第二章　心電圖原理和病症資料

人體中會產生許多的生理訊號，這些生理訊號都可經由醫用換能器或者感測器來感測轉換成電的訊號，接著再透過電子儀器記錄或分析而顯示出來，這些生理訊號經過醫生的判讀，將可以協助診斷病因所在，所以生理訊號是極為重要的臨床資訊。其中非侵入式醫學儀器最為醫院所使用，例如檢驗心電圖、心肌圖、腦波圖、心音圖、血壓和體溫等。由於本研究著重於心電圖病症的分析辨識，所以針對心電圖訊號的特性和機制做進一步的探討。

2.1　心電圖原理

2.1.1 心電圖簡介

為了要了解心臟機能是否正常，心電圖檢查扮演著極重要的角色，根據心電圖檢查，便可以知道心臟的狀況，如果發現有了異常，隨時可以施行必要的預防措施，以防止心肌梗塞或狹心症等的發作。心臟能有規律地作用，是因心臟內部使心肌收縮電性刺激能有規律地發生並傳導出來。此時如果把心臟所產生的電性刺激，就是以毫伏特（millivolt）（伏特的千分之一）為單位的微弱電波導進電流計，予以增大振幅後記錄出來，這就是心電圖。也就是說由心臟產生出來的電刺激，可用連續曲線表示出來。通常由心臟發出的生理訊號經竇房結傳導到心房，房室結，心室等處時，其傳導電氣與方向變化為一種搏動，這種搏動會形成一種周期性變化傳到身體電位的各分佈點。我們可以把身體表面二點間的電位差，或身體表面一點的電位變化，加上時間而記錄下來。在做心電圖檢查時，我們通常在右手、左手、右腳、左腳裝

上幾個電極，並在胸部上六個規定的部位裝上電極，這樣可以記錄十二種電位，而顯示出心臟特有的曲線。同一個人的心電圖在條件不變的情形下，一定會得到同一種曲線。由心電圖我們可以看出，病人在左心室或右心室是否肥大，心肌是否有壞死等等，同時也可正確地了解其心房是否有擴大、肥大、心律不整等的狀態，甚至有時可得到心肌血液循環障礙，心肌炎，心包炎等疾病的線索。

自發生物性電力，是驅動心臟動作的原動力，也就是說，心電圖是記錄心跳收縮和舒張之間，心臟電氣活動的記錄。由於心電圖波形容易解讀，是偵測心臟各種病症最簡單且快速的方法，而且適用的範圍相當廣泛，又能提供許多重要的資訊，所以是臨床上十分倚靠的工具。醫生依據心電圖的波形可以診斷急性心肌梗塞，辨認出會造成生命危險的心律不整，看出長期高血壓所造成的慢性傷害，或廣泛的肺栓塞所造成的急性變化，也可以用來讓一個剛要開始進行運動計畫的人能安心的去運動。

2.1.2 心臟的結構

心臟是由一個肌肉組成的中空器官，負責將含有氧氣及養料的血液傳導至身體的各器官內。心臟位於人體中間偏左，介於第二根和第六根左肋骨之間，被胸骨和肋骨所包圍著。心臟長度約為10公分，重量約270克重。心臟外表包了一層膜囊，稱為心包囊(Pericardial sac)。這囊內含有像水一般的流體，把心臟浸泡著，藉以保護心臟。如圖3-1所表示。雖然心臟能獨立的工作，但是也有兩種神經系統支配著心臟的活動。這就是所謂的交感神經(Sympathetic nerves)刺激心臟，而副交感神經使心臟鎮定下來。

心臟的跳動主要是心臟細胞電氣化的表現，心臟細胞在去除化

(Depolarization)過程中失去內部的負電子性，去極化作用是心臟細胞最基本的電氣事件。去極化作用由一個細胞傳至下個細胞，造成一個可以傳遍整個心臟的去極化波，這個去極化波會形成電流，而放在體表的電極可乃以偵測到這個電流。在去極化作用完成之後，心臟細胞能夠藉著再極化作用(Repolarization)來恢復它們在休眠時的電極性。這個過程也一樣的能被體表的記錄電極所偵測。最後在心電圖上所見到的所有不同波都是這兩個過程，也就是去極化作用和再極化作用的表現。

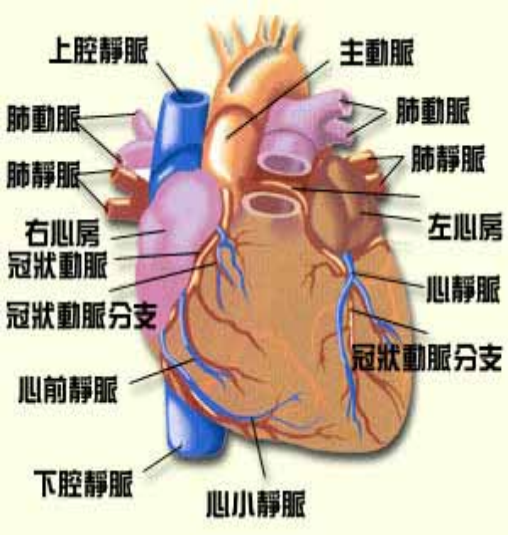

圖2-1　　心臟結構

心臟本身也有血液循環系統，即冠狀循環(coronary circulation)。兩條主要的冠狀動脈(Coronary arteries)恰好在主動脈離開心臟之處由主動脈分支而成。而主動脈亦有無數的分支，以確保心臟有足夠的血液和氧氣供應。心臟的心壁包括了三層組織，如圖3-2所示：

1. 心包(Pericardium)：在心外的一個透明薄膜。

2. 心內膜(Endocardium)：與心包相似，同樣是一層透明薄膜，貼於心腔內壁。

3. 心肌層(Myocardium)：是一層較厚的肌肉，位於心包和心內膜之間。

心肌層是心臟特有的一種肌肉，主管肌肉收縮。心臟中心房和心室的系統架構如圖3-3所示，分為上下左右四個區域，上方的兩個稱為心房(Atria)，負責接收從右手靜脈(Veins)帶回來的血液。下方的兩個稱為心室(Ventricles)，負責供給出血液至身體其它部位。

