



(OSID 码)

· 前沿进展 ·

## 心型脂肪酸结合蛋白对急性心肌梗死早期诊断价值的研究进展

殷淑君<sup>1</sup>, 蒋知新<sup>2</sup>

**【摘要】** 心型脂肪酸结合蛋白(H-FABP)是一种小分子蛋白质,主要存在于心肌细胞胞质,心肌细胞受损时其可迅速释放至胞外,因此通过胶体金法、免疫比浊法等检测的血液H-FABP水平可能作为诊断早期急性心肌梗死(AMI)的生物学标志物。本文通过与临床常用AMI标志物如心肌肌钙蛋白(cTn)、超敏心肌肌钙蛋白(hs-cTn)、肌酸激酶(CK)、肌红蛋白(Mb)对比,综述了H-FABP及其与上述临床常用AMI标志物联合对AMI的早期诊断价值,以探讨H-FABP作为早期AMI标志物的潜力。

**【关键词】** 心肌梗死;脂肪酸结合蛋白质类;生物学标记;综述

**【中图分类号】** R 542.22 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.09.002

殷淑君, 蒋知新. 心型脂肪酸结合蛋白对急性心肌梗死早期诊断价值的研究进展 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(9): 5-8. [[www.syxnf.net](http://www.syxnf.net)]

YIN S J, JIANG Z X. Research progress on early diagnostic value of heart-type fatty acid binding protein in acute myocardial infarction [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27(9): 5-8.

### Research Progress on Early Diagnostic Value of Heart-type Fatty Acid Binding Protein in Acute Myocardial Infarction

YIN Shujun<sup>1</sup>, JIANG Zhixin<sup>2</sup>

1. Graduate School of Southern Medical University, Guangzhou 510000, China

2. Central Laboratory, the 305th Hospital of the Chinese People's Liberation Army, Beijing 100000, China

Corresponding author: YIN Shujun, E-mail: [yinshujunots@163.com](mailto:yinshujunots@163.com)

**【Abstract】** Heart-type fatty acid binding protein (H-FABP), as one kind of small-molecule proteins, mainly exists in cytoplasm of myocardial cells, which may be rapidly released to the outside of cells when myocardial cells occur damage, thus blood H-FABP level that detected by colloidal gold method, immunoturbidimetry or other methods may be the biomarker for early diagnosing acute myocardial infarction (AMI). This paper reviewed the early diagnostic value of H-FABP and its combination and comparison with clinical commonly used biomarkers of AMI, such as cTn, hs-cTn, CK-MB and Mb, to investigate the potential of H-FABP being the biomarker for early diagnosing AMI.

**【Key words】** Myocardial infarction; Fatty acid-binding proteins; Biological markers; Review

脂肪酸结合蛋白主要存在于胞质,属转运蛋白家族,可帮助转运脂肪酸通过胞膜。脂肪酸结合蛋白具有组织特异性,根据其特异存在的组织可分为肝型、肠型、脑型和心型<sup>[1]</sup>,不同类型脂肪酸结合蛋白已被广泛应用于临床,如辅助判断肝脏排斥反应,评估肾脏功能,预测剧烈体力活动者肌肉损伤,辅助诊断炎症、缺血性肠道疾病、创伤性脑组织损伤等<sup>[2-3]</sup>。心肌组织受损时心型脂肪酸结合蛋白(heart-type fatty acid binding protein, H-FABP)被迅速释放到胞外,通过胶体金法、免疫比浊法等检测血液H-FABP水平已被推荐用于急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)的早期诊断。本文主要综述了H-FABP及其与临床常用AMI标志物联合对AMI的早期诊断价值,以探讨其作为早期AMI标志物的潜力。

