

# Fast tilt test: tras un nuevo paradigma en el manejo del síncope reflejo

## Fast Tilt Test: a New Paradigm in the Management of Reflex Syncope

ALEJANDRO M. VILLAMIL<sup>†,1</sup>, YENIFERS TORRES<sup>1</sup>, JAVIER A. MARIANI<sup>2,3</sup>, CARLOS PERONA<sup>1</sup>, CARLOS D. TAJER<sup>MTSAC, 2,3</sup>,  
Ings. JOSÉ M. PICCININI, RAÚL GARCÍA

Recibido: 11/03/2013  
Aceptado: 28/08/2013

### Dirección para separatas:

Dr. Alejandro Villamil  
Servicio de Electrofisiología Hos-  
pital F. Santojanni  
Pilar 950  
Ciudad Autónoma de Buenos  
Aires, Argentina  
Tel. 011 4746-9294  
e-mail: amvillamil@intramed.net

## RESUMEN

### Introducción

El 20% a 30% de la población presenta episodios sincopales a lo largo de la vida y el mecanismo reflejo representa la causa más común. Su diagnóstico diferencial se basa en el interrogatorio de las características del episodio y en la reproducibilidad de los síntomas con el *tilt test*. Sin embargo, este último tiene limitaciones importantes, lo que nos ha llevado a explorar en sucesivas etapas de investigación un nuevo parámetro, al que denominamos “retraso de la onda de pulso carotídeo”.

### Objetivos

Presentar los resultados de la investigación sobre el descubrimiento, el desarrollo y la aplicación clínica del parámetro “retraso de la onda de pulso carotídeo”, capaz de identificar a pacientes con síncope reflejo.

### Material y métodos

Se describen el nacimiento de la idea, los resultados del análisis de la correlación entre el parámetro con el *tilt test* mediante un estudio piloto en 43 pacientes con síncope, la confirmación de su correlación en 100 pacientes con síncope y grupo control, el estudio del mecanismo fisiopatológico del parámetro, el diseño y la validación de un equipo de adquisición automática en un estudio multicéntrico sobre 100 pacientes con historia de síncope mediante *tilt test* sensibilizado y la búsqueda de un nuevo patrón oro del síncope reflejo.

### Resultados

El análisis estadístico mediante modelos univariados y multivariados y la construcción de curvas ROC sobre 243 pacientes sometidos a *tilt test* mostró que, a pesar de diferentes edades o métodos empleados, el parámetro clasificó correctamente a más del 80% de los pacientes con historia de síncope y *tilt test* positivos y al 100% de los voluntarios (2/30) sin historia de síncope que presentaron *tilt test* positivo. La medición del parámetro prescindiendo de la camilla basculante identificó al 100% de los voluntarios que refirieron historia de síncope (7/30).

### Conclusiones

Desarrollamos un parámetro de medición simple y no invasiva capaz de predecir en 5 minutos el resultado del *tilt test* en pacientes con síncope e identificar a personas con historia de síncope reflejo prescindiendo de la camilla basculante. El parámetro podría ayudar a la rápida toma de decisión diagnóstica en pacientes con síncope, a comprender aspectos fisiopatológicos y a evaluar intervenciones terapéuticas.

REV ARGENT CARDIOL 2014;82:42-49. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v82.i1.2272>

### Palabras clave >

Síncope vasovagal - Diagnóstico - Técnicas electrofisiológicas cardíacas - *Tilt-table test*

### Abreviaturas >

FC Frecuencia cardíaca  
TA Tensión arterial

TT *Tilt test*

## INTRODUCCIÓN

El síncope es una manifestación habitual que puede padecer hasta el 20% de las personas a lo largo de la

vida. (1) Si bien existen formas malignas relacionadas con trastornos del ritmo, el origen más frecuente es el neuromediado, generalmente de buen pronóstico aunque puede comprometer la calidad de vida. (2) El

<sup>MTSAC</sup> Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

<sup>†</sup> Para optar a Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Hospital Donación Francisco Santojanni, Servicio de Cardiología, Sección Electrofisiología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Grupo de Estudio y Docencia de la Investigación Clínica (GEDIC)

<sup>3</sup> Hospital El Cruce Florencio Varela

diagnóstico diferencial del síncope se basa en el interrogatorio de las características de los episodios, lo que ha sido recogido por los puntajes clínicos de Sheldon y colaboradores con buena capacidad de discriminación. (3, 4) En la década de los ochenta se comenzó a aplicar el *tilt test* (TT), que expone a los pacientes a un ortostatismo prolongado que desencadena una respuesta neuromediada y puede reproducir el cuadro y colaborar en la identificación del mecanismo. (5, 6) Sin embargo, el TT tiene limitaciones importantes, como la incidencia elevada de resultados falsos negativos y la baja reproducibilidad. (7, 8) Algunas guías de práctica clínica sobre síncope lo han retirado de sus recomendaciones. (9) El desarrollo de metodologías con el fin de facilitar su diagnóstico no superaron al interrogatorio como patrón oro. (10-12) Hace 8 años comenzamos a explorar un parámetro que observamos en pacientes con síncope neuromediado, al que denominamos “retraso de la onda de pulso carotídeo”. El propósito de este artículo es el de presentar los resultados de las sucesivas etapas de investigación de este parámetro relacionado fuertemente con el síncope neuromediado, su descubrimiento, su desarrollo y la evolución de su aplicación clínica con el uso de nuevas tecnologías.

