

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2002 - 330937

(P2002 - 330937A)

(43)公開日 平成14年11月19日(2002.11.19)

(51) Int.Cl ⁷	識別記号	F I	ターコード* (参考)
A 6 1 B 5/0402		G 0 6 F 17/60	126 G 4 C 0 2 7
G 0 6 F 17/60	126	A 6 1 B 5/04	310 M

審査請求 未請求 請求項の数 55 O L (全 48数)

(21)出願番号 特願2001 - 399812(P2001 - 399812)

(22)出願日 平成13年12月28日(2001.12.28)

(31)優先権主張番号 09/752081

(32)優先日 平成12年12月29日(2000.12.29)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 500507146
 ジーイー・メディカル・システムズ・イン
 フォメーション・テクノロジーズ・インコ
 ーポレーテッド
 アメリカ合衆国・53223・ウィスコンシン州
 ・ミルウォーキー・ウエスト タワー ア
 ベニュー・8200

(72)発明者
 ゴードン・イアン・ローランドソン
 アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ミル
 ウォーキー、ノース・サンタ・モニカ・ブ
 ールヴァール、7641番

(74)代理人 100093908
 弁理士 松本 研一

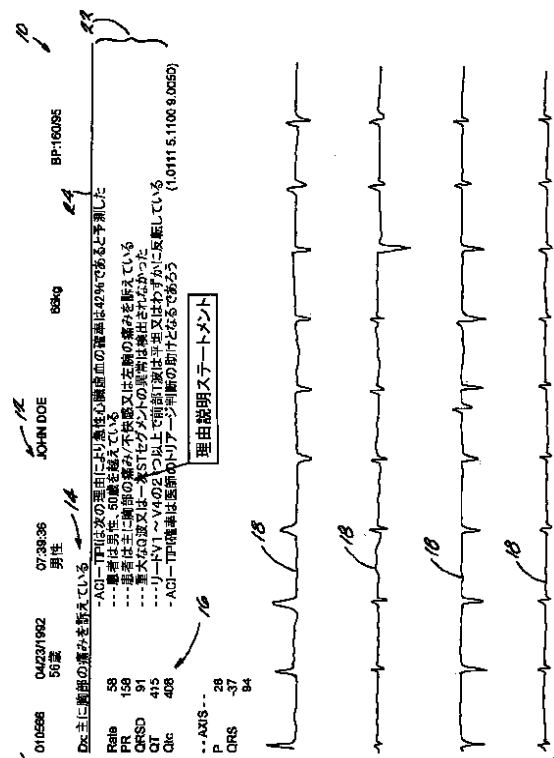
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 心血管リスクの術中評価方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 非心臓手術の実施と関連する術中心血管リスクの確率(180)を評価するために、患者のECG(100)の解釈をリアルタイムで支援する。

【解決手段】 患者のECG(100)を収集装置(38)で収集し、ECG(100)が心血管リスクの臨床的予兆(178)を示すか否かをプロセッサ(44)を用いて判定する。この臨床的予兆(178)は、心血管リスクの確率(180)の判定に使用される。判定された心血管リスクの確率(180)は表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 患者の術中心血管リスクを評価する方法において、

患者(34)の心電図(100)を収集する動作と、心電図が心血管リスクの臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作と、心血管リスクの臨床的予兆(178)に基づいて心血管リスクの確率(180)を判定する動作と、心血管リスクの確率(180)を臨床医に対して表示する動作とから成る方法。

【請求項2】 患者(34)の心電図(100)を収集する動作の前に、患者の病歴及び物理的検査を実施する動作を更に含む請求項1記載の方法。

【請求項3】 心電図が心血管リスクの臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作は、収集された心電図(100)を解釈モジュール(58)に入力し且つ前記解釈モジュール(58)から心血管リスクの臨床的予兆(178)をエクスポートする動作とを更に含む請求項1記載の方法。

【請求項4】 心電図(100)が心血管リスクの臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作は、心電図(100)が心血管リスクの重度の臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作を更に含む請求項1記載の方法。

【請求項5】 心血管リスクの重度の臨床的予兆(178)は最近に発生した心筋梗塞、不安定な狭心症、代償不全鬱血性心臓障害、不整脈及び弁疾患のうち少なくとも1つである請求項4記載の方法。

【請求項6】 不整脈は房室間ブロック、背後に心臓疾患が存在する不整脈の徴候及び心室流量の制御不能を伴う心室上不整脈のうち少なくとも1つである請求項5記載の方法。

【請求項7】 弁疾患は狭窄性病変及び逆流性弁疾患のうち少なくとも1つである請求項5記載の方法。

【請求項8】 心電図(100)が心血管リスクの臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作は、心電図(100)が心血管リスクの中程度の臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作を更に含む請求項1記載の方法。

【請求項9】 心血管リスクの中程度の臨床的予兆(178)は以前に発生した心筋梗塞、安定した狭心症及び代償鬱血性心臓障害のうち少なくとも1つである請求項8記載の方法。

【請求項10】 心電図(100)が心血管リスクの臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作は、心電図(100)が心血管リスクの軽度の臨床的予兆(178)を示すか否かを判定する動作を更に含む請求項1記載の方法。

【請求項11】 心血管リスクの軽度の臨床的予兆(178)は左心室肥大、左房室束脚ブロック、適切な機能

的容量が存在するST異常及び洞律動以外の律動のうち少なくとも1つである請求項10記載の方法。

【請求項12】 心血管リスクの確率(180)を表示する動作は、重度の心血管リスク、中程度の心血管リスク又は軽度の心血管リスクのいずれかの標識を表示する動作を更に含む請求項1記載の方法。

【請求項13】 心血管リスクの確率を表示する動作は、心電図の専門医(160)の助言を求めるようにとの示唆を表示する動作を更に含んでも良い請求項1記載の方法。

【請求項14】 患者の術中心血管リスクを評価する装置において、

心電図(100)を収集する収集装置(38)と、前記収集装置(38)に結合し、収集された心電図(100)が心血管リスクの臨床的予兆(178)を有しているか否かを判定し且つ心血管リスクの臨床的予兆(178)に基づいて心血管リスクの確率(180)を判定するプロセッサ(44)と、心血管リスクの確率(180)を臨床医に対して指示する表示装置(42)とを具備する装置。

【請求項15】 前記プロセッサ(44)に結合する解釈モジュール(58)を更に具備し、収集された心電図(100)は前記解釈モジュール(58)に入力され、且つ前記解釈モジュール(58)から心血管リスク(178)の臨床的予兆(178)がエクスポートされる請求項14記載の装置。

【請求項16】 心血管リスクの臨床的予兆(178)はリスクの重度の臨床的予兆、中程度の臨床的予兆又は軽度の臨床的予兆のいずれかである請求項14記載の装置。

【請求項17】 心血管リスクの重度の臨床的予兆(178)は最近に発生した心筋梗塞、不安定な狭心症、代償不全鬱血性心臓障害、不整脈及び弁疾患のうち少なくとも1つである請求項16記載の装置。

【請求項18】 不整脈は房室間ブロック、背後に心臓疾患が存在する不整脈の徴候及び心室流量の制御不能を伴う心室上不整脈のうち少なくとも1つである請求項17記載の装置。

【請求項19】 弁疾患は狭窄性病変及び逆流性弁疾患のうち少なくとも1つである請求項17記載の装置。

【請求項20】 心血管リスクの中程度の臨床的予兆(178)は以前に発生した心筋梗塞、安定した狭心症及び代償鬱血性心臓障害のうち少なくとも1つである請求項16記載の装置。

【請求項21】 心血管リスクの軽度の臨床的予兆(178)は左心室肥大、左房室束脚ブロック、適切な機能的容量が存在するST異常及び洞律動以外の律動のうち少なくとも1つである請求項16記載の装置。

【請求項22】 前記プロセッサ(44)はテキストレポートを生成し且つ前記表示装置(42)はテキストレ

ポートを臨床医に指示する請求項14記載の装置。

【請求項23】 生成されるレポートは重度の心血管リスク、中程度の心血管リスク又は軽度の心血管リスクのいずれかの標識を含む請求項22記載の装置。

【請求項24】 生成されるレポートは心電図の専門医(160)の助言を求めるようにとの示唆を含んでも良い請求項22記載の装置。

【請求項25】 患者の術中心血管リスクを評価する方法において、ステートメントコードライブラリ(172)を提供する動作と、

患者(34)の心電図(100)を収集する動作と、収集された心電図(100)に対してステートメントコード(170)を生成する動作と、

収集された心電図(100)に関するステートメントコード(170)を前記ステートメントコードライブラリ(172)と比較する動作と、

比較に基づいて患者(34)の心血管リスクの確率(180)を判定する動作と、

心血管リスクの確率(180)を臨床医に対して表示する動作とから成る方法。

【請求項26】 患者(34)の心電図(100)を収集する動作の前に、患者の病歴及び物理的検査を実施する動作を更に含む請求項25記載の方法。

【請求項27】 前記ステートメントコードライブラリ(172)は複数の構成可能な設定を有する請求項25記載の方法。

【請求項28】 構成可能な設定は心血管リスクの予兆(180)を含む請求項27記載の方法。

【請求項29】 心血管リスクの予兆(178)は心血管リスクの重度の予兆、中程度の予兆又は軽度の予兆のいずれかである請求項28記載の方法。

【請求項30】 心血管リスクの重度の臨床的予兆(178)は最近に発生した心筋梗塞、不安定な狭心症、代償不全鬱血性心臓障害、不整脈及び弁疾患のうち少なくとも1つである請求項29記載の方法。

【請求項31】 不整脈は房室間ブロック、背後に心臓疾患が存在する不整脈の徴候及び心室流量の制御不能を伴う心室上不整脈のうち少なくとも1つである請求項30記載の方法。

【請求項32】 弁疾患は狭窄性病変及び逆流性弁疾患のうち少なくとも1つである請求項30記載の方法。

【請求項33】 心血管リスクの中程度の臨床的予兆(178)は以前に発生した心筋梗塞、安定した狭心症及び代償鬱血性心臓障害のうち少なくとも1つである請求項29記載の方法。

【請求項34】 心血管リスクの軽度の臨床的予兆(178)は左心室肥大、左房室束脚ブロック、適切な機能的容量が存在するST異常及び洞律動以外の律動のうち少なくとも1つである請求項29記載の方法。

【請求項35】 構成可能な設定はステートメントのリスト(178)と、ステートメント番号(174)とを含む請求項27記載の方法。

【請求項36】 ステートメントコード(170)を生成する動作は、収集された心電図(100)を解釈モジュール(58)に入力し且つ前記解釈モジュール(58)からステートメント番号(174)をエクスポートする動作を更に含む請求項35記載の方法。

【請求項37】 心血管リスクの確率(180)を表示する動作は、収集された心電図(100)のステートメント番号(174)をステートメントのリスト(178)と関連させることによりテキストレポートを生成する動作を更に含む請求項36記載の方法。

【請求項38】 心血管リスクの確率(180)を臨床医に対して表示する動作は、生成されたテキストレポートを表示する動作を更に含む請求項37記載の方法。

【請求項39】 生成されるレポートは重度の心血管リスク、中程度の心血管リスク又は軽度の心血管リスクのいずれかの標識を含む請求項37記載の方法。

【請求項40】 生成されるレポートは、心電図の専門医(160)に助言を求めるようにとの示唆を含んでも良い請求項37記載の方法。

【請求項41】 患者の術中心血管リスクを評価する装置において、

患者(34)の心電図(100)を収集する収集装置(38)と、前記収集装置(38)に結合するステートメントコードライブラリ(172)と、

前記収集装置(38)及びステートメントコードライブラリ(172)に結合し、収集された心電図(100)に関するステートメントコード(170)を生成し、収集された心電図(100)に関するステートメントコード(170)を前記ステートメントコードライブラリ(172)と比較し、比較に基づいて患者の心血管リスクの確率(180)を判定するプロセッサ(44)と、心血管リスクの確率(180)を臨床医に対して指示する表示装置(42)とを具備する装置。

【請求項42】 前記ステートメントコードライブラリ(172)は複数の構成可能な設定を有する請求項41記載の装置。

【請求項43】 構成可能な設定は心血管リスクの予兆(178)を含む請求項42記載の装置。

【請求項44】 心血管リスクの予兆(178)は心血管リスクの重度の予兆、中程度の予兆又は軽度の予兆のいずれかである請求項43記載の装置。

【請求項45】 心血管リスクの重度の臨床的予兆(178)は最近に発生した心筋梗塞、不安定な狭心症、代償不全鬱血性心臓障害、不整脈及び弁疾患のうち少なくとも1つである請求項44記載の装置。

【請求項46】 不整脈は房室間ブロック、背後に心臓

疾患が存在する不整脈の徴候及び心室流量の制御不能を伴う心室上不整脈のうち少なくとも1つである請求項45記載の装置。

【請求項47】 弁疾患は狭窄性病変及び逆流性弁疾患のうち少なくとも1つである請求項45記載の装置。

【請求項48】 心血管リスクの中程度の臨床的予兆(178)は以前に発生した心筋梗塞、安定した狭心症及び代償鬱血性心臓障害のうち少なくとも1つである請求項44記載の装置。

【請求項49】 心血管リスクの軽度の臨床的予兆(178)は左心室肥大、左房室束脚ブロック、適切な機能的容量が存在するST異常及び洞律動以外の律動のうち少なくとも1つである請求項44記載の装置。

【請求項50】 構成可能な設定はステートメントのリスト(178)と、ステートメント番号(174)とを含む請求項42記載の装置。

【請求項51】 収集された心電図(100)は解釈モジュール(58)に入力され、前記解釈モジュール(58)からステートメント番号(174)がエクスポートされる請求項50記載の装置。

【請求項52】 前記プロセッサ(44)は、収集された心電図(100)のステートメント番号(174)をステートメントのリスト(178)と関連させることによりテキストレポートを生成する動作を更に含む請求項51記載の装置。

【請求項53】 前記表示装置(42)は生成されたテキストレポートを臨床医に対して指示する請求項52記載の装置。

【請求項54】 生成されるレポートは重度の心血管リスク、中程度の心血管リスク又は軽度の心血管リスクのいずれかの標識を含む請求項52記載の装置。

【請求項55】 生成されるレポートは、心電図の専門医(160)に助言を求めるとの示唆を含んでも良い請求項52記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【従来の技術】数多くの疾病及び医学的状態を診断し、治療するには生理的運動を監視する。例えば、一般に、心臓の運動は心電図(「ECG」)データを収集することにより監視される。ECGデータは、通常、ECG機器により発生される波形を読み取る特殊な訓練を受けた医師である心臓専門医により解釈される。

【0002】多くの状況においてECGデータやその他の整理データを利用することはできるが、そのデータを読み取るための適切な訓練を受けた専門医が常に存在しているとは限らない。この問題に対応するため、専門医ではない医師がそのようなデータを解釈し、利用するのを補助するソフトウェア解釈ツールが開発されている。しかし、それらのツール、特にECGツールは満足できるものではない。既存のECGツールは解釈を生成する

ように設計されている。コンピュータがその結論に達するまでに使用した基準を記述した1つ以上のステートメントにより、コンピュータ生成解釈が支援されている場合もある。しかし、それらのステートメントは、通常、波形の性質を記述する内容に限られており、ECGの読み取りに慣れていない者にとってはほとんど助けにならないのが普通である。既存のツールのもう1つの欠点は、ECG装置が正確にECGを測定したという前提に基づいて結論を出していることである。言い換えれば、既存のコンピュータツールはECG測定機器に故障又はその他の誤りが決して起こらないと想定しているのである。

