

臨床心電圖入門

ABC of Clinical Electrocardiography



原著

Francis Morris
June Edhouse
William J Brady
John Camm

編譯

古偉裕

高雄長庚醫院內科醫師
忠孝醫院耳鼻喉科總醫師



BMJ Books
合記圖書出版社 發行

臨床心電圖入門

ABC of Clinical Electrocardiography



原著

Francis Morris
June Edhouse
William J Brady
John Camm

編譯

古偉裕

高雄長庚醫院內科醫師
忠孝醫院耳鼻喉科總醫師



BMJ Books
合記圖書出版社 發行

ABC of Clinical Electrocardiography

By Francis Morris
June Edhouse
William J Brady
John Camm

ISBN 0-7279-1536-3

Copyright © BMJ Publishing Group Limited 2003.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording and/or otherwise, without the prior written permission of the publishers.

Copyright © 2005 by Ho-Chi Book Publishing Co.

All rights reserved. Published by arrangement with BMJ Publishing Group Limited.

Ho-Chi Book Publishing Co.

Head Office	322-2, Ankang Road, NeiHu Dist., Taipei 114, Taiwan, R.O.C. TEL: (02)2794-0168 FAX:(02)2792-4702
1st Branch	249, Wu-Shing Street, Taipei 110, Taiwan, R.O.C. TEL: (02)2723-9404 FAX:(02)2723-0997
2nd Branch	7, Lane 12, Roosevelt Road, Sec. 4, Taipei 100, Taiwan, R.O.C. TEL: (02)2365-1544 FAX:(02)2367-1266
3rd Branch	120, Shih-Pai Road, Sec. 2, Taipei 112, Taiwan, R.O.C. TEL: (02)2826-5375 FAX:(02)2823-9604
4th Branch	24, Yu-Der Road, Taichung 404, Taiwan, R.O.C. TEL: (04)2203-0795 FAX: (04)2202-5093
5th Branch	1, Pei-Peng 1st Street, Kaoshiung 800, Taiwan, R.O.C. TEL: (07)322-6177 FAX:(07)323-5118
6th Branch	632, ChungShan Road, Hualien 970, Taiwan, R.O.C. TEL: (03)846-3459

本書經原出版者授權翻譯、出版、發行；版權所有。
非經本公司書面同意，請勿以任何形式作翻印、攝影、
拷錄或轉載。

序言 (Preface)

心電圖的判讀分析與對於心電圖形的辨認有關。本書以18個章節來討論在緊急醫療時，所可能遇到的各種重要心電圖形。不論您是初學者或是經驗豐富的醫療人員，都希望為您在臨床應用上提供相關幫助。

Francis Morris
Sheffield

譯者序 (Preface)

對許多醫護人員來說，從實習開始，就常被訓練要會看從病人身上可能得到的無字天書，以期能迅速作出合理的診斷，解決病患的問題。也許您並非是內科或心臟科的醫護人員，而較少接觸到心電圖。但卻不可否認的，在臨床上，照顧任何科別的病患，對於心血管的疾病及其他存在的嚴重問題，都可能緊急出現在任何病患身上，讓您手忙腳亂。倘若平時有備無患，把照顧病患重要的基本功練好，對於心電圖初步判讀有概念，將使您能夠從這張薄薄的心電圖紙上，得到重要的線索並即時破案獲得診斷，必能於當下給予病患保命之助。

感謝合記圖書出版社提供機會讓我們接觸到這本好書，提供最新的心電圖基本常識，不論是初學者或是已投入於臨床醫療的夥伴們，多少都可以從這裡得到溫故而知新的訊息，閱讀此書，有病可治病，無病可強身。而有志於研究心電圖的年輕醫師們，則不可自限於此書內容，仍應多方參考，精益求精。

譯者曾於醫學中心內科任職住院醫師，目前於耳鼻喉科服務，以照顧內外科系病患的個人經驗來看，心電圖的使用，仍將會是非常頻繁且重要的工具。譯者利用閒餘，盡量將本書以其文章原意傳達出來，希望對有興趣從事醫療的朋友有所裨益。若對於本書有任何寶貴意見，請把缺點告訴我們，並將優點告訴大家。

古偉裕

目錄 (Contents)

序言	iii
譯者序	v
1. 概論 I：導極、心率、節律和心軸	1
2. 概論 II：心電圖學基本名詞	5
3. 心搏徐緩和房室傳導阻斷	9
4. 心房性心律不整	13
5. 交界性心搏過速	17
6. 寬波性心搏過速：第一部份	21
7. 寬波性心搏過速：第二部份	25
8. 急性心肌梗塞：第一部份	29
9. 急性心肌梗塞：第二部份	33
10. 心肌缺血	37
11. 運動耐力試驗	41
12. 影響右心的一些狀況	45
13. 影響左心的一些狀況	49
14. 非主要影響心臟的一些狀況	53
15. 小兒心電圖	57
16. 心跳停止節律	61
17. 心率調節器與心電圖	66
18. 心包膜炎、心肌炎、藥物的效應和先天性心臟病	70
索引	75

第一章 概論 I：導極、心率、節律和心軸

(Introduction I: Leads, rate, rhythm, and cardiac axis)

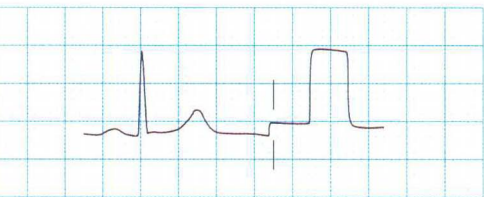
Steve Meek , Francis Morris

心電圖 (electrocardiography) 是基本心血管功能評估的一部份，對於心律不整的檢查而言，是非常重要的工具，而且在像是心肌梗塞 (myocardial infarction) 之類的心臟疾病診斷上，有很大的幫助。熟悉心電圖上各種正常的組成型態及瞭解一些非心因性疾病對於心電圖所造成的影響，非常的重要。

心肌之所以能夠表現出收縮和舒張的動作，主要是來自心肌細胞的去極化 (depolarisation) 與再極化 (repolarisation) 過程。藉由位於四肢和胸壁上的導極，可以記錄到來自心臟的電氣變化，然後在圖紙上轉換成心電圖表 (electrocardiogram) (簡稱 ECG)。

竇房結 (sinoatrial node) 是天生的體內心率調節器，它能夠啓動心房本身的去極化，然後藉由房室結 (atrioventricular node) 把神經衝動傳入心室，再由特化的希氏-蒲金耶 (His-Purkinje) 傳導系統，協調地將神經衝動傳佈到整個心室壁上。因此，在房室結稍微停頓後，心房的收縮就緊接著產生心室快速且協調的收縮。

心電圖表 (ECG) 以每秒鐘 25 毫米 (mm) 的速度，被記錄在標準的表格紙上。紙張上有許多大方格，每個大方格有 5 毫米 (mm) 寬，所以需要 0.2 秒鐘的時間來通過一個大方格，每個大方格又可以再分成五個小方格，小方格寬 1 毫米 (mm)，所以記錄一個小方格需要花費 0.04 秒鐘的時間。

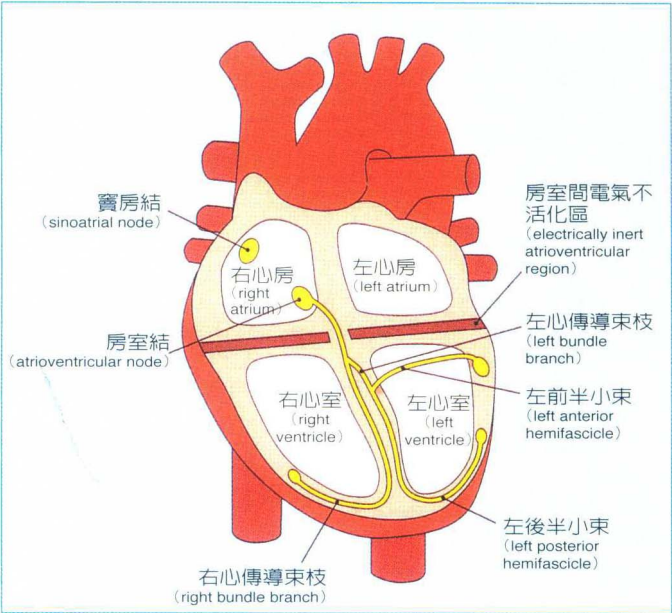


速度 (speed) : 25 mm/s 獲得電位量 (gain) : 10 mm/mV
校正過的標準訊號 (standard calibration signal)

