

## **ANEXO A:**

### **EL CONTROLADOR DE LA VEJIGA FINETECH-BRINDLEY: NOTAS PARA CIRUJANOS Y MÉDICOS**



## EL CONTROLADOR DE LA VEJIGA FINETECH-BRINDLEY: NOTAS PARA CIRUJANOS Y MÉDICOS

*Revisado en septiembre de 1998*

GS Brindley MD FRCP Hon FRCS FRS  
Antiguo Director, MRC Unidad de Prótesis Neurológicas

**Fabricado en Inglaterra por:**

Finetech Medical Limited  
13 Tewin Court  
Welwyn Garden City  
Hertfordshire  
AL 7 1 AU  
Tel: + 44 (0) 1707330942  
Fax: +44 (0) 1707334143  
[www.finetech-medical.co.uk](http://www.finetech-medical.co.uk)



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CONFIGURACIONES DEL IMPLANTE</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>SELECCIÓN DE PACIENTES</b>	<b>10</b>
	3.1 Lesiones medulares completas	10
	3.2 Lesiones medulares incompletas	10
	3.3 Esclerosis múltiple	11
	3.4 Mielomeningocele	11
	3.5 Consideraciones generales	11
<b>4</b>	<b>INVESTIGACIONES PRE-OPERATORIAS</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>QUÉ RAÍCES INCLUIR</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>CUÁNDO CORTAR LAS RAÍCES POSTERIORES</b>	<b>13</b>
	6.1 Ventajas de la rizotomía bilateral posterior de S2 a S4, con aplastamiento de las raíces S5	13
	6.2 Desventajas de la rizotomía posterior	14
	6.3 Recomendaciones	14
<b>7</b>	<b>DÓNDE COLOCAR EL BLOQUE RECEPTOR</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>IMPLANTACIÓN EXTRADURAL</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>DESAFERENTIZACIÓN EXTRADURAL</b>	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>RIZOTOMÍA POSTERIOR EN EL CONO MEDULAR</b>	<b>16</b>
<b>11</b>	<b>LA TÉCNICA BARCELONA</b>	<b>16</b>

<b>12</b>	<b>ELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO</b>	<b>16</b>
<b>13</b>	<b>PROBLEMAS TÉCNICOS QUE SURGEN ANTES DE OPERAR</b>	<b>17</b>
<b>14</b>	<b>OBSERVACIÓN DURANTE LA OPERACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>15</b>	<b>INSTRUMENTOS QUIRÚRGICOS Y EQUIPO DE ESTIMULACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>16</b>	<b>TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA IMPLANTACIÓN INTRADURAL</b>	<b>18</b>
	16.1 Identificar y separar las raíces anteriores y las posteriores	19
	16.2 Poner las raíces en las ranuras del implante	21
	16.3 Montaje del bloque electrodo intradural	21
	16.4 Cerrar la herida de la laminectomía y elaborar la bolsa receptora	22
	16.5 Conectar e implantar el bloque receptor	23
<b>17</b>	<b>TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA IMPLANTACIÓN EXTRADURAL</b>	<b>23</b>
	17.1 Implantación de los electrodos	23
	17.2 Desafrentización extradural	24
<b>18</b>	<b>LOS PRIMEROS 10 DÍAS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN</b>	<b>25</b>
	18.1. La caja de control	25
	18.2. Preparación para las pruebas	28
	18.3. Prueba preliminar	28
	18.4. Probar el esfínter anal, puborectal y los (músculos) flexores de los dedos de los pies	29
	18.5. Probar los músculos de la base pélvica	29
	18.6. Probar los otros músculos de las extremidades inferiores que no sean los de los flexores de los dedos de los pies	29
	18.7. Examinar las respuestas de la vejiga	30
	18.8. Establecer un programa para la micción	30
	18.9. Establecer un programa para la defecación	32
	18.10. Establecer un programa para la erección	32
	18.11. Establecer un programa para tratar la incontinencia de esfuerzo	33
	18.12. Hacer pruebas para determinar si hay daño en las raíces anteriores	33

<b>19</b>	<b>SEGUIMIENTO</b>	<b>34</b>
<b>20</b>	<b>BENEFICIOS A ESPERAR</b>	<b>35</b>
<b>21</b>	<b>EFFECTOS ADVERSOS QUE PUEDEN VERSE</b>	<b>36</b>
<b>22</b>	<b>QUÉ HACER CUANDO UN ESTIMULADOR FALLA</b>	<b>37</b>
	22.1 Fallos del equipo externo	37
<b>23</b>	<b>FALLOS DEL IMPLANTE</b>	<b>38</b>
	23.1 Determinar la existencia de un fallo en un implante	38
	23.2 Diagnosticar la situación de un fallo	39
	23.3 Equipo para reparar los fallos del implante	39
<b>24</b>	<b>PROCEDIMIENTOS PARA REPARAR FALLOS DEL IMPLANTE</b>	<b>40</b>
	24.1 Ubicación conocida en un cable, cuando no está cerca a cada terminación	40
	24.2 Fallo en el bloque receptor o cerca de él	42
	24.3 Fallo cerca del espacio subaracnoideo	43
	24.4 Fallo en situación desconocida	43
	<b>APÉNDICES</b>	<b>44</b>
	<b>A1 Voltajes, corrientes y densidades de la corriente</b>	44
	<b>A2 Información adicional</b>	44
	A2.1 Año de autorización para poner la marca 'CE'	
	A2.2 Esterilización	
	A2.3 Método de esterilización	
	A2.4 Daño en los paquetes estériles	
	A2.5 Vida del implante	
	A2.6 Vida de la batería	
	A3.7 Calentamiento del bloque transmisor	
	A3.8 Adhesivo de silicona para utilizar durante la intervención quirúrgica	
	A3.9 Escáner del MRI	
	A3.10 Diathermia cortante	
	A3.11 Procedimientos de Rayos X	
	A3.12 Trazados de ECG	
	A3.13 Transporte y almacenaje	
	A2.14 Reutilización	
	<b>ILUSTRACIONES</b>	<b>47</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR

El controlador de la vejiga Finetech-Brindley1-25 es un estimulador implantado de raíces sacras anteriores (normalmente S2, S3 y S4), sin suministro de energía eléctrica implantado, y que funciona por inducción electromagnética en las radiofrecuencias 7 y 9 MHz. Sus propósitos primordiales son mejorar el vaciado de la vejiga, eliminando así la infección urinaria; ayudar en la defecación, y posibilitar a los pacientes varones tener una plena erección continua cuando ellos lo deseen. La intervención para implantarlo proporciona la oportunidad de desaferentizar la vejiga por el corte de las raíces posteriores S2, S3 y S4. Esta desaferentización elimina la incontinencia refleja, mejora la elasticidad de la vejiga si ésta era mala, disminuye la disinergia detrusor-esfínter, y asegura que ni el uso del implante ni un sobrellenado de la vejiga provocarán una respuesta disrefléxica autónoma. Los pacientes varones deben ser debidamente informados de que el implante elimina la erección refleja.

**Fig. 1.** Muestra el conjunto de un implante de 3 canales con electrodos intratecales. El 80 % de los implantes que están hoy en uso son de este tipo, aunque un el 50 % de los nuevos implantes son ahora estimuladores de 2 canales, y algunos centros prefieren electrodos extradurales. En la parte inferior derecha está el bloque de los tres receptores de radio pasivos. En el medio están los tres cables, que finalizan en la derecha en conectores que se conectarán a los receptores, y en la izquierda en los dos electrodos-soporte. Sobre los cables están los manguitos para prevenir el escape de fluido cerebroespinal y los tres conectores. **Fig. 2.** Muestra el bloque receptor con mayor detalle. Desde cada receptor un trozo corto de cable va hasta un enchufe que será conectado a uno de los tres cables principales. En la derecha del dibujo están las tres fundas que albergarán las juntas del enchufe-cavidad.

## 2. CONFIGURACIONES DEL IMPLANTE

Un implante de dos canales, en el que el BOOK (cavidad en forma de libro) superior tiene sólo una ranura, es muy ventajoso en el caso de que el paciente tenga el canal espinal o la duramadre o ambos menos espaciosos que una persona convencional. Incluso donde el espacio sea abundante, el uso de un implante de dos canales simplifica la operación, y probablemente reduce el riesgo de dañar las raíces anteriores. Las desventajas de dos canales frente a tres canales independientes son mínimas, porque es raramente útil estimular las raíces S3 y S4 independientemente las unas de la otras, aunque sea a menudo necesaria la estimulación de las S2 sólo para la erección y de las S3 y de las S4 sin las S2 para la micción. Los implantes de dos canales son actualmente recomendados para todas las mujeres y para la mayoría de los hombres, siempre que no exista sensibilidad al dolor en la pelvis.

Un implante de cuatro canales, que tiene BOOKS como aquellos de un implante de 3 canales, pero con cuatro cables en vez de tres y cuatro receptores en vez de tres, es apropiado para pacientes que conservan sensibilidad al dolor en la pelvis. Los implantes de bloques receptores de dos, tres y cuatro canales están ilustrados en la **Fig. 5**, y sus BOOKS electrodos en la **Fig. 5B**.

Los electrodos para la implantación extradural son necesarios para pacientes en quienes la aracnoiditis hace imposible la separación intratecal de las raíces sacras. En algunos centros (Barcelona, Singapur, Cleveland, Ohio, Oxford) se utilizan los electrodos extradurales para todos o para la mayoría de pacientes. Los electrodos extradurales son normalmente utilizados en combinación con un bloque de dos o tres receptores, pero puede también (en pacientes que mantienen sensibilidad al dolor en la pelvis) ser conectados a un bloque de cuatro receptores.

## 3. SELECCIÓN DE PACIENTES

### 3.1. Lesiones medulares completas

Casi todos los pacientes con una lesión completa no progresiva de la médula espinal y una vejiga refleja pueden esperar beneficios de la implantación de un controlador de la vejiga Finetech-Brindley con una rizotomía posterior sacra. En el caso de que el paciente esté dejando vaciar su vejiga por acto reflejo, la ventaja más evidente para el paciente será la continencia. Si el paciente está suprimiendo la actividad refleja de su vejiga con medicamentos antimuscarínicos y practica autocateterismos intermitentes, el beneficio más notorio es que no necesitará autosondarse ni tomar medicamentos. En ambos casos, las enfermedades por infección en el tramo urinario se producen casi siempre con menos frecuencia, y a menudo desaparecen por completo.

Es prudente esperar hasta los tres meses después de una lesión completa de la médula espinal en la mujer y nueve meses en un hombre antes de tomar la decisión de implantar un controlador de la vejiga. Nunca es demasiado tarde para implantarlo; muchos implantes exitosos han sido realizados 25, 28 y 30 años después de la lesión. Es necesario comprobar que un número suficiente de células del cordón lateral en los segmentos inferiores sacros de la médula sobreviven y que la vejiga responde a su actividad. Signos clínicos que muestran que un nervio eferente que provee a la vejiga sobrevive son los cuatro reflejos del segmento sacro no vesical: espasmos en el tobillo, reflejo bulbocavernoso, reflejo de la piel del ano y la erección refleja. