

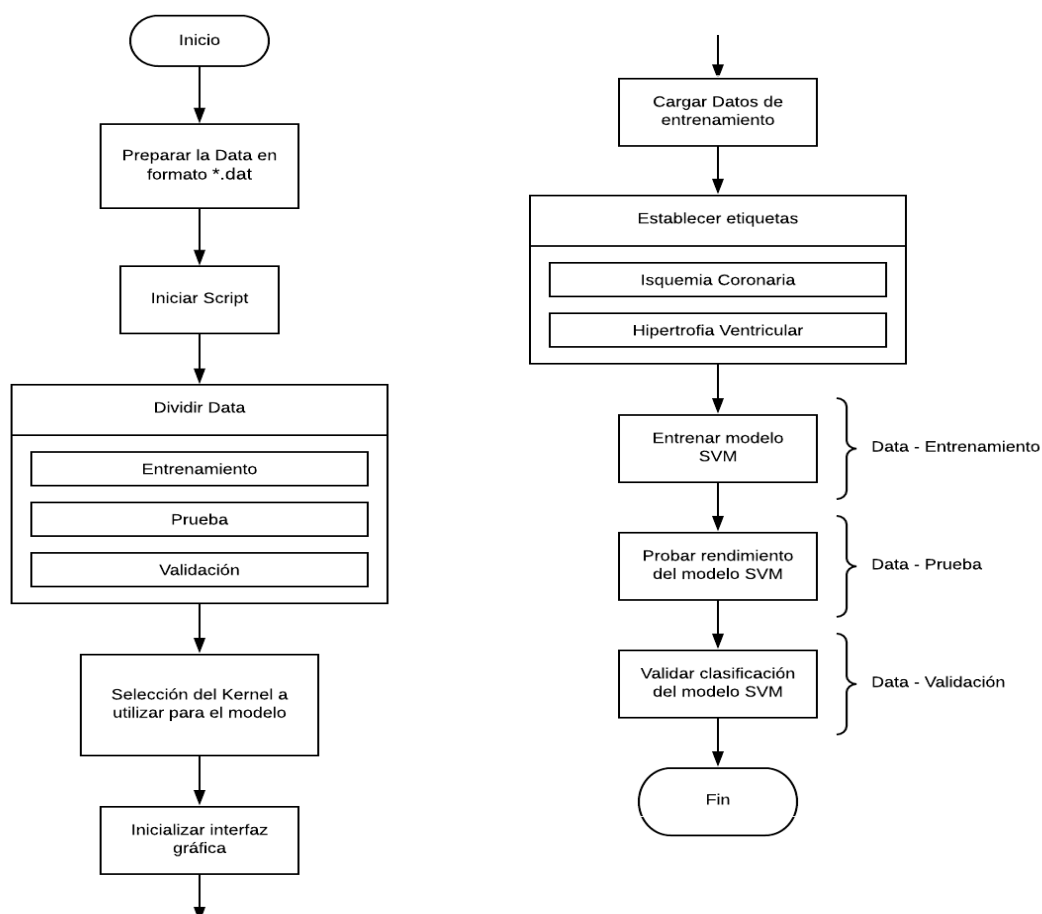
CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Consideraciones Prácticas para la Elaboración del Programa: Respecto a Maquinas de Vectores Soporte (SVM)

Para la elaboración del programa con Maquinas de Vectores Soporte (SVM) para la detección de isquemia coronaria se utilizó el diagrama de flujo ver figura 12:

Figura 12

Diagrama de flujo



Nota: elaboración propia.

