



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I856824 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：112135770

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 19 日

(51)Int. Cl. : **G16H50/30 (2018.01)**

(30)優先權：2023/05/16 美國 63/466,787

(71)申請人：中國醫藥大學(中華民國) CHINA MEDICAL UNIVERSITY (TW)

臺中市北屯區經貿路一段 100 號

(72)發明人：許凱程 HSU, KAI-CHENG (TW)；梁馨月 LIANG, HSIN-YUEH (TW)；劉孟軒 LIU, MENG-HSUAN (TW)；葉宸妤 YEH, CHEN-YU (TW)

(74)代理人：李世章；秦建譜

(56)參考文獻：

TW I610657B

TW I690336B

TW 201918222A

CN 101420904A

CN 115440381B

US 9149195B2

審查人員：黃秉勤

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 39 頁

(54)名稱

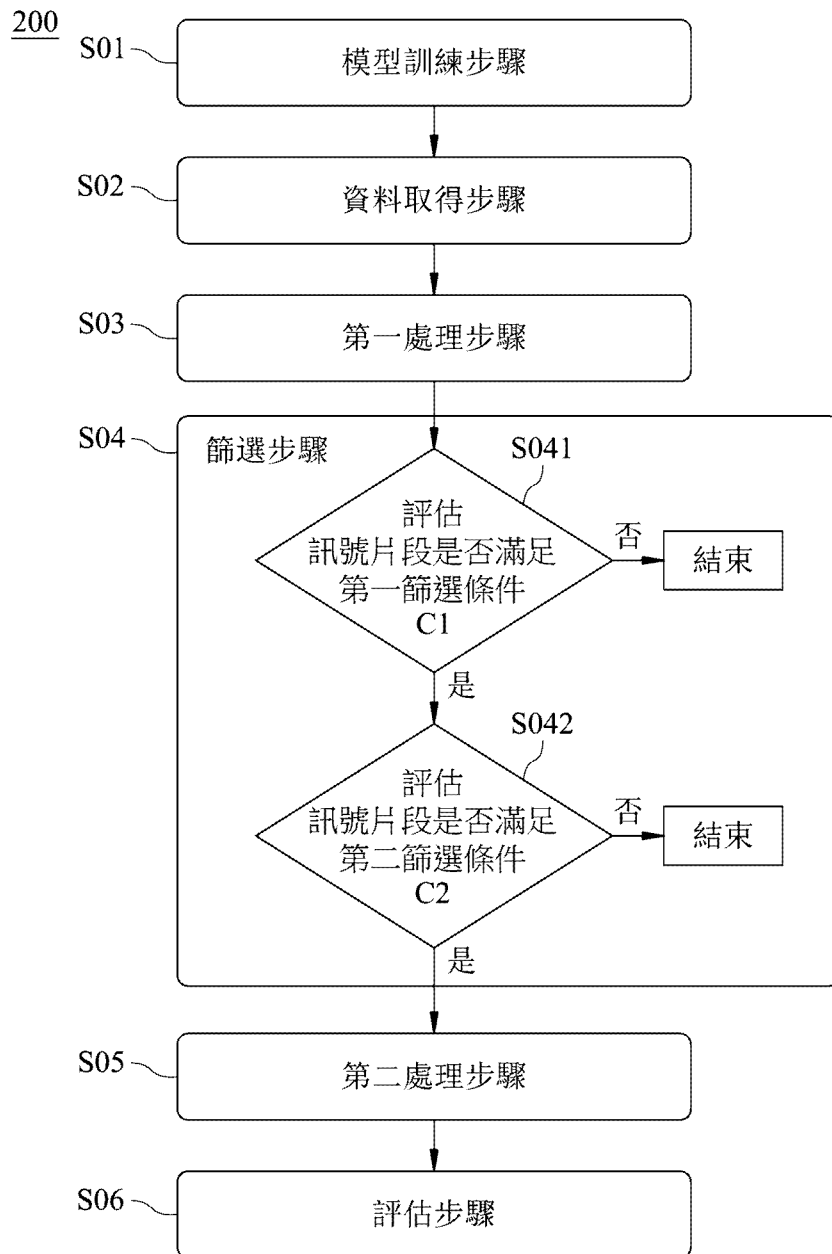
基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統

(57)摘要

本發明提供一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，包含一資料取得步驟、一第一處理步驟以及一篩選步驟。資料取得步驟包含取得一運動心電圖資料。第一處理步驟包含將運動心電圖資料的複數心電訊號片段與不同運動階段進行配對，並選取對應於各運動階段的複數評估訊號片段。篩選步驟包含依據一第一篩選條件及一第二篩選條件篩選各評估訊號片段及各生理量測特徵而產生一篩選結果，並依據篩選結果決定是否產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。藉此，輔助醫師進行冠狀動脈心臟病風險的判斷。

A coronary artery disease risk evaluation method based on treadmill test is proposed. The coronary artery disease risk evaluation method based on treadmill test includes a data obtaining step, a first processing step and a filtering step. The data obtaining step includes obtaining an ECG data. The first processing step includes matching the plurality of ECG signal segments of the ECG data with different exercise stages, and selecting a plurality of evaluation signal segments corresponding to each exercise stage. The filtering step includes filtering each evaluation signal segment and a plurality of physiological measurement features according to a first filtering condition and a filtering screening condition to generate a filtering result, and determining whether to generate a coronary artery disease probability value according to the filtering result. Thus, the coronary artery disease risk evaluation method based on treadmill test of the present disclosure can assist physicians in judging the risk of coronary artery disease.

指定代表圖：



符號簡單說明：

200:基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法

C1:第一篩選條件

C2:第二篩選條件

S01:模型訓練步驟

S02:資料取得步驟

S03:第一處理步驟

S04:篩選步驟

S041:第一篩選步驟

S042:第二篩選步驟

S05:第二處理步驟

S06:評估步驟

第 2 圖



I856824

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統**【英文發明名稱】** CORONARY ARTERY DISEASE RISK EVALUATION
METHOD BASED ON TREADMILL TEST AND SYSTEM THEREOF**【中文】**

本發明提供一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，包含一資料取得步驟、一第一處理步驟以及一篩選步驟。資料取得步驟包含取得一運動心電圖資料。第一處理步驟包含將運動心電圖資料的複數心電訊號片段與不同運動階段進行配對，並選取對應於各運動階段的複數評估訊號片段。篩選步驟包含依據一第一篩選條件及一第二篩選條件篩選各評估訊號片段及各生理量測特徵而產生一篩選結果，並依據篩選結果決定是否產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。藉此，輔助醫師進行冠狀動脈心臟病風險的判斷。

【英文】

A coronary artery disease risk evaluation method based on treadmill test is proposed. The coronary artery disease risk evaluation method based on treadmill test includes a data obtaining step, a first processing step and a filtering step. The data obtaining step includes obtaining an ECG data. The first processing step includes matching the plurality of ECG signal segments of the ECG data with different exercise stages, and

selecting a plurality of evaluation signal segments corresponding to each exercise stage. The filtering step includes filtering each evaluation signal segment and a plurality of physiological measurement features according to a first filtering condition and a filtering screening condition to generate a filtering result, and determining whether to generate a coronary artery disease probability value according to the filtering result. Thus, the coronary artery disease risk evaluation method based on treadmill test of the present disclosure can assist physicians in judging the risk of coronary artery disease.

