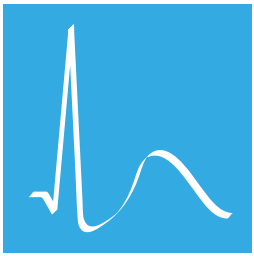
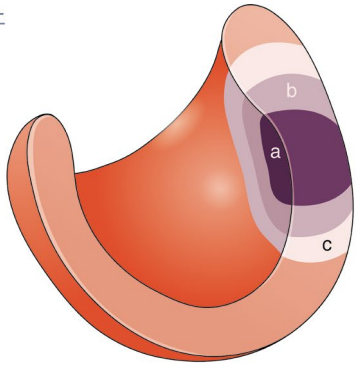
第 11 章

心肌梗死

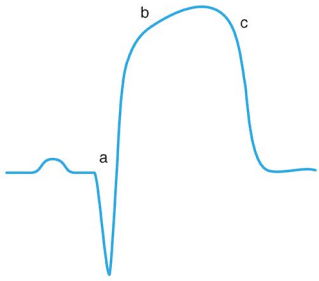


心外膜冠状动脉病变伴急性血栓形成时，冠脉血供急剧减少，产生透壁性心肌缺血，缺血时间超过 30min，可导致心肌坏死，即发生急性心肌梗死，心电图表现为 ST 段抬高型心肌梗死（如无特殊说明，本章所述心肌梗死均为 ST 段抬高型心肌梗死），伴有肌钙蛋白和心肌酶谱升高。ST 段抬高型心肌梗死的心电图具有定位诊断功能，根据 ST 段抬高的导联，大致推导罪犯血管（即引起心肌梗死的冠状动脉），确切的冠状动脉病变需要依靠冠脉影像学检查。ST 段抬高型心肌梗死是再灌注治疗的适应证。

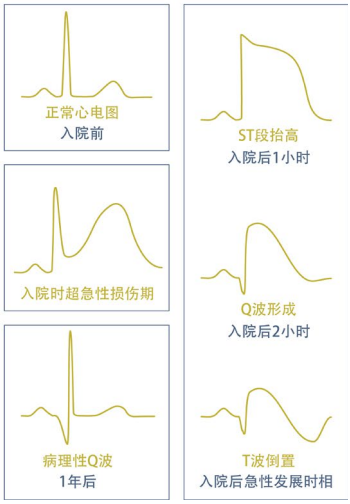
上



中



下



1 心肌梗死心电图改变

心外膜冠状动脉急性血栓形成，引起管腔次全闭塞或完全闭塞时，将发生透壁性心肌梗死，典型的心电图演变通常分为：

①缺血期：缺血最早期，心电图T波高耸，升支开始变得陡峭，T波对称性增加或原有倒置T波变为直立T波。此期若能给予再灌注治疗，可以避免心肌梗死的进展，即流产型心肌梗死，最大程度挽救心肌，患者心功能保全的最好。

②损伤期：在T波高

图 11-1 急性心肌梗死的心电图演变

上图．急性心肌梗死按照病理学，可分为a梗死区，外围是b损伤区，最外围是缺血区c。中图．急性心肌梗死充分发展期的典型图形，病理性Q波形成a，ST段抬高b和T波直立c，分别对应上图的病变区域，注意抬高的ST段（b）和直立T波（c）融合成单相曲线，难以界定两者界限。下图．急性心肌梗死的典型心电图演变

Note 除非患者超急性期持续时间很长，通常抵达医院的心肌梗死患者多数处于充分进展期，因为呼救120、转运等需要时间。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

耸的基础上，ST 段抬高，随着病情进展，ST 段和 T 波融合呈单相曲线，在此期给予再灌注治疗，可以挽救部分濒死的心肌，心电图出现 T 波终末部倒置（再灌注 T 波），但一些患者仍将继续急性心肌梗死的病程。

③坏死期：在 ST 段抬高的基础上，出现病理性 Q 波，6 小时内给予再灌注治疗，病理性 Q 波可以消失，部分患者仍继续进展为病理性 Q 波，提示心肌坏死（图 11–1）。

