



ORIGINAL

Velocidades tibiales por ecografía Doppler y validez del índice tobillo-profunda en la enfermedad arterial periférica



G.T. Taneva*, C. Baeza Bermejillo, A.B. Arribas Díaz, A. González García, J. Fernández Bravo y C. Aparicio Martínez

Fundación Jiménez Díaz, Madrid, España

Recibido el 9 de noviembre de 2017; aceptado el 24 de febrero de 2018

Disponible en Internet el 26 de marzo de 2018

PALABRAS CLAVE

Enfermedad arterial periférica;
Ecografía Doppler;
Velocidad pico sistólica;
Índice tobillo-brazo;
Índice tobillo-profunda

Resumen

Introducción: Existe cierta relación entre las velocidades de las arterias tibiales y la progresión de la enfermedad arterial periférica (EAP). Asimismo, el índice tobillo-profunda (ITP) ha sido descrito como posible herramienta diagnóstica en la EAP. Los objetivos son validar y establecer criterios de referencia como guía en la interpretación de la ecografía dúplex (ED) en pacientes con EAP, así como cuantificar, correlacionar y validar el ITP como método diagnóstico en la EAP. **Material y métodos:** Durante un periodo de 6 meses se examinaron con ED pacientes consecutivos con EAP y controles sanos. Se midieron la velocidad pico sistólica (VPS) en el origen de la arteria femoral profunda (AFP) y en el segmento distal de los tres vasos tibiales de cada extremidad inferior. Se calcularon la VPS tibial media y el ITP definido como la VPS tibial media entre la VPS de la AFP. Se analizaron y compararon los datos entre los dos grupos.

Resultados: Se obtuvieron datos de 35 extremidades con EAP (18 categorías Rutherford 3 a 6; 7 categorías Rutherford 1 y 2) y 25 controles sanos. La VPS tibial media en pacientes con arteriopatía fue significativamente menor que en controles sanos (38,05 vs. 63,21; $p < 0,001$), mientras la VPS de la AFP fue significativamente mayor (124,2 vs. 79,68; $p < 0,001$). En la agrupación por terciles según el índice tobillo-brazo (ITB), se encontró una disminución del ITB equiparable a la disminución de las velocidades tibiales (31,69 para ITB entre 0,4-0,6 y 58,57 para ITB $> 0,6$; $p < 0,001$) y del ITP (0,285 para ITB entre 0,4-0,6 y 0,718 para ITB $> 0,6$; $p < 0,001$).

Conclusiones: En la EAP existe una disminución gradual de las velocidades tibiales con la disminución del ITB equiparable al ITP. Estos hallazgos deben ser validados de una manera multiinstitucional y prospectiva, pudiendo en última instancia establecer el ITP como herramienta para la interpretación de la EAP permitiendo además proporcionar información valiosa en la evaluación de pacientes con ITB no compresible.

© 2018 SEACV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: dr.gtaneva@gmail.com, gergana.todorova@fjd.es (G.T. Taneva).

<https://doi.org/10.1016/j.angio.2018.02.004>

0003-3170/© 2018 SEACV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Peripheral arterial disease;
 Duplex ultrasound;
 Peak systolic velocity;
 Ankle-brachial index;
 Ankle-profunda index

Tibial velocities by duplex ultrasound and validity of the ankle-profunda index in peripheral arterial disease

Abstract

Introduction: There is a certain relationship between the arterial velocities of the tibial vessels and the progression of peripheral arterial disease (PAD). Likewise, the ankle-profunda index (API) has been described as a possible diagnostic tool in peripheral arterial disease (PAD). The objectives of this study are to validate and establish reference criteria as a guide in the interpretation of duplex ultrasound (DUS) in patients with PAD, as well as to quantify, correlate, and validate the API as a diagnostic tool in PAD patients.

Material and methods: Consecutive patients with PAD and healthy controls were examined using DUS, over a 6-month period. The peak systolic velocity (PSV) was measured at the origin of the deep femoral artery (DFA) and in the distal segment of the three tibial vessels of each lower extremity. The mean tibial PSV and the ankle-profunda index (API) defined as the mean tibial PSV between the PSV of the DFA, were calculated. The data between the two groups were analysed and compared.