#### 1 H-FABP的生物学特性

心肌细胞几乎不能合成脂肪酸,但其所消耗能量的50%~80%由脂肪酸氧化供给<sup>[2]</sup>,H-FABP作为重要的能源脂肪酸载体蛋白而参与了心肌细胞内脂肪酸的运输及调节。H-FABP主要通过与其心肌细胞内长链脂肪酸结合而将长链脂肪酸运输至线粒体,继而长链脂肪酸在线粒体内被氧化并释放能量、生成三磷酸腺苷(ATP)以供给能量。研究表明,H-FABP较特异地存在于胞质,正常人血浆、尿液中不含或仅含极微量H-FABP,缺血缺氧引起心肌组织损伤时H-FABP被快速释放入血液及尿液,因此其在AMI的早期诊断方面具有重要的应用价值<sup>[4]</sup>。

#### 2 H-FABP与常见AMI标志物的对比

目前,急性冠脉综合征是全球范围内常见心血管疾病之一,其中AMI是最为常见的急性冠脉综合征类型,而AMI及其并发症会对患者生命安全构成严重威胁。AMI的诊断主要依据心电图、冠状动脉造影等,而AMI标志物检测对于其早

1.510000 广东省广州市,南方医科大学研究生院

2.100000 北京市,解放军305医院中心实验室

通信作者:殷淑君, E-mail: [yinshujunots@163.com](mailto:yinshujunots@163.com)

期诊断、病情监测具有重要临床意义。近年来,随着社会经济发展、人们生活工作压力增大及生活习惯改变等,我国冠心病发病率不断升高<sup>[5]</sup>,其中AMI是较常见的冠心病类型。研究表明,AMI患者冠状动脉急性闭塞至心肌透壁性坏死时间约为6h<sup>[6]</sup>,由于在该时间窗内开通闭塞的冠状动脉可有效缩小AMI患者心肌梗死面积、改善AMI患者心功能、降低AMI患者病死率,因此早期诊断AMI并及时采取相应抢救措施对于改善AMI患者预后具有关键作用。

研究表明,心肌细胞损伤时H-FABP被快速释放入血,AMI患者发病后1h左右即可检测到血浆H-FABP水平升高,3h左右其血浆水平明显超过参考范围<sup>[7-8]</sup>,因此H-FABP作为AMI标志物对于AMI的早期诊断具有明显优势。目前,临床上常用的AMI标志物主要包括心肌肌钙蛋白(cTn)、超敏心肌肌钙蛋白(hs-cTn)、肌酸激酶(CK)、肌红蛋白(Mb)等,不同AMI标志物在AMI的早期诊断方面各具特点,对比分析H-FABP与上述常见AMI标志物在AMI早期诊断方面的应用价值如下。

**2.1 cTn** cTn可辅助判断急性胸痛患者是否发生AMI并进行危险分层<sup>[9]</sup>,在现代心脏病学临床实践中已得到广大临床医生重视。cTn是目前用于诊断AMI的特异性最高的标志物,其于2000年被纳入AMI诊断标准并成为诊断AMI的重要条件<sup>[10-11]</sup>。cTn由三种不同基因的亚基组成,分别为心肌肌钙蛋白I(cTnI)、心肌肌钙蛋白T(cTnT)、心肌肌钙蛋白C(cTnC),其中cTnI、cTnT主要存在于心肌组织,二者在心肌细胞受损后10~12h明显升高,10~24h达到峰值且峰值较高的AMI患者cTnI、cTnT升高时间可持续2~3周,因此cTnI、cTnT诊断AMI具有特异度高、诊断时间窗长等优势。VUPPUTURI等<sup>[12]</sup>研究结果显示,入院时cTnI诊断急性胸痛患者AMI的灵敏度为62.0%,其中cTnI诊断急性胸痛发作0~6h内入院者AMI的灵敏度仅为46.1%,诊断急性胸痛发作6h后入院者AMI的灵敏度为78.6%,因此cTnI诊断早期(发病0~6h)AMI的灵敏度较低且其诊断急性胸痛发作后6h入院者AMI存在21.4%的假阴性率。MCCANN等<sup>[13]</sup>研究结果显示,cTnT诊断急性胸痛患者AMI的灵敏度为75%,但诊断急性胸痛发作<4h患者AMI的灵敏度仅为55%。因此,cTn早期诊断急性胸痛患者AMI存在一定不足。

