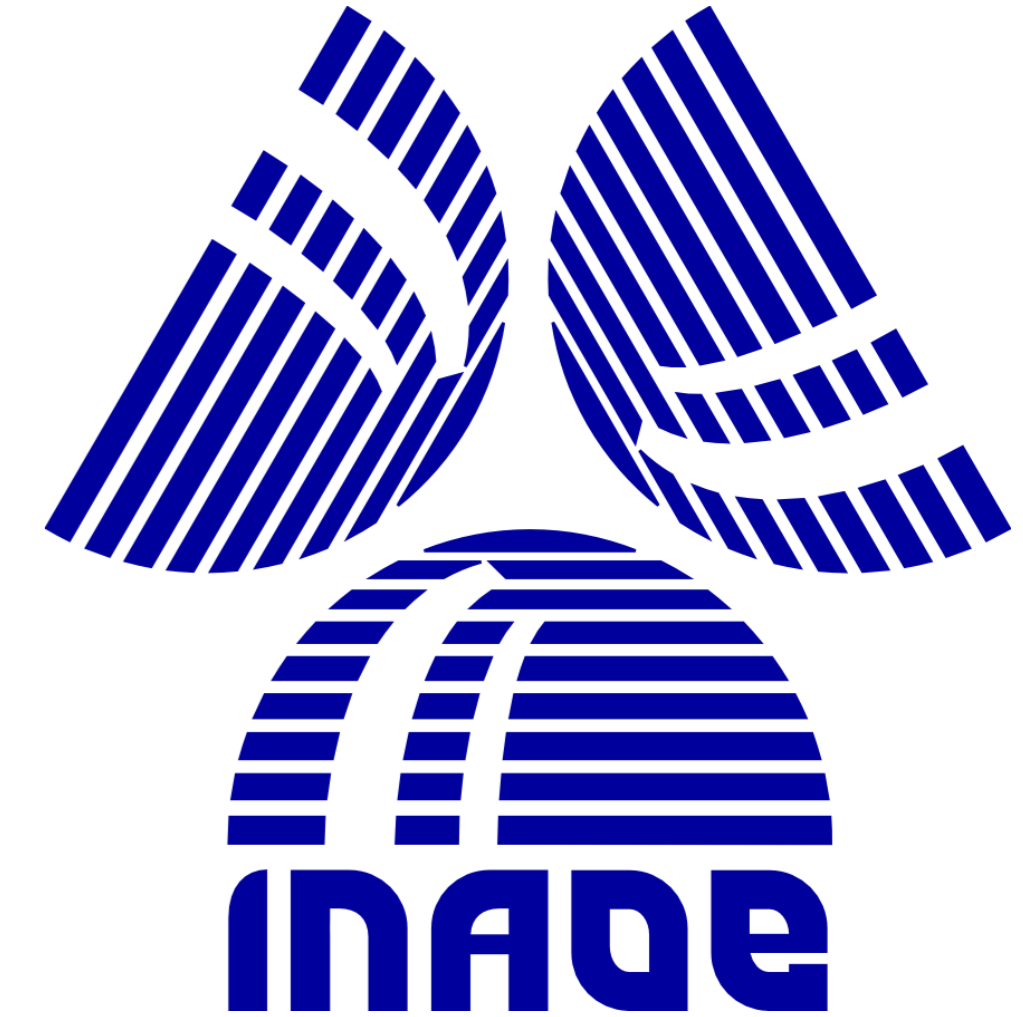


Detección Temprana de Variaciones en Señales ECG Asociadas a Episodios de Muerte Cardíaca Súbita

J. Renán Velázquez-González^a, H. Peregrina-Barreto^a, J. J. Rangel-Magdaleno^a

^aInstituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla

renan@inaoe.mx, hpergrina@ieee.org, jrange@inaoe.mx



XI CONGRESO NACIONAL & I INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD
10-12 de junio de 2021
Modalidad: A distancia

Resumen — La muerte súbita cardíaca (SCD, Sudden Cardiac Death) es una muerte natural inesperada debido a problemas cardiovasculares. La SCD es una de las principales causas de muerte en el mundo y representa más del 50% de las muertes por enfermedades cardiovasculares. Dado que los problemas cardiovasculares cambian las características en la señal eléctrica del corazón, se pueden diferenciar los cambios significativos con respecto a una señal de referencia (señal de un paciente sano), entonces es posible identificar una posible ocurrencia de SCD. Este trabajo propone la identificación de SCD mediante el uso de señales de ECG y una técnica de representación dispersa. Se busca identificar automáticamente las características propias de la señal en diferentes periodos de tiempo. Además, se propone un esquema de evaluación para validar la metodología y evitar errores de clasificación generados por características que no necesariamente pertenecen a una señal de SCD. Los experimentos se llevaron a cabo utilizando señales de ECG de las bases de datos MIT / BIH-SCDH y MIT / BIH-NSR. Los resultados obtenidos muestran que con las características utilizadas es posible identificar cambios en la señal hasta 30 minutos antes del SCD con una precisión del 80%.

Palabras clave — Electrocardiogramas, Muerte Súbita Cardíaca, Representaciones dispersas

I. INTRODUCCIÓN

La SCD es una muerte natural inesperada causada por la pérdida de la función cardíaca [1]. La SCD representa más del 50% de todas las muertes por enfermedades cardiovasculares [1], ocupando el segundo lugar como la principal causa de muerte solo después del cáncer [2]. Hay varias enfermedades cardíacas que conducen a SCD, sin embargo, la fibrilación ventricular (VF, Ventricular Fibrillation) es la cualidad más frecuente que conduce a un SCD [3]. El análisis de electrocardiogramas (ECG) y señales de variabilidad del ritmo cardíaco (HRV, Heart Rate Variability), proporcionan la información necesaria para lograr una predicción efectiva de un SCD.

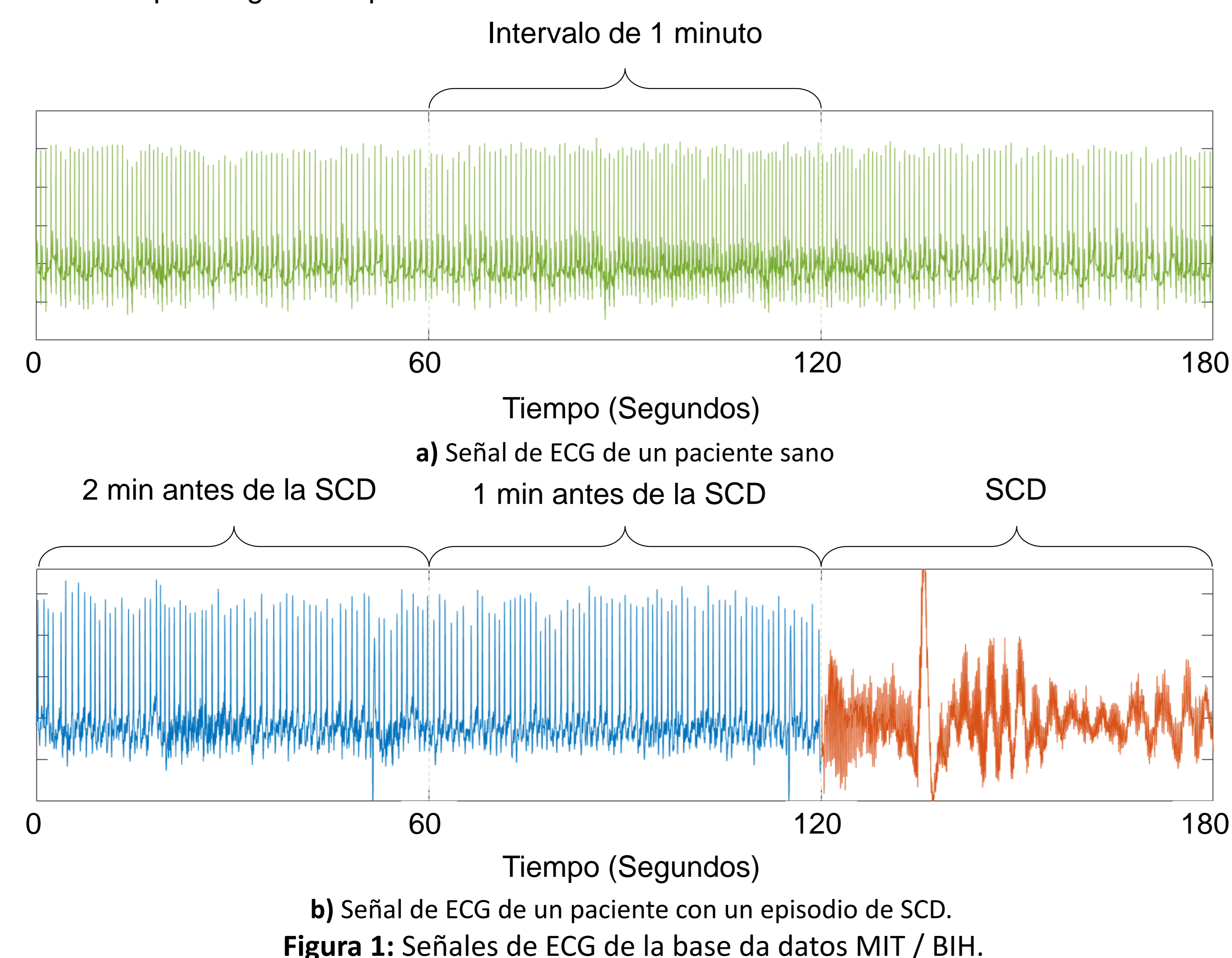


Figura 1: Señales de ECG de la base de datos MIT / BIH.

