

Transformada de Fourier para obtener el dominio de la frecuencia en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en mujeres

Mauricio Sánchez Barajas

Instituto Mexicano del Seguro Social,
Hospital General de Zona C/MF No. 21,
México

t1axmaus@hotmail.com

Resumen. Determinar la transformada de Fourier como método para obtener variabilidad de la frecuencia cardíaca mediante el dominio de frecuencia en mujeres durante la menopausia. **Métodos:** Es un estudio analítico, comparativo, donde se estudiaron 100 mujeres divididas en 2 grupos (perimenopáusicas y postmenopáusicas): los datos generales antropométricos fueron registrados, así como la variabilidad de la frecuencia cardíaca por 4 h, esto a través del reloj Polar RS 400, posteriormente, los registros obtenidos del reloj fueron descargados en la PC entonces se aplicó la transformada de Fourier. **Resultados:** Mediante la transformada de Fourier, no se observó diferencia significativa en el grupo de mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas: LF, HF y el cociente LF/HF ($p=0.83, 0.79$ y 0.52 respectivamente). **Conclusión:** La transformada de Fourier es una herramienta de análisis para obtener dominios de frecuencia, solo como una manera diferente de representarla, debido a la facilidad de registro y procesamiento de los datos.

Palabras claves: perimenopausia, postmenopausia, dominios de frecuencia, mujeres.

Fourier Transform for Obtaining the Frequency Domain on Heart Rate Variability in Women

Abstract. To determine the Fourier transform as a method to obtain heart rate variability through the frequency domain in women during menopause. **Methods:** It is an analytical, comparative study, where 100 women divided into 2 groups (perimenopausal and postmenopausal) were studied: the anthropometric general data were recorded, as well as the variability of the heart rate for 4 h, this by using the Polar RS watch 400, subsequently, the records obtained from the clock were downloaded to the PC, then the Fourier transform was done. **Results:** By using the Fourier transform, no significant difference was observed in the group of perimenopausal and postmenopausal women: LF, HF and the LF / HF ratio ($p = 0.83, 0.79$ and 0.52 respectively). **Conclusion:** The Fourier transform is an analysis tool to obtain frequency domains, only as a different way of representing it, due to the ease of data registration and processing.

Keywords: perimenopause, postmenopausal, frequency domains, women.

1. Introducción

La descomposición de una señal en sus componentes de frecuencia tiene su origen en los trabajos realizados por Newton, posteriormente Fourier desarrollo una señal para imágenes periódicas de tiempo continuo en la forma de una sumatoria de sinusoides o exponenciales complejas de frecuencias que se encontraban armónicamente relacionadas. La transformada de Fourier (FFT) propone una señal continua y periódica que puede ser representada como la suma una serie de ondas sinusoidales adecuadamente elegidas, que permite representar cualquier serie temporal periódica e irregular como una suma de sinusoides regulares, de distintas frecuencias, amplitudes y fases relativas [1].

La FFT se fundamenta en tres puntos: a) permitir tratar señales de dominio de tiempo mediante el ordenamiento del dominio de frecuencia b) las señales periódicas en el dominio de tiempo se transforman en sumatorias o series de Fourier de señales sinusoidales de distintas frecuencias y c) las señales no periódicas en el tiempo se transforman en conjunto de señales cuyas frecuencias cubren un espectro importante [2].

Fundamentalmente trata de descomponer o separar una función de sinusoides de distinta frecuencia, cuya suma restablece la señal original y extrae el contenido de frecuencia de la señal analizando como ciertas frecuencias contribuyen a la señal [1].

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es un método de análisis no invasivo de las fluctuaciones de la frecuencia cardíaca de los intervalos RR entre latido y latido, mide la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) [3].

El balance entre el simpático y parasimpático del sistema nervioso central es esencial en el mantenimiento homeostasis. Es usada como índice de salud por su integración del sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP) [4].

En el espacio de las frecuencias, la VFC es evaluada del análisis espectral, donde los intervalos RR son estimados por análisis espectral, por lo que da información de cómo la potencia de la señal es distribuida como señal de frecuencia [5]

Los dos caminos utilizados para el análisis espectral de RR de la serie de tiempo son la FFT y el modelo autoregresivo. La alta frecuencia refleja la modulación de la respiración del ritmo sinusal y han sido usadas como el índice del tono vagal [5]. El análisis espectral de la VFC es comparativamente simple, por ser un método que proporciona los cambios presentados en el ritmo cardíaco en sus dominios de tiempo y frecuencia [6].

