

VALORACIÓN VASCULAR DEL PIE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL DOPPLER LINEAL

Manuel Pardo Ríos¹, Carlos Blasco García², Enrique Giralt de Veciana³,
F. L. Bernal Pérez⁴, P. Barrial Marcos⁵, J. M. Felices Abad⁶

1. Diplomado en Podología y en Enfermería.
2. Diplomado en Podología.
3. Diplomado en Podología. Profesor Titular de la Escuela Universitaria de Podología de la Universidad de Barcelona.
4. Diplomado en Enfermería. Unidad de Vascular Intervencionista del H.U.V.A.
5. Diplomado en Enfermería. Unidad de Vascular Intervencionista del Hospital USP de Murcia.
6. Dr. Radiología Vascular Intervencionista del H.U.V.A.

CORRESPONDENCIA

Manuel Pardo Ríos.
c/ Molineros 6, Aljucer.
30152 Murcia.
Teléfono: 600757347.
Fax 968290105.
E-mail:
manuelpodologo@hotmail.com

RESUMEN

La enfermedad vascular periférica o EAP es aquella en la cual las arterias que llevan la sangre de brazos o piernas se estensan u ocluyen, disminuyendo o aboliendo la perfusión sanguínea. Los síntomas más comunes de la EVP son los dolores en las piernas, en particular cuando se camina (claudicación intermitente). Otros síntomas pueden incluir palidez y parestesias en las piernas. En casos severos, los pacientes pueden desarrollar úlceras o lesiones tróficas de difícil curación en la pierna o en el pie, llegando, en casos extremos, a la gangrena, condición grave que puede requerir la amputación parcial o total de una pierna o un pie.

La correcta valoración vascular del pie es fundamental para conocer el aporte arterial del mismo ya que si este es insuficiente nuestros tratamientos pueden ser infructuosos. La valoración vascular se muestra por lo tanto como un elemento de extrema relevancia, debiendo ser realizado por profesionales, medios y técnicas idóneos. La tecnología actual, nos ha permitido poder realizar este tipo de análisis de manera no invasiva, rápida y económica por medio del doppler lineal.

El doppler lineal se basa en un sistema de ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonido) y un sistema (informático) para generar imágenes, gráficos o sonidos del flujo de los vasos sanguíneos, tejidos y órganos.

Mediante la interpretación de los resultados tanto cualitativos (Gráficos) como cuantitativos (ITB: Índice Tobillo Brazo) se pueden establecer protocolos de evaluación, control y seguimiento de todos aquellos pacientes que presenten un riesgo vascular del pie. Los resultados patológicos severos deben ser estudiados con mayor profundidad recomendándose la derivación de dichos pacientes para recurrir a Pruebas Diagnósticas de imagen que complementen nuestro estudio hemodinámico.

ABSTRACT

The peripheral vascular disease or PVD is an illness in which the arteries that carry the blood from the arms and legs become constricted or blocked, reducing the flow of blood. The most common symptoms of PVD are leg pains, especially when walking (intermittent claudication). Other symptoms may include pallor and paraesthesia in the legs. In severe cases, patients may develop ulcers in the leg or foot which are difficult to cure, and in extreme cases it may reach a point of gangrene, a serious condition which may require a partial or total amputation of the leg or the foot.

The correct vascular evaluation of a foot is fundamental in order to know how much blood reaches the area, given that if there is not enough our treatments may fall. The vascular evaluation is therefore an extremely relevant element, which must be carried out ideally by professionals, with adequate means and techniques. The current technology has allowed us to carry out this type of non-invasive, quick and economical analysis by using the Linear Doppler.

The Linear Doppler uses a series of high frequency sound waves (ultrasonic) and a computer system to generate images, graphics and sound of the flow of the blood through vessels, tissue and organs.

Through the interpretation of the results, both the qualitative (graphics) as well as quantitative (ABPI: Ankle Brachial Pressure Index) results make it possible to establish evaluation protocols, control and follow up of all those patients that present a risk of suffering vascular disease of the foot. The severe pathological results must be studied for further consideration, recommending the patients be sent on for further Image Diagnostic Tests that complements our hemo-dynamic study.

PALABRAS CLAVES

Doppler, Isquemia, ITB.

KEY WORDS

Doppler, Ischaemia, ABPI (Ankle Brachial Pressure Index).

INTRODUCCIÓN

Existen un gran número de consecuencias derivadas de la Diabetes Mellitus, una de las que tienen gran relevancia son las patologías vasculares que dicha enfermedad genera; los pacientes diabéticos tienen entre 2 y 4 veces incrementado el riesgo de desarrollar una alteración vascular (claudicación intermitente, lesiones dérmicas, etc.)¹; de nuestra capacidad profesional para prevenirlos, diagnosticarlos y tratarlos va a depender en gran medida la evolución y calidad de vida del paciente diabético.²

El sistema vascular es un sistema encargado de conectar, nutrir y oxigenar los distintos tejidos de nuestro cuerpo. Si falla o se deteriora comienzan a aparecer problemas de diversa consideración. Las zonas acras son, por lo tanto, las más susceptibles de pérdida o disfunción del aporte sanguíneo por lo que es en el pie donde estos problemas son de mayor relevancia tanto cualitativa como cuantitativamente.³

Según Boulton et al, el 70% de las ulceraciones en los pies diabéticos son de origen neuropático puro, entre el 15 y el 20% son isquémicas y el otro 15-20% son neuro-isquémicas, aunque según estos datos la mayoría de lesiones tendrán un etiología neurológica, no hay que obviar que la etiología vascular-isquémica puede llegar a ser del 30 al 40%.⁴

La correcta valoración vascular del pie es fundamental para conocer el aporte arterial del mismo ya que si este es insuficiente nuestros tratamientos van a ser infructuosos. Debe basarse inicialmente en una buena exploración física con especial atención a la palpación de pulsos; existencia de soplos y presencia de signos clínicos de isquemia como cianosis, frialdad, palidez...). En aquellos pacientes que presenten una enfermedad sistémica de base (diabetes mellitus, hipertensión, dislipemias, etc.); en los casos en los que se detecte alguna alteración o patología de gravedad se debe proceder a la derivación del paciente para estudiar la idoneidad de realizar pruebas complementarias, tratamientos farmacológicos (por medio de antiagregantes o agentes hemorreológicos) o revascularizador.⁵

La valoración vascular se muestra por lo tanto como un elemento de extrema relevancia, debiendo ser realizado por profesionales adiestrados en dicho campo y mediante los medios y técnicas idóneos. La tecnología actual, nos ha permitido poder realizar este tipo de evaluaciones de manera no invasiva, rápida y económica por medio del doppler lineal.⁶⁻⁹

FUNDAMENTOS FÍSICOS

El efecto Doppler es el fenómeno por el cual la frecuencia de una onda recibida después de la reflexión por un objeto en movimiento se cambia por aquella que tenía al salir de su fuente. Cristian Doppler (1803-1853) publicó sus estudios en 1843 aunque hasta 1846 no fueron aceptados. La aplicación de dicho efecto en medicina se retrasa hasta el año 1957 en el que Satomura utiliza dicho efecto para analizar la estructura del corazón. En 1960 Satomura y Kaneko realizaron la primera descripción del doppler como medio de análisis no invasivo de las arterias periféricas.^{10,11}

La mayor parte de las aplicaciones médicas del efecto Doppler en ultrasonidos utilizan transductores estacionarios más o menos coincidentes para transmitir y recibir las ondas ultrasónicas. Los sistemas de análisis se basan en un sistema de ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonido) y un sistema informático para generar imágenes, gráficos o sonidos del flujo de los vasos sanguíneos, tejidos y órganos. No se han confirmado efectos biológicos adversos en los pacientes u operadores del instrumento provocados por la exposición al ultrasonido.^{12,13}

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN

A continuación se describen los pasos e indicaciones para el desarrollo de la exploración vascular a nivel del pie.¹⁴⁻¹⁸