Results: Data was obtained from 35 limbs with PAD (18 Rutherford's Category 3 to 6; 7 Rutherford's Category 1 and 2), and 25 healthy controls. The mean tibial PSV in patients with PAD was significantly lower than in controls (38.05 vs. 63.21, $P < .001$), while the PSV of the DFA was significantly higher (124.2 vs. 79.68, $P < .001$). When grouping into ABI-tertiles, a decrease in the ankle-brachial index (ABI) was comparable to the reduction in tibial velocities (31.69 for ABI between 0.4-0.6 and 58.57 for ABI > 0.6 , $P < .001$), and API (0.285 for ABI between 0.4-0.6 and 0.718 for ABI > 0.6 , $P < .001$).

Conclusions: In PAD patients, there is a gradual reduction in the tibial velocities comparable to the decrease of ABI and API. These findings should be validated in a multicentre prospective study, in order to establish the API as a tool for the interpretation of PAD, and providing additional information for patients with non-compressible ABI.

© 2018 SEACV. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

En la actualidad existen diferentes métodos diagnósticos no invasivos para evaluar la enfermedad arterial periférica (EAP), incluyendo el índice tobillo-brazo (ITB), el índice dedo-brazo, el pole test, la presión del dedo del pie, la pletismografía, las presiones segmentarias, entre otros. Sin embargo, la ecografía arterial Doppler (ED) es el único método no invasivo, anatómicamente preciso, barato, práctico y accesible, que proporciona una evaluación cuantitativa y fisiológica del flujo. Varios estudios previos han demostrado que la ED es un método efectivo en el diagnóstico, planificación y vigilancia vascular¹⁻⁴. Por otro lado, Crawford et al. así como Bishara et al. demostraron rangos de velocidades tibiales que se correlacionaban con la EAP^{5,6}. Crawford además describió el índice tobillo-profunda (ITP) como posible herramienta diagnóstica correlacionada con el ITB. No obstante, dicha relación entre las velocidades arteriales y la gravedad de la EAP aún está por validar.

Nuestro objetivo primario fue validar y establecer criterios de referencia como guía en la interpretación de la ED en pacientes con EAP. Como objetivo secundario buscamos cuantificar, correlacionar y validar el ITP como método diagnóstico en la EAP.

Método

Durante un periodo de 6 meses se recogieron pacientes consecutivos con EAP sometidos a examen mediante ED en las consultas de Cirugía Vascular de nuestro centro hospitalario. Los pacientes se clasificaron según la escala Rutherford⁷ y se les realizó prueba de ITB. Todos los pacientes con EAP incluidos en el estudio presentaban pulso femoral G3. Se excluyeron pacientes intervenidos mediante cualquier cirugía de revascularización (tanto abierta como endovascular) o con lesiones cutáneas que imposibilitaran la ED. También se excluyeron pacientes con ITB no compresible por la dificultad de comparar los datos.

Los casos de control fueron recogidos secuencialmente durante el mismo periodo de tiempo. Los controles no tenían síntomas claudicantes o antecedentes de EAP y presentaban un ITB de 0,9 a 1,2. Las indicaciones para examen mediante ED en los controles incluyeron sintomatología varicosa (80%), edema en las piernas (12,0%) o síntomas no especificados (8%).

Todos los pacientes de la muestra fueron examinados por dos exploradores acreditados por el Capítulo de Diagnóstico Vascular de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular. Un escáner dúplex Philips EPIQ 7 (Philips

Healthcare, Andover, MA, EE. UU.) con transductor lineal con pulso-Doppler entre 3 y 10 MHz fue utilizado para realizar las mediciones. Se midieron la velocidad pico sistólica (VPS) en el origen de la arteria femoral profunda (AFP) y en el tercio distal de las tres arterias de cada extremidad inferior. Los segmentos distales ocluidos, no visualizados adecuadamente debido a una herida subyacente o a una calcificación severa, fueron registrados como 0 cm/s e incluidos en el promedio de velocidades. Por ejemplo, si la arteria tibial posterior distal (TP) no pudo visualizarse o medirse, la VPS tibial media se calculó con la VPS de las arterias tibial anterior (TA) y peronea distales en lugar de las tres mediciones. Posteriormente se calculó el ITP como la VPS tibial media dividida por la VPS de la AFP.

