

# Uso combinado del pletismógrafo de aire y termografía líquida en el diagnóstico de trombosis venosa aguda: comparación con «duplex scanning»

Miguel León - Nicos Labropoulos - Spiros Volteas - Atanasios Giannoukas - Lekan Sowade - Arturo Almazán y Andrew Nicolaides

Academic Surgical Unit and Vascular Unit, St Mary's Hospital,  
London (Inglaterra)

## RESUMEN

Ochenta y ocho pacientes con sospecha clínica de Trombosis Venosa Profunda aguda fueron estudiados mediante el Pletismógrafo de Aire (PA) y Termografía Líquida (TL) siendo el «Duplex-color» el método de referencia.

Del total de 88 pacientes estudiados, el Duplex fue normal en 56 pacientes y demostró trombosis venosa profunda (TVP) en 32; de éstos 24 fueron localizados en el sector proximal y 8 en las venas de la pantorrilla. El PA demostró tener un valor predictivo positivo de 100% en la detección de TVP. Esto significa que si el PA es positivo, TVP siempre existe. El valor predictivo negativo del PA fue 94%; esto significa que si el PA es negativo, la trombosis proximal puede ser descartada con seguridad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que existe la posibilidad de pasar por alto la presencia de un trombo parcialmente oclusivo.

TL demostró tener un valor predictivo positivo de 87% y un valor predictivo negativo de 92%. Esto significa que si TL es negativa, por propósitos prácticos TVP puede ser descartada; sin embargo, si este «test» es positivo, se recomienda realizar otro «test» para corroborar el diagnóstico.

La precisión combinada de la TL y PA en el diagnóstico de TVP fue de 91%. No se demostró ningún caso donde los dos métodos fueran negativos y el «duplex scanning» positivo, o los dos «tests» fueran positivos y el método de referencia negativo. Solamente en el caso de que uno de los «tests» fuese positivo y el otro negativo se necesitó realizar «duplex scanning» (9% de casos). Esta combinación permite la posibilidad de detección de TVP en 100% de casos. Esta política es efectiva no solamente en cuanto a costos se refiere sino que también permite la utilización del «duplex scanning» en otros «tests», aumentando su rendimiento.

## AUTHORS'S SUMMARY

Eighty eight patients with clinically suspected deep vein thrombosis (DVT) were studied by air plethysmography (APG) liquid crystal thermography (LCT) and colour flow duplex imaging (CFDI) as the gold standard for the diagnosis of DVT.

## Introducción

La precisión del «Duplex-color» en el diagnóstico de TVP ha producido un enorme aumento en la demanda de este «test» en pacientes con sospecha de TVP. El «Duplex-color» es hoy el método de referencia en el diagnóstico de TVP (1) habiendo superado largamente a la flebografía (2-5). La precisión del «Duplex-color» varía desde 95 a 99% en el diagnóstico de trombosis venosa proximal sintomática y 90-95% para trombosis de la pantorrilla (5-10). Sin embargo, el «Duplex-color» no se emplea solamente en el diagnóstico de TVP sino también en el diagnóstico de muchas otras patologías vasculares, tales como: estenosis de arterias carótidas (11-14) seguimiento de «by pases» fémoro-poplíteos y detección de sitios de reflujo en insuficiencia venosa crónica (19-21). Por lo tanto, la necesidad de un simple «screening test» que pueda detectar positivamente extremidades con o sin TVP, permitiendo utilizar el «duplex scanning» en otros «tests» es evidente.

El pletismógrafo de aire se ha usado desde comienzos de los 60 para estudiar variaciones en el volumen en las extremidades inferiores causadas por cambios posturales y ejercicio. Su habilidad para detectar TVP se basa en el principio de que cualquier obstrucción en las venas pro-

On CFDI, 56 patients were normal and 32 had DVT, 24 in the proximal and 8 in the calf veins. APG was found to have a positive predictive value of 100% in the detection of DVT. This means that, if APG is positive, DVT is always present. The negative value of APG was 94%. This means that, if APG is negative, proximal DVT can be safely ruled out. However, one should be aware of the danger of missing proximal partially occlusive thrombosis or small thrombi isolated in one deep vein of the calf.

