

## La arterioclisis continua por medio de una nueva bomba de tipo peristáltico (\*)

P. SILVESTRINI y A. M. RASO

Istituto di Clinica Chirurgica Generale e di Terapia Chirurgica

Università di Torino (Director: Prof. F. Morino).

Italia

La puesta a punto de una bomba de tipo peristáltico para la perfusión intravascular continua ha nacido de nuestra experiencia en el tratamiento de arteriopáticos agudos y crónicos que habían sido ya sometidos a intervenciones quirúrgicas hiperemiantes directas o indirectas o de aquellos otros en que no fue posible establecer una terapéutica quirúrgica dada su edad avanzada o lo precario de sus condiciones generales. También hemos perfundido enfermos afectados de trastornos venosos siguiendo una técnica personal (5, 6).

Se ha comprobado que la terapéutica intraarterial es útil en muchos casos si es prolongada, incluso largo tiempo, con ciclos continuos variables de 4 a 7 días, o más, según la patología en causa. Desde hace tiempo hemos abandonado el uso de la punción vascular discontinua, fuente de traumatismos reiterados, punto a su vez de estímulos espasmógenos sobre un vaso ya enfermo, y porque cabe observar de manera casi constante un «rebound effect» en relación con lo fragmentario de la introducción del fármaco (1, 7).

La bomba puesta a punto por nosotros permite atacar los tres sectores vasculares y precisamente:

- 1.º, los vasos **linfáticos**, tanto como terapéutica intravascular continua y prolongada largo tiempo, como para el diagnóstico linfográfico.
- 2.º, las **venas**, en especial en el ámbito de las tromboflebitis y flebotrombosis, según técnica propuesta ya por nosotros (5, 6);
- 3.º, las **arterias**, tanto en los casos agudos como crónicos (2, 3, 4).

Por vía intravascular podemos administrar los siguientes productos:

- a) fármacos de los cuales se ha hecho posible la administración lenta y la graduación de la dosis: anticoagulantes, antibióticos, antiespasmódicos, oxigenadores periféricos, fibrinolíticos, etc.;

---

(\*) Traducido del original en italiano por la Redacción.