【0003】既存のECG解釈システムの出力を図1に示す。出力は画面画像10を含む。画像10は患者識別情報12と、患者の訴え又は症状などの初期診断情報14と、測定値16と、波形の形態をとる生理データ18と、診断又は解釈22と、一連の理由説明ステートメント24とを含む。図示されている例では、解釈22は患者が急性心臓虚血である確率は42%であることを指示している。この解釈を支える理由が理由説明ステートメント24に記載されている。例えば、解釈は患者が男性であり、心臓の痛みを訴えており、且つ「重大なQ波又は1次STセグメントの異常」が検出されなかったことに基づいている。また、理由説明ステートメント24は「前部T波」が平坦であることも指示している。

【0004】専門医でない多くの者は図1に示すような理由説明ステートメントが専門的すぎ、従って、解釈を理解する役に立たないと感じる。更に、専門医でない場合、確率の高くない解釈に依存することに不快感を覚えるのが一般的である。図示されている例では、生成された解釈はわずか42%の確率しか示していない。すなわち、データに対して別の解釈が当てはまる確率が58%あるということになる。従って、現在のシステムがあいまいな確率を生成したような場合、その解釈はほとんど助けにはならないのである。

【0005】更に、患者が心臓以外の手術を受けようとしている場合には、手術を実施することが患者に及ぼす術中心血管リスクを正確に評価できることが必要である。この場合にも、心臓専門医の到着を待つてそのような評価を下してもらうことは実用的ではなく、不可能でさえある。

【0006】

【発明の概要】従って、本発明は、非心臓手術の実施と関連する術中心血管リスクを評価するために患者のECGを解釈する際のリアルタイム支援を提供する。収集装置は患者のECGを収集する。収集装置に結合するプロセッサは、収集されたECGが心血管リスクの診断ステートメントを有しているか否かを判定する。この診断ステートメントから、プロセッサは非心臓手術と関連する心血管リスクの確率を判定する。次に、心血管リスクの

確率は重度、中程度又は軽度のいずれかの心血管リスクの標識の形態で臨床医に対して表示される。

【0007】本発明は、非心臓手術の実施と関連する術中心血管リスクを評価するために患者のECGを解釈する新たな方法を更に提供する。方法は患者のECGを収集することと、ECGが心血管リスクの診断ステートメントを示しているか否かを判定することと、その診断ステートメントに基づいて心血管リスクの確率を判定することを含む。方法は、判定された心血管リスクの確率を重度、中程度又は軽度のいずれかの心血管リスクの標識の形態で臨床医に対して表示することを更に含む。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例を詳細に説明するが、本発明が以下の説明中に記載される、又は添付の図面に図示されている構成要素の構成及び配置の詳細に限定されないことを理解すべきである。本発明では他の実施例も可能であり、様々な方法で本発明を実施又は実行することが可能である。また、ここで使用する語句及び用語は説明の便宜上用いられるものであり、本発明を限定するとみなされてはならないということも理解すべきである。「含む」、「具備する」及びそこから派生した言葉を使用するときには、それはそれ以降に列挙される項目及びそれと等価の項目、並びに追加の項目を包含することを意味している。

【0009】生理データシステム30を図2に示す。システム30を説明する前に、ECGデータに関して本発明を説明することを理解すべきである。しかし、X線画像、核画像、超音波画像及び磁気共鳴画像を含む画像データ、血圧、酸化、脳の活動などの他のデータの解釈を補助するようにこのシステムを構成することも可能であろう。従って、本発明はここで説明し且つ図示する例に限定されるべきではない。

【0010】システムは患者34に装着されるいくつかのセンサ又はそれに類する装置32を含む。センサ32により感知された生理データはリンク36を介して主ユニット40と、表示装置42とを有するデータ収集表示装置38へ伝送される。主ユニット40はプロセッサ44、入出力インタフェース46及びデータ記憶装置、すなわち、メモリ48などの典型的なハードウェアを含む。主ユニットはオペレーティングシステム50及びディスプレイモジュール52の形態をとる他のソフトウェアと、オプションであるウェブブラウザなどのブラウザ54と、相関モジュール56（オプションとしてデータ保全性検査モジュール（図示せず）を含んでも良い）と、解釈モジュール58とを更に含む。

【0011】データ収集表示装置38はいくつかの機能を実行する。第一に、センサ32を使用して患者34から信号又は生データを収集する。この生データはその後に測定される。例えば、図5に示すように、ECGデータを収集する場合には、波形高さ、ピーク間隔などの多

数の特性が測定される。測定が実行された後、波形の様々な特徴が取り出される。以下に更に詳細に説明するが、それらの特徴を先に解釈済みの生理データの特徴と比較し、それを利用して解釈モジュール58により実行された解釈を検査することができる。

【0012】解釈モジュール58は測定された特徴を使用して、生理データの解釈を生成する。本発明では既存の多様な生理データ解釈モジュールを使用できるであろう。ECGデータを解釈する構成である場合、GE Medical Systems Information Technologies, Incより販売されている12SL（登録商標）ソフトウェアを本発明で使用しても良い。

【0013】データ収集表示装置38は、エキスパートロケーション（後述する）及び遠隔データライブラリ（同様に後述する）との通信を調整し且つ制御するためにオプションとして通信モジュール60を含んでも良い。通信モジュール60に結合する、又は通信モジュール60の一部として形成された情報フィルタ62によって、データ収集表示装置38と遠隔装置との通信の質を向上させても良い。情報フィルタ62は、患者の個人情報などの所定の情報が収集表示装置38に結合する装置及び場所へ送信されないように保証するために、そのような所定の情報の送信を阻止するように構成されても良い。

【0014】前述のように、解釈モジュール58は患者34から収集されたデータ又はデータセットを解析し且つ解釈して、そのデータセットに関する解釈を生成する。その後、相関モジュール56はその解釈を同じ又は類似する特徴及び解釈を有する生理データレコードにリンクする。例えば、R波の進行が乏しいことから引き出される前心筋梗塞（MI）は、前MIを伴う可能性のある特徴を示す全てのECGにリンクされるのではなく、同じ特徴を有するECGにリンクされることになるであろう。

【0015】相関モジュール56は解釈を生理データレコードのライブラリ70にリンクする。すなわち、相関モジュール56は現在生理データから取り出された特徴をライブラリ70に格納されている生理データの事前解釈済みレコードと整合又は相関させる。次に、相関モジュール56は相関するレコードに対してハイパーリンクなどのリンクを作成する。生理データレコードのライブラリ70は通信リンク72を介してデータ収集表示装置38に結合している。通信リンク72は、レコードのライブラリ70が局所記憶装置に格納されている場合はローカルバスであっても良いが、レコードのライブラリ70をウェブサーバなどの遠隔サーバ74に格納できるように、インターネットリンクを含む他の多様なリンクであっても良い。サーバ74は、データ及び解釈の関連する特徴及び特性の説明を提供するために表示されている生理データ及び相関レコードにリンクできる追加又は補

助教育資料又は情報レコードのライブラリ76を更に含んでいても良い。レコード70及び76をサーバに配置すると、更新が容易な情報の中央デポジトリを維持できるなどのいくつかの利点を得られる。しかし、レコード70及び76は別個のサーバで維持されても良いし、データ収集表示装置38に局所的にこれを維持することも可能であろう。

【0016】データ収集表示装置38はリンク82を介してエキスパートロケーション80にリンクされても良い。エキスパートロケーション80はカスタム化ウェブ10サイト又はポータルであっても良く、また、リンク82はインターネットリンクであっても良いが、多様なロケーション及び通信リンクを使用できるであろう。例えば、本発明ではダイアルアップリンクを有する遠隔サーバを使用できるであろう。エキスパートロケーション80とデータ収集表示装置38との通信はテキスト又は音声に基づく電子メール、インスタントメッセージング又はチャットサービスを使用して行われれば良い。このようなサービスは、ディスプレイモジュール52が生理データ画像をブラウザ54により生成されるウィンドウに表20示させ且つエキスパートロケーション80がインターネット接続を介して収集表示装置38に結合されるようにデータ収集表示装置38が構成されている場合に特に適している。

【0017】エキスパートロケーション80はコンピュータ又はそれに類する機器を有するサイト又はそれに類する場所である。典型的な例は、解釈モジュール58により解釈されるべき種類の生理データに関連する医療分野の専門医がいるオフィス又は施設に設置されたコンピ20ュータである。データ収集表示装置38からのメッセ30ジがエキスパートロケーション80で受信されると、専門医はそれに応答して、データ収集表示装置38を使用している医師又は他の担当者が生理データを解釈するのを補助する。

【0018】図3は、ECT100の形態をとる生理データを示す。ECG100は患者ECG識別情報107と、患者識別情報108と、測定値110と、解釈112とを更に含む。解釈112は解釈モジュール58により生成される。解釈112が生成されると、相関モジュール56はレコードのライブラリ70を検索し、整合す40る生理データレコードを判定し、それらの整合レコードをECGレコード100にリンクする。ブラウザ54でアイコン又はボタン116を選択することにより整合レコードが表示されるように、システム30を構成することができる。

【0019】図4は、整合するレコード120、122及び124を有するECG100を表示する画面118を示す。画面118は波形の関連特性を記述した説明ステートメント128を更に含む。

【0020】整合する生理データレコード及び説明ステ50

ートメントの形の解釈と補助情報を提供するのに加えて、本発明は保全性検査を実行しても良い。保全性検査は、整合する生理データレコード及び説明ステートメントが表示された後に臨床医により実行される。臨床医は収集されたECGと、生理データレコードのライブラリ70から収集されたECGと相関されていた生理データレコードとの偏差を検出する。あるいは、データ収集表示装置38により得られた測定値が装置38の故障又はその他の問題によって偏向されていない又は誤っていないことを確実に保証する保全性検査モジュール(図示せず)がデータ収集表示装置38に含まれていても良い。

【0021】先に述べた通り、システムのユーザが生理データの解釈に関する追加情報を望む場合には、生理データレコードのライブラリ70又はエキスパートロケーション80にいる専門医と通信することにより専門的なアドバイスを得ても良い。図6は、データ収集表示装置38により表示される専門医の応答画面の一例150を示す。この画面はECG100と共に、前述の通信ツールの1つを使用して生成される専門医のコメント160を含む。専門医応答画面150はそのコメントを述べた専門医の氏名及び写真などの専門医識別情報162を更に含んでいても良い。

【0022】図7、図8及び図9は、患者に対して非心臓手術を実施することにより患者に及ぼされる術中心血管リスクを判定するのにも有用である本発明の特定の一実施例を示す。同じ部分は同じ図中符号で指示されている。以下の説明は同時係属米国特許出願第09/684,064号の主題を参考として取り入れている。

【0023】図2及び図7を参照して説明すると、生理データレコードのライブラリ70はステートメントコードライブラリ172を含む。ステートメントコードライブラリ172はECG波形を特徴づけるために使用される複数のステートメントコード170を含む。

【0024】図7はステートメントコード170の2つの例を示す。ステートメントコード170はステートメント番号174と、ステートメント頭文字176と、診断ステートメント178と、術中心血管リスクの確率180とを含む。単なる一例であるが、正常な洞律動を示すECGを特徴づけるために使用されるステートメントコードはステートメント番号である5と、頭文字のNSRと、診断ステートメントである正常洞律動と、心血管リスクの確率である軽度リスクとを含む。

【0025】最も好ましい実施例においては、ステートメントコード170は術中心血管リスクの評価以外の臨床的設定に合わせて構成自在である。すなわち、様々な異なる臨床的設定の特定の要求を反映するように心血管リスクの確率180を構成することができる。単なる一例であるが、家庭医療用の設定又は救急処置室での設定における心血管スクリーニングに対応するようにステートメントコード170を構成することが可能であろう。

【0026】収集装置40によりECGが収集されると、収集装置40はECGを解析のために解釈モジュール58に入力する。解釈モジュール58にこの他に入力されるのは、実施すべき非心臓手術の種類、交換すべき患者体液の量、又は非心臓手術により影響を受ける循環器系の特定の構成部分などであろう。解釈モジュール58はECGを他の入力と共に解析し、ECGにステートメント番号174のみを割り当てる。

【0027】ECGにステートメント番号174を割り当てるために、解釈モジュール58はECGを次に説明するように解析する。ECG解析の好ましい実施例を説明する前に、様々に異なるレベルの心血管リスクと関連する診断ステートメントを判定するための収集ECGの解析が本発明の範囲内に入っていることを理解すべきである。また、以下で論じる心血管リスクの診断ステートメントは単なる例として使用されているにすぎず、本発明の範囲を限定するものではないことも理解すべきである。更に、本発明の方法で実現される診断ステートメントは以下に例として挙げられる診断ステートメントと比べて特定の心血管事象又は心血管状態に関してより特殊性をもつものであっても良い。

【0028】解釈モジュール58は、まず、重大な心血管リスクと関連する急性冠状動脈症候群に関してECGを解析する。解釈モジュール58が急性冠状動脈症候群を検出したならば、解釈モジュール58は心血管リスク178の診断ステートメント及び重大な心血管リスクの確率180を指示するステートメント番号174をECGに割り当てる。

【0029】急性冠状動脈症候群という用語は、急性心筋梗塞、損傷及び急性虚血を含む多数の異なる診断ステートメントを包含する広い意味を持つ用語である。重大な心血管リスクの診断ステートメント及びそれらを検出するために解釈モジュール58が使用する方法については、以下に説明する。

【0030】急性心筋梗塞(MI)は3つのECG特性、すなわち、虚血、損傷及びQ波梗塞を含む場合が多いが、これら3つの特性のいずれかが単独で現れることもある。

【0031】虚血はT波の反転により特徴づけられる。すなわち、解釈モジュール58が反転T波を検出した場合、解釈モジュール58はECGに虚血を指定するステートメント番号174を割り当てる。

【0032】損傷はSTセグメントの上昇により特徴づけられ、STセグメントの上昇はMIが急性であることを指示する。従って、ECGがSTセグメントの上昇を示す場合、解釈モジュール58は急性MIを指定するステートメント番号174をECGに割り当てる。解釈モジュール58は心血管リスクのより特定の診断ステートメントによってECGを認識することができるのが好ましい。例えば、解釈モジュール58は全体的なSTセ

グメントの上昇だけではなく、ある特性を持つSTセグメントの上昇によってECGを認識することができる。

【0033】急性梗塞と関連する第3のECG特性はQ波梗塞と呼ばれるQ波の存在である。特に急速な変化の形跡を伴うQ波梗塞は重大な心血管リスクの臨床的予兆であると考えられる。従って、解釈モジュール58がQ波の存在と同時に現れるST上昇を検出したならば、解釈モジュール58は急性心筋梗塞を指定するステートメント番号174をECGに割り当てる。

【0034】非心臓手術中の重大な心血管リスクと関連する第2のカテゴリの診断ステートメントは不整脈、特に血液力学的に重大な不整脈である。血液力学的に重大な不整脈とは、心臓が効果的に血液を押し出すことを不可能にするような不整脈である。血液力学的に重大な不整脈の例としては、高度房室間ブロック、背後に心臓疾患が存在する場合の不整脈の徴候及び心室流量の制御不能を伴う心室上不整脈などがある。

【0035】高度房室間ブロックは、房室間(AV)結節が心室に衝動を送ることができない場合に起こる。解釈モジュール58が高度房室間ブロックを検出すると、解釈モジュール58は高度房室間ブロックを指定するステートメント番号174をECGに割り当てる。