与cTn相比,血浆H-FABP水平在心肌损伤后2~3h明显升高并可被检测到,有明显的时间优势。VUPPUTURI等<sup>[12]</sup>通过对H-FABP阳性而cTnI阴性的急性胸痛患者进一步行冠状动脉造影检查发现,71.4%的患者冠状动脉造影结果出现明显的心肌损伤,证实心肌缺血可导致H-FABP升高且H-FABP诊断急性胸痛患者早期AMI的灵敏度高于cTnI,H-FABP对AMI具有重要的早期诊断价值,非常适用于影像学检查结果无明显异常、临床症状不典型的AMI患者的早期筛查。

**2.2 hs-cTn** 随着对AMI标志物的深入研究发现,hs-cTn诊断AMI的灵敏度和特异度均较高,并已在临床上得到广泛应用<sup>[14]</sup>。研究表明,相对于cTn,hs-cTn的检测下限更低,甚至可将AMI的诊断时间提前至发病后1~3h,这极大地缩短了AMI诊断时间,是良好的AMI早期诊断标志物<sup>[15]</sup>。2012年

欧洲心脏病学会(ESC)、美国心脏病学会(ACC)、美国心脏协会(AHA)及世界心脏联盟(WHF)充分肯定了hs-cTn对AMI的早期诊断价值,尤其是其对于非ST段抬高型心肌梗死、微小心肌梗死的诊断价值;中华医学会也强烈推荐hs-cTn作为早期监测心肌损伤的标志物,但由于过高的灵敏度意味着较低的特异度,因此仅依据hs-cTn诊断AMI的假阳性率较高,仅依据hs-cTn升高而不结合心肌缺血或心肌损伤证据易造成误诊<sup>[8,16]</sup>。

H-FABP与hs-cTn一样,具有心肌损伤后释放入血时间较早等优势,但由于hs-cTn诊断AMI的特异度较低,因此依据hs-cTn诊断AMI时须结合患者临床症状、冠状动脉造影等影像学检查结果及其他AMI标志物而进行综合考虑。侯娟娟等<sup>[17]</sup>研究结果显示,H-FABP早期诊断AMI的灵敏度、特异度、Youden指数分别为97.34%、100.00%、0.97,而hs-cTn早期诊断AMI的灵敏度、特异度、Youden指数分别为89.98%、94.34%、0.84,证实H-FABP早期诊断AMI的灵敏度、特异度均较高,且与hs-cTn相比,H-FABP对AMI的早期诊断价值较高<sup>[18-19]</sup>。

**2.3 CK** CK是由B、M两种亚基组成的二聚体,因此其有肌型肌酸激酶同工酶(CK-MM)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、脑型肌酸激酶同工酶(CK-BB)3种同工酶,其中由于CK-MB主要存在于心肌组织、诊断心肌损伤的灵敏度及特异度均较高而被广泛应用于临床,是反映心肌损伤的重要心肌酶。研究表明,心肌损伤后4~8h血液CK-MB水平升高并于2~3d内恢复正常<sup>[20]</sup>,结合患者临床症状比较适用于AMI的早期诊断;虽然CK-MB诊断心肌损伤的特异度高于CK,但骨骼肌损伤患者也可检测到血液CK-MB水平升高,因此目前临床上已不再单独依据CK-MB而诊断AMI。蔡仁平等<sup>[21]</sup>研究表明,非心脏病患者CK-MB假阳性率为32%,提示CK-MB诊断心肌损伤的特异度不高、CK-MB升高不一定有心肌损伤,其原因可能与血液CK-MB水平在骨骼肌损伤时同样会出现升高有关。