- 1) Posición del paciente en decúbito supino o sentado con las piernas estiradas (la angulación entre el tronco y las extremidades inferiores no debe ser menor de 120 grados). Se recomienda dejar al paciente en dicha posición un mínimo de 5 minutos antes de empezar con la exploración.
- 2) Colocar el manguito del esfingo-manómetro unos 10 cm más proximal que la zona donde se va a realizar la medición. Determinar la zona donde se va a realizar la medición:
 - **Extremidad Superior:** Arteria Radial (localizada en la zona palmar externa de la articulación de la muñeca) o preferiblemente en la Arteria Braquial (localizada en la zona antero-medial de la articulación del codo). En el caso de seleccionar la Arteria Braquial podemos utilizar un fonendoscopio en lugar de la sonda doppler. (Ver Gráfico 1)

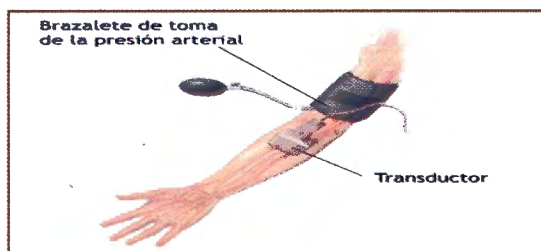


Gráfico 1. Toma de Tensión Arterial en la Arteria Braquial (Fuente A.D.A.M.)

- **Extremidad Inferior:** Arteria tibial posterior (localizada en la zona posterior y postero-inferior al maléolo tibial) o Arteria Pédia (localizada lateralmente al extensor largo del primer dedo y medial al extensor largo de los dedos). (Ver Gráfico 2 y 3)



Gráfico 2. Toma de Tensión Arterial en la Arteria Tibial Posterior

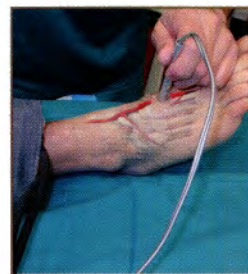


Gráfico 3. Toma de Tensión Arterial en la Arteria Pédia

- 2) Aplicar Gel Conductor de Ultrasonidos en la zona; sujetar la sonda del doppler con una angulación sobre la arteria de entre 45 a 60 grados en dirección contraria a la dirección de la circulación arterial y localizar la arteria mediante movimientos lentos.
- 3) Elevar la presión ejercida por el manguito bombeando aire y manteniendo la llave de salida cerrada con lo que dejaremos de escuchar el pulso (se suele elevar entre 15-20 mmHg sobre la TA Sistólica).
- 4) Dejaremos escapar el aire lentamente (a una velocidad aproximada de 2 mmHg/seg.) hasta que se vuelva a escuchar de nuevo el pulso, momento en el que anotaremos cual es el valor registrado por la aguja.
- 5) Realizamos el proceso de manera bilateral tanto en la extremidad superior como en la inferior de todas aquellas arterias que queramos estudiar (se recomienda como mínimo estudiar las Arterias Braquiales y las Arterias Tibiales Posterior).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cuando realizamos un estudio vascular con doppler lineal básicamente obtenemos un registro acústico y gráfico, es decir, realizamos una valoración sonográfica. Pero además podemos calcular un índice como resultado de la comparación entre las presiones arteriales sistólicas del miembro inferior con el del superior.¹⁹⁻²²

A) ÍNDICE DE TOBILLO-BRAZO

El índice tobillo brazo se calcula dividiendo la presión arterial sistólica del tobillo (arteria tibial posterior o arteria pedía) entre la presión arterial sistólica del brazo (principalmente arteria braquial). Realizaremos la medición en ambos brazos y se cogerá para calcular el índice la presión sistólica de miembro superior que más elevada esté. Lo podemos encontrar con las siglas ITB, pero también, con las siglas ABPI del término anglosajón Ankle Brachial Pressure Index o como Índice de Yao ya que junto a sus colaboradores fue uno de sus mayores precursores.