Poder predecir un SCD es muy importante ya que existen diversas alternativas de reanimación cardiopulmonar para contrarrestarlas. Sin embargo, esta tasa de éxito de la restauración de la función cardíaca depende principalmente del momento en que se administran los primeros auxilios para estimular el corazón [4].

Nuestro principal objetivo es desarrollar una metodología que permita distinguir entre las señales ECG normales y las próximas a un episodio de SCD en función de las diferencias en su descomposición en señales elementales, incrementando el tiempo de predicción de la SCD.

II. Metodología

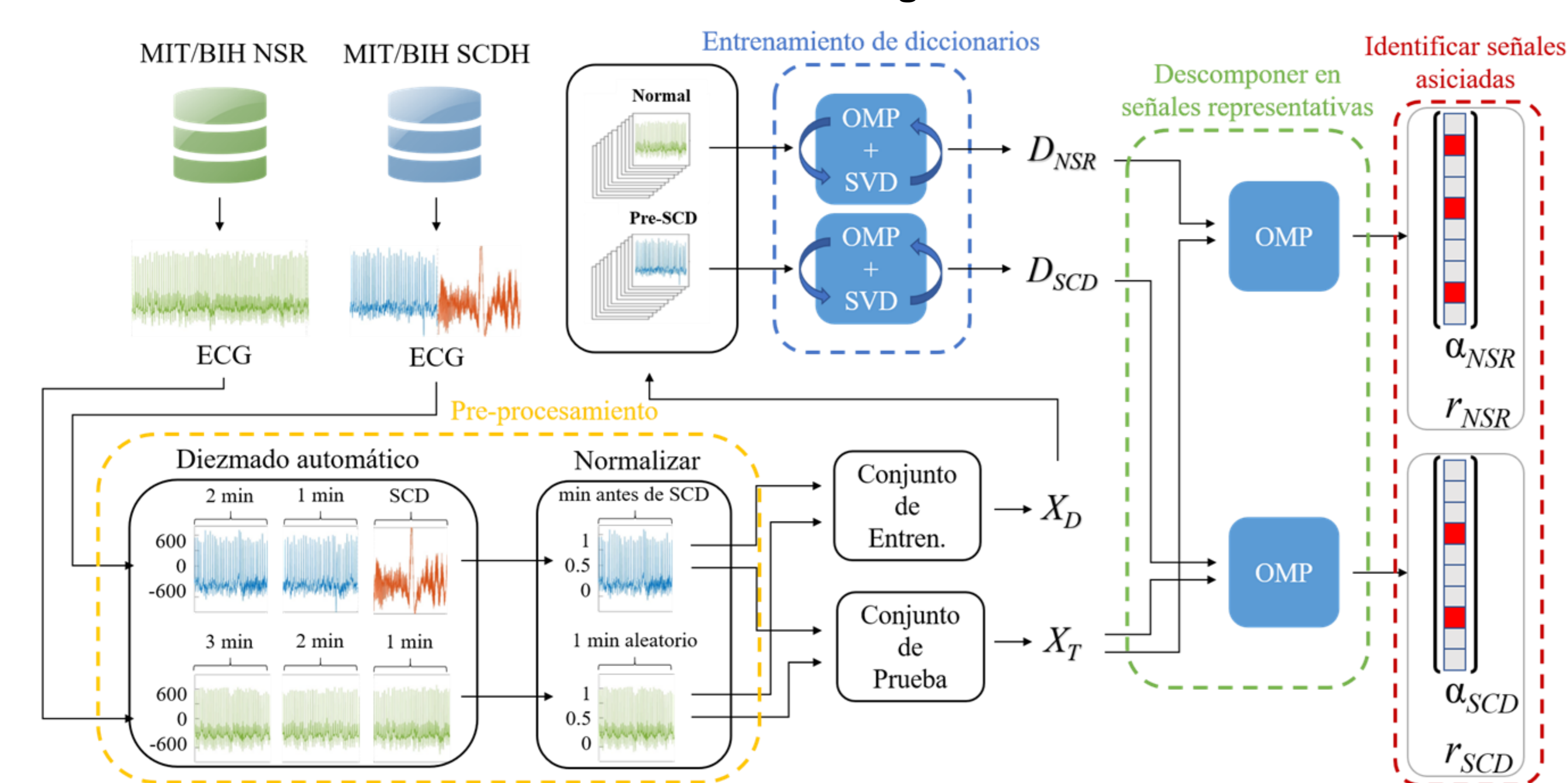


Figura 2: Diagrama a bloques de la metodología propuesta.