### NACIMIENTO DE LA IDEA

Inspirados en publicaciones de 2003 sobre la medición de la distensibilidad arterial en pacientes hipertensos, (13) evaluamos la eventual utilidad de medir la velocidad de la onda de pulso gatillada desde el QRS para estudiar la fisiopatología del síncope neuromediado. Con la ayuda de bioingenieros, desarrollamos un equipo capaz de medir la velocidad de la onda de pulso mediante una metodología confiable, reproducible y no invasiva durante el TT convencional. Los tres primeros pacientes con síncope reflejos estudiados con el equipo mostraron prolongaciones significativas del parámetro tras el cambio de decúbito, que precedieron a la aparición tardía del síncope, lo que le dio impulso a la investigación.

### ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

#### Primera etapa: ¿Hecho casual o correlación estable?

En 2007 evaluamos el comportamiento del parámetro durante el TT a través de un estudio piloto prospectivo sobre 43 pacientes consecutivos derivados de nuestro servicio por historia de síncope. Recabados sus datos clínicos, fueron estudiados con un TT convencional no sensibilizado, midiendo la frecuencia cardíaca (FC) y la tensión arterial (TA) en la etapa basal y cada 5 minutos luego de elevar la camilla a 70 grados hasta completar 45 minutos o hasta la aparición de síncope, presíncope o síntomas asociados con hipotensión (Figura 1). Simultáneamente se midió la variación del intervalo entre el inicio del QRS y el inicio de las ondas de pulso carotídeo y radial captadas por transductores de pul-

so, mediante calibres digitales de alta precisión de ( $\pm 2$  msec) en un polígrafo computarizado con registro simultáneo de las señales a 100 mm/seg tras el cambio de decúbito (Figura 2). Sus resultados se encuentran publicados. (14, 15) Una prolongación igual o mayor de 17 msec del retraso de la onda de pulso carotídeo medido a los 5 minutos predijo independientemente el resultado del TT clasificando correctamente al 88% de los pacientes antes de que desarrollaran síntomas con una sensibilidad del 83%, una especificidad del 84%, un valor predictivo positivo del 79% y negativo del 88%.



**Fig. 1.** Metodología del *tilt test* en camilla basculante a 70 grados. En el recuadro superior derecho se aprecia el transductor carotídeo.



**Fig. 2.** Metodología de la medición del parámetro “retraso de la onda de pulso carotídeo”. Pantalla congelada del polígrafo digital, donde en el primer canal se observa un trazado electrocardiográfico, en el segundo la onda de pulso radial y en el tercero la onda de pulso carotídeo. En el margen derecho se aprecia un sistema *trigger* con los calibres digitales para la medición manual del parámetro desde el inicio del QRS hasta el inicio de la onda de pulso carotídeo.

### Segunda etapa: "confirmando la correlación"

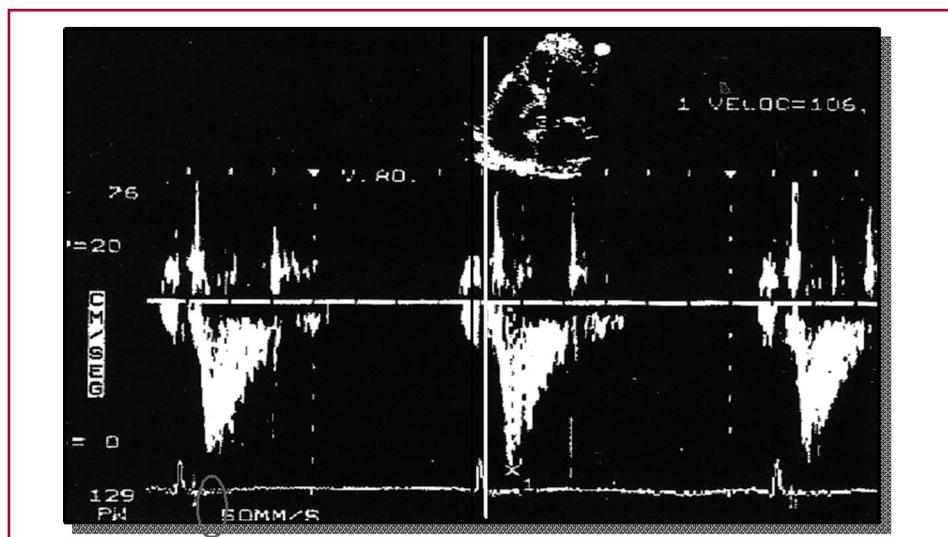
Debido al número reducido de pacientes y la falta de grupo control del estudio piloto, en mayo de 2008 iniciamos la inclusión, en forma prospectiva y consecutiva, de 100 pacientes con historia de síncope y de 30 voluntarios sin historia de síncope. El estudio fue similar al anterior, con un TT no sensibilizado y medición manual del "retraso de la onda de pulso carotídeo". Los datos fueron analizados estadísticamente dividiendo a la población en tres grupos de acuerdo con el resultado del TT (positivo, negativo y grupo control), comparando entre ellos las características basales, diferencias de FC, de TA y del retraso de la onda de pulso carotídeo basal y a los 5 minutos en análisis univariado y multivariado. No hubo diferencias significativas en las características de los pacientes con síncope y sin síncope. Los resultados coincidieron con los del estudio piloto: el parámetro identificó al 80% de los pacientes con historia de síncope y TT positivo y a los dos voluntarios del grupo control que desarrollaron síncope durante el TT. (16) El TT puede provocar respuestas sincopales en el 7% de las personas sin historia de síncope, dato coincidente con los hallazgos en nuestro grupo control. (17) En un subanálisis sobre 82 pacientes consecutivos con edades entre 10 y 75 años estudiados por síncope reflejo se evaluó la capacidad del parámetro para discriminar el resultado del TT en pacientes de diferentes edades. La población fue dividida en cuartiles según su edad (10-22, 23-43, 44-64 y 65-75) y se compararon estadísticamente entre sí mediante confección de curvas ROC de los cuartiles. Los resultados mostraron una consistente capacidad del parámetro para predecir el resultado del TT en los diferentes grupos etarios. (18)

