

如何使用多道心電測試儀 MECG 2.0 來播放資料庫中的胎兒和母親的心電信號

MECG 2.0 多通道心電圖機測試儀的輸出方式和規格:

MECG 2.0 多道心電圖機測試儀是一臺可以同時產生 8 個通道信號的測試儀器，主要適用於各種心電圖設備之資料庫測試。醫療法規對於心電圖設備的製造商，要求必須依據國際標準，使用特定的資料庫來評估產品的系統功能和演算法準確性。MECG 2.0 同時輸出 8 個通道波形，可滿足國際標準中對於多通道測試的要求。

鯨揚科技的 MECG 2.0 依據 IEC60601-2-51: 2003 的要求，同時輸出 8 個通道信號到 LA(L) · LL(F) · V1(C1)~V6(C6)等 8 個電極上，RA(R)電極經過 100 歐姆電阻接地。V1~V6 的信號輸出前在 MECG 2.0 內會先加上 CT (Central Terminal, 中心端子) 的權重電壓，其中 $CT = (R+L+F)/3$ ，因為 $R = 0$ (接地)，所以實際 V1~V6 的輸出電壓為 $C1(\sim C6) + (L+F)/3$ 。這樣加了 CT 權重的電壓輸入到心電圖設備後，配合心電設備的 $V1(\sim V6) = C1(\sim C6) - CT$ 就可以還原出原始 V1~V6 的波形信號。詳細系統和待測心電設備的信號流程，如圖 1 所示。

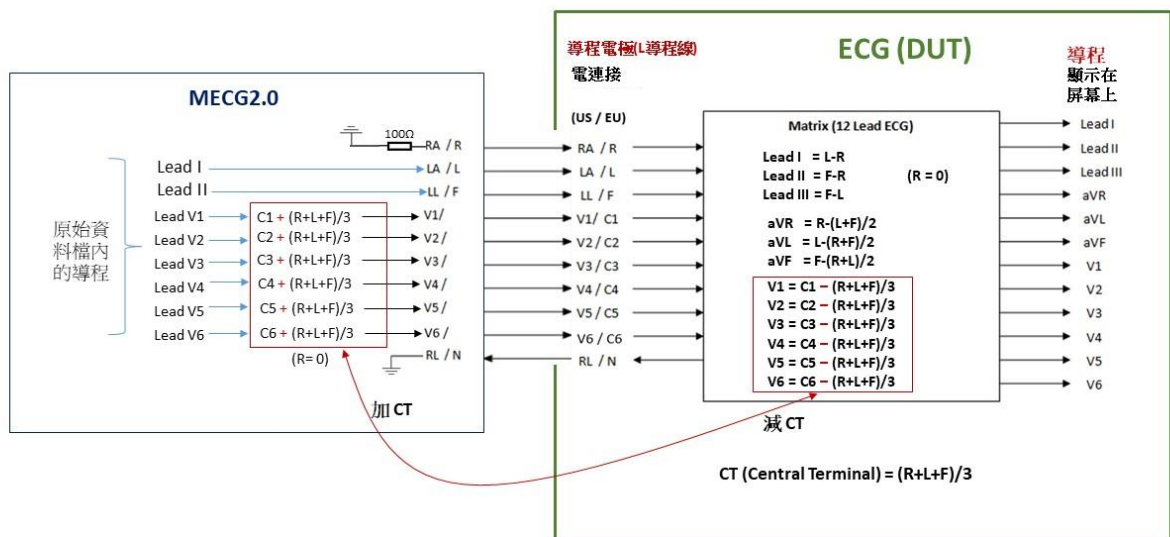


圖 1, 依據 IEC60601-2-51: 2003 · MECG 2.0 系統和待測心電設備的信號流程圖

鯨揚科技 MECG 2.0 可播放資料庫的格式包括:

1. IEC60601-2-25: 2011 CTS 資料庫中的 CAL、ANE 以及 CSE 資料庫中 100 組生物性心電圖波形。
2. IEC60601-2-47: 2012 要求的 5 種資料庫 (AHA、MIT-BIH、NST、CU 和 ESC)。
3. Physionet 網站內的非侵入式胎兒 ECG (FECG) 資料庫(選項配備)。
4. 鯨揚科技自定義格式檔案，此功能可允許用戶在轉換格式後，播放自己的資料庫。

