

Cambios en la Diferencia del Tiempo de Tránsito del Pulso Sanguíneo en Estados de Estrés Emocional Agudo

Pablo Armañac^{1,2}, Spyridon Kontaxis^{2,1}, Jesús Lázaro^{2,1}, Pablo Laguna^{2,1}, Raquel Bailón^{2,1}, Eduardo Gil^{2,1}

¹ CIBER de Bioingeniería, Biomateriales y Nano medicina, España

² BSICoS Grupo, I3A, IIS Aragón, Universidad de Zaragoza, España

1. Introducción y Objetivos

Los instantes de llegada de pulso (PAT) definen el tiempo que le cuesta recorrer a la onda de pulso sanguíneo desde que se manda el impulso eléctrico en el corazón hasta que llega a un punto distal en las extremidades. Esta medida está compuesta por la combinación del periodo de pre-ección (PEP, tiempo que le cuesta a la sangre salir del corazón desde que se produce la despolarización ventricular) y el tiempo de tránsito del pulso sanguíneo a través de los vasos (PTT). Para obtener estas señales se usa la fotoplethysmografía (PPG). Destacar que la PTTD no necesita el ECG para ser calculada, al contrario que el PAT.

En el presente trabajo se utilizará la diferencia del tiempo de tránsito de pulso sanguíneo (PTTD, diferencia de las PTT en dos puntos del árbol arterial), por ser capaz de evitar el efecto del PEP en las medidas [1] para evaluar su capacidad de reflejar los cambios en el balance simpático-vagal inducidos por un estrés emocional agudo (mediante la narración de historias y visionado de vídeos).

2. Materiales y Métodos

2.1. Base de datos

Se utiliza una base de datos de la que 14 voluntarios sanos (hombres y mujeres) no diagnosticados con ninguna enfermedad crónica o psicológica y con una edad media de 21.99 ± 2.87 fueron medidos en la Universidad de Zaragoza. En el protocolo experimental hay una sesión de estrés la cual incluye etapas de relax (BL_S) y estrés (resto). Para comprobar la validez del método propuesto se han utilizado únicamente las etapas de Narración de Historias (ST) y Exposición de Vídeos (VE), las cuales se consideran las más estresantes comparadas con la etapa de relax (BL_S).



Figura 1. Protocolo de estrés.

Para la grabación de la base de datos se utilizó el dispositivo ABP 10 module (Medicom MTD Ltd, Russia) el cual permite un registro simultáneo y sincronizado de la señal PPG tanto en la frente como en un dedo de la mano, muestreadas a 250 Hz y el registro de 3 derivaciones ortogonales de ECG a 1 KHz.

2.2. Preprocesado

Las señales grabadas en la base de datos correspondientes a la PPG de la frente no son de buena calidad y tienen una gran cantidad de artefactos provocados tanto por movimiento como por mala colocación debido a la dificultad de colocar el sensor en esta zona. Se desarrolló un detector de artefactos basado en la energía de la señal para tratar de eliminar la señal PPG de mala calidad.

2.3. Cálculo de la PTTD

Para detectar los pulsos en las PPG, se utilizó el método propuesto en [2] y se eligió como punto fiducial el valor de la PPG en el máximo de la derivada ya que, en un análisis exploratorio, se comprobó que era el punto más estable en la detección de los pulsos de la PPG. Una vez detectados y corregidos los instantes de ocurrencia de los pulsos en las PPG de frente y dedo, se calcula la PTTD como la diferencia temporal entre el pulso en dedo y frente.

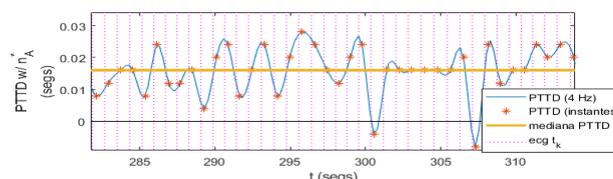


Figura 2. PTTD obtenida para un sujeto.

3. Resultados y Discusión

La interpretación fisiológica de los cambios de la PTTD se puede ver como los cambios en la vasculatura provocados por el sistema nervioso autónomo (ANS), teniendo en cuenta que la rigidez de los vasos que llevan la sangre a la frente (arterias carótidas) son más rígidos que aquellos que la llevan hasta la parte más distal del dedo (arterias subclavia, braquial y radial-cubital).

De la base de datos total solo se han podido analizar 14 sujetos (de los 40 disponibles) que tuviesen una señal de PPG en la frente con la calidad suficiente como para poder calcular la PTTD con un porcentaje de detección $\geq 70\%$ con respecto al ECG. La desviación estándar de la PTTD es capaz de discernir entre BL_S y ST tomando las muestras pareadas (ver tabla 1).

Parámetros	BL_S vs ST	BL_S vs VE	ST vs VE
Mediana	0.17	0.10	0.3
σ	0.02	0.15	0.9

Tabla 1. P-valores obtenidos utilizando el test de Wilcoxon para datos pareados comparando la PTTD en las tres etapas.

4. Conclusión

Con este estudio se concluye que la PTTD es capaz de discernir estados de estrés agudo, pero resulta necesario ampliar el análisis a una mayor muestra de sujetos con buena PPG en la frente y obtener una mayor confianza.

Referencias

- [1] Nitzan M, Khanokh B, Slovick Y. The difference in pulse transit time to the toe and finger measured by photoplethysmography. *Physiological measurement*. Vol 23 sup 1, 2001, pp 85-93.
- [2] Lázaro J, Gil E, Vergara JM, Laguna P. Pulse rate variability analysis for discrimination of sleep-apnea-related decreases in the amplitude fluctuations of pulse photoplethysmographic signal in children. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, vol 18, sup 1, 2014, pp 240-6.