### Tercera etapa: Existe correlación.

#### ¿Qué estamos midiendo?

Contar con una herramienta rápida, simple e inocua correlacionable con el desarrollo de síncope durante el TT puede resultar de gran interés, pero sin lugar a dudas el desafío de la investigación es llegar a comprender el origen de esta manifestación, llamada por

nosotros "retraso de la onda de pulso carotídeo", y porque identifica tan certeramente a pacientes con alta chance de desarrollar síncope neuromediado de manera independiente de cualquier otro parámetro. Las modificaciones del intervalo desde el QRS hasta el inicio de la onda de pulso carotídeo tras el cambio de decúbito involucran fenómenos dinámicos, producto de múltiples cambios vasculares que incluyen al período preeyectivo y eyectivo. Con el fin de identificar el momento de su prolongación en el ciclo cardíaco, se realizó un estudio observacional en el que se midió simultáneamente el retraso de la onda de pulso carotídeo y el período preeyectivo mediante Doppler cardíaco. Se seleccionaron 5 pacientes de entre 15 y 64 años con historia de síncope vasovagal espontáneo y provocado durante un TT, con retraso de la onda de pulso carotídeo mayor de 20 mseg tras la inclinación a 70 grados. El protocolo consistió en la medición basal simultánea en decúbito dorsal del intervalo entre el QRS y el inicio de la onda de pulso carotídeo y del intervalo desde el QRS al inicio de la apertura valvular aórtica (período preeyectivo) mediante Doppler cardíaco con calibres digitales a velocidad de trazado de 50 mm/seg (Figura 3). Luego de 5 minutos de inclinado el paciente a 70 grados y verificada la prolongación del retraso de la onda de pulso más allá de 20 mseg, se midieron nuevamente ambos intervalos y se analizaron sus variaciones. La mediana del retraso de la onda de pulso carotídeo en decúbito dorsal y a los 5 minutos de la inclinación a 70 grados fue de 98,6 mseg (90/105) y 131 mseg (116/145), respectivamente, mientras que la mediana del intervalo entre el inicio del QRS y la apertura aórtica en decúbito dorsal y con la inclinación fue de 74,4 mseg (55/98) y 78,8 mseg (65/105), respectivamente, mostrando que el período preeyectivo solo se modificó un 13% (4,4 mseg) de la media del retraso de la onda de pulso carotídeo (32,4 mseg). Los resultados fueron concordantes en los 5 casos, demostrando que la prolongación del retraso de la onda de pulso carotídeo tras la inclinación está relacionada predominantemente con el período eyectivo, es decir, con cambios dinámicos que repercuten



**Fig. 3.** Imagen de eco-Doppler cardíaco a 50 mm/seg. Metodología de la medición del tiempo preeyectivo, desde el inicio del QRS hasta la apertura aórtica, tomado con el paciente en decúbito dorsal y luego de inclinado a 70 grados.

desde la apertura aórtica hasta la llegada del pulso a la carótida. En nuestra opinión, dichos cambios se relacionan con variaciones de la distensibilidad vascular periférica tras el cambio de decúbito que demoran entre 2 y 3 minutos en impactar en forma retrógrada sobre la velocidad de la onda de pulso que avanza hasta el transductor carotídeo. El retraso de la onda de pulso tras el cambio de decúbito implicaría una exageración de la respuesta vasoconstrictora periférica. (19)