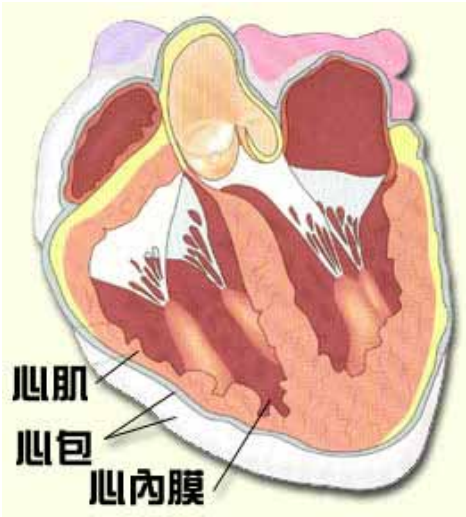

圖2-2　　心壁構造

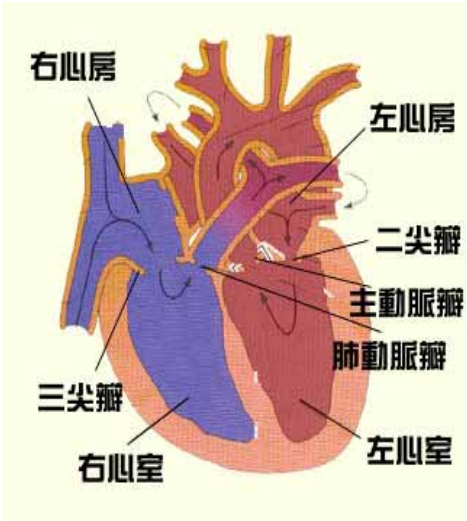

圖2-3　　心房和心室

心臟內含有四個心瓣(Valves)，使血液只能往一個方向流動。心膈(Septum)則將心臟分為左右兩邊，右邊心臟負責接收全身血液，然後輸送到肺部，左邊心臟負責接收由肺部的帶氧血液，然後供給到身體各部位。

血液流動的途徑：右心房(Right atria) → 三尖瓣(Tricuspid valve)→ 右心室(Right ventricle)→肺動脈瓣(Pulmonary valve) → 肺動脈(Pulmonary artery) → 肺部→左心房→二尖瓣→左心室→主動脈瓣→主動脈→身體各部份。而每分鐘心臟會重復上述循環動作大約70次左右，這就是脈搏。

2.1.3 心臟循環系統

心臟的位置為胸骨後面的胸腔內，在左右肺臟之間。心臟在功能上可分為左心和右心如圖3-4。左心由左心房和左心室組成，左心房連接著四條血管，左心室則和主動脈相連；右心分為右心房和右心室，右心房上接上腔靜脈，下通下腔靜脈，右心室則通向肺動脈。心臟以外的循環系統分為肺循環系統和體循環系統。構成循環系統的血管有動脈、靜脈和微細血管三種。動脈裡的血液是含氧充足而顏色較鮮紅的血，而靜脈血則顏色較深，微細血管是連接動脈和靜脈之間的最微細的輸血管道。其循環系統功能分為：

1. 運送血液：右心負責接收身體各處理回流的血液，將它運送到肺臟重新氧化並同時排出二氧化碳。左心將從肺臟返回的血液傳向身體的每一部分。
2. 排除廢物；包含氧氣的血液首先經過各種動脈，然後到達微細血管，氧氣和其它的營養物質在此穿過微細血管壁和二氧化碳及代謝廢物交換。二氧化碳和身體廢物則由靜脈運送回心臟，完成一個循環。

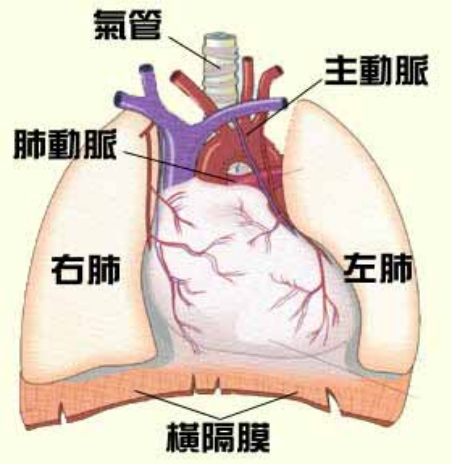

圖 2-4　　心肺分佈圖

2.1.4 心臟傳導系統

心臟具有自主且規則的收縮之特性。它具備有天生的能力能夠發出並且傳導激動(Impulse)，而此激動最後可以刺激肌肉的收縮。這種能力位於特化的神經肌肉組織，我們種為傳導系統。心臟傳導系統主要分為兩部分來探討：

1. 心臟細胞：主要以三種細胞為主如圖3-5所示：

(1) 節律細胞(Pacemaker cells)：

心臟的電力來源。這些細胞能夠以一定的頻率，反覆自行去極化。去極化作用的頻率則取決於細胞自身的電氣特性，以及外來的神經及內分泌訊息。每一個自發性的去極化作用都會引發一個去極化波，進而造成一個完整的心臟收縮和放鬆的週期。

(2) 電傳導細胞(Electrical conducting cell)：

心臟的電纜。電傳導細胞是長而薄的細胞，就像電流的導線一樣,這些細胞可以迅速而有效率的將電流傳至心臟的遠端區域。

(3) 心肌細胞(Myocardial cells)：

心臟的收縮主力。心肌細胞構成心臟的絕大部份，它們揹負著重覆收縮和放鬆的沉重工作，藉此將血液送至身體的其它部

分。心肌細胞能像電傳導細胞一樣傳導電流，但是效率要低得多。因此，去除化波在到達心肌細胞之後，會緩慢的向外傳過整層心肌。

圖 2-5　　心臟的三種細胞

心電本身的傳導活動是可以量測的，而量測的方法是把電極安置在身體不同的部位，接收由心臟跳動時所產生的微小電壓變化，通常會記錄於紙帶上。心電圖是利用圖形描繪心臟跳動時電位的改變，異常的心臟跳動可以藉由心電圖來判別。

當血液由上下腔靜脈流入右心房時，同時血液由四條肺靜脈流入左心房，當心房血液注滿時，自主神經系統（Autonomic nervous system）的激動，可刺激竇房結（Sino-atrial node），然而心跳一般情況是由竇房結所發出的規律激動所控制。所以竇房結可稱為心臟的節律點。接著傳導激動送進心房的心肌，以致心房衝動，再刺激房室結（Atrio-ventricular node,AV node），房室結含有特化的神經肌肉組織。它位於心房中隔的右側心內膜表面上，剛好在冠竇開口的正下方。竇房結的激動傳播至左右兩心房，最後進入房室結，經過房室

結時，正常的情形下，會延遲0.07秒。之後傳至希氏束（Bundle of His），希氏束和房室結下部份直接連接。此束大約有20毫米長，且位於心房中隔右側心內膜表面上，剛好在心室中隔的正上方。希氏束內並非全相同的傳導組織，而且含有很多各別的縱向路徑。一般認為這些特化的路徑延伸形成特殊的束分支。再傳至兩心室的肌肉而引起心室收縮（Ventricular systole）如圖3-6所示。其中當竇房結受破壞時，房室結便會取而代之，自行發放電流去維持心跳。如果心臟受到內或外來因素的影響時，心跳的速度、節奏及傳導會變得紊亂，甚至停頓，而以心室所產生的節奏紊亂最為嚴重，如果不立即處理，最嚴重可能導致死亡。