根据急性心肌梗死的病理生理进程和心电图改变，临床上大致分为超急性期、充分进展期和慢性稳定期。

超急性期

患者出现胸痛症状，心电图特点（图 11–2）：

①R 波振幅降低，室内传导可发生延缓，QRS 波时限增宽。

②ST 段呈上斜形融入

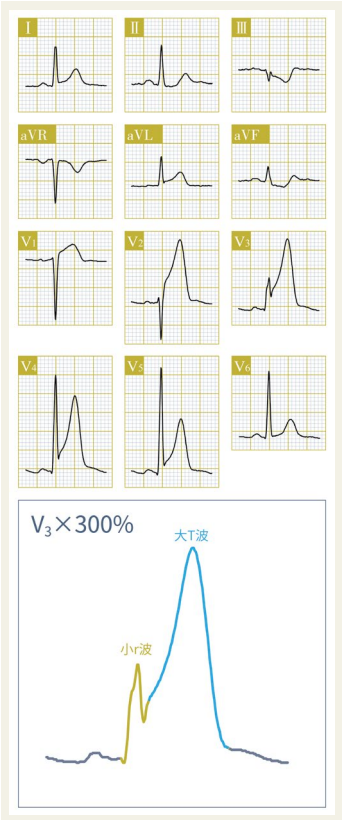


图 11–2 超急性 T 波

女性，67 岁。临床诊断 ST 段抬高型广泛前壁和高侧壁心肌梗死。心电图示窦性心律，Ⅰ、aVL、V_2–V_5 导联 T 波高耸直立，V_2–V_5 导联 ST 段已显抬高，呈上斜形融入 T 波前支，典型的超急性 T 波。下图为 V_3 导联心电波放大 300%，振幅降低的 R 波和高耸 T 波不匹配，呈现一种“小 r 波大 T 波”模式

Note

与稳定型心绞痛不同的是，心肌梗死的大部分罪犯血管并非存在严重的管腔狭窄，而是斑块性质不稳定。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

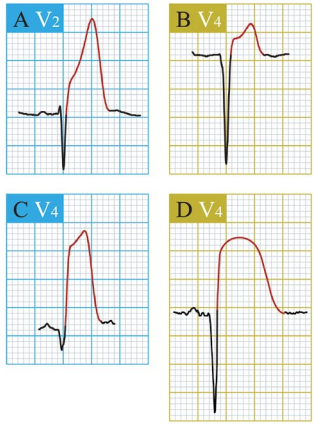


图 11-3 急性心肌梗死的 ST 段抬高

抬高的 QRS 波终末部、ST 段和 T 波均用红色曲线标注。A. 超急性 T 波，ST 段呈凹面向上形抬高，ST 段和 T 波有明显的分界点。B.ST 段呈凹面向上形抬高且和 T 波有明确的分界点。C.ST 段呈上斜形显著抬高，ST 段和 T 波分界点不明显。D.ST 段呈凸面向上形抬高且与 T 波前支融合，两者无明显分界点。C 和 D 的 ST 段显著抬高并与T波融合形成酷似墓碑的形态，称为墓碑状 ST 段抬高

T 波上升支，有时 ST 段极度缩短或近乎消失，ST 段位于基线或轻微抬高。

③ T 波高耸直立，对称性增加。振幅降低的 R 波和高耸 T 波呈独特的“小 r 波大 T 波”模式，主要见于急性心肌梗死的超急性期，故称为超急性 T 波。超急性期持续数分钟至数十分钟不等，少见情况下持续数小时至 24 小时。

充分进展期

患者胸痛症状持续，在超急性 T 波的基础上，ST 段抬高，逐渐与 T 波融合成单相曲线。何为融合？这是一个主观的判别标准，一般指 ST 段和 T 波前支无明确分界点。急性心肌梗死的 ST 段抬高形态可呈凹面向上形、上斜形和凸面向上形。

有时 ST 段抬高非常显著，ST-T 融合后形成一种近似墓碑状 ST-T 曲线，称为墓碑状 ST 段抬高，这种情况是心肌大面积梗死，且梗死心肌无缺血预适应、

Note 超急性 T 波主要与各种 T 波高耸鉴别，包括正常变异（迷走神经张力增高）、早期复极、高钾血症等。当患者有胸痛症状时，首先排查心肌梗死。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