【0036】背後に心臓疾患が存在する場合の不整脈の徴候は重大な心血管リスクの臨床的予兆であると考えられる。解釈モジュール58が背後に心臓疾患が存在する場合の不整脈を検出すると、解釈モジュール58は特定の不整脈及び心臓疾患の不整脈を指定するステートメント番号174をECGに割り当てる。

【0037】心室上不整脈、特に心室流量の制御不能を伴う心房粗動は重大な心血管リスクの診断ステートメントである。単なる一例であるが、解釈モジュール58が心房粗動に対する急速な応答を検出した場合、解釈モジュール58は心室流量の制御不能を伴う心房粗動を指定するステートメント番号174をECGに割り当てる。

【0038】解釈モジュール58が重大な心血管リスクの診断ステートメント178を求めてECGを解析し終わると、解釈モジュール58は中程度の心血管リスクの診断ステートメント178を求めてECGを解析する。中程度の心血管リスクと関連する1つの診断ステートメント178は以前に患った心筋梗塞である。解釈モジュール58は先にQ波心筋梗塞について説明したのとほぼ同じようにして以前の心筋梗塞を検出するが、この場合、ECGではST上昇は明白には現れない。

【0039】解釈モジュール58が中程度の心血管リスクの診断ステートメント178を求めてECGを解析し終わると、解釈モジュール58は軽度の心血管リスクの診断ステートメント178を求めてECGを解析する。軽度の心血管リスクと関連する診断ステートメント178は左心室肥大(LVH)、左房室束脚ブロック(LBBB)、機能的容量には影響しないST/Tセグメント

の異常、及び洞律動以外の律動などのECGの異常である。

【0040】解釈モジュール58が軽度の心血管リスクの診断ステートメント178を求めてECGを解析し終わったならば、解釈モジュール58は患者の現在ECGと、患者の以前のECG（利用可能である場合）との逐次比較を実行する。解釈モジュール58は、軽度の心血管リスクと関連する診断ステートメント178が新たなものであるか否か、すなわち、軽度の心血管リスクと関連する診断ステートメント178が以前のECGでは検出されておらず、現在ECGで検出されたのか否かを判定するために、患者の現在ECGと以前のECGとの逐次比較を実行する。検出された診断ステートメント178が新たなものであれば、心血管リスクの確率180は実際には中程度又は重大になる可能性もある。診断ステートメント178が新たなものではない場合には、心血管リスクの確率180は軽度である。

【0041】現在ECGと以前のECGとの逐次比較は当該技術分野では一般的な方法である。逐次比較は以下に説明するようにして実行されるのが好ましい。以前に判定されたステートメントコード、測定値及び波形を含む患者の以前のECGは生理データレコードのデータベース70に格納されている。解釈モジュール58は現在ECGと以前のECGとの逐次比較を実行する。解釈モジュール58により検出されるべき心臓の状態に応じて、解釈モジュール58はステートメントコード、測定値及び波形のうち少なくとも1つを使用して、以前のECGを現在ECGと比較する。例えば、解釈モジュール58が異常律動を検出している場合、解釈モジュール58は以前のECGのステートメントコード170を現在ECGのステートメントコード170と比較する。解釈モジュール58がQRSコンプレックスの変化を検出している場合には、解釈モジュール58は以前のECGのステートメントコード170、測定値及び波形を現在ECGのステートメントコード170、測定値及び波形と比較する。解釈モジュール58がST/Tセグメント異常を検出している場合には、解釈モジュール58は以前のECGの波形を現在ECGの波形と比較する。このように、解釈モジュール58は心血管リスクの何らかの新たな診断ステートメント178を検出し、ステートメントコード170を、その新たな心血管リスクの診断ステートメント178を指定する現在ECGに割り当てる。

【0042】心血管リスクの診断ステートメント178を重度、中程度及び軽度の心血管リスクの確率180に分類することは、様々に異なる臨床的設定に合わせて構成できるステートメントコード170の設定であることを理解すべきである。例えば、術中設定においてある不整脈が重大な心血管リスクの確率180と関連していることがあるが、同じ不整脈が家庭医療用の設定では一般的な心血管スクリーニングの間に中程度の心血管リスク

の確率178と関連しているだけの場合もありうる。

【0043】図2及び図7を参照して説明する。解釈モジュール58が以上説明した方法により現在ECGに1つ以上のステートメント番号174を割り当てたならば、そのステートメント番号174は解釈モジュール58からプロセッサ44へエクスポートされる。プロセッサ44は、ステートメント番号174をステートメントコード170と関連するために、生理データレコードのライブラリ170にあるステートメントライブラリ172をアクセスする。ステートメント番号174とステートメントコード170との相関が成立したならば、プロセッサ44は診断ステートメント178を記述するテキストステートメントと、関連する心血管リスクの確率180とをアクセスする。次に、プロセッサ44は心血管リスクの診断ステートメント178と、心血管リスクの確率180とを含むテキストレポートを生成する。生成されるレポートは、ECGの解釈に関して心臓専門医の助言を求めることを臨床医に示唆するステートメントを含んでいても良い。生成されたレポートは表示装置42により臨床医に対して表示される。

【0044】図8及び図9は、本発明の方法を示すフローチャートである。図2、図7及び図8を参照して説明すると、まず、臨床医は患者の病歴を知る(190)。臨床医は患者の話聞き取り、心血管の状態に関連する一連の問診を行うことにより患者の病歴を作成する。詳細には、臨床医は、患者が以前に狭心症にかかったか、最近又は過去にMIを起こしたか、鬱血性心臓障害はあるか、又は不整脈の徴候はあるかなどの重大な心臓病をわずらったか否かを尋ねる。患者の病歴によって、患者が重大な心臓病を抱えていることが判明した場合(192)、臨床医は非心臓手術を実施する前に心臓専門医の助言を求めるのが好ましい(194)。

【0045】患者の病歴が重大な心臓病の状態を明示しない場合には(192)、臨床医は物理的検査を実施する(196)。物理的検査の間、臨床医は患者が安定した又は不安定な狭心症、代償又は代償不全鬱血性心臓障害等の重大な心臓の病状を有しているか否かを判定する。加えて、臨床医は、患者が狭窄症状又は逆流性弁疾患などの重大な弁の疾患を患っているか否かを判定する。患者の検査によって、患者が重大な心臓病を抱えていることが明示された場合(197)、臨床医は非心臓手術を実施する前に心臓専門医の助言を求めるのが好ましい(198)。

【0046】患者の病歴で重大な心臓の病状が明示されず(192)且つ物理的検査でも患者の心臓の機能容量が良好であることが明示された(197)場合には、患者は初めて心血管リスクが低いと指定される(200)。

【0047】この場合にも同様に、患者が重大な心臓の病状を抱えている又は患者の機能的容量が乏しいことを

臨床医が知ったならば、臨床医は非心臓手術を進める前に心臓専門医に相談するのが好ましい。しかし、初期段階で患者の心血管リスクが低いことが示された(200)場合には、臨床医は収集装置40によって患者のECGを収集する(202)。収集装置40はECGを解析のために解釈モジュール58へ送信する(204)。解釈モジュール58はECGを解析し、ステートメント番号174をECGに割り当てる。次に、解釈モジュール58は現在ECGを患者の以前のECGと比較することにより逐次比較を実行する(205)。解釈モジュール58は、この逐次比較の結果を指定する追加ステートメント番号174を現在ECGに割り当てる(205)。ステートメント番号174は解釈モジュール58から収集装置40及びプロセッサ44にエクスポートされる(206)。

【0048】図2、図7及び図9を参照して説明する。生理データレコードのライブラリ70の中にステートメントコードライブラリ172を形成する(208)。ライブラリ70はデータ収集表示装置38のプロセッサ44に結合している。プロセッサ44はステートメントコードライブラリ172をアクセスし、解釈モジュール58により生成されたステートメント番号174をステートメントコードのリスト170と比較して、心血管リスクの診断ステートメント178及びステートメント番号174と関連するリスクの確率180を判定する(210)。

【0049】ステートメント番号174がステートメントコード170と関連されたならば、プロセッサ44は、まず、ステートメントコード170が重大であると考えられる心血管リスクの確率180を含むか否かを判定する(212)。心血管リスクの確率180が重大であれば、プロセッサ44は重大な心血管リスクの標識と、心臓専門医の助言を求めるとの示唆とを含むテキストレポートを生成する(214)。

【0050】臨床医は、心臓専門医の助言を求めるとの示唆を含むテキストレポートを読んだならば、直ちにエキスパートロケーション80にいる心臓専門医の意見を聞く道を選択することができる。臨床医が心臓専門医に相談することを選択した場合には、収集装置40の通信モジュール60は現在ECGを含むEメールメッセージを生成し、エキスパートロケーション80の心臓専門医へ送信する(234)。通信モジュール60は所定の時限でタイマーを設定し(236)、心臓専門医はその時間内にECGの解析を完了して、応答を送信しなければならない。心臓専門医はECGを解析し、そのECG解析のテキストレポートを生成し、生成されたテキストレポートをEメールを介して収集装置40へ送信する。ECG解析のテキストレポートを含むEメールメッセージは収集装置40により受信され(238)、処理される。ECG解析のテキストレポートは表示装置42*50

*に表示される(240)。心臓専門医と収集装置40との通信をEメールメッセージとして説明したが、この通信は電話呼び出し、イントラネット呼び出し又は何らかの種類のインターネットメッセージを含む任意のアナログ形態又はデジタル形態の通信であれば良い。

【0051】臨床医は心臓専門医に相談する方法を問わずに、生理データレコードのライブラリ70又は補助教育資料76をECGを解釈する上での助けとして使用する方法をとっても良い。

【0052】心血管リスクの確率180が重大なものではない場合、プロセッサ44は、次に、ステートメントコード170が中程度であると考えられる心血管リスクの確率180を含むか否かを判定する(218)。心血管リスクの確率180が中程度であれば、プロセッサ44は中程度の心血管リスクの標識と、心臓専門医の助言を求めるとの示唆とを含むテキストレポートを生成する(220)。テキストレポート222は表示装置42により臨床医に対して表示される(222)。臨床医は心臓専門医の助言を求めるとの示唆するテキストレポートを検討した後、エキスパートロケーション80にいる心臓専門医の助言を求めるとの道を選ぶこともできるし、あるいは生理データレコードのライブラリ70又は補助教育資料76をECGを解釈する上での助けとして使用する方法をとることも可能である。

【0053】心血管リスクの確率180が重大又は中程度ではない場合には、プロセッサ44は最終的にステートメントコード170が軽度であると考えられる心血管リスクの確率180を含むか否かを判定する(224)。心血管リスクの確率180が軽度であれば、プロセッサ44は軽度の心血管リスクの標識を含むテキストレポートを生成する(230)。テキストレポートは表示装置42により臨床医に対して表示される(232)。ステートメントコードが軽度の心血管リスクの確率さえ指示していない場合には、プロセッサはECGが正常であることを指示するテキストレポートを生成する(226)。テキストレポートは表示装置42により臨床医に対して表示される(228)。

【0054】本発明の様々な特徴及び利点は特許請求の範囲に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 既存の生理データ解析システムの出力を示す図。

【図2】 本発明の生理データ解析システムを示す図。

【図3】 図2のシステムの出力を示す図。

【図4】 図2のシステムの出力を示す図。

【図5】 特徴を定義するために使用される生理的波形の測定値を示す図。

【図6】 専門医との通信の内容を示す図。

【図7】 本発明の方法で使用するためのステートメントコードを示す図。

【図8】 本発明の方法を示すフローチャート。

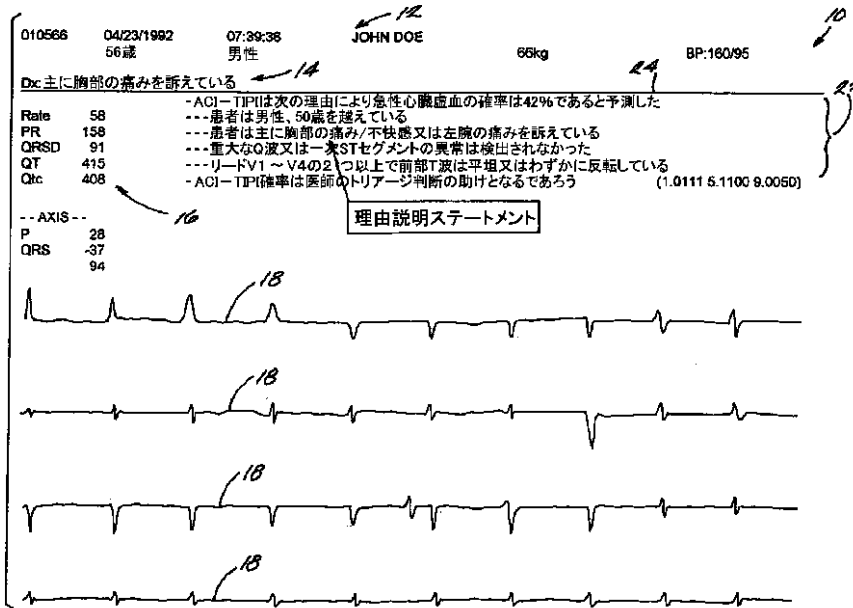
【図9】 本発明の方法を更に示すための図8に続くフローチャート。

【符号の説明】

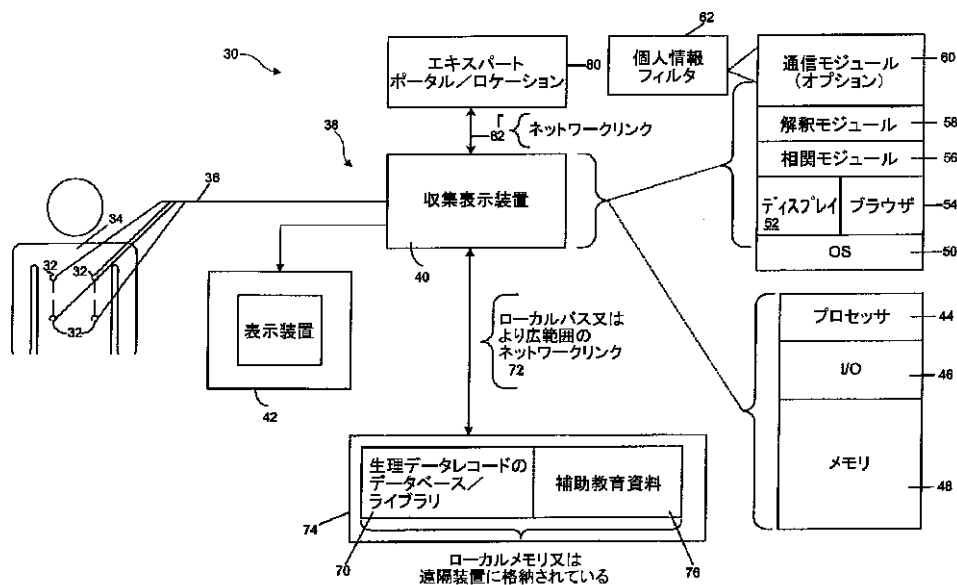
30...生理データシステム、32...センサ、34...患者、36...リンク、38...データ収集表示装置、40...主ユニット、42...表示装置、44...プロセッサ、46...入出力インタフェース、48...メモリ、50...オペレーティングシステム、52...ディスプレイモジュール、*