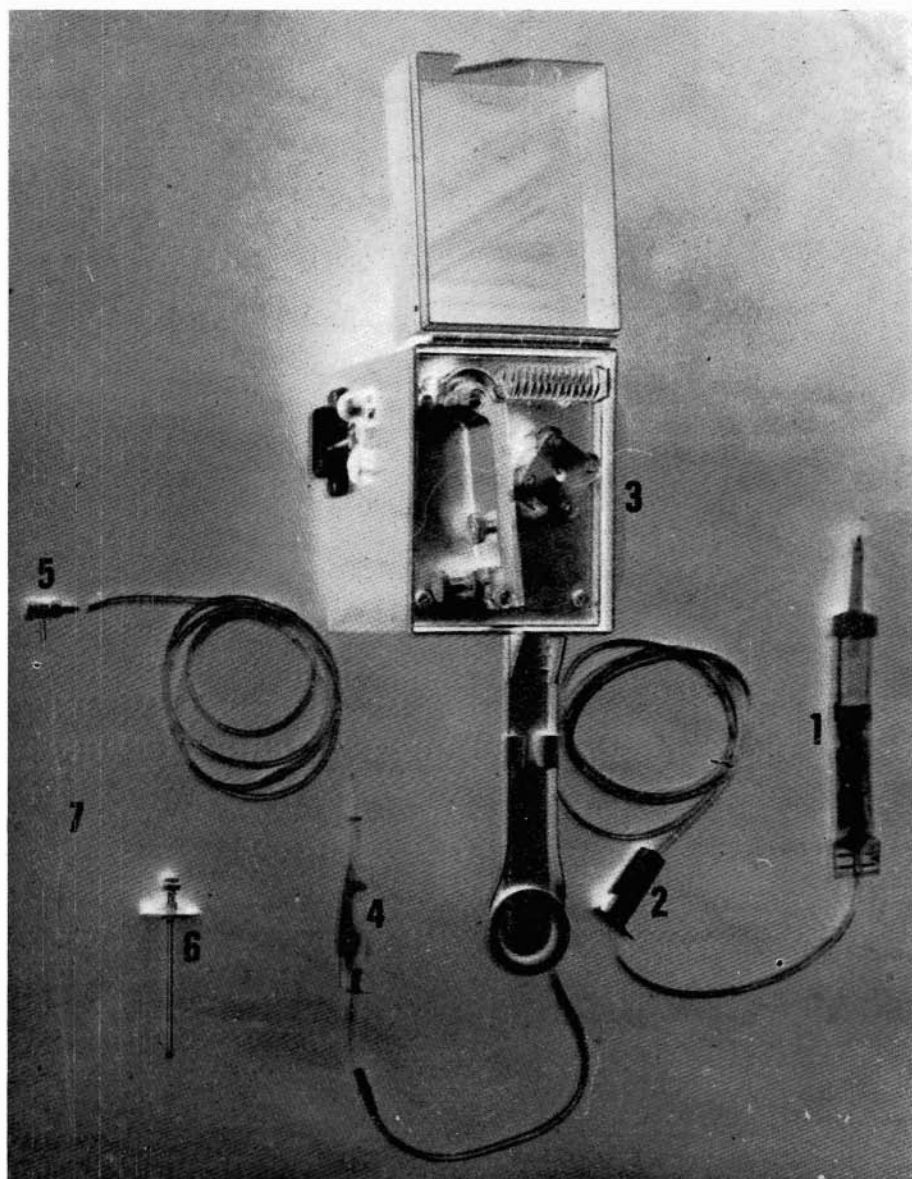


FIG. 1. — Reproducción del aparato para arterioclisis continua por medio de una nueva bomba de tipo peristáltico. Explicación en el texto.

- b) isótopos con fines diagnósticos o terapéuticos;
- c) medios de contraste yodados.

Con nuestra técnica podemos obtener el efecto propuesto en el propio lugar de la enfermedad (a veces también por fenómenos de hemometacinesia adecuadamente preparados o favorecidos farmacológicamente), efecto manifiestamente superior al que se obtendría con una infusión venosa incluso masiva y continua.

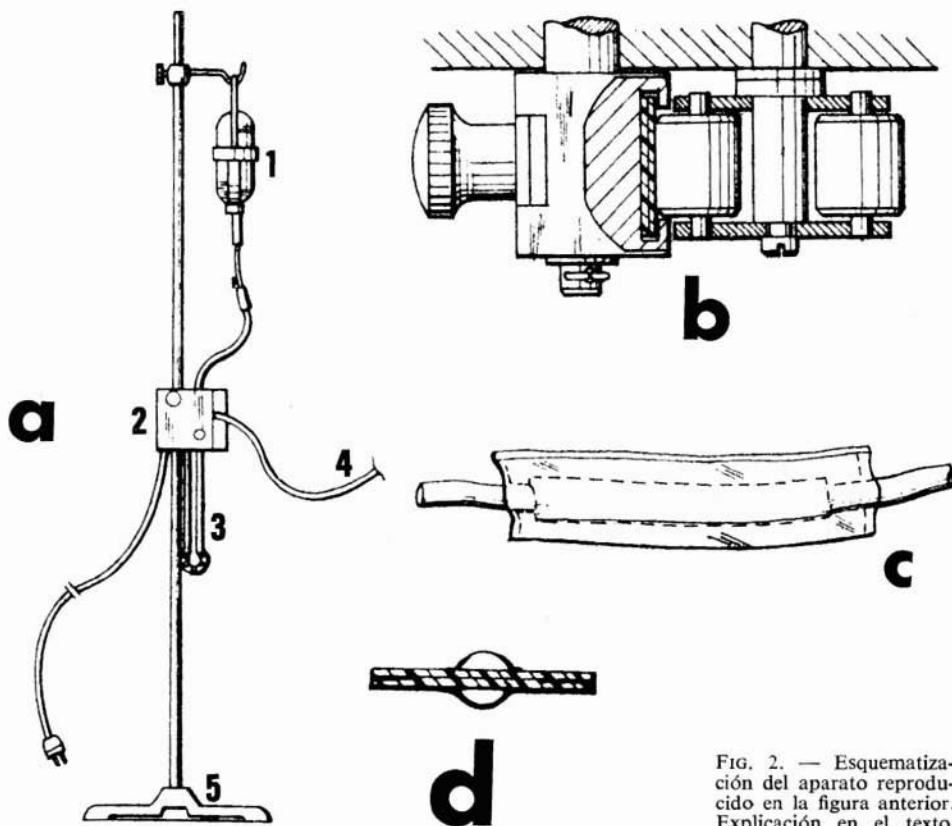


FIG. 2. — Esquematización del aparato reproducido en la figura anterior. Explicación en el texto.

Es posible comprobar el mayor rendimiento que cabe obtener del tratamiento local a dosis farmacológica total y aún inferior con tal de que la acción se mantenga durante tiempo.

Hace más de tres años empezamos a tratar determinados grupos de enfermos con infusión continua y prolongada intraarterial, pero teniendo en cuenta que se colocaba una aguja, aunque fuera lo menos traumatizante posible, las infusiones quedaban limitadas a un máximo de 48 horas, dado que no hay que olvidar la

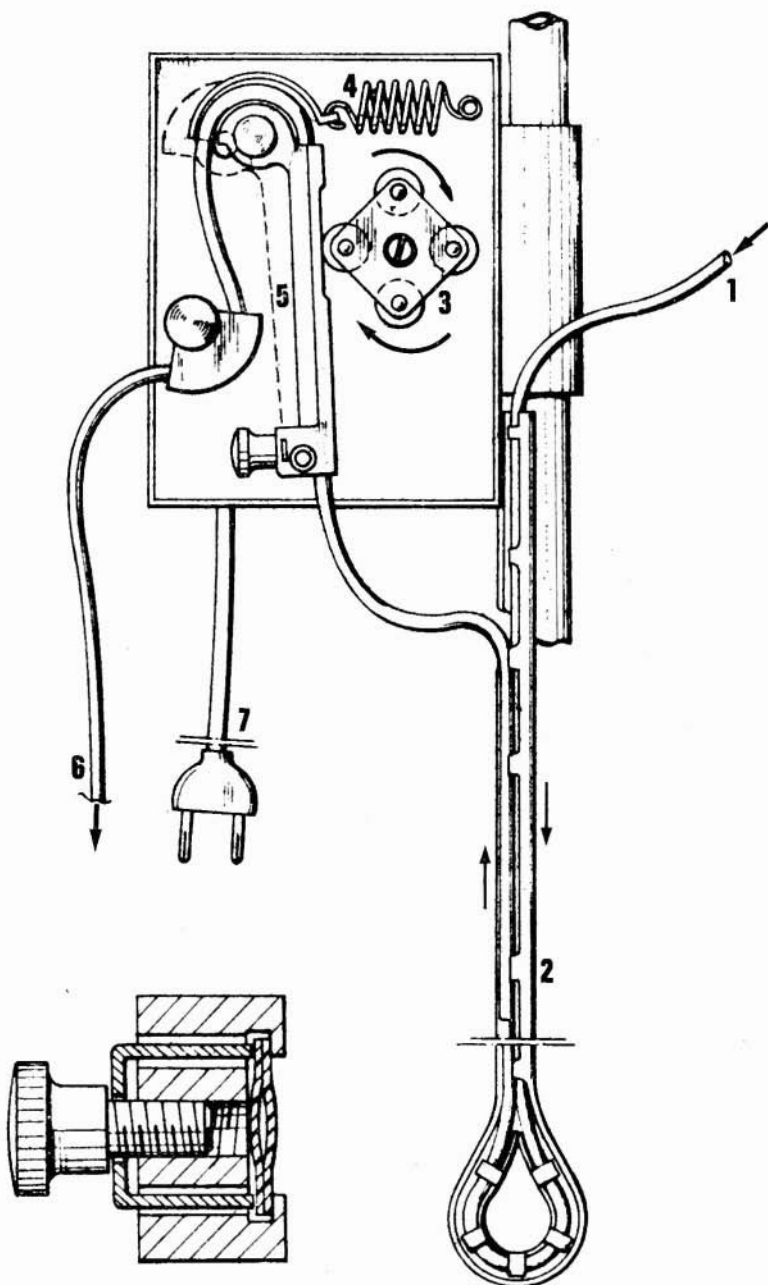


FIG. 3. — Esquematización de la bomba y sus accesorios. Explicación en el texto.

necesidad de una absoluta o casi inmovilidad del enfermo, presuponiendo que la aguja permanezca estable en la arteria y por tanto en el centro de su luz, hecho incompatible con algunas funciones fisiológicas, aparte de la continua posibilidad de estímulos espasmógenos.

