

- [26] Ząbczyk M, Majewski J, Lelakowski J. Thromboembolic events are associated with prolonged clot lysis time in patients with permanent atrial fibrillation [J]. *Pol Arch Med Wewn*, 2011, 121(11):400-407.
- [27] Choudhury A, Chung I, Blann AD, et al. Elevated platelet microparticle levels in nonvalvular atrial fibrillation: relationship to p-selectin and antithrombotic therapy[J]. *Chest*, 2007, 131(3):809-815.
- [28] Guo Y, Lip GY, Apostolakis S. Inflammation in atrial fibrillation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(22):2263-2270.
- [29] Yashiro Y, Arimoto T, Hashimoto N, et al. Predictors of left atrial coagulation activity among paroxysmal atrial fibrillation patients[J]. *Circ J*, 2015, 79(1):61-69.
- [30] Jesel L, Arentz T, Herrera-Siklody C, et al. Do atrial differences in endothelial damage, leukocyte and platelet activation, or tissue factor activity contribute to chamber-specific thrombotic status in patients with atrial fibrillation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2014, 25(3):266-270.
- [31] Breitenstein A, Glanzmann M, Falk V, et al. Increased prothrombotic profile in the left atrial appendage of atrial fibrillation patients[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 185(2015):250-255.

收稿日期:2015-06-08 修回日期:2015-08-07

动态心电图在冠心病中的应用价值

于洋 综述 田俊萍 杜凤和 审校

(首都医科大学附属北京天坛医院心内科, 北京 100050)

Value of Ambulatory Electrocardiography in Diagnosis of Coronary Artery Disease

YU Yang, TIAN Junping, DU Fenghe

(Department of Cardiology, Beijing Tian Tan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

文章编号:1004-3934(2015)06-0695-05

中图分类号:R541.4

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1004-3934.2015.06.010

摘要: 冠心病是严重威胁人类健康的常见病,及早正确的诊断对患者的治疗及预后有着非常重要的意义。与其他检查相比,动态心电图作为筛查冠心病的方法,对于心肌缺血的判断有着无创、简单、经济等优势。近年来,许多学者致力于动态心电图与冠心病关系的研究,以便对冠心病的诊断、治疗及预后进行更准确的判断。现通过国内外文献的复习,对冠心病的动态心电图表现以及动态心电图的临床应用进行综述,并提出未来可能的研究方向。

关键词: 动态心电图;冠心病;心率变异性;QT 间期离散度

Abstract: Coronary artery disease (CAD) is highly common, and is projected to be the leading global cause of death and disability. It is very important to diagnose CAD early and correctly. Ambulatory electrocardiography, a screening method for CAD, is non-invasive, simple and an inexpensive way to identify the myocardial ischemia, as compared with other examinations. Recently, many researchers studied the relationship between ambulatory electrocardiography and CAD, to improve upon the diagnosis, treatment, and prognosis for CAD. This review attempts to summarize literature within China and abroad that are related to CAD's dynamic electrocardiogram and clinical applications. As well we aim to seek for a method concerning further research.

Key words: ambulatory electrocardiography; coronary artery disease; heart rate variability; QT interval dispersion

冠心病是当今社会的一种常见病,它最主要的发病机制是冠状动脉粥样硬化所致的管腔狭窄或阻塞引起心肌供血及需氧间的不平衡而表现出的心肌缺血、缺氧,因此心肌缺血的检查对于冠心病的诊断、预

后等各方面均具有重要的作用。

目前临床上诊断冠心病的方法有常规心电图、心电图运动平板试验、冠状动脉造影、冠状动脉 CT 血管造影、核素心肌灌注显像等,但这些方法均有优势和

基金项目:北京市保健科研课题项目(13-06)