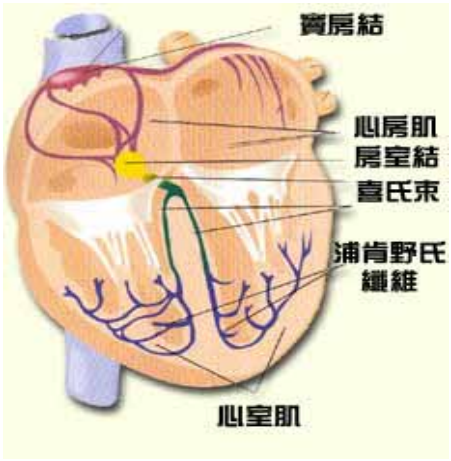

圖 2-6　　心臟傳導系統

2. 心臟搏動週期

每個心臟收縮和收縮週期都始於竇房結自發性的去極化，這個事件是無法在心電圖顯示出來。由於心臟受傳導系統的影響，規則地作週期運動，這規則律動稱為「心臟搏動週期（Cardiac cycle）」。心臟搏動每分鐘約七十二次，每週期（即每博動一次）約0.8 秒。

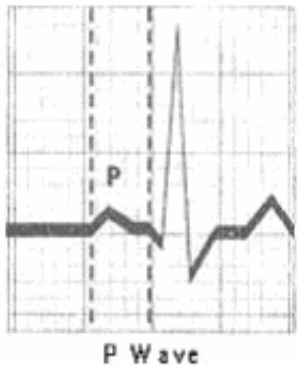

圖 2-7　　心房收縮

(1) 心房收縮（Atrial Systole）：產生p波（P wave），如圖3-7所示，約0.1秒。

①代表心房的興奮(activation)。

②正常時，在導程Ⅰ、Ⅱ、AVR、V4到V6都為正立。

③正常時，在誘導AVR為倒立。

④在其它誘導則不定。

⑤心房病變可能把P波的寬度延長到超過0.1秒。

(2) 心室收縮（Ventricular systole）：

產生QRS波組（QRS complex），如圖3-8所示，約0.1秒。

①代表心室的興奮(activation)。

②正常時，間期為0.05到0.1秒。

③QRS綜合波異常可見於傳導系統的障礙。

④其中Q波寬度不應大於0.03秒。

⑤在判讀Q波意義時，應考慮病人臨床的表現。

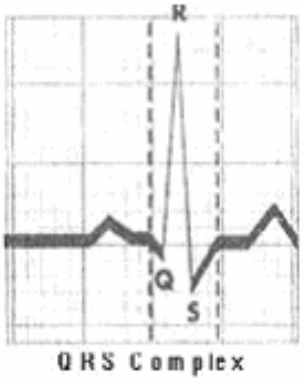

圖 2-8　　心室收縮

(3) 心室舒張（Complete cardiac diastone）：產生T波（T wave），如圖3-9所示，約0.4秒。

①表示心室的恢復期(recovery period)。

②正常時，在導程Ⅰ、Ⅱ、V3到V6都為正立。

③正常時，在誘導AVR為倒立。

④在其它誘導則不定。

⑤正常時，T波波形應該是圓滑的；若呈現了凹槽狀則在小孩可以是正常的變異，但也可見於心包炎。

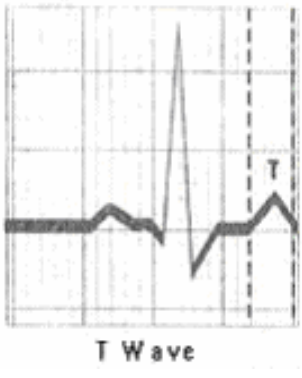

圖 2-9　　心室舒張

心電圖對個別疾病的診斷其靈敏度（sensitivity）及特異性（specificity）有極大之差異，因此醫師可能配合其他的檢查來做整體的判斷。正常心

電圖（圖3-10）是有規律的，能清楚看見心房收縮（P波）、心室收縮（QRS波）及心室舒張（T波）。

圖 2-10　　正常的心電圖

2.1.5 十二導程心電圖

心臟是一個三度空間的器官，因此它的電氣活動也必須以三度空間的觀念來瞭解。最早的心電圖學家，也將近一世紀前發展出肢導極時，就已經知道只有兩三個電極並不足以瞭解心臟電氣活動。今天，標準的心電圖包括十二個導極，每個導極所記錄的波形都取決於電極在體表的位置和方位，每個導極都以獨特的角度來觀察心臟，以便能對心臟的特定部位有較高的敏感度。觀察的角度越多，我們就能得到越多的資訊。在了解十二導程心電圖之前，首先得介紹心電圖學上的一些定義：

1. 三個標準肢導極的定義如下：如圖3-11所示為標準肢導極定義的量測位置。
   (1) 第一肢導極（lead I）：是由左手設定為正極，而右手為負極所構成，它的方位角是0度。
   (2) 第二肢導極（lead II）：是由左腳設定為正極，而右手為負極所構成，它的方位角是60度。
   (3) 第三肢導極（lead III）：是由左腳設定為正極，而左手為負極所構成，它的方位角是120度。