#### Cuarta etapa: Estandarizar y automatizar la medición

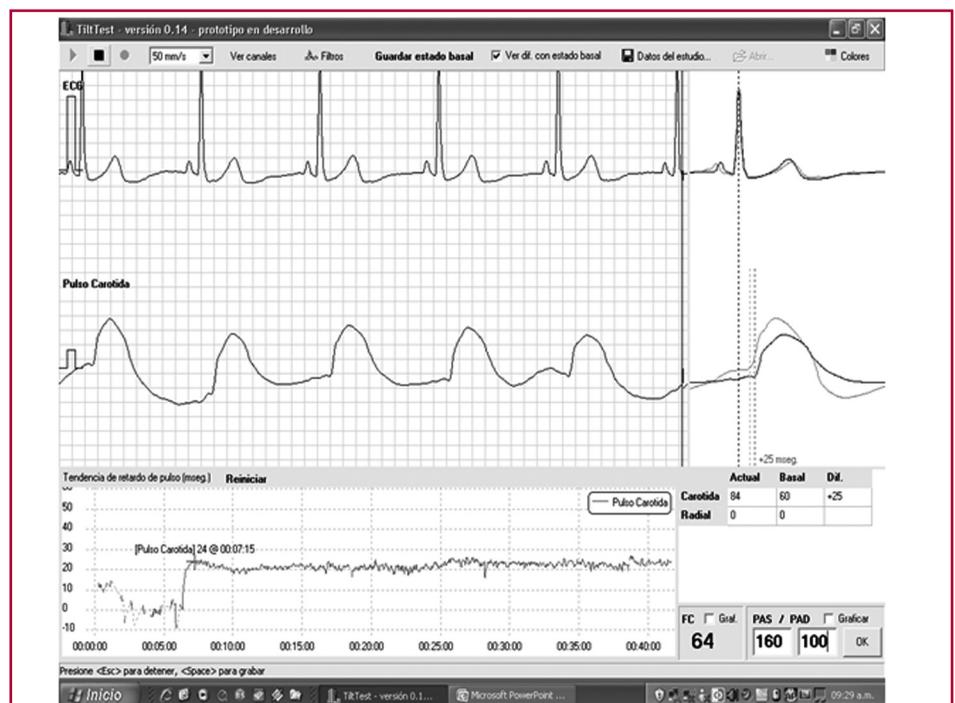
Teniendo en cuenta que la medición del parámetro dependió en los estudios precedentes del operador y que los resultados provinieron de un único centro, diseñamos un equipo con capacidad de medición automática e iniciamos un estudio colaborativo con el Hospital Británico de Buenos Aires (Figura 4). Se incluyeron 100 pacientes consecutivos con historia de síncope reflejo con una edad media de 50,2 años, con el fin de convalidar la medición automática con la manual del “retraso de la onda de pulso carotídeo” con TT sensibilizado con nitritos. El 68% de los pacientes presentaron TT positivo, resultando el “retraso de la onda de pulso carotídeo” mayor de 17 mseg, medido manual y automáticamente a los 5 minutos de inclinado, el único parámetro relacionado con el resultado del TT ( $p < 0,001$ ). El área bajo la curva ROC (estadístico C) del retraso del pulso carotídeo fue de 0,78 (IC 95% 0,68 a 0,88), con una sensibilidad del 83,8% y una especificidad del 72%, un valor predictivo positivo del 83,8% y negativo del 71,9%. El estudio demostró que con cada mseg de prolongación del parámetro se incrementó un 15% la chance de respuestas positivas durante el TT (Figura 5). Los resultados confirmaron

que el parámetro identificó al 78% de los pacientes con historia de síncope y TT positivo. (20). En un subestudio sobre la misma población se evaluó la correlación de la medición automática con la manual del “retraso de la onda de pulso carotídeo”. Ambas modalidades de medición se efectuaron sobre los 100 estudios comparando estadísticamente la capacidad del parámetro medido manual y automáticamente en la etapa basal y a los 5 minutos a 70 grados para predecir el resultado del TT. Los resultados convalidaron al método automático, que mostró una estrecha correlación con el manual e incluso con una sensibilidad y una especificidad algo mayores, validando el método en forma independiente del operador (21) (Figura 6).

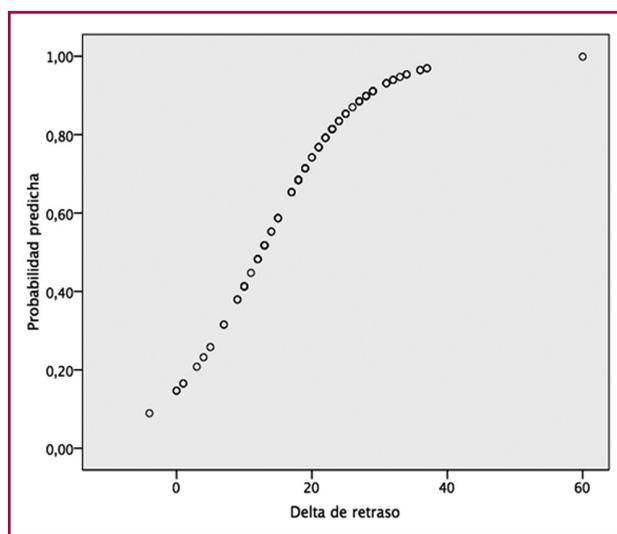
#### Quinta etapa: Tras un nuevo patrón oro

Hasta aquí comparamos el parámetro con el TT, una prueba que, como hemos comentado, se encuentra cuestionada en su valor como patrón oro para el síncope neuromediado. Nuestro método presenta un discreto exceso de pruebas positivas comparado con los resultados del TT, lo que podría interpretarse como falsos positivos, o alternatively como expresión de una mayor sensibilidad (verdaderos positivos) si se vincularan a un patrón oro superior al TT como es el interrogatorio. Así, creímos que había llegado el momento de desprendernos del TT como prueba comparativa e intentar correlacionar nuestro parámetro con el interrogatorio del síncope. Teniendo en cuenta que entre un 20% y un 30% de la población presenta episodios sincopales a lo largo de la vida y que el mecanismo reflejo representa la causa más común, en especial en pacientes sin cardiopatía, seleccionamos un grupo de 30 voluntarios deportistas de alta resistencia, 20 de ellos hombres, con una edad media de 48 años (34-60). Cinco

**Fig. 4.** Imagen detenida del sistema de medición automático durante un estudio que muestra un trazado electrocardiográfico y la onda de pulso carotídeo a 50 mm/seg. En el recuadro de la derecha superior se aprecia un sistema *trigger* de las señales con calibres de medición automática del retraso de la onda de pulso carotídeo con respecto al QRS y su valor instantáneo que surge tras el cambio de decúbito, en este caso 25 mseg. En el recuadro inferior, un histograma de los valores desde el inicio del estudio, en decúbito dorsal y su variación con la inclinación a 70 grados.