H-FABP主要存在于心肌细胞中,骨骼肌中H-FABP含量极少,因此组织特异性更强。PYATI等<sup>[22]</sup>研究结果显示,发病0~3h、发病3~6h检测CK-MB诊断AMI的灵敏度分别为23.5%、60.9%,而发病0~3h、发病3~6h检测H-FABP诊断AMI的灵敏度分别为94.1%、91.3%,证实H-FABP诊断超早期(0~3h)及早期(3~6h)AMI的灵敏度均高于CK-MB。

**2.4 Mb** Mb分子质量较小,心肌细胞受损后可被迅速释放入血,AMI患者发病后2~3h即可检测到血液Mb水平升高,且几乎所有的AMI患者发病3h内血液Mb水平均升高;虽然Mb在心肌损伤后出现升高时间很早且其诊断心肌损伤的灵敏度较高,但由于Mb还大量存在于骨骼肌且骨骼肌Mb含量明显高于心肌,因此多种原因引起的肌肉损伤均会导致血液Mb水平升高,因此Mb与CK-MB均存在诊断心肌损伤特异度不高的缺陷<sup>[23]</sup>。H-FABP与Mb具有相似的分子质量、胞内到胞外释放过程及经由肾脏排泄的清除动力学等,但由于H-FABP组织特异性更强且检测下限更低,因此与Mb相比,H-FABP对早期AMI的诊断价值较高<sup>[2]</sup>。

总之,与 cTn、hs-cTn、CK-MB、Mb 相比, H-FABP 是一种更有效的 AMI 标志物<sup>[24]</sup>,在 AMI 的早期诊断方面具有较高的应用价值,对于疑似 AMI 但 cTn 在参考范围的患者,检测 H-FABP 有利于降低 AMI 漏诊率<sup>[25]</sup>;此外,由于 AMI 患者发病后 12~24 h 血浆 H-FABP 水平即可恢复正常,因此监测血浆 H-FABP 水平还有助于预测 AMI 再发<sup>[26]</sup>。

### 3 联合 H-FABP 与常见 AMI 标志物的应用价值

AMI 是一种致命性疾病,患者因胸痛、呼吸急促等症状而就诊时,医生需尽早识别出 AMI 并及时采取干预措施,因此提高 AMI 的早期诊断准确率具有重要临床意义<sup>[2]</sup>;此外,由于 AMI 患者胸痛症状易与胃食管反流病、胆结石等引起的胸痛症状混淆,因此及时鉴别胸痛等疑似 AMI 症状、提高 AMI 早期诊断准确率还有利于节省宝贵的医疗资源,具有重要现实意义<sup>[27]</sup>。

研究表明,部分存在心肌缺血、心肌损伤的 AMI 患者仅表现为胸口不适且无其他明显临床症状、无明显心电图异常改变,约 30% 的 AMI 患者入院时无明显心电图异常改变并多见于不稳定型心绞痛、无异常 Q 波型心肌梗死患者等,而既往有心肌梗死、心律失常、地高辛反应等病史的 AMI 患者心电图表现多不典型且常无明显 ST 段压低<sup>[2]</sup>。由于临床要求仅对明确存在心肌缺血证据或心电图 ST 段压低的 AMI 患者进行溶栓再灌注治疗及介入治疗等,因此无明显心肌缺血、心肌损伤证据或心电图典型 ST 段改变的 AMI 患者易被漏诊而延误治疗,极有可能引发严重并发症甚至死亡,而鉴于目前尚没有一项指标可以单独诊断或排除 AMI,因此临床常采用多项 AMI 标志物联合检测以提高 AMI 早期诊断准确率<sup>[28]</sup>。

