

Evaluación cualitativa de la morfología de la señal fotopleletismográfica en el diagnóstico de la insuficiencia arterial

Qualitative evaluation of the morphology of the photoplethysmographic signal in the diagnosis of arterial insufficiency

Alfredo Aldama Figueroa; Héctor Álvarez Duarte; Alicia Rodríguez; Bárbara Reyes[†].

Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Vascular (INACV). Ciudad de La Habana. Cuba.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las posibilidades de un análisis cualitativo simple de la curva fotopleletismográfica AC para diagnosticar la insuficiencia arterial de miembros inferiores, se compararon los registros obtenidos en las extremidades de 289 pacientes diabéticos y 571 no diabéticos con los valores de índice tobillo/brazo realizado por método Doppler. Las señales fotopleletismográficas fueron clasificadas en función de las características siguientes: presencia de señal, asimetría de la misma, características de la fase descenso y presencia de dicotismo. Como regla de oro, se empleó el índice tobillo/brazo, y se consideró como normales los valores mayores o iguales que 0,9. Se encontraron valores de exactitud, sensibilidad y especificidad de 90,8%, 92% y 90% respectivamente para los pacientes no diabéticos. Los pacientes diabéticos, por su parte, mostraron valores de exactitud, sensibilidad y especificidad de 90%, 85% y 93% respectivamente. Se concluye que el análisis propuesto puede ser útil en el diagnóstico de la insuficiencia arterial.

Palabras clave: Fotopleletismografía, doppler, insuficiencia arterial, diabetes mellitas, diagnóstico

SUMMARY

Aimed at evaluating the possibilities of a simple qualitative analysis of the photoplethysmographic curve AC for diagnosing the arterial insufficiency of the lower limbs, the registers obtained in the extremities of 289 diabetic patients and 571 non diabetic were compared with the values of the ankle/arm index obtained by Doppler method. The photoplethysmographic signals were classified according to the following characteristics: presence of signal, asymmetry of it, characteristics of the decrease phase and presence of dicrotism. The ankle/arm index was used as a gold standard and those values higher than or equal to 0.9 were considered normal. Values of exactness, sensitivity and specificity of 90.8 %, 92 % y 90 %, respectively, were found for the non diabetic patients. On the other hand, the diabetic patients showed values of exactness, sensitivity and specificity of 90 %, 85 % and 93 %, respectively. It was concluded that the analysis proposed may be useful in the diagnosis of arterial insufficiency.

Key words: Photoplethysmography, Doppler, arterial insufficiency, diabetes mellitus, diagnosis.

INTRODUCCIÓN

La fotoplethysmografía es un método diagnóstico basado en principios ópticos que puede ser usada para detectar los cambios de volumen que se producen en el territorio micro vascular de los tejidos aunque, estrictamente, no es un método diagnóstico de la microcirculación. Se emplea muy frecuentemente como parte del arsenal diagnóstico no invasivo de la superficie de la piel, y actúa como un medidor a distancia de la macrocirculación.¹

La morfología de la señal fotoplethysmográfica consta de un componente pulsátil (AC), atribuido a los cambios sincrónicos de volumen sanguíneo que se producen con la contracción y relajación cardíaca durante cada latido, sobreañadido a un componente de muy lenta variación (DC) con diferentes patrones de bajas frecuencias atribuido a los cambios respiratorios, termorreguladores y de la actividad del sistema nervioso simpático.¹

A pesar de que la fisiopatología de la señal fotoplethysmográfica no está, en su totalidad, totalmente entendida, se reconoce de forma general como un procedimiento útil en el estudio del sistema cardiovascular. Por intermedio del componente AC (fotoplethysmografía AC) estudiamos, fundamentalmente, el sistema arterial, mientras que el componente DC (fotoplethysmografía DC) se emplea para la evaluación del sistema venoso.

