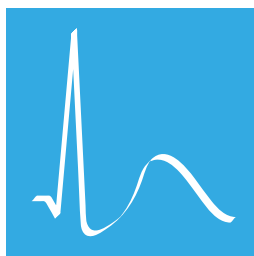




第 17 章

肺部疾病与心电图



很多肺部疾病到了中晚期，继发性肺动脉高压形成，右心后负荷增加，右心室肥厚，失代偿后右心室扩张，右心房异常，缺氧引起房性和室性期前收缩、ST-T 改变等，常见于慢性阻塞性肺病、职业性肺部疾病晚期、经久不愈的肺结核、间质性肺病等。气胸本身不会对心脏造成器质性损害，但胸部大量气体会影响心电波的传导，也会出现异常心电图。大面积的肺栓塞是一种威胁生命的疾病，右心后负荷急剧增加，能骤然引起显著的心电图异常。

1 低电压

6个肢体导联的QRS

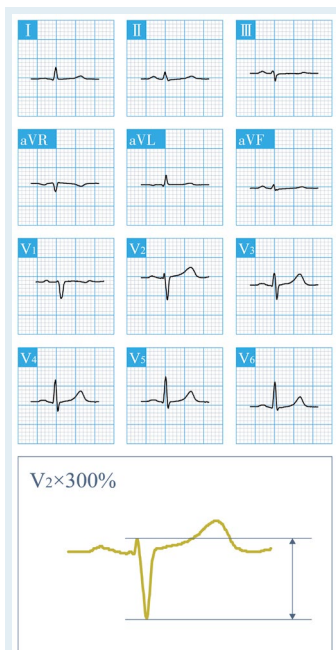


图 17-1 真性低电压

女性，37岁。临床诊断室间隔缺损。心电图示窦性心律，肢体导联QRS波振幅均 $<5\text{mm}$ ，胸导联均 $<10\text{mm}$ ，肢体导联T波振幅最高 1mm ，因低QRS电压，仍属于正常T波振幅（ $>$ 同导联R波振幅 $1/10$ ）。患者临床无其他疾病，考虑低电压为正常变异。下图是放大300%的 V_2 导联心电图，评估低电压是测量整个QRS波振幅，从R波波峰至S波谷底（天灰色箭头），而并非只测量R波振幅

波振幅均 $<5\text{mm}$ ，称为肢体导联低QRS电压（以下简称低电压）；6个胸导联的QRS波振幅均 $<10\text{mm}$ ，称为胸导联低电压。肢体导联联合胸导联均为低电压，称为真性低电压（图17-1）。

12导联心电图中，只有6个肢体导联出现低电压，称为肢体导联低电压；当仅有5个肢体导联出现低电压时，称为肢体导联低电压趋势（图17-2）。值得注意的是，三个标准肢体导联（I、II和III）或三个加压单极肢体导联（aVR、aVL和aVF）的QRS振幅之和 $<15\text{mm}$ ，也能诊断为肢体导联低电压。同理，只有6个胸导联出现低电压，称为胸导联低电压；当仅有5个胸导联出现低电压时，称为胸导联低电压趋势。

低电压发生的机制

QRS波是心室除极波，经过肺部气体、胸部组织和皮肤传导至体表。当心



心电图的P波、QRS波、T波的振幅均有正常值下限，临床应用最多的是低QRS波电压和低T波电压。U波异常一般指U波振幅增大和倒置。

室肌大面积坏死丢失或一过性功能障碍，除极心肌量减少，产生低振幅 QRS 波，常见于急性心肌缺血、扩张型心肌病等。原发性心电除极电势丢失多数属于病理性，少数属于生理性，例如老龄和正常变异。

心室除极正常，当心电传导遭遇“阻力”衰减，体表探查电极只能采集到微弱的心电流，产生低 QRS 电压，常见于肺气肿、胸腔积液、心包积液等，多数属于病理性，少数属于生理性，例如肥胖。

1956 年，美国学者 Brody 发现心电图 R 波振幅与心室容积有关。出血、低血容量、大面积烧伤等引起心室容积减少的情况，会导致心电图低 QRS 电压，称为 Brody 效应。

正常健康人群中的低电压发生率 1.5% ~ 3%，机制不明。临床常见心电图低电压原因见表 17-1。

■ 胸腔积液和心包积液

当存在大量胸腔积液

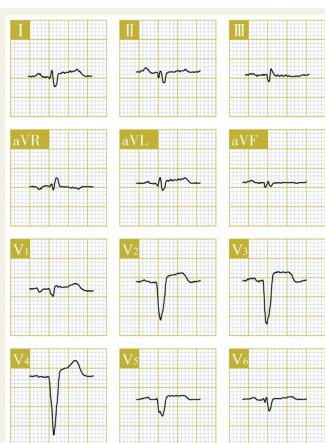


图 17-2 肢体导联低电压

男性，65 岁。临床诊断 ST 段抬高型广泛前壁、高侧壁和下壁心肌梗死。心电图示窦性心律，肢体导联 QRS 波振幅均 <5mm，判读为肢体导联低电压；胸 V_2 — V_4 导联 QRS 波振幅 >10mm，胸导联不能判读为低电压。结合病史，该病例的肢体导联低电压与心肌严重缺血引起的广泛心肌梗死，心室除极电势丢失有关。心电图诊断：①窦性心律；②电轴不确定；③ ST 段抬高型广泛前壁、高侧壁和下壁心肌梗死；④非特异性室内传导障碍；⑤肢体导联低电压。心肌梗死是临床常见低电压的原因之一，QRS 波振幅降低通常出现于梗死相关导联。当下壁心肌接受左前降支末端供血时，左前降支闭塞也会引起下壁心肌梗死。

或心包积液，心电流穿过积液区时不断衰减，心电图低电压形成，包括低 P-QRS-T 电压。

值得注意的是，诊断低电压必须排除心电图采集时，定准电压被设置成减半模式（5mm/1mV）。



表 17-1 常见低电压的原因

生理性

☐ 正常变异☐ 肥胖

医源性

☐ 心电图定标电压减半

心脏疾病

☐ 心肌梗死☐ 暴发性心肌炎☐ 扩张型心肌病☐ 心力衰竭终末期☐ 浸润性心肌病☐ 甲状腺功能减退症

心包疾病

☐ 心包积液☐ 心包填塞☐ 缩窄性心包炎☐ 心包积气

心外疾病

☐ 肺气肿☐ 气胸☐ 胸腔积液☐ 水肿☐ 皮下气肿

降，血压下降，反射性引起窦性心动过速。

积液压迫心脏，心脏正常舒张和收缩时的转位、摆动受到限制，心电图会记录到一种特殊的心电现象——电交替。胸腔积液或心包积液出现的电交替，在抽取积液后消失，一旦再次出现，提示病情反复。

■ 电交替

电交替是心脏节律点位置未发生变动的情况下，全部或部分心电波的形态、振幅出现周期性改变。全部心电波发生的周期性改变，称为完全性电交替；部分心电波发生的周期性改变，称为不完全性电交替，最常见的是 QRS 波电交替，其次为 P 波电交替，通常为 2 : 1 交替，有时为 3 : 1 ~ 4 : 1 交替。心包积液患者出现电交替，提示大量心包积液或心包填塞，抽取积液后，电交替现象消失（图 17-3）。

积液压迫心脏，影响心脏舒张功能，每搏量下

急性缺血、先天性长 QT 综合征、恶性室性心律



心包积液、急性心肌缺血、恶性心律失常、严重酸碱失衡和电解质紊乱、终末期心力衰竭等情况下发生的电交替，多提示患者循环和心电不稳。



图 17-3 电交替

女性，40 岁。临床诊断心包填塞。心电图示窦性心动过速，频率 142bpm，II 导联 QRS 波形态呈 qrs 形和 qR 形交替，相应的 V₃ 导联呈 qs 形和 qRs 形交替，交替比例 2 : 1。P 波、ST 段和 T 波未见交替