A diferencia de los distintos autores (1, 7) hemos procedido, con un aparato puesto a punto por nuestra Escuela, a la infusión intravascular, en especial por vía intraarterial continua y prolongada durante 14 días, de diversos fármacos, manteniendo así una tasa hemática constante por la que poder mejorar al máximo tanto las condiciones tóxicas como generales.

### Material

A tal fin nos hemos servido del aparato reproducido en la figura 1. En ella podemos apreciar un común aparato de fleboclisis provisto de un continente de líquidos (1), un vulgar regulador de goteo (2) y más distalmente (4) un sector del aparato particularmente modificado, del que trataremos en seguida; la bomba (3) puesta a punto por nosotros, la válvula antireflujo (5), la aguja del Seldinger (6) y el catéter a colocar en el interior del vaso (7).

En la figura 2-a se esquematiza el aparato en su conjunto. A la bomba (2) se inserta un vulgar frasco de fleboclisis (1) y un sistema de deflujo que pasa a través de la propia bomba (fig. 2-b). En la figura 2-c observamos, por contra, el sector del aparato que modificado «ad arte» se halla sometido a continuos estímulos presores por parte del aparato y cuya sección transversal es visible en la figura 2-d.

En la figura 3 observamos un esquema de la bomba. El líquido introducido en 1 desciende a través de un sistema colocado en el lugar «ad arte» (2) para remontar de nuevo hacia la bomba donde se ha colocado el aparato de fleboclisis (5) modificado de forma adecuada, visible en la sección esquematizada debajo. Un rotor (3) compuesto de cuatro cilindros con movimiento circular en sentido de las horas empuja el líquido hacia una sola dirección y determina un movimiento continuo cuya regulación viene garantizada por un resorte de muelle (4). La salida del sistema de fleboclisis (6) y la toma eléctrica (7) completan el conjunto.

Al final del aparato se aplica una válvula unidireccional (fig. 4). El líquido entra a través del empalme A y sale por el punto B, el cual a su vez está unido al catéter introducido en el vaso. Del empalme A al B se pasa a través de un sistema valvular provisto de un tubo de siliconas que permite el flujo unidireccional de A a B. El líquido fluye sólo en este sentido porque a su vez una mínima presión tiende a dilatar el tubo de siliconas C creando un intersticio entre tubo y empalme. El reflujo queda impedido porque la presión del tubo B aumenta la adherencia del tubo de siliconas contra el empalme.

Esta válvula está provista además de un pequeño diafragma de goma (D) a cuyo través pueden introducirse distintos fármacos y pueden obtenerse pequeñas muestras de sangre para conocer las constantes hemáticas. La válvula, pues, ofrece notables ventajas sobre otros sistemas; las habituales del comercio tienen la dificultad, no despreciable, de la limpieza y seguridad de funcionamiento.

Además de la bomba y el aparato de fleboclisis adecuadamente modificado, no hay que olvidar que nos servimos, por lo común, de una aguja de Seldinger y de

un catéter particular que ha sido largo tiempo objeto de estudio por nuestra parte (3) para que sea fácil de colocar. Se ha observado que tales catéteres pueden ser dejados mucho tiempo en la arteria hasta un máximo de 14-16 días, tiempo alcanzado por nosotros sin que hayamos comprobado alteraciones por el uso ni haya determinado lesiones en la pared vascular o trastornos del flujo en la zona de la arteria cateterizada.

### Método

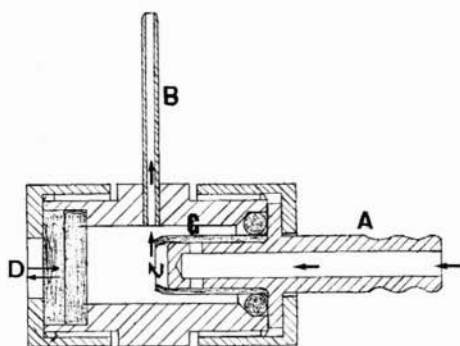


FIG. 4. — Esquematización de la válvula de una sola dirección. Explicación en el texto.

La premisa fundamental para la aplicación de la arterioclisis continua consiste, por tanto, en poder contar con medios técnicos seguros y bastante simples. La aguja empleada para introducir el catéter en la arteria debe ser lo menos traumatizante posible y capaz de disociar las tunicas de la pared arterial con el mínimo perjuicio.