4.2 Data Set

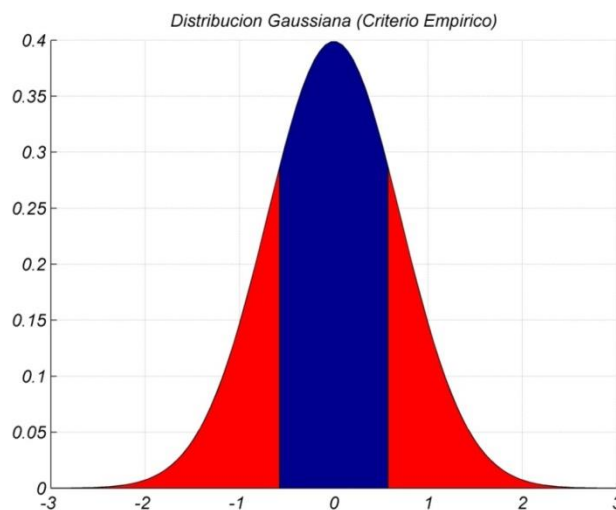
El software tiene una interfaz gráfica para que el usuario convierta el tipo de datos de la base MIT-BIH *.dat en formato Excel *.xls para que sea compatible con Matlab. El software, se puede dividir en tres fases:

- Entrenamiento: se refiere a las características y etiquetas que se utilizan para entrenar al algoritmo y que son introducidos por el usuario.
- Prueba: se refiere a los datos que después del entrenamiento son probados para verificar la precisión y la eficacia del sistema.
- Validación: se refieren a datos no considerados en los dos casos anteriores, sirve para validar el reconocimiento correcto o incorrecto de acuerdo a un criterio adoptado por el usuario.

Para la elección de la función de kernel a utilizar entre lineal, polinomial o radial basis function se utilizó un criterio empírico tomando en cuenta la distribución de probabilidad de los datos de entrenamiento que, al no tener una distribución muy dispersa, como se muestra en la figura 13 se eligió un kernel lineal.

Figura 13

Criterio empírico, para la elección del Kernel



Nota: elaboración propia.

Como se puede observar, la parte azul corresponde a los datos de entrenamiento no muy dispersos y con una varianza no muy extendida, por lo tanto, corresponde utilizar kernel lineal, mientras que la parte en rojo corresponden a los datos de entrenamiento dispersos.

Como se mencionó anteriormente este criterio de elección es empírico, por lo tanto, sólo es aplicable para este tipo de señales: ECG, que se van a utilizar en este texto.

4.3 Cambio de Formato de Archivos de Entrenamiento

El pre procesamiento de datos es una etapa esencial del proceso de tratamiento de información, en esta etapa se pueden tener los siguientes procesos:

- Limpieza de datos
- Integración con el entorno
- Transformaciones y reducciones para modificar la cantidad de datos a procesar.

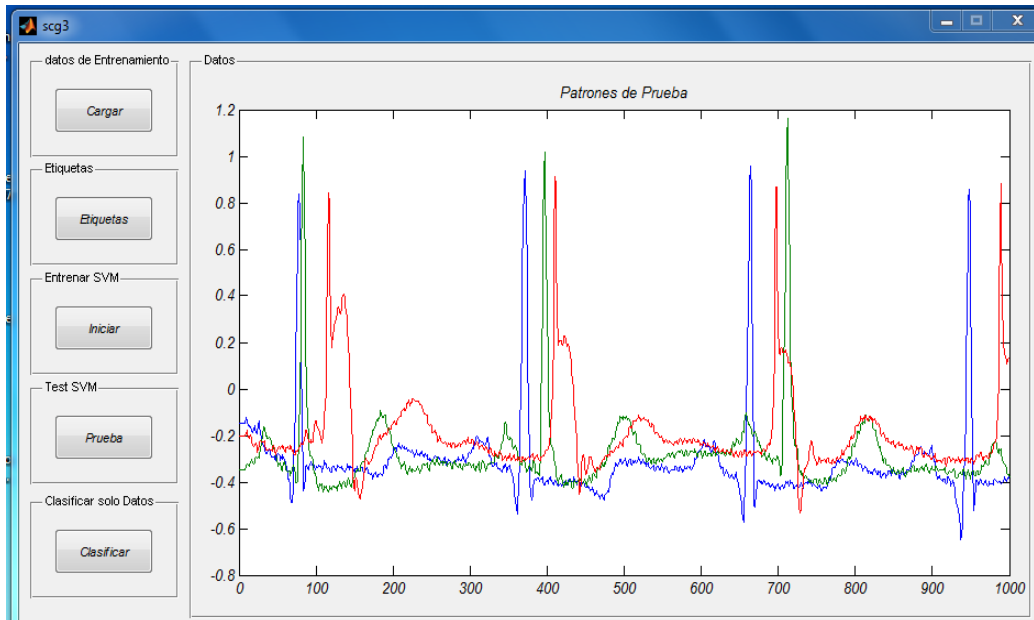
Para el presente texto se toma el segundo punto, pues se acondiciona la base de datos original: la de MIT-BIH a un formato en Excel para que el algoritmo lo entienda y pueda clasificar. El archivo cambio_dat_1. p, sirve para este propósito.