作者简介:于洋(1990—),住院医师,在读硕士,主要从事心血管疾病研究。Email: yuyang199007@sina.com

通信作者:田俊萍(1976—),副主任医师,博士,主要从事心血管疾病研究。Email: tianjp506@163.com

杜凤和(1954—),主任医师,博士,主要从事颅脑损伤所致心脏病变、缺血预适应现象及机制、高血压等研究。Email: fhduu@sina.com

不足,而动态心电图作为诊断心肌缺血的方法,具有无创、简便、经济、有效的特点。自 1957 年美国著名物理学家 Norman 发明了动态心电图,它在临床中应用越来越广泛。相对于常规的心电图,动态心电图能够长时间连续记录患者在进行常规日常活动时的心率、心律变化,对心肌缺血的初步定位诊断、缺血程度、持续时间,尤其是无症状心肌缺血和冠状动脉痉挛等,提供详细的原始记录,从而为患者的临床诊断、治疗评估及预后等多方面提供较全面的参考资料。

1 冠心病的动态心电图表现

1.1 ST 段的改变

ST 段的改变是冠心病患者动态心电图最常见的表现,也是心肌缺血早期标志性的变化。很多研究认为动态心电图检测的 ST 段改变与冠状动脉造影等其他方法在评价冠心病患者的心肌缺血上有良好的一致性。

心肌细胞在缺血损伤时,细胞膜上的钠-钾离子泵受到影响,产生损伤电流,从而在心电图中表现出 ST 段的改变,包括 ST 段的压低或 ST 段的抬高。ST 段压低通常代表心内膜下缺血,而 ST 段抬高则是心外膜和透壁心肌缺血的表现。

对于动态心电图中 ST 段压低的诊断标准,目前多数学者采用的是“ $1 \times 1 \times 1$ ”诊断标准。它由美国国立研究所根据 Deanfield 的研究成果而提出,并于 1986 年被中国接受。它的内容为:(1)基线的 ST 段在等电位线上,呈水平型或下斜型降低 ≥ 1 mm,在 J 点后 0.08 s 处测量;(2)ST 段明显移位至少持续 1 min 以上;(3)两次心肌缺血发作至少有 1 min 的间隔。近年来多数对于动态心电图 ST 段的研究均采用该方法。

在此基础上,Cohn 于 1986 年提出了心肌缺血总负荷的概念。它是指 24 h 内心肌缺血发作的 ST 段下降幅度、总阵次和总时间的乘积。这项指标被认为可以更加充分的反映心肌缺血程度以及临床预后。

另一方面,对于 ST 段抬高的诊断目前尚无统一的标准,多参照运动试验的标准。心肌缺血引起的 ST 段抬高可有多种形态,包括斜坡型、凹面向上型及平台型,严重时呈弓背抬高。有些研究者发现^[1],运动诱发缺血时很少出现 ST 段的抬高,且此前的研究也很少提及 ST 段抬高是否会导致病理性 Q 波。

在对 ST 段改变的研究中,不伴有症状的短暂 ST 段压低被很多人所关注^[2],这种 ST 段改变被称为“无症状心肌缺血”,其不伴有症状的原因尚不明确,有学者提出了几种机制:(1)无症状的缺血发作可能相较于有症状的发作要轻,没有达到“心绞痛阈值”;(2)如糖尿病性神经病变等原因导致的外周自主神经的失

调,可能会使缺血的伤害性信号迟钝;(3)增加 β -内啡肽的水平可能降低中枢对痛觉的感知;(4)情绪或性格等非心脏因素亦可对疼痛的传导起作用。有研究者发现“无症状心肌缺血”的发作在上午 6 ~ 12 点时最为频繁,而 0 ~ 6 点时出现最少,与急性心肌梗死和心源性猝死存在相似的昼夜节律。

