

La oscilografía electrónica en el diagnóstico de las enfermedades vasculares periféricas

I. FUNDAMENTO, MATERIAL Y TECNICA

A. MARTINEZ-MUÑOZ y N. GALINDO-PLANAS

Departamento de Hemodinamia Incruenta (Dr. A. Martínez-Muñoz) del Servicio de Cardiología (Dr. F. Ballesta Barcons) del Hospital Municipal de Ntra. Sra. del Mar y Servicio de Angiología y Cirugía Vascular (Dr. N. Galindo-Planas) del Hospital de San Rafael. Barcelona (España).

CONCEPTO

La oscilografía electrónica es un método objetivo de diagnóstico angiológico consistente en el registro indirecto gráfico de las variaciones de presión que se suceden en las grandes, medianas y pequeñas arterias de las extremidades. Estas variaciones de presión, transportadas por la onda pulsátil originada por la actividad cardiaca, se transforman lógicamente en diferencias de volumen de las diversas partes de las extremidades, que pueden ser captadas exteriormente mediante un sistema envolvente que rodee completamente el territorio explorado.

Clásicamente se ha venido empleando la oscilografía mecánica fundada en la aplicación de un manguito neumático alrededor de una zona de la extremidad, manguito que se insufla a una presión determinada. Las variaciones de presión neumática originadas en el interior del brazal a consecuencia de los cambios volumétricos del miembro subyacente son transformadas por medio de una cápsula de Frank en oscilaciones de una palanca inscriptora, que registra en una gráfica las oscilaciones pulsátiles de la región explorada de la extremidad. Sin embargo, las limitaciones de la oscilografía mecánica son múltiples y prácticamente todas derivadas de la escasa sensibilidad del método. Mediante ella sólo es posible valorar la amplitud de las pulsaciones, mientras que la morfología de las mismas apenas puede servir de utilidad por el amortiguamiento que sufren a través de la conversión neumomecánica.

Modernamente, la aplicación de los avances de la electrónica ha permitido efectuar la conversión de las variaciones de presión neumática en variaciones de corriente eléctrica, que, a través de sistemas especiales, son convertidas a su vez en oscilaciones de un elemento oscilográfico, que puede ser un tubo de Braun o un galvanómetro de inscripción fotográfica o directa. Las ventajas de este tipo de conversión radican no sólo en que la ganancia de amplitud es muy superior, dado que pueden emplearse grandes amplificaciones a través de circuitos electrónicos a válvulas o a transistores, sino en que las variaciones de presión, es decir de vo-

lumen, pueden captarse con extrema exactitud sin sufrir deformaciones o distorsiones. De este modo, la oscilografía electrónica mantiene todas las ventajas de la mecánica y soslaya sus inconvenientes al permitir un registro gráfico preciso de la morfología de la onda pulsátil. Además, la oscilografía electrónica no precisa obligatoriamente del empleo de un manguito que transforme previamente las variaciones de volumen de la zona explorada en variaciones de presión neumática, sino que la conversión puede hacerse directamente mediante muy diversos sistemas, que luego serán detallados. De este modo pueden realizarse registros de las variaciones pulsátiles de diversas partes de las extremidades inalcanzables para la oscilografía mecánica, como son, por ejemplo, los dedos.

En realidad, la oscilografía electrónica no es más que uno, mejor dicho, la combinación de dos de los diferentes tipos de pletismografía segmentaria indirecta de incremento circunferencial, que desprecia el objetivo volumétrico de la pletismografía, es decir la medición de las variaciones de volumen a través de las modificaciones de amplitud de la gráfica calibradas cuantitativamente, para realzar la importancia de los valores morfológicos y cronológicos que la misma suministra.