【指定代表圖】第 2 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

200: 基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法

C1: 第一篩選條件

C2: 第二篩選條件

S01: 模型訓練步驟

S02: 資料取得步驟

S03: 第一處理步驟

S04: 篩選步驟

S041: 第一篩選步驟

S042: 第二篩選步驟

S05: 第二處理步驟

S06: 評估步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統

【英文發明名稱】CORONARY ARTERY DISEASE RISK EVALUATION
METHOD BASED ON TREADMILL TEST AND SYSTEM THEREOF

【技術領域】

【0001】本發明係關於一種冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統，特別是關於一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統。

【先前技術】

【0002】冠狀動脈心臟病在臨床上最常使用的偵測工具為運動心電圖，然而，運動心電圖的判讀除了耗時之外，也仰賴醫師的豐富經驗。此外，不同醫師在判讀上所花費的時間以及判斷的準確率皆不一致，且因醫師臨床繁忙等因素，通常無法即時對運動心電圖進行判讀。

【0003】有鑑於此，目前市場上缺乏一種協助醫師加速且提高診斷冠狀動脈心臟病的方法及其系統，故相關業者均在尋求其解決之道。

【發明內容】

【0004】本發明之目的在於提供一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統，其能夠輔助醫師進

行冠狀動脈心臟病風險的判斷並決定後續醫療處置方法。

【0005】 依據本發明的方法態樣之一實施方式提供一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，用以依據一使用者之一運動心電圖資料評估一冠狀動脈心臟病罹患機率值，基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法包含一資料取得步驟、一第一處理步驟以及一篩選步驟。資料取得步驟包含驅動一處理器從一記憶體取得使用者的運動心電圖資料，運動心電圖資料包含複數心電訊號片段及複數生理量測特徵。第一處理步驟包含驅動處理器將各心電訊號片段與複數運動階段進行配對，並選取對應於各運動階段的複數評估訊號片段。篩選步驟包含驅動處理器依據一第一篩選條件及與第一篩選條件相異的一第二篩選條件篩選各評估訊號片段及各生理量測特徵而產生一篩選結果，並依據篩選結果決定是否產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。其中，當處理器依據篩選結果決定產生冠狀動脈心臟病罹患機率值時，驅動處理器產生複數篩選後評估訊號片段及複數篩選後生理量測特徵。基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法更包含一第二處理步驟及一評估步驟。第二處理步驟包含驅動處理器依據各篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對各篩選後生理量測特徵與各衍生特徵進行一正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵。評估步驟包含驅動處理器從一記憶體取得一評估模型，並將各篩選後評估訊號片段及各正規化生理量測特徵輸入至評估模型，以產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。

【0006】 前述實施方式之其他實施例如下：篩選步驟更包含一第一篩選步驟及一第二篩選步驟。第一篩選步驟包含驅動處理器確認各評估訊號片段是否滿足第一篩選條件而產生一第一篩選結果。第二篩選步驟包含驅動處理器確認各生理量測特徵是否滿足第二篩選條件而產生一第二篩選結果。其中，當第一篩選結果為是時，處理器產生各篩選後評估訊號片段並接續執行第二篩選步驟，當第一篩選結果為否時，處理器則結束篩選步驟；當第二篩選結果為是時，處理器產生各篩選後生理量測特徵並接續執行第二處理步驟，當第二篩選結果為否時，處理器則結束篩選步驟。

【0007】 前述實施方式之其他實施例如下：各運動階段包含一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段。各評估訊號片段包含運動前階段中量測時間為最後的一前階段心電訊號片段、運動中階段中量測心跳最快的一中階段心電訊號片段及恢復期階段中量測時間最前的一恢復期心電訊號片段。

【0008】 前述實施方式之其他實施例如下：第一篩選條件為前階段心電訊號片段、中階段心電訊號片段及恢復期心電訊號片段中任一者未缺失。

【0009】 前述實施方式之其他實施例如下：第二篩選條件為各生理量測特徵的一缺失數量小於一預設值。

【0010】 前述實施方式之其他實施例如下：第二處理步驟更包含驅動處理器對各篩選後生理量測特徵進行補值。

【0011】 前述實施方式之其他實施例如下：基於運動心電圖

的冠狀動脈心臟病風險評估方法更包含一模型訓練步驟。模型訓練步驟包含一訓練資料取得步驟、一資料前處理步驟及一權重訓練步驟。訓練資料取得步驟包含驅動處理器從記憶體取得複數歷史心電圖資料及對應的複數心導管資料，各歷史心電圖資料包含對應於各運動階段的複數訓練心電訊號片段及複數訓練生理量測特徵，各心導管資料為六個月內所量測的心導管數據。資料前處理步驟包含驅動處理器將各訓練心電訊號片段與各運動階段進行配對，以選取對應於各運動階段的複數訓練訊號片段，對缺失的各訓練生理量測特徵進行補值以產生複數訓練衍生特徵，並對各訓練生理量測特徵及各訓練衍生特徵進行正規化處理而產生複數正規化訓練生理量測特徵。權重訓練步驟包含驅動處理器依據各心導管資料提供各訓練訊號片段及各正規化訓練生理量測特徵權重，並對評估模型進行訓練。

【0012】 前述實施方式之其他實施例如下：模型訓練步驟更包含一模型修正步驟，包含驅動處理器將各訓練訊號片段及各正規化訓練生理量測特徵輸入評估模型，以產生一訓練結果，處理器能夠對照訓練結果與各心導管資料而修正評估模型。

【0013】 前述實施方式之其他實施例如下：各運動階段分別為一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段；三訓練訊號片段分別為運動前階段中量測時間最後的一前階段訓練訊號片段、運動中階段中量測心跳最快的一中階段訓練訊號片段及恢復期階段中量測時間最前的一恢復期訓練訊

號片段。

【0014】 前述實施方式之其他實施例如下：運動心電圖資料及各歷史心電圖資料的一檔案格式為一可延伸標記式語言 (Extensible Markup Language ; XML) 檔；基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法更包含：當冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值時，決定使用者之一後續醫療處置方法。

【0015】 依據本發明的結構態樣之一實施方式提供一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，用以依據一使用者之一運動心電圖資料評估一冠狀動脈心臟病罹患機率值，基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統包含一記憶體以及一處理器。記憶體儲存運動心電圖資料及一評估模型，運動心電圖資料包含複數心電訊號片段及複數生理量測特徵。一處理器耦接記憶體，處理器經配置以實施包含以下步驟之操作：一資料取得步驟、一第一處理步驟及一篩選步驟。資料取得步驟包含從記憶體取得使用者的運動心電圖資料。第一處理步驟包含將各心電訊號片段與複數運動階段進行配對，並選取對應於各運動階段的複數評估訊號片段。篩選步驟包含依據一第一篩選條件及與第一篩選條件相異的一第二篩選條件篩選各評估訊號片段及各生理量測特徵而產生一篩選結果，並依據篩選結果決定是否產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。其中，當處理器依據篩選結果決定產生冠狀動脈心臟病罹患機率值時，處理器產生複數篩選後評估訊號片段及複數篩選後生

理量測特徵，處理器更包含以下步驟之操作：一第二處理步驟及一評估步驟。第二處理步驟，包含依據各篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對各篩選後生理量測特徵與各衍生特徵進行一正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵。評估步驟包含從記憶體取得評估模型，並將各篩選後評估訊號片段及各正規化生理量測特徵輸入至評估模型，以產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。

【0016】 前述實施方式之其他實施例如下：篩選步驟更包含一第一篩選步驟及一第二篩選步驟。第一篩選步驟包含確認各評估訊號片段是否滿足第一篩選條件而產生一第一篩選結果。第二篩選步驟包含確認各生理量測特徵是否滿足第二篩選條件而產生一第二篩選結果。其中，當第一篩選結果為是時，處理器產生各篩選後評估訊號片段並接續執行第二篩選步驟，當第一篩選結果為否時，處理器則結束篩選步驟。當第二篩選結果為是時，處理器產生各篩選後生理量測特徵並接續執行第二處理步驟，當第二篩選結果為否時，處理器則結束篩選步驟。

