# **Análisis relación entre índices espectrales HRV y HRT en pacientes sanos.**

Base de datos:

Pandas – Infarto agudo de miocardio.

Tipo de Análisis:

Vamos a analizar la relación existente entre el valor de la Turbulencia del Ciclo Cardiáco y la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (esta última caracterizada utilizando los índices espectrales)

Trabajo por tu parte:

1) Aprender que es la turbulencia del ciclo cardiaco:

La turbulencia del ciclo cardiaco (heart rate turbulence, HRT) es una variación del ritmo cardiaco que se produce después de un latido no sinusal. Habitualmente, los latidos se originan en el nodo sinusal, sin embargo, en ocasiones ocurren latidos ectópicos (fuera de lugar). Si estos latidos se producen en el ventriculo, y en unas condiciones apropiadas, se puede producir lo que se conoce como HRT, donde se produce una deceleración del ritmo cardiaco seguida de una posterior aceleración. Esta respuesta se da en los 15, 20 segundos posteriores al latido ectópico ventricular

Se ha demostrado que la HRT está presente, de forma intensa, en pacientes sanos. Sin embargo, en pacientes con alguna patología se puede ver amortiguada esta respuesta.

Para esta parte: leer [Sandra17] todo, [Barquero14] capítulo 1 (background), [bauer08] (las primeras 5 páginas hasta el primer párrafo de la 6). Te recomendaría leer en ese orden.

2) Relación entre HRV índices espectrales y HRT, caracterizada esta última con TS y TO.

Para entender esta parte, te paso un artículo de congreso que escribimos como resultado del TFG de Sandra y la presentación que hice. Puedes utilizar todos los gráficos que sean necesarios.

Una cuestión importante sobre cómo se calcula HRT:

Para cuantificar el HRT en cada paciente se hace lo siguiente:

Se realiza un Holter (un holter es una monitorización de la actividad eléctrica cardíaca de 24 horas, es decir se registra el ECG durante 24 horas). A partir del Holter se obtiene la señal de intervalos RR de esas 24 horas. En nuestro caso, para cada paciente de la base de datos, se tiene una señal de Holter. El software que permite leer el Holter (en el hospital), identifica cada latido, indicando los que son de origen sinusal y caules de origen ventricular. Se supone que los de origen ventricular son los que dan origen a la HRT.

A continuación, lo que se hace es encontrar en el registro de 24 horas cada latido ventricular ectópico (VPC, ventricular premature complex) y los 20 latidos posteriores. Vamos a llamar VPC-tachogram a este conjunto de VPC y 20 intervalos RR posteriores. Para cada uno de estos VPC-tachogram, se comprueba que cumplen una serie de propiedades: si las cumple, se considera válido para la caracterización de la HRT.

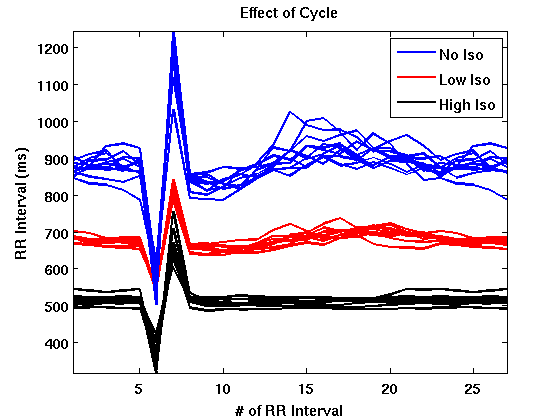
En la forma clásica de caracterizar la HRT, se toman los N- VPC tachogram de un holter de 24 horas, que podemos pensar que es un vector:

**x** = [x\_0,x\_1,x\_2,…,x\_22], que representan los intervalos RR, x\_0 corresponde al VPC, x\_1, a un intervalo que se llama pausa compensatoria, y los 20 intervalos RR siguientes. Se tendrán N de estos,

A continuación se obtiene un VPC-tachogram promedio (todo esto está bien explicado en la docuemntación que te he pasado), que podemos llamarle . Es sobre este VPC-tachogram promedio sobre el que se calculan los parámetros de TS (turbulence slope) y TO (turbulence onset), que caracterizan ls HRT.

Hasta aquí lo único que he hecho ha sido contar lo que se hace habitualmente para caracterizar la HRT. Nuestra propuesta se basa en que la HRT está afectada por condiciones fisiológicas diferentes, y que pueden hacer que utilizar el promedio de todos los VPC-tachograms en un holter de 24 horas no sea lo más correcto.

Hay un ejemplo que es muy claro y es el hecho que dependiendo del ritmo cardiaco que se tiene cuando se produce un VPC-tachogram individual puede afectar grandemente la respuesta de HRT. De hecho, en la siguiente figura te muestro un caso de una persona sana con VPC-tachograms a diferentes ritmos cardíacos. Cuando el ritmo cardiaco es lento, se puede apreciar a simple vista la osciliación del ritmo cardíaco depués del VPC y de la pausa compensatoria; corresponde con una respuesta de una persona sana. Sin embargo, se puede apreciar que la respuesta es casi plana cuando el ritmo cardíaco es muy elevado; esto debería ser una respueta de una persona enferma.



En azul, correponde a un ritmo cardiaco lento, (RR interval ms alto). Negro, más rápido.

Existen otros factores fisiológicos que afectan a la respuesta del HRT y que no se tienen en cuenta cuando se realiza el promedio.

La hipótesis del trabajo de [Sandra17] y para el tuyo, es que la HRV, que representa el estado del SNA, también estará relacionado con la respuesta de la HRT.

Para estudiar esta relación, lo que vamos a hacer es identificar los VPC-tachogram, cada uno de los

, que son válidos para el estudio de la HRT. Luego, para cada uno de estos, vamos a tomar los intervalos RR de tres minutos previos al VPC. Sobre estos tres minutos es sobre los que vamos a hacer el análisis de HRV, con el código de índices espectrales que tu has hecho.

De esta forma, para cada VPC-tachogram, y por tanto la HRT, vamos a tener los siguientes parámetros: Índices espectrales de HRV, el valor del intervalo RR del VPC, la pausa compensatoria y los valores de los parámetros TS y TO, que son los que caracterizan la HRT.

La idea del trabajo es intentar ver si existe relación entre los valores de TS/TO y los índices espectrales de HRV. No vamos a hacer la parte de machine learning. Me gustaría hacer, mejor, un análisis exploratorio de las relaciones profundo. Esta parte no está hecha en el TFG de Sandra, porque ya la había hecho yo anteriormente.

**Cuestiones concretas sobre el código**

He aprovechado lo que tenía del código y he incorporado lo que hiciste de HRV a nuestro módulo de HRV.

Te cuento lo que hay hecho de código, y lo que he sacado para utilizar en el TFG. Lo más importante son los datos y cómo están ordenados.

Lo siguientes son los ficheros de python que permiten leer los ficheros de la base de datos y realizar los cálculos de HRT, HRV: HolterData.py, HRT.py, HRV.py

El script que se encarga de llamar a cada uno de los ficheros anteriores es: main\_hrv\_hrt.py

Este script recorre la carpeta de los ficheros de Holter, los lee, calcula todo lo necesario de HRV y todo lo necesario de HRT.

La salida de este script son tres matrices: X\_matrix.npy, to\_matrix.npy y ts\_matrix. Npy

La más importante es X\_matrix.npy, que es la que vamos a utilizar para el análisis.

Vamos a realizar todo el análisis con un jupyter notebook. Lo voy a ir estructurando con las cosas que necesitamos y te voy a ir pidiendo que lo rellenes.