資料庫波形會連續且不間斷地輸出到待測物，用戶可以在 MECG 2.0 軟體顯示窗口上看到心電圖設備上應該會顯示的 12 導程波形，如圖 2，用以比較實際在心電圖設備上顯示的波形。

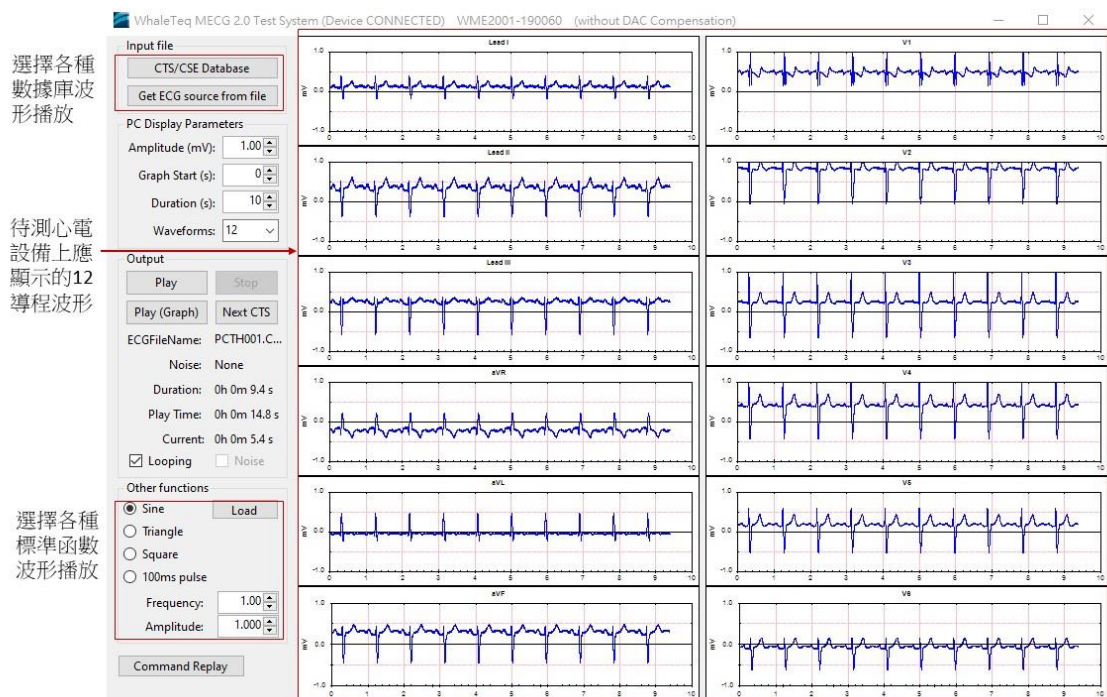


圖 2, MECG 2.0 軟體功能和 12 導程波形顯示窗口

MECG 2.0 多道心電圖機測試儀輸出電壓範圍是 1 μ V 至 10 mV。精確度為大於 500 μ V 時， $\pm 1\%$ ，小於等於 500 μ V 時， $\pm 8 \mu$ V。取樣率為每個通道 1 KHz。垂直電壓解析度是 16 bits，也就是電壓最小解析度可至 0.15 μ V (10 mV / 65536)。因為輸出電壓最小解析度可至 0.15 μ V，因此可以較完整的輸出胎兒數 μ V 的心電信號。

母親加胎兒心電信號的資料庫:

MECG 2.0 有一選項配備可以播放 Physionet 網站內非侵入式胎兒 ECG 資料庫(Non-Invasive Fetal ECG Database) · 這是一組包含母親加胎兒心電信號的資料庫。該資料庫包含一組 55 個多通道腹部非侵入性胎兒心電圖記錄 · 這些記錄來自懷孕 21 至 40 周之間的單個受試者。數據以 EDF/EDF+ 格式存儲。記錄資訊包含 2 個胸部(thoracic)信號 · 3 或 4 個腹部(abdominal)信號(大多數記錄包括 4 個)。