心電圖記錄電氣的活動是以毫伏特 (mV) 來作為單位，機器經過設定後能夠把 1 毫伏特 (mV) 的訊號強度，轉換成讓指針垂直移動 1 厘米 (cm)，若以此為標準，則波幅就能夠視為：0.1 毫伏特 (mV) = 1 毫米 (mm) = 一個小方格的寬度。

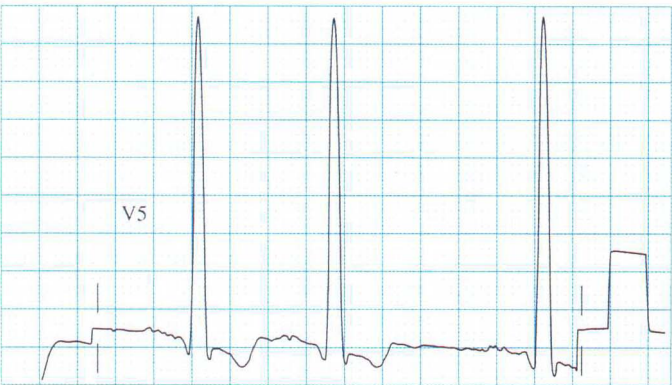
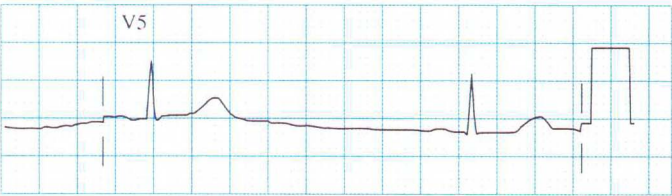
記錄在各導極上的波幅受到心肌質量 (mass)，去極化的淨向量值 (vector)，傳導介質 (intervening tissue) 的厚度和屬性，以及電極與心肌之間的距離所影響。例如，心室肥大 (ventricular hypertrophy) 的病人因為具有較大的心肌質量，就有可能會出現較大的波幅；如果有心包膜積水 (pericardial fluid)，肺氣腫 (pulmonary emphysema)，或肥胖 (obesity) 的情況，電流傳導的阻力就會增加，因此波幅也就會跟著降低。

心電圖上的偏移方向，由神經衝動是往靠近或是遠離此電極的方向來決定。理論上，神經衝動如果是往電極的方向前進，則會產生一個相對於等電位基準線 (isoelectric baseline) 向上 (正向) 的偏移；然而若神經衝動是往遠離電極的方向離去，則會產生一個相對於等電位基準線的向下 (負向) 偏移；若去極化波的方向與相對於電極的方向互相垂直，則會產生一個正負波等相的偏移。



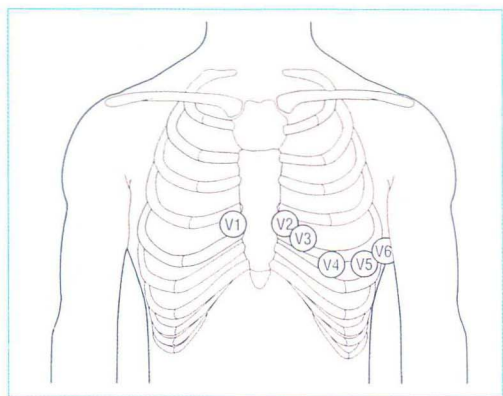
希氏-蒲金耶傳導系統 (the His-Purkinje conduction system)

在本書裡，波週期與時間的相關性是
0.04 秒 = 1 毫米 (mm) = 一小方格長



體質和疾病對於 QRS 複合波振幅的影響。
上圖：甲狀腺功能低下 (hypothyroidism) 的肥胖女病患表現出低的 QRS 複合波振幅。
下圖：高血壓 (hypertensive) 男病患表現出高 QRS 複合波振幅。

六個前胸壁導極（V1~V6）能夠從水平面上“觀測”心臟的狀況。來自四肢電極的訊息，能夠被整合成六個肢端導極（I，II，III，aVR，aVL，和aVF），從垂直面上觀測心臟的狀況。而這總共十二個導極的訊息，就能夠被整合成標準的心電圖。



標準十二導極心電圖的六個胸導電極位置。V1：右胸骨邊緣與第四肋間交界處；V2：左胸骨邊緣與第四肋間交界處；V3：介於V2和V4之間；V4：鎖骨中線和第五肋間交界處；V5：前腋下線和V4與V6之間水平線交界處；V6：中腋下線與V4水平線交界處。

導極的排列位置能夠表現出與下列解剖位置的相關性：像是第二，第三，aVF導極（lead II，III，aVF）能夠觀察心臟的下表面；第一至第四胸前導極（V1 to V4）可以觀測心臟的前表面；第一導極（lead I），aVF導極，第五，第六胸前導極（V5，V6）可以檢查心臟的外側面；第一胸前導極（V1）和aVR導極可以從右心房直接觀測入左心室腔。

心率 (rate)

“心搏過速 (tachycardia)”是用來描述當心跳速率大於每分鐘100下的狀況，而“心搏徐緩 (bradycardia)”的定義則是心跳速率小於每分鐘60下（或是在睡眠期間小於每分鐘50下）。

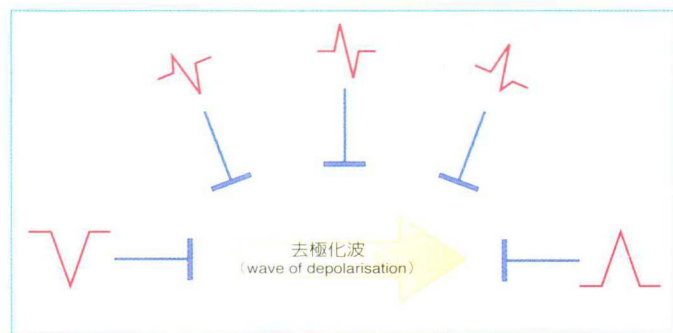
要記錄圖紙上一大方格需要花費0.2秒的時間；所以每秒鐘可以記錄5個大方格，也就是每分鐘能夠記錄300個大方格。因此當心率規則時，紙張的速率若維持在每秒鐘25毫米（mm）的情況下，就能夠藉由用300來除以界於兩個相連續R波之間的大方格數來計算獲得心跳的速率值。另外，也可以藉由用1500來除以界於兩個相連續R波之間的小方格數來算出心跳的速率。

在有些國家地區的心電圖是採用每秒鐘50毫米（mm）的速度作為標準；因此，同理地，心跳的速率能夠藉由用600來除以界於兩個相連續R波之間的大方格數來獲得，也可以藉由用3000來除以界於兩個相連續R波之間的小方格數來算出。

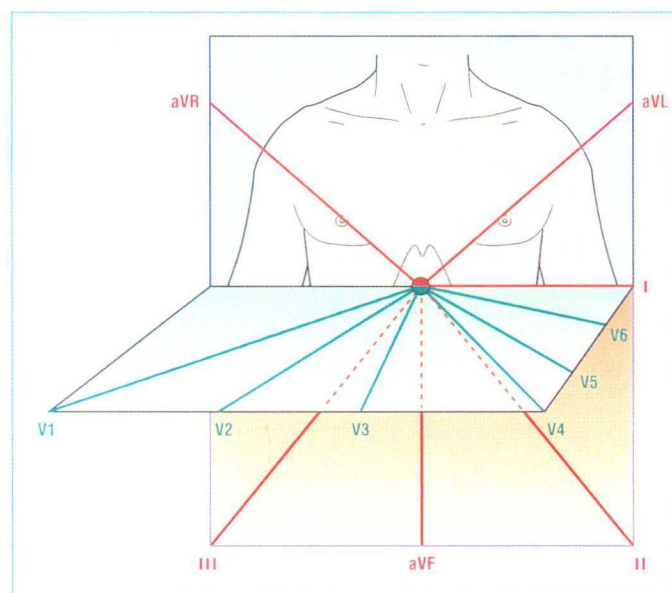
“心率量尺 (rate ruler)”有時候也可以用來測量心電圖上的心率；藉由2到3個R波之間的距離平均值，來量算出心率數。