Los valores posibles que podemos encontrar van a estar comprendidos en el intervalo entre 0 y >1,40. Dependiendo del valor que determinemos para cada paciente se puede hacer una valoración aproximada de la perfusión arterial del pie que nos servirá de manera orientativa; unido al resto de la exploración para determinar que pruebas complementarias o actuación seguir con cada caso determinado. (Ver Tabla 1)

Los intervalos que podemos encontrar son:

- **Patológico entre 0 y 0,8**
- **Grave entre 0 y 0,5:** afectación arterial multi-segmentaria; muy probablemente requiera una intervención quirúrgica para revascularizar o repermeabilizar las arterias (un ejemplo puede ser la angioplastia).
- **Moderado entre 0,5 y 0,8:** afectación arterial segmentaria; se puede recomendar la realización de pruebas diagnósticas complementarias así como medidas dietéticas (dieta que favorezca la disminución del colesterol, triglicéridos, etc.) y saludables (abstención absoluta de fumar, paseos diarios, etc.).
- **No Patológico entre 0,8 y 1,20**
- **Normal entre 0,8 y 1** (la disminución del aporte sanguíneo tan ligera con respecto al brazo es aceptable como normal).
- **Óptimo entre 1 y 1,2** (es el valor ideal de perfusión para el miembro inferior).
- **Dudoso mayor de 1,30**
- **Valores superiores a 1,30** deben de hacernos dudar por que en pacientes con **Arteriosclerosis** en forma de calcificación arterial. La realización de este índice puede ofrecer falsos valores positivos ya que el endurecimiento de las arterias periféricas trae como consecuencia que se deba ejercer una gran presión con el manguito para poder comprimir las arterias, sin que exista realmente una adecuada perfusión de esa zona. Se puede realizar una radiografía simple para valorar las posibles calcificaciones arteriales. Además puede existir también Arteriosclerosis Crónica en los casos siguientes:
 - PAS Tobillo superior a 300 mmHg.
 - PAS Tobillo superior en 75 mmHg. a la obtenida en el brazo.

En pacientes obesos, con gran edema o con una estenosis arterial importante en ocasiones no se puede localizar el pulso en una o varias arterias, con lo que es imposible la realización de dicho índice. A veces este problema se soluciona utilizando sondas más sensibles (de menos MHz).

B) REGISTRO GRÁFICO

La señal acústica que nos da el doppler podemos transformarla en una señal gráfica (se puede realizar una impresión o visualizarla en la pantalla del sistema). La señal gráfica que dispondremos básicamente se corresponde con una onda o curva de velocidad con relación al tiempo en la que, la amplitud de la onda, está directamente relacio-

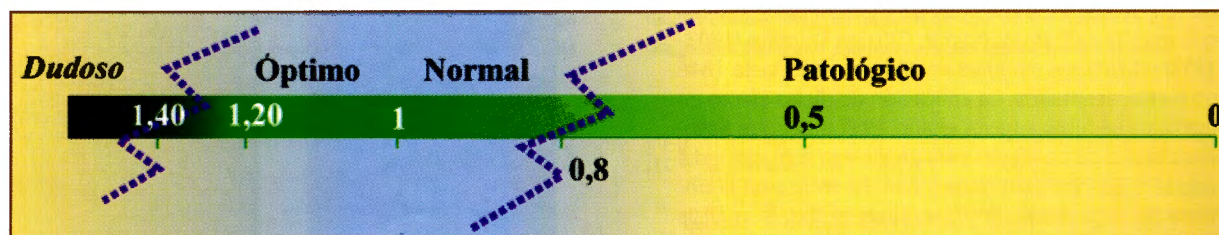


Tabla 1. Esquema ITB

nada con la cantidad de flujo que pasa por el vaso que estemos estudiando. La curva normal en los miembros inferiores tiene un trazado trifásico en el que se distingue un componente sistólico, de ascenso rápido y amplio, seguido por dos ondas: una negativa (repleción diastólica) y otra positiva (fase final anterógrada). (Ver Gráfico 4)