【0017】 前述實施方式之其他實施例如下：各運動階段包含一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段。各評估訊號片段包含運動前階段中量測時間為最後的一前階段心電訊號片段、運動中階段中量測心跳最快的一中階段心電訊號片段及恢復期階段中量測時間最前的一恢復期心電訊號片段。

【0018】 前述實施方式之其他實施例如下：第一篩選條件為

前階段心電訊號片段、中階段心電訊號片段及恢復期心電訊號片段中任一者未缺失。

【0019】 前述實施方式之其他實施例如下：第二篩選條件為各生理量測特徵的一缺失數量小於一預設值。

【0020】 前述實施方式之其他實施例如下：第二處理步驟更包含對各篩選後生理量測特徵進行補值。

【0021】 前述實施方式之其他實施例如下：處理器更包含以下步驟之操作：一模型訓練步驟包含一訓練資料取得步驟、一資料前處理步驟及一權重訓練步驟。訓練資料取得步驟包含從記憶體取得複數歷史心電圖資料及對應的複數心導管資料，各歷史心電圖資料包含對應於各運動階段的複數訓練心電訊號片段及複數訓練生理量測特徵，各心導管資料為六個月內所量測的心導管數據。資料前處理步驟包含將各訓練心電訊號片段與各運動階段進行配對，以選取對應於各運動階段的複數訓練訊號片段，對缺失的各訓練生理量測特徵進行補值以產生複數訓練衍生特徵，並對各訓練生理量測特徵及各訓練衍生特徵進行正規化處理而產生複數正規化訓練生理量測特徵。權重訓練步驟包含驅動依據各心導管資料提供各訓練訊號片段及各正規化訓練生理量測特徵權重，並對評估模型進行訓練。

【0022】 前述實施方式之其他實施例如下：模型訓練步驟更包含一模型修正步驟，包含將各訓練訊號片段及各正規化訓練生理量測特徵輸入評估模型，以產生一訓練結果，處理器能夠對照訓練結果與各心導管資料而修正評估模型。

【0023】 前述實施方式之其他實施例如下：各運動階段分別為一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段。三訓練訊號片段分別為運動前階段中量測時間最後的一前階段訓練訊號片段、運動中階段中量測心跳最快的一中階段訓練訊號片段及恢復期階段中量測時間最前的一恢復期訓練訊號片段。

【0024】 前述實施方式之其他實施例如下：運動心電圖資料及各歷史心電圖資料的一檔案格式為一可延伸標記式語言檔。處理器更包含以下之操作，當冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值時，決定使用者之一後續醫療處置方法。

【0025】 藉此，本發明的基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法及其系統，其透過擷取並篩選冠狀動脈心臟病相關特徵數據，搭配評估模型輸出冠狀動脈心臟病的機率，能夠輔助醫師進行冠狀動脈心臟病風險的判斷並決定後續醫療處置方法。

【圖式簡單說明】

【0026】

第1圖係繪示本發明之第一實施例之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統的示意圖；

第2圖係繪示本發明之第二實施例之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法的流程示意圖；

第3圖係繪示依照第2圖之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟

病風險評估方法中模型訓練步驟的流程示意圖；及第4圖係繪示本發明之運動心電圖資料之示意圖。

【實施方式】

【0027】 以下將參照圖式說明本發明的複數個實施例。為明確說明起見，許多實務上的細節將在以下敘述中一併說明。然而，應瞭解到，這些實務上的細節不應用以限制本發明。也就是說，在本發明部分實施例中，這些實務上的細節是非必要的。此外，為簡化圖式起見，一些習知慣用的結構與元件在圖式中將以簡單示意的方式繪示的；並且重複的元件將可能使用相同的編號表示的。

【0028】 此外，本文中當某一元件(或單元或模組等)「連接」於另一元件，可指所述元件是直接連接於另一元件，亦可指某一元件是間接連接於另一元件，意即，有其他元件介於所述元件及另一元件之間。而當有明示某一元件是「直接連接」於另一元件時，才表示沒有其他元件介於所述元件及另一元件之間。而第一、第二、第三等用語只是用來描述不同元件，而對元件本身並無限制，因此，第一元件亦可改稱為第二元件。且本文中的元件/單元/電路的組合非此領域中的一般周知、常規或習知的組合，不能以元件/單元/電路本身是否為習知，來判定其組合關係是否容易被技術領域中的通常知識者輕易完成。

【0029】 參閱第1圖與第2圖所示，其中第1圖係繪示本發明之第一實施例之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評

估系統100的示意圖；及第2圖係繪示本發明之第二實施例之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法200的流程示意圖。基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統100經配置以實施基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法200，而用以依據一使用者之一運動心電圖資料111評估一冠狀動脈心臟病罹患機率值。必須說明的是，本發明之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法200不限於透過本發明的基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統100實施。於第一及第二實施例中，定義主冠狀動脈存在 $\geq 50\%$ 狹窄者或其他冠狀動脈存在 $\geq 70\%$ 狹窄者為嚴重冠狀動脈心臟病。

【0030】 在第1圖中，基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統100包含一記憶體110以及一處理器120，處理器120耦接記憶體110。記憶體110儲存一運動心電圖資料111、一評估模型112、複數歷史心電圖資料113及對應複數歷史心電圖資料113的複數心導管資料114。處理器120經配置以實施基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法200(如第2圖所示)。記憶體110可為能儲存供處理器120執行資訊和指令的隨機存取記憶體(Random Access Memory; RAM)或其它型式的動態儲存裝置，但本發明不以此為限。處理器120可為處理器(Processor)、微處理器(Microprocessor)、中央處理器(Central Processing Unit; CPU)、電腦、行動裝置處理器、雲端處理器或其他電子運算處理器，但本發明不以此為限。

評估模型 112 可為卷積遞歸神經網路 (Convolutional Recurrent Neural Network ; CRNN) 模型。

【0031】 在第 2 圖中，基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法 200 包含依序執行的一模型訓練步驟 S01、一資料取得步驟 S02、一第一處理步驟 S03 以及一篩選步驟 S04。當處理器 120 依據篩選步驟 S04 中的一篩選結果而決定產生冠狀動脈心臟病罹患機率值時，基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法 200 更包含一第二處理步驟 S05 及一評估步驟 S06。

【0032】 參閱第 2 圖與第 3 圖所示，第 3 圖係繪示依照第 2 圖之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法 200 中模型訓練步驟 S01 的流程示意圖。模型訓練步驟 S01 包含依序執行的一訓練資料取得步驟 S011、一資料前處理步驟 S012、一權重訓練步驟 S013 以及一模型修正步驟 S014。

【0033】 在第 3 圖中，訓練資料取得步驟 S011 包含驅動處理器 120 從記憶體 110 取得複數歷史心電圖資料 113 及對應的心導管資料 114。歷史心電圖資料 113 及對應的心導管資料 114 取自不同受試者的歷史醫療紀錄。

【0034】 歷史心電圖資料 113 的一檔案格式為 XML 檔，包含對應於不同運動階段的複數訓練心電訊號片段及複數訓練生理量測特徵，其中運動階段包含一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段。訓練心電訊號片段為受試者各運動階段之 12 導程心電訊號，各階段之 12 導程心電訊號紀錄時間為 10 秒且取樣率為 500 Hz。訓練生理量測特徵包

含生理特徵及量測特徵，生理特徵包含生理年齡(Age)、性別(Sex)以及身高和體重資訊，量測特徵包含最大心率(Peak Heart Rate)、最大百分比之預測心率(Max Predicted Heart Rate(%))、靜止心率(Rest Heart Rate)、最大心率和收縮壓乘積(Max Rate Pressure Product ; RPP)、最大代謝當量(Maximum Workload)、最大ST段下降(Max ST)、ST段/心率指數(ST/HR index)和運動終止原因，但本發明不以此為限。心導管資料114為不同受試者六個月內所量測的心導管數據。詳細而言，當受試者過去經由運動心電圖檢查被判定為嚴重冠狀動脈心臟病，醫師將在六個月內為前述受試者進行心導管檢查而取得心導管資料114，而其心導管數據會顯示前述受試者各冠狀動脈血管之狹窄程度。