虽然已有多项研究证实 H-FABP 对 AMI 的早期诊断价值高于其他临床常用 AMI 标志物且灵敏度较高,但由于经冠状动脉造影证实无心肌梗死而仅存在严重冠状动脉狭窄或心功能不全、心肌微小损伤患者也可出现血浆 H-FABP 水平异常升高,因此单用 H-FABP 早期诊断 AMI 的特异度并不高,同时 H-FABP 诊断时间窗较短,虽可用于判断再发 AMI,但其对迟发型 AMI 的诊断效能不足;此外,由于 H-FABP 主要经肾脏排泄、清除,因此肾功能不全患者血清 H-FABP 水平升高,此类患者仅凭 H-FABP 诊断 AMI 易造成假阳性结果。研究表明, H-FABP 与 cTnI 或 hs-cTn 等其他临床常用 AMI 标志物联用可互相弥补缺陷,提高 AMI 早期诊断灵敏度及特异度,有利于降低 AMI 漏诊率及误诊率<sup>[3]</sup>; VUPPUTURI 等<sup>[12]</sup>研究认为,作为早期标志物的 H-FABP 联合作为晚期标志物的 cTnI 能完整地覆盖 AMI 诊断时间窗,是临床诊断 AMI 的理想组合;郭月影等<sup>[29]</sup>研究结果显示, H-FABP、cTnT、超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP) 联合诊断早期 AMI 的阳性预测值为 100%,这对于快速确诊 AMI、提高临床对 AMI 的诊断准确率、及时救治 AMI 患者具有重要意义。

总之,单用 H-FABP 诊断早期 AMI 的灵敏度高于 cTn、hs-cTn、CK-MB 及 Mb,而 H-FABP 联合临床常用 AMI 标志物有助于提高早期 AMI 诊断准确率,其中 H-FABP 联合 cTnI 对早期 AMI 的诊断效能最佳。

### 4 小结与展望

AMI 发病率、致死率均较高,但由于部分患者临床表现不典型而导致 AMI 的早期诊断困难程度增加<sup>[30]</sup>,积极寻找敏感、特异且易于检测的生物学标志物有助于临床早期、准确诊断 AMI,继而改善 AMI 患者预后。目前,通过胶体金快速免疫层析实验可在 15 min 内对血清 H-FABP 水平变化做出定性判断,通过荧光免疫层析实验、免疫比浊实验等甚至可在 15 min 内对血清 H-FABP 水平做出定量判断<sup>[3, 31]</sup>,自身的强组织特异性、诊断时间窗方面的优越性及检测方法的成熟使得 H-FABP 成为非常有潜质的 AMI 早期筛查及诊断指标之一<sup>[32]</sup>。

目前, H-FABP 在除 AMI 之外的其他心脑血管疾病中的应用逐渐得到重视,其在相关疾病诊断及病情监测方面的作用日益凸显,相信随着研究资料的不断积累及检测方法的日益成熟, H-FABP 的应用前景将更加广阔,但 H-FABP 检测方法、检测试剂及分析系统的标准化等一系列问题仍需进一步研究、解决,而 H-FABP 的参考范围及其诊断早期 AMI 的最佳临界值等仍需大量临床试验进行验证,以为 H-FABP 作为一种新型标志物而在临床上广泛应用提供参考依据。

