在救护车高级生命支持下入院救治。如果患者处于有效的胸痛管理体系中,就能在心脏骤停时点 T_c 及时响应,可将生存时间延长至 T_{dc} ,从而拓宽急救时间窗。

(ii) 目标维度:多阶段提高生存率。在目标维度上,现场急救提高的生存率体现在 Osa (SCD AED optimization),胸痛管理提高的生存率体现在 Ocm (chest pain management optimization)。猝死发生前的主动干预可使急救及再住院事件发生率下降20%~40%^[19];相比在急救时间窗内等待专业医疗救援,第一次医疗接触由第一目击响应者使用AED进行初始除颤的患者生存率可提高至57.1%^[20],如果现场急救延迟10 min,就会失去提高生存率的可能性。只有处于有效的胸痛管理体系中的心脏骤停患者,生存率可在 Osa 基础上进一步提高 Ocm 。

(iii) 生存率提高效果分析比较。相对而言,心脏骤停发生后的生存率提高效果,尤其是单位时间内的效果远大于心脏骤停发生前的慢性心衰期。但是,两阶段生存率的测算基数差异较大。Hao等人^[21]指出,中国35岁以上居民心衰发生率为1.3%,人群基数为1370万人。有效的胸痛管理能减少20%的危急重症发生率,可挽救近300万人的生命;猝死发生率为0.04%,投入资源可提高50%的生存率、挽救近30万人。更重要的是,提前预警、干预对提高救治率和生存率有正向倍增效应。

4.2 二维优化:扩大生存率提高的可行域

时间维度上的生存率曲线,呈线性下降分布;空间维度上的资源分布及急救抵达时间,一般服从正态分布^[22]。对于心脏骤停即猝死类最凶险的危急重症,在心肺复苏后的狭窄急救时间窗内,生存率仍快速下降,如不及时入院救治,患者仍难免出现院前死亡。因此,胸痛管理有效性、现场急救资源抵达时间与患者生存率曲线之间形成生存率提高的可行域(图3)。

(i) 现场急救阶段的可行域。在心脏骤停发生时,现场急救资源抵达的时间概率分布如图3中的正态曲线 PsI (优化前)和 $PsoI$ (优化后)。根据正态分布特性,其分布差异(标准差)越大、形状越扁平、顶点越低,就越难形成有效可行域。有效的胸痛管理可以提高猝死的预警准确率和有效响应,创建优化可行域 FrI ,从而覆盖猝死的发生概率。显然,只有高危胸痛患者的早期识别,足够的AED等现场急救资源部署,并在急救黄金时间窗内得以有效使用,才能获得生存率提高可行域。更重要的是,现场急救阶段的可行域是救护车转运阶段可行域的前提和基础。

(ii) 救护车转运阶段的可行域。心脏骤停发生时的现场急救,可以在有限时间窗内维持基本生存,此时只有提供高级生命支持的救护车及时抵达现场,才能形成患者生存率提高的可行域。研究发现,从第一目击响应者呼救到呼叫救护

图2 (网络版彩色)猝死现场急救的时间维度优化
Figure 2 (Color online) SCD emergency treatment onsite optimization in time dimension

图3 (网络版彩色)生存率提高的可行域
Figure 3 (Color online) Feasible region for improving survival rate

车时间约13 min, 救护车接到呼救后到达时间约8 min, 总时间为21 min^[23], 如图3中的实线正态分布 Ps_2 与未进行现场急救优化的生存率曲线没有可行域。但是, 如果第一目击响应者进行现场急救, 救护车抵达时仍有 Fr_2 可行域, 根据文献^[24]可达55%。如果患者处于有效的胸痛管理体系中, 能够极大提高患者生存率的 Fr_3 可行域。

(iii) 系统预警干预阶段的可行域。胸痛管理生存率提高的可行域, 不仅体现在心脏骤停发生后的现场急救生存率提高, 更体现在心脏骤停发生前的症状预警、风险识别和提前干预。患者从出现胸痛到决定寻求医疗帮助的延迟时间长达80 min^[25], 如图3中的虚线正态分布 Pc_2 。多阶段延迟中的患者延迟是无法有效救治的主要原因, 有效的胸痛管理成为解决患者延迟的最优路径。如图3所示, 通过预警干预未发生心脏骤停的高危胸痛患者获得 Fr_4 可行域, 覆盖了猝死发生的生存率曲线, 可以最大程度地提高生存率。