A su vez, el catéter tiene que poseer los requisitos idóneos de elasticidad y blandura que permitan dejarlo «in situ» durante mucho tiempo sin perjuicio de la íntima y sin constituir una espina irritativa espástica. Por su radioopacidad es fácilmente demostra-

ble a un simple examen radiológico. Se ha comprobado que la presencia de la válvula hace imposible el reflujo hemático en el catéter con sucesiva trombosis, dado que la pequeña columna del fármaco perfundido permanece íntegra en el interior del propio catéter. Ante la menor duda, hemos administrado, a través del diafragma ya citado antes, una mínima cantidad de heparina con fines anti-coagulantes y trombolíticos.

Antes de proceder a la colocación del catéter efectuamos siempre un cuidadoso examen clínico de la zona arterial a puncionar, excluyendo además de los vasos no pulsátiles aquellos otros que presentaban un soplo de estenosis superior al 50 %.

Por otra parte, siempre se ha efectuado un examen radiológico directo de la zona con objeto de evitar puncionar arterias en grave estado de calcificación de la íntima o de esclerosis de Mönckeberg. Con frecuencia hemos practicado una arteriografía con el fin de evidenciar lo patológico y su localización, de tal manera que obtenemos imágenes reales del sector arterial a tratar.

La colocación del catéter no ha quedado limitada necesariamente a los casos no operables sino que la terapéutica practicada por nosotros ha sido aplicada también al preoperatorio, a fin de preparar mejor el lecho vascular distal. A veces la perfusión se ha mantenido durante la intervención, heparinizando hacia arriba y hacia abajo según las necesidades, y prosiguiéndola incluso en el postoperatorio. Con cierta frecuencia hemos dejado el catéter en su lugar durante la inter-

vención misma separado de la bomba, reemprendiendo la perfusión sucesivamente al objeto de evitar la trombosis distal postoperatoria.

Para la inserción del catéter nos hemos servido de la punción percutánea según técnica de Seldinger, a veces poco después de haber efectuado un examen angiográfico. Bajo anestesia local se introduce la aguja en la arteria y se empuja la punta hacia el interior del vaso en dirección centrífuga, al principio, y luego centrípetamente cuando no hayamos observado disparidad de efecto terapéutico. El catéter, introducido por lo habitual en la femoral común, a veces es empujado hacia la iliaca haciendo una doblez en «U» sobre sí mismo para seguir el sentido de la corriente. Una vez extraído el mandril, se une el tubo a la válvula antirreflujo y ésta, a su turno, con el especial aparato de flebocclisis descrito por nosotros. En el curso de la infusión se recomienda al enfermo que efectúe movimientos continuos con el pie y la rodilla con objeto de facilitar el flujo arterial, de acuerdo con otros autores que consideran esta maniobra importante para potenciar la circulación colateral (7).

A veces, después de la introducción del catéter en el vaso y al principio de la perfusión, el enfermo se lamenta de dolor en el muslo, dolor que cesa espontáneamente en pocos minutos o tras la infusión a través de la válvula de una pequeña cantidad de anestésico. En el intento de hallar una explicación de este dolor, al principio lo atribuimos a la presión del catéter contra la íntima ocasionado por la impulsión de la bomba; y más tarde, considerando las altas dosis de fármaco utilizadas por nosotros, pensamos en que este dolor cabía atribuirlo al exceso de masa hídrica introducida o a la violenta acción hemocinética y vasodilatadora sobre la arteria y sobre la circulación colateral, en especial cuando algo por debajo del catéter existe una obstrucción vascular completa.

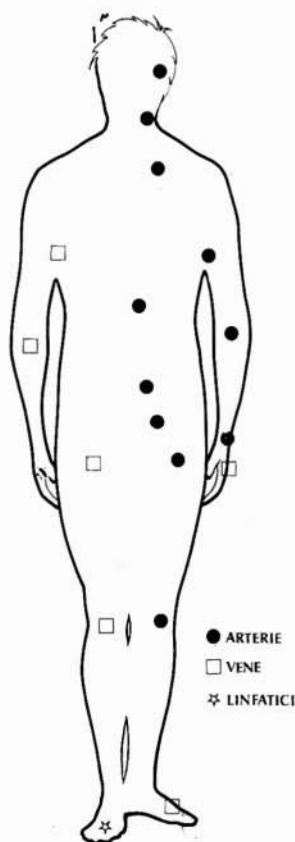


FIG. 5. — Lugares donde cabe aplicar la bomba peristáltica, lo que demuestra su extensa utilización.