LCT was found to have a positive predictive value of 87% and a negative predicting value of 92%. This means that, if LCT is negative, one can for practical purposes exclude DVT whereas, if positive, further investigation is needed.

The combined accuracy of LCT and APG in the diagnosis of DVT was 91%. These was no case where both LCT and APG were negative, and the gold standard was positive, or both tests positive and the gold standard was negative. Only when patients are positive in one investigation and negative in the other, they need further investigation with CFDI (9% of cases). This results in a policy of 100% diagnosis of DVT that is also both cost-effective and scanning time-preventing.

fundas determinara un drenaje venoso anormal (DV).

La termografía consiste en cristales líquidos de colesterol que detectan diferencias de temperatura en la piel. Teniendo en cuenta que la TVP aguda determina un incremento en la temperatura de la piel durante los primeros 5 días, una comparación simple entre las dos extremidades puede distinguir una extremidad normal de la que presenta TVP (23-26).

El objetivo de este estudio fue comparar la precisión conjunta de PA y TL en el diagnóstico de TVP usando el «Duplex Scanning» como método de referencia.

## Material y métodos

Ochenta y ocho pacientes con sospecha clínica de trombosis venosa aguda, 33 hombres y 55 mujeres, edad entre 13 y 84 años (media 54,6 años) fueron incluidos en el estudio. Todos fueron investigados dentro de los primeros 5 días con TL, PA y «Duplex-color».

## Pletismógrafo de aire

El PA consiste en una cámara plástica de 14 pulgadas de longitud (capacidad de 5 litros) que se infla con aire a una presión de 6 mmHg. La cámara plástica cubre toda la

pantorrilla desde el tobillo hasta la rodilla, la presión de 6 mmHg asegura un buen contacto de la cámara y la piel sin comprimir las venas superficiales. La cámara va conectada a un transductor de presión, un amplificador y un gravador. La calibración se obtiene inyectando y retirando 100 cc de aire dentro de la cámara (29).

Inicialmente, para vaciar las venas, el paciente debe estar en posición decúbito supino con la extremidad elevada 45 grados y el talón descansando en un soporte (Fig. 1). Después de obtener una línea de base estable, se infla un torniquete de 17 cm de ancho a 90 mmHg en la parte más alta del muslo para ocluir las venas femorales. Como resultado de esto se obtiene una curva de llenado venoso; el desinflado súbito del torniquete produce una curva de drenaje de las venas de la extremidad. Estudios realizados previamente con este método han demostrado que el drenaje venoso es más de 38% del total de volumen venoso en extremidades normales, entre 30 y 38% en extremidades con moderada obstrucción venosa y menos de 30% en extremidades con severa obstrucción venosa (31).

## Termografía líquida

El equipo consiste en láminas de latex impregnadas con cristales de colesterol (Novamedix Andover UK)

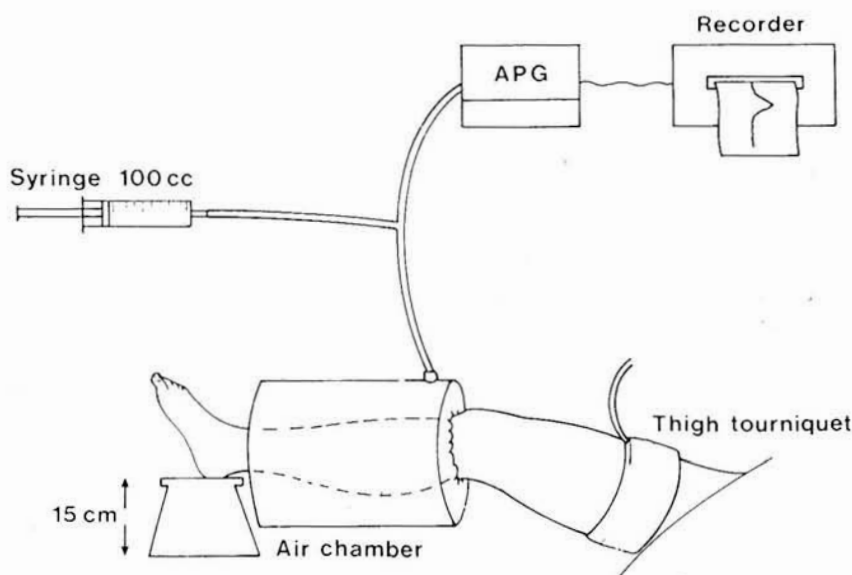


Fig. 1

**Leyendas:** Syringe = jeringa  
Recorder = registrador  
Air chamber = cámara de aire  
Thigh tourniquet = torniquete en el muslo