eran hipertensos leves controlados con dosis bajas de *priles*, 3 dislipidémicos y 2 hipotiroideos leves. Se trata de un grupo de entrenamiento, que corren 3 a 4 veces por semana 30 a 40 km bajo la supervisión de un entrenador de grupos Nike®. Metodológicamente, iniciamos una fase de evaluación del parámetro “retraso del pulso carotídeo” prescindiendo de la camilla de inclinación, midiéndolo automáticamente en decúbito dorsal sobre una colchoneta en el césped y luego de pararse y quedar estático durante 3 minutos, a lo que denominamos *fast tilt test* (Figura 7). Mientras un operador recababa la firma de los consentimientos escritos, los datos clínicos e historia de síncope y criterios de los puntajes de Calgary y Sheldon, otro efectuaba la medición del parámetro “retraso de la onda de pulso carotídeo”, ciego a la información del cuestionario. Los datos fueron analizados estadísticamente evaluando la capacidad

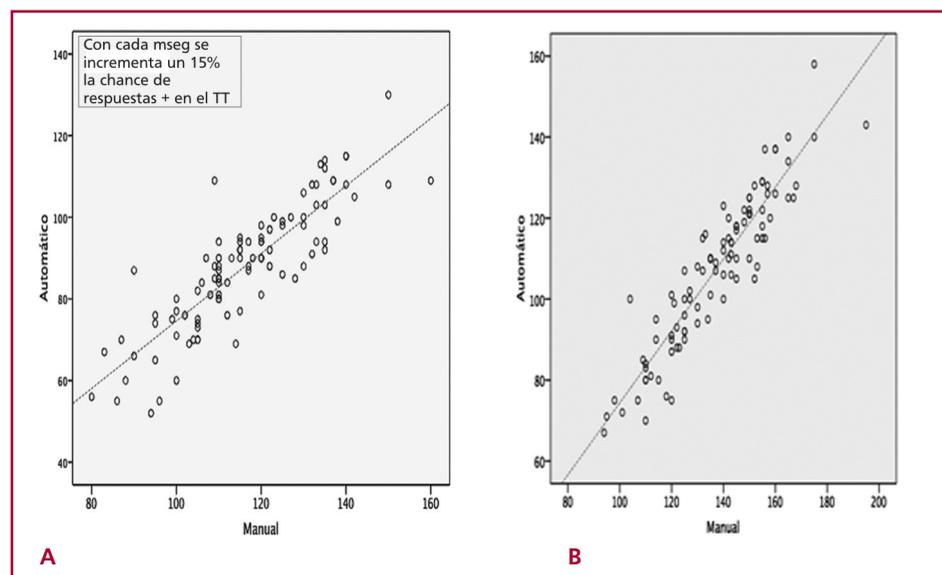


**Fig. 5.** Relación entre las probabilidades predichas por el modelo logístico y el delta de retraso. Existe estrecha relación del parámetro con respuestas positivas del *tilt test*.

predictiva del parámetro sobre el antecedente de haber padecido síncope mediante curva ROC, seleccionando el valor de mejor capacidad predictiva para calcular los valores predictivos positivos y negativos. En el interrogatorio, 7 voluntarios relataron historia de síncope. Un valor igual o mayor de 20 mseg de retraso de la onda de pulso carotídeo presentó el 100% de sensibilidad y el 87% de especificidad, un valor predictivo positivo del 70% y negativo del 100% para la identificación de las personas con síncope. El área bajo la curva ROC fue de 0,90 (IC 95% 0,79 a 1,00) (Figura 8). La media de retraso de la onda de pulso en los 7 voluntarios con historia de síncope fue de 24,8 mseg, mientras que la media de los que no tuvieron antecedentes de síncope fue de 9,5 mseg ( $p < 0,001$ ). El *fast TT* identificó en 3 minutos a los voluntarios con historia de síncope. (22) Tres voluntarios sin historia de síncope presentaron retraso del pulso carotídeo mayor de 20 mseg sin mostrar diferencias en sus características clínicas con respecto a los demás. Podría tratarse de un grupo que teniendo las condiciones fisiopatológicas para desarrollar síncope neuromediado aún no lo ha presentado o de falsos positivos por limitación del método aún en desarrollo.

## DISCUSIÓN

Descubrimos y desarrollamos un parámetro de medición simple y no invasiva capaz de identificar en 5 minutos a pacientes con historia de síncope en los que el TT resultará positivo, a voluntarios que sin tener historia de síncope presentaron TT positivos y a voluntarios que presentaron historia de síncope prescindiendo de la camilla basculante. Con el fin de aportar la mayor información del fenómeno “retraso del pulso carotídeo”, sus propiedades, fisiopatología y utilidad clínica, en los últimos 8 años desplegamos cinco etapas sucesivas de investigación, orientadas a responder los diferentes aspectos del descubrimiento. Este artículo es el resumen