Es importante señalar que, el reloj polar, es un dispositivo inalámbrico validado en estudios previos [7], para obtener la VFC en sus dominios de tiempo y frecuencia. La utilidad de la Variabilidad de la frecuencia cardíaca se enfoca a establecer los parámetros fisiológicos, enfermedades o respuesta a entrenamientos entre otras cosas y en mujeres durante la menopausia como es el caso de nuestro trabajo que presentamos. La VFC permite estudiar en forma no invasiva la actividad autónoma del SNC, en la etapa de la menopausia, donde la mujer está expuesta a riesgo cardiovascular, por lo que una disminución de la VFC predice eventos cardíacos y por lo tanto un aumento es un signo de estabilidad y es el campo de la física a través de la FFT que se puede obtener

el dominio de frecuencia de la VFC como una forma de obtener rápida y sencilla el dominio de frecuencia es a través de la FFT y una tener una interpretación segura.

Por lo que determinar el dominio de frecuencia de la VFC en este grupo de mujeres y su relación con la FFT aportaría información relevante sobre su estado en este grupo de mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas, sabiendo que la gran mayoría de las mujeres pasaran por esta etapa crítica.

El reloj polar es un dispositivo que tiene la función de medición de la frecuencia cardíaca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca para obtener el dominio de tiempo y frecuencia. Este trabajo contribuiría a una alternativa en donde se obtenga solo la frecuencia cardíaca y sea a través de la FFT una forma de obtener la VFC en mujeres durante la perimenopausia y postmenopausia. Por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la Transformada de Fourier como método para obtener los dominios de frecuencia de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca obtenida por el reloj polar en mujeres en etapas de la menopausia.

2. Material y métodos

Se trata de un estudio analítico, comparativo, en donde el sujeto de estudio fueron 100 mujeres divididas en 2 grupos (perimenopáusicas y postmenopáusicas), en base a la clasificación *The stages of reproductive aging workshop* (STRAWs) [8], recogiendo datos generales antropométricos y metabolitos, se registró la variabilidad de la frecuencia cardíaca por 4 h a través del reloj Polar RS 400 [9], posteriormente se descargaron los datos obtenidos del reloj en la computadora y a través de la plataforma de Matlab, se obtuvo la transformada de Fourier, se transformó una señal representada en el dominio de tiempo al dominio de frecuencia.

Se invitó a pacientes a participar en el estudio y que reunieran los criterios de inclusión, previa autorización de Comité Local en Investigación en Salud para la realización del estudio, el cual está de acuerdo con el tratado de Helsinki para estudio en humanos, a ellas se les solicitó la firma de la carta de consentimiento informado. Se citaron a las pacientes a las 8 h para la toma de datos generales, toma de muestra de sangre y colocación del reloj polar RS400, posteriormente a las cuatro horas, se citó a las pacientes para la entrega del reloj, se descargó la información y se obtuvo la VFC en los dominios de tiempo. De cada registro se obtuvieron 300 registros.

El reloj polar es un dispositivo proporciona la medición exacta de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (además de contar dependiendo el modelo de funciones avanzadas de entrenamiento y seguimiento de actividad) tiene la función de grabación de los intervalos RR entre los latidos sucesivos del corazón.

Para la medición de la variabilidad de la frecuencia cardíaca se siguió las recomendaciones de la Sociedad Europea de Cardiología y de la Sociedad Americana de Electrofisiología [10], los periodos han sido validados de 5 minutos a 24 horas. Los dominios de frecuencia fueron determinados y etiquetados como HF (para alta frecuencia) 0.04 - 0.15 Hz, LF (en baja frecuencia) 0.15 – 0.40 Hz y el índice HF/LF 1.5 % al 2 % es considerado como indicador del desbalance simpático parasimpático. La medición con el reloj Polar RS400 (polar electro inc. Finlandia polar) [11-12], fue durante cuatro horas, las pacientes no deberían haber fumado, ingerido alcohol, un día

antes del estudio o en el momento del estudio, o estar tomando algún medicamento antiarrítmico o cursar con algún proceso infeccioso.

Durante las horas de estudio podrían estar haciendo sus labores normales cotidianas. El uso de este instrumento ha sido validado en estudios previos [7, 9]. Posteriormente se descargó la información obtenida en el reloj a través de vía Bluetooth en la computadora, para ser un análisis apropiado de la VFC, es necesario tener una información de al menos 250 latidos [13].