當使用“心率量尺”時，必須要根據紙張校正後的速率（每秒鐘25mm或是50mm）來作正確的比例換算；計算在其中的心跳數目（例如兩個或三個），並限制在規則的心節律下進行測量。

當出現不規則的心節律時，心跳速率可以藉由節律紙帶 (rhythm strip)（見下一段）來計算，一秒鐘可以記錄2.5厘米



去極化波。在不同導極上的QRS波形狀決定於導極與去極化波來源的相對方向。

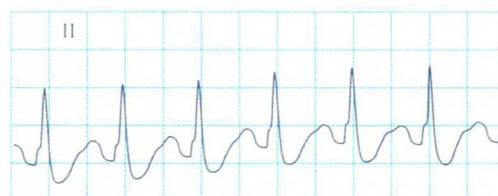


導極在垂直面與水平面的視角圖。肢端導極 (limb leads) 從垂直面來檢測心臟，而胸前導極 (chest leads) 從水平面檢測心臟。

標準十二導極心電圖上導極與心臟解剖面的相關性

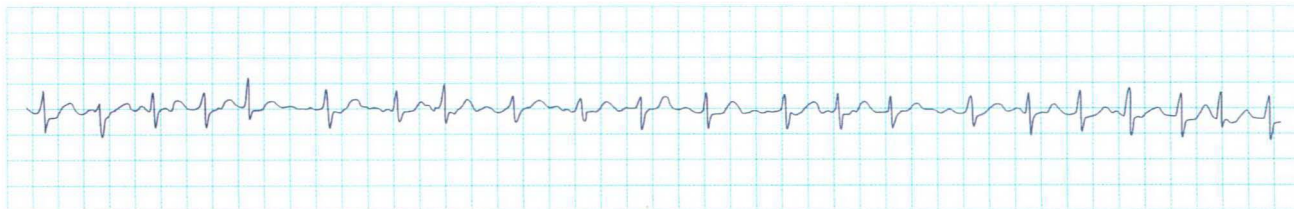
II，III，aVF導極：心臟下表面
V1至V4導極：心臟前表面
I，aVL，V5，V6導極：心臟外側表面
V1，aVR導極：右心房與左心室腔

本文所提到的波形名詞（例如QRS複合波，R波，P波）將會在下一章做解釋。



規則的心節律：R-R區間約兩大方格寬。心跳速率則是每分鐘約150下（ $300/2=150$ ）。

(cm)，而我們就可以藉由計算在十秒鐘之內（也就是在紙條上 25 公分長的距離內）出現的 QRS 波數目乘以六，來得到每分鐘的心率。



一張標準的節律紙帶約 25 公分長（也就是約需花費 10 秒鐘作記錄）。此張紙帶上的心速率（顯示出不規則的 21 個間隔）為每分鐘 126 下（ 6×21 ）。此圖的比例尺寸稍小。

節律 (rhythm)

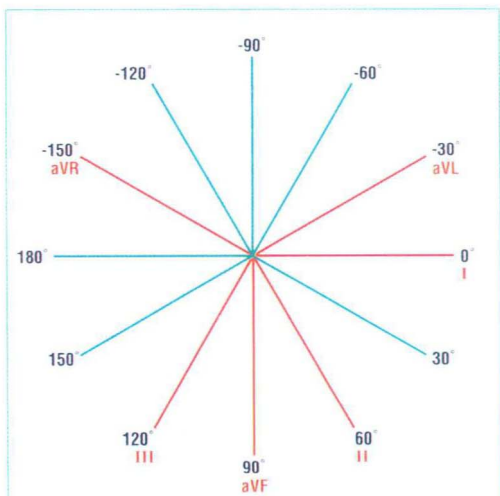
為了能夠正確地評估心跳的節律，在某一個導極上作出延長記錄就可以得到節律紙帶 (rhythm strip)，因為第二導極 (lead II) 通常能夠清楚地表現出 P 波，因此最常被用來作為節律紙帶的記錄。

“竇性心節律 (sinus rhythm)” 這個名詞表示節律是從心臟的竇房結產生，並且會傳導至心室。

年輕的運動員可能會表現出其他不同的節律，特別容易發生在睡眠過程中。竇性心律不整 (sinus arrhythmia) 是一種心跳速率的變異，會發生在呼吸過程裡。在 R-R 區間 (R-R interval) 有所謂的“心跳與心跳間 (beat to beat)”的變異，心率會因吸氣過程而增加，這是由於吸氣過程中心臟回血量增加所產生的神經性反應。

心軸 (cardiac axis)

心軸是由在垂直面上某個零度參考點所測量出，它能夠表現出心室去極化 (depolarisation) 的平均方向。這裡的零度參考線和第一導極 (lead I) 具有同樣的觀測角度。在此參考線以上的心軸用負號表示，參考線以下的心軸用正號表示。理論上，心軸有可能落在介於 180° 至 -180° 之間的任何方向，但正常的心軸範圍落在 -30° 至 90° 之間，如果心軸落在 -30° 以下稱為心軸左移 (left axis deviation)，而若是大於 90° 則稱做心軸右移 (right axis deviation)。



六導軸圖表 (hexaxial diagram) (導極在垂直面上的投影) 顯示每個導極對於心臟的觀測角度。

竇性心節律 (sinus rhythm) 的主要特徵

- P 波在第二與第三導極為正立的 (upright)
- 每個 P 波在其後面都會接著一個 QRS 複合波
- 心率值每分鐘 60 至 99 下

健康人可能會出現的正常心電圖表現

- 高起的 R 波
- 明顯的 U 波
- ST 節段上升 (高升現象 (high take-off)，良性早期再極化 (benign early repolarisation))
- 過度的竇性心律不整 (sinus arrhythmia) 表現
- 竇性心搏徐緩 (sinus bradycardia)
- 游移的心房節律點 (atrial pacemaker)
- Wenckebach 現象
- 交界性心節律 (junctional rhythm)
- 第一級度心臟傳導阻斷 (1st degree heart block)

心軸能幫助診斷的情況

- 傳導缺損 (conduction defects) —— 例如左前半支心傳導阻斷 (left anterior hemiblock)
- 心室增大 (ventricular enlargement) —— 例如，右心室肥大 (ventricular hypertrophy)
- 寬波性心搏過速 (broad complex tachycardia) —— 例如出現異常的心軸表示可能問題來自心室
- 先天性心臟病 —— 例如，心房中隔缺損 (atrial septal defect)
- 早期激化性傳導 (pre-excited conduction) —— 例如，沃夫-巴金森-懷特症候群 (Wolff-Parkinson-White syndrome)
- 肺栓塞 (pulmonary embolus)