Descripción de algunos botones

Para poder acceder al software, se debe introducir la localización de la carpeta, donde se encuentre el archivo scg3.m, y luego debe escribirse, en la línea de comandos del Matlab el comando scg3.m, donde aparece la siguiente ventana de visualización.

Figura 14

Interfaz gráfica



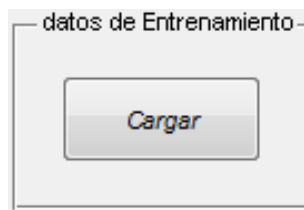
Nota: elaboración propia.

De donde se observa la interfaz gráfica en su totalidad.

Inicialmente todos los botones están inhabilitados, salvo el botón Cargar dentro de datos de entrenamiento. Presionamos el botón Cargar y aparece una ventana de diálogo, en donde se debe direccionar la localización del archivo de datos de entrenamiento y una vez ubicado se muestra el gráfico correspondiente a tres patrones de entrenamiento, como se observa en la figura 15.

Figura 15

Botón Cargar

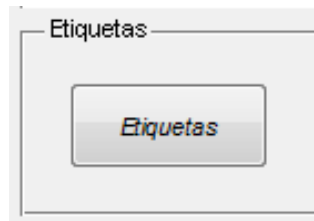


Nota: elaboración propia.

De la misma forma presionamos el botón Etiquetas y aparece una ventana de diálogo en donde debe introducir la etiqueta que corresponde a los patrones para este caso 1 y 0 como se muestra en la figura 16.

Figura 16

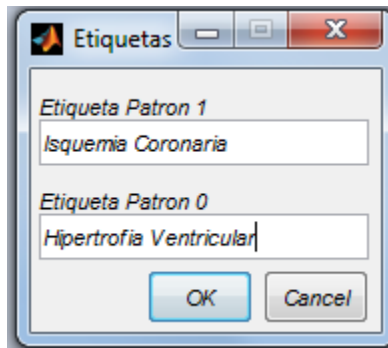
Botón Etiqueta



Nota: elaboración propia.

Figura 17

Ventana de dialogo



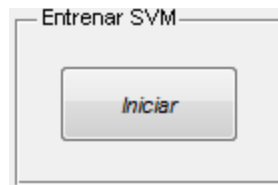
Nota: elaboración propia.

Como ejemplo didáctico se puso dos etiquetas: isquemia coronaria para el patrón 1, e hipertrofia ventricular para el patrón 0.

A continuación, se presiona el botón Iniciar dentro de Entrenar SVM, para comenzar el entrenamiento de la red SVM.

Figura 18

Botón Iniciar

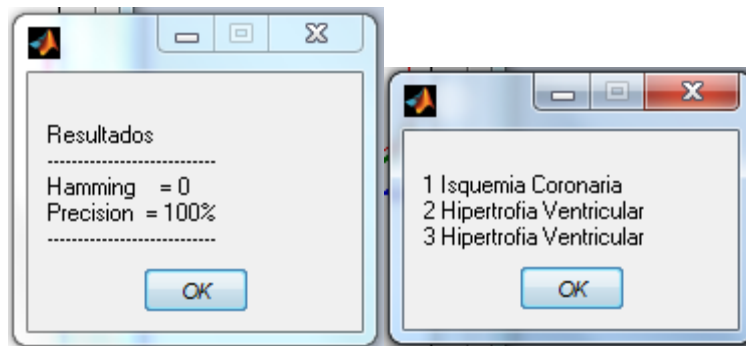


Nota: elaboración propia.