4.3 多维优化: 改善患者生存空间

从生存率提高的可行域分析可知, 在心脏骤停发生时生存率以60%为基线呈快速下降趋势, 尽管单位时间内改善幅度大, 但最终的生存率仍处于较低水平, 唯有从胸痛症状发生的基础性慢病开始干预, 才能减少危急重症发生率、提高救治率和生存率。与在心脏骤停发生阶段需要在狭窄时间窗内实施急救不同, 在患者慢病管理阶段某个时间点的单次诊疗不足以保证改善效果, 需要确保管理广度和管理强度, 在较长周期内进行感知识别、预警干预。根据文献^[6,26]的研究成果, 模拟胸痛管理过程中生存率随管理广度和管理强度的变化情况, 获得如图4所示的胸痛管理优化空间。

(i) 管理广度优化。胸痛管理广度体现了管理覆盖率。如图4所示, 管理覆盖的高危人群比例越高、参与人数越多, 群体生存率改善越大。Tian等人^[27]研究认为, 中国基层卫生慢病管理覆盖率仅为53.34%。“互联网+”医疗健康的应用, 能够突破传统人力资源管理模式的时空局限性, 改变慢病管理人力资源不足的现状, 可将慢病管理覆盖率提高到80%。“互

图4 (网络版彩色)胸痛管理优化空间
Figure 4 (Color online) Chest pain management optimization space

联网+”胸痛管理中的心脑血管疾病风险评价覆盖率在不同省份间差异较大, 处于0~39%之间^[28]。研究表明: 针对心源性猝死的“互联网+”胸痛管理存在巨大优化空间。

(ii) 管理强度优化。胸痛管理强度表现为管理有效性。患者依从性即患者理解并遵守医嘱的程度, 直接影响着管理强度。如图4所示, 在管理覆盖率提升的基础上, 只有提高管理强度才能提高生存率。我国慢病管理的平均水平仅为44%^[27], 原因在于医患信息交互不足、就医不便等。患者依从性是猝死等急性心血管事件的独立影响因子, 依从性差的患者在发生急性心血管事件中占比近60%^[28]。基于“互联网+”胸痛管理及移动端APP的信息化管理能力, 在患者随访、筛查、咨询、提醒、监测、就诊效率上能够提高胸痛管理强度, 管理有效性可提升95%^[29]。

(iii) 多维地图协同优化。胸痛管理以防范高危患者群体中猝死等心血管急性事件、降低过早死亡率、维持高生存率(如80%)为目标, 设置管理广度和管理强度优化空间。如果在胸痛管理过程中发现患者群体的风险评估生存率低于目标值, 则应加强“互联网+”胸痛管理等新技术应用, 加强胸痛患者的数字化监测和全生命周期管理, 扩大管理广度、提高管理强度, 使之处于优化改善空间范围内。随着物联网、远程医疗、大数据等技术的应用, 医疗可及性、资源可得性进一步提高, 必将打破“胸痛地图”仅包含胸痛中心分布的局限性, 将患者时空分布地图、病因地图、知识地图、资源地图、调度地图等纳入“胸痛地图”^[30]。按照胸痛地图导航整合线上线下资源, 通过有效的胸痛管理减少危急重症发生率、提高高危胸痛患者救治率和生存率。

(iv) 协同优化实证效果。天津市提出“互联网+”CPC (chest pain center)规范化诊疗程序, 在胸痛中心应用远程心电网络系统, 实现患者心电图实时传输、监控、自动报警功能, 协助高危胸痛患者快速诊断。发挥医院专科与网络优势, 与社区医院、乡村诊所、二级医院、120急救中心等共同建设急性胸痛区域协同救治体系, 实现多学科、多部门、多环节有效联动和优化整合, 高危胸痛患者死亡率明显下降:

ACS(急性冠脉综合征)、APE(急性肺栓塞)、AAD(主动脉夹层)患者院内死亡率分别为0.88%、6.89%、4.58%,远低于文献(<https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?FileName=S-NAD000001763861&DbName=SNAD2018>)报道的5%~20%、11%、29%。患者住院时间也由原来的10~14 d缩短了3~7 d,住院费用降低5000~20000元/病例。2014~2016年,天津市居民急性心肌梗死死亡率连续3年下降,在全国率先出现死亡率下降拐点。

5 结语

《“健康中国2030”规划纲要》明确提出,降低重大疾病

过早死亡率等目标,以提供优质高效的医疗服务等作为优化健康服务的主要内容,将危急重症作为体系完善的重点。本文以威胁国民健康的“第一杀手”为研究对象,致力于通过胸痛管理:生命健康路径优化,为建立健全我国胸痛管理体系提供可行的理论方法和政策建议。研究表明,面对高危、频发的心源性猝死,一方面推广应用“互联网+”胸痛管理平台,提高胸痛患者的数字化监测、预警、干预能力,减少危急重症发生率;另一方面,提高AED、救护车等现场急救资源、转诊转运资源的可得性,提高第一次医疗接触的响应能力、现场急救能力,从根本上提高高危胸痛患者的救治率和生存率。

致谢 感谢国家自然科学基金(71671039)和江苏省重点研发计划(BE2017156)资助。

推荐阅读文献

- 1 Shan A J, Liu X F, Wang J, et al. Investigation and analysis of prehospital emergency care for sudden cardiac death in Shenzhen (in Chinese). *Chin J Crit Care Med*, 2014, 34: 79–83 [单爱军, 柳勋法, 王进, 等. 深圳市心源性猝死院前急救的调查分析. 中国急救医学, 2014, 34: 79–83]
- 2 Consensus Group of Chinese Experts for Chest Pain Center. China experts consensus on construction of “Chest Pain Center” (in Chinese). *Chin J Crit Care Med (Electr Ed)*, 2011, 4: 21–29 [“胸痛中心”建设中国专家共识组. “胸痛中心”建设中国专家共识. 中华危重症医学杂志(电子版), 2011, 4: 21–29]
- 3 Erhardt L, Herlitz J, Bossaert L, et al. Task force on the management of chest pain. *Eur Heart J*, 2002, 23: 1153–1176
- 4 De Luca G, Suryapranata H, Ottervanger J P, et al. Time delay to treatment and mortality in primary angioplasty for acute myocardial infarction. *Circulation*, 2004, 109: 1223–1225
- 5 Wechkunanukul K, Grantham H, Clark R A. Global review of delay time in seeking medical care for chest pain: An integrative literature review. *Aust Crit Care*, 2017, 30: 13–20
- 6 Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, 2018, 39: 119–177
- 7 Rivero F, Bastante T, Cuesta J, et al. Factors associated with delays in seeking medical attention in patients with ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Rev Esp Cardiol*, 2016, 69: 279–285
- 8 Zhao K J, Meng T, Xia S B, et al. Discussion and practice on the construction of chest pain center system of medical alliance based on cloud service (in Chinese). *Chin J Health Inform Mag*, 2019, (4): 484–487 [赵克坚, 孟婷, 夏松柏, 等. 基于云服务的医联体胸痛中心系统建设探讨与实践. 中国卫生信息管理杂志, 2019, (4): 484–487]
- 9 Hu D Y, Yang J G. The capital should actively establish an appropriate cardiovascular disease treatment system (in Chinese). *Chin J Cardiol*, 2013, 41: 440–441 [胡大一, 杨进刚. 首都应当积极建立适宜的心血管病救治系统. 中华心血管病杂志, 2013, 41: 440–441]
- 10 Xia L, Wang C B, Chen Y Z, et al. Clinical characteristics and time difference of reperfusion for acute ST segment elevation myocardial infarction by different approaches to hospital (in Chinese). *Chin J Cardiol*, 2019, (6): 530–533 [夏龙, 王春彬, 陈应忠, 等. 不同来院方式急性ST段抬高型心肌梗死临床特点及再灌注时间差异性分析. 中国心血管病研究, 2019, (6): 530–533]
- 11 Cheng L C, Du R S, Cai L. Value of regional cooperative network on treatment in patients with acute chest pain (in Chinese). *Adv Cardiovasc Dis*, 2019, 40: 102–105 [成联超, 杜荣生, 蔡琳. 区域协同救治体系在急性胸痛救治中的价值. 心血管病学进展, 2019, 40: 102–105]
- 12 Zhang J. Research and practice of “internet +” innovative emergency model (in Chinese). *Chin New Tel*, 2019, (19): 210 [张俊. “互联网+”重大疾病急救创新模式的研究与实践. 中国新通信, 2019, (19): 210]
- 13 Tang X Y. Command and cooperative pre-hospital emergency model management (in Chinese). *Chin Rem Clin*, 2016, 16: 1370–1372 [唐新宇. 指挥协作型院前急救管理模式的途径探讨. 中国药物与临床, 2016, 16: 1370–1372]
- 14 Fernando S M, Tran A, Cheng W, et al. Prognostic accuracy of the HEART score for prediction of major adverse cardiac events in patients presenting with chest pain: A systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med*, 2019, 26: 140–151
- 15 De Barros E Silva P G M, Macedo T, Lopes B, et al. Chest pain network with support of telemedicine: Impact on reperfusion therapy and clinical