Matlab es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo con un lenguaje propio. Entre sus capacidades: están la manipulación de tablas de datos, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos y la comunicación con programas y otros dispositivos hardware [14].

Puede utilizarse para realizar cálculos sencillos de manera directa, o bien programar tareas complejas para realizar otros cálculos de manera automatizada [11].

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico Matlab. Los datos continuos se reportaron como media y desviación estándar según correspondan. La normalidad se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Nosotros utilizamos la t de Student para la diferencia de ambos grupos de mujeres en el estado menopáusico (perimenopausia y postmenopausia) tomando en cuentas las variables de edad, escolaridad, amenorrea, número de gestas, índice de masa corporal y tensión arterial sistólica y diastólica.

Se utilizó el programa de MATLAB para obtener la TTF y conseguir el dominio frecuencia de la VFC. También para la VFC en sus dominios de frecuencia LF, HF, LF/HF se obtuvieron media y desviación estándar y las diferencias fueron evaluadas con la t de Student. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo.

3. Resultados

Estudio realizado en 100 mujeres divididas en dos grupos, en donde las características generales de las mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas son mostradas en la tabla 1.

Se observa diferencia significativa en la edad y en los años de amenorrea (0.00 y 0.00) respectivamente.

IMC (índice de masa corporal), kg (kilogramo), m² (metro al cuadrado), mmHg (milímetros de mercurio), mg (miligramos), dl (decilitros), HDL (lipoproteínas de alta densidad). * $p < 0.05$ significativa.

El resto de los parámetros antropométricos (número de gestas, tensión arterial sistólica y diastólica) no se observa diferencia significativa entre los grupos de mujeres.

Al revisar los resultados de los metabolitos obtenidos glucosa, colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de alta densidad (HDL – C) no se encontró diferencia significativa entre los grupos de mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas.

Tabla 1. Comparación de las características de los grupos de mujeres perimenopáusicas y post menopáusicas.

	Peri $M \pm DE$	Post $M \pm DE$	t	p
Edad (años)	48.3 \pm 3.1	52.5 \pm 3.0	-7.11	0.00 *
Amenorrea	0.4 \pm 0.2	4.7 \pm 2.2	-10.50	0.00 *
Paras	4.2 \pm 2.2	3.9 \pm 2.5	-0.65	0.53
IMC (kg/m ²)	29.2 \pm 6.4	28.9 \pm 3.2	-0.22	0.82
TAS (mmHg)	109.6 \pm 9.9	108.5 \pm 7.8	-0.56	0.57
TAD (mmHg)	69.8 \pm 8.2	69.8 \pm 8.2	-0.40	0.68
Glucosa (mg/dl)	89.7 \pm 10.0	91.5 \pm 7.9	-0.95	0.34
Colesterol total (mg/dl)	188.1 \pm 35.3	196.1 \pm 31.6	-1.18	0.23
Triglicéridos (mg/dl)	151.1 \pm 53.9	162.2 \pm 68.4	-0.9	0.36
HDL- C (mg/dl)	60.9 \pm 8.1	60.6 \pm 8.2	0.13	0.89

Tabla 2. Comparación del dominio de frecuencia de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas.

	peri	post	t	p
<i>LH</i>	0.15 \pm 0.08	0.14 \pm 0.08	0.21	0.83
<i>HF</i>	0.36 \pm 0.16	0.35 \pm 0.17	0.28	0.79
<i>LF/HF</i>	0.41 \pm 0.13	0.43 \pm 0.16	-0.64	0.52

En la tabla 2 se comparan los valores obtenidos de los dominios de frecuencia (HF, LF y el índice LF/HF) de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en los grupos de mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas. Los resultados obtenidos muestran que no existe diferencia significativa entre ambos grupos, LH $p=0.83$, HF $p=0.79$ y LF/HF $p=0.52$ respectivamente. Mas no se distingue si un grupo es de mujeres perimenopáusicas o postmenopáusicas.

4. Discusión

Previo a la menopausia, el riesgo cardiovascular es muy inferior a la del hombre, después de ella, el riesgo aumenta relacionada a la deficiencia de estrógenos que se asocia a mayor prevalencia de riesgo cardiovascular en mujeres [15].

El incremento de la actividad simpática implica una reducción de la VFC, en tanto que un aumento de actividad parasimpática refleja un incremento de la VFC [16].