失常等患者，还能见到 ST 段电交替、T 波电交替和 U 波电交替，例如 ST 段抬高和压低交替，ST 段长度交替，T 波振幅交替，U 波振幅交替，U 波直立和倒置交替等（图 17-4）。复极波电交替多提示患者心电不稳，临床有发生恶性室性心律失常的风险，

应严密监护患者心电。

心动过速时常见 QRS 波电交替，多为 QRS 波振幅、局部形态交替，心动过速发作终止后消失。

2

慢性肺源性心脏病

慢性肺源性心脏病是

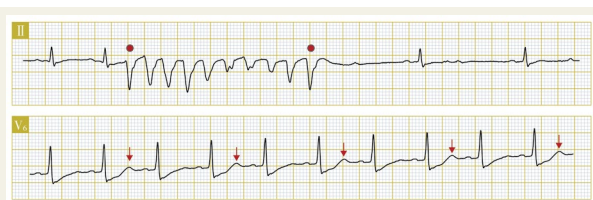


图 17-4 电交替

II 和 V₆ 导联为非同步记录心电图。男性，76 岁。临床诊断 ST 段抬高型前壁心肌梗死。心电监护发现 V₆ 导联 ST-T 电交替，T 波正向部分交替出现（红色箭头）。患者反复发作多形性室性心动过速，II 导联红色圆圈之间的心搏为多形性室性心动过速

器质性心脏病患者在随访过程中，心电图出现进行性低电压，提示心肌丢失，是预后不佳的心电图表现之一。



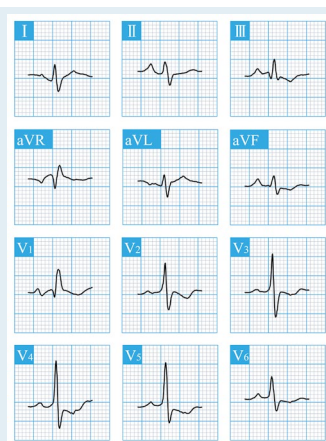


图 17-5 慢性肺源性心脏病

男性，68岁。临床诊断慢性肺源性心脏病，慢性阻塞性肺病急性加重期。心电图示窦性心律；电轴右偏 $+90^\circ$ ； V_1 导联R波振幅5.5mm， V_5 导联S波振幅4.5mm，振幅标准接近右心室肥厚诊断标准，观察到 V_1 导联QRS波呈qR形，考虑右心室肥厚。心电图诊断：①窦性心律；②电轴右偏；③右心室肥厚；④ST-T改变，请结合临床。 V_2 导联QRS波呈RS形，R波/S波振幅比值 >1 ，移行区明显右移，酷似重度逆钟向转位，为肥厚右心室占据整个心前区所致。广泛性ST段压低和T波倒置不仅与肥厚右心室继发性复极改变有关，也可能是心肌严重缺氧、酸中毒、细菌毒素损害心肌的表现

临床常见的右心系统疾病，继发性肺动脉高压形成后，右心后负荷增加，右心室肥厚，失代偿后右

心室扩张，右心房异常，主要的心电图改变：

①右心房异常：合并左心疾病时，出现双心房异常心电图改变。

②电轴右偏：显著右偏时，额面电轴位于右上象限或左上象限。

③右心室肥厚：R波振幅增高的标准有 V_1 导联R波振幅 $>6\text{mm}$ ， aVR 导联R波振幅 $>4\text{mm}$ ， V_5 导联S波振幅 $>10\text{mm}$ ， $R_{V1}+S_{V5}>10.5\text{mm}$ ；或 V_1 导联R波振幅虽然未达标，但出现qr、qR图形（图17-5）。

④顺钟向转位： V_1-V_3/V_6 导联QRS波呈rS形， r/S 振幅比值 <1 ，常见于合并肺气肿的患者，既往认为是一种右心室肥厚的图形，2009年美国心电图解析指南认为不能据此诊断为右心室肥厚，除非前述R波和S波电压达到右心室肥厚的心电图诊断标准（图17-6）。

⑤低电压。



很多慢性阻塞性肺病患者，临床合并左心疾病，例如高血压、先天性心脏病、冠心病等，心电图表现更为复杂。



⑥病理性 Q 波：严重右心室肥厚时，可以在任何导联出现病理性 Q 波，系重度右心室肥厚引起心脏转位，初始心室除极方向改变所致（图 17-7）。

⑦房性心律失常：房性期前收缩，紊乱性房性心动过速，心房颤动等。

⑧室性心律失常：严重缺氧时可见频发室性期前收缩和短阵室性心动过速，缺氧纠正后这些室性心律失常可自行消失。

■ 假性电轴左偏

右心室肥厚时，额面电轴初期位于右下象限，心电图右偏；随着右心室肥厚的不断加重，额面电轴可以位于右上象限（多数位于 $+240^{\circ} \sim +270^{\circ}$ ），II 导联和 III 导联 QRS 波呈 rS 形，酷似左前分支阻滞图形，看似电轴左偏，实际为右心室肥厚引起的显著电轴右偏，称为假性电轴左偏（图 17-8）。

右心室肥厚时，心电图位于右上象限，平行于

II 导联轴的负侧，II 导联 S 波振幅 $>$ III 导联；而左前分支阻滞时，心电图位

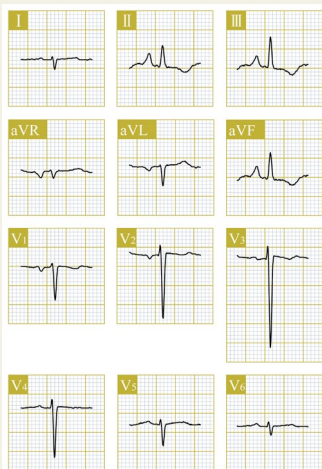


图 17-6 慢性肺源性心脏病

男性，76 岁。临床诊断慢性阻塞性肺病，慢性肺源性心脏病。心电图示窦性心律；II 导联 P 波振幅 3mm； $V_1 \sim V_6$ 导联 QRS 波均呈 rS 形， V_6 导联 r/s 波振幅比值 < 1 ，其余 R 波和 S 波振幅未达到右心室肥厚的诊断标准。心电图诊断：①窦性心律；②电轴右偏；③右心房异常；④重度顺钟向转位；⑤ T 波改变，请结合临床。这是一份典型的慢性肺源性心脏病心电图， $V_1 \sim V_6$ 导联 QRS 波群均呈 rS 或 rs 模式， V_5 或 V_6 导联 r/S、r/s 振幅比值 < 1 ，重度顺钟向转位，这与肺气肿引起肺容积增大，横膈下降有关，不能据此图形诊断右心室肥厚。有时，低一肋间描记胸导联可能记录到 R 波振幅正常递增

严重右心室肥厚可在高侧壁、下壁和前壁导联组出现病理性 Q 波，酷似陈旧性心肌梗死，单靠心电图很难鉴别。



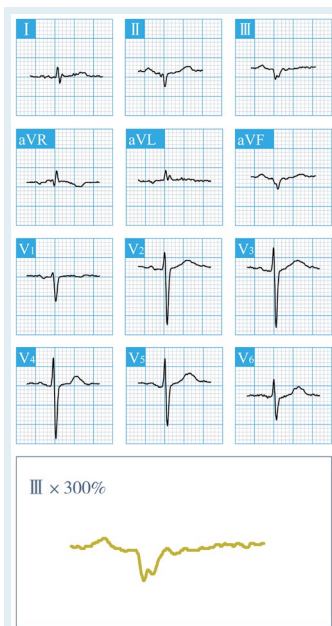


图 17-7 慢性肺源性心脏病

男性，58岁。临床诊断慢性阻塞性肺病，肺源性心脏病。心电图示窦性心律，电轴左偏 -90° ，II、III、aVF导联QRS波均呈碎裂QS形， $S_{II} > S_{III}$ ，考虑假性电轴左偏，勿诊断为左前分支阻滞。V₁-V₆导联r/S波振幅比值 <1 ，重度顺钟向转位，V₁导联r波振幅1mm，S_{V5}振幅10.5mm， $R_{V1} + S_{V5} = 11.5\text{mm}$ 支持右心室肥厚。心电图诊断：①窦性心律；②电轴极度右偏；③病理性Q波，见于II、III、aVF导联，请结合临床；④右心室肥厚；⑤重度顺钟向转位；⑥肢体导联低电压。追问病史，患者无心肌梗死病史，门诊冠状动脉CT检查证实冠状动脉无狭窄。

于左上象限，平行于III导联轴的负侧，III导联S波振幅 $>$ II导联，II导联和III导联S波振幅比值是判断假性电轴左偏和左前分支阻滞的心电图指标。

右心室肥厚引起的假性电轴左偏（图17-8所示蓝色向量环），额面电轴从右下象限顺钟向旋转（蓝色虚线箭头），最大额面向量多数平行于II导联轴负侧，因此 $S_{II} > S_{III}$ ；相反，左前分支阻滞时，额面电轴从左下象限逆钟向运行，最大额面向量多数平行于III导联轴负侧，因此 $S_{III} > S_{II}$ 。

同理，假性电轴左偏时，额面最大向量偏向aVR导联，aVR导联R波振幅 $>$ aVL导联；最大P向量朝向下方，II、III、aVF导联P波振幅增高，容易诊断右心房异常；aVL导联P波倒置，I导联P波振幅低矮；由于QRS向量环位于右上象限，I导联轴容易出现S波，I、II、III三个标准肢体



右心室肥厚假性电轴左偏时，横面QRS终末部向量环朝右、后方，背离V₅、V₆导联，V₅、V₆导联出现深S波，重度顺钟向转位。

导联同时出现 S 波，称为 $S_I S_{II} S_{III}$ 综合征。

$S_I S_{II} S_{III}$ 综合征

当额面 QRS 向量环终末部位于 $-90^\circ \sim -150^\circ$ 区间时（参见图 17-8），同时投影在 I、II、III 三个标准导联的导联轴负侧，I、II 和 III 导联出现 S 波，称为 $S_I S_{II} S_{III}$ 综合征。

20% 的正常人心电图可以出现 $S_I S_{II} S_{III}$ 图形，可能与右心室流出道、室间隔后基底部的终末部除极电势较大有关， V_1 导联 QRS 波可呈 rsR' 图形。

慢性阻塞性肺病、先天性心脏病、急性肺栓塞等引起右心室流出道肥厚、扩张时，心电图可出现 $S_I S_{II} S_{III}$ 图形。慢性阻塞性肺部疾病患者，15% 伴有假性电轴左偏，5% 伴有 $S_I S_{II} S_{III}$ 图形。

前壁心肌梗死（特别是心尖梗死）和直背综合征患者的心电图也能出现 $S_I S_{II} S_{III}$ 图形。

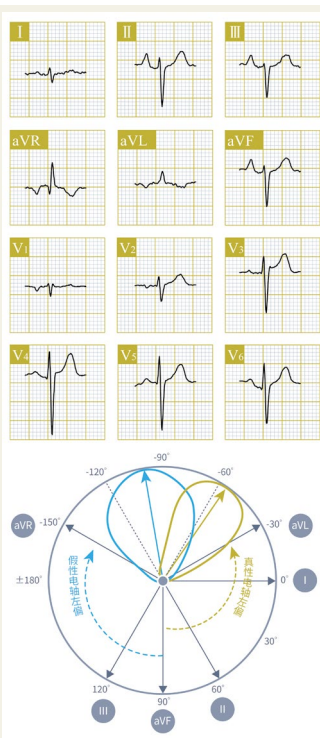


图 17-8 慢性肺源性心脏病

男性，58 岁。临床诊断慢性阻塞性肺病，肺源性心脏病。心电图示窦性心律，无人区电轴（查表法为 -91° ，位于右上象限），II 和 III 导联 QRS 波均呈 rS 形，但 $S_{II} > S_{III}$ ，为假性电轴左偏，勿诊断为左前分支阻滞。 V_1-V_6 导联 r/S 波振幅比值 < 1 ，重度顺钟向转位，aVR 导联 R 波振幅 $> 4\text{mm}$ ， S_{V5} 振幅 12.5mm 等支持右心室肥厚。心电图诊断：①窦性心律；②电轴极度右偏；③右心房异常；④右心室肥厚；⑤重度顺钟向转位