1.2 心率变异性

心率变异性指在窦性心律的一定时间内,逐次心动周期之间的时间变异数。它被认为是心脏性猝死的独立危险因素^[3,4]。许多研究均发现,在心肌缺血时,心率变异性降低^[5]。这可能与支配心脏的自主神经受损或自主神经活动不平衡有关,同时这也是冠心病预后不良的指标。但心率变异性还受到年龄、性别、生理及心理因素、日常活动强度、药物干扰、基础疾病等多种因素的影响^[6],因此在对心肌缺血的判断及冠心病的初筛中的作用有限。

1.3 QT 间期离散度

QT 间期离散度(QT interval dispersion, QTd)是在 1988 年由 Cowan 提出。一些研究发现冠心病患者的 QTd 会增加,这对心脏事件的发生有着一定的预测价值^[4]。Lee 等^[7]的研究发现 QTd 有昼夜节律性,它在早晨 5 ~ 7 点以及下午 2 ~ 4 点最明显。Hansen 等^[8]的研究则发现冠心病患者的 QTd 较健康人群明显延长,并且心肌梗死的患者 QTd 昼夜节律性消失。Soliman 等^[9]的研究则发现 QTd 的相对变化值还可以成为冠状动脉成形术后冠状动脉再狭窄的预测指标。

1.4 心律失常

室性心律失常也是冠心病在动态心电图检查中的一种表现,它常提示严重的心肌缺血,甚至有 5% ~ 15% 发生冠状动脉痉挛的患者会出现威胁生命的室性心律失常^[10]。Muqna 等^[11]曾报道一例这样的病例,一例非典型胸痛及心悸的患者在行 24 h 动态心电图中发现两次伴有胸痛的明显 ST 段抬高及室性心动过速,而他的冠状动脉造影也证实冠状动脉的明显狭窄。有很多这样的报道,如:Arias 等^[12]报道的病例中,一例反复出现非劳力性胸骨后疼痛的患者在心肌梗死时记录到了恶性心律失常。在这两个病例中,患者此前均没有冠心病的病史,而实验室检查亦均正常,甚至常规心电图及运动平板实验亦无明显缺血表现。动态心电图作为一项无创检查,及时发现患者的心电图变化,从而挽救患者的生命。

老年人的心律失常也常因心肌缺血所致,这些心律失常多表现为室性期前收缩,由心肌缺血所引起的期前收缩常表现为多源性室性心动过速和 R 在 T 上现象。在一个应用 24 h 动态心电图探索心肌缺血与

老年人室性期前收缩发生部位关系的研究中, Lü 等^[13]发现心肌缺血所造成的室性期前收缩左室多于右室, 心尖部及左室前壁的发生率相较其他部位更高。其机制可能与缺血细胞自律性增加、复极延迟及心肌电传导的折返机制有关。

另一方面, 曾发生心肌梗死的患者, 在其发病后的早期亦常常会出现持续或非持续性的室性心律失常, 其机制与缺血后瘢痕的形成及心肌重构有关^[14]。而这些发生在心肌缺血后的心律失常, 被认为与预后及心脏猝死的危险分层有关。

2 影响动态心电图表现的因素

动态心电图能够记录患者心肌缺血时的心电图改变, 尤其是 ST 段的改变。但由于技术及很多人人为的因素, 动态心电图记录仪所记录的心电图改变会受到影响, 从而出现非心肌缺血的表现, 以下是几种常见的影响因素。

2.1 动态心电图记录仪

动态心电图记录仪本身对心电图尤其是 ST-T 的改变有着重要的影响。记录仪的质量、记录电极片的质量、导联线、电子元件、电池能量变化等均可造成记录的伪差, 影响 ST-T 的判断。另外, 动态心电图导联的位置、数量同样会造成记录的差异。尤其是在早期应用二导动态心电图机时, 其电极的位置对于短暂心肌缺血的影响很大。如今, 由于机器的完善与更新, 记录仪本身的影响被逐渐缩小。