*54...ブラウザ、56...相関モジュール、58...解釈モジュール、60...通信モジュール、62...個人情報フィルタ、70...生理データレコードのライブラリ、72...通信リンク、74...遠隔サーバ、76...補助教育資料、80...エキスパートロケーション、170...ステートメントコード、172...ステートメントコードライブラリ、174...ステートメント番号、178...診断ステートメント、180...術中心血管リスクの確率

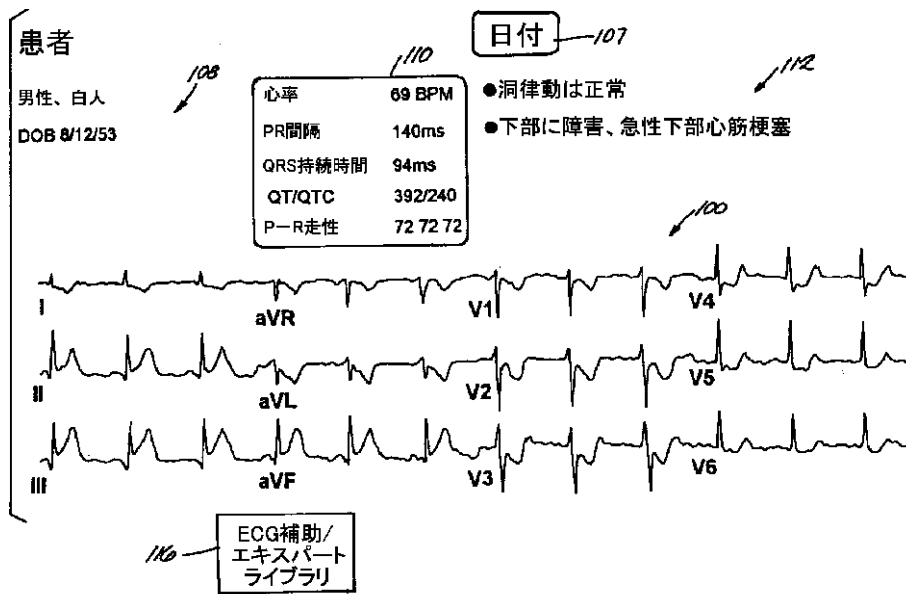
【図1】



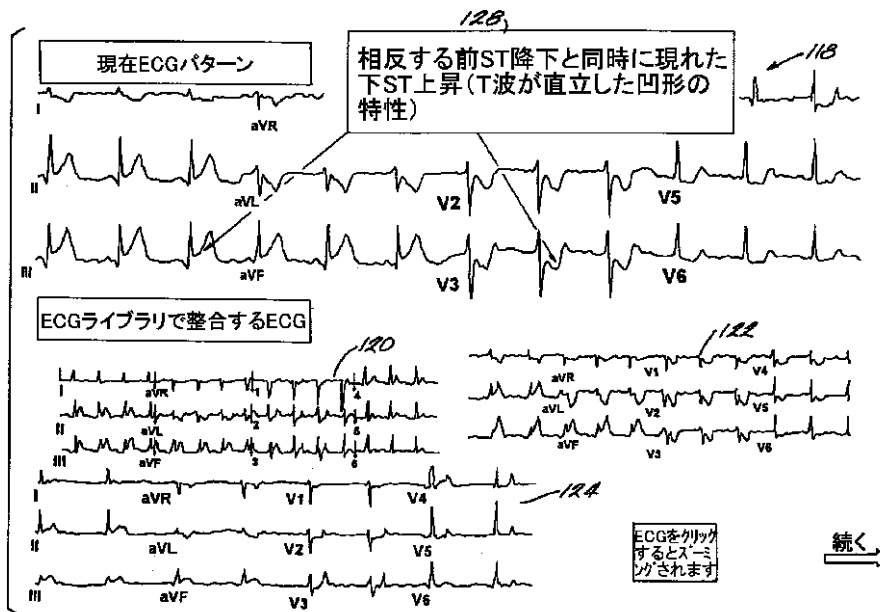
【図2】



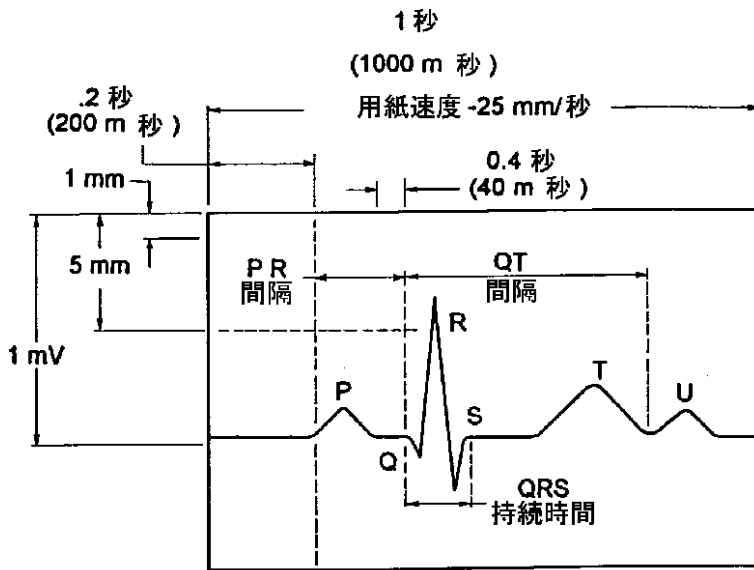
【図3】



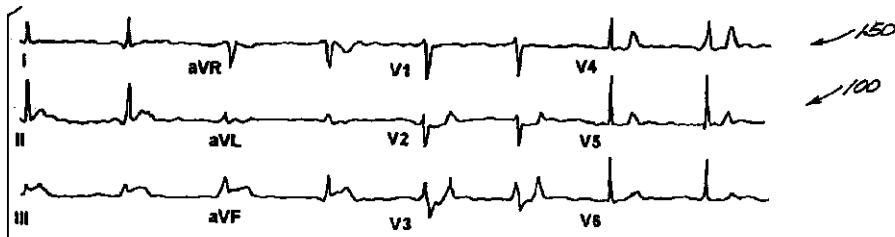
【図4】



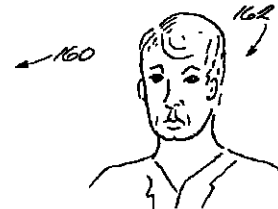
【図5】



【図6】

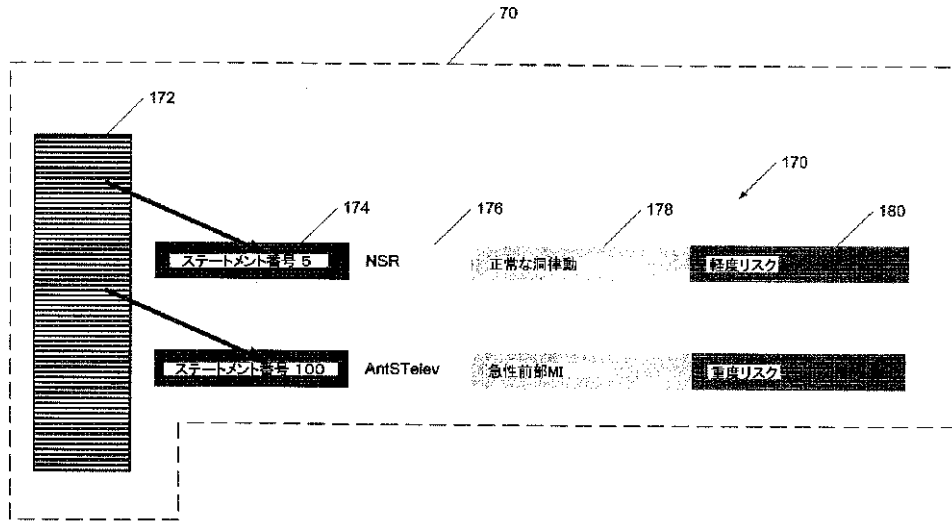


「下部リードのST/T輪郭は凹形であるが、これは急性下部心筋梗塞の非常に特徴的なパターンである。V3の異常なST降下に注意すること。これはリードIIのST上昇と組み合わせられて急性下部MIを示している。今回の問い合わせの特殊性は99%である。」

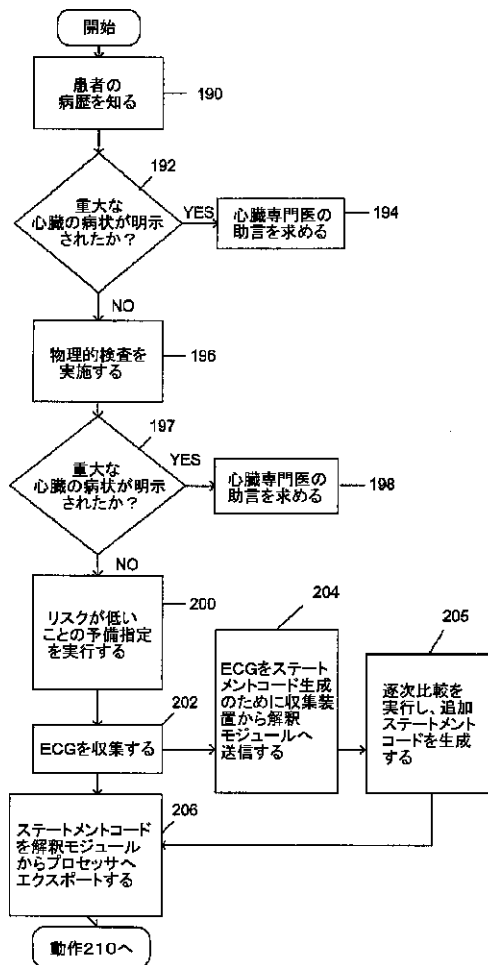


エキスパート医師
コミュニティメディカルセンター

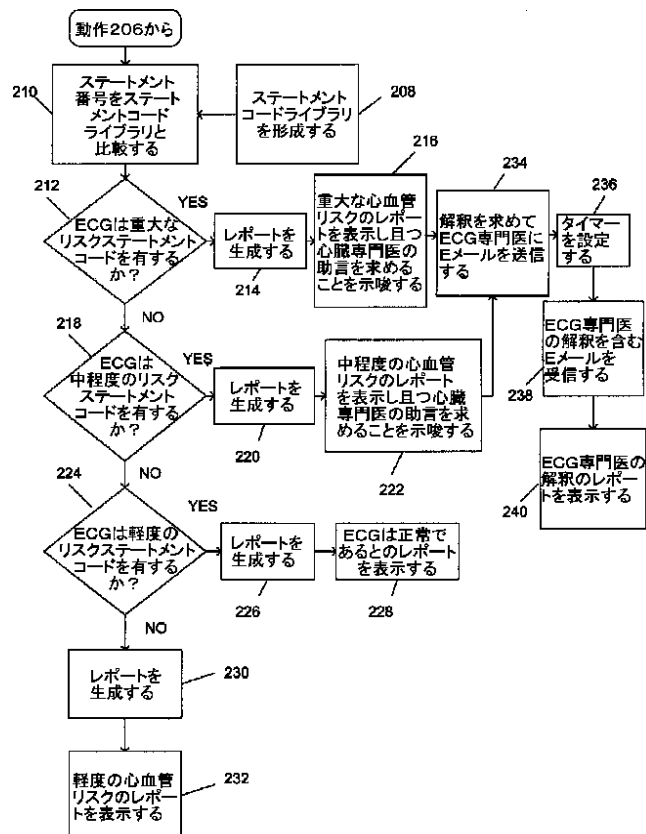
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C027 AA02 CC00 GG13 GG15 KK03
KK05

【外国語明細書】

1. Title of Invention

METHOD AND APPARATUS FOR PERIOPERATIVE ASSESSMENT OF
CARDIOVASCULAR RISK

2. Claims

1. A method of assessing a patient's perioperative cardiovascular risk, the method comprising the acts of:
 - acquiring an electrocardiogram (100) for the patient (34);
 - determining whether the electrocardiogram exhibits clinical predictors of cardiovascular risk (178);
 - determining the probability of cardiovascular risk (180) based on the clinical predictors of cardiovascular risk (178); and
 - displaying the probability of cardiovascular risk (180) to a clinician.
2. The method of claim 1 and further comprising the act of conducting a patient history and physical examination before the act of acquiring an electrocardiogram (100) for the patient (34).
3. The method of claim 1 wherein the act of determining whether the electrocardiogram exhibits clinical predictors of cardiovascular risk (178) further comprises the act of inputting the acquired electrocardiogram (100) into an interpretation module (58) and exporting the clinical predictors of cardiovascular risk (178) from the interpretation module (58).

4. The method of claim 1 wherein the act of determining whether the electrocardiogram (100) exhibits clinical predictors of risk (178) further comprises the act of determining whether the electrocardiogram (100) exhibits a major clinical predictor of cardiovascular risk(178).
5. The method of claim 4 wherein the major clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of recent myocardial infarction, unstable angina pectoris, decompensated congestive heart failure, arrhythmia, and valvular disease.
6. The method of claim 5 wherein the arrhythmia is at least one of atrioventricular block, symptomatic arrhythmia in the presence of underlying heart disease, and supraventricular arrhythmia with uncontrolled ventricular rate.

7. The method of claim 5 wherein the valvular disease is at least one of stenotic lesions and regurgitant valve disease.
8. The method of claim 1 wherein the act of determining whether the electrocardiogram (100) exhibits clinical predictors of risk (178) further comprises the act of determining whether the electrocardiogram (100) exhibits an intermediate clinical predictor of cardiovascular risk (178).
9. The method of claim 8 wherein the intermediate clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of prior myocardial infarction, stable angina pectoris, and compensated congestive heart failure.
10. The method of claim 1 wherein the act of determining whether the electrocardiogram (100) exhibits clinical predictors of risk (178) further comprises the act of determining whether the electrocardiogram (100) exhibits a minor clinical predictor of cardiovascular risk (178).
11. The method of claim 10 wherein the minor clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of left ventricular hypertrophy, left bundle branch block, ST abnormality in the presence of adequate functional capacity, and a rhythm other than sinus rhythm.
12. The method of claim 1 wherein the act of displaying the probability of risk (180) further comprises the act of displaying an indicator of either major, intermediate, or minor cardiovascular risk.
13. The method of claim 1 wherein the act of displaying the probability of risk may further comprise the act of displaying a suggestion to consult an electrocardiogram expert (160).
14. A device for assessing a patient's perioperative cardiovascular risk, the device comprising:
 - an acquisition unit (38) for acquiring an electrocardiogram (100);
 - a processor (44) coupled to the acquisition unit (38) for determining whether the acquired electrocardiogram (100) has clinical predictors of cardiovascular risk

- (178) and for determining the probability of cardiovascular risk (180) based on the clinical predictors of cardiovascular risk (178); and
- a display (42) for indicating to a clinician the probability of cardiovascular risk (180).
15. The device of claim 14 and further comprising an interpretation module (58) coupled to the processor (44) wherein the acquired electrocardiogram (100) is inputted into the interpretation module (58) and the clinical predictors of cardiovascular risk (178) are exported from the interpretation module (58).
 16. The device of claim 14 wherein the clinical predictors of cardiovascular risk (178) are either major, intermediate, or minor clinical predictors of risk.
 17. The device of claim 16 wherein the major clinical predictors of cardiovascular risk (178) are at least one of recent myocardial infarction, unstable angina pectoris, decompensated congestive heart failure, arrhythmia, and valvular disease.
 18. The device of claim 17 wherein the arrhythmia is at least one of atrioventricular block, symptomatic arrhythmias in the presence of underlying heart disease, and supraventricular arrhythmias with uncontrolled ventricular rate.
 19. The device of claim 17 wherein the valvular disease is at least one of stenotic lesions and regurgitant valve disease.
 20. The device of claim 16 wherein the intermediate clinical predictors of cardiovascular risk (178) are at least one of prior myocardial infarction, stable angina pectoris, and compensated congestive heart failure.
 21. The device of claim 16 wherein the minor clinical predictors of cardiovascular risk (178) are at least one of left ventricular hypertrophy, left bundle branch block, ST abnormality in the presence of adequate functional capacity, and a rhythm other than sinus rhythm.
 22. The method of claim 14 wherein the processor (44) generates a textual report and the display (42) indicates the textual report to a clinician.