Cada extremidad fue tratada como única para el propósito del análisis. Los dos grupos, EAP y los controles, fueron comparados. Las variables cuantitativas se describieron mediante la media y la desviación estándar y se compararon mediante la prueba de la *t* de Student. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias porcentajes y se compararon mediante la prueba de la Chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher en los casos en los que la aproximación a la distribución Chi-cuadrado no fue correcta, con un valor de $p < 0,05$ considerado significativo. Todos los análisis estadísticos se calcularon utilizando IBM SPSS Statistics (versión 22; IBM Corporation, Somers, NY, EE. UU.).

Resultados

Se obtuvieron datos de ED en 35 extremidades de 21 pacientes con EAP y en 25 extremidades de 13 controles sanos. El grupo con EAP presentaba mayor porcentaje de pacientes con historia tabáquica, hipertensión, diabetes, enfermedad coronaria y cerebrovascular, insuficiencia renal crónica y tratamiento con antiagregantes plaquetarios o anticoagulantes (tabla 1). El ITB medio del grupo con EAP fue de $0,58 \pm 0,19$ en comparación con $1,00 \pm 0,05$ en el grupo control ($p < 0,001$). La VPS tibial media en pacientes con EAP fue menor que en los controles mientras la VPS de la profunda fue mayor, siendo el ITP significativamente más bajo (tabla 1).

Posteriormente se realizó análisis por subgrupos dentro de los pacientes con EAP comparando pacientes claudicantes Rutherford categorías 1 y 2 con aquellos con isquemia crónica severa (Rutherford categorías 3, 4, 5 y 6). Las comorbilidades fueron similares (tabla 2). La media del ITB en los pacientes con isquemia más avanzada fue significativamente menor que en pacientes claudicantes ($0,494$ vs. $0,673$; $p = 0,007$). La VPS tibial media y el ITP también fueron significativamente menores en el grupo con EAP más severa, sin llegar a ser estadísticamente significativa la diferencia en la VPS de la AFP ($141,3$ vs. $107,2$; $p = 0,105$).

Dentro del grupo con EAP también se compararon los pacientes diabéticos frente a los no diabéticos. Las comorbilidades fueron similares. No hubo diferencias significativas en cuanto a ITB, la VPS femoral profunda y el ITP, aunque sí se mostró una cierta tendencia hacia una VPS tibial media menor (tabla 3).

Por último, los pacientes con EAP se agruparon en terciles según el ITB ($> 0,6$; $0,4-0,6$; y $< 0,4$) para determinar

si las velocidades y parámetros tibiales correlacionaban con el ITB. Se notó una tendencia en la profunda de tal manera que a medida que el ITB disminuye, la VPS de la AFP aumenta ($p = 0,018$). En el grupo ITB $< 0,4$ se encontraba solo un paciente, por lo que no se pudo realizar el análisis. Entre los otros dos grupos se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la disminución del ITB y la disminución de las velocidades tibiales y del ITP ($0,718$ para ITB $> 0,6$ y $0,285$ para ITB entre $0,4-0,6$, $p < 0,001$) (fig. 1).

Discusión

Concordando con registros previos^{5,6}, los parámetros en pacientes con EAP fueron significativamente más bajos que en los controles sanos a diferencia de la VPS de la AFP, que fue significativamente más alta. Dentro del análisis por subgrupos de los pacientes con EAP, la VPS tibial media decreció con la progresión de la enfermedad, correlacionándose además con la disminución del ITB y la clasificación Rutherford⁷. Aunque el subanálisis de diabéticos no llegara a resultados estadísticamente significativos, hubo una clara tendencia hacia VPS más bajas en diabéticos denotando su trascendencia de cara a la cicatrización de las lesiones en dichos pacientes⁸. Por último, los valores numéricos de ITP se correlacionaron con el ITB.