La morfología de la curva de velocidad doppler sufre normalmente un discreto cambio a medida que se avanza en sentido distal en el sistema arterial. De todos modos, variaciones importantes en las características morfológicas de la curva de velocidad traducen lesiones que pueden ser hemodinámicamente significativas. Una estenosis proximal aumenta el tiempo de aceleración y borra el componente negativo, por lo tanto, la oclusión arterial da lugar a curvas anchas, de poca altura, en las que el tiempo de aceleración se halla considerablemente alargado. (Ver Gráfico 5)

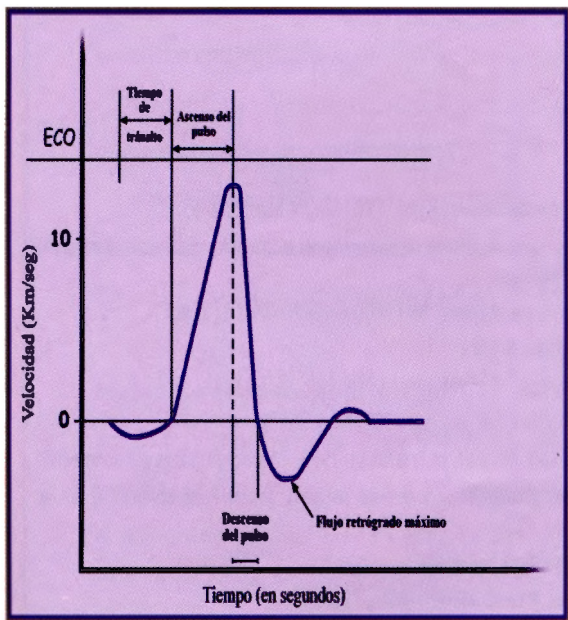


Gráfico 4. Esquema Curva Normal (Trazado Trifásico)

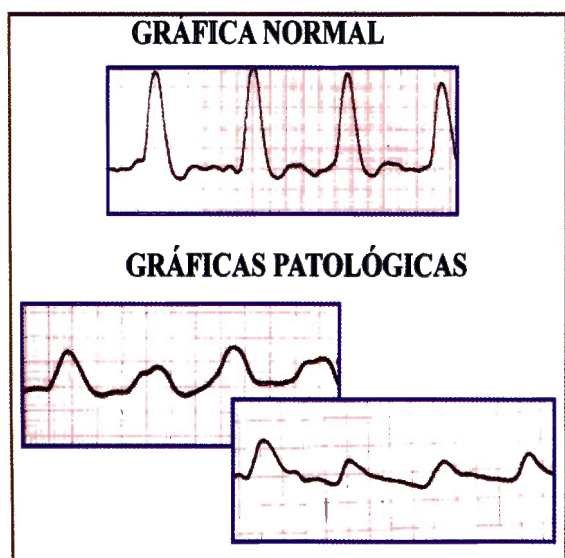


Gráfico 5. Ejemplos de Curvas Normales y Patológicas

DISCUSIÓN

El "pie diabético" supone en la actualidad un problema en constante progresión provocando una sobrecarga de los servicios socio-sanitarios además de unas consecuencias de gravedad para los pacientes diabéticos que no son evaluados, diagnosticados y tratados correctamente tanto de su enfermedad de base como de todas las asociadas.²³⁻²⁵

El doppler debe ser utilizado como un medio de análisis y seguimiento de todos aquellos pacientes con el alto riesgo de padecer una Enfermedad Vascul ar Periférica, es decir, en los pacientes que obtengan unos índices dentro de la normalidad se deben seguir realizando revisiones periódicas (6 ó 12 meses) dependiendo de cada caso. En algunos casos las valoraciones tanto cualitativas como cuantitativas darán resultados patológicos severos debiéndose estudiar con mayor profundidad; en ambos casos se recomienda recurrir a una valoración por el especialista y valorar la necesidad de Pruebas Diagnósticas de Imagen.