Se muestran dos ventanas de dialogo de resultados en la figura 19.

Figura 19

Ventanas de dialogo resultados



Nota: elaboración propia.

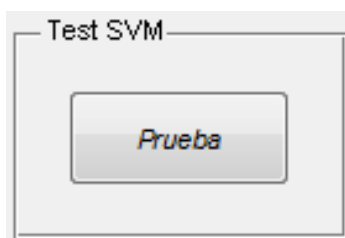
El cuadro de la izquierda hace énfasis a los resultados numéricos obtenidos durante el entrenamiento: el primero corresponde a la distancia Hamming entre el patrón de entrenamiento y los patrones clasificados deseados, para este caso se usa esta distancia o esta métrica debido a que se trabaja con ceros y unos; mientras que el segundo corresponde a la precisión con respecto al reconocimientos de valores correctos e incorrectos durante la etapa de entrenamiento. El cuadro de la derecha corresponde a los patrones reconocidos durante el

entrenamiento, en este caso a los tres patrones de entrenamiento, con sus respectivas etiquetas.

El botón Prueba dentro de Test SVM corresponde a la etapa de prueba de todo el sistema, los archivos que se pueden abrir pueden corresponder archivos de entrenamiento utilizados anteriormente o archivos nuevos, pero que necesariamente deben tener los patrones de salida deseados en el formato establecido.

Figura 20

Botón Prueba

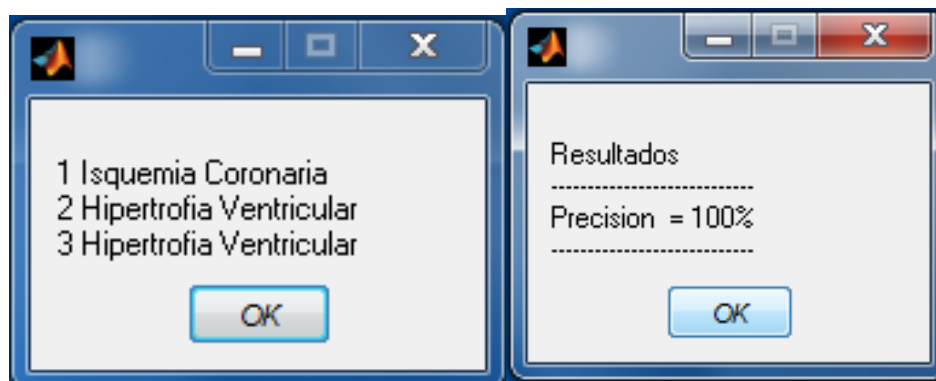


Nota: elaboración propia.

Una vez ejecutado, la prueba se muestran dos cuadros de dialogo como se ve en la figura 21

Figura 21

Ventanas de comunicación con resultados



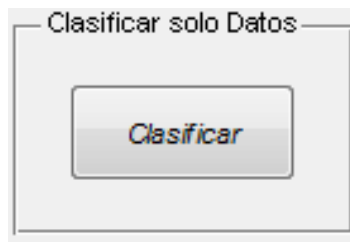
Nota: elaboración propia.

Como se puede ver en el cuadro de la izquierda muestra la Precisión y no la distancia Hamming que solo es utilizada para la fase de entrenamiento.

El botón Clasificar dentro de Clasificar solo Datos sirve para validar el reconocimiento de patrones, para datos no utilizados en los casos anteriores.

Figura 22

Botón Clasificar

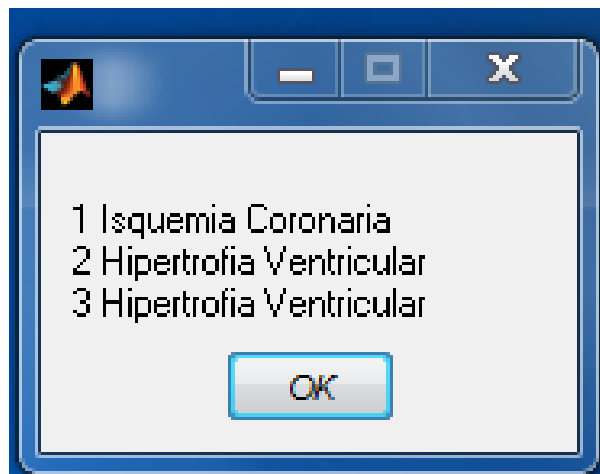


Nota: elaboración propia.