2.2 患者体位的改变

动态心电图通常用来记录患者日常活动时的心电图变化, 这就不可避免地出现体位的改变, 如活动时的体位变化、呼吸时的改变等。但这些 ST 段的下移通常与心肌缺血所表现出的改变有所不同。Minchole 等^[15]为了更好的区分人为 ST 段的改变, 应用基础心率、ST 段改变绝对值与心率系数的关系、T 波间隔、T 波幅度、信噪比以及 QRS 波群的幅度变化等, 发现这些指标区分缺血性 ST 段改变和其他因素所造成的 ST 段改变敏感性为 74.2%, 特异性为 93.2%。

2.3 神经传导

心脏的神经传导发生异常时, 心电图也会出现相应的改变。如迷走神经张力增高时会出现 ST 段的抬高, 但它通常表现为 ST 段的上斜型抬高, 且伴有 T 波振幅增高; 而心室激动顺序异常, 如左束支传导阻滞、预激综合征等, 可引起心肌复极异常和继发性 ST 段压低或抬高。这种继发性的 ST 段改变不难鉴别, 但它可能掩盖缺血表现, 使结果出现假阳性或假阴性。另外, 如早期复极综合征及自主神经功能紊乱等的心电图改变亦需要鉴别。

2.4 合并疾病

出现心肌缺血的患者通常伴有其他疾病, 如糖尿病、高血压、肾脏疾病、外周血管疾病等, 这些疾病可以使心电图发生改变。例如, 糖尿病的患者心率变异性亦会降低; 终末期肾病患者的血压波动及电解质的变化也可引起 ST 段改变^[2], 低钾血症也可影响 ST-T 的表现, 它通常表现为广泛导联 ST 段的压低、T 波低平、u 波明显以及心率加快。

2.5 药物影响

药物影响最常见的代表就是洋地黄。洋地黄可使 ST-T 呈鱼钩样压低, PR 间期延长, QT 间期缩短。

2.6 其他因素

Nair 等^[16]还研究性别与 ST 段改变阳性预测值的关系。研究表明, 女性的 ST 段阴性预测值明显高于男性, 同时诊断 ST 段改变的准确率也高于男性。对于复合终点事件(死亡、非致死性心肌梗死、不稳定型心绞痛和冠状动脉血管重建), 无性别差异。

3 临床应用

动态心电图在临床上有着广泛的应用, 它通过对于心肌缺血的捕捉为冠心病的诊断、血管病变严重程度的评估、冠心病等心脏疾病治疗效果的观察以及疾病预后的判断提供重要的客观数据。

3.1 冠心病的诊断

动态心电图可以记录日常活动中的心肌缺血表现, 从而为冠心病的诊断提供重要依据。Farah 等^[17]曾报道一例 47 岁以晕厥收入院的女性。她在发病之前几周曾有心绞痛, 但入院检查仅发现肌钙蛋白升高, 而没有心电图的变化。冠状动脉造影显示很小的动脉硬化。但她的动态心电图检查却监测到了她在一次心绞痛中严重的 ST 段改变。这个案例应用心绞痛症状及动态心电图所捕捉的心肌缺血表现最终明确冠心病诊断, 但目前所报道的相似案例仍属少数, 更多的病例中仅把动态心电图的结果作为一项重要依据。

但相对于其他检查, 动态心电图检查能够捕捉到运动试验无法捕捉的 ST 段变化, 尤其是在凌晨等变异性心绞痛及心肌梗死好发时间。同时, 它可以检测出短暂的心肌缺血, 尤其是隐匿的、短暂的心肌缺血, 弥补常规心电图检查只能记录静息状态的心电波形而难以发现的突发的、短暂的心肌缺血, 提高心肌缺血的检出率。国内外有许多关于动态心电图与冠心病诊断的文献, 其结果差异很大。早期的研究通常认为动态心电图诊断冠心病的灵敏度及特异度均能达到 70%~80%。但 Nair 等^[18]在对 277 例胸痛患者研究发现, 24 h 动态心电图的准确性仅为 33%, 灵敏度