### 参考文献

- [1] CHMURZYRSKA A. The multigene family of fatty acid-binding proteins (FABPs): function, structure and polymorphism [J]. *J Appl Genet*, 2006, 47 (1): 39-48. DOI: 10.1007/BF03194597.
- [2] ALHADI H A, FOX K A. Do we need additional markers of myocyte necrosis: the potential value of heart fatty-acid-binding protein [J]. *QJM*, 2004, 97 (4): 187-198. DOI: 10.1093/qjmed/hch037.
- [3] HO S K, WU Y W, TSENG W K, et al. The prognostic significance of heart-type fatty acid binding protein in patients with stable coronary heart disease [J]. *Sci Rep*, 2018, 8 (1): 14410. DOI: 10.1038/s41598-018-32210-x.
- [4] LIU M, YUAN X, QIU X, et al. Prognostic role of heart-type fatty acid binding protein in pulmonary embolism: a meta-analysis [J]. *Thromb Res*, 2015, 135 (1): 20-25. DOI: 10.1016/j.thromres.2014.10.007.
- [5] 高晓津, 杨进刚, 杨跃进, 等. 中国急性心肌梗死患者心血管危险因素分析 [J]. *中国循环杂志*, 2015, 30 (3): 206-210. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2015.03.003.
- [6] MULLASARI A S, BALAJI P, KHANDO T. Managing complications in acute myocardial infarction [J]. *J Assoc Physicians India*, 2011, 59 Suppl (12): 43-48.
- [7] JANKOVIC R, MARKOVIC D, SAVIC N, et al. Beyond the Limits: Clinical Utility of Novel Cardiac Biomarkers [J]. *Biomed Res Int*, 2015: 187384. DOI: 10.1155/2015/187384.
- [8] YE X D, HE Y, WANG S, et al. Heart-type fatty acid binding protein (H-FABP) as a biomarker for acute myocardial injury and long-term post-ischemic prognosis [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2018, 39 (7): 1155-1163. DOI: 10.1038/aps.2018.37.
- [9] 赵星. 心型脂肪酸结合蛋白在急性冠状动脉综合征中的临床