侧支循环等缺血保护的表现，患者预后不良。墓碑状 ST 段抬高的心电图特点：① R 波丢失或振幅极低，时限 <40ms；② ST 段多呈凸面形或上斜形抬高，拉伸 R 波降支或 QS 波升支；③ ST 段顶峰超过 R 波顶峰；④ ST 段后紧随 T 波升支，难以判读两者分界点（图 11–3）。

随着再灌注治疗的开展，包括药物溶栓和冠脉支架治疗，很多 ST 段抬高型心肌梗死的患者在发病后 1 小时或数小时里出现 T 波倒置，即再灌注 T 波（图 11–4）。再灌注 T 波出现的标志是 T 波终末部开始出现倒置，随后 ST 段抬高回落，T 波振幅降低，直至 T 波完全倒置。

未经再灌注治疗的急性心肌梗死，通常在梗死后 4 ~ 6 小时出现自发性再灌注（血栓部分自溶、侧支循环等），心电图 T 波倒置，T 波倒置时间不应晚于 24 小时，持续性 T 波高耸是预后不良的心电

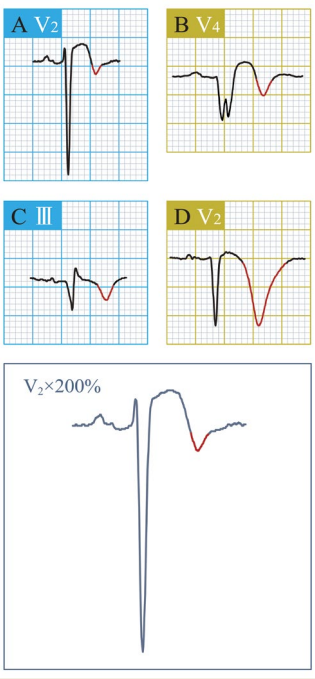


图 11–4 再灌注 T 波

所有倒置 T 波均用红色曲线标注。A–B. 再灌注 T 波出现，T 波呈正负双相。C–D. 再灌注 T 波几乎完全形成，T 波近乎对称倒置，即冠状 T 波。再灌注 T 波可伴 QT 间期延长。下图为一例放大的正负双相再灌注 T 波。值得注意的是，Wellens 综合征的 II 型 T 波倒置本质也是一种再灌注 T 波，患者的冠状动脉内一过性血栓形成、自溶，虽然不产生心肌梗死，但足以产生缺血 – 再灌注的病理生理过程。理解心电图应注意不同疾病的共同病理生理机制，不要孤立的看待问题，这样有利于贯通性学习心电图

Note

既往急性心肌梗死的临床分期为超急性期、急性期、亚急性期和慢性期。再灌注治疗后，急性期和亚急性期的界定非常模糊，现笼统称为充分发展期。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

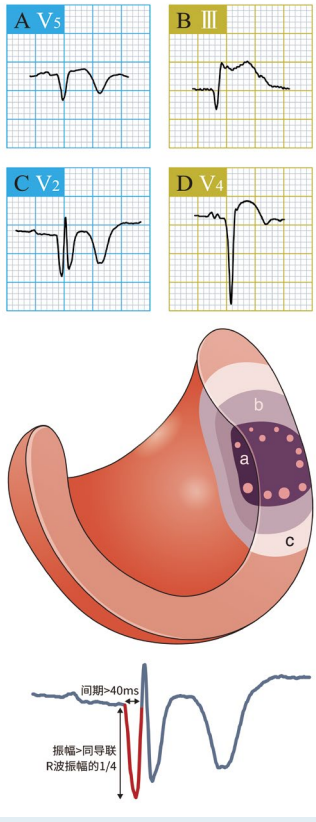


图 11-5 病理性 Q 波

A 和 D. 病理性 Q 波，以 S 波为主的导联，r 波丢失，QRS 波呈 QS 波。B. 病理性 Q 波，以 R 波为主的导联，新发 Q 波或原有 q 波时限和振幅增加。C. 病理性 Q 波，QRS 波呈 QrS 形，胚胎样 r 波。中图 . 胚胎样 r 波的病理生理机制是梗死心肌中存在岛状存活心肌，这是因为心肌内和心内膜下的冠状动脉存在丰富的血管吻合。下图 . 病理性 Q 波的判读标准