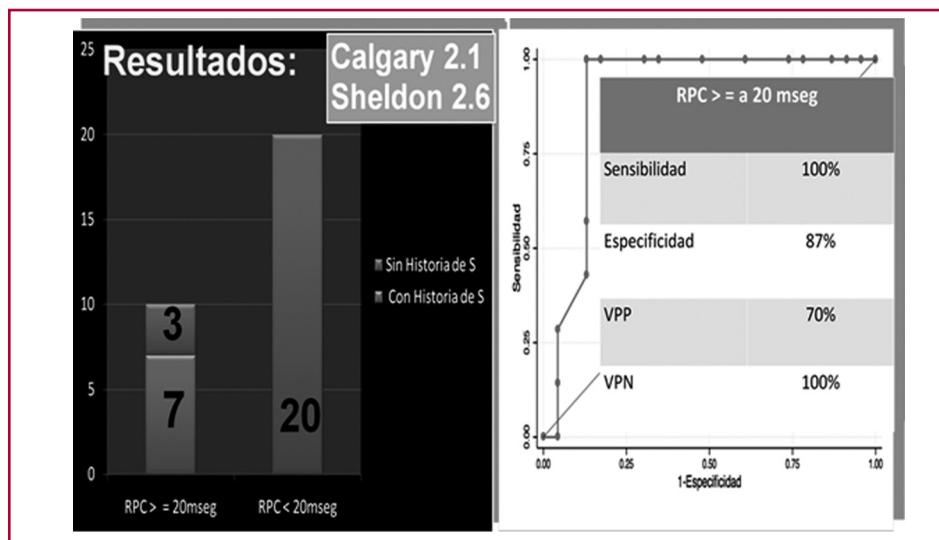
**Fig. 6.** Convalidación del método automático con el manual para medir el “retraso de la onda de pulso carotídeo”. Correlación entre los retrasos basales (A) y finales (B) medidos por ambos métodos teniendo en cuenta que los valores absolutos resultan diferentes, ya que la medición manual toma el inicio del QRS hasta el inicio de la onda de pulso carotídeo y el automático gatilla la medición desde el cenit del QRS hasta el inicio de la onda de pulso carotídeo, con el resultado de un valor absoluto menor.

**Fig. 7.** Medición del “retraso de la onda de pulso carotídeo” en voluntarios deportistas de alta resistencia mediante *fast tilt test* prescindiendo de la camilla basculante. *Arriba:* medición basal en decúbito dorsal. *Abajo:* medición en posición de pie.



de ello, donde el lector podrá asistir al nacimiento y desarrollo de la idea y seguir el pensamiento del grupo de trabajo que ordenadamente fue cumpliendo con los pasos de investigación que estuvieron a su alcance. El parámetro representa la variación del intervalo desde la activación eléctrica cardíaca hasta la llegada del pulso arterial a la carótida que ocurre al pararse, momento en el que concurren múltiples respuestas biológicas de adaptación al nuevo estado. El incremento de ese tiempo se encuentra fuertemente relacionado con la capacidad de ciertas personas de desarrollar síncope neuromediado, lo cual sugiere que existe una condición fisiopatológica especial en ellos vinculada a una respuesta excesiva de vasoconstricción periférica tras el cambio de decúbito que demora entre 2 y 3 minutos en reflejarse en la velocidad de la onda de pulso carotídeo registrada por el transductor. En otras palabras, al incorporarse sucedería un efecto de onda de marea retrógrada creciente que al oponerse al flujo eyectivo

provocaría su enlentecimiento a nivel de las arterias elásticas carotídeas, hecho capaz de ser medido por las nuevas técnicas computarizadas digitales. Al respecto, la resistencia vascular periférica integra un concepto más amplio denominado impedancia arterial, la que se puede definir de modo simple como la suma de las variables que se oponen al avance del flujo sanguíneo y abarca tres componentes: la distensibilidad arterial (propia de los grandes vasos), la resistencia vascular periférica (localizada en las arterias medianas y pequeñas) y la onda refleja que se origina en la bifurcación aórtica y se transmite en forma centrípeta hacia la raíz aórtica, alcanzando a la onda de pulso en su porción diastólica final. (23) Con nuestros estudios hemos demostrado que el retraso de la onda de pulso ocurre mayormente durante el período eyectivo y que no difiere en grupos etarios con diferentes distensibilidades, por lo que el fenómeno parece depender predominantemente de cambios en la resistencia periférica. En



**Fig. 8.** A la izquierda, distribución de la población con historia de síncope y sin historia de síncope según el retraso de la onda de pulso carotídeo mayor o igual a 20 mseg. Valores obtenidos de los puntajes de Calgary y Sheldon en la población con historia de síncope. A la derecha, área bajo la curva ROC, con su sensibilidad, especificidad y valores predictivos para un valor de retardo del pulso carotídeo igual o mayor de 20 mseg. S: Síncope. RPC: Retardo del pulso carotídeo. VPP: Valor predictivo positivo. VPN: Valor predictivo negativo.

ese aspecto, tras el reciente desarrollo de un equipo de medición de la velocidad de la onda de pulso por nuestro grupo de ingenieros, estamos investigando si su medición durante el TT puede aportar información adicional en los cambios dinámicos de la resistencia vascular periférica. Finalmente, la investigación aún no ha concluido, pero los pasos dados nos parecen lo suficientemente sólidos como para despertar interés en la comunidad médica e impulsar su desarrollo y aplicación en pacientes con síncope.