$S_I S_{II} S_{III}$ 综合征的诊断标准尚有争议，一些观点认为无论 S 波振幅如何，一些观点认为 S 波振幅应 $\geq 3\text{mm}$ 。





表 17-2 急性肺栓塞心电图

心脏转位

☐ 电轴右偏 (16%)☐ 电轴左偏☐ 顺钟向转位

突发右心室负荷过重

☐ 右心室扩张：新发完全性或不完全性右束支阻滞 (18%)☐ 右心室肥厚： V_1 导联 R 波振幅突然增加，新发 qR 波和 V_1 导联 R/S 振幅比值 >1 ☐ 新发 $S_1 Q_1 T_1$ 图形 (20%)☐ 新发 $S_1 S_2 S_3$ 图形

突发右心房负荷过重

☐ 右心房异常 (9%)

复极改变

☐ 右胸导联 (V_1-V_3) 合并下壁导联 (II、III、aVF) T 波倒置☐ 严重者 T 波倒置波及左胸导联 (V_4-V_6)☐ 右胸导联 ST 段抬高☐ 非特异性 ST-T 改变

心律失常

☐ 窦性心动过速 (44%)☐ 房性期前收缩☐ 房性心动过速☐ 心房颤动☐ 阵发性室上性心动过速

3

急性肺栓塞

急性肺栓塞是一种危及患者生命安全的急症，三个月死亡率接近 15%，临床症状主要是胸痛、呼吸困难、咯血等；下肢疼痛或肿胀时，要高度怀疑下肢深静脉血栓形成。血栓进入肺循环后，堵塞肺动脉主干或分支，右心后负荷短时间里急剧增加，右室扩大，右房压力增高，缺氧引起窦性心动过速。

85% ~ 90% 的急性肺栓塞心电图异常，多数心电图改变是非特异性的，众多的“非特异性心电图改变”同时出现，结合患者症状，需怀疑急性肺栓塞可能 (表 17-2)。

■ 突发右心负荷过重

胸痛、呼吸困难的患者伴心电图突发右心负荷过重改变时，要警惕急性肺栓塞，特别是有下肢深静脉血栓形成高危因素的患者。右胸导联 T 波倒



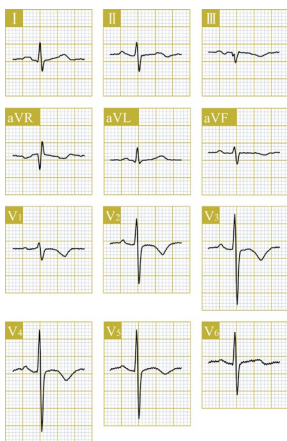
Note 急性肺栓塞可引起 V_1-V_3 右胸导联新发病理性 Q 波、ST 段抬高和 T 波倒置，肌钙蛋白阳性，容易误诊为 ST 段抬高型前间壁心肌梗死。

置是最常见的心电图改变（34%），左胸导联 T 波倒置是大面积肺栓塞的心电图标志（图 17-9）。

急性肺栓塞时，右心室压力和容量超负荷，右心室几何形态改变，电轴显著右偏，I 导联出现 S 波，III 导联出现 Q 波伴 T 波倒置，称为 $S_I Q_{III} T_{III}$ 图形。这种图形曾认为是急性肺栓塞的标志性心电图，但发生率仅有 20%，一旦出现需高度怀疑急性肺栓塞（图 17-10）。