图征象，提示心肌缺乏再灌注。

溶栓、冠脉介入治疗后，再灌注成功的心电图标志：①再灌注治疗后 2h，ST 段回落 >50%；②出现再灌注心律失常，如加速性室性自主心律；③ T 波从正负双相逐渐转变为完全倒置。再灌注治疗时代，很多心肌梗死患者的再灌注 T 波出现时间提前，发病后 1 ~ 2h 即可出现再灌注 T 波。

心肌梗死患者如果未能及时接受再灌注治疗，心肌缺血超过 30min，即可以出现坏死，心电图上病理性 Q 波形成。心肌缺血 6h 后，永久性病理性 Q 波形成（图 11-5）。

病理性 Q 波的经典诊断标准：① Q 波时限 >40ms；② Q 波振幅 > 同导联 R 波振幅的 1/4。心肌梗死的病理性 Q 波通常需同时满足以上两个诊断标准，当只满足一个诊断标准时，Q 波时限 >40ms 优先考虑为病理性 Q 波。

Note 病理性 Q 波并非心肌梗死所特有，尚见于扩张型心肌病、浸润性心肌病、严重心室肥厚、心脏外科手术等情况，因此不能一味据此诊断心肌梗死。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

2018 年颁布的《第四版心肌梗死的通用定义》定义的病理性 Q 波判别标准见表 11-1，建议读者采用国际诊断标准。

心肌梗死区域向非梗死区域过渡的边界区，散布着岛状存活心肌，它们具有产生低振幅 R 波的能力，形成 QrS、Qrs、有切迹的 QS 波，称为胚胎样 r 波，本质是一种碎裂 QRS 波。坏死区域交织的岛状存活心肌是心肌梗死后折返性室性心动过速发生的解剖基质。

充分进展期历经 ST 段抬高、病理性 Q 波形成、ST 段回落和再灌注 T 波等阶段，通常于发病后 1 个月内完成。充分进展期包括了既往的急性期（发病后 3 ~ 5 天或 1 周以内）和亚急性期。

慢性稳定期

心肌梗死结束急性期病程后，开始进入纤维瘢痕修复期，完全修复需耗时 4 ~ 6 周，大面积梗死

表 11-1　病理性 Q 波诊断标准

- □ V_2–V_3 导联出现任何时限 >20ms 的 Q 波，或 V_2–V_3 导联 QRS 波呈 QS 形
- □ 高侧壁 Ⅰ、aVL，下壁 Ⅱ、Ⅲ、aVF，前壁 V_1–V_6，后壁 V_7–V_9 导联组中，任何导联组中 ≥ 2 个相邻导联出现深度 ≥ 1mm，时限 ≥ 30ms 的 Q 波或 QRS 波呈 QS 形
- □ 在无传导紊乱的情况下，V_1–V_2 导联的 R 波时限 >40ms 且 R/S 振幅比值 >1 伴 T 波直立

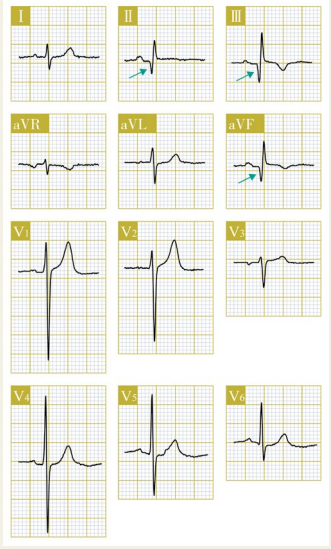


图 11-6　病理性 Q 波

男性，63 岁。心肌梗死后 1 年复查心电图。Ⅱ、Ⅲ、aVF 导联可见病理性 Q 波，其中Ⅲ和 aVF 导联 T 波倒置

Note

20% 的心肌梗死发作时无胸痛症状，患者未经任何治疗，因体检或其他原因检查心电图发现陈旧性心肌梗死。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