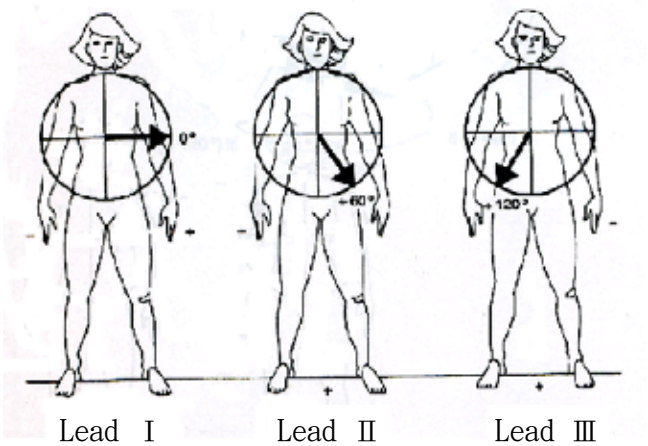

圖 2-11　三個標準肢導極分佈圖

2. 三個增大導極（augmented leads）定義：如圖3-12所示為標準肢導極定義的量測位置。

(1) AVL導極（Lead AVL）：量測位置，左手為正極，而其他電極為負極所構成的，它的方位角是-30度。

(2) AVR導極（Lead AVR）：量測位置如，右手為正極，而其他電極為負極所構成的，它的方位角是-150度。

(3) AVF導極（Lead AVF）：量測位置，左腳為正極，而其他電極為負極所構成的，它的方位角是90度。

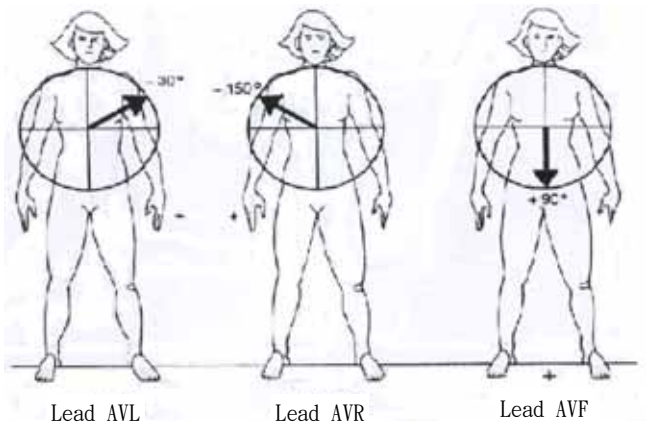

圖 2-12　三個增大導極分佈圖

3. 六個胸導極（chest lead）定義：量測位置如圖3-13所示，V1至V6的

六個電極位置分別如下：

(1) V1是位於胸骨右側的第四肋間。

(2) V2是位於胸骨左側的第四肋間。

(3) V3是位於V2和V4之間。

(4) V4是位於第五肋間的左鎖骨鄉線之處。

(5) V5是位於V4和V6之間。

(6) V6是位於第五肋間的腋中線（midaxillary line）之處。

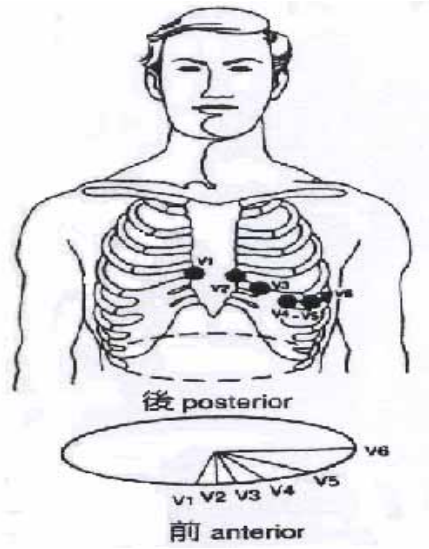

圖 2-13　　六個胸導極分佈

2.2　MIT-BIH 心律不整資料庫介紹

自從1975年來，Beth Israel Hospital(現在為Beth Israel Deaconess Medical Center)的研究團隊和MIT(Massachusetts Institute of Technology，麻省理工院)並共同合作，研究有關心律不整和相關的心臟疾病。其中最主要的目地就是整理出有關於心律不整資料庫。在1980時MIT-BIH完成了第一套MIT-BIH心律不整的資料庫，其發行的心律不整資料庫已經被世界上超過500個研究單位和機構所使用，它是第一個能普遍獲得的標準測試資料庫，可以用來評估

心律不整或是心臟疾病偵測器的效能[30][31]。

MIT-BIH心律不整資料庫共有48筆資料，本研究使用46個筆資料如表2-1所示，每筆資料長度為30分鐘，取樣頻率為360Hz，11bits的解析度，其中每筆資料皆有兩組不同的導極(通常包含了MLII及V1，但是有些因對象不同會是MLII 及 V2、V4或V5)的心電圖訊號。其中每組資料包含一個標頭檔(Head file，.hea)，一個說明檔(Annotation file，.atr)，一個資料檔(Data file，.dat)，茲分別敘述如下：

1. 標頭檔：記載著每組資料名稱、心電圖資料長度、資料所屬的對極、取樣

   頻率，固定為512位元組。其中每筆資料皆有兩組不同的導極(通常包含了MLII及V1，但是有些因對象不同會是MLII 及 V2、V4或V5)的心電圖訊號，取樣頻率為360Hz，解析度為11bits，電壓值介於−5mV至5mV之間，記錄時間約30分鐘。
2. 說明檔：註解資料檔中每一筆心電圖資料的屬性，其R波與前一R波在資料檔中之間距和所屬的病症，其中每一個波形訊號之症狀註解都是至少經由兩位心臟科醫生判定後再相互核對，如果判定後彼此註解不同，則經過研究後再做最後決定。
3. 資料檔：含有兩個通道的資料，且每通道資料為650000筆資料。

對於MIT-BIH心律不整資料庫中，有許多筆資料都含有數種不同類別的心臟病症，如何看懂MIT-BIH心律不整資料庫的心電圖，說明如下：MIT-BIH心律不整資料庫中，每一筆資料皆有醫生所判斷出的病症，並且標示出病症的位置和特徵。如圖2-14所示。在圖2-14中，圖(a)表示為MLⅡ導極所呈現出來的波形，圖(b)為V2導極所產生的波形，其中圖中”N”表示為正常的波

形(Normal Beat)，另外還有”A”、”F”、”V”等為心搏註解的縮寫，例如”A”表示為心房期外收縮(atrial premature beat)，”V”表示為心室期外收縮(ventricular premature beat)、”F”表示為心室融合心搏(ventricular fusion premature)。

表 2-1　　所使用的 MIT-BIH 心律不整資料庫的記錄

100	111	119	203	214	228
101	112	121	205	215	230
103	113	122	207	217	231
105	114	123	208	219	232
106	115	124	209	220	233
107	116	200	210	221	234
108	117	201	212	222	
109	118	202	213	223	