que cambia de color con la temperatura, desde marrón (frío) a amarillo, verde y finalmente azul (caliente). Las láminas miden 34x43 cm y están colocadas en cajas especiales provistas de un visor. Existen 6 diferentes detectores calibrados para cubrir temperaturas entre 22 y 36 grados centígrados. El paciente tiene que estar previamente en decúbito supino y con las piernas descubiertas, a temperatura ambiente, por 10 minutos. El detector se coloca debajo de las pantorrillas y después de 20 o 30 segundos se forma una imagen que demuestra la temperatura de la extremidad. La maniobra se repite con las láminas colocadas en los muslos. La imagen obtenida puede ser valorada inmediatamente o si se desea puede ser fotografiada y archivada.

La presencia de una área homogénea con una diferencia de temperatura de 0,8 grados centígrados o más en la extremidad sintomática comparada con la misma área de la extremidad contralateral asintomática se considera como positiva. La termografía es considerada negativa cuando la distribución de la temperatura es similar en las dos extremidades.

### «Duplex-color»

El «duplex scanning color» se realizó con un ATL Ultramark 9 con una sonda de 7,5 MHz. Los pacientes fueron examinados en decúbito supino con el torso ligeramente elevado (semisentado) para permitir que las venas de la extremidad se llenen; el examen se inicia sistemáticamente en las venas ilíacas, pidiendo al paciente realizar una maniobra de Valsalva; la detención de flujo debido a esta maniobra y su restauración después de terminarla (espiración) aseguran la permeabilidad de la vena ilíaca (a menos que haya una oclusión parcial). La vena femoral común se localiza en el triángulo inguinal un poco interna a la arteria

femoral. La vena poplítea y distales se examinaron con el paciente sentado en el borde de la camilla con la extremidad a examinar apoyada en una silla. Todas las venas fueron examinadas, primero longitudinal y luego transversalmente, esta última proyección es particularmente útil para visualizar la vena femoral superficial a la altura del Canal de Hunter, donde se hace profunda. La presencia o ausencia de trombo se diagnostica comprimiendo la vena con la sonda y mediante la maniobra de compresión, sea manual o mecánica, de la masa muscular distal; la presencia de flujo indica la permeabilidad de la vena. La presencia de trombo se asocia con una ecogenicidad en la luz de la vena y ausencia de señal Doppler. El empleo del color fue particularmente útil en el diagnóstico de trombosis parcialmente oclusiva o trombosis con recanalización.

Cualquier trombosis por arriba de la rodilla (segmento fémoro-poplíteo) se considera como proximal y cualquier trombosis por debajo de la rodilla (tronco tibioperoneo, venas tibiales anterior y posterior, peroneal, gastrocnémica y soleales) como trombosis distal.

### Resultados

De los 88 pacientes investigados

con Duplex 32 (36,3%) presentaron TVP y 56 (63%) fueron normales. De los pacientes con TVP positiva, 24 (27,3%) fueron TVP proximal y 8 (9%) distal. TL demostró una sensibilidad del 90%, una especificidad de 92%, un valor predictivo positivo de 87%, un valor predictivo negativo de 94% y una precisión global de 92% (Tabla I) TL fue falsamente negativa en 3 casos, dos proximales y un distal, y falsa positiva en 4.

El PA demostró una sensibilidad de 87,5% y una especificidad de 100%, con un valor predictivo positivo de 100% y un valor predictivo negativo de 93%, así como una precisión global de 95% (Tabla II). El PA fue falso positivo en 4 casos, tres con trombos localizados en la pantorrilla y uno parcialmente oclusivo localizado en la vena femoral profunda. No hubieron falsos positivos con el PA.