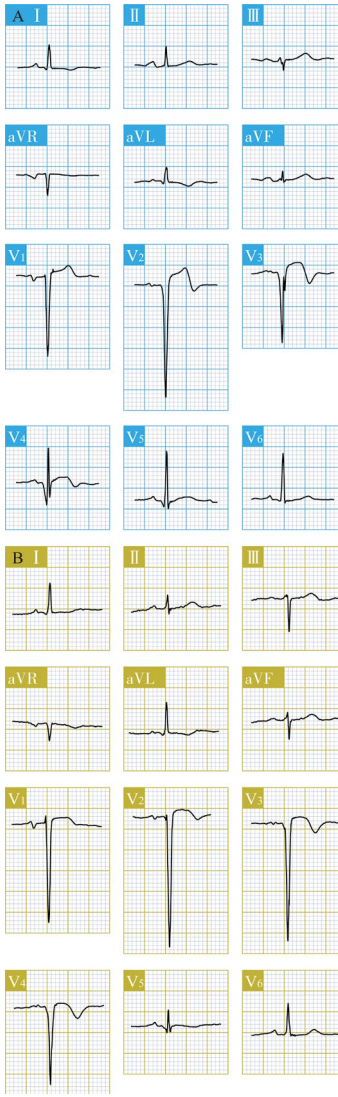


图 11-7 心肌梗死慢性稳定期

A. 一例前壁心肌梗死，发病后第 4 天采集的心电图，V_2–V_4 导联 ST 段抬高，T 波正负双相，提示再灌注期。B.2 个月后患者门诊随访心电图，抬高的 ST 段明显回落，残留抬高 1 ~ 1.8mm，要警惕室壁瘤形成的可能性，T 波完全倒置。心肌梗死后，心电图 ST–T 改变的恢复有时要经历很长时间

甚至需时 2 ~ 3 个月。此期，心电图倒置的 T 波振幅逐渐变浅，T 波浅倒置、低平、负正双相，甚至直立；R 波振幅永久丢失或逐渐恢复；病理性 Q 波可以永久存在，但也能逐渐减小，甚至消失。

急性心肌梗死发生半年后，临床上习惯称为陈旧性心肌梗死，病理性 Q 波可能是唯一提示既往发生心肌梗死的心电图线索（图 11-6）。一些患者的再灌注 T 波能持续超过 1 年，甚至终生，这是梗死区域残留心肌持续缺血和心肌水肿的缘故，病理生理机制和 Wellens 综合征相同，因此两者的心电图有异曲同工之妙（图 11-7）。

Note 室壁瘤的 ST 段抬高是急性心肌梗死的重要鉴别诊断内容之一，特别是患者既往心肌梗死病史不清楚时，很容易误诊为新发心肌梗死。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

表 11-2 心肌梗死部位的心电图定位

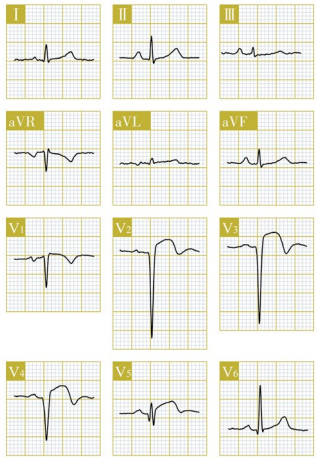
导联	前壁	前间壁	前侧壁	高侧壁	广泛前壁	下壁	正后壁	后侧壁	后下壁	右室
aVL				+	+			+		
Ⅰ				+	+			+		
aVR										
Ⅱ						+			+	
aVF						+			+	
Ⅲ						±			±	
V_1		+			+		∞			+
V_2	±	+	±		+		∞			
V_3	+	±	+		+		∞			
V_4	+		+		+					
V_5	±		+	±	+			±		
V_6			+	±	±			±		
V_7			±				±	+	±	
V_8							+	+	+	
V_9							+	+	+	
V_{3R}										+
V_{4R}										+
V_{5R}										+
V_{6R}										+