En las últimas décadas se ha observado un paulatino desarrollo del empleo de la fotoplethysmografía DC en el diagnóstico de las lesiones valvulares venosas, llegando al desarrollo de equipos que calculan automáticamente el tiempo de relleno venoso como una medida de la insuficiencia valvular de miembros inferiores.²⁻⁶ En los últimos 15 años, sin embargo, se ha vivido un resurgir de la fotoplethysmografía AC para el estudio de las insuficiencias arteriales amparado en su bajo costo, su facilidad de realización y las mejoras técnicas de los equipos más recientes que se encuentran en el mercado.⁷⁻¹⁰

El valor diagnóstico de la morfología de la curva fotopleletismográfica AC está lejos de toda duda, aunque la complejidad de muchos de los procedimientos empleados en el análisis de la señal convierte a este punto en una de las debilidades del procedimiento para su extensión al estudio clínico de grandes poblaciones. ¹¹⁻¹⁶

El objetivo del siguiente estudio es evaluar las posibilidades de un análisis cualitativo simple de la curva fotopleletismográfica AC para diagnosticar la insuficiencia arterial de miembros inferiores, utilizando como criterio de la misma el valor del índice tobillo/brazo realizado por método Doppler.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, monocéntrico y controlado en el cual se registró la señal fotopleletismográfica en el dedo grueso de ambos miembros inferiores y midió el índice de presiones tobillo/brazo bilateralmente, según la metodología habitual. ¹⁷

El universo de estudio estuvo formado por pacientes que acudieron al departamento de hemodinámica del Instituto de Angiología en Ciudad de la Habana durante el año 2005 con la sospecha de presentar algún tipo de lesión arterial y que consintieron participar en el estudio. Igualmente participaron aquellos pacientes que fueron sometidos a estudios hemodinámicos arteriales no invasivos como parte de chequeos a sujetos supuestamente sanos y que consintieron igualmente en participar en el estudio.

No se consideró como excluyente el padecer de diabetes mellitus, aunque durante el procesamiento fue considerada la presencia de esta enfermedad.

Las señales fotopleletismográficas fueron clasificadas en función de las características siguientes:

Presencia de señal, asimetría de la misma, características de la fase descenso de la señal y presencia de dicrotismo.

Se consideró como normal aquella señal que presentaba asimetría entre el tiempo de ascenso y descenso con mayor tiempo de duración en el segundo; de igual forma se exigió que la fase de descenso presentara una curvatura cóncava. Se consideraron, igualmente normales, aquellas señales asimétricas con fase de descenso recta o convexa siempre y cuando presentaran dicrotismo.

Como regla de oro, se empleó el índice tobillo/brazo obtenido por intermedio del Doppler de onda continua. Se consideraron normales aquellas extremidades en las cuales los dos índices tobillo/brazo (sobre las arterias pedia y tibial posterior) eran mayores de 0,9.

Se calculó la sensibilidad, especificidad los valores predictivos positivos y negativos y la razón de verosimilitud por intermedio de las expresiones habituales.

Para la medición de los índices tobillo/brazo se empleó la función doppler del equipo Pneumo-Dop HD 2200 de la firma Hadeco, mientras que para la obtención de la señal fotopleletismográfica se utilizó un pletismógrafo tipo Angiodin PD 3000.

Se emplearon las herramientas habituales de la estadística descriptiva y se utilizaron las pruebas de hipótesis para comparar los diferentes grupos involucrados en el estudio.

Se empleó en todos los casos una confiabilidad del 95%.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio un total de 462 pacientes, de los cuales 161 eran diabéticos y 301 no diabéticos. El total de extremidades evaluadas (unidades de observación) fue de 851: 571 de pacientes no diabéticos y 280 de pacientes diabéticos.

En lo referente a la edad los no diabéticos presentaron una edad promedio de 53,94 y una desviación típica de 13,34, mientras que los diabéticos presentaron una edad promedio de 62,09 y una desviación típica de 15,63 años.

De forma general el 43% de los pacientes estudiados pertenecían al sexo femenino.

La [tabla 1](#) permite calcular la exactitud: 90,5%, sensibilidad: 90%, especificidad: 91,1%, valor predictivo positivo: 88%, valor predictivo negativo: 92,5% y razón de verosimilitud: 10,0 para todas las extremidades estudia con la fotopleletismografía AC y el índice tobillo/brazo.

La [tabla 2](#) muestra los resultados para los pacientes no diabéticos: exactitud 90,8%, sensibilidad: 92%, especificidad: 90%, valor predictivo positivo: 88%, valor predictivo negativo: 94% y razón de verosimilitud: 9,22.

La [tabla 3](#), por su parte, muestra los resultados para los pacientes diabéticos: exactitud 90,0%, sensibilidad: 85%, especificidad: 93%, valor predictivo positivo: 88%, valor predictivo negativo: 91% y razón de verosimilitud: 12,0.