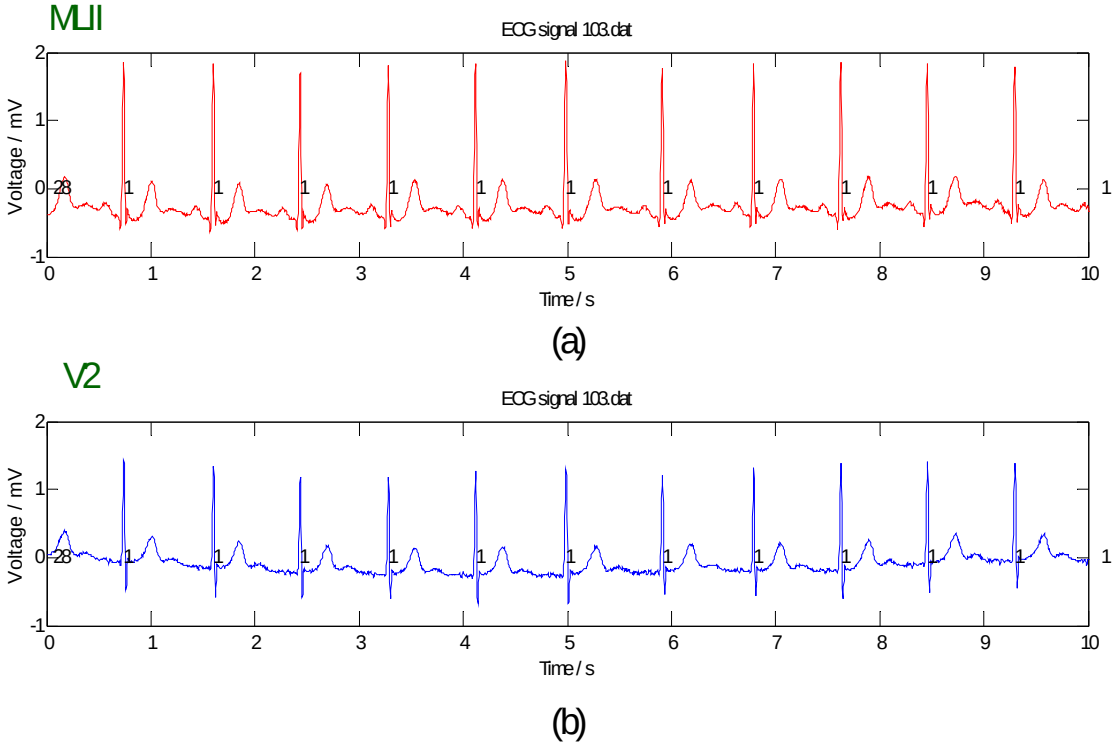

圖 2-14　　MIT-BIH 心律不整資料庫的心電圖

2.3 心電圖病症簡介

一般來說，以心電圖訊號能夠診斷出來的心電圖種類，依照心電圖病症的特徵以及形成原因分為下列如表2-2所示。

表 2-2　MIT-BIH 心電圖病症病碼

MIT/BIH annotation symbol	Type of arrhythmia
N	Normal Beat
L	Left bundle branch block beat
R	Right bundle branch block beat
A	Aberrated atrial premature beat
V	Premature ventricular contraction
F	Fusion of ventricular and normal beat
J	Nodal (junctional) premature beat
A	Atrial premature Beat
E	Ventricular escape beat
J	Nodal (junctional) escape beat
/	paced beat
F	Fusion of paced and normal beat

在此將對本研究所需要的心臟病症如表2-2所標示註記作介紹。

1. 正常波形(Normal Beat)：如圖2-15所示。

   一般正常心跳速率的定義是每分鐘60至100下，且大部份的人在60至80下之間，而且是從正常的竇性節律點所發出的人類的心跳主要由位於上腔靜脈和右心房交接處附近的竇房結(sinusnode)負責操控。竇房結細胞是一種「節律細胞」，它會自行產生胞膜內外之電位差，以達到閥值(threshold)而誘發「發電」。由竇房結細胞所發出之電氣訊息，再傳至心房，導玫心房細胞興奮及收縮。心房細胞的電氣訊息再經由心房、心室交接處之房室結(atrioventricular node)傳入

心室，導致心室細胞心房細胞興奮及收縮。

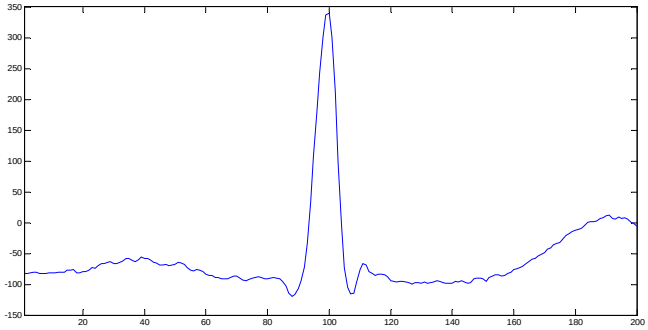

圖 2-15　　正常波形

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 103)

2. 左分支束阻塞(Left Bundle Branch Block)：如圖2-16所示。

在心正常電傳導路徑上的任何阻滯都稱為傳導阻斷。當在左分枝束(left bundle branch)中的傳導阻斷，左心室會較慢去極化。這會在心電圖上也可以看到兩種變化：

(1) 左心室的去極化拖慢，使得QRS波組加寬，過0.12秒。

(2) 左心室之上的導極的導極(I，AVL，V5和V6)中的QRS波組會顯示出非常特別的形狀。這些導極原本就有高大的R波，在左枝束阻塞時，左心室去極化的延遲會使得這些R波上升的過程明顯的延長，造成寬頂的R波或是有凹缺的R波。在右心室上的導極會形成對應的寬而深的S波。在左分枝阻斷時，有時候也可以看到電軸左偏。

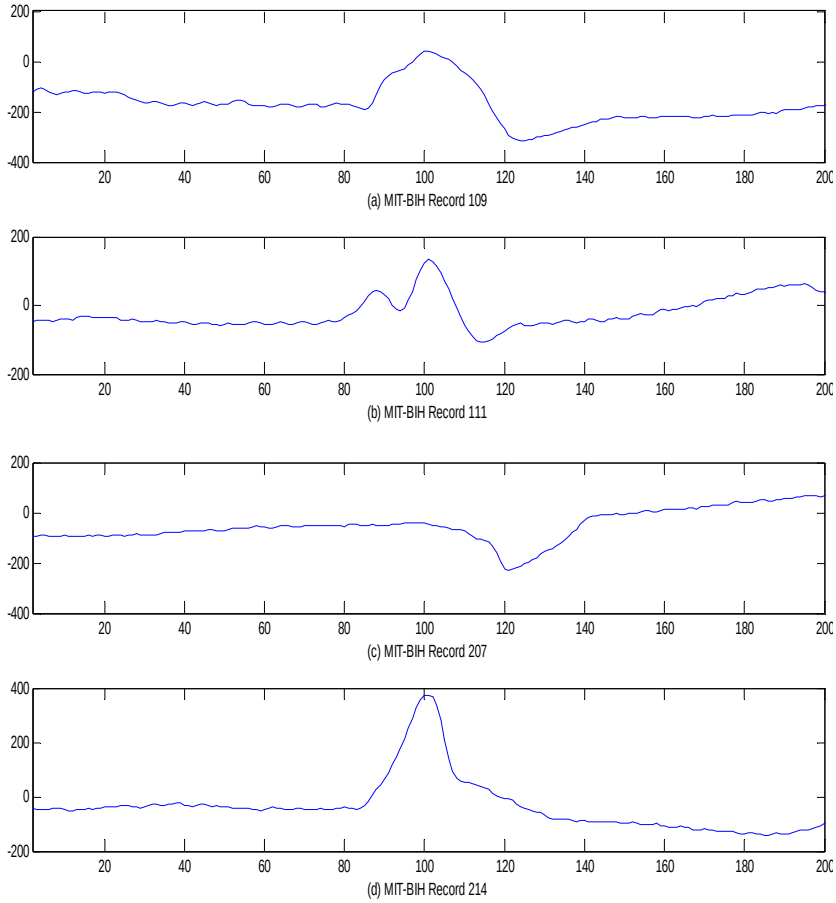

圖 2-16　左束分支阻塞

(MIT-BIH Arrhythmia Database)