- outcomes. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 75: 3604
- 16 Fordyce C B, Al-Khalidi H R, Jollis J G, et al. Association of rapid care process implementation on reperfusion times across multiple ST-segment-elevation myocardial infarction networks. *Circ Cardiovasc Interv*, 2017, 10: e004061
 - 17 Brotons C, Falces C, Alegre J, et al. Randomized clinical trial of the effectiveness of a home-based intervention in patients with heart failure: The IC-DOM study. *Rev Esp Cardiol*, 2009, 62: 400–408
 - 18 Ge Y, Tu J, Austin P, et al. Prognostic value of chest pain in patients with heart failure. *Can J Cardiol*, 2015, 31: S134–S135
 - 19 Jin K, Khonsari S, Gallagher R, et al. Telehealth interventions for the secondary prevention of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Nurs*, 2019, 18: 260–271
 - 20 Pollack R A, Brown S P, Rea T, et al. Impact of bystander automated external defibrillator use on survival and functional outcomes in shockable observed public cardiac arrests. *Circulation*, 2018, 137: 2104–2113
 - 21 Hao G, Wang X, Chen Z, et al. Prevalence of heart failure and left ventricular dysfunction in China: The China hypertension survey, 2012–2015. *Eur J Heart Fail*, 2019, 21: 1329–1337
 - 22 Budge S, Ingolfsson A, Zerom D. Empirical analysis of ambulance travel times: The case of Calgary emergency medical services. *Manage Sci*, 2010, 56: 716–723
 - 23 Hu S Z, Xia H O, Wang G W. Epidemiological analysis on 122 cases of sudden death patients and its inspiration for community nursing work (in Chinese). 2013, 27: 182–184 [胡苏珍, 夏海鸥, 王国文. 122例猝死病人的流行病学分析及其对社区护理工作的启示. 护理研究, 2013, 27: 182–184]
 - 24 Wang K, Liang Y, Zhao L. Multi-stage emergency medicine logistics system optimization based on survival probability. *Front Eng*, 2017, 4: 221–228
 - 25 Liang W L, Yu J J, Shao C H. Relationship between the health literacy of patients with acute coronary syndrome and the delay of medical treatment decision (in Chinese). *Chin Gen Prac Nur*, 2018, 16: 97–99 [梁文兰, 于静静, 邵春红. 急性冠脉综合征病人健康素养与就医决策延迟的相关研究. 全科护理, 2018, 16: 97–99]
 - 26 Hudzik B, Korbel E, Popielarz B, et al. Patient prehospital delays in acute myocardial infarction. A nationwide patient survey. Heart attack-time is life campaign. *Eur Heart J*, 2019, 40: 1744
 - 27 Tian M, Wang H, Tong X, et al. Essential public health services' accessibility and its determinants among adults with chronic diseases in China. *PLoS One*, 2015, 10: e0125262
 - 28 Zhang Y C, Qin J M, Dong Y L, et al. Evaluation on “internet+” based chronic disease management of community healthcare (in Chinese). *Chin Health Econ*, 2019, 38: 54–57 [张艳春, 秦江梅, 董亚丽, 等. 社区“互联网+”慢性病管理的问题与对策调查研究. 中国卫生经济, 2019, 38: 54–57]
 - 29 Li S H, Yu J. Analysis of related factors of acute cardiovascular events in patients with coronary heart disease and angina pectoris (in Chinese). *Chin J Integr Med Cardiovasc Dis*, 2019, 17: 1865–1868 [李世浩, 于杰. 冠心病心绞痛病人急性心血管事件发生的相关因素分析. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17: 1865–1868]
 - 30 Southeast University. A pre-hospital emergency method based on chest pain map (in Chinese). Chinese Patent, CN201811562186.4. 2019-05-17 [东南大学. 一种基于胸痛地图的院前急救方法. 中国专利, CN201811562186.4. 2019-05-17]