Nuestra técnica no queda limitada sólo a la arteria femoral, la más comúnmente utilizada por nosotros, ya que pueden utilizarse otras vías como la translumbar aórtica, la humeral, la temporal, la carotídea, etc. De inicio hemos usado la zona inguinal, zona que se ha mostrado la más fácil y la que hemos utilizado más a menudo, pero la misma técnica cabe en otros lugares con catéteres más largos (fig. 5).

Al principio colocamos el catéter en sentido centrífugo, aunque la punción arterial se hiciera dificultosa, considerando que se trataba de vasos afectados de



patología diversa. Sólo después hemos puncionado la arteria en sentido contrario al de la corriente y en tal posición hemos colocado el catéter. Se ha observado que mientras en algunos casos la propia punta del catéter se invertía para seguir el sentido de la corriente sanguínea, en otros mantenía su posición antirreflujo. Este dato, demostrable por la radiopacidad del catéter, quizá deba atribuirse a la constante acción de la bomba que ejerce una presión mayor que la sistémica. Es por tanto presumible que, cuando la bomba peristáltica queda transitoriamente separada para permitir la deambulación del paciente, tras un período de reposo, el catéter cambie su posición endovascular para recuperarla, o casi, en el momento de reanudar la acción de la bomba. Cualquiera que sea la posición, modificada más o menos respecto a la anterior, nunca hemos observado variaciones clínicas ni anatomopatológicas en la estructura del catéter o de la pared vascular.

El período en que los distintos tubos han sido dejados «in situ» sin cambiarlos, salvo en los pocos casos en que el catéter se había salido de modo espontáneo y nos había obligado a una nueva punción del vaso, oscilaba entre un mínimo de 48 horas y un máximo de 14 días, considerando como tales el entero ritmo nictemeral.

Hay que resaltar, en cambio, que el aparato de fleboclisis tiene que cambiarse cada 48-76 horas, dado que la zona en contacto directo con el impulso del rotor de la bomba tiende a alterarse por el uso y a los fines de una mayor esterilidad.

Los pacientes han sido divididos en dos categorías: aquellos que han sido perfundidos sin intervalo y aquellos otros en los que se ha suspendido la perfusión desde pocas horas a dos o tres días, en los cuales se ha dejado el catéter en su lugar permitiendo la deambulación.

En un grupo menor de pacientes, 8 de ellos, hemos continuado la terapéutica sin que el catéter fuese separado de la bomba y yaciendo el enfermo obligatoriamente en cama. En la mayor parte, 24 de ellos, se ha suspendido por contra la perfusión voluntariamente y, tras fijar cuidadosamente el catéter a la piel, hemos dado libertad al paciente para que hiciese lo que deseara. Entre ambos grupos no hemos observado diferencias tanto desde el punto de vista clínico como técnico, lo que hace suponer, visto el largo tiempo de permanencia del catéter «in situ» sin perfusión, la posibilidad de poder efectuar una terapéutica ambulatoria nocturna, dejando el catéter incanalado en la arteria durante el día y permitiendo al paciente su actividad normal laboral para ingresarlo durante la noche y, con el aparato ya montado, continuar la perfusión.

Parecen interesantes las relaciones entre pared arterial, catéter e íntima. A diferencia de cuanto sucede en las venas, la arteria a causa del flujo que la atraviesa a gran velocidad no tiende a la trombosis de estasis también en relación con el tipo de material usado en la composición del catéter. El examen clínico pre o postperfusión nunca ha permitido demostrar hematomas pericateréticos, signo evidente de que el tubo llenaba por completo la brecha producida por la aguja de punción sin que por otra parte quedara estrangulado por la acción del tono arterial. En efecto, el tubo se halla en condiciones de resistir las demandas externas no sólo cuando es recorrido por el líquido terapéutico presionado por la bomba que acciona una contrapresión sino también cuando queda separado, ya que queda relleno de líquido no hemático gracias a la acción de la válvula anti-reflujo.



Como hemos dicho, la válvula está conectada a un sistema que permite lavar la propia válvula y el catéter por simple inyección de una pequeña cantidad de solución heparínica. Ello puede ser en especial útil cuando, abandonado el catéter «in situ» con la válvula, se suspende transitoriamente el ciclo de infusión.