【0035】 資料前處理步驟S012包含驅動處理器120將訓練心電訊號片段與運動前階段、運動中階段及恢復期階段進行配對，以選取分別對應於運動前階段、運動中階段及恢復期階段的一個訓練訊號片段。進一步說明，處理器120透過XML檔中的時間將運動階段和心率相互對應而配對，並依據以下條件選擇對於分析冠狀動脈心臟病最有意義的三訓練訊號片段，三訓練訊號片段分別為運動前階段中量測時間最後的一前階段訓練訊號片段、運動中階段中量測心跳最快的一中階段訓練訊號片段及恢復期階段中量測時間最前的一恢復期訓練訊號片段，且若前階段訓練訊號片段、中階段訓練訊號片段及恢復期訓練訊號片段其中

任一片段缺失，對應受試者的歷史心電圖資料 113 將不予以使用。

【0036】 資料前處理步驟 S012 更包含驅動處理器 120 對缺失的訓練生理量測特徵進行補值以產生複數訓練衍生特徵，並對訓練生理量測特徵及訓練衍生特徵進行一正規化處理而產生複數正規化訓練生理量測特徵。進一步說明，訓練生理量測特徵缺失值的補值方式為平均值補值。訓練生理量測特徵及訓練衍生特徵的正規化處理中，性別特徵以獨熱編碼 (One Hot Encoder) 處理，其餘特徵皆以最小值最大值正規化 (Min-Max normalization) 處理。訓練衍生特徵為依據身高和體重計算而得的身體質量指數 (Body Mass Index, BMI)、依據心率、靜息心率、與年齡計算而得的變時性指數 (Chronotropic index)，及依據性別與年齡計算而得的預測代謝當量百分比 (Percent predicted METs)，但本發明不以此為限。

【0037】 在第 3 圖中，權重訓練步驟 S013 包含驅動處理器 120 依據心導管資料 114 提供各訓練訊號片段及各正規化訓練生理量測特徵權重，並對評估模型 112 進行訓練。進一步說明，處理器 120 將各受試者的各訓練訊號片段及各正規化訓練生理量測特徵按人數分為十組，其中八組作為訓練集與驗證集。二組做為測試集使用，並透過類別權重調整依照心導管結果分為有無嚴重冠狀動脈心臟病之類別而給予不同訓練權重，並訓練評估模型 112 與分類器。模型修正步驟 S014 包含驅動處理器 120 將訓練訊號片段及

正規化訓練生理量測特徵輸入評估模型 112，以產生一訓練結果，處理器 120 能夠對照訓練結果與心導管資料 114 而修正評估模型 112，以用於後續使用者冠狀動脈心臟病罹患機率值的評估。

【0038】 參閱第 2 圖及第 4 圖所示，第 4 圖係繪示本發明之運動心電圖資料 111 之示意圖。資料取得步驟 S02 包含驅動處理器 120 從記憶體 110 取得使用者的運動心電圖資料 111。運動心電圖資料 111 的一檔案格式為 XML 檔，且包含複數心電訊號片段及複數生理量測特徵。其中，心電訊號片段為使用者各運動階段之 12 導程心電訊號，其記錄時間及取樣頻率與前述訓練心電訊號片段相同，故不再贅述；生理量測特徵與前述訓練生理量測特徵相同，故不再贅述。第一處理步驟 S03 包含驅動處理器 120 將運動心電圖資料 111 的複數心電訊號片段與運動前階段、運動中階段及恢復期階段進行配對，並選取分別對應於運動前階段、運動中階段及恢復期階段的一個評估訊號片段。三評估訊號片段分別為運動前階段中量測時間為最後的一前階段心電訊號片段、運動中階段中量測心跳最快的一中階段心電訊號片段及恢復期階段中量測時間最前的一恢復期心電訊號片段。詳細而言，在運動心電圖資料 111 的 <PhaseName> 中，將呈現心電訊號片段所對應的運動階段名稱，其中，運動前階段為 PRETEST，運動中階段為 EXERCISE，恢復期階段為 RECOVERY。

【0039】 在第 4 圖中，進一步舉例說明對各心電訊號片段與

運動階段的配對的詳細方式：假設欲得知一心電訊號片段所對應的運動階段，首先從運動心電圖資料 111 中的 `<StripData>` 取得心電訊號片段的量測時間 `<Time>` 為 28 秒。接著，比對到 `<TrendData>` 的 `<EntryTime>`，可確認 `<EntryTime>` 為 28 秒時 `<HeartRate>` 為 94 bpm。最後，比對到 `<PhaseTime>` 的 28 秒，即可於 `<PhaseName>` 中得知此心電訊號片段所對應的運動階段為運動前階段。需特別說明的是，於本發明實施例中，由於運動心電圖資料 111 的檔案格式為 XML 檔，透過 XML 檔中的原始資料即可直接進行冠狀動脈心臟病罹患機率的分析，而不需再透過臨床醫師以心電圖波形 PDF 檔進行判斷，而降低醫師的臨床工作量並且提升檢查的準確率。

【0040】 在第 2 圖中，篩選步驟 S04 包含驅動處理器 120 依據一第一篩選條件 C1 及與第一篩選條件 C1 相異的一第二篩選條件 C2 篩選評估訊號片段及生理量測特徵而產生篩選結果，並依據篩選結果決定是否產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。其中，當處理器 120 依據篩選結果決定產生冠狀動脈心臟病罹患機率值時，驅動處理器 120 產生複數篩選後評估訊號片段及複數篩選後生理量測特徵。進一步說明，篩選步驟 S04 包含依序執行的一第一篩選步驟 S041 及一第二篩選步驟 S042。第一篩選步驟 S041 包含驅動處理器 120 確認三評估訊號片段是否滿足第一篩選條件 C1 而產生一第一篩選結果。當第一篩選結果為是時，處理器 120 產生篩選後評估訊號片段並接續執行第二篩選步驟

S 0 4 2，當第一篩選結果為否時，處理器 1 2 0 則結束篩選步驟 S 0 4，並停止後續冠狀動脈心臟病的評估。第二篩選步驟 S 0 4 2 包含驅動處理器 1 2 0 確認生理量測特徵是否滿足第二篩選條件 C 2 而產生一第二篩選結果。當第二篩選結果為是時，處理器 1 2 0 產生篩選後生理量測特徵並接續執行第二處理步驟 S 0 5，當第二篩選結果為否時，處理器 1 2 0 則結束篩選步驟 S 0 4，並停止後續冠狀動脈心臟病的評估。其中，第一篩選條件 C 1 為前階段心電訊號片段、中階段心電訊號片段及恢復期心電訊號片段中任一者未缺失。第二篩選條件 C 2 為生理量測特徵的一缺失數量小於一預設值，於第二實施例中，預設值為 5。

【0041】 在第 2 圖中，第二處理步驟 S 0 5 包含驅動處理器 1 2 0 對篩選後生理量測特徵的缺失值進行補值，並依據篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對篩選後生理量測特徵與衍生特徵進行正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵。其中，篩選後生理量測特徵與衍生特徵的正規化處理方式與前述訓練生理量測特徵及訓練衍生特徵的正規化處理相同，故不再贅述。衍生特徵與前述訓練衍生特徵相同，故不再贅述。評估步驟 S 0 6 包含驅動處理器 1 2 0 從記憶體 1 1 0 取得評估模型 1 1 2，並將篩選後評估訊號片段及正規化生理量測特徵輸入至評估模型 1 1 2 生成輔助診斷報告，以產生冠狀動脈心臟病罹患機率值。當冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值時，決定使用者之一後續醫療處置方法。詳細地說，輔助診斷報告的內容包