23. The method of claim 22 wherein the generated report includes an indicator of either a major, intermediate, or minor cardiovascular risk.
24. The method of claim 22 wherein the generated report may include a suggestion to consult an electrocardiogram expert (160).
25. A method of assessing a patient's perioperative cardiovascular risk, the method comprising the acts of:
 - providing a statement code library (172);
 - acquiring an electrocardiogram (100) for the patient (34);
 - generating statement codes (170) for the acquired electrocardiogram (100);
 - comparing the statement codes (170) for the acquired electrocardiogram (100) with the statement code library (172);
 - determining the probability of cardiovascular risk (180) to the patient (34) from the comparison; and
 - displaying the probability of cardiovascular risk (180) to a clinician.
26. The method of claim 25 and further comprising the act of conducting a patient history and physical examination before the act of acquiring an electrocardiogram (100) for the patient (34).
27. The method of claim 25 wherein the statement code library (172) has configurable settings.
28. The method of claim 27 wherein the configurable settings include a predictor of cardiovascular risk (180).
29. The method of claim 28 wherein the predictor of cardiovascular risk (178) is either a major, intermediate, or minor predictor of cardiovascular risk.
30. The method of claim 29 wherein the major clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of recent myocardial infarction, unstable angina pectoris, decompensated congestive heart failure, arrhythmia, and valvular disease.

31. The method of claim 30 wherein the arrhythmia is at least one of atrioventricular block, symptomatic arrhythmias in the presence of underlying heart disease, and supraventricular arrhythmias with uncontrolled ventricular rate.
32. The method of claim 30 wherein the valvular diseases is at least one of stenotic lesions and regurgitant valve disease.
33. The method of claim 29 wherein the intermediate clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of prior myocardial infarction, stable angina pectoris, and compensated congestive heart failure.
34. The method of claim 29 wherein the minor clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of left ventricular hypertrophy, left bundle branch block, ST abnormality in the presence of adequate functional capacity, and a rhythm other than sinus rhythm.
35. The method of claim 27 wherein the configurable settings include a list of statements (178) and a statement number (174).
36. The method of claim 35 wherein the act of generating statement codes (170) further comprises the act of importing the acquired electrocardiogram (100) into an interpretation module (58) and exporting statement numbers (174) from the interpretation module (58).
37. The method of claim 36 wherein the act of displaying the probability of cardiovascular risk (180) further comprises the act of generating a textual report by correlating the statement numbers (174) of the acquired electrocardiogram (100) to the list of statements (178).
38. The method of claim 37 wherein the act of displaying to a clinician the probability of cardiovascular risk (180) further comprises the act of displaying the generated textual report.
39. The method of claim 37 wherein the generated report includes an indicator of either major, intermediate, or minor cardiovascular risk.

40. The method of claim 37 wherein the generated report may include a suggestion to consult an electrocardiogram expert (160).
41. A device for assessing a patient's perioperative cardiovascular risk, the device comprising:
 - an acquisition unit (38) for acquiring an electrocardiogram (100) of the patient (34);
 - a statement code library (172) coupled to the acquisition unit (38);
 - a processor (44) coupled to the acquisition unit (38) and to the statement code library (172) for generating statement codes (170) for the acquired electrocardiogram (100), for comparing the statement codes (170) for the acquired electrocardiogram (100) with the statement code library (172), and for determining the probability of cardiovascular risk (180) to the patient from the comparison; and
 - a display (42) for indicating to a clinician the probability of cardiovascular risk (180).
42. The device of claim 41 wherein the statement code library (172) has configurable settings.
43. The device of claim 42 wherein the configurable settings include a predictor of cardiovascular risk (178).
44. The device of claim 43 wherein the predictor of cardiovascular risk (178) is either a major, intermediate, or minor predictor of cardiovascular risk..
45. The device of claim 44 wherein the major clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of recent myocardial infarction, unstable angina pectoris, decompensated congestive heart failure, arrhythmia, and valvular disease.
46. The device of claim 45 wherein the arrhythmia is at least one of atrioventricular block, symptomatic arrhythmias in the presence of underlying heart disease, and supraventricular arrhythmias with uncontrolled ventricular rate.
47. The device of claim 45 wherein the valvular disease is at least one of stenotic lesions and regurgitant valve disease.

48. The device of claim 44 wherein the intermediate clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of prior myocardial infarction, stable angina pectoris, and compensated congestive heart failure.
49. The device of claim 44 wherein the minor clinical predictor of cardiovascular risk (178) is at least one of left ventricular hypertrophy, left bundle branch block, ST abnormality in the presence of adequate functional capacity, and a rhythm other than sinus rhythm.
50. The device of claim 42 wherein the configurable settings include a list of statements (178) and a statement number (174).
51. The device of claim 50 wherein the acquired electrocardiogram (100) is imported into an interpretation module (58) and the statement numbers (174) are exported from the interpretation module (58).
52. The device of claim 51 wherein the processor (44) generates a textual report by correlating the statement numbers (174) of the acquired electrocardiogram (100) to the list of statements (178).
53. The device of claim 52 wherein the display (42) indicates to a clinician the generated textual report.
54. The device of claim 52 wherein the generated report includes an indicator of either major, intermediate, or minor cardiovascular risk.
55. The method of claim 52 wherein the generated report may include a suggestion to consult an electrocardiogram expert (160).

3. Detailed Description of Invention

BACKGROUND OF THE INVENTION

Physiological activity is monitored in the diagnosis and treatment of numerous diseases and medical conditions. For example, heart activity is commonly monitored by collecting electrocardiographic (“ECG”) data. ECG data is typically interpreted by a cardiologist, a physician specially trained in reading the waveforms created by ECG equipment.

In many situations, ECG and other physiological data is available, but an expert suitably trained in reading that data is not. In response to this problem, software interpretation tools have been developed to aid the non-expert physician in interpreting and using such data. However, these tools, particularly ECG tools, are not satisfactory. Existing ECG tools are designed to generate an interpretation. The computer-generated interpretation may be supported by one or more statements that describe the criteria that the computer uses to reach its conclusion. However, these statements are typically limited to describing the character of the waveform, which is usually of little assistance to the novice ECG reader. Another shortcoming of existing tools is that they generate conclusions based on the assumption that the ECG device correctly measured the ECG. In other words, existing computer tools assume that no faults or other errors ever occur in ECG measuring equipment.

The output from an existing ECG interpretation system is shown in FIG. 1. The output includes a screen image 10. The image 10 includes patient identifying information 12, initial diagnostic information 14, such as a complaint or symptom, measurements 16, physiological data in the form of waveforms 18, a diagnosis or interpretation 22, and a group of reason statements 24. In the example shown, the

interpretation 22 indicates that there is a 42% probability that the patient has acute cardiac ischemia. The reasons supporting the interpretation are set out in the reason statements 24. For example, the interpretation is based on the fact that the patient is male, complaining of chest pain, and that “no significant Q waves or primary ST segment abnormalities” were detected. The reason statements 24 also indicate that the “[a]nterior T waves” are flat.

Most non-specialists find reason statements such as those shown in FIG. 1 to be too technical and, therefore, unhelpful in understanding the interpretation. Further, non-specialists are generally uncomfortable relying on an interpretation lacking a high probability. In the example shown, the interpretation generated has a probability of only 42%, meaning that there is a 58% chance that another interpretation is appropriate for the data. Thus, in those cases where present systems generate an interpretation of equivocal probability, they are often of little help.

Moreover, in cases where a patient is about to undergo a non-cardiac surgery, there is a need to be able to accurately assess the perioperative cardiovascular risk to the patient of performing the surgery. Again, having to wait for a cardiologist to make such an assessment may not be practical or even possible.

SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, the invention provides real-time support in interpreting a patient's ECG in order to assess the perioperative cardiovascular risk associated with performing a non-cardiac surgery. An acquisition unit acquires the patient's ECG. A processor, coupled to the acquisition unit, determines whether the acquired ECG has diagnostic statements of cardiovascular risk. From the diagnostic statements, the processor determines the probability of cardiovascular risk associated with the non-cardiac surgery. The probability of cardiovascular risk is then displayed to a clinician in the form of an indicator of either major, intermediate, or minor cardiovascular risk.

The invention also provides a new method of interpreting a patient's ECG in order to assess the perioperative cardiovascular risk associated with performing a non-cardiac surgery. The method includes acquiring a patient's ECG, determining

whether the ECG exhibits diagnostic statements of cardiovascular risk, and determining the probability of cardiovascular risk based on the diagnostic statements. The method also includes displaying the determined probability of cardiovascular risk to a clinician in the form of an indicator of either major, intermediate, or minor cardiovascular risk.

DETAILED DESCRIPTION

Before one embodiment of the invention is explained in full detail, it is to be understood that the invention is not limited in its application to the details of

construction and the arrangement of components set forth in the following description or illustrated in the following drawings. The invention is capable of other embodiments and of being practiced or of being carried out in various ways. Also, it is to be understood that the phraseology and terminology used herein is for the purpose of description and should not be regarded as limiting. The use of “including” and “comprising” and variations thereof herein is meant to encompass the items listed thereafter and equivalents thereof as well as additional items.

A physiological data system 30 is shown in FIG. 2. Before describing the system 30, it should be understood that the invention will be described with respect to ECG data. However, the system could be configured to aid in the interpretation of other data such as image data, including x-ray images, nuclear images, ultrasonic images, and magnetic resonance; blood pressure; oxygenation; brain activity; etc. Thus, the invention should not be limited to the examples described and shown.

The system includes a number of sensors or similar devices 32 attached to a patient 34. Physiological data sensed by the sensors 32 is transmitted over a link 36 to an acquisition and display unit 38 having a main unit 40 and a display 42. The main unit 40 includes typical hardware such as a processor 44, an input/output interface 46, and data storage or memory 48. The main unit also includes an operating system 50 and other software in the form of a display module 52, an optional browser 54, such as a web browser, a correlation module 56, which may include an optional data integrity checking module (not shown), and an interpretation module 58.

The acquisition and display unit 38 performs several functions. First, it acquires signals or raw data from the patient 34 using the sensors 32. The raw data is then measured. For example, and as shown in FIG. 5, when ECG data is acquired, numerous characteristics such as waveform height, distance between peaks, etc. are measured. Once the measurements are made, various features of the waveform are extracted. As will be discussed further below, these features can then be compared to the features of previously interpreted physiological data and used to check the interpretation made by the interpretation module 58.

The interpretation module 58 uses the measured features to generate an interpretation of the physiological data. A variety of existing physiological interpretation modules may be used in the invention. When configured to interpret ECG data, 12SL™ software available from GE Medical Systems Information Technologies, Inc. may be used in the invention.

The acquisition and display unit 38 may include an optional communication module 60 to coordinate and control communications with an expert location (discussed below) and remote libraries of data (also discussed below). Communications between the acquisition and display unit 38 and remote devices may be enhanced with an information filter 62 coupled to or made a part of the communication module 60. The information filter 62 may be configured to block the transmission of predetermined information, such as personal or private patient information, to ensure that the predetermined information is not transmitted to devices and locations coupled to the acquisition and display unit 38.

As noted, the interpretation module 58 analyzes and interprets the data or data set acquired from the patient 34, and generates an interpretation for that data set. The correlation module 56 then links the interpretation to physiological records that have the same or similar features and interpretation. For example, an anterior myocardial infarction (MI) that was elicited due to a poor R wave progression would be linked to ECGs with the same feature, as opposed to all ECGs that exhibit features that are possible with anterior MI.

The correlation module 56 links the interpretation to records in a library of physiological data records 70. Specifically, the correlation module 56 matches or correlates features extracted from the current physiological data to features in the previously interpreted records of physiological data stored in the library 70. The correlation module 56 then creates links, such as hyperlinks to the correlating records. The library of physiological data records 70 is coupled to the acquisition and display unit 38 via a communication link 72. The communication link 72 may be a local bus when the library of records 70 is stored in local storage or may be a variety of other links, including an Internet link, such that the library of records 70 may be stored on a

remote server 74, which may be a web server. The server 74 may also include a library of additional or supplemental educational materials or information records 76 that can be linked to the displayed physiological data and correlated records to provide explanations of relevant features and characteristics of the data and interpretation. Locating the records 70 and 76 on a server has several advantages including the ability to maintain a central, easily updated depository of information. However, the records 70 and 76 could be maintained on separate servers or locally on the data acquisition and display unit 38.

The data and acquisition unit 38 may also be linked to an expert location 80 via a link 82. The expert location 80 may be a customized web site or portal and the link 82 may be an Internet link. However a variety of locations and communication links could be used. For example, a remote server with a dial-up link could be used in the invention. Communications between the expert location 80 and the data acquisition and display unit 38 may take place using text or voice-based electronic mail, instant messaging, or chat services. Such services are particularly suitable when the data acquisition and display unit 38 is configured such that the display module 52 directs physiological data images to be displayed in a window generated by the browser 54 and the expert location 80 is coupled to the unit 38 via an Internet connection.

The expert location 80 is a site or similar locale with a computer or similar appliance. Typical examples include a computer at an office or facility of an expert in the medical area relevant to the type of physiological data being interpreted by the interpretation module 58. Messages from the data acquisition unit 38 are received at the expert location 80 and responded to by the expert to assist the physician or other individual using the unit 38 to interpret the physiological data.

FIG. 3 illustrates physiological data in the form of an ECG 100. The ECG 100 also includes patient ECG identifying information 107, patient identifying information 108, measurements 110, and an interpretation 112. The interpretation 112 is generated by the interpretation module 58. Once the interpretation 112 is generated, the correlation module 56 reviews the library of records 70, determines matching physiological records, and links those matching records to the ECG record 100. The system 30 can

be configured such that the selection of icon or button 116 in the browser 54 causes the display of the matching records.

FIG. 4 shows a screen 118 including the ECG 100 with matching records 120, 122, and 124. The screen 118 also includes an explanatory statement 128 describing pertinent characteristics of the waveform.

In addition to providing an interpretation and supplemental information in the form of matching physiological records and explanatory statements, the invention may provide integrity checking. Preferably, the integrity checking is performed by the clinician once the matching physiological records and explanatory statements are displayed. The clinician detects any deviations between the acquired ECG and the physiological records that have been correlated to the acquired ECG from the library of physiological data records 70. Alternatively, the data acquisition and display unit 38 may include an integrity checking module (not shown) that ensures that the measurements made by the data acquisition and display unit 38 are not biased or erroneous due to faults or other problems in the unit 38.

As noted above, if a system user desires additional information concerning the interpretation of the physiological data, he or she may obtain expert advice by communicating with the library of physiological data records 70 or an expert at the expert location 80. FIG. 6 shows an exemplary expert response screen 150 that may be displayed on the acquisition and display unit 38. The screen includes the ECG 100 with an expert commentary 160 that may be generated using one of the communication tools noted above. The expert response screen 150 may also include expert identifying information 162 such as the name and picture of the expert providing the commentary.