La pletismografía, que literalmente significa registro de volumen y puede aplicarse a cualquier parte del cuerpo, es un método de exploración que se aplica particularmente al registro del volumen (y de sus variaciones), con respecto al tiempo, de una parte prominente del cuerpo, en especial las extremidades. Si se supone que dicha parte mantiene, a excepción de su contenido hemático, un volumen constante (lo cual sólo sucede real y nada más que parcialmente durante cortos períodos de tiempo), los cambios de volumen que sufra dependerán directamente de las variaciones de su contenido sanguíneo. Dichas variaciones de volumen están determinadas por la diferencia entre el aflujo arterial y el drenaje venoso. Casi nunca se practica la pletismografía de toda una extremidad, sino sólo la de una parte de la misma, por cuyo motivo hay que hablar con propiedad de pletismografía segmentaria más o menos extensa. La pletismografía de oclusión venosa es la única que mide directamente la cantidad de aflujo sanguíneo al yugularse completamente el drenaje venoso por medio de una suave compresión circular.

Hay dos tipos de pletismografía, la directa y la indirecta. La primera mide los cambios de volumen de una extremidad por medio de los desplazamientos de líquido o de aire contenido en un cilindro rígido y herméticamente cerrado, en cuyo interior se coloca el segmento explorado de la extremidad. La segunda no merece el nombre de pletismografía en el sentido estricto de la palabra, pues no registra directamente cambios de volumen, sino sólo las variaciones de un factor relacionado con él. En la pletismografía fotoeléctrica las variaciones de volumen se deducen de los cambios de densidad lumínica (luz infrarroja de un espectro determinado) provocados por las fluctuaciones del contenido hemático. En la pletismografía de impedancia (una de cuyas variantes es la reografía) las variaciones de volumen se miden por los cambios de impedancia eléctrica que sufre un tejido al modificarse en él su contenido sanguíneo. Finalmente, la pletismografía de incremento circunferencial registra indirectamente las fluctuaciones de volumen a través de los incrementos, positivos y negativos, del perímetro de la

región explorada, siendo los cambios de volumen proporcionales a los de la circunferencia. Como se ha indicado anteriormente, la oscilografía electrónica es una pletismografía segmentaria indirecta de incremento circunferencial.

FUNDAMENTO

La base de la oscilografía electrónica es el transductor, es decir el convertidor de la energía mecánica (cambios de presión-volumen) en energía eléctrica. A modo de comparación, podríamos decir que en la oscilografía mecánica el transductor es la cápsula de Frank, que transforma las variaciones neumáticas del brazal en oscilaciones de una palanca inscriptora. El transductor es, pues, un dispositivo mecánico-electrónico, que al recibir por una de sus vertientes variaciones de presión las convierte en una señal eléctrica variable directamente relacionada con la presión que la ha originado. La característica primordial del transductor empleado en oscilografía electrónica es su linealidad, es decir que las variaciones de la señal eléctrica han de ser directamente proporcionales a las de la presión originaria, al menos dentro de los límites en los cuales en clínica se dan dichas variaciones de presión. Los transductores pueden ser de los siguientes tipos:

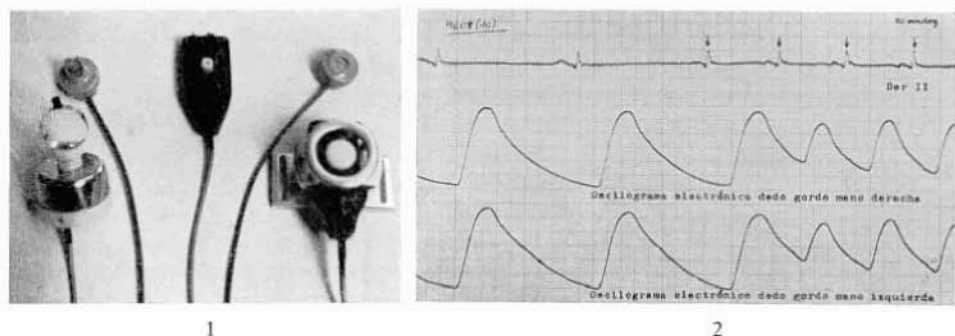


FIG. 1. Diferentes tipos de transductores (detectores de pulso) utilizados en oscilografía electrónica. Arriba: a la izquierda, transductor piezoeléctrico para la oscilografía electrónica de extremidades (variaciones neumáticas del manguito); en el centro, transductor capacitivo «infraton» para la oscilografía electrónica acra (contacto directo); a la derecha, transductor piezoeléctrico para la oscilografía electrónica acra (contacto directo). Abajo: a la izquierda, transductor de Brecht-Schneider para detección del pulso de arterias pequeñas superficiales (p. e. la pedia); a la derecha detector de Boucke-Brecht para la esfigmografía de grandes arterias (p. e. carótida o femoral). FIG. 2. Registro habitual en oscilografía electrónica. En un polígrafo de tres canales se inscriben simultáneamente una derivación electrocardiográfica (curva superior) y dos oscilogramas electrónicos (curvas media e inferior). Después de dos sístoles de origen sinusal se inicia una taquicardia paroxística auricular. Obsérvese la disminución de la amplitud, especialmente en la primera sístole heterotopa.