3. 右分支束阻塞(Right Bundle Branch Block)：如圖2-17所示。

在心正常電傳導路徑上的任何阻滯都稱為傳導阻斷。當在右分枝束(right bundle branch)中的傳導阻斷時，右心室的去極化就會被拖慢，一直到左心室的去極化幾乎完成了之後才開始。同樣的，我們在心電圖上也可以看到兩種變化：

(1) 右心室去極化的延遲使得整個心室去極化的時間拉長。因此，QRS波組會變寬而超過0.12秒。

(2) 在右心室之上的導極，也就是V1導極和V2導極之上的寬QRS波組會表現出非常獨特，而且極具診斷價值的形狀。在右分枝束阻斷時，你仍然可以看到最初的R波以及由左心室的去極化所形成

的S波，但是拖慢了的右心室去極化隨後展開，此時左心室已經完全去極化，所以這這個右心室去極化波的表現完全不會受到干擾，因此電軸會突然向右偏轉。

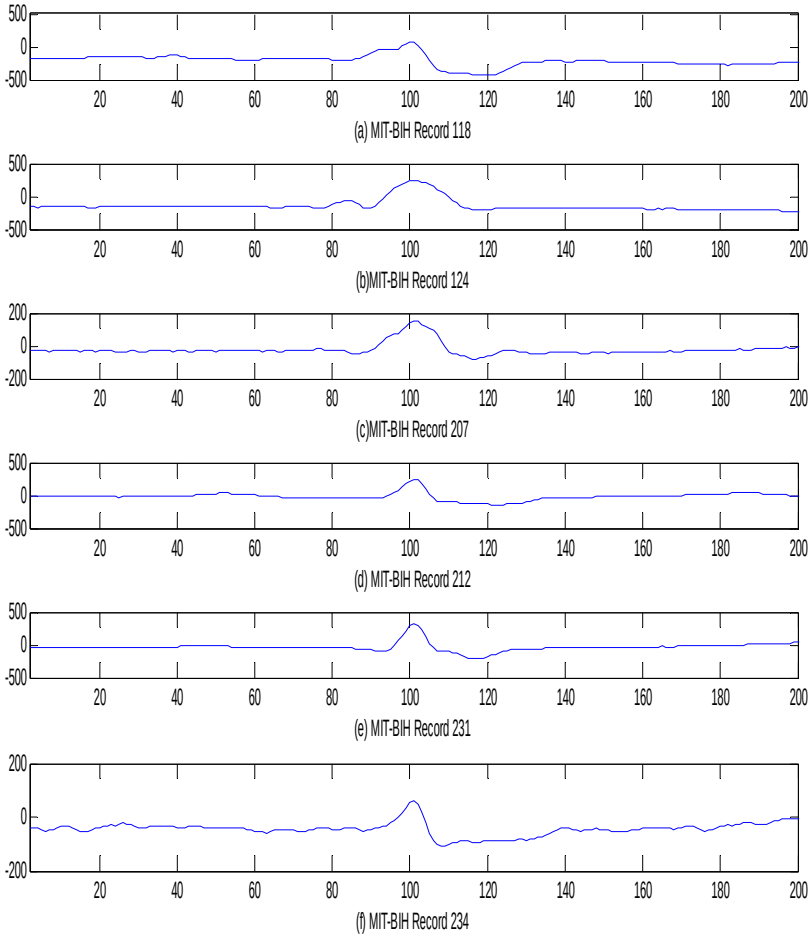

圖 2-17　　右束分支阻塞

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 118)

4. 變形的心房期外收縮(Aberrated atrial premature beat)：如圖2-18所示。所謂心律期外收縮指在正常心律外，有一突然、搶拍子似的早發性心跳。它可以是由心房或心室發出。一般而言，心律早發性期外收縮，會造成病人心悸，用較通俗的話就是心臟猛力「咚隆」一下，好像要跳出來一樣。但也有部份病人，在心電圖上可記錄出心律期

外收縮，然而病人毫無臨床症狀。由二十四小時霍特式心電圖記錄知道，大多數人在一天中，或多或少皆有心律期外收縮。

源自心房的「心房期外收縮」，一般不會造成厲害的血行力學障礙，所以治療價值不高。「心室早期收縮」則不同，若病人心臟無器質性病變，則病人預後和正常人無異，通常不須加以治療。若病人伴隨器質性心臟病，則心室期外收縮可能是一種警示性心律不整(warning arrhythmia)，須加以深入探討是否需要治療。

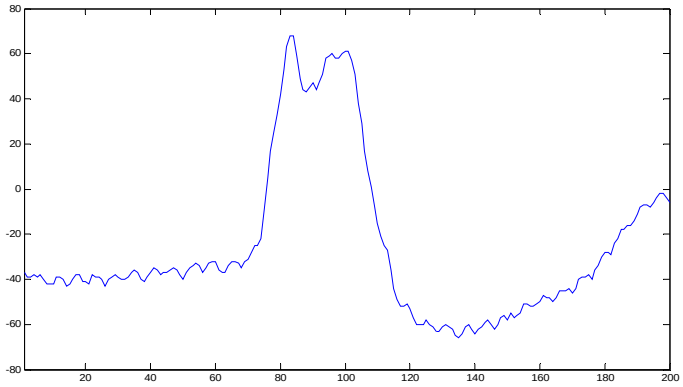

圖 2-18　　變形的心房期外收縮
(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 201)

5. 心室期外收縮(Premature Ventricular Contraction)：如圖2-19所示。

心室期外收縮(簡稱為PVC)是心律不整中常見的類型，因為PVC的心室去極化不會遵循正常的傳導路徑，所以QRS波組會變寬而且會奇怪的形狀。但是並非每個導極的QRS波組都會變寬，所以在下診斷之前一定要看過心電圖所有的十二個導極。雖然有時候可以看到反向P波，但是大部份的時候都看不到P波。PVC和下一個心跳之間會有較長的停頓。

個別的PVC在正常的心臟是相當常見，很少需要治療。但是出現在急性心肌梗塞時的PVC因為可能引發致命的心室頻脈(ventricular tachycardia)或心室顫動(ventricular fibrilllation)，所以是相當不好的警訊。其特徵會有寬大且波形怪異的QRS綜合波。