Summary for “胸痛管理: 生命健康路径优化”

Chest pain management: Life and health pathway optimization

Lindu Zhao^{*} & Ke Wang

Institute of Systems Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China

^{*} Corresponding author, E-mail: ldzhao@seu.edu.cn

This article on chest pain management focuses on optimizing life and health pathways from the management research perspective instead of from medical study. This approach prioritizes prevention and identification over emergency diagnosis and treatment and provides a feasible theoretical method for establishing effective chest pain management in China.

Chest pain management began early in developed countries, and research progress can be analyzed from the dimensions of time, space, and resources. As the Internet of things develops, telemedicine technologies are increasingly used to predict, evaluate, and explore, the factors affecting patient survival rates in depth. Continuous optimization methods have become a new research trend. Practical evidence has proven that the reasonable allocation and timely scheduling of resources can improve the survival rate of patients, especially first medical contact (FMC) resources, which are now receiving additional attention.

Compared with developed countries, chest pain management in China still faces great challenges, including: (1) A lack of resources, especially FMC resources; (2) multiobjective conflict: The coexistence of overtreatment and insufficient treatment; (3) multistage delay: Most high-risk patients fail to be treated in time; (4) multipath selection: A lack of decision support; (5) multiagent participation: A lack of effective connection; (6) multisystem data: Isolated barriers for links; and (7) coexistence of multiple modes: Lack of management consistency.

Combining the development background of chest pain management with the current challenges in China, this article proposes an optimized path for chest pain management, including high-risk recognition, reasonable resource allocation, effective scheduling decision-making, and dynamic pretargeted control.

To describe the process changes from chest pain to sudden death and the effect of optimization, a typical multistage survival curve model based on the research results of the relevant literature is constructed to explore effective strategies and organizational methods. Chest pain management should be aimed at preventing acute cardiovascular events, such as sudden cardiac death in high-risk patient groups, reducing mortality, maintaining survival level, and setting the optimization space for management breadth and intensity. The application of new technologies such as “Internet +” should be strengthened to expand the scope and increase the intensity of management. With the application of technologies, such as the Internet of things, telemedicine, and big data, the accessibility of FMC should be further improved, which will break the limitations of the “chest pain map” that only includes the distribution map of the chest pain center and then maps the time and space distribution of patients. The “chest pain map” should integrate knowledge maps, online and offline resource maps, and scheduling maps. Effective chest pain management will provide a feasible method: Optimization of life and health pathways.

In summary, facing the high risk of frequent sudden cardiac deaths, China should expand coverage and improve the response ability of FMC, as well as optimize and innovate “Internet +” chest pain management to improve the capabilities of high-risk chest pain early warnings and prehospital first aid, thereby fundamentally increasing both treatment and survival rates.

chest pain management, survival rate curve, first medical contact, Internet +

doi: [10.1360/TB-2020-1006](https://doi.org/10.1360/TB-2020-1006)