使用 MECG 2.0 來播放資料庫中的胎兒和母親的心電信號

由於非侵入式胎兒 ECG 資料庫中記錄器電極施放的位置並非傳統 ECG 中的 RA/LA/LL/V1~V6 的位置 · 而 MECG 2.0 是一多道 ECG 測試儀 · 因此必須要重新配置輸出導程的路徑 · 以期能夠正確的輸出胸部和腹部的導程信號。

重新配置的方式如圖 3 所示 · 將 2 個胸導 T1 和 T2 波形分別從 LA 和 LL 輸出 · 電極負端則接至 V6 · V6 相對 LA/LL 為零電壓。也就是 LA-V6 和 LL-V6 分別輸出至待測胎兒心電設備的 T1 和 T2 的正負極。其中 MECG 2.0 的 LA 和 LL 分別輸出到導程 I 和導程 II · 這個方式就將導程 I 和導程 II 重新配置到了待測胎兒 ECG 的導程 T1 和導程 T2 · 如圖 4 所示。

其他待測胎兒 ECG 的 4 個腹導 A1, A2, A3 和 A4 也用同樣的方式被重新配置到 MECG 2.0 的 V1 到 V4 導程 · 並使用 V5 為電極負端。

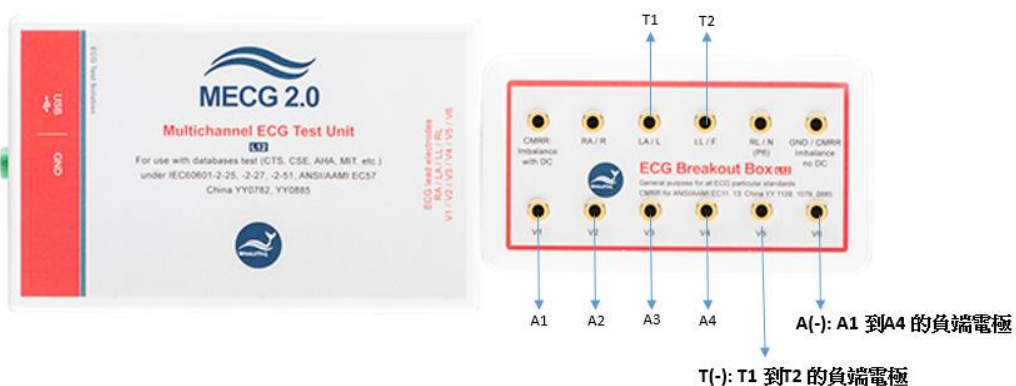


圖 3, MECG 2.0 重新配置輸出導程的示意圖

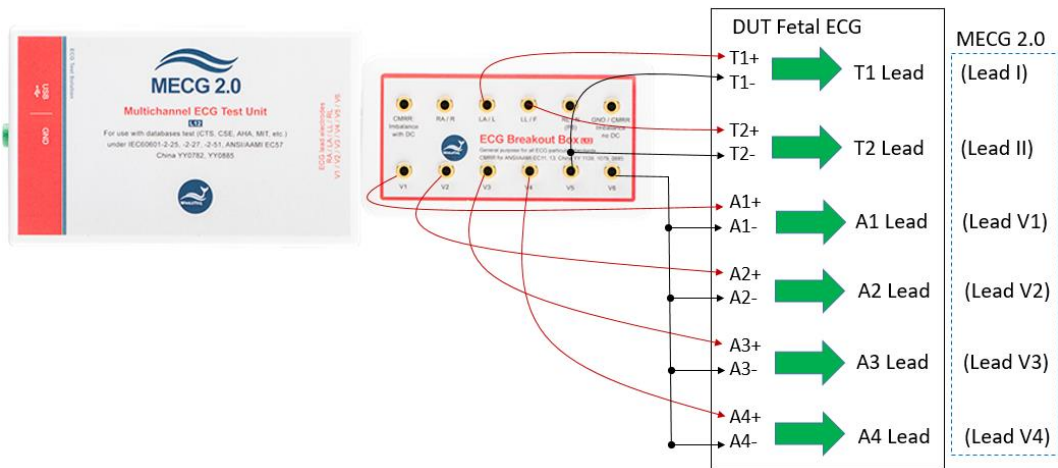


圖 4, MECG 2.0 重新配置輸出導程後和待測胎兒 ECG 連接的示意圖