a) **Transductores resistivos:** con ellos la presión se mide por medio de un elemento que cambia su resistencia en función de las variaciones de la presión. Los más utilizados son los llamados extensímetros, que se basan en un elemento conductor extensible que rodea la zona de la extremidad a explorar. Como que

dicho conductor disminuye de diámetro al ser estirado por el aumento de volumen de la porción de miembro subyacente, entonces aumenta su resistencia eléctrica, siendo el cambio de resistencia directamente proporcional a las variaciones de volumen. Un ejemplo típico de extensímetro, aplicado a la técnica que nos concierne, es el de «strain-gauge» formado por un tubo de goma elástica que contiene mercurio en su interior.

b) **Transductores inductivos:** que consisten en una bobina cuyo núcleo magnético está constituido por una varilla que se mueve dentro de aquélla en relación con la presión que recibe por uno de sus extremos. Los movimientos de la varilla dan lugar a un cambio en la inductancia y en la reactancia inductiva de la bobina, que son medidas por un circuito especial. Un ejemplo muy conocido de aplicación de este tipo de transductor es el micromanómetro de Allard-Laurens empleado en el cateterismo cardíaco.

c) **Transductores capacitivos:** en los que las variaciones de presión actúan sobre un diafragma metálico que forma una de las placas de un condensador. Como que la otra placa es fija, las antedichas variaciones de presión dan lugar a la modificación de la capacidad eléctrica del dispositivo, que es analizada por medio de un circuito electrónico especial. Este es el fundamento de los receptores «infraton» utilizados en el registro de pulsos arteriales y de fonomecanocardiografía.

d) **Transductores piezoeléctricos:** que se basan en el hecho de que un cristal (cuarzo, turmalina, sal de Rochelle) produce un potencial eléctrico cuando sobre un eje específico del mismo se aplica una presión por muy ligera que ésta sea. Este tipo de transductor es muy empleado en el registro de los pulsos arteriales.

MATERIAL

El material utilizado en oscilografía electrónica se puede dividir en tres grupos:

1. **Dispositivo colector de presión:** Es el elemento que recoge las variaciones de volumen de la zona explorada y las convierte en variaciones de presión. Dicho elemento puede ser simplemente mecánico o bien neumomecánico. El dispositivo mecánico consiste, generalmente, en un material inextensible que rodea la zona de la extremidad a explorar, por ejemplo una cincha metálica o un tejido rígido, y entre él y la extremidad (o bien entre sus extremos) se coloca el transductor, con lo que las variaciones de volumen de ésta, al quedar limitadas, actúan sobre la parte mecánica del transductor para ser transformadas así en variaciones eléctricas. En algunos casos particulares en los que el dispositivo mecánico forma parte integrante del transductor, como es el caso del extensímetro de goma llena de mercurio, dicho dispositivo es extensible para adaptarse directamente a los cambios de volumen.

El elemento neumomecánico consiste en un manguito insuflable de goma, que se aplica sobre la parte correspondiente de la extremidad. Las variaciones de presión neumática, que se engendran en el interior del brazal, son transmitidas por un tubo de goma hasta una membrana, que es la que actúa mecánicamente sobre el transductor.

El dispositivo mecánico es el que suele utilizarse para la oscilografía electrónica acra, es decir la que registra las pulsaciones de las falangetas de los dedos,

mientras que el neumomecánico se emplea habitualmente en la oscilografía electrónica del resto de la extremidad.

2. **Transductor:** Es, como se ha indicado anteriormente, el elemento que transforma las variaciones de presión-volumen en variaciones eléctricas.