■ III 和 V_1 导联 T 波倒置

急性肺栓塞时，右心



急性肺栓塞患者患者，心电图 V_1 导联 S 波振幅极低、ST 段抬高以及合并完全性右束支阻滞，提示预后不佳。

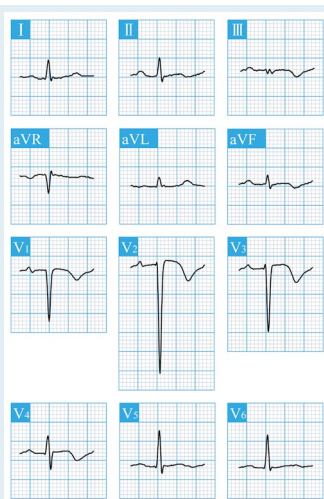
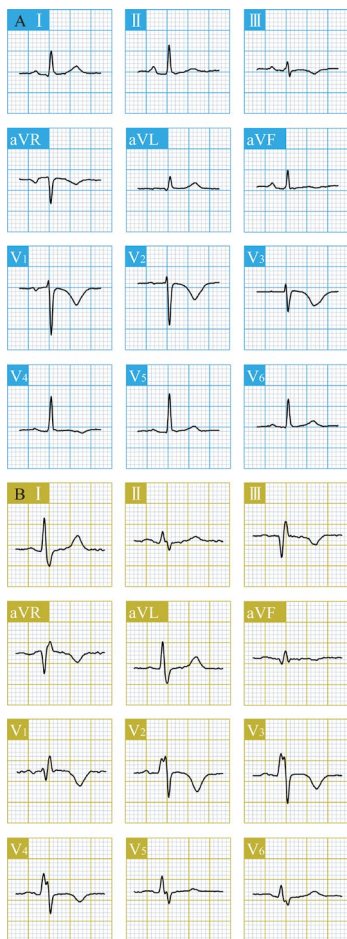


图 17-9 急性肺栓塞

男性，43 岁。因胸痛、呼吸困难 2 小时入院。心电图示窦性心律，II、III、aVF、 V_1 - V_4 导联 T 波倒置。心电图诊断：①窦性心律，② T 波改变，请结合临床。急诊肺血管 CT 扫描提示双侧肺动脉主干栓塞。患者的 V_1 - V_4 导联 T 波倒置不要误诊为持续性幼年 T 波倒置，通常后者胸导联 T 波倒置不会超过 V_3 导联，也不会出现 II、III、aVF 导联 T 波倒置，临床有胸痛、呼吸困难等症状，应考虑急性右心室负荷过重引起的右胸导联 T 波倒置。

图 17-10 急性肺栓塞

男性，65 岁。因胸痛 1 小时入院，临床诊断急性肺动脉主干栓塞。注意 V_1 - V_5 导联广泛性 T 波倒置，提示病情较重；I 导联 QRS 波出现 S 波，III 导联 QRS 波呈 QS 形伴 T 波倒置，典型的 $S_I Q_{III} T_{III}$ 图形。



室负荷急剧增加，右心室缺血等病理生理改变可引起肌钙蛋白升高。

胸痛、肌钙蛋白阳性和心电图 V_1 - V_3 导联 T 波倒置的患者，需要鉴别急

图 17-11 急性肺栓塞

两例均为大面积急性肺栓塞，患者有胸痛、呼吸困难症状，心电图 T 波倒置，肌钙蛋白阳性，临床拟诊断非 ST 段抬高型心肌梗死或急性肺栓塞。注意这两份心电图均存在 III 导联和 V_1 导联联合 T 波倒置现象，支持诊断急性肺栓塞。此外，图 B 的 I 导联 QRS 波出现 S 波，III 导联 QRS 波呈 Qr 形，典型的 $S_1Q_3T_3$ 图形， V_1 导联 QRS 波呈 $rsr's'$ 形，时限 $\geq 120ms$ ，I、 V_5 - V_6 导联有宽钝的 S 波，合并完全性右束支阻滞

性冠状综合征和急性肺栓塞。急性冠状综合征的患者，仅有 1% 心电图出现 III 导联和 V_1 导联 T 波联合倒置，而急性肺栓塞时，III 导联和 V_1 导联 T 波联合倒置的发生率接近 90%，该指标诊断急性肺栓塞的特异度为 99%，机制是 III 导联探查的心肌是下壁右侧，右心室急剧扩张时无疑会同时影响该处心肌的复极（图 17-11）。