Una de las limitantes que presenta la fotopleletismografía digital para el estudio de la circulación se presenta cuando estamos en presencia de una señal de muy baja amplitud; este tipo de señal no permite analizar las características morfológicas de la señal, por lo que aceptamos que el cambio de volumen que durante el ciclo cardiaco se registra en la periferia es pequeño, pero no podemos, a priori, realizar una clasificación efectiva de la severidad de la lesión.

Con la intención de profundizar en las posibilidades de análisis que brinda la fotopleletismografía, realizamos un análisis de los valores de índices tobillo/brazo que caracterizaban a las señales fotopleletismográficas planas y semiplanas. Se consideró como señales planas a aquellas cuya amplitud no era observable ni en la pantalla del equipo ni en el papel de registro con ganancia máxima del equipo (ganancia 4). Se consideró como señal semi-plana a aquella cuya amplitud era menor de 2 milímetros con ganancia máxima del equipo (ganancia 4).

La [tabla 4](#) permite observar los valores de índices de presiones y de presiones sistólicas en correspondencia con la morfología de la señal en extremidades de pacientes no diabéticos, mientras que la [tabla 5](#) muestra similares resultados para pacientes diabéticos. Las cantidades correspondientes de extremidades en cada grupo se destacan entre paréntesis.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas para las variables correspondientes entre diabéticos y no diabéticos. Por el contrario, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para los valores individuales y las medias de las presiones sistólicas en diabéticos y no diabéticos, y los valores individuales y las media de los índices tobillo/brazo sólo en no diabéticos. Ni los valores individuales, ni las medias de los índices tobillo/brazo de los pacientes diabéticos mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Otro importante elemento en la morfología de la curva fotopleletismográfica lo constituye el tiempo o la velocidad de ascenso de la misma. A este segmento de la curva se le reconocen relaciones importantes con la elasticidad arterial y se encuentra fuertemente vinculado a la asimetría de la señal fotopleletismográfica.

La [tabla 6](#) muestra el tiempo hasta la amplitud máxima (TAM), la duración total de la onda fotopleletismográfica (TT) y la relación entre el tiempo hasta la amplitud máxima el tiempo total de duración de la onda fotopleletismográfica (TAM/TT) para 289 extremidades de pacientes no diabéticos y 157 de pacientes con índice tobillo/brazo en valores normales.

Las extremidades pertenecientes a sujetos normales no diabéticos muestran un tiempo de ascenso significativamente menor que las correspondientes de los sujetos diabéticos con índices normales ($p < 0,05$).

Con la intención de normalizar los valores de tiempo de ascenso y de relación entre este tiempo y la duración total de la curva fotopleletismográfica con respecto a la duración absoluta de la curva y de esta forma minimizar el posible efecto que pudiera producir sobre estas variables la frecuencia cardíaca, estudiamos las rectas de regresión de estas variables tanto para no diabéticos como para diabéticos.

Las rectas de regresión del tiempo hasta la amplitud máxima respecto al tiempo total de duración y de las relaciones de tiempos respecto a tiempo total de duración fueron:

$Y = 0,1623 X + 1,514$ ($p < 0,05$) e $Y = -0,0031X + 0,3009$ ($p < 0,05$) respectivamente.

Para el caso de los pacientes diabéticos las mismas rectas de regresión fueron:

$Y = 0,1046 X + 3,3506$ ($p < 0,05$) e $Y = -0,0080 X + 0,4357$ ($p < 0,05$) respectivamente. Se observa que la corrección que se desprende de las rectas de regresión, en especial en las curvas que involucran las relaciones de tiempo, dependen fundamentalmente de los términos independientes y son menores en los pacientes no diabéticos.

DISCUSIÓN

El análisis cuantitativo de la curva fotopleletismográfica ha merecido algunos estudios muy interesantes que pueden ser revisados en la literatura especializada,^{10, 13-15} aunque en la práctica su evaluación cualitativa se ha extendido de forma importante por la rapidez que permite en el diagnóstico de enfermedades arteriales.¹⁸ Resulta, sin embargo, muy difícil evadir en estos análisis la carga subjetiva que rodea a cada investigador o estudio en particular, por lo que sería de gran importancia homogeneizar alguna posible forma de evaluar las señales

obtenidas. Los resultados de este estudio de validación, que coinciden de forma general con los de Allen y col (2005), muestran, a nuestro juicio, el interés de continuar un proceso de homogenización en la forma de evaluar las señales fotopleletismográficas.