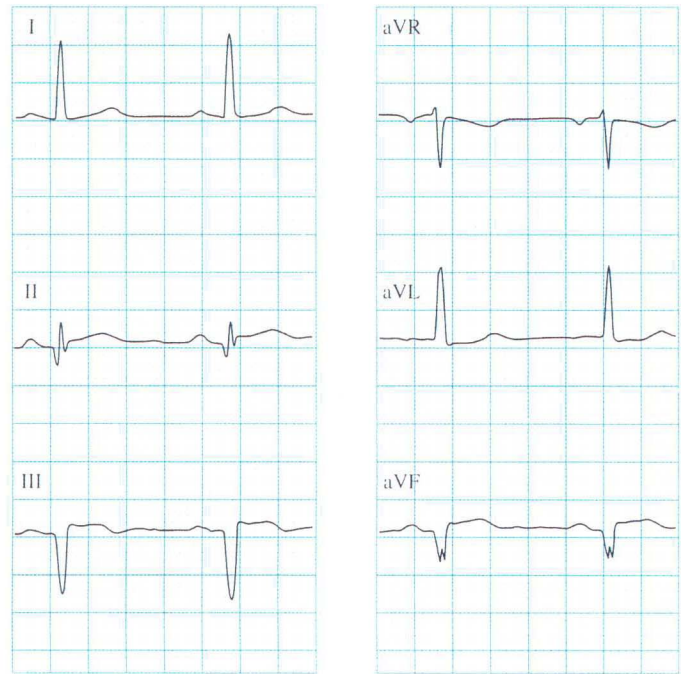
雖然有時候難以判定，但是有幾個方法可以用來計算心軸的角度，最簡單的方法是藉由第一，二，三導極（lead I，II，III）來觀察出心軸位置。

心軸的計算

	正常心軸	心軸右偏	心軸左偏
第一導極（Lead I）	正向	負向	正向
第二導極（Lead II）	正向	正向或負向	負向
第三導極（Lead III）	正向或負向	正向	負向

可以藉由檢查全部六個肢端導極來作出更正確的心軸評估。以六個導軸（hexaxial）為主的圖表能夠從垂直面上表現出每個肢端導極。當電流的方向是對著導極而來的時候，就會記錄到一個正向的偏移，若是遠離導極而去時，就會記錄到負向的偏移，而若是和導極方向垂直就會記錄到一個正負等相（equiphasic）的QRS複合波。因此心軸也可以用下列方法來決定出方向：

- 選擇最接近屬於QRS波正負等相的那個肢端導極，而心軸會落在這個肢端導極的左方或是右方90°。
- 參考六導軸的圖表，找出屬於QRS波等相的導極，若是往左邊下去其它的導極是一個正向QRS複合波的變化，則心軸會落在此導極的左邊90°；而若是往右邊下去其它的導極是一個正向變化，則心軸是落在此導極的右邊90°。



使用六導軸圖表（hexaxial diagram）來決定心軸（見前頁）。第二導極（60°）為幾乎正負等相（equiphasic）波，因此心軸和此導極相交成90°（也就是右邊的150°，或是左邊的-30°）。觀察在旁邊的導極（第一，三導極）顯示出第一導極是正向波，所以心軸就約位於-30°之處。

第二章 概論 II：心電圖學基本名詞

(Introduction II: Basic terminology)

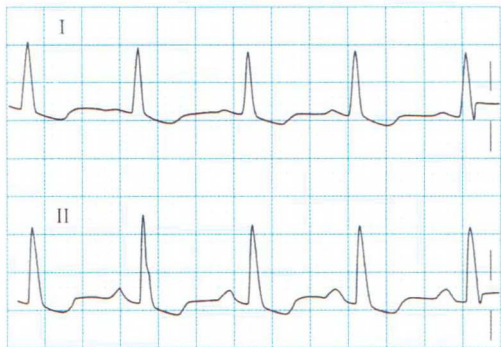
Steve Meek, Francis Morris

這個章節會解釋我們在心電圖上所常看到的各種組成波形的起源和正常值。為了能夠辨認出異常的心電圖，必須要了解波形型態的正常範圍。

P 波 (P wave)

竇房結 (sinoatrial node) 位於右心房的心房壁上，它能夠開啟心房的去極化 (depolarisation) 活動，產生心電圖上的 P 波。雖然左右兩心房是不同的腔室，但是在電生理上的作用幾乎是相同單位體。兩者都具有較心室為少的心肌，而且會產生一個小的 P 波。P 波的振幅很少會超過兩個半小方格 (0.25mv)。而正常 P 波的週期應不會超過三小方格 (0.12 秒)。

去極化波的方向是往左下方的，因此在第一及第二導極 (lead I & II) 的 P 波多是正立的 (upright)，而在 aVR 導極上是倒立的 (inverted)。竇性節律的 P 波 (sinus P wave) 通常在第二導極 (lead II) 以及第一胸前導極 (V1) 最明顯。若在第一導極 (lead I) 出現負向的 P 波，可能是因為心電圖不正確的操作所造成 (像是誤把左右手電極的位置放相反)，或是由於右置型心臟 (dextrocardia) 的存在，或是有異常的心房節律發生等等。



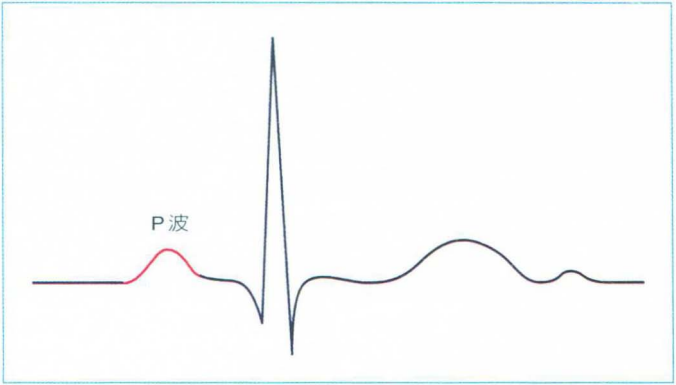
在第二導極的 P 波通常比第一導極的明顯

在第一胸前導極 (V1) 的 P 波常常是正負雙相 (biphasic) 的。較早出現的右心房傳導動力是往前的，因此先造成一個正向的偏移；接著出現的左心房傳導動力是往後方的，就再產生一個負向的偏移。若是出現一個較大幅度的負向偏移 (超過一個小方格)，則表示可能有左心房增大 (left atrial enlargement) 的現象。

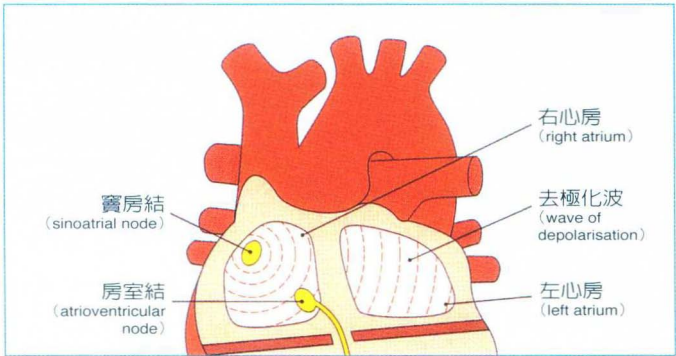
正常的 P 波也許會有個小凹口 (notch)，特別是在胸前導極。分叉型的 P 波 (bifid P wave) 是來自於左右心房去極化過程中，兩者時間上的些許不協調。如果出現 P 波凹口，而且在兩個分開的頂點間距明顯地超過 1 毫米 (mm)，則通常是屬於病態的，這常見於合併有左心房病變的疾病，像是二尖瓣狹窄 (mitral stenosis)。

PR 區間 (PR interval)

在 P 波後面會有一段短暫回復水平等位線的部分，叫做 “PR 節段 (PR segment)”。



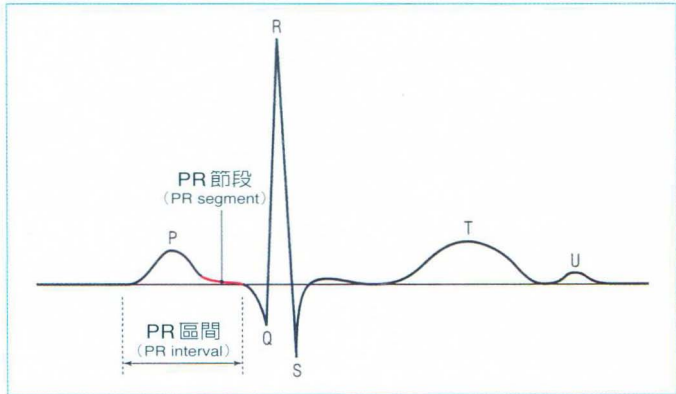
心電圖上顯示作上標記的 P 波。



心房經去極化之後會產生 P 波。

P 波的特徵

- 在第一及第二導極 (Lead I & II) 為正立的 (positive)
- 在第二導極 (Lead II) 及第一胸前導極 (V1) 的 P 波最容易被觀察
- 在第一胸前導極 (V1) 常常會出現正負雙向 (biphasic) 波的狀態
- 波長低於 3 個小方格
- 振幅低於 2.5 個小方格