### Discusión

En los últimos años el método de referencia para el diagnóstico de TVP ha sido el «Duplex Scanning» (2-10). Sin embargo, la alta precisión del «Duplex» en la detección de otras patologías ha incrementado la demanda por este método especialmente en la valoración de lesiones arteriales (27). Esto ha hecho que el tiempo disponible del «duplex scanning» sea muy limitado y valioso.

Tabla I

TL

		+	-	TOTAL
DUPLEX	TVP	29	3	32
	NO TVP	4	52	56
	TOTAL	33	55	88

Sensibilidad	90%
Especificidad	92%
VPP	87%
VNP	94%
Precisión	92%

**Tabla II**

**PDA**

		+	—	TOTAL
DUPLEX	TVP	28	4	32
	NO DVT	0	56	56
	TOTAL	28	60	88

Sensibilidad	87,5%
Especificidad	100%
VPP	100%
VNP	93%
Precisión	95%

**Tabla III**

**Criterio a seguir para la investigación de pacientes con sospecha de TVP (Síntomas clínicos menos de 5 días)**

PA	TL	PLAN
—	—	No TVP
+	+	Tratar por TVP
+	—	Sospecha de TVP - realizar Duplex
—	+	Sospecha TVP - realizar Duplex

En trabajos realizados con anterioridad, utilizando termografía en el diagnóstico de TVP, se ha demostrado que la precisión global de este método es cercana a los de 95%, y su especificidad es aproximadamente del 62% (28). En nuestras manos TL tiene una especificidad de 92% y una precisión global similar. Es un método fácil de realizar y si es positivo se recomienda un «duplex scanning» debido a la posibilidad de falsos positivos, ya que existen varias patologías que pueden producir incremento de la temperatura en la extremidad.

Igualmente, el PA han demostrado poseer una precisión de 94% para trombosis proximal y una sensibilidad y especificidad de 94% y 97%, respectivamente. En nuestras manos la precisión global, sensibilidad y especificidad alcanzaron cifras similares.

Por lo tanto, en el caso de que la disponibilidad del «duplex scanning» fuese limitada, cosa que ocurre en la mayoría de centros, la asociación de estos dos métodos podría identificar de una manera precisa la presencia o no de trombosis venosa.

En el presente estudio TL y PA fueron positivos los dos en 28 casos, por tanto en este grupo de pacientes, al no disponer de «duplex scanning», el tratamiento podría empezarse inmediatamente, de la misma manera que en los restantes 52 pacientes, en los cuales los dos métodos fueron negativos, la presencia de TVP podría descartarse con seguridad y el paciente dado de alta sin necesidad de futuras investigaciones.

Sin embargo, cabe anotar que TF falló en diagnosticar TVP en tres casos, los mismos que fueron detectados por el PA. Ante esta situación la

sospecha de TVP llevaría a realizar el «duplex scanning». Por otro lado TL sobre diagnóstico de TVP en 4 casos, en tres debido a un quiste de Becker roto y en otro debido a un hematoma en la pantorrilla, ambos fueron detectados con «duplex». Sin embargo, en estos casos el PA fue negativo. En una situación como ésta, el «duplex scanning» no sería necesario para confirmar el diagnóstico debido a la alta especificidad del PA.

El PA fue falso negativo en 4 casos, tres de ellos fueron pacientes con trombosis localizada en la pantorrilla y uno con trombosis parcialmente oclusiva localizada en la vena femoral profunda. El fallo de PA en diagnosticar tres casos con trombos distales se explica por la poca sensibilidad de este método en pacientes con trombos pequeños o aislados en la pantorrilla; el único caso de falso negativo que merecería la atención es la trombosis parcialmente oclusiva en la vena femoral profunda y aún así esto estaría dentro del margen de error de la técnica.

Siguiendo este plan diagnóstico, sólo 8 casos (9%) necesitarían «duplex» para confirmar el diagnóstico. En todos los otros casos, la exclusión de TVP hubiera sido hecha solamente con la combinación de TL y PA. Este procedimiento es también rentable ya que el costo de un «duplex test» es alrededor de 70 libras (14.000 pesetas), la TL es 10 libras (2.000 pesetas) y el PA es 20 libras (4.000 pesetas) (30).