En la Figura 2 se presenta un diagrama de bloques de la metodología propuesta. Primero se realiza un preprocesamiento (bloque amarillo) que consiste en segmentar la señal del ECG en intervalos de un minuto, y luego se normalizan las señales. Para la fase de entrenamiento del diccionario (bloque azul), primero generará dos conjuntos de señales (Entrenamiento y Prueba) y luego entrenará con los conjuntos de Entrenamiento usando OMP y SVD. La señal de ECG perteneciente al conjunto de prueba se descompondrá en señales representativas (bloque verde), y finalmente, se analizan las señales descompuestas (bloque rojo) y se identifican qué cualidades pertenecen a cada tipo de señal utilizando un criterio para clasificarlas. Utilizamos el criterio de suma mínima de coeficientes absolutos de α (MSAC α) ya que ha demostrado un alto rendimiento en problemas de clasificación [5].

III. RESULTADOS

Tabla 1: Promedio de las diez pruebas de clasificación ECG SCD.

Minuto antes del SCD	Accuracy (%)
5	94.4 ± 2.8
10	93.5 ± 2.7
15	92.7 ± 3.1
20	94.0 ± 3.1
25	93.2 ± 3.5
30	93.3 ± 2.5

Tabla 2: Comparación de resultados.

Autor	Señal	Enfoque	Clasificación	Tiempo de predicción	Accuracy
Amezquita-Sanchez et. al, (2018) [6]	ECG	Características: 1	EPNN	20 minutos	95.8%
Olivia Vargas-Lopez et. al, (2020) [7]	ECG	Características: 2	MLP	25 minutos	94%
Trabajo propuesto	ECG	Representaciones dispersas	MSAC α	30 minutos	93.3%

La evaluación anterior utiliza solo dos clases, comparando señales normales con señales SCD. Estas señales de SCD pertenecen a pacientes con antecedentes de enfermedades cardíacas [8]. Lo que significa que toda la señal se comporta de manera diferente a una señal Normal, no solo en los minutos previos a un evento SCD. Por lo tanto, las señales podrían clasificarse fácilmente por las características de enfermedades cardíacas previas en lugar de las características particulares de un evento de SCD.

Tabla 3: Matriz de confusión obtenida con la evaluación experimental en una de las pruebas.

	Normal	05 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	Señales totales	Accuracy (%)
Normal	382	1	14	16	7	11	5	436	97.5
05 min	0	136	29	32	25	10	27	259	87.1
10 min	0	34	77	64	43	27	50	295	79.0
15 min	0	23	39	112	56	50	28	272	81.7
20 min	0	25	35	47	133	28	75	336	83.4
25 min	0	34	30	39	38	75	85	282	83.1
30 min	0	38	80	39	29	44	44	278	76.7

IV. CONCLUSIONES

Las representaciones dispersas y el criterio utilizado demostraron obtener una predicción superior en tiempo del evento de SCD con 5 minutos de anticipación o más que la reportada en los trabajos relacionados, manteniendo un accuracy del 93.3%. Además la metodología propuesta no realiza un renqueo de características que es habitual en estos trabajos.

Por lo tanto, el método propuesto se puede implementar en un sistema integrado para permitir la monitorización continua y portátil de los pacientes; lo que proporcionaría mayor anticipación a los especialistas para aplicar un tratamiento oportuno.

V. REFERENCIAS

- [1] Rea, T. D., & Page, R. L. "Community approaches to improve resuscitation after out-of-hospital sudden cardiac arrest." 2010.
- [2] Passman, Rod. "Prevention of sudden cardiac death in dialysis patients: drugs, defibrillators or what else?." 2013.
- [3] Shen, Tsu-Wang, et al. "Detection and prediction of sudden cardiac death (SCD) for personal healthcare." 2007.
- [4] E. F. Aziz et al. "Strategies for the prevention and treatment of sudden cardiac death." 2010.
- [5] Díaz-Hernández, R., et al. "Automatic stellar spectral classification via sparse representations and dictionary learning." 2014.
- [6] Amezquita-Sanchez, Juan P., et al. "A novel wavelet transform-homogeneity model for sudden cardiac death prediction using ECG signals." 2018.
- [7] Vargas-Lopez, Olivia, et al. "A New Methodology Based on EMD and Nonlinear Measurements for Sudden Cardiac Death Detection." 2020.
- [8] SCDH, . Sudden cardiac death holter database (mit/bih-scdh).