La edad de la menopausia en la población mexicana es de alrededor de los 50 años, lo que coincide con nuestro estudio realizado [17], en cuanto al número de gestas en las perimenopáusicas tiene una media de 4.2 comparadas con las postmenopáusicas 3.9 no hay diferencia en cuanto al grupo de edad.

El hipoestrogenismo, el aumento del apetito y el estrés se presentan conforme la mujer avanza a la postmenopausia esto produce sobrepeso y obesidad [18], datos que no coinciden con los resultados obtenidos en nuestro estudio ya que en los dos grupos del estado menopáusico predominó el sobrepeso. La menopausia se ha asociado a la ganancia de peso e incremento de la adiposidad abdominal posiblemente por el tamaño de la muestra.

En cuanto a la presión arterial no hubo diferencias en los grupos de edad, ni incremento en cuanto a los valores, estudios realizados en los que el déficit de estrógenos posterior a la etapa de la menopausia produce insulinoresistencia juegan un papel crucial en la fisiopatología de la hipertensión arterial al inducir citoquinas proinflamatorias y aumentar el estrés oxidativo y el hiperinsulinismo se acompaña de estímulo simpático [19], situación importante al analizar la VFC, considerada el desbalance simpático – parasimpático, actividad transcendental en esta etapa de la mujer.

En relación con los metabolitos tenemos que la glucosa se encontró dentro de los parámetros normales entre ambos grupos de mujeres, se ha comentado que el proceso de transición durante la pre y postmenopausia se asocia al aumento de la grasa central abdominal, alteración del perfil lipídico y resistencia a la insulina [20], esta transición incrementa el riesgo cardiovascular en la menopausia.

En la etapa de la menopausia dejan de funcionar los ovarios y disminuye la producción de hormonas esteroideas, una serie de cambios incrementan la posibilidad de presentar dislipidemias, en nuestro trabajo no se observó diferencia significativa entre los grupos peri y postmenopausia en el perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos y HDL-C). Sin embargo, se nota un ligero aumento de los triglicéridos en el grupo de mujeres postmenopáusicas, existe una relación entre la obesidad abdominal y la dislipidemia en mujeres postmenopáusicas [21].

Encontramos que no existe diferencia significativa en los dominios de frecuencia de la VFC entre mujeres perimenopáusicas y postmenopáusicas en nuestro estudio, que son considerados como factores de riesgo cardiovascular por la relación con el control nervioso [22], los resultados obtenidos coinciden con un estudio previo [9].

La obtención de VFC a través de la FFT en el estado menopáusico en las mujeres en nuestro estudio coincide con otros autores [23], la frecuencia obtenida a partir de la FFT se representa como LF, HF y LF/HF y se han caracterizado por estar relacionadas a tres componentes: predominio de la actividad simpática, de la actividad parasimpática y un efecto de modulación global cardíaca lo que produce un componente intrínseco cardíaco. Un aumento en la mortalidad de la población con enfermedad cardiovascular se ha relacionado con la disminución de los dominios de frecuencia (LF, HF y LF/HF) de la VFC [22].

Implementando la rutina del algoritmo usado en plataforma Matlab se tiene la FFT y con ello los dominios de frecuencia de la VFC, en la práctica la FFT es un método que posee ciertas restricciones operativas [24], especialmente en el número de registros obtenidos, nosotros obtuvimos 300, de los 250 mínimos que se solicitan [13], ya que la

FFT es una técnica sencilla en la obtención de las características de las frecuencias a través de histogramas.

Estudios recientes [25] donde calcularon el dominio de frecuencia de la VFC, coinciden con nuestro trabajo donde los análisis espectrales o espectro de frecuencias fueron obtenidos por la FFT [26] a través de Matlab, pero hay muy pocos estudios que han utilizado el reloj polar para la obtención de la VFC, como es un estudio previo elaborado por nosotros [9].

Siguiendo los criterios para su obtención por la Task Force [10] de los dominios de frecuencia (LF, HF y LF/HF), no se observaron diferencias en nuestro trabajo entre los grupos de mujeres peri y postmenopáusicas. La LF (baja frecuencia) tendrá actividad simpática y parasimpática, HF (alta frecuencia) tendrá actividad parasimpática y la razón LF/HF se entenderá como el equilibrio simpático-vagal, recordando que si predomina la influencia simpática puede causar trastornos de salud, en caso la VFC se encontrará disminuida, mientras que una VFC alta parece ser un indicador de buena salud, de menor morbilidad y mortalidad [27].