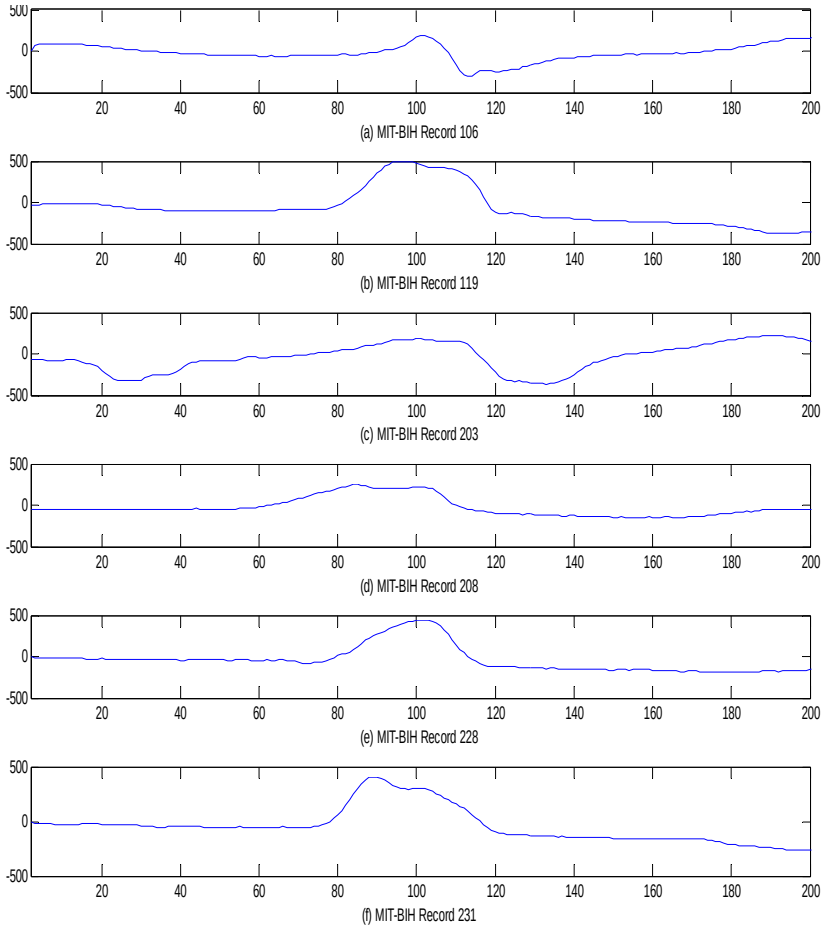

圖 2-19　　心室期外收縮

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 119)

6. 心室融合心跳(Fusion of ventricular and normal beat)：如圖2-20所示。心室融合心跳發生的原因是因為心房的電衝動傳過房室結的同時，另一個發自心室的電衝動也正在向四面八方的心室心肌傳遞，這兩個電衝動共同完成心室的去極化，造成一個型態上一部份屬於心室

上心律，而另一部份屬於心室心律QRS波組。

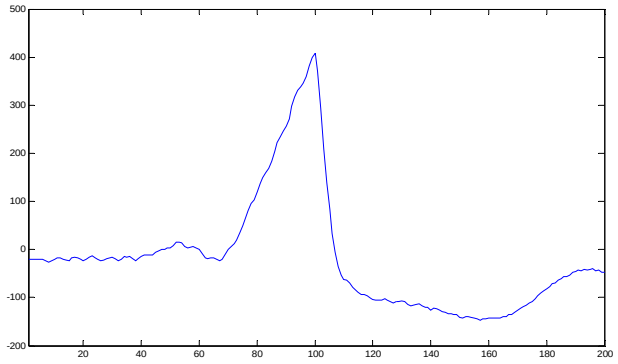

圖 2-20　　心室融合心跳

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 208)

7. 房室交界處期外收縮(Nodal (junctional) premature beat)：如圖2-21所表示之。

單一的異位性心室上心跳源自房室結附近，這稱為房室交界處期外收縮。這是相當常見的現象，不代表心臟的疾病也不需要治療。但是它們也可能引發持續較久的心律不整。在房室交界處期外收縮時，常常會看不到P波，但是有些時候可以看到反向的P波，且它的出現會比預期的心跳提早出現。

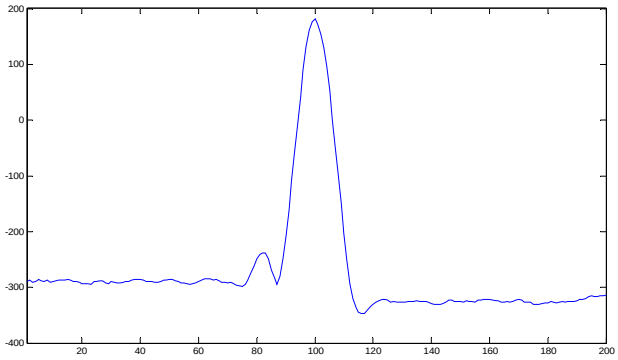

圖 2-21　　房室交界處期外收縮

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 124)

8. 心房過早收縮(Atrial Premature Beat)：如圖2-22所示。

單一的異位性心室上心跳源自心房附近，這稱為心房期外收縮。這也是相當常見的現象，不代表心臟的疾病也不需要治療。但是它們也可能引發持續較久的心律不整。我們可以藉由P波的形狀和心跳的時刻，來判斷心房期外收縮和正常的竇性心跳。由於心房期外收縮起源自竇房結以外的心房區域，因此心房去極化的過程和正常竇性心跳會不一樣，所以P波的形狀也會不同。如果心房期外收縮起源的位置和竇房結相隔甚遠，則P波的電軸會和正常P波的電軸不同。心房期外收縮起源也會比預定的心跳較早發生，也就是說，它在下一個預期的竇性心跳之前闖進來。

心房過早收縮是由心房任何部分所發出來的異位心房收縮，這種收縮的特徵是：在正常的竇性收縮之前會出現一個與正常發源自竇房結的P波不同波形的異常P波。此P波的波形決定於此心房異位點的位置，若在心房的上部，則P波的軸通常是正常的(導程Ⅱ有正的P波)；當異位點在心房下部，則P波的軸傾向於朝上，於是在導程AVR產生正的P波，而在導程MLⅡ則產生負的P波。心房過早收縮於健康的人是常見的，並且常常和吃入興奮劑有關，然而它們也會發生於心臟結構性疾病。