Las VPS pueden verse influidas por la variación del diámetro del vaso, los cambios de la presión arterial y el propio hematocrito del paciente. Al realizar comparaciones y fracciones (el ITP) para la misma extremidad dentro del mismo paciente, se eliminan dichos factores de confusión siendo evidente las diferencias objetivadas entre pacientes con EAP y los controles. Del mismo modo, la presencia de lesiones arteriales proximales al punto de medición pueden elevar artificialmente los valores medidos mediante ED. Sin embargo, ninguno de los pacientes incluidos presentaba aceleraciones significativas a nivel de la arteria femoral común u origen de la AFP. La VPS femoral profunda en nuestra cohorte no superaba los 185 cm/s. No obstante, en futuros estudios de validación del ITP se ha de considerar la presencia de lesiones proximales para establecer valores de VPS a partir de los cuales posiblemente se invalide dicho método diagnóstico.

El ITP puede ser particularmente valioso para la evaluación de pacientes con EAP. Los dos componentes del cálculo, las velocidades tibiales medias y de la AFP, no requieren una labor extraordinaria más que la ED estándar de medición. Por otro lado, mientras que en pacientes sanos pudimos valorar la VPS peroneal distal en 18 de 25 exploraciones (72%), en pacientes con EAP se pudo determinar en tan solo 6 de las 35 extremidades (17%). Esto denota la dificultad anatómica de la exploración ecográfica en dicha arteria también relacionada con la evolución de la arteriopatía en sí. De esta forma, el cálculo de la VPS tibial media y el ITP fueron dependientes en la mayoría de los casos de las arterias TA y TP sin llegar a perder la concordancia de nuestra cohorte con los registros previos^{5,6,8}. Con ello queremos reseñar que el cálculo del ITP podría limitarse únicamente a estas dos arterias tibiales más fácilmente explorables y con ello simplificar el ITP de cara a la práctica clínica diaria.

El ITP puede ser especialmente valioso en pacientes con arterias altamente calcificadas, como es habitual en

Tabla 1 Características de los pacientes e intervalos de confianza comparando pacientes con enfermedad arterial periférica (EAP) y controles sin EAP

	EAP	Control	p
<i>Edad</i>	67,2 ± 12,2	59,2 ± 16	0,036
<i>Género</i>			< 0,001
Hombre	27 (84,4%)	8 (32,0%)	
Mujer	5 (15,6%)	17 (68,0%)	
<i>Tabaquismo</i>			0,012
No	6 (18,8%)	11 (44,0%)	
Sí	10 (31,2%)	1 (4,0%)	
Exfumador	16 (50,0%)	13 (52,0%)	
<i>Hipertensión arterial</i>			0,473
No	15 (46,9%)	15 (60,0%)	
Sí	17 (53,1%)	10 (40,0%)	
<i>Diabetes</i>			0,042
No	21 (65,6%)	23 (92,0%)	
Sí	11 (34,4%)	2 (8,0%)	
<i>Hiperlipidemia</i>			0,002
No	16 (50,0%)	23 (92,0%)	
Sí	16 (50,0%)	2 (8,0%)	
<i>Coronariopatía</i>			0,007
No	18 (56,2%)	23 (92,0%)	
Sí	14 (43,8%)	2 (8,0%)	
<i>Enfermedad cerebrovascular</i>			0,015
No	25 (78,1%)	25 (100,0%)	
Sí	7 (21,9%)	0 (0,0%)	
<i>Insuficiencia renal crónica</i>			0,003
No	23 (71,9%)	25 (100,0%)	
Sí	9 (28,1%)	0 (0,0%)	
<i>Antiagregante/anticoagulante</i>			< 0,001
No	8 (25,0%)	23 (92,0%)	
Sí	24 (75,0%)	2 (8,0%)	
<i>ITB</i>	0,58 ± 0,19	1,08 ± 0,05	< 0,001
<i>VPS femoral profunda</i>	124,2 ± 59,2	79,6 ± 15,2	< 0,001
<i>VPS tibial posterior</i>	34,8 ± 23,1	68,9 ± 16,1	< 0,001
<i>VPS tibial anterior</i>	27,9 ± 23,6	66,6 ± 27,2	< 0,001
<i>VPS peronea</i>	5,2 ± 13,6	39,4 ± 26,5	< 0,001
<i>VPS tibial media</i>	38,0 ± 18,1	63,21 ± 15,1	< 0,001
<i>ITP</i>	0,37 ± 0,23	0,81 ± 0,22	< 0,001

Coronariopatía, antecedentes de infarto agudo de miocardio o revascularización coronaria; enfermedad cerebrovascular, antecedentes de ataque isquémico transitorio o infarto cerebral; ITB: índice tobillo-brazo; ITP: índice tobillo-profunda; VPS: velocidad pico sistólica medida en cm/s.