为 19%, 特异度为 91%。这可能与研究所应用的仪器、对照组选择的金标准以及判断冠心病的指标等因素有关。而在近几年的临床应用中,更多的医院采用了 12 导联动态心电图,并且对于一些患者延长了检查的时间,由 24 h 延长至 1 周甚至 1 个月以捕捉心肌缺血的证据。

对于有糖尿病等基础疾病的患者来说,动态心电图则能够更早的发现这些无症状心肌缺血及隐匿性冠心病,从而使冠状动脉阻塞严重的患者得到更早的血管重建治疗,减少致死事件的发生^[19]。

3.2 血管病变严重程度的评估

很多学者认为,动态心电图中心肌缺血的表现对判断冠状动脉血管病变的严重程度有着重要的意义。Deedwania 等^[20]研究发现,心肌缺血的程度与冠状动脉的狭窄程度有一定关系。Munoz del Romeral 等^[21]研究动态心电图对冠心病的价值中发现动态心电图检查对于多支冠状动脉病变更加敏感,同时心肌缺血的严重程度与症状无关。Tanabe 等^[22]还研究通过 9 导联动态心电图的多导联监测识别心肌缺血的部位,在这项研究中,研究者通过增加侧壁及后壁的导联(高侧壁、低侧壁、低后胸部),提高对缺血的检出,发现外侧导联对于检测前壁及侧壁(69% ~ 100%)缺血,表现出很高的灵敏度,但相较于冠状动脉 CT 成像的结果其特异性较低(4% ~ 44%),一些导联显示很高的灵敏度(69% ~ 100%),但这些导联识别单支血管病变的特异性较低(6% ~ 47%)。低后胸部导联在检测下壁缺血及右冠状动脉病变具有很高的灵敏性和特异性,即该导联可以识别下壁缺血及右冠状动脉病变所致的 ST 段压低。而那些前、侧胸部导联不能识别缺血区域或阻塞的冠状动脉。

3.3 治疗效果的观察

动态心电图检查通过对 ST 段改变的监测能够衡量冠心病的治疗效果。Haeck 等^[23]通过经皮冠状动脉介入术(PCI)后 ST 段的回落来研究左室射血分数的保留及梗死面积。他们把 ST 段完全回落的时间分为 PCI 后 30 min 内回落、术后 30 ~ 240 min 内回落以及 240 min 后仍未回落 3 组,并进行比较。结果表明 PCI 后 ST 段早期回落的患者能够保存更完整的左室射血分数和更小的心肌梗死面积。那些较晚回落的患者并没有更好地保存射血分数,但仍有较小的梗死面积。

3.4 预后判断

动态心电图检查能够通过检测心肌缺血等表现对冠心病的预后做出一定的判断,尤其对于老年人、有高血压、糖尿病等基础疾病的患者,动态心电图检

查对患者病情及心血管风险的预防具有重要的意义。有些研究者认为它比运动持续时间、年龄、心肌梗死、高血压、糖尿病、吸烟史等危险因素对患者病死率的预测更加有效^[2]。Gibson 等^[24]在研究 PCI 后早期动态心电图心肌缺血的研究中发现,动态心电图监测的缺血表现持续时间越长,再次心肌梗死及死亡的发生率越高。同时,认为动态心电图可以替代临床追踪的终点事件。Idorn 等^[1]却持不同的看法,在研究溶栓及 PCI 后患者 ST 段改变的发病率与预后的关系中,ST 段抬高在溶栓中与死亡和心血管疾病意外相关,而在 PCI 后则没有关系,ST 段压低在两者之间均无关系。在 20 世纪 80 年代至 90 年代,许多研究者曾做过相关的研究,他们中的很多人认为无症状心肌缺血代表着更差的预后^[2]。Deedwania 等^[20]的研究还发现无症状心肌缺血是长期稳定型心绞痛患者病死率的独立危险因素。因而,对于无症状心肌缺血的识别和及早治疗是减少心脏事件的重要手段。