Nosotros concluimos que la combinación de TL y PA en el algoritmo diagnóstico propuesto resulta en un diagnóstico preciso de TVP dentro de los 5 primeros días. Este planteamiento es rentable y facilita el uso del «duplex» para otros «tests» aumentando su rendimiento.

## BIBLIOGRAFIA

1. SUMMER, D.S.; MATTOS, M.A.: Diagnosis of Deep Vein Thrombosis with Real-Time Color and Duplex Scanning. In: Vascular Diagnosis,



- Eugene F. Bernstein (ed.), Mosby-Year Book Inc., 1993; p. 785-800.
2. VAN RAMSHORST, B.; LEGEMATE, D.A.; VERZIJLBERGEN, J.F. et al.: Duplex Scanning in the diagnosis of Acute Deep Vein Thrombosis of the lower Extremity. «Eur. J. Vasc. Surg.», 1991; 1: 255-260.
3. FOLEY, W.D.; MIDDLETON, W.D.; LAWSON, T.L. et al.: Color Doppler Ultrasound Imaging of lower-extremity venous disease. «AJR», 1989; 152: 371-8.
4. MATTOS, M.A.; LONDREY, G.L.; LEUTZ, D.W., et al.: Color-Flow Duplex Scanning for the surveillance and diagnosis of acute Deep Vein Thrombosis. «J. Vasc. Surg.», 1992; 15: 366-76.
5. KILLEWICH, L.A.; BEDFORD, G.R.; BEACH, K.W.; STRANDNESS, D.E. Jr.: Diagnosis of Deep Vein Thrombosis. A prospective study comparing Duplex Scanning to Contrast Venography. «Circulation», 1989; 79(4): 810-4.
6. WRIGHT, D.J.; SHEPARD, A.D.; MCPHARLIN, M.; ERNST, C.B.: Pitfalls in lower extremity venous duplex scanning. «J. Vasc. Surg.», 1990; 11(5): 675-9.
7. COMEROTA, A.J.; KATZ, M.L.; GREENWALD, L.L.; LEEFMANS, E.; CZEREDARCZUK, M.; WHITE, J.V.: Venous Duplex Imaging: Should it replace hemodynamic tests for Deep Venous Thrombosis? «J. Vasc. Surg.», 1990; 11(1): 53-61.
8. LENSING, A.W.A.; PRADONI, P.; BRANDJES, D. et al.: Detection of Deep Vein Thrombosis by Real-Time B-Mode Ultrasonography. «N. Engl. J. Med.», 1989; 320(6): 342-5.
9. PERSSON, A.V.; JONES, C.; ZIDE, R.; JEWELL, E. R.: Use of the triplex scanner in diagnosis of deep venous thrombosis. «Arch. Surg.», 1989; 124: 593-6.
10. ROSE, S.C.; ZWIEBEL, W.J.; NELSON, B.D., et al.: Symptomatic lower extremity deep venous thrombosis: accuracy, limitations and role of color duplex flow imaging in diagnosis. «Radiology», 1990; 175: 639-44.
11. MONETA, G.L.; EDWARDS, J.M.; CHITWOOD, R.W., et al.: Correlation of North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) angiographic definition of 70% to 99% Internal Carotid Artery Stenosis with Duplex Scanning. «J. Vasc. Surg.», 1993; 17: 1, 152-9.
12. VELLER, M.G.; FISHER, C.M.; NICOLAIDES, A.N., et al.: Measurement of the Ultrasonic Intima-Media complex thickness in normal subjects. «J. Vasc. Surg.», 1993; 17: 4, 719-25.
13. BELCARO, G.; LAURORA, G.; CESARONE, M.R., et al.: Noninvasive Ultrasonic Biopsy: Evaluation of early Arteriosclerotic Lesions Progression in normal asymptomatic, hyperlipidemic and diabetic subjects. «Angiology», 1993; 44: 2, 93-9.
14. MARGITIC, S.E.; BOND, G.; CROUSE, J.R., et al.: Progression and regression of Carotid Atherosclerosis in clinical trials. «Atherosclerosis Thrombosis», 1991; 11: 443-51.