接著看 MECG 2.0 軟體操作上是如何重新配置輸出導程 MECG 軟體提供功能可以直接去 Physionet 網站上下載非侵入式胎兒 ECG 資料庫，如圖 5 左半部中間選擇 16 資料庫，然後選擇下方的一個波形下載，或選擇 “ Download All” 下載所有波形。下載的波形會自動存入 C:\Physionet 內。下載後的波形檔案可以存入其他檔案夾內，圖 5 左上角 “ EDF” 按鍵可以選擇任一檔夾內的資料庫波形來播放，如此就不必每次到 Physionet 網站去下載資料庫波形了。

選擇到所要播放的資料庫波形後，接下來重新配置輸出導程，如圖 5 右方，可以看到資料庫波形(Source Label)包含 2 組胸導(Thorax_1, 2)和 4 組腹導(Abdomen_1, 2, 3, 4)，對應到 MECG 的 T1, T2 和 A1~A4 導程；所有的對應導程都可任意選擇。

設置結束後，按下 “ Close” 就可以回到 MECG 軟體的主畫面，如圖 6 所示。

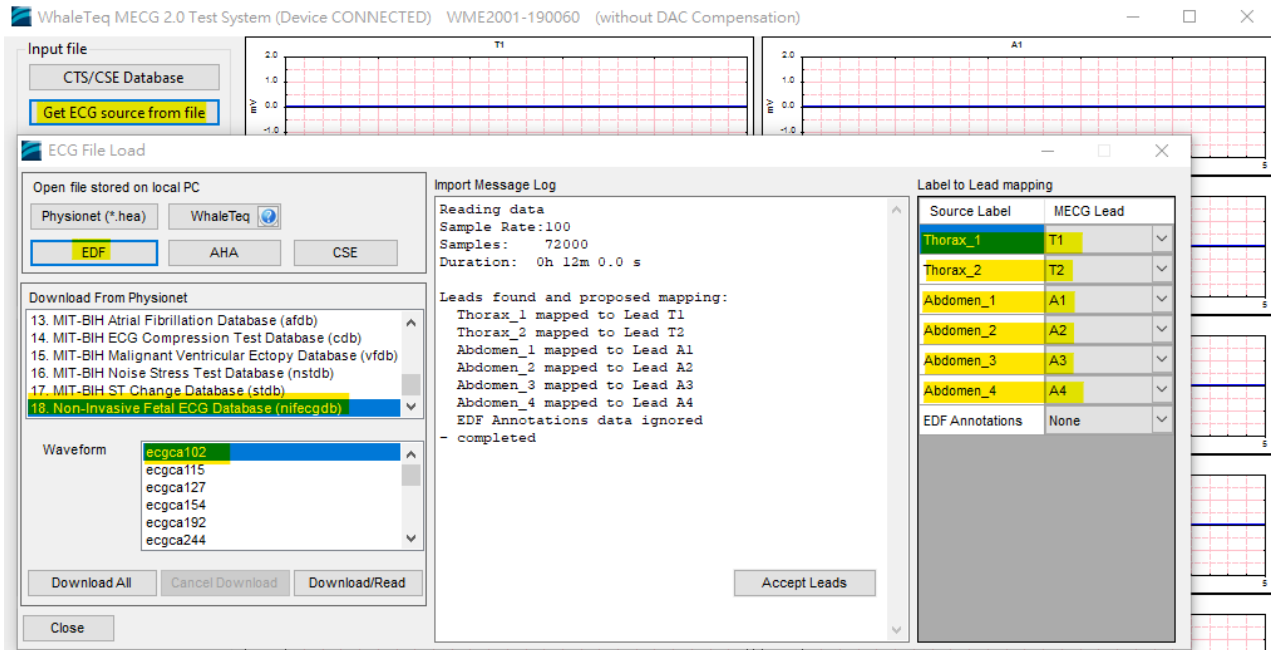


圖 5, MECG 資料庫選擇和導程重新配置的操作方式

從 MECG 軟體主畫面中黃色螢光筆標記，可以看出播放的是非侵入式胎兒 ECG 資料庫中的 ecgca127 波形，總長度是 12 分鐘。導程波形的左半部原來是顯示 6 個肢體導程 (I/II/III/aVR/aVL/aVF)，現經過導程重新配置後，在原來 I/II 導程的位置上顯示 T1/T2 導程。其他 4 個導程，由於是 12 導程 ECG 自動算出，所以仍然會顯示，但不會輸出。