Por último, se mostrará una ventana de dialogo con los resultados correspondientes.

Figura 23

Ventana de dialogo con patrones clasificados



Nota: elaboración propia.

4.4. Resultados Obtenidos

Para la prueba del algoritmo propuesto, se tomaron 80 muestras de pacientes con isquemia coronaria y 30 pacientes que no contaban con esta enfermedad, de la base de datos MIT- BIH.

Se obtuvo la siguiente tabla como resumen de los resultados:

Tabla 1

Resumen de resultados obtenidos

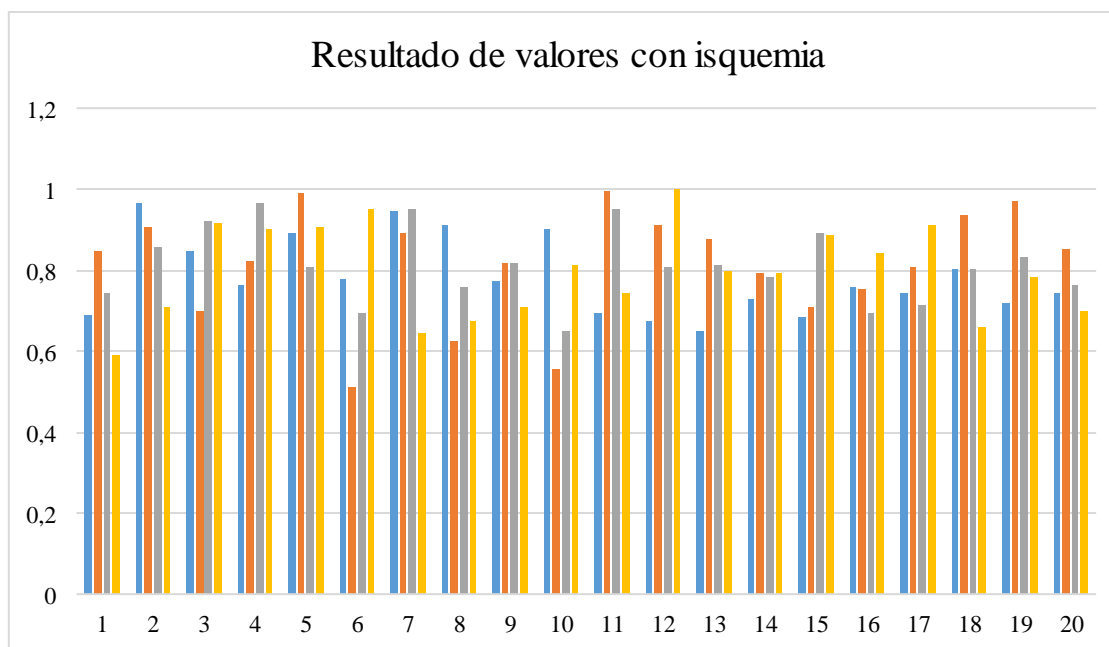
	Media	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desviación estándar
Con isquemia	0.80242	0.51228	0.99842	0.109858085
Sin isquemia	0.81968	0.51228	0.99842	0.13499266

Nota: elaboración propia.