正常 PR 區間的週期為 0.12~0.2 秒 (3 至 5 個小方格)。

過房室結 (atrioventricular node)，希氏束 (the bundle of His) 以及其分束枝，和浦金耶心纖維 (Purkinje fiber)。

PR 區間是一段界於心房去極化的開始和心室去極化開始間的一段過程，從 P 波的起點到 QRS 複合波 (見下一段) 的第一個偏折點，這個點也許是 Q 波或是 R 波。PR 區間的正常週期值是 3 到 5 個小方格 (0.12~0.2 秒)。若心傳導系統出現異常的延遲，就會造成 PR 區間的延長。

QRS 複合波 (QRS complex)

QRS 複合波表示的是心室去極化過程中，所產生的電氣傳導動力。若心室內的傳導系統正常，則去極化的過程就會迅速而有效率。正常 QRS 複合波的週期可以在具有最寬的複合波導極上作測量，一般不會持續超過兩格半小方格 (0.1 秒)。若有心室去極化的延遲時，像是在心傳導束枝阻斷 (bundle branch block) 的病人，就會產生不正常的寬 QRS 複合波 (大於 0.12 秒)。

去極化波會藉由希氏束 (bundle of His) 以及其分枝傳導通過心室中隔，然後再藉由浦金耶心纖維 (Purkinje fiber) 網絡傳到心室的心肌層 (myocardium) 裡。心室中隔的左側較早進行去極化，然後接著是心中隔右側。第一胸前導極 (V1) 的位置就在面對近心室中隔右側處，因此當去極化波通過此導極時，就會記錄到一個初始的正向小偏移 (R 波)。

當在心室中隔的去極化波行進的方向為遠離記錄的電極時，則記錄到的第一個偏移會是負向的。因此小的“中隔”Q 波 (septal Q wave) 會常常出現在外側導極上，像是第一導極 (lead I)，aVL 導極，第五胸前導極 (V5)，第六胸前導極 (V6)。

這些非病態性的 Q 波深度多小於 2 個小方格，而在寬度上會小於 1 個小方格，振幅應該會小於其旁邊 R 波波幅的 25%。

去極化波會到達心室尖端處的心肌內層 (endocardium)，然後再向外放射狀散佈到心肌外層 (epicardium) 去。右心室和左心室的去極化會產生相反的電氣向量，但是因為左心室具有較大的心肌質量，所以心電圖上左側的去極化現象會比較明顯。

在胸前導極部分，QRS 複合波的型態會隨著去極化波接近或是遠離某一特定導極而有所改變。左心室壁產生的傳導動力佔有主導地位，所以在第一胸前導極 (V1) 會有較小的 R 波，其後接著較大的負向偏移 (S 波)。從第一胸前導極 (V1) 到第六胸前導極 (V6)，R 波的波幅會逐漸增大，而 S 波的波幅會逐漸減少，在第六胸前導極 (V6) 到達最明顯的複合波高度。因此，QRS 複合波會從第一胸前導極 (V1) 的明顯負向波一直到第六胸前導極 (V6) 的明顯正向波。具有正負等相 (equiphasic) 的 QRS 複合波的導極多是位在過渡區域的第三或第四胸前導極 (V3 or V4) 上，但是過渡區域的位置會隨著年紀增加而往左側導極移動。

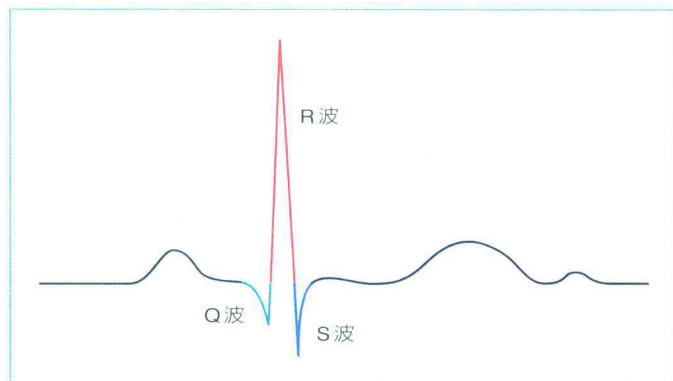
R 波的高度是多變的，它會隨著胸前導極的順序逐漸增加；通常在第五和第六胸導極 (V5 and V6) 會小於 27 毫米 (mm)。但在第六胸導極 (V6) 的 R 波常常會比第五胸導極 (V5) 的 R 波來的稍小，這是因為第六胸導極的位置距離左心室較遠一點的緣故。

S 波在右側的胸前導極具有最大的深度；它的波幅會隨著胸前導極的順序逐漸減少，而且常常在第五和第六胸導極消失。雖然正常成人的 R 波加上 S 波的波幅總和常常會超過 30 毫米 (mm)，但是正常男性成人單一 S 波的深度不應該會超過 30 毫米 (mm)。

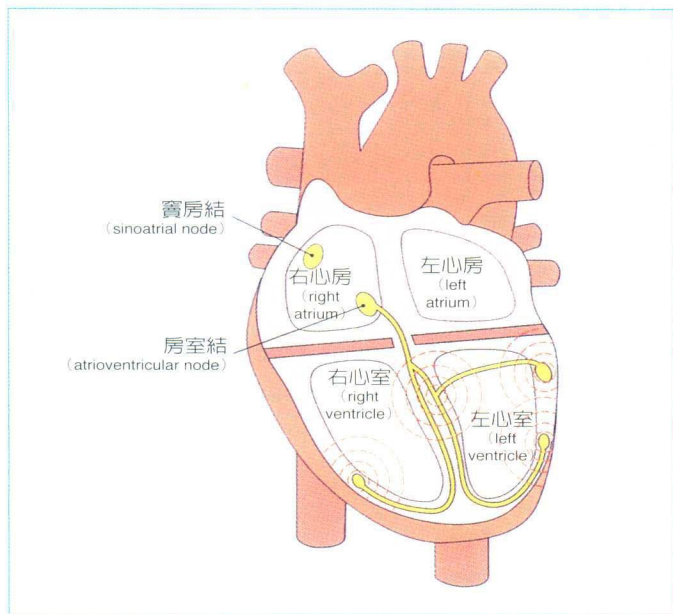
QRS 複合波上的專有名詞

- Q 波：任何一個開始時出現的負向偏移
- R 波：任何正向的偏移
- S 波：任何接在 R 波後面的負向偏移

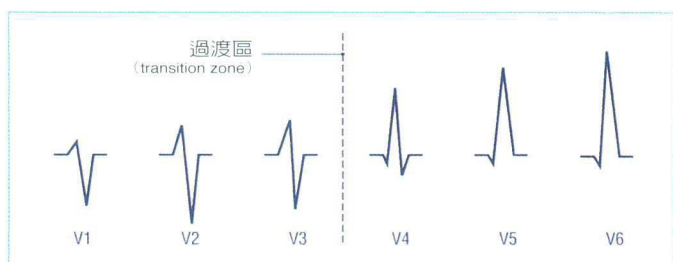
非病態性的 Q 波常常會在第一導極 (Lead I)，第三導極 (Lead III)，aVL 導極，第五胸前導極 (V5)，第六胸前導極 (V6) 出現。



QRS 複合波的組成。



去極化波傳播經過心室而產生了 QRS 複合波。



從第一胸前導極 (V1) 到第六胸前導極 (V6)，QRS 複合波形態上的典型變化。

ST 節段 (ST segment)