含使用者的正規化生理量測特徵、運動資料、冠狀動脈心臟病罹患機率值，以及前階段心電訊號片段、中階段心電訊號片段與恢復期心電訊號片段的心電圖波形。需特別說明的是，在第二篩選步驟 S 0 4 2 中，使用者的生理量測特徵在滿足第二篩選條件 C 2 但仍有缺失的情況下，輔助診斷報告中將備註資料有缺失的警告。

【0042】 以下進一步舉例說明，分別以一患有冠狀動脈心臟病的使用者及一未患有冠狀動脈心臟病的使用者為個案進行驗證：

【0043】 <個案一> 使用者患有冠狀動脈心臟病

【0044】 在資料取得步驟 S 0 2 中，取得對應於使用者的運動心電圖資料 1 1 1。在第一處理步驟 S 0 3 中，將運動心電圖資料 1 1 1 的複數心電訊號片段與運動前階段、運動中階段及恢復期階段進行配對，並取得對應的評估訊號片段，配對結果與對應的評估訊號片段如下表 1 A 所示。

表 1 A		
運動階段	訊號片段量測時間和心跳	評估訊號片段
運動前階段	<ul style="list-style-type: none"> • 00 分 32 秒心跳 75 bpm • 00 分 50 秒心跳 75 bpm • 01 分 52 秒心跳 81 bpm 	01 分 52 秒(時間為最後)
運動中階段	<ul style="list-style-type: none"> • 04 分 41 秒心跳 104 bpm • 06 分 58 秒心跳 115 bpm • 07 分 41 秒心跳 121 bpm • 08 分 17 秒心跳 122 bpm 	08 分 17 秒(心跳最快)
恢復期階段	<ul style="list-style-type: none"> • 09 分 06 秒心跳 95 bpm • 11 分 06 秒心跳 88 bpm • 14 分 06 秒心跳 82 bpm • 16 分 59 秒心跳 79 bpm • 17 分 06 秒心跳 79 bpm 	09 分 06 秒(量測時間最前)

【0045】 在篩選步驟 S 0 4 中，由上表 1 A 可知前階段心電訊號片段、中階段心電訊號片段及恢復期心電訊號片段中任一者未缺失而滿足第一篩選條件 C 1。使用者對應的生理量測特徵如下表 1 B 所示，由下表 1 B 可知生理量測特徵缺失數量為 1，而滿足第二篩選條件 C 2。

Age	SEX	BMI	Peak Heart Rate	Max Predicted Heart Rate
61	0 (MALE)	28.400548	122	76
Rest Heart Rate	Max Rate Pressure Product	Maximum Workload	Max ST	ST/HR index
82	13936	7.6	NaN	6.34

【0046】 在第二處理步驟 S 0 5 中，對篩選後生理量測特徵的缺失值 (NaN) 進行補值，並依據篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對篩選後生理量測特徵與衍生特徵進行正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵。使用者對應的篩選後生理量測特徵及衍生特徵如下表 1 C 所示，正規化生理量測特徵如下表 1 D 所示。由下表 1 C 可知，表 1 B 所缺失的特徵 Max ST 已透過平均值補值補入。

Age	SEX	BMI	Peak Heart Rate
61	0 (MALE)	28.400548	122
Max Predicted Heart Rate	Rest Heart Rate	Max Rate Pressure Product	Maximum Workload
76	82	13936	7.6
Max ST	ST/HR index	Chronotropic index	Percent predicted METs
-1.888268	6.34	51.948052	0.858757

Age	SEX		BMI	Peak Heart Rate
0.626866	1.0	0.0	0.524312	0.347518

Max Predicted Heart Rate	Rest Heart Rate	Max Rate Pressure Product	Maximum Workload
0.4	0.472222	0.177992	0.383117
Max ST	ST/HR index	Chronotropic index	Percent predicted METs
0.729843	0.345881	0.182267	0.34783

【0047】 在評估步驟 S 0 6 中，生成輔助診斷報告以產生冠狀動脈心臟病罹患機率值，輔助診斷報告如下表 1 E 所示，由下表 1 E 可知，個案一使用者冠狀動脈心臟病罹患機率值為 0.9587124。當冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值（例如：50%）時，決定使用者之後續醫療處置方法。由於個案一之使用者被評估患有冠狀動脈心臟病，故須進行後續醫療處置，而對個案一使用者的醫療處置為放置心臟支架。

表 1 E	
i. 生理量測特徵	
Age : 61 歲	
Sex : 男性	
BMI : 28.4 (173 cm / 85 kg)	
Peak Heart Rate : 122 bpm	
Max Predicted Heart Rate : 76%	
Rest Heart Rest : 82 bpm	
Max Rate Pressure Product : 13936	
Maximum Workload (Mets) : 7.6	
Max ST : NaN	
ST/HR index : 6.34	
Chronotropic index : 51.95	
Percent predicted METs : 0.86	
ii. 患者運動資料	
運動時間 : 06 分 25 秒	
終止原因 : Dyspnea(呼吸困難)	
iii. 冠狀動脈心臟病罹患機率值	
冠狀動脈心臟病(LM \geq 50% or Other \geq 70%)機率 : 95.87%	
iv. 備註	

特徵缺少：Max_ST

【0048】 <個案二> 使用者未患有冠狀動脈心臟病

【0049】 在資料取得步驟 S 0 2 中，取得對應於使用者的運動心電圖資料 1 1 1。在第一處理步驟 S 0 3 中，將運動心電圖資料 1 1 1 的複數心電訊號片段與運動前階段、運動中階段及恢復期階段進行配對，並取得對應的評估訊號片段，配對結果與對應的評估訊號片段如下表 2 A 所示。

運動階段	訊號片段量測時間和心跳	評估訊號片段
運動前階段	<ul style="list-style-type: none"> • 00 分 50 秒心跳 75 bpm • 00 分 56 秒心跳 78bpm • 02 分 14 秒心跳 83 bpm 	02 分 14 秒(時間為最後)
運動中階段	<ul style="list-style-type: none"> • 05 分 04 秒心跳 139 bpm • 08 分 04 秒心跳 153 bpm • 08 分 20 秒心跳 153 bpm 	08 分 20 秒(心跳最快，若在此階段有兩個以上的片段心跳皆為最快，則取最後一個)
恢復期階段	<ul style="list-style-type: none"> • 08 分 30 秒心跳 157 bpm • 09 分 11 秒心跳 141 bpm • 11 分 11 秒心跳 99bpm • 14 分 11 秒心跳 92 bpm • 17 分 11 秒心跳 90 bpm • 17 分 24 秒心跳 90 bpm 	08 分 30 秒(量測時間最前)

【0050】 在篩選步驟 S 0 4 中，由上表 2 A 可知前階段心電訊號片段、中階段心電訊號片段及恢復期心電訊號片段中任一者未缺失而滿足第一篩選條件 C 1。使用者對應的生理量測特徵如下表 2 B 所示，由下表 2 B 可知生理量測特徵缺失數量為 1，而滿足第二篩選條件 C 2。

Age	SEX	BMI	Peak Heart Rate	Max Predicted Heart Rate
64	1 (FEMALE)	18.552876	160	102
Rest Heart	Max Rate Pressure	Maximum	Max ST	ST/HR index