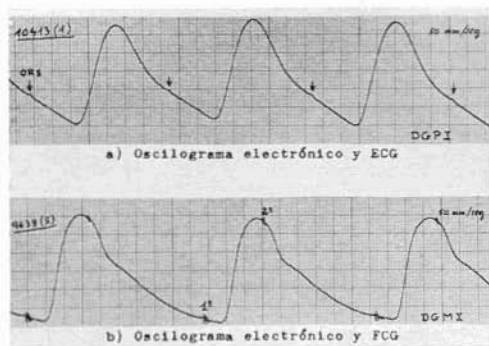
3. **Amplificador y sistema de registro:** Las variaciones eléctricas originadas en el transductor son amplificadas mediante un circuito electrónico a válvulas o a transistores y llevadas a un sistema oscilográfico de registro o visualización, que puede ser un tubo de Braun o un galvanómetro. Normalmente para ello se acude a polígrafos del tipo de los empleados en fisiología o en electrocardiografía.

Generalmente, el instrumental empleado en oscilografía electrónica consta de los siguientes elementos:

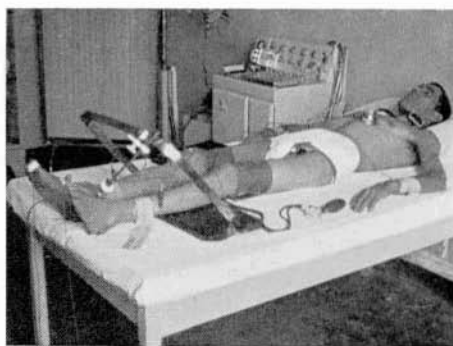
a) Detector del pulso (del tipo infrarojo o piezoeléctrico) para la oscilografía electrónica acra. Para sujetar este detector se utilizan cinchas inextensibles de material sintético o bien sujetadores metálicos especiales.

b) Manguitos de goma similares a los de toma de la presión sanguínea, de una anchura de 12 cm. y de diferente longitud según el diámetro de la zona de la extremidad a explorar.

c) Manguitos de anillo metálico para la oscilografía proximal o media de los dedos.



3



4

FIG. 3. Registro de oscilogramas electrónicos en un electrocardiógrafo de un solo canal. Arriba, superposición de complejos QRS de muy pequeña amplitud a la curva oscilográfica. Abajo, superposición de los ruidos cardíacos, también muy reducidos, al oscilograma electrónico. Con cualquiera de estos dos artificios puede calcularse el tiempo de propagación de la onda del pulso y compararse con el de otras zonas de la misma o de otra extremidad. FIG. 4. Colocación de los distintos detectores e instrumentos empleados en oscilografía electrónica. En el paciente se hallan colocados: las placas electrocardiográficas para el registro de la o las curvas correspondientes; un micrófono para el registro de los ruidos cardíacos; un detector del pulso carotídeo; un detector del pulso femoral; un detector del pulso pedio; dos manguitos en los muslos para la oscilografía electrónica de extremidades, hallándose conectados a ellos los detectores correspondientes; dos transductores en los dedos gordos de los pies para la oscilografía electrónica acra. El polígrafo que se ve al fondo registra cuatro curvas diferentes, siendo en general una derivación electrocardiográfica, un pulso arterial central o periférico (a veces sustituido por un fonoangiograma) y dos oscilogramas electrónicos.

d) Transductores cerrados para ser conectados a los tubos que parten de los diferentes manguitos. Estos transductores suelen hallarse incluidos en el interior del oscilógrafo mecánico visualizador.

e) Oscilógrafo mecánico visualizador para el control previo al registro de los oscilogramas electrónicos. En la mayoría de los casos dicho oscilógrafo es doble, para el registro simultáneo de partes simétricas (o no) de dos extremidades. En algunos casos cada extremidad tiene su oscilógrafo independiente y, entonces, los transductores suelen ser exteriores a los mismos, conectándose a voluntad en un conducto que da al exterior.

f) Electrocardiógrafo de tres canales para el registro simultáneo de un trazado de referencia circulatoria central (que suele ser una derivación electrocardiográfica, pero que puede ser también un fonocardiograma o un pulso central o carotídeo) y de dos oscilogramas electrónicos de extremidades, generalmente de zonas simétricas.