La bomba peristáltica está dotada de un dispositivo de seguridad que impide la penetración de aire una vez terminada la sustancia a infundir. Esto tiene la ventaja de un mínimo control por parte del personal enfermero, que se limita sólo a cambiar las ampollas o botellas de perfusión una vez agotado su contenido.

A diferencia de las comunes bombas peristálticas, la nuestra actúa sobre un tubo aplanado no elástico, por lo cual el relleno del propio tubo sucede sólo con presión positiva por encima. Por otra parte, el tubo está apoyado sobre una superficie plana más que cilíndrica, garantizando ulteriormente la no aspiración de aire (incluso después de la rotura del tubo) y una regulación simple del aparato como en las fleboclisis habituales. Cabe así variar la frecuencia del goteo regulándola cada vez según las exigencias del momento y del tipo de tratamiento farmacológico empleado. Las exigencias están ligadas, además de a las condiciones generales y en particular a las cardiocirculatorias, a la naturaleza e importancia del hecho patológico y al lugar en que queda sistematizado el catéter.

En conclusión, podemos decir que nuestra bomba peristáltica puede ser aplicada tanto al sistema linfático como al arterial y al venoso. Nuestra mayor experiencia la tenemos del sistema arterial, como se deduce de nuestras investigaciones precedentes (2, 3 y 4).

## Conclusiones

Los aparatos requieren una escasa asistencia del personal enfermero, es de bajo coste y de bastante fácil aplicación, ya que permite la punción de la arteria bajo simple anestesia local con una aguja de Seldinger. La perfusión puede mantenerse durante largo tiempo y dosificarse al mismo tiempo la cantidad de fármaco utilizado. Puede utilizarse también con fines diagnósticos, en especial en las linfopatías, y con fines terapéuticos con distintos fármacos y con radioisótopos. La válvula aplicada al término del aparato, además de impedir el reflujo hemático y por tanto la trombosis sea del catéter sea del vaso, permite obtener muestras de sangre que nos orientan en la dosificación de los fármacos y nos informan de las constantes hematoquímicas. Por último, tenemos que subrayar que nuestra bomba puede ser aplicada tanto en el pre- como en el per- y en el postoperatorio, gozando así de un significado lo mismo terapéutico que profiláctico.

## RESUMEN

Se presenta un tipo de bomba peristáltica para perfusión continua y prolongada intravascular ideada por los autores.

Tras exponer el material y el método de utilización del aparato, se exponen además las ventajas de tal técnica a la luz de la experiencia clínica obtenida con el uso de dicha bomba.

## SUMMARY

A new peristaltic pump for prolonged continuous vascular perfusion is described. The apparatus can be used either in arterial, lymphatic or venous diseases. An exhaustive description of material and method is given. The authors remark the good results obtained with this technic, especially in arterial diseases.

## BIBLIOGRAFIA

1. Fadhli, H. A.; Fine, D. P.; Mazuji, M. K.: Intraarterial infusion of Dextran. «J. Thor. Cardiovasc. Surg.», 53:496, 1967.
2. Morino, F.; Silvestrini, P.; Raso, A. M.; Bianchi, M.: L'arterioclisi continua con l'impiego di pompa di tipo peristaltico. Nota preliminare. «Min. Med.», vol. 62, 1971.
3. Raso, A. M. y Silvestrini, P.: L'uso prolungato di cateteri endovasali per la perfusione arteriosa terapeutica continua (En prensa).
4. Raso, A. M. y Silvestrini, P.: La somministrazione protratta endovenosa ed endoarteriosa di alte dosi di raubasina nelle arteriopatie periferiche. (En prensa).
5. Silvestrini, P.; Raso, A. M.; Bianchi, M.: La tromboflebite degli arti inferiori: nostra metodica terapeutica. «Riv. Gen. It. Chir.», 9:854, 1968.
6. Silvestrini, P.; Raso, A. M.; Bianchi, M.: Nuestro método personal en la terapéutica de la tromboflebitis aguda de los miembros inferiores. «Angiología», 23:47, 1971.
7. Shalkeas, G.; Balas, P.; Katsogianis, A.; Bakoulas, G.; Karagianos, R.: A new approach to the treatment of ischemic conditions of the extremities: continuous intraarterial infusion therapy. «Angiology», 20:144, 1969.