Rate	Product	Workload		
83	28424	7.1	NaN	2.63

【0051】 在第二處理步驟 S 0 5 中，對篩選後生理量測特徵的缺失值進行補值，並依據篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對篩選後生理量測特徵與衍生特徵進行正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵。使用者對應的篩選後生理量測特徵及衍生特徵如下表 2 C 所示，正規化生理量測特徵如下表 2 D 所示。由下表 2 C 可知，表 2 B 所缺失的特徵 M a x S T 已透過平均值補值補入。

Age	SEX	BMI	Peak Heart Rate
64	1 (FEMALE)	18.552876	160
Max Predicted Heart Rate	Rest Heart Rate	Max Rate Pressure Product	Maximum Workload
102	83	28424	7.1
Max ST	ST/HR index	Chronotropic index	Percent predicted METs
-1.888268	2.63	105.479452	1.112853

Age	SEX	BMI	Peak Heart Rate
0.67164179	1.0 0.0	0.1324331	0.61702128
Max Predicted Heart Rate	Rest Heart Rate	Max Rate Pressure Product	Maximum Workload
0.70588235	0.48611111	0.58920867	0.35064935
Max ST	ST/HR index	Chronotropic index	Percent predicted METs
0.72984344	0.14348063	0.44375243	0.5113775

【0052】 在評估步驟 S 0 6 中，生成輔助診斷報告以產生冠狀動脈心臟病罹患機率值，輔助診斷報告如下表 2 E 所示，由下表 2 E 可知，個案二使用者冠狀動脈心臟病罹患機率值為 0.04812117。當冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值(例如：50%)時，決定使用者之一後續醫療處

置方法。由於個案二之使用者被評估未患有冠狀動脈心臟病，故無須進行後續醫療處置。

表 2 E
i. 生理量測特徵
Age : 64 歲 Sex : 女性 BMI : 18.6 (154 cm / 44 kg) Peak Heart Rate : 160 bpm Max Predicted Heart Rate : 102% Rest Heart Rest : 83 bpm Max Rate Pressure Product : 28424 Maximum Workload (Mets) : 7.1 Max ST : NaN ST/HR index : 2.63 Chronotropic index : 105.48 Percent predicted METs : 1.11
ii. 患者運動資料
運動時間 : 06 分 07 秒 終止原因 : Target heart rate achieved (達到目標心率)
iii. 冠狀動脈心臟病罹患機率值
冠狀動脈心臟病(LM \geq 50% or Other \geq 70%)機率 : 4.81%
iv. 備註
特徵缺少 : Max_ST

【0053】 由上述實施方式可知，本發明具有下列優點：其一，透過評估模型輸出冠狀動脈心臟病的機率，能夠輔助醫師快速診斷並決定後續醫療處置方法。其二，透過擷取並篩選冠狀動脈心臟病相關特徵數據搭配評估模型，能夠提升冠狀動脈心臟病判斷的準確率，並降低醫師的臨床工作量。

【0054】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫

離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】**【0055】**

100:基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統

110:記憶體

111:運動心電圖資料

112:評估模型

113:歷史心電圖資料

114:心導管資料

120:處理器

200:基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法

C1:第一篩選條件

C2:第二篩選條件

S01:模型訓練步驟

S011:訓練資料取得步驟

S012:資料前處理步驟

S013:權重訓練步驟

S014:模型修正步驟

S02:資料取得步驟

S03:第一處理步驟

S04:篩選步驟

S 0 4 1 : 第 一 篩 選 步 驟

S 0 4 2 : 第 二 篩 選 步 驟

S 0 5 : 第 二 處 理 步 驟

S 0 6 : 評 估 步 驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，用以依據一使用者之一運動心電圖資料評估一冠狀動脈心臟病罹患機率值，該基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法包含透過一處理器以實施包含以下步驟之操作：

一資料取得步驟，包含驅動該處理器從一記憶體取得該使用者的該運動心電圖資料，該運動心電圖資料包含複數心電訊號片段及複數生理量測特徵；

一第一處理步驟，包含驅動該處理器將該些心電訊號片段與複數運動階段進行配對，並選取對應於各該運動階段的複數評估訊號片段；以及

一篩選步驟，包含驅動該處理器依據一第一篩選條件及與該第一篩選條件相異的一第二篩選條件篩選該些評估訊號片段及該些生理量測特徵而產生一篩選結果，並依據該篩選結果決定是否產生該冠狀動脈心臟病罹患機率值；

其中，當該處理器依據該篩選結果決定產生該冠狀動脈心臟病罹患機率值時，驅動該處理器產生複數篩選後評估訊號片段及複數篩選後生理量測特徵，該基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法更包含：

一第二處理步驟，包含驅動該處理器依據該些篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對該些篩選後生理量測特徵與該些衍生特徵進行一正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵；及

一評估步驟，包含驅動該處理器從該記憶體取得一評估模型，並將該些篩選後評估訊號片段及該些正規化生理量測特徵輸入至該評估模型，以產生該冠狀動脈心臟病罹患機率值。

【請求項2】如請求項1所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中該篩選步驟更包含：

一第一篩選步驟，包含驅動該處理器確認該些評估訊號片段是否滿足該第一篩選條件而產生一第一篩選結果；及

一第二篩選步驟，包含驅動該處理器確認該些生理量測特徵是否滿足該第二篩選條件而產生一第二篩選結果；

其中，當該第一篩選結果為是時，該處理器產生該些篩選後評估訊號片段並接續執行該第二篩選步驟，當該第一篩選結果為否時，該處理器則結束該篩選步驟；

當該第二篩選結果為是時，該處理器產生該些篩選後生理量測特徵並接續執行該第二處理步驟，當該第二篩選結果為否時，該處理器則結束該篩選步驟。

【請求項3】如請求項2所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中，

該些運動階段包含一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段；及

該些評估訊號片段包含該運動前階段中量測時間為最後的一前階段心電訊號片段、該運動中階段中量測心跳最快

的一中階段心電訊號片段及該恢復期階段中量測時間最前的一恢復期心電訊號片段。

【請求項4】如請求項3所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中該第一篩選條件為該前階段心電訊號片段、該中階段心電訊號片段及該恢復期心電訊號片段中任一者未缺失。

【請求項5】如請求項2所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中該第二篩選條件為該些生理量測特徵的一缺失數量小於一預設值。

【請求項6】如請求項5所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中該第二處理步驟更包含驅動該處理器對該些篩選後生理量測特徵進行補值。

【請求項7】如請求項1所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，更包含透過該處理器實施以下步驟之操作：

一模型訓練步驟，包含：

一訓練資料取得步驟，包含驅動該處理器從該記憶體取得複數歷史心電圖資料及對應的複數心導管資料，該些歷史心電圖資料包含對應於各該運動階段的複數訓練心電訊號片段及複數訓練生理量測特徵，該些心導管資

料為六個月內所量測的心導管數據；

一資料前處理步驟，包含驅動該處理器將該些訓練心電訊號片段與該些運動階段進行配對，以選取對應於各該運動階段的複數訓練訊號片段，對缺失的該些訓練生理量測特徵進行補值以產生複數訓練衍生特徵，並對該些訓練生理量測特徵及該些訓練衍生特徵進行該正規化處理而產生複數正規化訓練生理量測特徵；及

一權重訓練步驟，包含驅動該處理器依據該些心導管資料提供該些訓練訊號片段及該些正規化訓練生理量測特徵權重，並對該評估模型進行訓練。

【請求項8】如請求項7所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中該模型訓練步驟更包含：

一模型修正步驟，包含驅動該處理器將該些訓練訊號片段及該些正規化訓練生理量測特徵輸入該評估模型，以產生一訓練結果，該處理器能夠對照該訓練結果與該些心導管資料而修正該評估模型。