除了观察 ST 段的改变,心肌缺血后心律失常的出现更是判断预后及危险分层的重要指标^[14]。急性心肌梗死后的患者在院内 24 h 内出现的持续心动过速提示着预后的高风险^[25]。而非 ST 段抬高型心肌梗死的患者,其随后 1 年出现连续 > 8 次非持续性室性心动过速,提示着患者发生心源性猝死的风险明显增加^[26]。

4 结语

动态心电图是心律失常的一项不可替代的检查,但对于冠心病的评价,却存在争议。近 20 年来随着设备的提高及计算机技术的发展,动态心电图已成为基层医院普及的一项检查,它为临床提供了更加准确、更加有意义的临床信息。对于动态心电图在 24 h 仍然没有发现异常,但却出现典型临床表现的患者,近些年常采用延长监测的时间,最新式的背心式动态心电图检测甚至可以持续监测 1 个月。另外,国内外的研究者们通过利用动态心电图 ST 段的改变、心率变异性、QT 间期等更多的指标来更好地研究冠心病。在今后的研究中,应用更大量的样本数据、更灵敏的仪器、更长的检查时间以及更广泛的指标数据来共同评价冠心病亦是未来研究的方向。

【参考文献】

- [1] Idorn L, Høfsten DE, Wachtell K, et al. Prevalence and prognostic implications of ST-segment deviations from ambulatory Holter monitoring after ST-segment elevation myocardial infarction treated with either fibrinolysis or primary percutaneous coronary intervention (a Danish Trial in Acute Myocardial Infarction-2 Substudy) [J]. *Am J Cardiol*, 2007, 100(6): 937-943.
- [2] Wimmer NJ, Scirica BM, Stone PH. The clinical significance of continuous