Si bien las gráficas de los pulsos de la oscilografía electrónica pueden registrarse independientemente unas de otras y sin ningún otro trazado de referencia, para lo cual sirve entonces como aparato amplificador y registrador un simple electrocardiógrafo de un solo canal, es de gran importancia el poder obtener pulsos simultáneos de puntos simétricos de dos extremidades homónimas junto con la inscripción sincrónica de un trazado cardíaco de referencia, puesto que de este modo se consiguen, además de los datos propios de cada pulso aislado, otros de gran importancia como la comparación directa de las curvas de las dos extremidades exploradas a la vez, tanto en lo que se refiere a su amplitud y forma como a su cronología (tiempo de propagación o tiempo que la onda pulsátil emplea en llegar desde el corazón a cada uno de los puntos explorados). Es por este motivo que se recomienda siempre la utilización de un electrocardiógrafo de tres canales, para de esta manera poder registrar simultáneamente una derivación electrocardiográfica o un fonocardiograma y dos oscilogramas electrónicos de dos puntos simétricos de las extremidades.

Sin embargo, este instrumental, aunque transportable no es verdaderamente portátil por su volumen y peso y, por ello, en ciertos casos, como cuando se precisa una exploración domiciliaria o bien hospitalaria pero en el propio lecho del paciente por imposibilidad de desplazamiento de éste, se ha de acudir al empleo de un aparato más portátil, como es un electrocardiógrafo de un solo canal, con el fin de registrar uno a uno los diversos oscilogramas electrónicos. Mas como hemos dicho que un dato de gran valor es el registro simultáneo de un trazado cardíaco de referencia, en estos casos el electrocardiógrafo ha de estar adaptado de tal manera que sea capaz de registrar sincrónicamente, en una misma curva, una derivación electrocardiográfica (o un fonocardiograma) y un pulso. Pero como que del trazado de referencia no es su morfología la que interesa, sino sólo su ubicación cronológica, se ha de poseer un dispositivo que reduzca al mínimo la amplitud del electrocardiograma (o del fonocardiograma), de tal modo que sólo quede convertido en un pequeño accidente (vértice de la onda R o insinuación de los ruidos cardíacos) que se superponga, con escasísima amplitud para no deformar la curva que realmente interesa, al oscilograma electrónico. Con ello se puede calcular directamente el tiempo de propagación de la onda del pulso,

lo que permite a la vez la comparación extemporánea de las diversas curvas obtenidas.

TECNICA

Como se ha indicado anteriormente, para el registro de los oscilogramas electrónicos de las extremidades se emplea un instrumental (dispositivo colector de presión-volumen y transductor) diferente que para el registro de los oscilogramas electrónicos acros. Es casi únicamente con los extensiómetros, explicados anteriormente, que el instrumental es el mismo para la oscilografía acra que para la de extremidades. Pero como que éstos son los menos utilizados, la técnica será generalmente distinta para los dos tipos de oscilografía.

1. **OSCILOGRAFIA ELECTRONICA ACRA.** Es el método más simple y el más rápido, puesto que el transductor se coloca directamente sobre la yema del dedo a explorar y se fija instantáneamente mediante una cincha o fijador metálico.

Al paciente, previa relajación mediante un sedante o un relajador muscular cuando se prevé que estará nervioso en el momento de la exploración, se le coloca horizontalmente en una cómoda mesa de exploraciones situada en el interior de una habitación de temperatura agradable. Todas estas medidas son muy importantes si se quieren obtener curvas no alteradas por la tensión del enfermo o por los movimientos musculares del mismo. En muchas ocasiones es necesario colocar una almohada bajo los pies del explorando o bien apoyar éstos sobre un soporte especial que los sujeta lateralmente. Estando el paciente en esta posición se coloca el transductor, ejerciendo una ligera presión, sobre la yema del dedo y se le sujeta por medio de una cincha que rodee la falangeta o mediante un autosujetador metálico especial. Dentro de límites bastante amplios, no es necesaria una presión siempre exacta en la sujeción del transductor, pero es importante que éste no se halle demasiado fuerte, con lo que estrangularía el dedo y dificultaría el flujo sanguíneo falseando la curva, ni demasiado flojo, ya que de este modo no sería capaz de captar exactamente los cambios volumétricos ocurridos en la falangeta. Con experiencia se logra colocar el detector del pulso a una presión bastante constante.