- 应用进展 [J]. 心血管病学进展, 2017, 38 (5): 558-562. DOI: 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2017.05.019.
- [10] LYNGBAKKEN M N, MYHRE P L, RØSJO H, et al. Novel biomarkers of cardiovascular disease: Applications in clinical practice [J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2018, 56 (1): 33-60. DOI: 10.1080/10408363.2018.1525335.
- [11] ALPERT J S, THYGESEN K, ANTMAN E, et al. Myocardial infarction redefined—a consensus document of The Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the redefinition of myocardial infarction [J]. J Am Coll Cardiol, 2000, 36 (3): 959-969. DOI: 10.1016/s0735-1097 (00) 0804-4.
- [12] VUPPUTURI A, SEKHAR S, KRISHNAN S, et al. Heart-type fatty acid-binding protein (H-FABP) as an early diagnostic biomarker in patients with acute chest pain [J]. Indian Heart J, 2015, 67 (6): 538-542. DOI: 10.1016/j.ihj.2015.06.035.
- [13] MCCANN C J, GLOVER B M, MENOWN I B, et al. Novel biomarkers in early diagnosis of acute myocardial infarction compared with cardiac troponin T [J]. Eur Heart J, 2008, 29 (23): 2843-2850.
- [14] SCHERNTHANER C, LICHTENAUER M, WERNLY B, et al. Multibiomarker analysis in patients with acute myocardial infarction [J]. Eur J Clin Invest, 2017, 47 (9): 638-648. DOI: 10.1111/eci.12785.
- [15] GINER-CARO J A, CABALLERO L, CASAS-PINA T, et al. High sensitive cardiac troponin T in the management of uncertain chest pain [J]. Int J Cardiol, 2013, 168 (4): 4422-4423. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.05.015.
- [16] 鄢盛恺. 高敏感心肌肌钙蛋白检测的临床应用 [J]. 中华检验医学杂志, 2010, 33 (9): 809-813.
- [17] 侯娟娟, 李娟, 席维岳, 等. H-FABP、hs-cTnI、Hey 和 Cys-C 对急性心肌梗死早期诊断的临床评价 [J]. 国际检验医学杂志, 2015, 36 (15): 2170-2171, 2174. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2015.15.019.
- [18] FIGIEL L, KASPRZAK J D, PERUGA J, et al. Heart-type fatty acid binding protein—a reliable marker of myocardial necrosis in a heterogeneous group of patients with acute coronary syndrome without persistent ST elevation [J]. Kardiologia, 2008, 66 (3): 253-261.
- [19] 李敏, 王宇宏, 李巍. 心型脂肪酸结合蛋白与心房颤动的相关性临床研究 [J]. 当代医学, 2017, 23 (11): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4393.2017.11.018.
- [20] PANTEGHINI M. Diagnostic application of CK-MB mass determination [J]. Clin Chim Acta, 1998, 272 (1): 23-31. DOI: 10.1016/s0009-8981 (97) 00249-0.
- [21] 蔡仁平, 朱洪. cTn-I、CK-MB 对急性心肌梗死诊断价值的比较 [J]. 中国热带医学, 2007, 7 (3): 379, 409. DOI: 10.3969/j.issn.1009-9727.2007.03.029.
- [22] PYATI A K, DEVARANAVADAGI B B, SAJJANNAR S L, et al. Heart-Type Fatty Acid Binding Protein: A Better Cardiac Biomarker than CK-MB and Myoglobin in the Early Diagnosis of Acute Myocardial Infarction [J]. J Clin Diagn Res, 2015, 9 (10): BC08-11. DOI: 10.7860/JCDR/2015/15132.6684.
- [23] 梁志洪, 邓家德, 古文鑫, 等. 肌钙蛋白 I (cTnI)、肌酸激酶同工酶 (CK-MB)、肌红蛋白 (Mb) 浓度监测在诊断急性心肌梗死 (AMI) 中的作用 [J]. 中国医药指南, 2013, 11 (19): 14-15. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8194.2013.19.008.
- [24] JO M S, LEE J, KIM S Y, et al. Comparison between creatine kinase MB, heart-type fatty acid-binding protein, and cardiac troponin T for detecting myocardial ischemic injury after cardiac surgery [J]. Clin Chim Acta, 2019, 488: 174-178. DOI: 10.1016/j.cca.2018.10.040.
- [25] VISWANATHAN K, KILCULLEN N, MORRELL C, et al. Heart-type fatty acid-binding protein predicts long-term mortality and re-infarction in consecutive patients with suspected acute coronary syndrome who are troponin-negative [J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 55 (23): 2590-2598. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.12.062.
- [26] GLATZ J F, KLEINE A H, VAN NIEUWENHOVEN F A, et al. Fatty-acid-binding protein as a plasma marker for the estimation of myocardial infarct size in humans [J]. Br Heart J, 1994, 71 (2): 135-140. DOI: 10.1136/hrt.71.2.135.
- [27] IBRAHIM N E, JANUZZI J L Jr. Established and Emerging Roles of Biomarkers in Heart Failure [J]. Circ Res, 2018, 123 (5): 614-629. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.118.312706.
- [28] 胡娟娟, 郝晓柯, 周铁城, 等. 心肌损伤标志物联合检测在急性心肌梗死早期诊断中的应用价值 [J]. 国际检验医学杂志, 2017, 38 (11): 1545-1547.
- [29] 郭月影, 李桂兰. H-FABP、cTnT、hs-CRP 检测在急性心肌梗死中的诊断应用 [J]. 中国卫生标准管理, 2017, 8 (6): 83-84. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9316.2017.06.049.
- [30] TOUSOULIS D. Novel biomarkers in heart failure. What they add in daily clinical practice? [J]. Hellenic J Cardiol, 2018, 59 (4): 193-195. DOI: 10.1016/j.hjc.2018.08.007.
- [31] SAVIN M, MIHAILESCU C M, MATEI I, et al. A quantum dot-based lateral flow immunoassay for the sensitive detection of human heart fatty acid binding protein (hFABP) in human serum [J]. Talanta, 2018, 178: 910-915. DOI: 10.1016/j.talanta.2017.10.045.
- [32] BRUINS SLOT M H, RUTTEN F H, VAN DER HEIJDEN G J, et al. Diagnostic value of a heart-type fatty acid-binding protein (H-FABP) bedside test in suspected acute coronary syndrome in primary care [J]. Int J Cardiol, 2013, 168 (2): 1485-1489. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.12.050.

(收稿日期: 2019-05-06; 修回日期: 2019-09-12)

(本文编辑: 鹿飞飞)