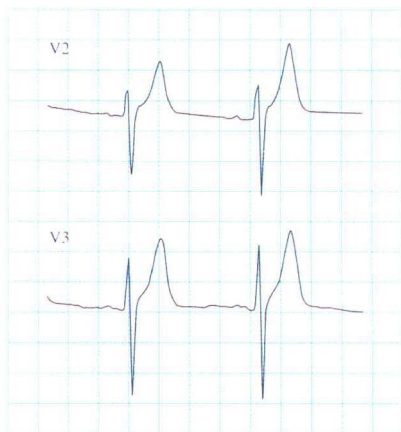
QRS 複合波結束於所謂的 J 點或是 ST 交界處 (ST junction)。ST 節段的位置位於 J 點和 T 波的起始處之間，而這表示的是界於心室去極化的結束和再極化的開始中的一段時間。

ST 節段的高低位置應該和後面的“TP 節段 (TP segment)”位於同一水平高度，正常應該是很平坦的一段線條，但是有時候在和 T 波融合之前會有稍微的升起。

從第一到第三胸前導極 (V1 to V3) 的過程中，快速上升的 S 波若和 T 波直接融合在一起，會使得 J 點變得不明顯，而讓 ST 節段不容易被辨識出來。這會造成 ST 節段的上升，也就是一種被稱為“高升 (high take-off)”的現象。

非病態性的 ST 節段上升有時候也和良性的早期再極化 (early repolarisation) 有關 (可參見之後有關於急性心肌梗塞 (acute myocardial infarction) 的章節)，這特別容易見於年輕男性，運動員，和黑人的身上。

要分析細微的 ST 節段異常是臨床心電圖學上一項困難的工作；儘管如此，任何 ST 節段的上升或是下降還是要做好臨床意義上的解讀，而不該去忽略它。



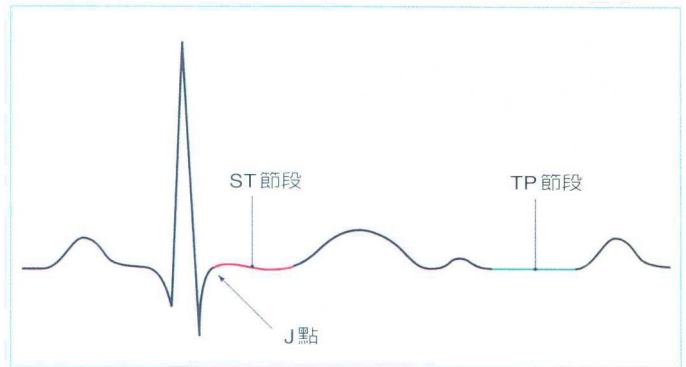
在第二和第三胸前導極的圖形波上顯示有高升 (high take-off) 的現象。

T 波 (T wave)

心室的再極化 (repolarisation) 會產生 T 波。正常的 T 波並非對稱的，前半段會較後半段有較漸增性的斜度。

T 波的方向通常和 QRS 複合波互相對應，因此在 aVR 導極上是倒置的，而在第三導極 (lead III) 有時可能會倒置。在第一胸前導極 (V1) 出現的 T 波倒置也是很常見。偶爾也會同時有第二胸前導極 (V2) 出現 T 波倒置的現象，但若是僅有第二胸前導極 (V2) 有出現 T 波倒置的現象時，通常這是異常的。當有兩個或是更多個靠右側的胸前導極出現 T 波倒置的現象時，這可能是一種持續性的幼年型表現 (juvenile pattern)，當可見於黑種人身上。當出現對稱型的倒置 T 波時，常常要高度懷疑和心肌缺血 (myocardial ischaemia) 有關，另外非對稱型的倒置 T 波，常常是屬於一種非特異性的表現。

關於 T 波振幅大小並沒有一個共同的認定標準。一般而言，T 波振幅的大小往往和它先前的 R 波會互相對應，但是最高的 T 波常會出現在第三或是第四胸前導極 (V3 or v4)。振幅過高的 T 波也許會和急性心肌缺血 (acute myocardial ischaemia) 有關或者是高血鉀血症 (hyperkalaemia) 的特徵之一。

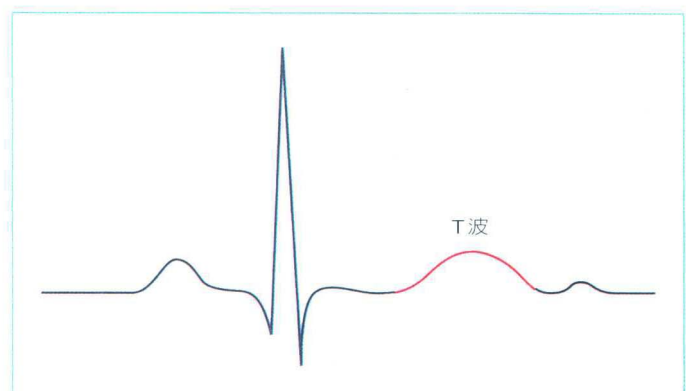


ST 節段應該會和 TP 節段在同一水平高度上；J 點 (J point) 是界於 S 波和 ST 節段之間的轉折點。



在胸前導極上 ST 節段的依序變化。

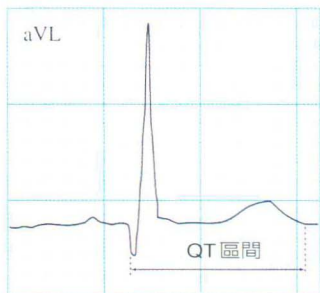
T 波的高度至少應該是之前相對應 R 波高度的 1/8，但應小於其高度的 2/3；T 波的振幅很少會超過 10 毫米 (mm) 高。



心電圖波型顯示作上標記的 T 波。

QT 區間 (QT interval)

QT 區間是從 QRS 複合波的起點測量到 T 波的終點為止，而這段區間所代表的是整個心室去極化和再極化過程所需要花費的時間。



在一個沒有明顯 U 波的 aVL 導極上所測量到的 QT 區間（圖形比例經過放大）。

QT 區間會隨著心跳速率的變慢而延長，因此在測量 QT 區間時，心跳速率值也要考慮進去。原則上 QT 區間的大小應該是界於 0.35 秒至 0.45 秒之間，而且不應該超過相鄰兩個 R 波之間距離（R-R interval）的一半長度以上。QT 區間的大小會隨著年紀稍微增長，而且在女性會較男性長。巴列氏修正公式（Bazett's correction）可以用來計算配合心率值而修正過的 QT 區間大小（QTc）：即

$$QTc = QT / \sqrt{R-R} \text{ (秒)}。$$

明顯凸起的 U 波很容易被誤認為是 T 波，導致 QT 區間大小的高估。可以藉由找一個 U 波不明顯的導極來避免誤判，例如像是 aVL 導極（lead aVL）。



在一個低血鉀血症（hypokalaemia）病人身上記錄到在第一至第三胸前導極（V1 to V3）上有明顯的 U 波。

U 波 (U wave)

U 波是在 T 波後面的一個小幅度偏移。除了 aVR 導極（lead aVR）外，其它導極的 U 波多是正立的，並且通常它在第二到第四胸前導極（V2 to V4）最為明顯。U 波的產生是來自於中層心肌細胞（mid-myocardial cells）的再極化（repolarisation）過程，也就是界於心肌內層（endocardium），心肌外層（epicardium），和希氏－浦金耶傳導系統（His-Purkinje system）之間的細胞。

許多心電圖並沒有可見的 U 波。明顯的 U 波常常可以發現於運動員身上，或是和低血鉀血症（hypokalaemia）及高血鈣血症（hypercalcaemia）等疾病有關。

第三章 心搏徐緩和房室傳導阻斷

(Bradycardias and atrioventricular conduction block)

David Da Costa, William J Brady, June Edhouse

在定義上，當心跳速率小於每分鐘60下時，我們稱之為心搏徐緩。心搏徐緩也許是正常的生理現象，也或許是來自於心因性或非心因性方面的問題。

竇性心搏徐緩(sinus bradycardia)