Las Pruebas Diagnósticas de Imagen en la actualidad ofrecen un gran abanico de sistemas y de modelos de análisis y valoración. En el primer grupo de estas pruebas diagnósticas nos encontramos las No Invasivas (Eco-Doppler, Angio-TAC y Angio-RM), el segundo grupo serían las Invasivas (Arteriografía). (Ver Tabla 2)

Después de realizar un examen exhaustivo del paciente en los casos de mayor gravedad se optará por realizar una Cirugía Vascul ar (Cirugía arterial directa o Procedimientos Endovasculares con la finalidad de repermeabilizar o revascularizar el sistema arterial afectado.²⁶

El protocolo de actuación que recomendamos (utilizando las referencias marcadas en el Consenso 2004 Sobre Úlceras Vasculares y Pie Diabético de la A.E.E.V.) para seguir según el ITB que presente el paciente es el siguiente:²¹

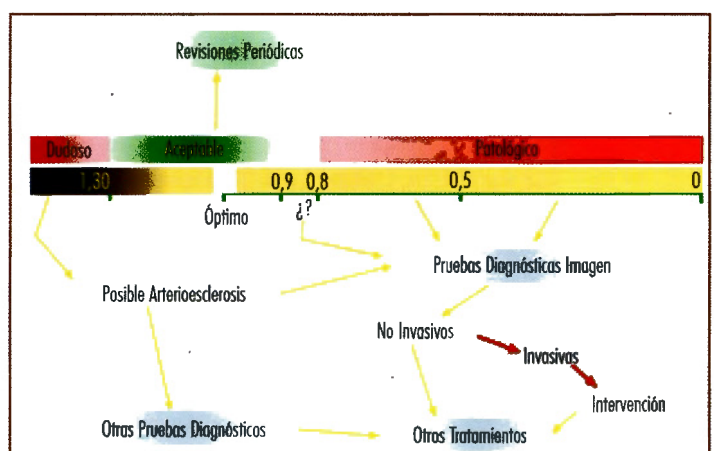


Tabla 2. Esquema de Toma de Decisiones en Relación al ITB

Según algunos estudios sobre pacientes con Enfermedad Vascul ar Periférica, se ha demostrado que la calidad de vida relacionada con la salud tiene una correlación débil con el ITB y la Clínica de la Patología Vascul ar presentada por el paciente, es decir, la medi-

ción y evaluación de estos dos parámetros (de carácter clínico) no son un referente fiable para la interpretación de la calidad de vida de los pacientes (objetivo prioritario de toda actuación sanitaria). Con ello resaltar que además de las valoraciones clínicas no se deben obviar la realización de estudios y valoraciones más holísticas de este tipo de pacientes.²⁷

CONCLUSIONES

La valoración vascular del miembro inferior se debe de realizar de manera holística prestando aten-

ción a la clínica que presenta el paciente, patológicas asociadas y pruebas complementarias.

Mediante la interpretación de los resultados tanto cualitativos (Gráfica) como cuantitativos (ITB) se pueden establecer protocolos de evaluación, control y seguimiento de todos aquellos pacientes que presenten un riesgo vascular del pie.

Los profesionales sanitarios deben de incluir la prevención entre uno de sus principales objetivos:

"La ulcera mejor tratada es aquella que ha sido prevenida"