El tipo de transductor utilizado en estos casos suele ser de dos tipos: capacitivo (fundado en la técnica electrostática del infratón) o piezoeléctrico. En ambos casos el volumen del detector del pulso es lo suficientemente pequeño para que pueda ser aplicado incluso en niños pequeños.

Colocado el receptor del pulso puede realizarse ya inmediatamente el registro de las curvas. Hay que recordar que el transductor piezoeléctrico tiene la ventaja sobre el capacitivo infratón de que no necesita «precalentamiento», de tal modo que en todo momento está listo para su uso. Por el contrario, el detector capacitivo ha de precalentarse durante 2-5 minutos antes de estar en condiciones de registro, si bien esto no es ningún inconveniente serio.

En principio, cuando los oscilogramas electrónicos acros se registran de forma rutinaria con el fin de comprobar de un modo rápido si existen trastornos circulatorios en las extremidades, los detectores del pulso se colocan solamente en

las yemas de los pulgares de las manos o de los dedos gordos de los pies. En el caso que se sospeche que las alteraciones circulatorias pueden ser distales y actuar diferentemente sobre los diversos dedos de las manos o de los pies, entonces se exploran todos los dedos. Este hecho es muy frecuente en el Raynaud.

El cable que parte del transductor se conecta a la entrada que el electrocardiógrafo posee para mecanogramas, con el fin de amplificar y registrar la señal eléctrica generada en el detector. Cuando sólo se desean valorar las amplitudes basta que la velocidad de desarrollo del papel de registro sea de 5 mm/seg, pero cuando se desea visualizar la morfología son necesarios desarrollos de 25 mm/seg, y de 50 mm/seg cuando interesa un cálculo exacto de la cronología.

En algunos casos es preciso detectar las oscilaciones vasculares de otras partes periféricas de las extremidades, como las palmas de las manos, las plantas de los pies o los muñones de amputación. En todos ellos la técnica es la misma que en la oscilografía electrónica acra digital distal.

Cuando las curvas obtenidas sean muy defectuosas, lo cual sucede con relativa poca frecuencia, hay que reconsiderar en primer lugar si se han tomado las medidas de sedación, comodidad y confortabilidad mencionadas anteriormente. En caso de que éstas sean correctas puede mejorarse la calidad del trazado registrándolo en fase de apnea espiratoria, esperando un rato más para el nuevo registro o bien aplicando repetidamente el detector del pulso. En algunas ocasiones el cable que sale de dicho detector es relativamente muy grueso y, entonces, hay que tener la precaución de que descienda directamente hacia el suelo para evitar la transmisión de los movimientos balísticos del cuerpo o de tracciones de otra índole.

2. OSCILOGRAFIA ELECTRONICA DE EXTREMIDADES. Al igual que la oscilografía mecánica detecta las variaciones de volumen del segmento de extremidad situado bajo el brazal que lo rodea. Estas variaciones de volumen son, a su vez, consecuencia de las variaciones espontáneas de volumen que se producen en el sistema arterial bajo la influencia de la onda pulsátil y permiten conocer el estado de la circulación periférica. Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, la mayor sensibilidad de la oscilografía electrónica y el hecho de que no deforme las curvas obtenidas permite un estudio mucho más preciso de las alteraciones circulatorias.

Para la obtención de oscilogramas electrónicos de las extremidades se toman las mismas medidas que en el caso de la oscilografía acra, es decir, sedación del enfermo, comodidad de la mesa de exploraciones, confortabilidad e la temperatura ambiente, etc. Estando el sujeto en posición horizontal se coloca un manguito o brazal alrededor de la zona a explorar y se aplica firmemente, pero sin ejercer presión excesiva que dé lugar a estrangulación del miembro ni dejarlo tan flojo que luego necesite una insuflación excesiva de aire para su perfecta coaptación. A continuación el tubo de goma, que parte del brazal, se enchufa en el oscilógrafo, que lleva incluido en su interior el transductor, y el cable que parte de éste se conecta a la entrada del electrocardiógrafo.