FIGS. 7, 8, and 9 illustrate a particular embodiment of the invention which is also useful for determining the perioperative cardiovascular risk to the patient of performing non-cardiac surgery on the patient. Like parts are identified using like reference numerals. This description incorporates by reference the subject matter of copending United States patent application serial number 09/684,064.

Referring to FIGS. 2 and 7, the library of physiological data records 70 includes a statement code library 172. The statement code library 172 includes a plurality of statement codes 170 which are used to characterize ECG waveforms.

FIG. 7 illustrates two examples of statement codes 170. The statement codes 170 include a statement number 174, a statement acronym 176, a diagnostic statement 178, and a probability of perioperative cardiovascular risk 180. By way of example only, the statement code used to characterize an ECG exhibiting a normal sinus rhythm could include a statement number – 5, an acronym – NSR, a diagnostic statement – Normal Sinus Rhythm, and a probability of cardiovascular risk – Minor risk.

In the most preferred embodiment, the statement codes 170 are configurable for clinical settings other than perioperative assessment of cardiovascular risk. Specifically, the probability of cardiovascular risk 180 can be configured to reflect the particular needs of different clinical settings. By way of example only, the statement codes 170 could be configured for cardiovascular screening in a family practice setting or in an emergency room setting.

When an ECG is acquired by the acquisition unit 40, the acquisition unit 40 inputs the ECG into the interpretation module 58 for analysis. Other inputs into the interpretation module 58 could include the type of non-cardiac surgery being performed, the amount of patient fluid being exchanged, or the specific components of the circulatory system that will be affected by the non-cardiac surgery. The interpretation module 58 analyzes the ECG, along with any other inputs, and assigns only statement numbers 174 to the ECG.

In order to assign the ECG with statement numbers 174, the interpretation module 58 analyzes the ECG as described below. Before the preferred embodiment of ECG analysis is described, it should be understood that any analysis of an acquired ECG in order to determine diagnostic statements associated with different levels of cardiovascular risk is within the scope of the present invention. It should also be understood that the diagnostic statements of cardiovascular risk discussed below are used merely as examples and do not limit the scope of the present invention.

Moreover, the diagnostic statements implemented in the method of the invention may be more specific as to the particular cardiovascular event or condition than the diagnostic statements provided as examples below.

The interpretation module 58 first analyzes the ECG for any acute coronary syndromes which is associated with major cardiovascular risk. If the interpretation module 58 detects any acute coronary syndromes, the interpretation module 58 assigns a statement number 174 to the ECG designating the diagnostic statement of risk 178 and a probability 180 of major cardiovascular risk.

The term acute coronary syndrome is a broad term encompassing many different diagnostic statements, including acute myocardial infarction, injury, and acute ischemia. These diagnostic statements of major cardiovascular risk and the methods used by the interpretation module 58 to detect them are described below.

Acute myocardial infarction (MI) often includes three ECG characteristics, namely ischemia, injury, and Q-wave infarction, but any of the three characteristics may occur alone.

Ischemia is characterized by inverted T waves. Thus, if the interpretation module 58 detects an inverted T wave, the interpretation module 58 assigns the ECG a statement number 174 designating ischemia.

Injury is characterized by ST segment elevation, and ST segment elevation indicates that the MI is acute. Accordingly, if the ECG exhibits ST segment elevation, the interpretation module 58 assigns the ECG a statement number 174 designating acute MI. Preferably, the interpretation module 58 is capable of recognizing ECGs with even more specific diagnostic statements of cardiovascular risk. For example, the interpretation module 58 is capable of recognizing ECGs with ST segment elevations of a certain character, not just ST segment elevations generally.

The third ECG characteristic associated with acute infarction is the presence of a Q wave, referred to as Q-wave infarction. Q-wave infarction, especially with evidence of an acute change, is considered a clinical predictor of major cardiovascular risk.

Thus, if the interpretation module 58 detects ST elevation concordant with the presence of a Q wave, the interpretation module 58 assigns the ECG a statement number 174 designating acute myocardial infarction.

A second category of diagnostic statements associated with major cardiovascular risk during non-cardiac surgery is arrhythmia, especially hemodynamically significant arrhythmia. A hemodynamically significant arrhythmia is an arrhythmia that makes the heart unable to efficiently pump blood. Examples of hemodynamically significant arrhythmias include high-grade atrioventricular block, symptomatic arrhythmias in the presence of underlying heart disease, and supraventricular arrhythmia with an uncontrolled ventricular rate.

High-grade atrioventricular block occurs when the atrioventricular (AV) node is unable to send impulses to the ventricles. If the interpretation module 58 detects a high-grade atrioventricular block, the interpretation module 58 assigns a statement number 174 to the ECG designating high-grade atrioventricular block.

Symptomatic arrhythmias in the presence of underlying heart disease are considered a clinical predictor of major cardiovascular risk. If the interpretation module 58 detects arrhythmias in the presence of heart disease, the interpretation module 58 assigns a statement number 174 to the ECG designating the specific arrhythmia and the presence of heart disease.

Supraventricular arrhythmias, especially atrial flutter with uncontrolled ventricular rate, are diagnostic statements of major cardiovascular risk. By way of example only, if the interpretation module 58 detects a rapid response to atrial flutter, the interpretation module 58 assigns a statement number 174 to the ECG designating atrial flutter with an uncontrolled ventricular rate.

Once the interpretation module 58 has analyzed the ECG for diagnostic statements 178 of major cardiovascular risk, the interpretation module 58 analyzes the ECG for diagnostic statements 178 of intermediate cardiovascular risk. One diagnostic statement 178 associated with intermediate cardiovascular risk is prior myocardial infarction. The interpretation module 58 detects prior myocardial infarction in

generally the same manner as described above for Q-wave myocardial infarction, although no ST elevation is evident in the ECG.

Once the interpretation module 58 has analyzed the ECG for diagnostic statements 178 of intermediate cardiovascular risk, the interpretation module 58 analyzes the ECG for diagnostic statements 178 of minor cardiovascular risk. Diagnostic statements 178 associated with minor cardiovascular risk include abnormalities in the ECG, such as left ventricular hypertrophy (LVH), left bundle branch block (LBBB), ST/T segment abnormalities that do not affect functional capacity, and rhythms other than sinus rhythm.

Once the interpretation module 58 analyzes the ECG for diagnostic statements 178 of minor cardiovascular risk, the interpretation module 58 performs a serial comparison between the patient's current ECG and the patient's previous ECG, if one is available. The interpretation module 58 performs a serial comparison between the patient's current ECG and the patient's previous ECG in order to determine if the diagnostic statements 178 associated with minor cardiovascular risk are new, i.e. if the diagnostic statements 178 associated with minor cardiovascular risk were not detected in the previous ECG, but have been detected in the current ECG. If the diagnostic statements 178 detected are new, the probability of cardiovascular risk 180 may actually be intermediate or even high. If the diagnostic statements 178 not new, the probability of cardiovascular risk 180 is minor.

Serial comparison between a current ECG and a previous ECG is a method commonly known in the art. Preferably, the serial comparison is performed in the manner described below. The patient's previous ECG, including previously determined statement codes, measurements, and waveforms, is stored in the database of physiological data records 70. The interpretation module 58 performs the serial comparison between the current ECG and the previous ECG. Depending on the cardiac condition being detected by the interpretation module 58, the interpretation module 58 uses at least one of the statement codes, measurements, and waveforms to compare the previous ECG to the current ECG. For example, when the interpretation module 58 is detecting abnormal rhythms, the interpretation module 58 compares the

statement codes 170 of the previous ECG to the statement codes 170 of the current ECG. When the interpretation module 58 is detecting changes in the QRS complex, the interpretation module 58 compares the statement codes 170, measurements, and waveforms of the previous ECG to the statement codes 170, measurements, and waveforms of the current ECG. When the interpretation module 58 is detecting ST/T segment abnormalities, the interpretation module 58 compares the waveforms of the previous ECG to the waveforms of the current ECG. In this manner, the interpretation module 58 detects any new diagnostic statements of cardiovascular risk 178 and assigns statement codes 170 to the current ECG designating the new diagnostic statements of cardiovascular risk 178.

It should be understood that the grouping of the diagnostic statements of cardiovascular risk 178 into major, intermediate, and minor probabilities of cardiovascular risk 180 is a statement code 170 setting that can be configured for different clinical settings. For example, a certain arrhythmia may be associated with a major probability of cardiovascular risk 178 in a perioperative setting. However, the same arrhythmia may only be associated with an intermediate probability of cardiovascular risk 178 in a family practice setting during a general cardiovascular screening.

Referring to FIGS. 2 and 7, once the interpretation module 58 assigns one or more statement numbers 174 to the current ECG in the manner described above, the statement numbers 174 are exported from the interpretation module 58 to the processor 44. The processor 44 accesses the statement library 172 in the library of physiological data records 70 in order to correlate the statement numbers 174 with the statement codes 170. Once the correlation between statement numbers 174 and statement codes 170 is made, the processor 44 has access to the textual statement describing the diagnostic statement 178 and to the associated probability of risk 180. The processor 44 then generates a textual report including the diagnostic statement of risk 178 and the probability of risk 180. The generated report may also include a statement suggesting that the clinician consult a cardiologist regarding the interpretation of the ECG. The generated report is then displayed to the clinician on display 42.

FIGS. 8 and 9 are a flow chart illustrating the method of the invention. Referring to FIGS. 2, 7, and 8, the clinician first conducts 190 a patient history. The clinician prepares a patient history by interviewing the patient and asking a series of cardiovascular health-related questions. Specifically, the clinician asks if the patient has suffered from any serious cardiac conditions, such as prior angina, recent or past MI, congestive heart failure, or symptomatic arrhythmias. If the patient history reveals 192 that the patient has suffered from a serious cardiac condition, the clinician preferably consults 194 a cardiologist before the non-cardiac surgery is performed.

If the patient history does not reveal 192 any serious cardiac conditions, the clinician conducts 196 a physical examination. During the physical examination, the clinician determines whether the patient is suffering from serious cardiac conditions such as stable or unstable angina pectoris and compensated or decompensated congestive heart failure. In addition, the clinician determines whether the patient is suffering from any severe valvular diseases, such as stenotic lesions or regurgitant valve disease. If the patient examination reveals 197 that the patient has suffered from a serious cardiac condition, the clinician preferably consults 198 a cardiologist before the non-cardiac surgery is performed.

If the patient history does not reveal 192 any serious cardiac conditions and if the physical examination reveals 197 that the patient has good cardiac functional capacity, the patient is initially designated 200 as having low cardiovascular risk.

Again, if the clinician discovers that the patient has suffered from a serious cardiac condition or the patient has poor functional capacity, preferably the clinician consults a cardiologist before proceeding with the non-cardiac surgery. However, if the patient is initially designated 200 as having a low cardiovascular risk, the clinician acquires 202 the patient's ECG with the acquisition unit 40. The acquisition unit 40 transmits 204 the ECG to the interpretation module 58 for analysis. The interpretation module 58 analyzes the ECG and assigns a statement number 174 to the ECG. The interpretation module 58 then performs 205 a serial comparison by comparing the current ECG with the patient's previous ECG. The interpretation module 58 assigns 205 additional statement numbers 174 to the current ECG designating the results of

the serial comparison. The statement numbers 174 are exported 206 from the interpretation module 58 back to the acquisition unit 40 and the processor 44.

Referring to FIGS. 2, 7, and 9, the statement code library 172 is provided 208 within the library of physiological data records 70. The library 70 is coupled to the processor 44 within the acquisition unit and display unit 38. The processor 44 accesses the statement code library 172 and compares 210 the statement numbers 174 generated by the interpretation module 58 with the list of statement codes 170 in order to determine the diagnostic statement of cardiovascular risk 178 and the probability of risk 180 associated with the statement number 174.

Once the statement number 174 is correlated with the statement code 170, the processor 44 first determines 212 whether the statement code 170 includes a probability of cardiovascular risk 180 that is considered major. If the probability of cardiovascular risk 180 is major, the processor 44 generates 214 a textual report including an indicator of major cardiovascular risk and a suggestion to consult a cardiologist. The textual report is displayed 216 to the clinician on display 42.

After the clinician views the textual report suggesting consultation with a cardiologist, the clinician can choose to immediately consult a cardiologist located at an expert location 80. If the clinician chooses to consult a cardiologist, the communication module 60 of the acquisition unit 40 generates and sends 234 an email message including the current ECG to a cardiologist in an expert location 80. The communication module 60 sets 236 a timer with a predetermined time period during which the cardiologist must complete the interpretation of the ECG and send a response. The cardiologist interprets the ECG, generates a textual report of the ECG interpretation, and sends the generated textual report to the acquisition unit 40 via email. The email message including the textual report of the ECG interpretation is received 238 and processed by the acquisition unit 40. The textual report of the ECG interpretation is displayed 240 on display 42. Although the communication between the cardiologist and the acquisition unit 40 is described as email messages, the communication may be any analog or digital form of communication, including telephone calls, intranet messages, or any type of internet messages.

Rather than choosing to consult a cardiologist, the clinician may choose to use the library of physiological data records 70 or the supplemental educational materials 76 to assist in interpreting the ECG.

If the probability of cardiovascular risk 180 is not major, the processor 44 next determines 218 whether the statement code 170 includes a probability of cardiovascular risk 180 that is considered intermediate. If the probability of cardiovascular risk 180 is intermediate, the processor 44 generates 220 a textual report including an indicator of intermediate cardiovascular risk and a suggestion to consult a cardiologist. The textual report is displayed 222 to the clinician on display 42. After the clinician views the textual report suggesting consultation with a cardiologist, the clinician can choose to consult a cardiologist located at an expert location 80, or the clinician can choose to use the library of physiological data records 70 or the supplemental educational materials 76 to assist in interpreting the ECG.

If the probability of cardiovascular risk 180 is not major or intermediate, the processor 44 finally determines 224 whether the statement code 170 includes a probability of cardiovascular risk 180 that is considered minor. If the probability of cardiovascular risk 180 is minor, the processor 44 generates 230 a textual report including an indicator of minor cardiovascular risk. The textual report is displayed 232 to the clinician on display 42. If the statement codes do not indicate even a minor probability of cardiovascular risk, the processor 44 generates 226 a textual report indicating that the ECG is normal. The textual report is displayed 228 to the clinician on display 42.

Various features and advantages of the invention are set forth in the claims.

4. Brief Description of Drawings

FIG.1 is an illustration of output from an existing physiological data interpretation system.

FIG. 2 is an illustration of a physiological interpretation system of the invention.

FIG. 3 is an illustration of output from the system of FIG. 2.

FIG. 4 is an illustration of output from the system of FIG. 2.

FIG. 5 is an illustration of measurements of physiological waveforms that are used to define features.

FIG. 6 is an illustration of a communication from an expert.

FIG. 7 is an illustration of a statement code for use in the method of the invention.

FIG. 8 is a flow chart illustrating the method of the invention.

FIG. 9 is a flow chart continuing from FIG. 8 to further illustrate the method of the invention.