BIBLIOGRAFÍA

1. Ouriel K. "Peripheral Arterial disease". *Lancet*. 2001; 358, 1257-62.
2. Olin J. W. "Management of patients with intermittent claudication". *Int J Clin Pract*. 2002; 56, 687-693.
3. Bochoo P. "Peripheral arterial disease". *Clin Evid*. 2004 Dec;(12):144-58.
4. Boulton AMJ. "Guidelines of the diagnosis and outpatient management of the peripheral neuropathy". *Diabetes Metab*. 1998 Nov;24 Suppl 3:55-65.
5. Martos Medina D, Morillas Suarez C, Torres Latorre MA, "Tratamiento de úlceras neuropáticas grado I y II de la escala de Wagner en pacientes diabéticos". Monografía del XXXIII Congreso Nacional de Podología, pag 409-419, Editado por el Consejo General de Podólogos.
6. Richard Donnelly, David Hinwood, Nick J M London. "Non-invasive methods of arterial and venous assessment" *BMJ* 2000;320:698-701 (11 March)
7. William Humphreys. "The painful red foot-inflammation or ischaemia?" *BMJ* 1999;318:925-926 (3 April)
8. McGee SR, Boyko EJ. "Physical examination and chronic lower-extremity ischaemia. A critical review." *Arch Intern Med* 1998; 158: 1357-1364.
9. Brearley S, Shearman CP, Simms MH. "Peripheral pulse palpation: an unreliable physical sign". *Ann R Coll Surg Engl* 1982; 74: 169-171.
10. O'Conor, J. J.; Robertson, E.F. "Christian Andreas Doppler". School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews. 1998. "Vascular Diagnosis with Ultrasound"
11. Yao, S.T. "Experience with the Doppler ultrasound flow velocity in peripheral vascular disease." *Modern Trends in Vascular Surgery 1*; London Butterworth 1970 (a), pp 281-309.
12. Hennerici, M.; Neuerburg-Heusler, D. "Vascular Diagnosis with Ultrasound" Ed. Thieme, Stuttgart-New York 1998.
13. Fiazgerald, D. E.: "Doppler ultrasound arteries scanning". *Methods in Angiology* Verstraete ed. Martinus Nijhoff. London, 1980.
14. Fiazgerald, D. E.; Carr, J.: "Peripheral arteries disease: assesment by arteriography and alternative non-invasive measurements." *Amer. J. Roentgenol.*, 1977; 128:385-88.
15. Marinelo-Lo, J.: "Exploración funcional hemodinámica de los sectores arteriales de las extremidades inferiores". *La Exploración Hemodinámica en Angiología y Cirugía Vascular*. Jurado Grau ed. Barcelona, 1988:95-110.
16. Nielsen, P. E.; Bell, G.; Lassen, N. A.: "The measurement of digital blood pressure by strain gauge technique". *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 1972; 29:371-8.
17. Dauzat, M. "Pratique de l'ultrasonographie vasculaire (Doppler-Echographie)". Ed. Vigot, 1986.
18. Vega, M. E.; Ley, J.; Aldama, A. et al: "Bases hemodinámicas para la cuantificación automatizada del grado de obstrucción en arterias periféricas de pacientes diabéticos. *Angiología*" 1993; 1:16-20
19. Consenso sobre Pié Diabético de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular. 1997.
20. Aragon Sanchez; Lázaro Martinez. "Atlas de Manejo Práctico del Pié Diabético".
21. Roldan Venezuela, et all. Consenso Sobre Úlceras Vasculares y Pié Diabético. Asociación Española de Enfermería Vascular. 2004.
22. Armerá Barranco, D.; Alcaraz Baños, M.; Bernal Páez, F. L.; Felices Abad, J. M. "Control de Pacientes con Problemas Isquémicos en Miembros Inferiores" *Enfermería Global* nº1, Noviembre 2002
23. Orchard, T. J.; Strandness, D. E.: "Assessment of peripheral vascular disease in diabetes: report and recommendation of an international workshop". *Diabetes Care*, 1993, 83:685.
24. Edmonds, M. E.: "Experience in a multidisciplinary diabetic foot clinic. *The Foot in Diabetes*". 1ªed. Wiley & sons, Chichester, 1987:121-33.
25. "Diabetes Care and Research on Diabetes in Europe." *The Saint Vincent Declaration by the Regional office of WHO and IDF*. October, 1989.
26. "European Working Group on Critical Leg Ischaemia." *Second European Consensus Document on Chronic Critical Leg Ischaemia*. *Eur. J. Vasc. Surg.*, 1992; 6 suppl A:1-32.
27. Joshua Long, B.S. "Correlación entre el índice tobillo-brazo, los síntomas y la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con enfermedad vascular periférica". *Journal of Vascular Surgery* 2004; 39: 723-7.