15. BRENNAN, J.A.; WALSH, K.M.; BEARD, J.D.; BOLIA, A.A.; BELL, P.R.F.: The role of simple non-invasive testing in infra-inguinal vein graft surveillance. «Eur. J. Vasc. Surg.», 1991; 5: 13-17.
16. POLAK, J.F.; DONALDSON, M.C.; DOBKIN, G.R.; MANNICK, J.A.; O'LEARY, D.H.: Early detection of saphenous vein arterial bypass graft stenosis by colour-assisted Duplex sonography. A prospective study. «AJR», 1990; 154: 857-61.
17. MOODY, P.; GOULD, D.A.; HARRIS, P.L.: Vein graft surveillance improves patency in femoro-popliteal bypass. «Eur. J. Vasc. Surg.», 1990; 4: 117-21.
18. GRIGG, M.J.; NICOLAIDES, A.N.; WOLFE, J.H.N.: Femorodistal vein bypass graft stenosis. «Br. J. Surg.», 1988; 75: 737-40.
19. BELCARO, G.; CHRISTOPOULOS, D.; NICOLAIDES, A.N.: Venous insufficiency: noninvasive testing. In: Atlas of venous surgery, Bergan, J.; Kistner, R. (eds.), P. Saunders Inc., Philadelphia, 1992, p. 9-24.
20. BELCARO, G.; LABROPOULOS, N.; CHRISTOPOULOS, D., et al.: Noninvasive tests in venous insufficiency. «J. Cardiovasc. Surg.», 1993; 34: 3-11.
21. VASDEKIS, S.N.: Doppler Ultrasound in Chronic Venous Insufficiency. In: Vascular Diagnosis, Eugene F. Bernstein (ed.), Mosby-Year Book Inc, 1993; p. 323-332.
22. NICOLAIDES, A.N.; SUMMERS, D.S.: Air Plethysmography. In: Investigation of patients with Deep Vein Thrombosis and Chronic Venous Insufficiency, Med-Orion Publishing 1993; p. 43-50.
23. ARONEN, H.J.; SUORANTA, H.T.; TAAVITSAINEN, M.J.: Thermography in Deep Venous Thrombosis of the leg. «AJR», 1981; 137: 1179-82.
24. POCHACZEVSKEY, R.; PILLARI, G.; FELDMAN, F.: Liquid Crystal Contact Thermography of Deep Venous Thrombosis. «AJR», 1982; 138: 717-23.
25. SANDLER, D.A.; MARTIN, J.F.: Liquid Crystal Thermography as a screening test for Deep-Vein Thrombosis. «Lancet», 1985; 665-7.
26. NICOLAIDES, A.N.; SUMNER, D.S.: Outflow fraction. In: A.N. Nicolaides and D.S. Sumner (eds.), investigation of patients with deep vein thrombosis and chronic venous insufficiency, Med-Orion Publishing Co., 1991; 61.
27. NICOLAIDES, A.N.; RENTON, S.C.: Duplex Scanning: The second sight of the vascular surgeon. «Eur. J. Vasc. Surg.», 1990; 4: 445-7.
28. SANDLER, D.A.; MARTIN, J.F.: Liquid crystal thermography as a screening test for deep vein thrombosis. «Lancet», 1985; 1: 665.
29. NICOLAIDES, A.N.; KALODIKI, E.; CHRISTOPOULOS, D.; LEON, M.; VOLTEAS, N.: Diagnosis of deep vein thrombosis by air plethysmography. In: Eugene F. Bernstein (ed.), Vascular diagnosis, 4th ed., Mosby-Year Book Inc., 1993; 830-1.
30. KALODIKI, E.; MARSTON, R.; VOLTEAS, N., et al.: The combination of liquid crystal thermography and duplex scanning in the diagnosis of deep vein thrombosis. «Eur. J. Vasc. Surg.», 1992; 6: 311-6.
31. LEON, M.; CHRISTOPOULOS, D.; VOLTEAS, N.; LABROPOULOS, N. and NICOLAIDES: Valoración no invasiva de obstrucción venosa, reflujo y función de la masa muscular de la pantorrilla mediante el pletismógrafo de aire. «Angiología». Septiembre-Octubre 1992. Vol. XLIV. N.º 5.