+：Q 波、ST 段抬高和 T 波倒置；∞：R 波增高、ST 段压低和 T 波直立；±：可以出现 + 的改变

Note

尽管当前国际心肌梗死指南均未推荐普及 18 导联心电图，不过从临床实用角度看，一次性全面探查心肌缺血范围能够获得更多的信息。

©11m 数字出版，版权所有，侵权必究！



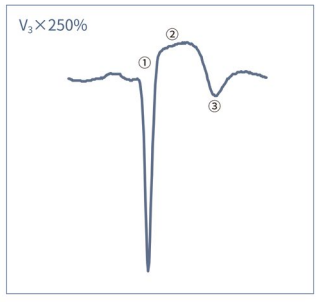


图 11–8 急性心肌梗死的指示性导联

男性，60 岁。胸痛 3 小时入院，肌钙蛋白阳性，临床诊断为 ST 段抬高型广泛前壁心肌梗死，V_1–V_5 导联 ST 段抬高，其余导联未见 ST 段压低，是一份仅有指示性 ST–T 改变的心肌梗死图形。下图是放大的 V_3 导联心电波，可见典型的心肌梗死图形，①病理性 Q 波形成；② ST 段抬高和③缺血性 T 波。接诊 ST 段抬高型心肌梗死患者，若发现 T 波持续直立高耸，提示闭塞血管尚未开通；若发现 T 波正负双相，T 波终末部倒置，提示再灌注期开始

2 心肌梗死心电图定位

笔者建议接诊胸痛患者时，一次性采集 18 导联心电图，全面探查心肌缺血范围，因为常规 12 导联心电图不包括右心室和左心室后壁。

心电图导联根据探查的心肌解剖范围，分为以下导联组：

①高侧壁 Ⅰ、aVL 导联组；
②下壁 Ⅱ、Ⅲ、aVF 导联组；
③前间隔 V_1–V_3 导联组；
④前壁 V_2–V_4 导联组；
⑤前侧壁 V_5–V_6 导联组；
⑥右心室 V_{3R}–V_{5R} 导联组；
⑦左室后壁 V_7–V_9 导联组。

这些导联组对应于冠状动脉分布的心肌，一旦≥ 2 个相邻心电图导联 ST 段抬高满足心肌梗死诊断标准，一方面能够推导梗死心肌范围，另一方面还能推导罪犯血管（表 7–2 和表 11–2）。导联组可以任意两两组合或多种组合，形成临床上不同组合

Note 在一些经典的心电图学和心脏病学教科书中，对应性改变也形象地称为镜像性改变。对应性导联能协助推导罪犯血管。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

模式的多部位心肌梗死。

指示性导联

急性透壁性心肌缺血和梗死时，探查缺血区域的心电图导联 ST 段抬高，能够指示缺血心肌范围和罪犯血管，这些 ST 段抬高的导联称为指示性导联，例如指示前壁心肌梗死的 V_2–V_4 导联 ST 段抬高，指示下壁心肌梗死的Ⅱ、Ⅲ和 aVF 导联 ST 段抬高（图 11–8）。

对应性导联

心脏是一个中空器官，体表心电图记录的是整个心脏的综合电活动。当某处心肌发生透壁性心肌缺血时，心电图 R 波振幅降低、ST 段抬高和 T 波高耸，对侧心肌心电图将会出现 R 波增幅增高、ST 段压低和 T 波倒置等对应性改变，称为对应性导联（图 11–9）。

急性心肌缺血或梗死时，对应性导联伴随的心电图改变，实际是一种电

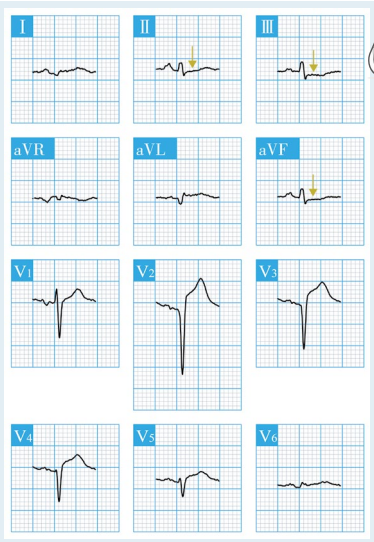


图 11–9　急性心肌梗死的对应性导联

男性，68 岁。胸痛 3 小时入院，肌钙蛋白阳性，临床诊断为 ST 段抬高型广泛前壁和高侧壁心肌梗死。与图 11–8 相比，这份心电图有以下不同：①Ⅱ、Ⅲ和 aVF 导联出现对应性 ST 段压低（草黄色箭头）；②T 波持续直立，无自发性再灌注现象，评估预后较差