- ECG (ambulatory ECG or Holter) monitoring of the ST-segment to evaluate ischemia: a review[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2013, 56(2):195-202.
- [3] Maestri R, Raczak G, Danilowicz-Szymanowicz L, et al. Reliability of heart rate variability measurements in patients with a history of myocardial infarction [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2009, 118:195-201.
- [4] Bluzaitė I, Brazdionyte J, Zaliūnas R, et al. QT dispersion and heart rate variability in sudden death risk stratification in patients with ischemic heart disease [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2006, 42(6):450-454.
- [5] Oliveira NL, Ribeiro F, Alves AJ, et al. Heart rate variability in myocardial infarction patients: effects of exercise training[J]. *Rev Port Cardiol*, 2013, 32: 687-700.
- [6] Kranjec J, Begus S, Gersak G, et al. Non-contact heart rate and heart rate variability measurements: a review[J]. *Biomed Signal Process Control*, 2014, 13: 102-112.
- [7] Lee KT, Lai WT, Chu CS, et al. Circadian variation of QT dispersion determined by twelve-lead Holter electrocardiography [J]. *Cardiology*, 2003, 100(2):101-102.
- [8] Hansen S, Rasmussen V, Torp-Pedersen C, et al. QT intervals and QT dispersion determined from a 12-lead 24-hour Holter recording in patients with coronary artery disease and patients with heart failure[J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2008, 13(1):22-30.
- [9] Soliman EZ, Abdel-Salam M, Dardir MD. A simple ECG marker for the detection of coronary restenosis after successful coronary angioplasty[J]. *Intern Med*, 2009, 48(20):1793-1798.
- [10] Looi KL, Grace A, Aqarwal S. Coronary artery spasm and ventricular arrhythmias[J]. *Postgrad Med J*, 2012, 88(1042):465-471.
- [11] Muqnaï G, Marchese G, Fede A, et al. Huge ST elevation and ventricular arrhythmias in vasospastic angina diagnosed by Holter monitoring[J]. *J Electrocardiol*, 2013, 46(4):331-333.
- [12] Arias MA, Sánchez AM, Fajardo A. Sudden cardiac death during Holter recording in a patient with vasospastic angina[J]. *Int J Cardiol*, 2007, 118(2): e60-e62.
- [13] Lü CM, Zhang ZX, Li L, et al. Study on the relationship between myocardial ischemia assessed by 24-hour ambulatory electrocardiogram and ventricular premature beat originating from different positions in older adults[J]. *Eur Geriatric Med*, 2012, 3:153-156.
- [14] Katritsis DG, Siontis GC, Camm AJ. Prognostic significance of ambulatory ECG monitoring for ventricular arrhythmias[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2013, 56(2): 133-142.
- [15] Mincholé A, Jager F, Laguna P. Discrimination between ischemic and artifactual ST segment events in Holter recordings[J]. *Biomed Signal Process Control*, 2010, 5:21-31.
- [16] Nair CK, Khan IA, Mehta NJ, et al. Gender significance of ST-segment deviation detected by ambulatory (Holter) monitoring[J]. *Int J Cardiol*, 2004, 95(2-3):153-157.
- [17] Farah A, Ohlow MA, Kühn B, et al. A case of Prinzmetal angina diagnosed by Holter monitoring who survived a sudden cardiac death: case report[J]. *J Cardiol Cases*, 2012, 6:e88-e90.
- [18] Nair CK, Khan IA, Esterbrooks DJ, et al. Diagnostic and prognostic value of Holter-detected ST-segment deviation in unselected patients with chest pain referred for coronary angiography a long-term follow-up analysis[J]. *Chest*, 2001, 120(3):834-839.
- [19] Poirier P, Després JP, Bertrand OF. Identifying which patients with diabetes should be tested for the presence of coronary artery disease—The importance of baseline electrocardiogram and exercise testing[J]. *Can J Cardiol*, 2006, 22(Suppl A):9A-15A.
- [20] Deedwania PC, Carbajal EV. Silent ischemia during daily life is an independent predictor of mortality in stable angina[J]. *Circulation*, 1990, 81(3):748-756.
- [21] Munoz del Romeral L, Dae MW, Ports TA, et al. Diagnostic and prognostic value of ambulatory electrocardiographic monitoring[J]. *Am Heart J*, 1992, 124(5):1213-1219.
- [22] Tanabe T, Yoshioka K, Ide M. Evaluation of a nine-lead Holter monitor for identifying and localizing ischemia and coronary artery disease detected by quantitative thallium-201 tomography[J]. *Am Heart J*, 1994, 128(5):956-965.
- [23] Haecck JD, Verouden NJ, Kuijt WJ, et al. Impact of early, late, and no ST-segment resolution measured by continuous ST Holter monitoring on left ventricular ejection fraction and infarct size as determined by cardiovascular magnetic resonance imaging[J]. *J Electrocardiol*, 2011, 44(1):36-41.
- [24] Gibson CM, Pride YB, Buross JL, et al. Timing and duration of myocardial ischemia on Holter monitoring following percutaneous coronary intervention and their association with clinical outcomes (a PROTECT-TIMI 30 substudy analysis) [J]. *Am J Cardiol*, 2009, 104(1):36-40.
- [25] Pires LA, Lehmann MH, Buxton AE, et al. Multicenter unsustained tachycardia trial I differences in inducibility and prognosis of in-hospital versus out-of-hospital identified nonsustained ventricular tachycardia in patients with coronary artery disease: clinical and trial design implications[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 38:1156-1162.
- [26] Scirica BM, Braunwald E, Belardinelli L, et al. Relationship between nonsustained ventricular tachycardia after non-ST-elevation acute coronary syndrome and sudden cardiac death: observations from the metabolic efficiency with ranolazine for less ischemia in non-ST-elevation acute coronary syndrome-thrombolysis in myocardial infarction 36 (MERLIN-TIMI 36) randomized controlled trial [J]. *Circulation*, 2010, 122:455-462.

收稿日期:2015-03-30 修回日期:2015-07-07