Los manguitos han de ser de cámara única, su anchura debe ser de 12 cm

y su longitud suficiente para envolver toda la zona de la extremidad explorada. Sólo en los casos en los que los muslos son muy gruesos pueden emplearse para ellos brazales de 18 cm de anchura. Como que la forma de la mayor parte de las extremidades no es cilíndrica es preferible que el manguito no sea del tipo auto-adhesivo, ya que entonces es difícil una aplicación uniforme sobre toda la zona de la extremidad subyacente, sino que es mejor que su sujeción se realice mediante una cincha de unos 4 cm de anchura y de suficiente longitud para que pueda dar unas tres vueltas alrededor del manguito. Cuando se realicen registros comparativos, sean simultáneos o consecutivos, es preciso que los manguitos tengan las mismas características. Sin embargo, cuando las extremidades se hallan diferentemente desarrolladas, como en las comunicaciones arteriovenosas o en las poliomielitis, o cuando hay alteraciones volumétricas unilaterales, por ejemplo en el linfedema, la comparación entre un lado y otro se halla más o menos dificultada, si bien los valores cronológicos son los menos influenciados.

Al igual que en la oscilografía electrónica acra, en la de extremidades es de suma importancia el hecho de que los transductores utilizados posean las mismas características de sensibilidad, de linealidad y de espectro de frecuencias bajas cuando se hagan registros sincrónicos comparativos. Por el contrario, cuando los registros se realizan de uno en uno no hay que tener en cuenta tal problema, puesto que el transductor empleado siempre es el mismo.

La exploración oscilográfica electrónica de extremidades puede llevarse a cabo de dos formas diferentes: **a)** mediante la técnica habitual en la oscilografía mecánica, es decir, con disminución progresiva de la presión neumática comunicada al interior del brazal, y **b)** realizando el registro con una presión de insuflación del manguito constante y suficientemente baja, inferior a la presión arterial diastólica, escogiéndose, en principio, la cifra de 60 mm Hg.

a) Técnica de presiones decrecientes. Se procede del mismo modo que con la oscimetría y la oscilografía mecánica, es decir, insuflando el manguito a una presión superior a la arterial sistólica y descendiendo escalonadamente 20 mm Hg cada vez hasta llegar a una presión inferior a la diastólica. Habitualmente se comienza por 180 mm Hg y se acaba con 60 mm Hg. A cada nivel tensional se hace el registro de las pulsaciones y, para ahorrar papel o hacer más corta la tira global, se emplea una velocidad de desarrollo de 2-5 mm/seg. Con esta técnica pueden comprobarse las diferencias de amplitud entre uno y otro lado (una diferencia de más de un 30 % tiene ya valor diagnóstico), el índice oscilográfico (es decir la máxima amplitud de las oscilaciones, que se encuentra a nivel de la presión arterial media) y si existe desviación del citado índice (o sea, si la amplitud máxima de un lado no tiene lugar al mismo nivel de presión que la del otro lado).

Esta técnica tiene dos inconvenientes principales: **1)** cuando el miembro explorado es muy sensible, éste reacciona con temblor muscular falseando las curvas o haciendo imposible su lectura, o bien si existe una oclusión arterial aguda el dolor se hace insoportable y la exploración es perniciosa para el miembro, puesto que suprime durante un buen período de tiempo el ya muy deficitario aporte sanguíneo; **2)** como que la presión del manguito, aunque decreciente, se ha de mantener durante largo tiempo para poder hacer los registros a todos los

niveles tensionales convenientes, se desencadenan procesos de contrarregulación arterial, que modifican la morfología de las curvas, su amplitud, parcialmente su cronología e incluso el nivel tensional del índice oscilográfico.

b) **Técnica de los 60 mm Hg.** Como que en la oscilografía electrónica tiene mucha más importancia la morfología de la curva y los valores cronológicos que no las amplitudes y el índice oscilográfico (puesto que estos dos datos se habrán estudiado ya mediante la oscilometría) más preferible que la técnica anterior es la que registra curvas a un solo nivel tensional, en general inferior a la presión diastólica. Normalmente el nivel tensional utilizado es el de 60 mm Hg, pero en algunas ocasiones, en que las curvas salen algo «movidas», puede elevarse la presión a 80 e incluso 100 mm Hg. Esta técnica es mucho más rápida que la anterior, puesto que sólo se registra a un nivel de presión, y, además, es mucho menos molesta para el paciente, ya que la presión de insuflación es baja.