Tabla 2 Comparación entre pacientes con isquemia crónica severa (Rutherford categorías 3-6) y claudicantes (Rutherford categorías 1-2)

	EAP severa	Claudicantes	p
ITB	0,49 ± 0,19	0,67 ± 0,15	0,007
VPS femoral profunda	141 ± 68,4	107 ± 44,2	0,105
VPS tibial posterior	21,7 ± 16,3	48,1 ± 21,7	0,001
VPS tibial anterior	13,8 ± 15,9	42,1 ± 21,8	0,000
VPS peronea	0,99 ± 3,97	9,34 ± 18,2	0,042
VPS tibial media	26,7 ± 12,4	49,4 ± 15,7	0,000
ITP	0,22 ± 0,14	0,51 ± 0,22	< 0,001

EAP: enfermedad arterial periférica; ITB: índice tobillo-brazo; ITP: índice tobillo-profunda; VPS: velocidad pico sistólica medida en cm/s.

Tabla 3 Comparación entre pacientes con EAP diabéticos frente a no diabéticos

	EAP severa	Claudicantes	p
ITB	0,60 ± 0,19	0,55 ± 0,29	0,588
VPS femoral profunda	124,8 ± 53,9	123 ± 71,1	0,945
VPS tibial posterior	32,1 ± 18,9	40,2 ± 29,9	0,358
VPS tibial anterior	26,4 ± 22,8	30,9 ± 26,2	0,611
VPS peronea	1,66 ± 5,27	11,9 ± 21,1	0,145
VPS tibial media	34,1 ± 15,0	45,5 ± 21,6	0,091
ITP	0,32 ± 0,19	0,48 ± 0,29	0,067

EAP: enfermedad arterial periférica; ITB: índice tobillo-brazo; ITP: índice tobillo-profundo; VPS: velocidad pico sistólica medida en cm/s.

diabéticos, donde el ITB no es compresible. En estos casos se conocen diferentes alternativas al ITB, como son el pole test, el índice dedo-brazo, o la presión transcutánea de oxígeno. El pole test, aunque no sea influido por el grado de compresibilidad arterial, no es un método diagnóstico habitual en la exploración vascular de la mayoría de centros⁹. Es aplicable solamente en pacientes isquémicos, sin poder realizar comparaciones en pacientes sanos como en nuestra cohorte. Además, el principal inconveniente es la longitud de la pierna explorada, limitando las mediciones hasta 45-60 mmHg⁹. A su vez, el índice dedo-brazo actúa a nivel de vasos más pequeños y más fácilmente compresibles. Sin embargo, se debe aplicar en temperatura ambiente constante, siendo difícil o imposible de aplicar en presencia de lesiones o amputación del primer dedo, respectivamente¹⁰. La presión transcutánea de oxígeno, aunque sea altamente correlacional con la EAP, es de reproducibilidad y exactitud cuestionadas, presentando valores de solapamiento entre los diferentes grados de isquemia¹⁰. Asimismo, la disponibilidad y el coste elevado de este método limitan su aplicabilidad más extendida.

Finalmente, nuestro estudio está limitado por un posible sesgo de selección y el pequeño número de pacientes. Por otro lado, hubo tan solo un paciente Rutherford categoría 6 por la dificultad de realizar el examen de ED tibial en pacientes con lesiones distales extensas. A pesar de ello, dada la gravedad de la enfermedad, hubieran fortificado aún más las tendencias demostradas.