Si consideramos como normales a aquellas señales con fase de ascenso rápida y fase de descenso cóncava, y sólo en el caso de descenso recto o convexo cuando se acompaña de un claro dicrotismo observamos que logramos una exactitud alrededor del 90% en todos los casos, con valores de sensibilidad y especificidad realmente muy satisfactorios para un procedimiento tan rápido, fácil y barato.

La selección del tipo de señal a considerar como normal no fue gratuita ni casual. Un análisis simplificado de la fisiopatología de las condicionantes de la señal fotopleletismográfica que se registra en las extremidades lleva a esa conclusión: la relación que se produce entre la contracción cardíaca y la correspondiente inyección de gran cantidad de sangre a alta velocidad y, por ende cargada de mucha energía, en la circulación arterial, la elasticidad del árbol arterial normal, y el movimiento pendular de la sangre, como consecuencia del cierre temprano de la válvula aórtica, trae como consecuencia que sólo estructuras arteriales con elasticidad conservada y sin obstrucciones importantes en su interior (fundamentalmente, placas de ateromas), sean capaces de transmitir, de forma adecuada, los elementos morfológicos que caracterizan a la señal fotopleletismográfica en la periferia. Un volumen de pulso observable sin mucha dificultad en los dedos presupone la existencia de un adecuado volumen sistólico y de, al menos, un nivel de elasticidad y ausencia de obstrucción en el árbol arterial que garantice una buena transmisión hasta la periferia. Este elemento condicionaría la existencia de una señal fotopleletismográfica como primera característica morfológica a identificar. Un segundo escalón en el nivel, fundamentalmente, de elasticidad arterial lo produciría un tiempo de transmisión del pico sistólico del volumen de pulso en correspondencia con los valores de tiempo de duración de la sístole y diástole. Esto significaría la existencia de un tiempo de ascenso de la curva de volumen sistólico bastante corto. En nuestro estudio, este tiempo de ascenso en sujetos normales alcanzó un valor máximo cercano al 30% de la duración total de la onda fotopleletismográfica, lo cual traería como consecuencia la existencia de una señal asimétrica, en términos de tiempo de ascenso, mucho menor que el tiempo de descenso. Por último, la adecuada transmisión de un accidente fisiopatológico de alta frecuencia, como el movimiento pendular de la sangre producto del cierre temprano de la válvula aórtica y el choque de la sangre contra la misma, produciría la existencia en la señal periférica del dicrotismo. Disminuciones, aún en términos ligeros, de la elasticidad arterial, pudieran conllevar a una ausencia del dicrotismo en la señal fotopleletismográfica digital. De forma tal, que una señal normal debería estar presente, ser asimétrica y presentar dicrotismo. En este sentido, es importante señalar que aunque es fundamental una necesaria experiencia para identificar las señales normales adecuadamente, la misma se obtiene de forma rápida y sin necesidad de un gran entrenamiento

El cálculo de las razones de verosimilitud permitió conocer las probabilidades de diagnóstico de certeza para registros patológicos contra registros normales. Estos valores se situaron entre 9 y 12 veces mayores para pacientes con curvas normales que con curvas patológicas. A partir de este momento podemos cuantificar la importancia de observar una fotopleletismografía patológica, lo cual es muy útil para establecer pautas a seguir con un paciente en concreto.

Resulta necesario aventurar, al menos, un breve comentario a las diferencias observadas entre diabéticos y no diabéticos. Es bien conocida la influencia que la esclerosis de la túnica media arterial ejerce sobre la medición de las presiones arteriales en las extremidades de los diabéticos. Como quiera que empleamos con

regla de oro el índice tobillo/brazo, consideramos indispensable la separación de los pacientes a partir de este posible factor de confusión. Hay que reconocer, sin embargo, que las diferencias encontradas fueron ligeras y que, en el caso de los índices, ni siquiera alcanzaron el valor de 0,15 considerado de forma general como valor discriminante de esta variable.

El análisis de las curvas planas o semiplanas abre un capítulo para la evaluación de señales, evidentemente patológicas, pero que escapan a un análisis más detallado como el que ofrece la medición de la presión sistólica o el índice tobillo/brazo, y se convierte en un arma de inestimable valor, en especial, para el estudio de grandes poblaciones en la atención primaria. En estas poblaciones, a veces, no es posible realizar exámenes de tipo doppler por el costo, sobre todo, en tiempo, lo que constituye un factor primordial al evaluar grandes poblaciones.