FIG. 2

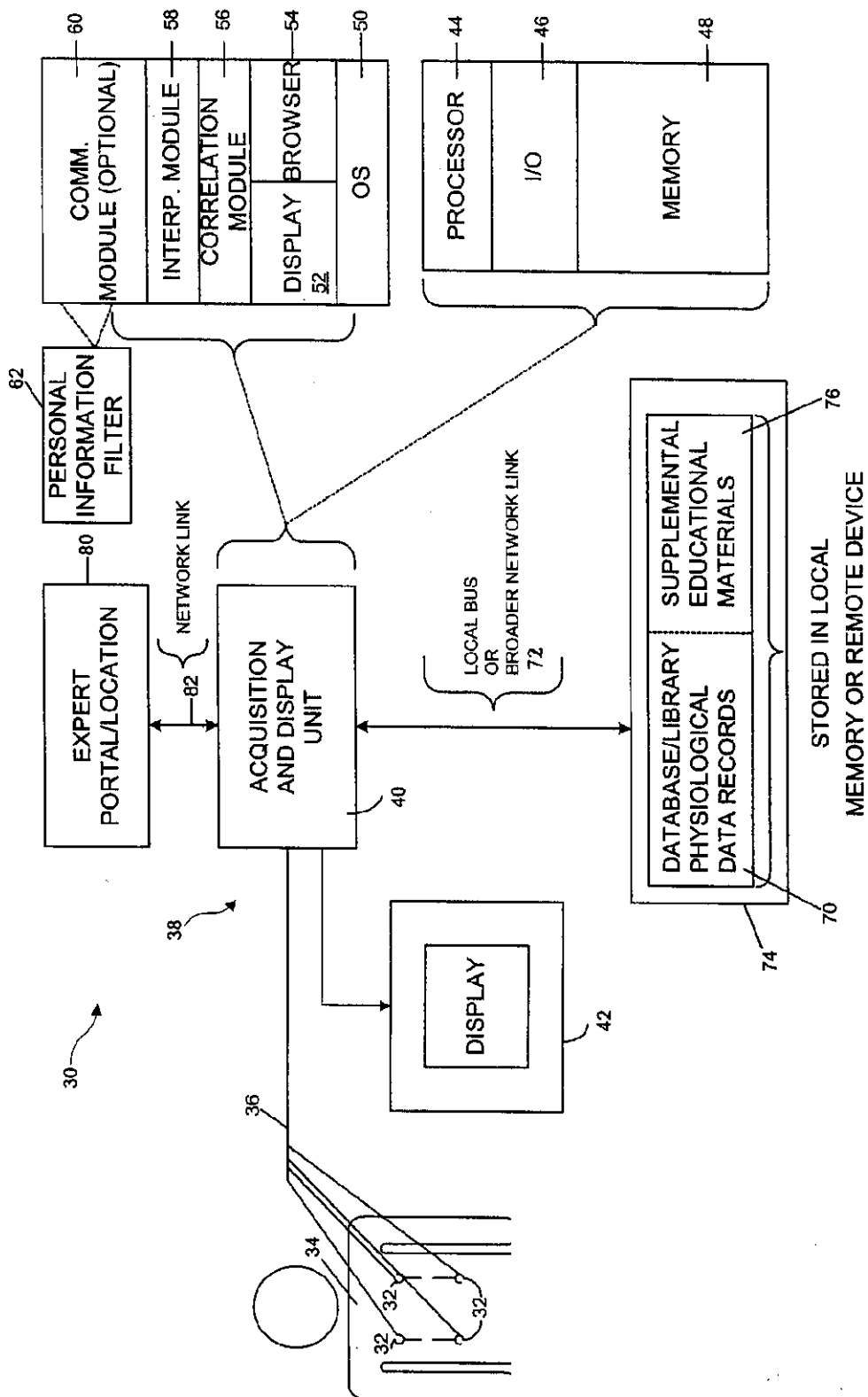


FIG. 3

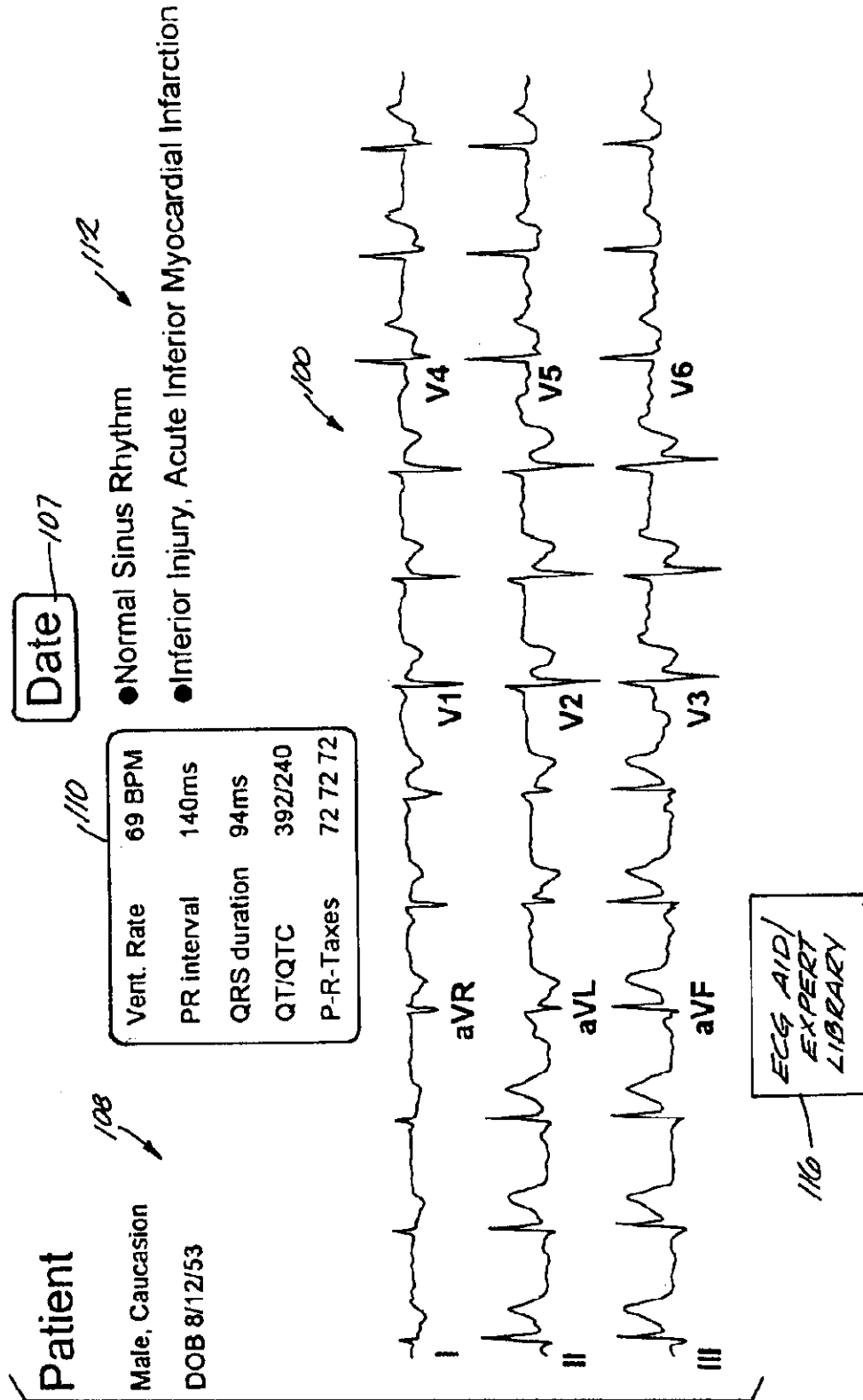


FIG. 4

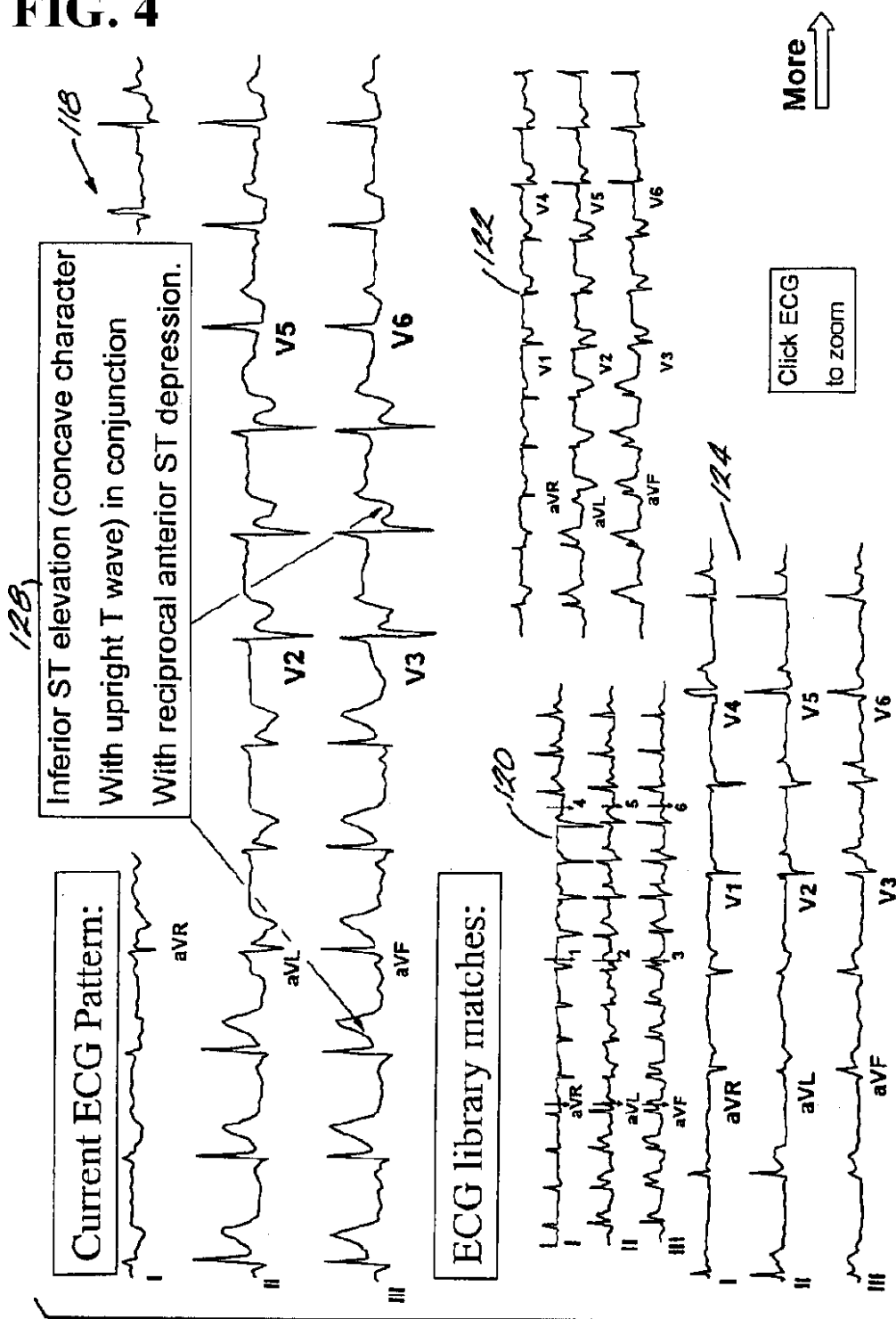


FIG. 5

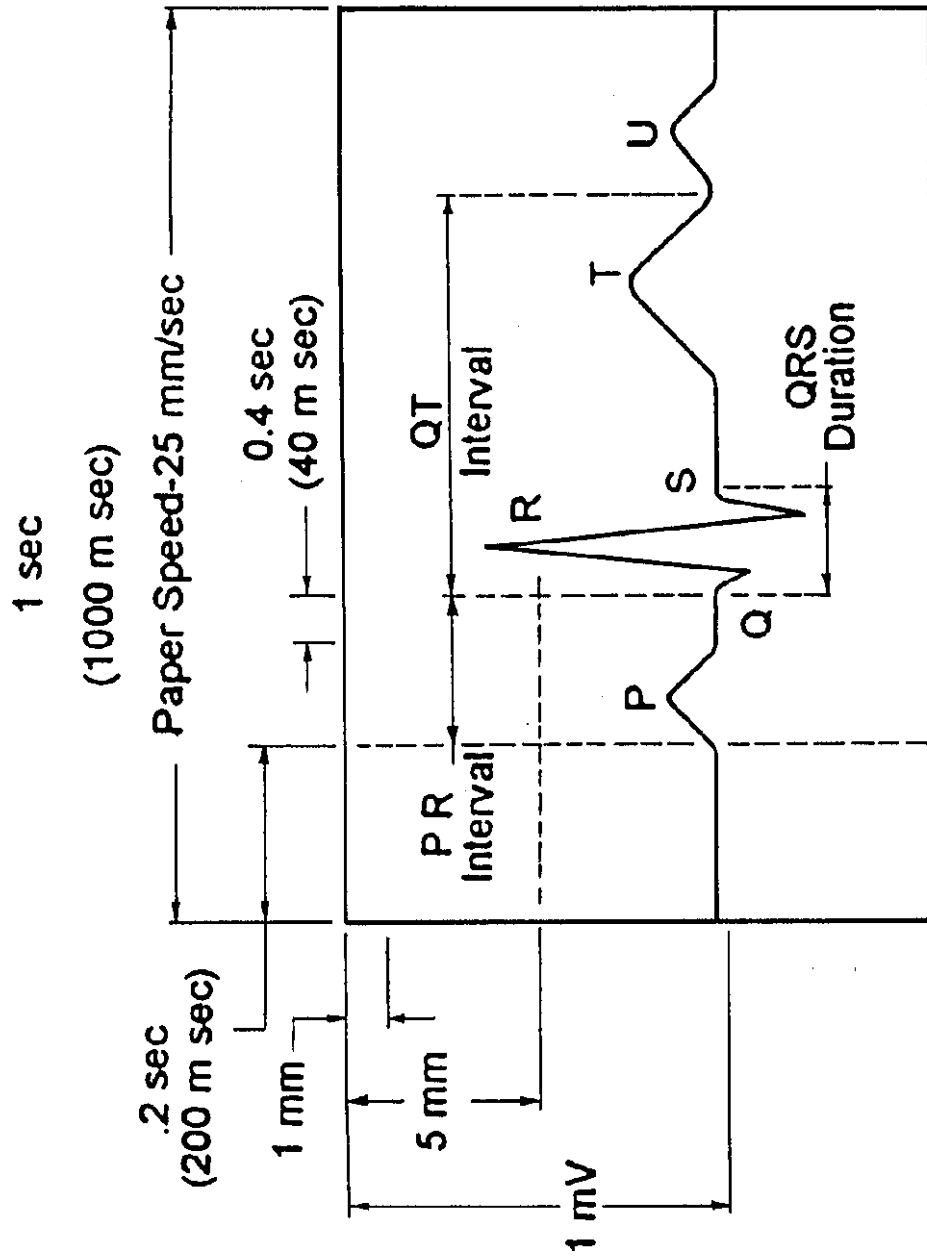


FIG. 6

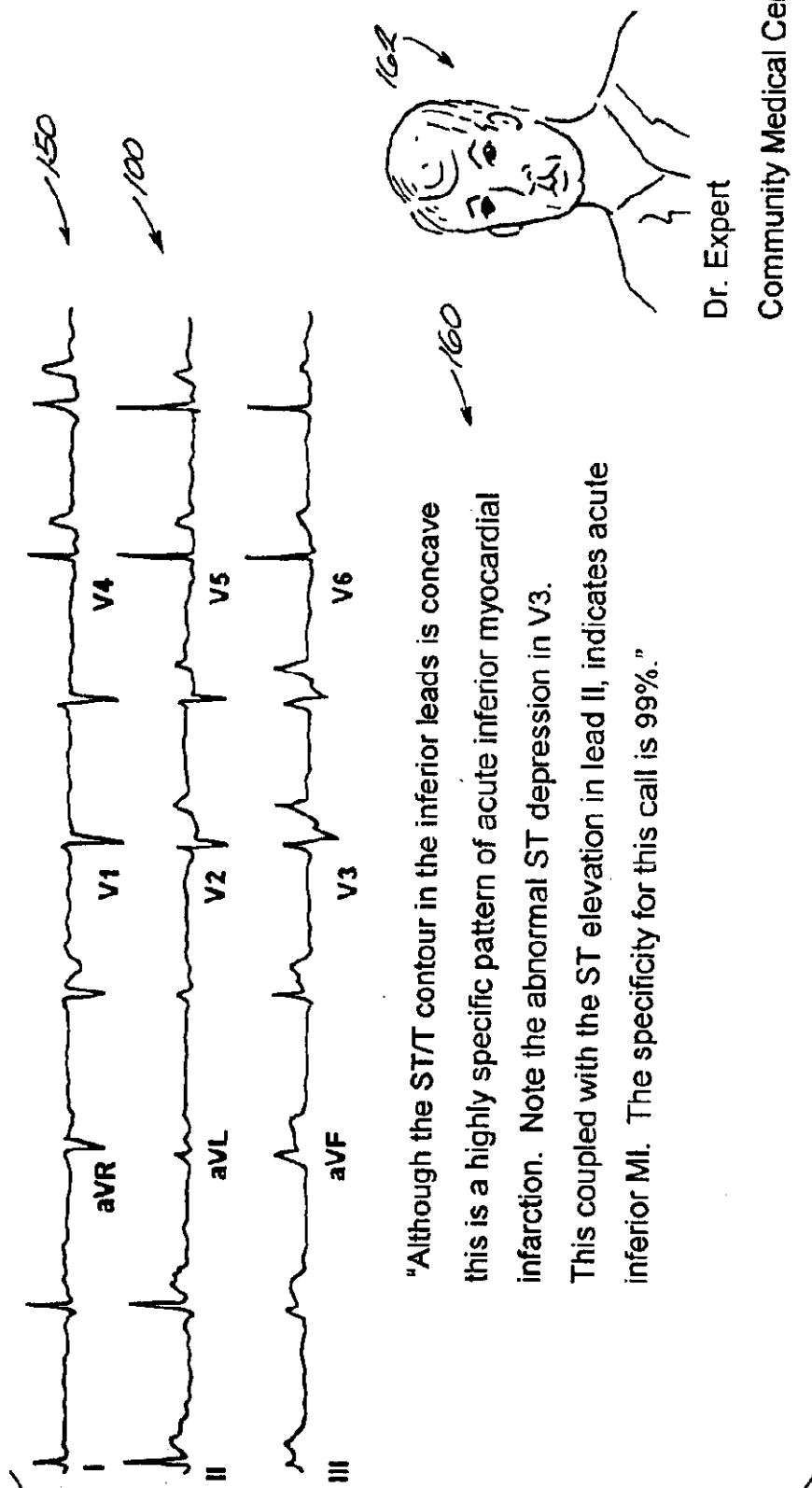


FIG. 7

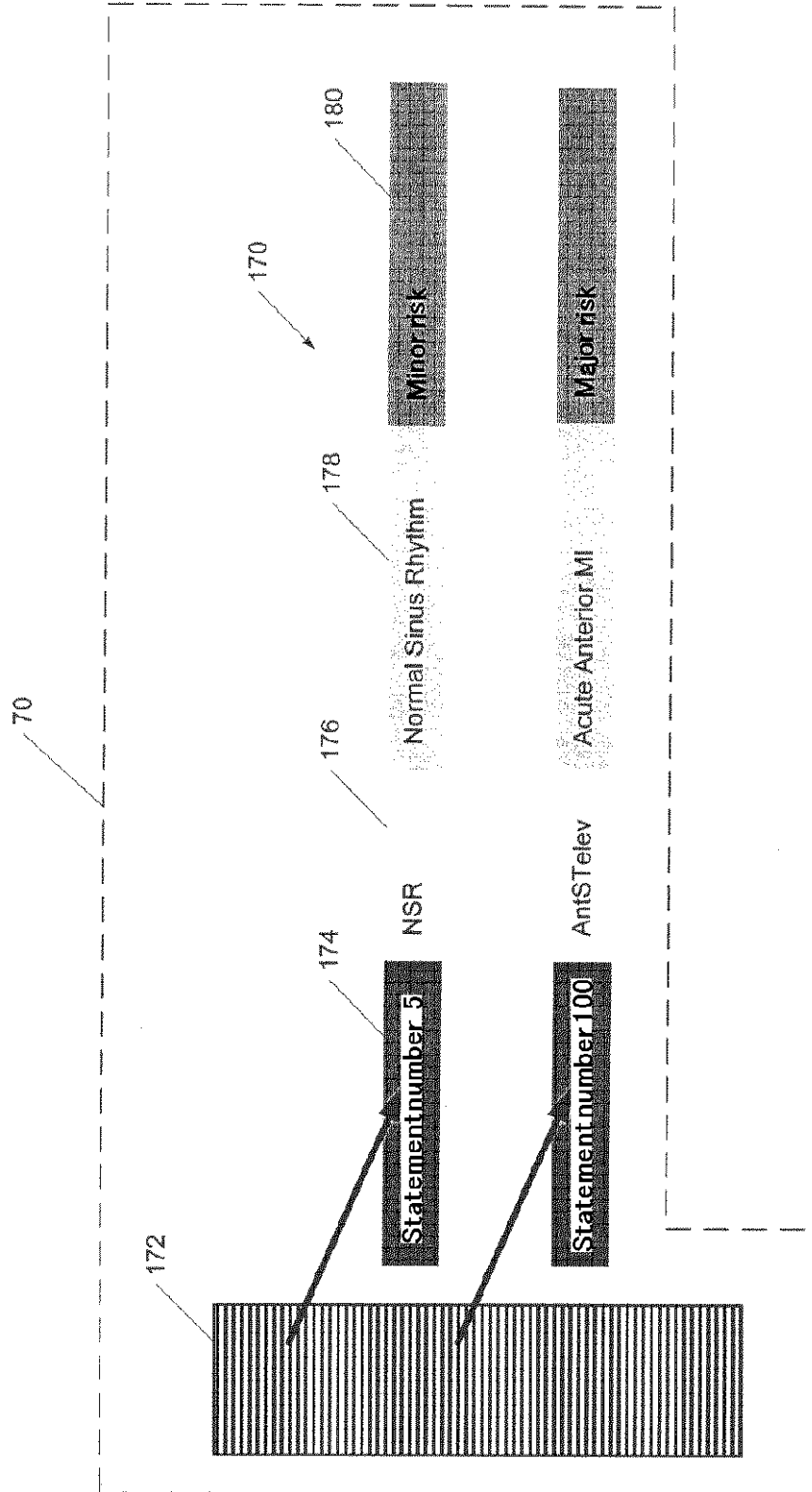


FIG. 8

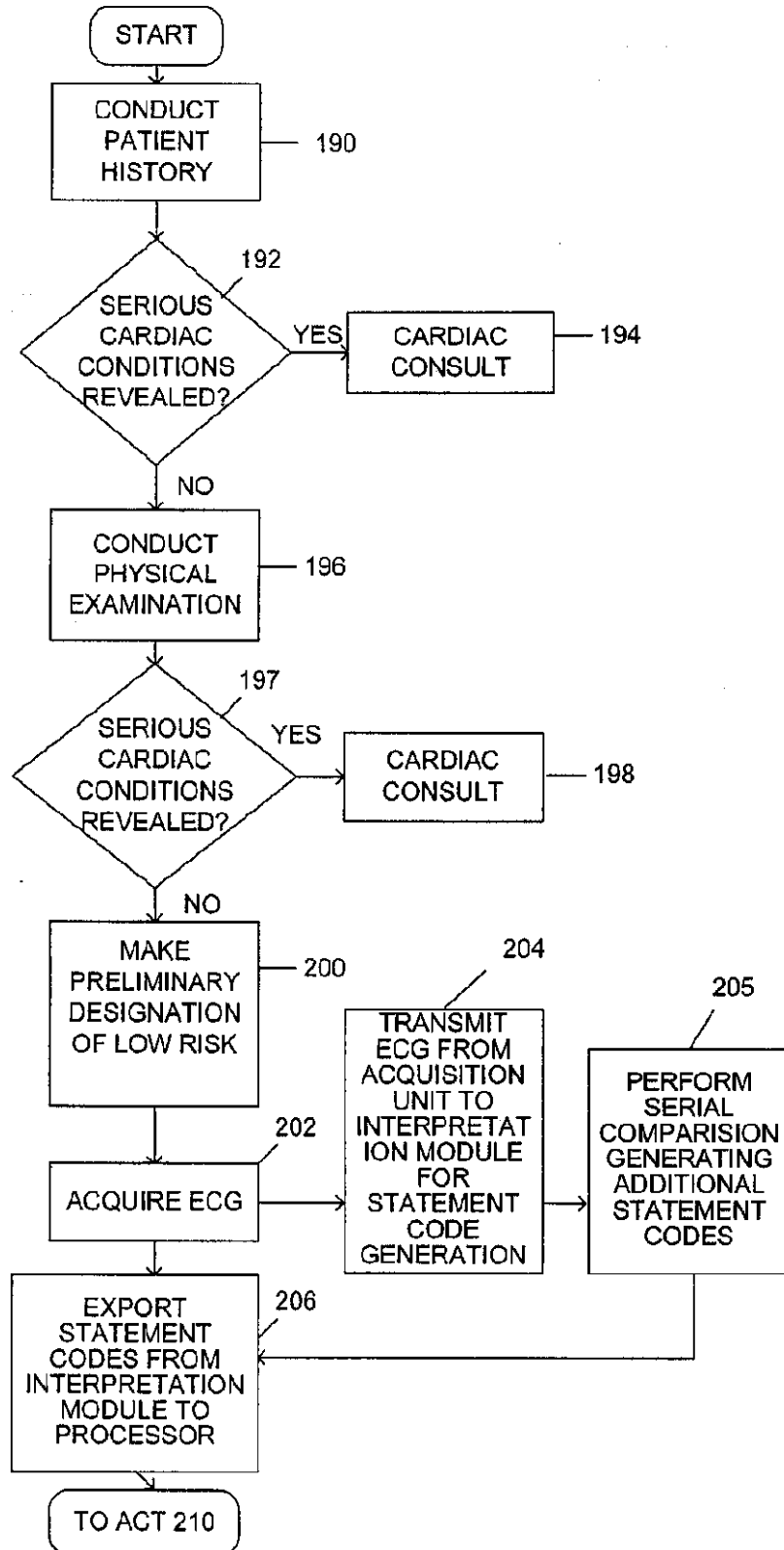
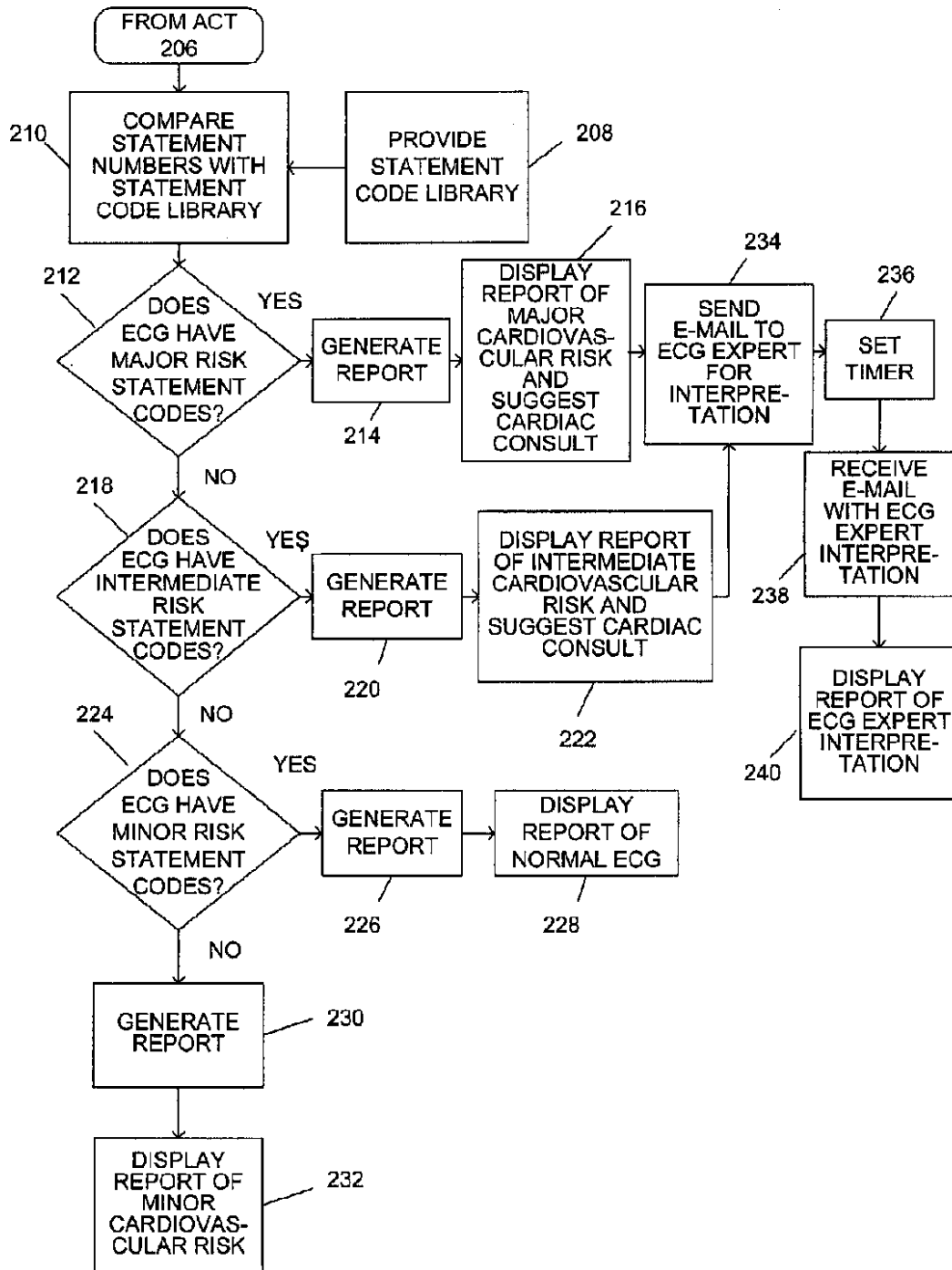


FIG. 9



1. Abstract

A method and apparatus for providing real-time support in interpreting a patient's ECG (100) in order to assess the probability of perioperative cardiovascular risk (180) associated with performing a non-cardiac surgery. The apparatus includes an acquisition unit (38) for acquiring an ECG (100) and a processor (44) for determining whether the ECG (100) has clinical predictors of risk (178). From the clinical predictors of risk (178), the processor (44) determines the probability of cardiovascular risk (180) associated with the non-cardiac surgery. The probability of cardiovascular (180) risk is displayed on display (42) in the form of an indicator of either major, intermediate, or minor cardiovascular risk.

The method includes acquiring a patient's ECG (100), determining whether the ECG (100) exhibits clinical predictors of cardiovascular risk (178), and determining the probability of cardiovascular risk (180) based on the clinical predictors (178), and displaying the determined probability of cardiovascular risk (180).

2. Representative Drawing: Figure 1