表 11–3　常见指示性和对应性导联

指示性导联	对应性导联
高侧壁：Ⅰ、aVL	下壁：Ⅱ、Ⅲ和 aVF
下壁：Ⅱ、Ⅲ和 aVF	高侧壁：Ⅰ、aVL
下壁：Ⅱ、Ⅲ和 aVF	前壁：V_2–V_4
前壁：V_2–V_4	下壁：Ⅱ、Ⅲ和 aVF
后壁：V_7–V_9	前间隔：V_1–V_3
前间隔：V_1–V_2	前侧壁：V_5–V_6

Note 右室和后壁心肌梗死的 ST 段抬高持续时间较短，尽早完善 18 导联心电图有助于捕捉这些特殊部位的心肌梗死。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

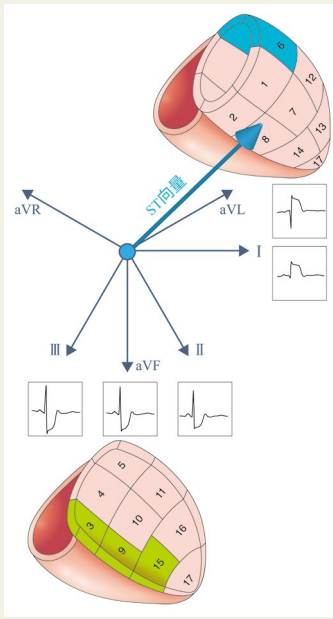


图 11-10 高侧壁和下壁导联对应关系

高侧壁导联（Ⅰ、aVL）位于额面导联系统的左上方，下壁导联（Ⅱ、Ⅲ、aVF）轴朝下，两个导联组互为对应。aVL 导联朝向左上方，Ⅲ导联位于右下方，与 aVL 导联（左上）对应关系最佳；Ⅱ、aVF 导联朝向下方，只能对应 aVL 导联的上下方关系，因此 aVL 导联 ST 段抬高时，常见Ⅲ导联 ST 段压低和 T 波倒置；相反，Ⅲ导联 ST 段抬高时，常见 aVL 导联 ST 段压低伴 T 波倒置

学重构，包括生理性电重构和病理性电重构。生理性电重构只是一种单纯的对应性改变，与患者的预后无关；病理性电重构与不良预后有关，可提示患者存在三支冠脉严重病变、大面积心肌梗死、梗死心肌远端缺血等。

指示性导联的 ST 段抬高和对应性导联的 ST 段压低可以相互抵消，此消彼长。急性透壁性心肌缺血常见指示性和对应性导联的组合见表 11-3。

急性心肌缺血，单纯生理性电重构所致对应性导联 ST-T 改变，存在解剖空间优先性，例如高侧壁 aVL 导联 ST 段抬高，下壁Ⅲ导联对应性 ST 段压低发生率最高，其次为 aVF 导联；下壁Ⅲ导联 ST 段抬高时，高侧壁对应性 aVL 导联 ST 段压低伴 T 波倒置发生率最高。此外，某处心肌可能会在两个导联组出现对应性 ST-T 改变，例如下壁导联单纯生理性电重构，在胸导联对应率最高的是 V_2 导联，在肢体导联对应率最高的是 aVL 导联（图 11-10）。

单纯生理性电重构的 T 波倒置应完全倒置；若

Note 急性心包炎、急性心肌炎、早期复极、室壁瘤等引起的 ST 段抬高，无对应性 ST 段压低，心电图可借此与急性心肌缺血 / 梗死进行鉴别。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

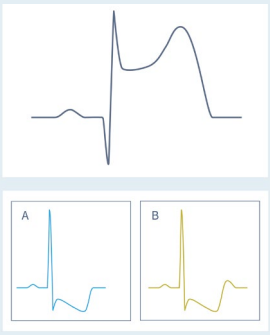


图 11–11 生理性和病理性电重构

单纯生理性电重构，对应性导联 ST 段压低伴 T 波完全倒置（A）；合并病理性电重构时，T 波呈负正双相（B）

发现 T 波负正双相，或跨越对应导联范围，多提示对应性改变合并存在病理性 ST–T 改变，例如下壁导联 ST 段抬高时，胸导联 V_2–V_6 导联均出现 ST 段压低和 T 波倒置，提示合并前壁心内膜下心肌缺血（图 11–11）。