A continuación, se muestra de manera gráfica los resultados obtenidos ver figura 24:

Figura 24

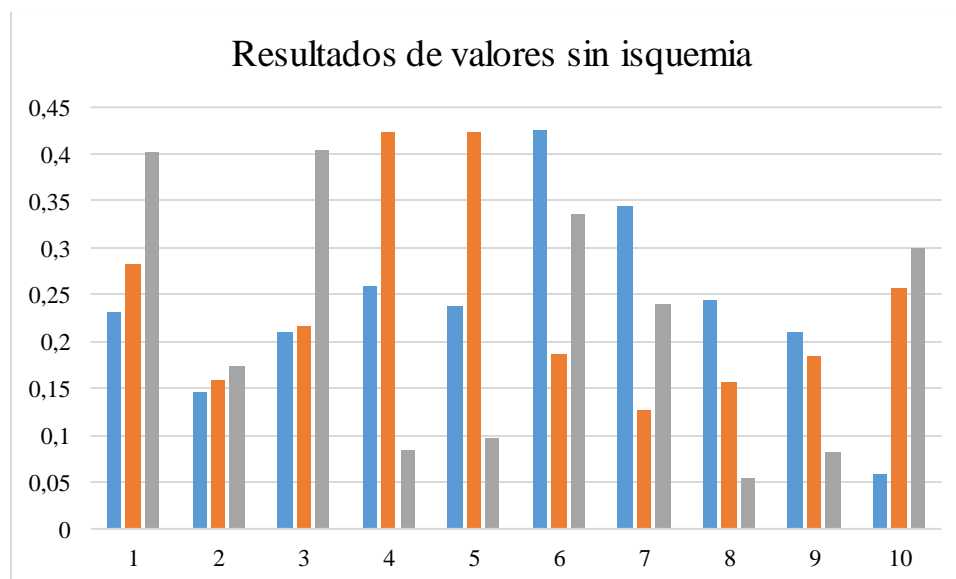
Resultado de valores con isquemia



Nota: elaboración propia.

Figura 25

Resultado de valores sin isquemia



Nota: elaboración propia.

De los estudios relacionados con este tema se puede mencionar: (Magrains et al, 2016) realizaron un modelo de máquina de vectores de soporte no lineal (SVM) para detectar eventos isquémicos basado en un conjunto de datos de índices ST y derivados de QRS de episodios isquémicos agudos y no isquémicos. El número de pruebas realizadas fue de 67 pacientes obteniendo como mejor índice de clasificación una especificidad = 91,7 %. De la misma manera (Tao et al, 2019) presenta una metodología de detección / localización automática de cardiopatía isquémica rápida y precisa, utilizando SVM y XGBoost, actuando sobre el segmento T del electrocardiograma; indica que obtuvo como mejor índice una precisión media de 98%. Así mismo, Mehrang et al. (2018) utilizó SVM y Random Forest para clasificar las condiciones cardíacas preoperatorias y post operatorias del infarto de miocardio con elevación del ST (STEMI) en 20 pacientes, aplicando eliminación de ruido y artefactos a las señales y posteriormente se extrajeron 25 características logrando una

precisión del 78%. Por último, (Fan et al., 2013) detecta isquemia coronaria a partir de procesamiento del segmento ST, linealizando las ondas para posteriormente descomponerlas en 5 sub bandas para caracterizar 12 características morfológicas aplicándole finalmente SVM y validación cruzada obteniendo como mejor resultado una sensibilidad del 95.20%.

Del resultado obtenido en el presente texto, se nota que el universo sobre el que se aplicaron las pruebas no difiere en cantidad con las investigaciones realizadas. También se observa que los otros autores realizan un tipo de pre procesamiento para obtener mejores resultados. Por último, el mejor resultado obtenido en el presente texto, no difieren en porcentaje con los mejores resultados obtenidos por los estudios relacionados.

Como recomendaciones se indica que, al momento de realizar el entrenamiento de la red, se debe escoger un grupo de señales bajo en ruido y mixto, para que este entrenamiento sea realmente robusto. El grupo debe ser mixto, ya que pueden existir varios tipos de señales catalogadas como “normales”, esto hace que los patrones para el reconocimiento difieran unos de otros. Asimismo, el manejo del sistema debe ser estrictamente para personal de la salud, encargado de realizar este examen, ya que el software pide algunos datos que solo son conocidos por aquellos que tengan un mínimo de capacitación en la lectura del electrocardiograma, además, el sistema es una herramienta en la prevención y promoción de la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba, J. (2007). Síndrome coronario agudo. *Rev. Mex. Patol. Clin*, 54(3), 116-135.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2007/pt073d.pdf>
- Battilana-Dhoedt, J., Cáceres de Italiano, C., Gómez, N., y Centurión, O. (2020). Fisiopatología, perfil epidemiológico y manejo terapéutico en el síndrome coronario agudo. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*, 18(1), 84-96.
<http://archivo.bc.una.py/index.php/RIIC/article/view/1669>
- Bohórquez-Rivera, J., Rivera-Moreno, M., Rivera-Moreno, E., Alvear-Orózco, A. y Lavelle-Jiménez, C. (2020). Leptina y su Participación en la enfermedad Arterial Coronaria. *Archivos de Medicina*, 16(1), 1-3.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7284841.pdf>
- Burillo, E. (2018). Impacto laboral tras la implantación de un dai por una enfermedad cardíaca hereditaria. [Tesis de maestría]. Repositorio Universitat Miguel Hernández.
<http://193.147.134.18/bitstream/11000/5809/1/BURILLO%20MILLA%2C%20ESTHER%20TFM.pdf>
- Dono, M., González, M., Calvo, J., Vázquez, M., Rodríguez, I., Vázquez, V., Rodríguez, A., Arriarán, M., Díaz, I. y Arias, S. (2020). *Procedimiento de administración de realización de electrocardiograma*. Servicio Gallego de Salud. Xunta de Galicia. Consellería de Sanidad. Servicio Gallego de Salud. Dirección General de Asistencia Sanitaria.
- Espinosa, A. (2018). Hipertensión arterial: cifras para definirla al comenzar 2018. *Revista Finlay*, 8(1). 66-74. <http://scielo.sld.cu/pdf/rf/v8n1/rf08108.pdf>.
- Fan, C., Hsu, Y., Yu, S. y Lin, J. (2013). *Detection of myocardial ischemia episode using morphological features*. 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). pp. 7334-7337,
<https://doi.org/10.1109/embc.2013.6611252>

- Fernández, E., Perazzo, C. y Willshaw, P. (s. f.). Redes Neuronales y Análisis de Señales Temporales Multiparamétricas: Aplicaciones a la detección de Isquemia Coronaria. *Procesamiento de Señales e Imágenes: Teorías y Aplicaciones*.
https://www.researchgate.net/profile/Elmer-Fernandez-2/publication/267937198_Redес_Neuronales_y_Analisis_de_Senales_Temporales_Multiparametricas_Aplicaciones_a_la_deteccion_de_Isquemia_Coronaria/links/546618ba0cf25b85d17f56ce/Redes-Neuronales-y-Analisis-de-Senales-Temporales-Multiparametricas-Aplicaciones-a-la-deteccion-de-Isquemia-Coronaria.pdf
- Fernández, L. (2019). *Plan de cuidados de un paciente con infarto agudo de miocardio: a propósito de un caso*. [Trabajo de pregrado] Repositorio Universidade da Coruña. <http://hdl.handle.net/2183/25313>.
- Gelb, A. (2012). Derrame cerebral perioperatorio ¿Quién sabía que era tan común? *Revista Mexicana de Anestesiología*, 35(1), 274-282.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2012/cmas121h1.pdf>
- González, R., Pericet, C., Gallo, I., Castillo, J. C. y Anguita, M. (2020). Hospitalización por insuficiencia cardíaca durante la pandemia de COVID-19. *Semergen*, 46(S1), 98-99.
<https://doi.org/10.1016/j.semereg.2020.06.004>
- Hurtado, E., Bartra, A., Osada, J., León, F. y Ochoa, M. (2020). Frecuencia de factores de riesgo cardiovascular en pacientes con síndrome isquémico coronario agudo, Chiclayo. *Rev. Med. Hered*, 30(4), 224-231.
<https://doi.org/10.20453/rmh.v30i4.3657>
- Lara, J. (2016). El electrocardiograma: una oportunidad de aprendizaje. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 59(6), 39-42.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v59n6/2448-4865-facmed-59-06-39.pdf>
- López, C., Millán, G. y Borrero, R. (2020). Una mirada hacia la aterosclerosis desde el punto de vista del nivel molecular. *HolCien*, 1(2), 1-19.
<http://www.revholcien.sld.cu/index.php/holcien/article/view/21/10>