El análisis, por último, del tiempo de ascenso de la curva fotopleletismográfica y, muy en especial, de la relación entre tiempo de ascenso y duración total de la misma permite avizorar posibilidades de empleo de esta variable, con su debida normalización en función de la duración total de la señal y su obligada validación, como una posible herramienta en el diagnóstico temprano de lesión vascular, lo cual propiciaría una extensión de estos resultados a la atención primaria de salud. Es necesario señalar que, aunque el tiempo de ascenso es una variable mucho más fácil de medir que la relaciones entre diferentes tiempos, presenta el inconveniente de depender de la velocidad de registro de la señal fotopleletismográfica. En la práctica clínica habitual esta señal se registra a una velocidad de 25mm/s, pero en determinadas ocasiones pudiera registrarse a otras velocidades, lo cual se prestaría a confusiones diagnósticas. Por esta razón consideramos como más útil la relación entre el tiempo de ascenso y la duración total de la curva, amén de carecer de unidades y presentar menor variación, lo que la convierte en una variable mucho más atractiva.

En resumen podemos afirmar que la forma de análisis sugerida para la curva fotopleletismográfica es eficiente, simple y rápida y pudiera ser de utilidad en el diagnóstico de la insuficiencia arterial de miembros inferiores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allen J Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiol Meas.* 2007; 28(3):R1-R39.
2. Fronek A . Photoplethysmography in the diagnosis of venous disease. *Dermatol Surg.* 1995; 21(1):64-6.
3. Incze A , Lazar I , Abraham E , Copotoiu M , Cotoi S . The use of light reflection rheography in diagnosing venous disease and arterial microcirculation. *Rom J Intern Med.* 2003; 41(1):35-40.
4. Fronek A , Vanderweijer I . Noninvasive determination of venomuscular efficiency. *J Vasc Surg.* 2003; 37(4):839-41.
5. Stucker M , Reich S , Robak-Pawelczyk B , Moll C , Rudolph T , Altmeyer PJ , Weindorf NG , Hirche H , Gambichler T , Schultz-Ehrenburg U . Changes in venous refilling time from childhood to adulthood in subjects with apparently normal veins. *J Vasc Surg.* 2005; 41(2):296-302.

6. Fronck A , Kim R , Curran B . Non-invasively determined ambulatory venous pressure. *Vasc Med*. 2000; 5(4):213-6.
7. Jonsson B , Laurent C , Eneling M , Skau T , Lindberg LG Automatic ankle pressure measurements using PPG in ankle-brachial pressure index determination. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2005; 30(4):395-401.
8. Spigulis J Optical noninvasive monitoring of skin blood pulsations. *Appl Opt*. 2005; 44(10):1850-7.
9. Jonsson B , Laurent C , Skau T , Lindberg LG . A new probe for ankle systolic pressure measurement using photoplethysmography (PPG). *Ann Biomed Eng*. 2005; 33(2):232-9.
10. Schultz-Ehrenburg U , Blazek V . Value of quantitative photoplethysmography for functional vascular diagnostics. Current status and prospects. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol*. 2001; 14(5):316-23.
11. Foo JY , Lim CS . Dual-channel photoplethysmography to monitor local changes in vascular stiffness. *J Clin Monit Comput*. 2006; 20(3):221-7.
12. Burkert A , Scholze A , Tepel M . Noninvasive continuous monitoring of digital pulse waves during hemodialysis. *ASAIO J*. 2006; 52(2):174-9.
13. Otsuka T , Kawada T , Katsumata M , Ibuki C Utility of second derivative of the finger photoplethysmogram for the estimation of the risk of coronary heart disease in the general population. *Circ J*. 2006; 70(3):304-10.
14. Chen JY , Tsai WC , Lin CC , Huang YY , Hsu CH , Liu PY , Chen JH Stiffness index derived from digital volume pulse as a marker of target organ damage in untreated hypertension. *Blood Press*. 2005; 14(4):233-7.
15. Hashimoto J , Watabe D , Kimura A , Takahashi H , Ohkubo T , Totsune K , Imai Y . Determinants of the second derivative of the finger photoplethysmogram and brachial-ankle pulse-wave velocity: the Ohasama study. *Am J Hypertens*. 2005; 18:477-85.
16. Allen J , Murray A . Comparison of three arterial pulse waveform classification techniques. *J Med Eng Technol*. 1996; 20(3):109-14.
17. Whiteley MS , Fox AD , Horrocks M Photoplethysmography can replace hand-held Doppler in the measurement of ankle/brachial indices. *Ann R Coll Surg Engl*. 1998; 80(2):96-8.
18. Allen J , Oates CP , Lees TA , Murray A . Photoplethysmography detection of lower limb peripheral arterial occlusive disease: a comparison of pulse timing, amplitude and shape characteristics. *Physiol Meas*. 2005; 26(5):811-21.