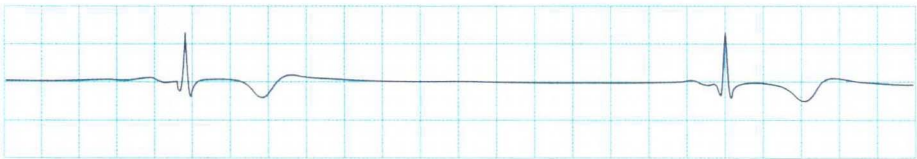
竇性心搏徐緩常可見於正常人睡眠時，或是在一些有高速走神經狀態 (vagal tone) 的人身上，像是運動員或是健康的年輕人。在心電圖上，每個QRS複合波之前會有一個屬於正常心軸的P波（在第二導極 (Lead II) 的P波為正立的），而且PR區間的長度至少大於0.12秒。

竇性心搏徐緩最常見的病因是來自急性心肌梗塞 (acute myocardial infarction)。竇性心搏徐緩常和下室壁心肌梗塞有關係，因為下室壁和竇房結，房室結常常都是由右冠狀動脈所供給的。

病竇症候群 (sick sinus syndrome)

病竇症候群是由於竇房結功能失常所造成，使得產生神經衝動和傳導的功能受損。通常這是由於竇房結的特異性纖維化 (idiopathic fibrosis) 所造成，另外也有可能和心肌缺血 (myocardial ischaemia)，毛地黃 (digoxin) 的服用，以及接受過心臟手術有關係。

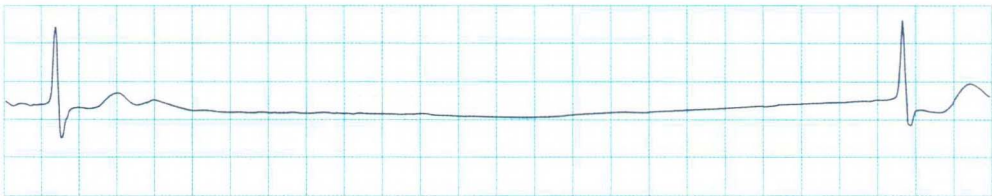
心電圖上可能會有的特徵包括持續性的竇性心搏徐緩 (sinus bradycardia)，週期性竇房結阻斷 (periods of sinoatrial block)，竇性心跳停止 (sinus arrest)，交界性 (junctional) 或是心室脫逸性心節律 (ventricular escape rhythm)，心搏過速-心搏徐緩 (tachycardia-bradycardia) 症候群，陣發性心房撲動 (paroxysmal atrial flutter)，和心房纖維顫動 (atrial fibrillation)。最常見的心電圖表現是持續不正常且嚴重的竇性心搏徐緩。



嚴重的竇性心搏徐緩症。

竇房結阻斷 (sinoatrial block) 是因為暫時性的神經衝動傳導失敗，導致神經衝動無法傳遞到心房肌壁上，造成有時P波和P波之間的動作暫停。這樣暫停的長度約是兩個或是兩個以上的P波和P波區間的距離 (P-P interval)。

竇性心跳停止 (sinus arrest) 是因為竇房結神經衝動暫時停止產生；這會表現出延長無P波出現的狀態。這種暫停和P波與P波間的週期 (P-P cycle) 的長度沒有關聯。



在產生一個交界性脫逸性心節律 (junctional escape beat) 傳導之前，出現一個長4.4秒的竇性心跳停止 (sinus arrest)。

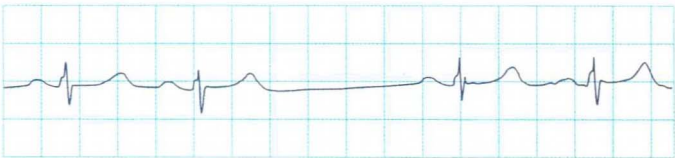
許多病人可以承受每分鐘僅有令人驚訝的40下左右心跳速率，但是一般人在較低的心速率下，還是有可能會發生頭暈，近乎性昏厥 (near syncope)，昏厥 (syncope)，缺血性胸痛 (ischaemic chest pain)，Stroke-Adams氏發作 (一種嚴重的心因性昏厥)，和缺氧性癲癇 (hypoxic seizure)。

竇性心搏徐緩症的病因 (pathological causes of sinus bradycardia)

- 急性心肌梗塞 (acute myocardial infarction)
- 藥物-像是β阻斷劑 (β-blocker)，毛地黃 (digoxin)，amiodarone 等等
- 阻塞性黃疸 (obstructed jaundice)
- 腦壓增高 (raised intracranial pressure)
- 病竇症候群 (sick sinus syndrome)
- 體溫過低 (hypothermia)
- 甲狀腺功能低下症 (hypothyroidism)

有可能造成竇房結 (sinoatrial node) 功能異常的情況

- 年齡
- 特異性纖維化 (idiopathic fibrosis)
- 缺血 (ischaemia)，包括心肌梗塞
- 高速走神經狀態 (high vagal tone)
- 心肌炎 (myocarditis)
- 毛地黃中毒



竇房結傳導阻斷 (sinoatrial block) (注意圖形上的暫停線段長度是P波和P波區間距離的兩倍)。

脫逸性心節律 (escape rhythm) 和其它副心跳節律點 (subsidiary pacemaker) 的自發性活動有關，其位置可能會在心房，房室交界處，或是在心室。當正常神經衝動的形成或是傳導出現問題的時候，就有可能會出現脫逸性心節律，這和重度的竇性心搏徐緩症有關聯。

房室傳導阻斷 (atrioventricular conduction block)

房室傳導阻斷的表現可能是屬於延遲性的 (delayed)，間歇性的 (intermittent)，或是完全性的 (completely)，可分成第一級度 (first degree)，第二級度 (second degree)，或是第三級度 (third degree) 傳導阻斷。

第一級度傳導阻斷 (first degree block)

第一級度傳導阻斷時，心房傳導至心室的神經衝動會產生延遲現象，通常發生在房室結的位置。因此造成 PR 區間 (PR interval) 延長至長度超過 0.2 秒。P 波後會接著一個 QRS 複合波，PR 區間的長度保持一定。

第二級度傳導阻斷 (second degree block)

第二級度傳導阻斷時，心房心室間的神經衝動傳導會有間歇性失敗的情形，有些 P 波後面並沒有接著 QRS 複合波。

第二級度傳導阻斷有三種型態。莫比氏第一型 (Mobitz type I) 傳導阻斷 (又叫做 Wenckebach 現象) 通常是在房室結的位置發生間歇性傳導功能失敗或是中斷的現象。起初 PR 區間的長度是正常的，但是會隨著連續的心跳之後而逐漸拉長，最後就會產生心房室傳導的完全中斷，而使得 P 波後面不會出現 QRS 複合波。然後 PR 區間就又會回復正常，再重複一次下個週期。

莫比氏第二型 (Mobitz type II) 傳導阻斷較少見，但是較容易使病患產生症狀。P 波會有間歇性傳導失敗的現象，PR 區間的長度固定，但長度可能為正常或是延長。因為常在傳導束支 (bundle branch) 處產生傳導阻斷的情況，所以會造成寬 QRS 複合波的出現。2：1 型的心房室間傳導阻斷不容易去分類，但常常會是 Wenckebach 現象的一種變型。較高程度的房室間傳導阻斷有可能會發展成第三級度房室完全傳導阻斷，尤其當每個 QRS 複合波是在三，四個或是更多個數目的 P 波後才出現時。

第三級度傳導阻斷 (third degree block)