【請求項9】如請求項7所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中，

該些運動階段分別為一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段；及

該三訓練訊號片段分別為該運動前階段中量測時間最後的一前階段訓練訊號片段、該運動中階段中量測心跳最快

的一中階段訓練訊號片段及該恢復期階段中量測時間最前的一恢復期訓練訊號片段。

【請求項10】如請求項7所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法，其中，

該運動心電圖資料及該些歷史心電圖資料的一檔案格式為一可延伸標記式語言檔；

該基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估方法更包含：

當該冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值時，決定該使用者之一後續醫療處置方法。

【請求項11】一種基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，用以依據一使用者之一運動心電圖資料評估一冠狀動脈心臟病罹患機率值，該基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統包含：

一記憶體，儲存該運動心電圖資料及一評估模型，該運動心電圖資料包含複數心電訊號片段及複數生理量測特徵；以及

一處理器，耦接該記憶體，該處理器經配置以實施包含以下步驟之操作：

一資料取得步驟，包含從該記憶體取得該使用者的該運動心電圖資料；

一第一處理步驟，包含將該些心電訊號片段與複數運

動階段進行配對，並選取對應於各該運動階段的複數評估訊號片段；及

一篩選步驟，包含依據一第一篩選條件及與該第一篩選條件相異的一第二篩選條件篩選該些評估訊號片段及該些生理量測特徵而產生一篩選結果，並依據該篩選結果決定是否產生該冠狀動脈心臟病罹患機率值；

其中，當該處理器依據該篩選結果決定產生該冠狀動脈心臟病罹患機率值時，該處理器產生複數篩選後評估訊號片段及複數篩選後生理量測特徵，該處理器更包含以下步驟之操作：

一第二處理步驟，包含依據該些篩選後生理量測特徵產生複數衍生特徵，並對該些篩選後生理量測特徵與該些衍生特徵進行一正規化處理而產生複數正規化生理量測特徵；及

一評估步驟，包含從該記憶體取得該評估模型，並將該些篩選後評估訊號片段及該些正規化生理量測特徵輸入至該評估模型，以產生該冠狀動脈心臟病罹患機率值。

【請求項12】如請求項11所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中該篩選步驟更包含：

一第一篩選步驟，包含確認該些評估訊號片段是否滿足該第一篩選條件而產生一第一篩選結果；及

一第二篩選步驟，包含確認該些生理量測特徵是否滿足

該第二篩選條件而產生一第二篩選結果；

其中，當該第一篩選結果為是時，該處理器產生該些篩選後評估訊號片段並接續執行該第二篩選步驟，當該第一篩選結果為否時，該處理器則結束該篩選步驟；

當該第二篩選結果為是時，該處理器產生該些篩選後生理量測特徵並接續執行該第二處理步驟，當該第二篩選結果為否時，該處理器則結束該篩選步驟。

【請求項 13】如請求項 12 所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中，

該些運動階段包含一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段；及

該些評估訊號片段包含該運動前階段中量測時間為最後的一前階段心電訊號片段、該運動中階段中量測心跳最快的一中階段心電訊號片段及該恢復期階段中量測時間最前的一恢復期心電訊號片段。

【請求項 14】如請求項 13 所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中該第一篩選條件為該前階段心電訊號片段、該中階段心電訊號片段及該恢復期心電訊號片段中任一者未缺失。

【請求項 15】如請求項 12 所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中該第二篩選條件為該些生理

量測特徵的一缺失數量小於一預設值。

【請求項 16】如請求項 15 所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中該第二處理步驟更包含對該些篩選後生理量測特徵進行補值。

【請求項 17】如請求項 11 所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中該處理器更包含以下步驟之操作：

一模型訓練步驟，包含：

一訓練資料取得步驟，包含從該記憶體取得複數歷史心電圖資料及對應的複數心導管資料，該些歷史心電圖資料包含對應於各該運動階段的複數訓練心電訊號片段及複數訓練生理量測特徵，該些心導管資料為六個月內所量測的心導管數據；

一資料前處理步驟，包含將該些訓練心電訊號片段與該些運動階段進行配對，以選取對應於該些運動階段的複數訓練訊號片段，對缺失的該些訓練生理量測特徵進行補值以產生複數訓練衍生特徵，並對該些訓練生理量測特徵及該些訓練衍生特徵進行該正規化處理而產生複數正規化訓練生理量測特徵；及

一權重訓練步驟，包含驅動依據該些心導管資料提供該些訓練訊號片段及該些正規化訓練生理量測特徵權重，並對該評估模型進行訓練。

【請求項18】如請求項17所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中該模型訓練步驟更包含：

一模型修正步驟，包含將該些訓練訊號片段及該些正規化訓練生理量測特徵輸入該評估模型，以產生一訓練結果，該處理器能夠對照該訓練結果與該些心導管資料而修正該評估模型。

【請求項19】如請求項17所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中，

該些運動階段分別為一運動前階段、一運動中階段及一恢復期階段；及

該三訓練訊號片段分別為該運動前階段中量測時間最後的一前階段訓練訊號片段、該運動中階段中量測心跳最快的一中階段訓練訊號片段及該恢復期階段中量測時間最前的一恢復期訓練訊號片段。

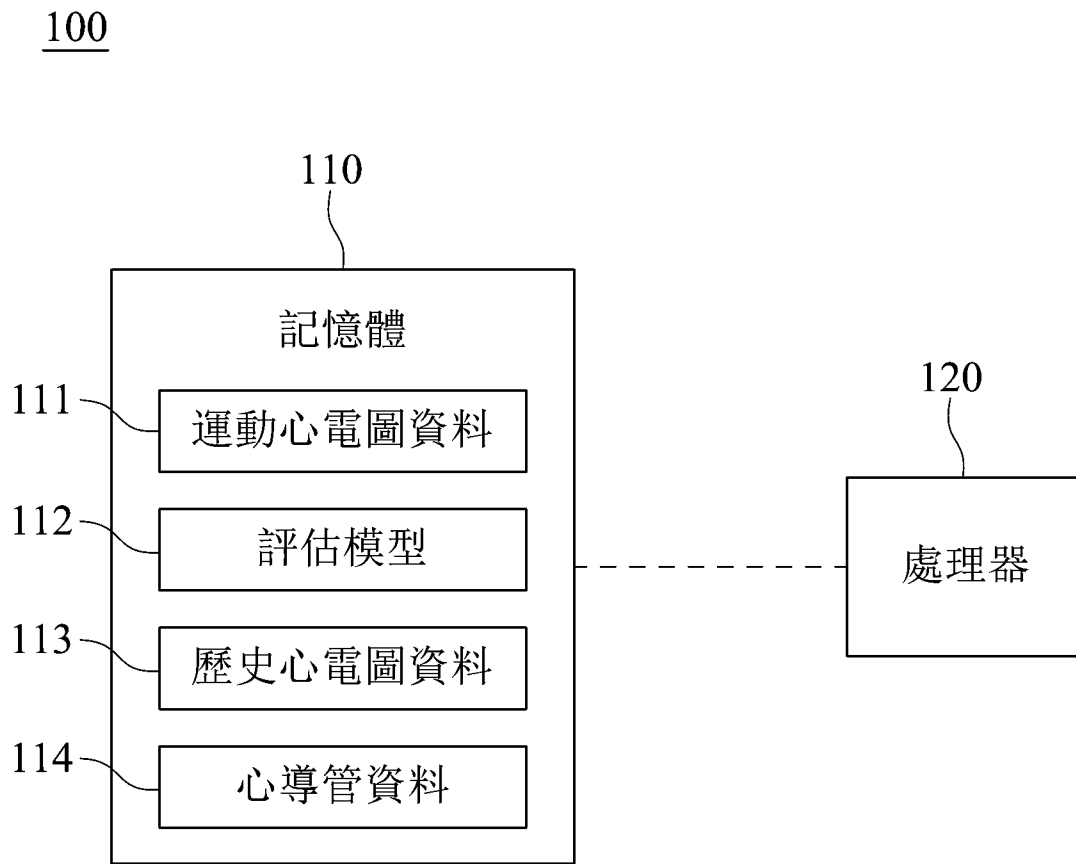
【請求項20】如請求項17所述之基於運動心電圖的冠狀動脈心臟病風險評估系統，其中，