### Limitaciones

El parámetro permite identificar a personas que han presentado historia de síncope y a pacientes que presentan respuestas positivas en el TT, pero no predice el momento exacto en que se producirá. Se encuentra en marcha un estudio sobre cambios del parámetro en los segundos previos al síncope durante el TT, ya que se observan demoras adicionales en ese instante. Mejorando la técnica de medición del parámetro hemos aprendido que es clave la medición correcta del valor basal del intervalo QRS - onda de pulso carotídeo antes del cambio del decúbito. Cuando el paciente está acostado, la onda del pulso venoso puede ser prominente pudiendo alterar el inicio de la onda de pulso carotídeo. Hay que tomar el tiempo necesario para modificar la posición del transductor hasta encontrar una onda de pulso carotídeo limpia que se pueda comparar al inclinar al paciente. En personas con cuellos cortos, el músculo esternocleidomastoideo puede interponerse parcialmente entre el pulso arterial y el transductor, lo que hace necesario un ligero aumento de la presión de la banda que sostiene el transductor sobre el pulso arterial. Tomando en cuenta estas recomendaciones ha sido posible llevar a cabo la medición del parámetro en todos los casos. El hecho de contar con un sistema computarizado de medición digital donde todo el proceso permanece almacenado en su memoria permite un análisis retrospectivo latido a latido de los cambios acontecidos durante el estudio. Por otra parte, en pacientes con fibrilación auricular, los

cambios permanentes del ciclo cardíaco hacen inestable la medición del parámetro, por lo que hasta aquí estos casos se han excluido de los protocolos de estudio. Ahora, nuestro objetivo es incorporar el parámetro en la toma de decisiones en pacientes con síncope reflejo mediante un estudio multicéntrico prospectivo con grupo control. Finalmente, tal como se mostró en los resultados de la quinta etapa, existe un grupo de voluntarios (3) que presentaron prolongación del retraso de la onda de pulso sin tener historia de síncope, hecho que podría interpretarse como un grupo que aún no ha presentado síncope o como falsos positivos debidos a una imperfección del método que aún está en desarrollo.

### CONCLUSIONES

El “retraso de la onda de pulso carotídeo” demostró estrecha correlación con el resultado del TT en diferentes escenarios, identificando a más del 80% de los pacientes que presentarán síncope y a voluntarios sin historia de síncope que lo desarrollaron durante el TT. El parámetro, relacionado con el período eyectivo y vinculado a cambios de la distensibilidad vascular, puede ayudar a la rápida toma de decisión diagnóstica en pacientes con síncope, a comprender aspectos fisiopatológicos y a evaluar intervenciones terapéuticas.

### ABSTRACT

#### Fast Tilt Test: a New Paradigm in the Management of Reflex Syncope

##### Introduction

Between 20% and 30% of persons present syncope throughout their lives and reflex syncope represents the most common cause. The differential diagnosis of syncope is based on the characteristics of the episode and on the reproducibility of symptoms with the head-up tilt test. Yet, as tilt test has important limitations, we began exploring a new parameter in successive stages of investigation, which we called “delay of the carotid pulse wave”.

## Objectives

To present the results of the investigation about the discovery, development and clinical applicability of the parameter: "delay of the carotid pulse wave", capable of identifying patients with reflex syncope.

## Methods

The development of the idea and the results of the analysis of the correlation between the parameter and the tilt test evaluated in a pilot study of 43 patients with syncope are described. The correlation is confirmed in 100 patients with syncope and in controls; the pathophysiological mechanism of the parameter is evaluated; the design of an automated device is described and its validation is confirmed in a multicenter study of 100 patients with history of syncope using drug-stimulated head-up tilt test. The search of a new gold standard for reflex syncope is described.

## Results

The statistical analysis performing univariate and multivariate models and the construction of ROC curves on 243 patients undergoing head-up tilt test showed that, despite the different ages or methods used, the parameter classified in a correct fashion more than 80% of patients with history of syncope and positive head-up tilt test and 100% of volunteers without history of syncope who presented positive head-up tilt test. The measurement of the parameter without using a tilt table identified 100% of volunteers with history of syncope (7/30).

## Conclusions

We developed a simple and non-invasive measurement parameter, capable of predicting a positive head-up tilt test within 5 minutes in patients with syncope and of identifying people with history of syncope without using the tilt table. The parameter could help to make rapid diagnostic decisions in patients with syncope, to understand the pathophysiological aspects and to evaluate the therapeutic interventions.