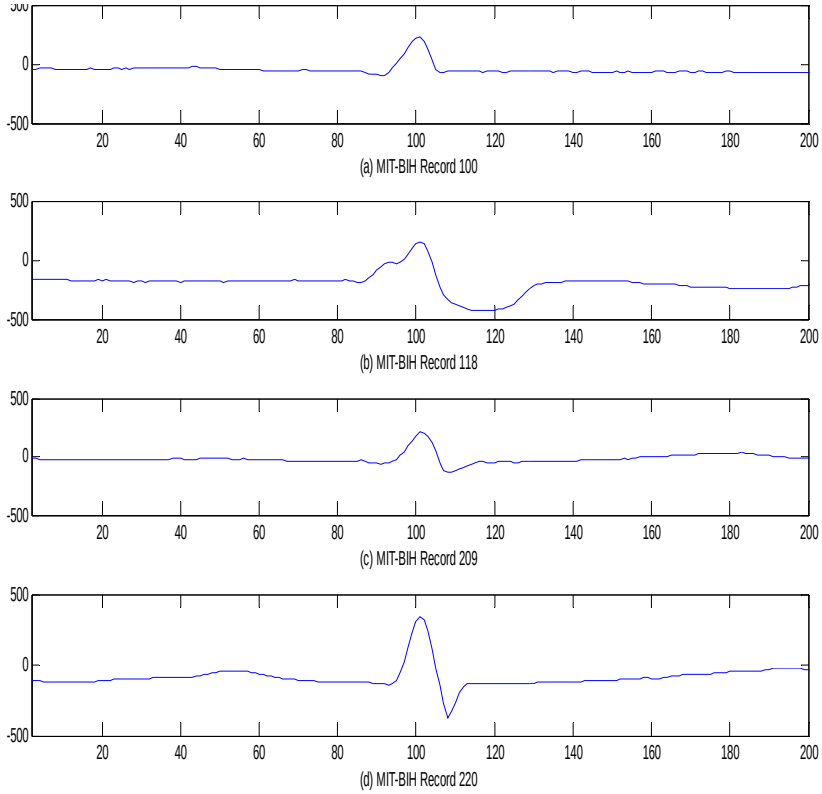

圖 2-22　　心房期外收縮

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 100)

9. 心室跳脫心跳(Ventricular escape beat)：如圖2-23所示。

心臟除了竇房結會激發心臟跳動外，還有其許多散佈各處的節律細胞(pacemaker cells)，自發性激活的速率最快的節律點會主導心臟的電氣活動，而正常情況下最快的節律點就是竇房結。竇房結在其它競爭者完成較慢的自發性去極化之前便將去極化波傳遞整個心肌，藉此掌控心臟的心律。但是在竇性心律停止時，其他的節律點在脫離竇房結的壓制之後，便可以加入解救心臟，使得心臟恢復跳動的工作中。這些竇房結以外的地方產生的補救性心跳，就稱為跳脫心跳(escape beats)。其中心室跳脫心跳是由心室節律點所激發，速率大約為每分鐘30至45次。

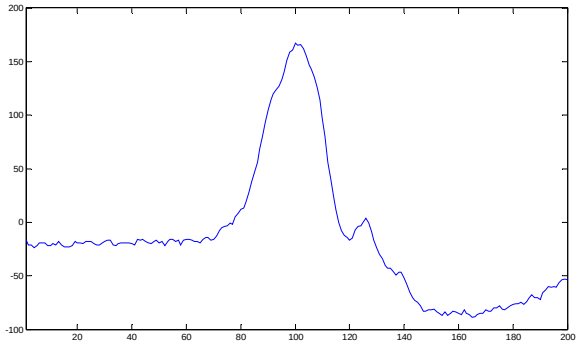

圖 2-23　　心室跳脫心跳

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 207)

10. 交界性脫逸性收縮 (Nodal (junctional) escape beat)：如圖2-24所示。每個竇房結以外的節律點都可以藉著一個或一連串的跳脫心跳來解救竇房結異常的困境。在所有的心律跳脫機制中，房室交界處跳脫心律是最常見的一種。在房室交界處跳脫心律時 ，去極化波起源自房室結附近，而一般的心房去極化型式則不會發生，因此，正常的P波也就不會出現。事實上，大部份情況下根本不會有P波。但是有時候還是可以看到反向傳導的P波(retrograde P wave)。常見的交界性節律有以下的特徵：

(1) 沒有P波，或是在QRS綜合波前後發生有倒立的逆行的P波。

(2) QRS波的綜合波寬正常。

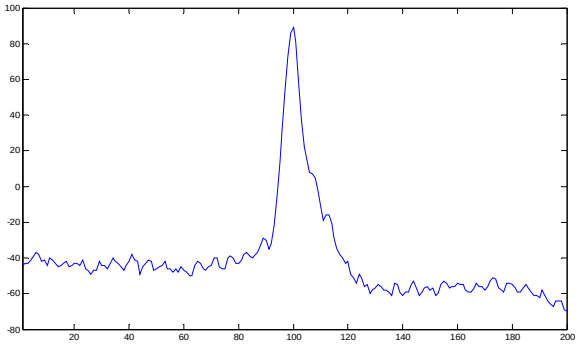

圖 2-24　　房室交界處跳脫心律

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 222)

11. 心律調節器心跳(Pace Beat)：如圖2-25所示。

心律調節器是附有電源的電極，電源通常放置在皮下，而電極則經由上下腔靜脈放入右心或右心室。對於自身的電衝動來源(竇房結)，或是電氣傳導有問題的心臟，心律調節器提供了額外的電力來源。心律調節器發出電衝時，我們可以在心電圖上看一個刺型小波。心室型心律調節會形成像PVC一樣形狀怪異而且寬的QRS波組，因為電極是放在右心室，所以右心室會比左心室先收縮，這會在心電圖上形成和左分枝束阻斷相同的圖形。有時候還可以看到反向的P波。

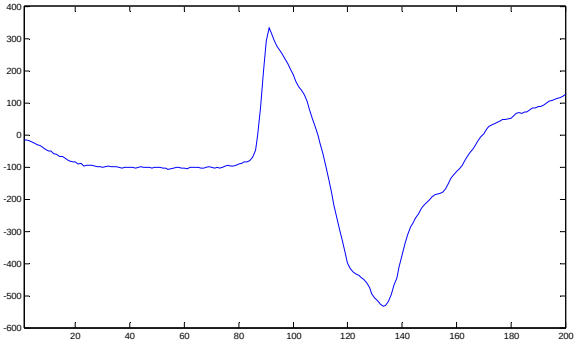

圖 2-25　　心律調節器心跳

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 107)

12. 節律器所融合心跳(Fusion of paced and normal beat)：如圖2-26所示

由於同時有兩個放電點使心肌去極化，一個為心律調節器發出電衝，另一個為由竇房結細胞所發出之電氣訊息，再傳至心房，導致心房細胞興奮及收縮。心房細胞的電氣訊息再經由心房、心室交接處之房室結(atrioventricular node)傳入心室，導致心室細胞心房細胞興奮及收縮，所融合的波形，其圖形包含刺型小波和像正常波形。

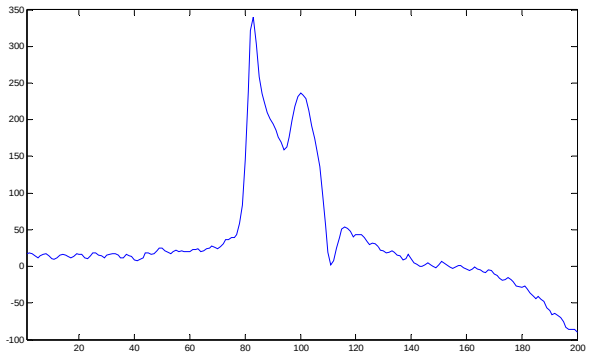

圖 2-26　　節律器所融合心跳

(MIT-BIH Arrhythmia Database Record 217)