- Magrans, R., Gomis, P. y Caminal, P. (2016). Detección de eventos de isquemia miocárdica basada en el modelo de máquina de vector de soporte utilizando características del segmento ST y QRS. *Computing in Cardiology Conference (CinC)*, (pp. 405-408). IEEE.
- Martínez- Espitia, E., Méndez-Muñoz, P. C., Paba-Rojas, C. E., Rodríguez-Perdomo, J., y Silva-Hernández, L. M. (2020). Mortalidad por enfermedad isquémica cardiaca según variables sociodemográficas en Bogotá, Colombia. *Rev. Salud. Bosque*, 10(1), 65-78. <https://doi.org/10.18270/rsb.V10i1.2828>.
- Mehrang, S., Jafari-Tadi, M., Kaisti, M., Lahdenoja, O., Vasankari, T., Kiviniemi, T., Airaksinen, J., Koivisto, T. y Pänkäälä, M. (2018). Machine Learning Based Classification of Myocardial Infarction Conditions Using Smartphone-Derived Seismo- and Gyrocardiography. *Computing in Cardiology Conference (CinC)*. (pp. 1-4). <https://doi.org/10.22489/CinC.2018.110>
- Palma, J. (1983). *Electrocardiograma de Holder*. Ediciones Norma.
- Palma, J. (1998). *Electrocardiografía para no Especialistas*. E&T.
- Pazzara, L. (2020). *Factores asociados a troponina elevada en pacientes sin síndrome coronario agudo, Hospital Nacional Hipólito Unanue, 2015-2019*. [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad Nacional Federico Villarreal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4271>
- Pineda, A., Medina, C., Yuja, N. y Lanza, O. (2016). Cardiopatía Isquémica y factores de riesgo en una población Adulto Mayor de Honduras. *Rev. Hisp. Cienc. Salud*, 2(2), 146-152. <http://uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/144>.
- Ramírez, S. y Pauca, E. (2020). Utilidad de la Resonancia Magnética Cardíaca con Estrés Farmacológico para valorar Isquemia Miocárdica. *Archivos Peruanos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*, 1(1), 15-23. <https://doi.org/10.47487/apcyccv.v1i1.8>

- Riveros-Sanabria, F. (2015). Caracterización con wavelets de alteraciones electrocardiográficas en pacientes con enfermedad de Chagas. *Orinoquia*, 19(2), 220-227. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n2/v19n2a09.pdf>
- Rodriguez, E., Llerena, L. y Rodríguez, L. (2020). Consideraciones para pacientes con enfermedades cardiovasculares durante la pandemia de la COVID-19. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 39(3), 1-20. <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/795/734>
- Rueda, M. (2018). Depresión en la Mujer. *Revista colombiana de Cardiología*, 25(S1), 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2017.12.007>
- Tao, R., Zhang, S., Huang, X., Tao, M., Ma, J., Ma, S., Zhang, C., Zhang, T., Tang, F., Lu, J., Shen, C. y Xie, X. (2019). Magnetocardiography-Based Ischemic Heart Disease Detection and Localization Using Machine Learning Methods. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 66(6), 1658-1667. <https://doi.org/10.1109/TBME.2018.2877649>
- Valcarce, L. (2017). *Cuidados de enfermería en pacientes con angina de pecho inestable*. [Tesis de pregrado] Repositorio Universidad de Valladolid. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/28398>
- Valencia, M., Clavijo, D. y Silva, J. (2006). Sistema Inteligente de Reconocimiento de Enfermedad Coronaria (Isquemia). *Arch. Med. Manizales*, 6(12), 55-64. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=42358>
- Zavala-Villeda, J. (2017). Descripción del electrocardiograma normal y lectura del electrocardiograma. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40(1), 210-213. <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cmas171bj.pdf>