Recibido: 31 de julio del 2007.

Aprobado: 22 de agosto del 2007.

Alfredo Aldama Figueroa. Dr. Ciencias Médicas. Especialista 2. Grado en Fisiología Normal y Patológica. Santa Ana 753 e/ Factor y Este, Plaza de la Revolución , Ciudad Habana, Cuba. aldama@infomed.sld.cu

†Barbarita, siempre te recordaremos

Tabla 1. Distribución total de las extremidades estudiadas clasificadas según la morfología fotopleletismográfica y el valor de los índices tobillo/brazo.

Fotopleletismografía				
		Patológico	Normal	Total
Índice	Patológico	325	36	361
Tobillo/brazo	Normal	44	446	490
	Total	369	482	851

Tabla 2. Distribución de las extremidades estudiadas según la morfología fotopleletismográfica y el valor de los índices tobillo/brazo en pacientes no diabéticos

Fotopleletismografía				
		Patológico	Normal	Total
Índice	Patológico	230	20	250
Tobillo/brazo	Normal	32	289	321
	Total	262	309	571

Tabla 3. Distribución de las extremidades estudiadas según la morfología fotopleletismográfica y el valor de los índices tobillo/brazo en pacientes diabéticos

Fotopleletismografía				
		Patológico	Normal	Total
Índice	Patológico	95	16	111
Tobillo/brazo	Normal	12	157	169
	Total	107	173	280

Tabla 4. Presiones sistólica (mmHg) de las extremidades e índices tobillo/brazo para curvas fotopleletismográficas planas y semiplanas en pacientes no diabéticos

	Planas (35)	Semiplanas(13)	
Índice pedia	0,35 ± 0,15	0,58 ± 0,24	p<0,05
Índice T posterior	0,39 ± 0,16	0,61 ± 0,23	P<0,05
Promedio índices	0,37 ± 0,16	0,60 ± 0,24	p<0,05
Presión pedia	47,8 ± 22,63	73,07 ± 20,97	P<0,05
Presión T Posterior	53,94 ± 22,37	76,92 ± 20,15	P<0,05
Promedio de presiones	50,89 ± 21,99	75,00 ± 20,00	p<0,05

Tabla 5. Presiones sistólica (mmHg) de las extremidades e índices tobillo/brazo para curvas fotopleletismográficas planas y semiplanas en pacientes diabéticos

	Planas (14)	Semiplanas (13)	
Índice pedia	0,41 ± 0,19	0,46 ± 0,22	ns
Índice T posterior	0,43 ± 0,22	0,49 ± 0,24	ns
Promedio índices	0,42 ± 0,20	0,48 ± 0,23	ns
Presión pedia	56,00 ± 27,49	84,34 ± 28,16	p<0,05
Presión T Posterior	59,84 ± 31,59	87,26 ± 34,51	P<0,05
Promedio de presiones	57,92 ± 29,15	86,13 ± 32,49	p<0,05

Tabla 6. Tiempo hasta la amplitud máxima (TAM en milímetros y milisegundos), duración total de la onda (TT en milímetros y milisegundos) y relación entre el tiempo hasta la amplitud máxima con respecto al tiempo total de duración de la onda fotopleletismográfica (TAM/TT) en extremidades de pacientes diabéticos y no diabéticos con índice tobillo/brazo en valores normales

	No Diabéticos (289)	Diabéticos (157)
	Media en mm (ms) ± DS	Media en mm (ms) ± DS
TAM	5,01 (200,4) ± 1,06	5,59 (223,6) ± 0,96
TT	21,48 (859,2) ± 3,49	21,37 (854,8) ± 3,00
TAM/TT	0,2345 ± 0,0457	0,26 ± 0,05