急性心肌缺血 / 梗死独有的指示性和对应性 ST–T 改变现象是区别于其他疾病引起 ST–T 改变的重要心电图鉴别点。不同疾病之间的心电图鉴别应寻找最具突破性的指标。

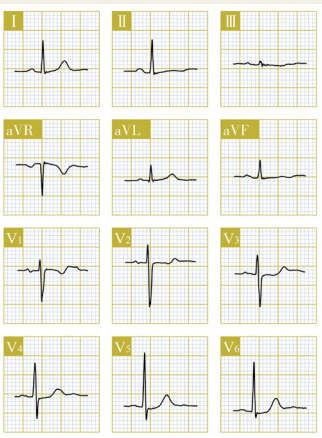


图 11–12 无诊断价值的心梗心电图

男性，83 岁。胸痛 30 分钟入院，肌钙蛋白阳性，临床诊断急性冠脉综合征，但心电图不典型，除 II、III 和 aVF 导联 T 波平坦外，未见明显 ST 段偏移（既无指示性 ST 段偏移，又无对应性 ST 段偏移）。该患者冠状动脉造影最后证实为右冠状动脉中 – 远段闭塞。建议初学者重点阅读典型的心肌梗死心电图，熟练掌握基本的分析技能后，再进一步学习不典型的心电图。当前有过多把时间和精力放在讨论不典型心电图的趋势，这些不典型的心电图大多需要结合临床综合诊断，即使一位高明的心电图阅读者都不能仅凭心电图作出诊断

3 无诊断价值的心电图

心电图是一项对 ST 段抬高型心肌梗死具有确诊

Note

接诊胸痛患者，当心电图完全正常或非特异性改变时，应随访心电图，直至诊断建立，切不可因初期心电图正常而否定心脏疾病。

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！

表 11-4	心肌缺血的心电图分类
Ⅰ型心电图：	能诊断 ST 段抬高型心梗
□ Ⅰa型：	能明确诊断
□ Ⅰb型：	能明确诊断，但存在影响诊断的干扰因素，例如左心室肥厚、完全性左束支阻滞、心室预激、心室起搏节律等
□ Ⅰc型：	诊断可疑，ST 段抬高符合再灌注治疗标准，但很难与其他 ST 段抬高鉴别，例如早期复极、室壁瘤、急性心包炎等，需要冠脉影像学检查明确诊断
□ Ⅰd型：	能明确诊断，ST 段抬高伴 T 波倒置和病理性 Q 波，再灌注期心电图
2 型心电图：	能诊断非 ST 段抬高型急性冠脉综合征，包括不稳定型心绞痛和非 ST 段抬高型心肌梗死
3 型心电图：	不能诊断心肌缺血，心电图呈非特异性 ST-T 改变
4 型心电图：	不能诊断心肌缺血，心电图正常

价值的辅助检查，不过接近 6% 的急性心肌梗死心电图完全正常，20% 心电图为非特异性 ST-T 改变，缺乏诊断价值（图 11-12 和表 11-4）。因此，阅读胸痛患者初次采集的心电图时，首先判断心电图对于急性心肌缺血有无确诊价值；如果没有确诊价值，患者胸痛症状明显，肌钙蛋白阳性，应动态监测心电图，建议每隔 15 ~ 30 分钟采集一次心电图，至少观察 1 ~ 2 小时，直至排除或确诊急性心肌缺血。

当前有条件的医疗机构已经把冠状动脉、肺动脉和主动脉等血管造影 CT 影像列为胸痛三联筛查项目，使胸痛确诊率大大提高，不过也造成部分医疗资源浪费。如果能较好的结合病史和体格检查，则可以对大多数胸痛做出较准确的初步诊断。

始终无诊断价值的急性心肌梗死心电图，主要原因有：小面积梗死；多部位梗死；除了前间隔心肌单独由左前降支供血外，心肌其余部位存在双重或三重供血，当一支冠脉闭塞引起心肌梗死时，交叉供血的冠脉仍能为梗死的心肌提供部分血供，心电图正常或非特异性改变。

杨 峰
安徽皖南医学院弋矶山医院

©11m 数字出版。版权所有，侵权必究！