Mientras que al efectuar la oscilografía electrónica acra en muchas ocasiones las curvas obtenidas son muy limpias, aunque el paciente esté nervioso o se encuentre incómodo, en el registro de la oscilografía electrónica de extremidades hay que velar celosamente por la consecución de todas las medidas de comodidad y tranquilidad psíquica del explorando, ya que los menores movimientos del miembro se superponen inmediatamente a las curvas pulsátiles y las deforman más o menos ampliamente. Además, cuando las amplitudes son pequeñas con frecuencia se suman a la gráfica los movimientos «balísticos» del cuerpo (es decir, una especie de balistocardiograma más o menos modificado), añadiéndole accidentes falsos. Esto es bien comprensible, puesto que la parte inferior del manguito se apoya sobre la mesa de exploraciones, mientras que la extremidad queda más libre en el interior de aquél. En estos casos, a veces es preciso colocar una almohada proximal y otra distalmente a la zona en que se encuentra el manguito, con el fin de que éste no tenga contacto con el plano de apoyo del paciente.

Como se ha señalado anteriormente, tanto en brazos y antebrazos como en muslos y piernas se utilizan manguitos de 12 cm de ancho y de longitud suficiente para que rodeen completamente la zona de la extremidad a explorar, siendo preferible que su sujeción se realice mediante una cincha larga que dé varias vueltas al manguito. En los dedos de las manos y de los pies se emplean pequeños cilindros metálicos en cuyo interior se halla un manguito cerrado de goma.

RESUMEN

La oscilografía electrónica es un tipo de pletismografía segmentaria indirecta de incremento circunferencial, que valora mucho más los criterios morfológicos y cronológicos de las curvas que no la amplitud de las mismas, gracias a la gran fidelidad de captación de los detectores de pulso y de amplificación electrónica, enormemente superior a la de la oscilografía mecánica. Los registros se hacen generalmente en un polígrafo de tres canales, que inscribe simultáneamente dos oscilogramas electrónicos (habitualmente de zonas simétricas de dos extremidades homónimas) y un trazado cardíaco o circulatorio central de referencia cronológica. Los detectores de pulso (transductores) se colocan directamente sobre la zona explorada (oscilografía electrónica acra) o reciben las variaciones neu-

máticas de un brazal que rodea la misma (oscilografía electrónica de extremidades), brazal que suele insuflarse a una presión constante, normalmente de 60 mm Hg.

SUMMARY

Electronic oscillography is a variant of pletismography. Morphology and chronology of the waves are more demonstrative than amplitude. The method, by means of very sensitive transducers and amplifiers, permits to obtain a recording far more accurate than the mechanic oscillography. Recordings were obtained from a three channel poligraph (two channels for simultaneous oscillography and one channel recording events of cardiac cycle used as chronologic reference).

BIBLIOGRAFIA

1. **Galindo-Planas, N.:** Diátesis vasculares hipoplásicas postpoliomielíticas. Su estudio mediante la aortografía translumbar y la oscilografía electrónica. «Angiología», vol. XXI, núm. 6, pág. 304, 1969.
2. **Galindo-Planas, N.:** Hamartoma plantar. Estudio oscilográfico electrónico, arteriográfico y tratamiento quirúrgico. «Medicina Clínica», agosto 1969 (en prensa).
3. **Kappert, A.:** «Leitfaden und Atlas der Angiologie», Hans Huber, Bern & Stuttgart, 1966.
4. **Martínez-Muñoz, A. y Galindo-Planas, N.:** La oscilografía electrónica en el diagnóstico de las arteriopatías obliterantes de extremidades. VIII Congreso Argentino de Cardiología, Córdoba, julio 1969.
5. **Schoop, W.:** «Angiologie-Fibel», Georg Thieme, Stuttgart, 1967.