當有第三級度傳導阻斷的狀況時，心房心室間會有完全傳導失敗的現象，使得心房心室各自獨立收縮。P 波和 QRS 複合波之間完全無關聯，而且 P 波的心速率會較快。

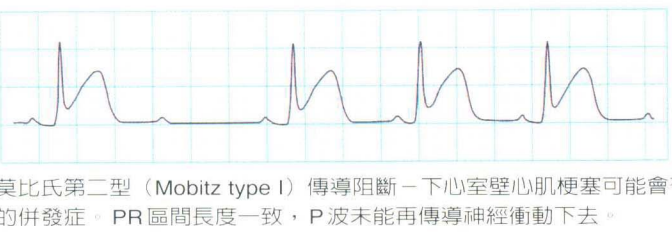
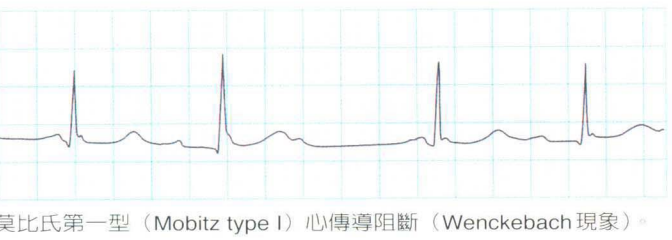
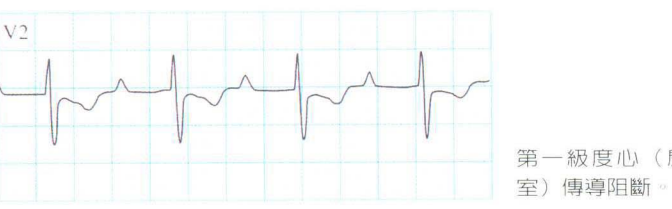
交界性脫逸性心跳節律 (junctional escape beat) 有正常的 QRS 複合波形，心跳速率約每分鐘 40-60 下。心室脫逸性心節律有寬大的複合波形且心速率較緩慢 (每分鐘 15-40 下)。

心搏過速-心搏徐緩症候群 (tachycardia-bradycardia syndrome)

- 在病竇症候群 (sick sinus syndrome) 常見
- 其特徵是突然的心房性心搏過速 (atrial tachycardia)，過程中偶爾會發生一些心搏徐緩的現象
- 陣發性心房撲動 (atrial flutter) 或顫動 (fibrillation) 可能會發生，在心電擊復甦 (cardioversion) 過後可能會有嚴重的心搏徐緩症

造成心房室傳導阻斷的原因

- 心肌缺血 (myocardial ischaemia) 或是梗塞
- 希氏-浦金耶傳導 (His-Purkinje) 系統的退化
- 感染-像是萊姆病 (Lyme disease)，白喉 (diphtheria)
- 免疫功能失常-像是系統性紅斑性狼瘡 (systemic lupus erythematosus)
- 手術
- 先天性疾病



第三級度心傳導阻斷。在希氏束支 (bundle of His) 附近的心跳節律點產生一個狹窄的 QRS 複合波 (上圖)，然而更多的遠端心跳節律點會產生較寬的複合波形 (下圖)。箭頭表示是 P 波。

副心跳節律點 (subsidiary pacemaker) 會誘發心室收縮，但有時候若沒有這些脫逸性心節律 (escape rhythm) 的產生，就會造成心跳停止的現象。脫逸性心節律的心速率和QRS波的型態會隨著心跳節律點的位置而有所不同。

心傳導束支阻斷及心傳導小束支阻斷 (bundle branch block and fascicular block)

希氏束 (bundle of His) 會分成左右兩個心傳導束支 (bundle branch)。左心傳導束支又會再分成前和後兩支心半小束 (hemifascicle)。在上述這些構造所產生的傳導阻斷會在心電圖上造成明顯的改變。

右心傳導束支阻斷 (right bundle branch block)

雖然在健康人身上常會見到這種情況，但是大部分的右心傳導束支阻斷在病理上都是有意義的。

若右心傳導束支的神經衝動傳導產生了問題，則右心室的去極化就會有延遲的現象。但是左心室仍然會有正常的去極化過程，使得QRS複合波的前半部分仍然正常表現。然後去極化波會再藉由非特化性的傳導組織傳到右心室，使得右心室會產生一個由左至右較緩慢的去極化波。當左心室的去極化過程完成後，右心室的去極化動力就會單獨表現。因此QRS複合波の後半部分就會有異常的外型；右側部分的胸前導極就會有明顯的晚期R波出現，而左側的胸前導極和肢端導極就會有相對的末端S波出現，而這些末端波形是寬大且界線不明的。異常的心室去極化和次發性再極化 (secondary repolarisation) 表現有關，使得右側胸前導極產生ST-T波的變化。

右心傳導阻斷的診斷標準 (diagnostic criteria)

- QRS波長度 ≥ 0.12 秒
- 在第一 (V1) 或第二胸前導極 (V2) 出現次發性R波 (R')
- 在第二導極 (Lead II)，第五胸前導極 (V5)，和第六胸前導極 (V6) 出現較寬大且界線不明的S波
- 右側的胸前導極會有ST節段 (ST segment) 下降和T波倒置 (T wave inversion) 的現象

左心傳導束支阻斷 (left bundle branch block)

左心傳導束支阻斷最常起因於冠狀動脈 (coronary artery) 的疾病，高血壓性心臟病，或是擴大性心臟病變 (dilated cardiomyopathy)。在沒有器質性 (organic) 病變的情況下，很少會出現左心傳導束支阻斷。

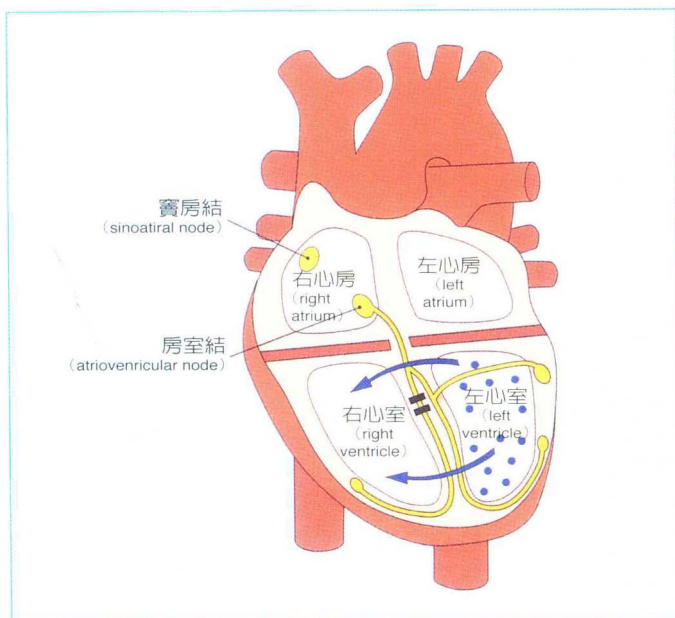
左心傳導束支是同時由前下降支動脈 (anterior descending

左心傳導束支阻斷的診斷標準 (diagnostic criteria)

- QRS波長度 ≥ 0.12 秒
- 在第一導極 (Lead I)，第五胸前導極 (V5)，第六胸前導極 (V6) 出現寬大的單相R波
- 在第五胸前導極 (V5)，第六胸前導極 (V6) 並無出現Q波相關的特徵 (associated features)
- ST節段和T波的偏移變化方向和QRS複合波的變化方向相反 (相稱的不協調，appropriate discordance)
- 胸前導極的R波進展變化不顯著 (poor R wave progression)
- 在第五胸前導極 (V5) 及第六胸前導極 (V6) 出現RS複合波 (RS complex)，而非單相的複合波
- 心軸左偏 (left axis deviation) - 很常見但並非不變的特徵

和右心傳導束支阻斷有關的情況

- 風濕性心臟病 (rheumatic heart disease)
- 心肺症 (cor pulmonale) / 右心室肥大 (hypertrophy)
- 心肌炎 (myocarditis) 或是心臟病變 (cardiomyopathy)
- 缺血性心臟病 (ischaemic heart disease)
- 傳導系統的退化性病變
- 肺栓塞子 (pulmonary embolus)
- 先天性心臟病 - 如心房中隔缺損 (atrial septal defect)



右心傳導束支阻斷，顯示去極化波經由非特異性 (non-specific) 的傳導組織傳遞到右心室。



右心傳導束支阻斷。