Es decir que si el valor de la razón LF/HF es elevado es un indicador de riesgo ya que, si HF es pequeño y el índice de la razón LF/HF mayor, nos indica un predominio del SNS sobre el SNP [10].

En nuestro trabajo presentado los valores obtenidos de dominios de frecuencia LF (peri=0.15 y post=0.14) respectivamente, se encuentran dentro del rango normales LF 0.04-0.15 Hz, HF (peri=0.36 y post=0.35) respectivamente HF 0.15-0.40 Hz, lo que entenderá que este grupo de mujeres tendrán actividad simpática o parasimpática, por otro el ratio LF/HF (peri=0.41 y post=0.43) esta disminuido, lo que se podría considerar que nuestros grupos predomino la actividad parasimpática, teniendo en cuenta el valor normal de este que es de 1.5-2% [1-10]. Valores sobre este rango indicaran mayor predominio simpático y valores por debajo reflejaran un mayor predominio parasimpático.

Hasta donde se sabe es uno de los pocos trabajos donde se obtiene la frecuencia cardiaca de mujeres peri y post y a través de la FFT se obtienen dominios de frecuencia de la VFC parámetro importante de la actividad del SNA, de una manera sencilla y practica en el área médica y no solo en la física.

5. Conclusiones

La importancia de la FFT no se limita a una sola rama de la ciencia ya que sus aplicaciones son múltiples, en el área de la medicina, durante la etapa menopáusica es una herramienta sencilla para a obtener dominios de frecuencia de la VFC, solo como una manera diferente de representarla, debido a la facilidad de registro y procesamiento de los datos.

Aunque los dominios de frecuencia de la VFC no se obtuvieron diferencia en los diferentes grupos, podemos decir en el grupo de mujeres peri y postmenopáusicas predomina la actividad simpática o parasimpática y verificar si se encuentra en riesgo cardiovascular.

Limitancia: de nuestro estudio es tamaño de la muestra (n=100) que no permite posiblemente ver más diferencias entre los grupos, queda pendiente poder realizar

estudios en donde se calcule la VFC para poder distinguir en qué etapa de la menopausia, se encuentran las mujeres estudiadas.

Agradecimientos. Los autores agradecen a las autoridades del HGZC/MF No. 21 León Sur del Instituto Mexicano del Seguro Social, por permitimos la realización de este estudio, así como a la Universidad de Guanajuato por el apoyo parcial a través de proyecto DAIP/2019/59023

Referencias

1. García Manso, J.M.: Aplicación de la variabilidad de la frecuencia al control del entrenamiento deportivo: análisis en modo de frecuencia. *Arch Med Deporte*, 30(1), pp. 43–51 (2013)
2. Guevara-Perez, M., Hernandez-Gonzalez, M.: EEGMAGICA: programa para analizar señales electrocardiográficas. *Revista Mexicana de Ingeniería BioMedica*, 30(1), pp. 41–53 (2009)
3. De Rezende-Babosa, M., Vanderlei, L.C., Neves, L.M., Takahashi, C., Torquato, P.R., Fortaleza, A.C., Freitas-Junior, I.F., Sorpreso, I.C.E., Abreu, L.C., Perez-Riera, A.R.: Impact of functional training on geometric indices and fractal correlation property of heart rate variability in postmenopausal women. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 23(1), pp. 1–9 (2018)
4. Fatissou, J., Oswald, V., Lalonde, F.: Influence diagram of physiological environmental factor affecting heart rate variability: an extended literature review. *Heart International*, 11(1), e32–e40 (2016)
5. Nano, M.M.A., Fonseca, P., Vullings, R., Aarts, R.M.: Measure of cardiovascular autonomic activity insomnia disorder: A systematic review. *PLoS One*, pp. 1–31 (2017)
6. Vlced, M., Radikova, Z., Penesova, A., Kvetnansky, R., Imrich, R.: Heart rate variability and catecholamines during hypoglycemia and orthostasis. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 143, pp. 53–57 (2008)
7. Vanderlei, L.C., Silva, R.A., Pastre, C.M., Azevedo, F.M., Godoy, M.F.: Comparison of the Polar S80i monitor and the ECG for the analysis of Heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res*, 41(10), pp. 854–859 (2008)
8. Berek, J.S.: *Berek y novak's gynecology*. 15 th ed. Philadelphia (Pennsylvania): Lippincott William and Wilkins Publishers, pp. 1233–1248 (2012)
9. Sanchez-Barajas, M., Figueroa-Vega, N., Ibarra-Reynoso, L., Moreno-Frias, C., Malacarea, J.M.: Influence of heart rate variability and Psychosocial factor on carotid stiffness elasticity and impedance at menopause. *Arch Med Res*, 46(2), pp. 118–126 (2015)
10. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*, 17(3), pp. 354–381 (1996)
11. Gamelin, F.X., Berthoin, S., Baquet, G.: Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *Med Sci Sport Excer*, 38(5), pp. 887–893 (2006)
12. Gamelin, F.X., Baquet, G., Berthoin, S., Bosquet, L.: Validity of the polar S810 to measure RR intervals in children. *Int J Sports Med*, 29(2), pp. 134–138 (2008)
13. Novak, V., Saul, J.P., Eckberg, D.L.: Task Force report on heart rate variability. *Circulation*, 96(3), pp. 1050–1057 (1997)
14. Parakakis, P., Koffly, M., Tylor, M., Guerra, P., Vila, J.: KARDIA: a Matlab software for the analysis of cardiac interbeat intervals. *Comput Methods Prog Biomed*, 98(1), pp. 83–89 (2010)
15. Arteaga-Urzúa, E.: Menopause and cardiovascular risk. *Rev Med Chile*, 144, pp. 1375–1376 (2016)