右半部原來顯示的 6 個胸導程 (V1~V6)，經過導程重新配置後，在 V1~V4 導程上顯示 A1~A4 腹導。這邊可以看到 V5 和 V6 導程都是零電位，也就是分別作為胸導和腹導的負端電極。

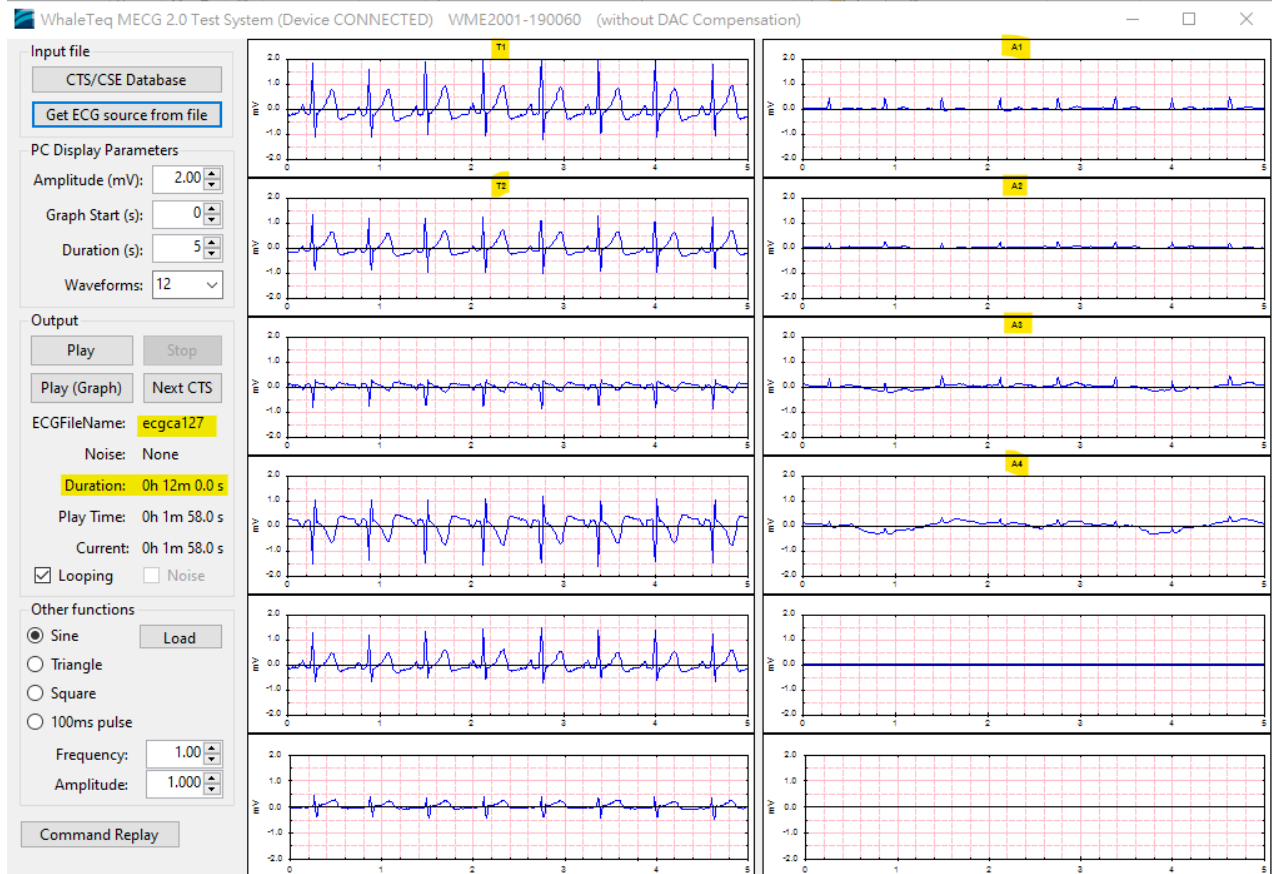


圖 6, MEGC 軟體主畫面，顯示 T1/T2/A1~A4 輸出波形

圖 7 是使用 MEGC2.0 的單一導程波形檢視功能觀察 A1 的胎兒心電圖波形。前面已提及，MEGC2.0 的垂直電壓解析度是 16 bits，也就是電壓最小解析度可至 $0.15 \mu\text{V}$ 。從放大的波形圖上可以測量出 A1 胎兒心電圖的振幅是 $36.3 \mu\text{Vp-p}$ ($20 \mu\text{V} + 16.3 \mu\text{V}$)，由 $0.15 \mu\text{V}$ 解析度可以看出波形的細微變化，經過 MEGC 2.0 送出後，心電圖機收到這些胎兒和母親的波形後，就可以進行一定精度的分析。