Conclusión

Se objetivaron velocidades tibiales y parámetros tibiales significativamente más bajos en pacientes con EAP, mientras que la AFP demostró unos valores significativamente más altos. Existe una disminución gradual de las velocidades tibiales con la disminución del ITB equiparable al ITP. Estos hallazgos deben ser validados de una manera multiinstitucional, pudiendo en última instancia establecer el ITP como herramienta para el diagnóstico más preciso de la gravedad de la EAP lo cual puede ser de especial importancia en pacientes con ITB no compresible.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

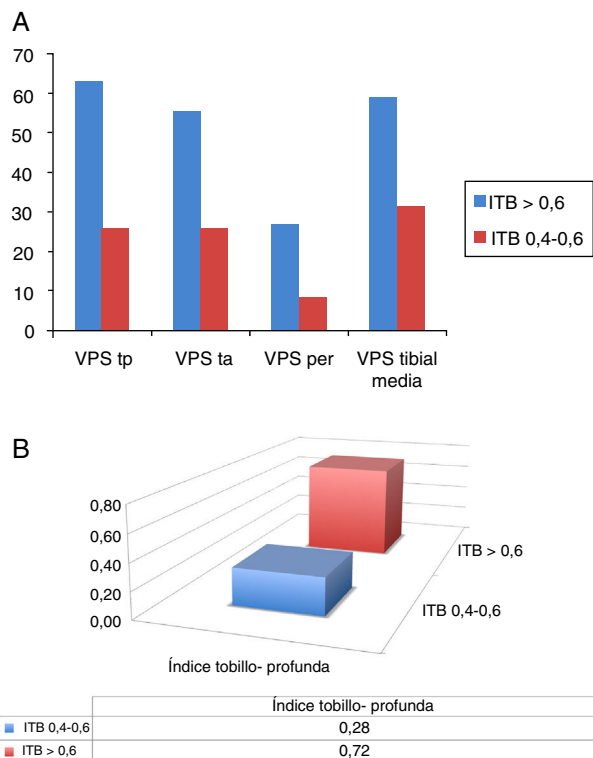


Figura 1 Velocidades y parámetros tibiales agrupando a los pacientes según el índice tobillo-brazo (ITB). A) Al disminuir el ITB, disminuyen las VPS tibiales ($p < 0,001$). B) La disminución del ITB se correlaciona con una disminución del índice tobillo-profundo (ITP) ($p < 0,001$).

per: peronea; ta: tibial anterior; tp: tibial posterior; VPS: velocidad pico sistólica medida en cm/s.

Bibliografía

1. Grassbaugh JA, Nelson PR, Rzucidlo EM, Schermerhorn ML, Fillinger MF, Powell RJ, et al. Blinded comparison of preoperative duplex ultrasound scanning and contrast arteriography for planning revascularization at the level of the tibia. *J Vasc Surg.* 2003;37:1186-90.
2. Mandolino T, Canciglia A, d'Alfonso M, Carmignani A. Infringuinal revascularization based on duplex ultrasound arterial mapping. *Int Angiol.* 2006;25:256-60.
3. Canciglia A, Mandolino T. Infringuinal endovascular procedures based upon the results of duplex scanning. *Int Angiol.* 2008;27:291-5.

4. Hodgkiss-Harlow KD, Bandyk DF. Interpretation of arterial duplex testing of lower-extremity arteries and interventions. *Semin Vasc Surg.* 2013;26:95–104.
5. Crawford JD, Robbins NG, Harry LA, Wilson DG, McLafferty RB, Mitchell EL, et al. Characterization of tibial velocities by duplex ultrasound in severe peripheral arterial disease and controls. *J Vasc Surg.* 2016;63:646–51.
6. Bishara RA, Taha W, Alfarouk MO, Abdel Aal K, Wasfy S. Duplex detected ankle peak systolic velocity: a new parameter for the assessment of degree of peripheral ischemia. *Int Angiol.* 2004;23:368–72.
7. Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *J Vasc Surg.* 1997;26:517–38.
8. Bishara RA, Taha W, Akladios I, Allam MA. Ankle peak systolic velocity: new parameter to predict nonhealing in diabetic foot lesions. *Vascular.* 2009;17:264–8.
9. Paraskevas N, Ayary R, Malikov S, Mollo M, Branchereau P, Hut F, et al. 'Pole test' measurements in critical leg ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2006;31:253–7.
10. Pålsson HI, Wahlberg E, Olofsson P, Swedenborg J. The toe pole test for evaluation of arterial insufficiency in diabetic patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1999;18:133–7.