該運動心電圖資料及該些歷史心電圖資料的一檔案格式為一可延伸標記式語言檔；

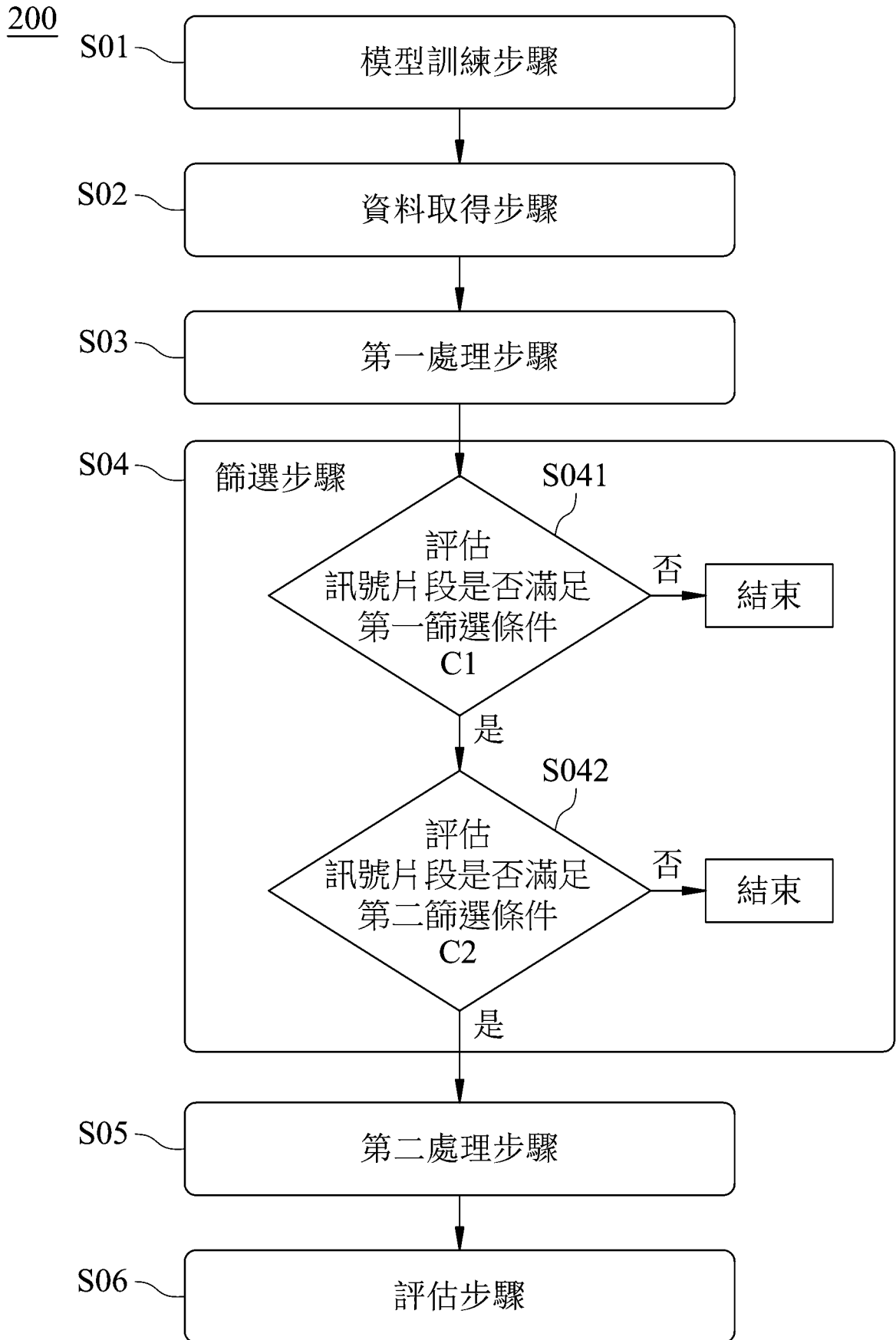
該處理器更包含以下之操作：

當該冠狀動脈心臟病罹患機率值大於等於一機率門檻值時，決定該使用者之一後續醫療處置方法。

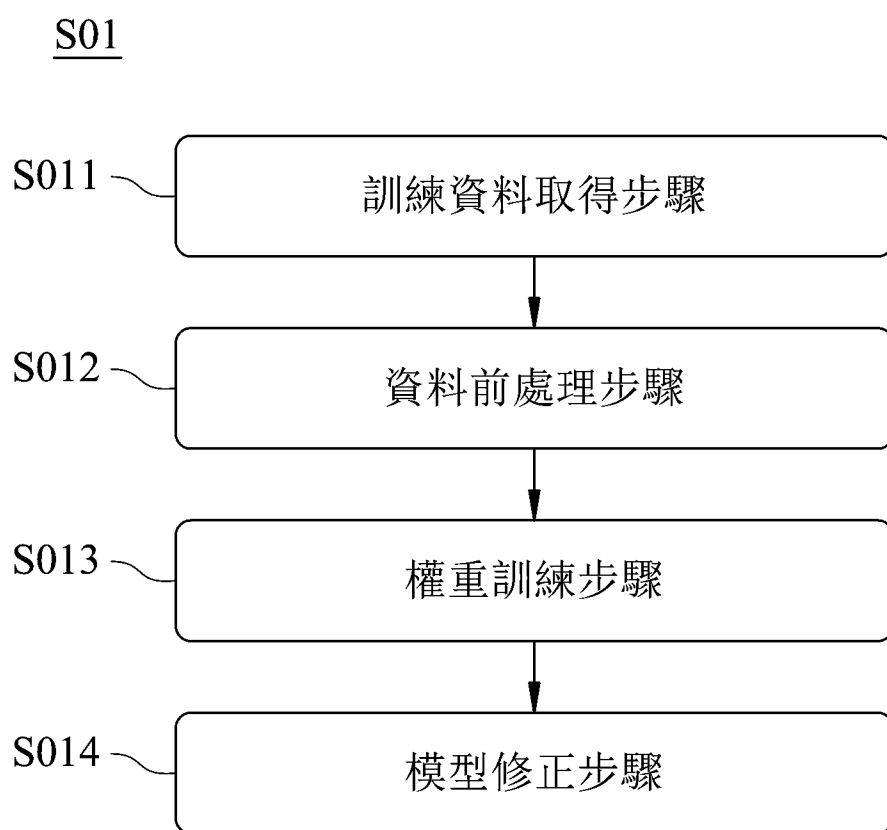
【發明圖式】



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

111

```

<TrendData>
  <TrendEntry idx = "0">
    <EntryTime>
      <Minute>0</Minute>
      <Second>28</Second>
    </EntryTime>
    <HeartRate>94</HeartRate>
    .
    .
    <PhaseTime>
      <Minute>0</Minute>
      <Second>28</Second>
    </PhaseTime>
    <PhaseName>PRETEST</PhaseName>
    <StageTime>
      <Minute>0</Minute>
      <Second>28</Second>
    </StageTime>
    <StageName>STANDING</StageName>
  </TrendEntry>

</TrendData>

<StripData>
  <Strip idx = "0">
    <Time>
      <Minute>0</Minute>
      <Second>28</Second>
    </Time>
    <WaveformData >
      12導程心電訊號紀錄處
    </WaveformData>
  </Strip>

</StripData>

```

第 4 圖