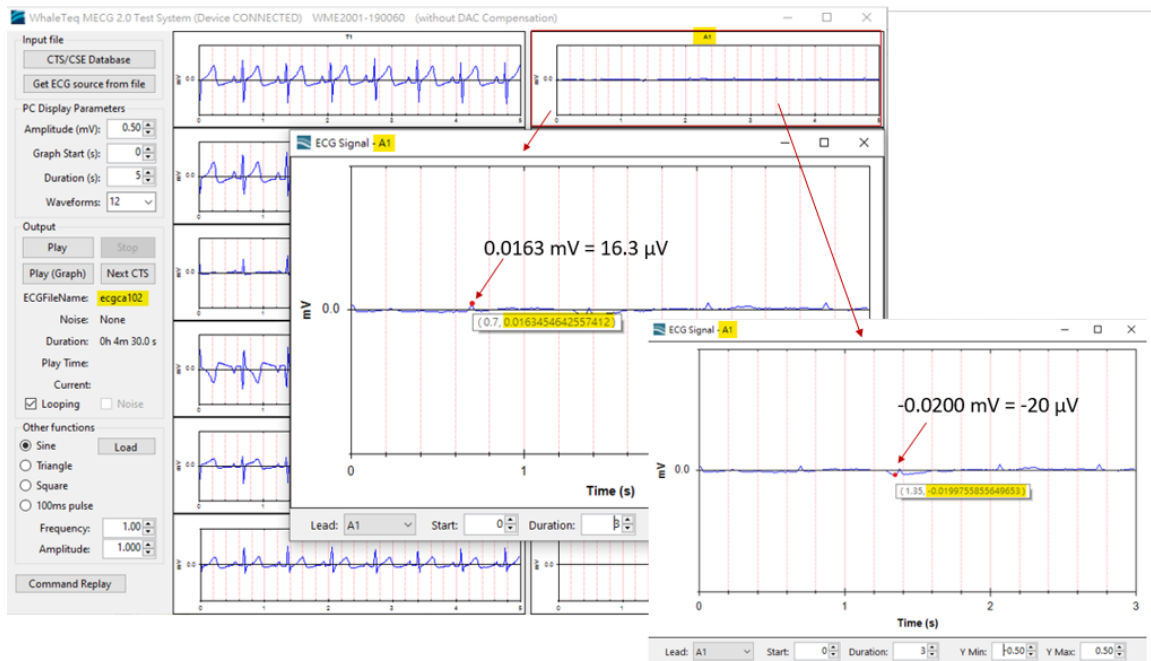


圖 7, 使用 MECEG2.0 的單一導程波形檢視功能觀察 A1 胎兒心電圖的波形

結語:

MECEG 2.0 雖然主要是設計給標準資料庫(IEC60601-2-25 和 IEC60601-2-47, 中國心電標準 YY0782 和 YY0885)內模擬測試所須的多道測試儀。但其他各類資料庫, 只要格式適合, 或經過格式轉換後, 應該都可經由 MECEG 2.0 將各導程波形精準地播放給待測心電設備接收和分析。這裏所介紹的胎兒和母親資料庫的波形播放, 就是其中一個範例。

參考數據:

1. Physionet website: Open Database "Non-Invasive Fetal ECG Database" .
2. IEC 醫療專用標準 IEC60601-2-51:2003.
3. 鯨揚科技 MECEG2.0 使用手冊。