**Key words** > Syncope, Vasovagal - Diagnosis - Cardiac Electrophysiology - Tilt-Table Test

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ganzeboom KS, Colman N, Reitsma JB, Wieling W. Prevalence and triggers of syncope in medical students. *Am J Cardiol* 2003;91:1006-8.
- Tambussi A, Kochen S. Estudio diagnóstico del síncope en pacientes de consultorio externo de un hospital general. *Rev Latinoam Cardiol* 1996;7:6.
- Sheldon R, Rose S, Connolly S, Ritchie D, Koshman ML, Frenneaux M. For the syncope Symptom Study Investigators. Diagnostic criteria for vasovagal syncope based on quantitative history. *Eur Heart J* 2006;27:344-50. <http://doi.org/d8tttn9>
- Sheldon R, Rose S, Ritchie D, Connolly SJ, Koshman ML, Lee MA, et al. Historical criteria that distinguish syncope from seizures. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:142-8. <http://doi.org/cnm825>
- Benditt DG, Ferguson DW, Grubb BP, et al. Tilt table testing for assessing syncope. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:263-75. <http://doi.org/dnjzv7>
- Kapoor W. Diagnostic evaluation of syncope. *Am J Med* 1991;90:91-106. <http://doi.org/dmv8vr>
- Nyman JA, Krahn, AD, Bland PC, Griffiths S, Manda V. The costs of recurrent syncope of unknown origin in elderly patients. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999;22:1386-94. <http://doi.org/dfnf4q>
- Calkins H, Byrne M, el-Atassi R, Kalbfleisch S, Langberg JJ, Morady F. The economic burden of unrecognized vasodepressor syncope. *Am J Med* 1992;95:473-9. <http://doi.org/ffggz6>
- Strickberger SA, Benson W, Biaggioni I, Callans DJ, Cohen MI, Ellenbogen KA. AHA/ACC Scientific Statement on the evaluation of Syncope. From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Cardiovascular Nursing, Cardiovascular Disease in the Young and Stroke, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group; and the American College of Cardiology Foundation in Collaboration with the Heart Rhythm Society. Endorsed by the American Autonomic Society. *Circulation* 2006;113:316-27. <http://doi.org/bt3zjb>
- Gulli G, Cooper VL, Claydon V, Hainsworth R. Cross-spectral analysis of cardiovascular parameters whilst supine may identify subjects with poor orthostatic tolerance. *Clin Sci* 2003;105:119-26. <http://doi.org/bx8wq8>
- Bellard E, Fortrat JO, Schang D, Dupuis JM, Victor J, Lefthertiotis G. Changes in the transthoracic impedance signal predict the outcome of a 70° head-up tilt test. *Clin Sci* 2003;104:119-26. <http://doi.org/bsstz9>
- Simek J, Wichterle D, Melenovsky V, Malik J, Svobodova J, Svacina S. Pulse wave analysis during supine rest may identify subjects with recurrent vasovagal syncope. *Clin Sci (Lond)* 2005;109:165-70. <http://doi.org/d4vmms>
- Majul CR, Paez OB, De María M y cols. Estudio de la distensibilidad arterial en embarazadas con riesgo o no de preeclampsia. *Rev Argent Cardiol* 2004;72:21-4.
- Villamil AM, Perona C, Carnero GS, Torres Y, Mariani JA, Tajer CD y cols. Evaluación del comportamiento del intervalo desde el inicio del QRS al inicio de la onda de pulso radial y carotídeo con el resultado del tilt test. Tema libre oral, Jornadas de los Consejos Científicos de la SAC 2008. *Rev Argent Cardiol* 2008;76 (Supl 1):136 (resumen).
- Villamil AM, Perona C, Carnero GS, Torres Y, Mariani JA, Tajer CD y cols. Evaluación del comportamiento del intervalo desde el inicio del QRS al inicio de la onda de pulso radial y carotídeo con el resultado del tilt test. *Rev Argent Cardiol* 2009;77:347-53.
- Paolasso MF, Estévez AO, Terragno AL, Torres P, Torrejón N, Villamil AM y cols. Evaluación del comportamiento del intervalo desde el QRS al inicio de la onda de pulso carotídeo con el resultado del tilt test en 100 pacientes y grupo control. Abs 49. XXII Jornadas Nacionales de los Distritos Regionales. *Rev Argent Cardiol* 2011;79(Supl 1):49 (resumen).
- Natale A, Akhtar M, Jazayeri M, et al. Provocation of hypotension during head-up tilt testing in subjects with no history of syncope or presyncope. *Circulation* 1995;92:54-8. <http://doi.org/pvq>
- Villamil AM, Torres Y, Perona C, Mariani J, Tajer CD, Fiamengo J. Valor del intervalo desde el inicio del QRS al inicio de la onda de pulso carotídeo con el resultado del tilt test para distintas edades. Abs 197. XXXVI Congreso Argentino de Cardiología. *Rev Argent Cardiol* 2010;78(Supl 2):124.
- Paolasso MF, Pezzati L, Villamil AM, Perona C, Fiamengo JM, Becillia L y cols. Correlación del intervalo entre el inicio del QRS y la onda de pulso carotídeo durante el tilt test con eco-Doppler. Aproximación del síncope neurocardiogénico. Abs 14. XXII Jornadas Nacionales de los Distritos Regionales. *Rev Argent Cardiol* 2011;79(Supl 1):14 (resumen).
- Villamil AM, Torres Y, Estepo J, Cáceres M.C, Tello IA, Mariani J, Tajer CD, Perona C. Evaluación del comportamiento del retraso de la onda de pulso carotídeo con el resultado del tilt test sensibilizado en 100 pacientes. Abs 085. XXXVIII Congreso Argentino de Cardiología. *Rev Argent Cardiol* 2012;80(Supl 3):85 (resumen).
- Villamil AM, Torres Y, Mariani J, Estepo J, Cáceres MC, Tello IA. Relación entre la medición manual y automática del retraso de la onda de pulso carotídeo durante el tilt test en 100 pacientes con síncope. Tema libre oral: I Congreso Argentino de Arritmias 2011.
- Villamil AM, Torres Y, Mariani J, Di Leva A, Ríos L, Cáceres MC. Hosp. Santojanni, Gedic, SAC DC. Norte. Fast Tilt Test, un nuevo paradigma en el estudio del síncope vasovagal. Poster: II Congreso Argentino de Arritmias 2012.
- Villamil A, Sánchez R, Baglivo H. En: Hipertensión Arterial, de la Investigación a la Práctica Clínica: 1.ª ed. Buenos Aires, 2013. Cap. 2.