16. Cancino, J.: Variabilidad del ritmo cardiaco: ¿Por qué el caos puede ser saludable? *Revista de Ciencia del Ejercicio y la Salud*, 9(1), pp. 22–32 (2011)
17. Potter, B., Schrager, S., Dalby, J., Torell, E., Hampton, A.: Menopause. *Prim Care*, 45(4), pp. 625–641 (2018)
18. Fernández-Hernández, S., Del Moral-Laguna, E.A., Linares-Perez, M.L., Jimenez-Zamarripa, C.A., Castillo-Hernández, M.C., Calzada-Mendoza, C.C.: La influencia de la edad de inicio de la menopausia en sobrepeso, obesidad y dislipidemia. *El residente*, 6(3), pp. 154–159 (2011)
19. Navarro-Despaigne, D.A.: Menopause and hypertension: from biology to clinical practice. *Rev Cub Med.*, 54(3), pp. 239–251 (2015)
20. Rojas, S., Lopera, J., Cardona, J., Vargas, N.: Hormaza M. Síndrome metabólico en la menopausia, conceptos clave. *Rev Chil Obstec Ginecol.*, 79(2), pp. 121–126 (2014)
21. Pang, X., Yu, L., Zhou, H., Lei, T., Chen, G., Qin, L.: Relationship between abdominal obesity and dyslipidemia in postmenopausal women in a community of Suzhou City in 2014. *Wei Sheng Yan Jiu*, 46(5), pp. 729–748 (2017)
22. Neufeld, I.W., Kiselev, A.R., Karavaev, S., Prokhorov, M.D., Gridnev, V.I., Ponomarenko, V.I., Bezruchko, B.P.: Autonomic control of cardiovascular system in pre-and postmenopausal women: a cross-section study. *J Turk Ger Gynecol Assoc.*, 16(1), pp. 11–20 (2015)
23. Greer, W.: Preprocessing histograms of age at menopause using the fast Fourier transform. *Maturitas*, 44(4), pp. 267–77 (2003)
24. Bertram, S.: Frequency analysis using the discrete Fourier transform. *IEEE Trans Audio Electroacoustics*, AU-18:495-500 (1970)
25. Heeren, M.V., De Sousa, L.E., Mostarda, C., Moreira, E., Machert, H., Rigatto, K.V., Wichi, R.B., Irigoyen, M.C., De Angelis, K.: Exercise improves cardiovascular control in a model of dislipidemia and menopause. *Maturitas*, 62(2), pp. 200–204 (2009)
26. Soares, P.P., Da Nobrega, A.C., Ushizima, M.R., Irigoyen, M.C.: Cholinergic stimulation with piridostigmine increases heart rate variability and baroreflex sensitivity in rats. *Auton Nuerosci*, 30(1-2), pp. 24–31 (2004)
27. Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J., Capdevilla, L.: Heart rate variability: Definition, measurement and clinical relation aspects. *ADM*, 25(123), pp. 41–47 (2008)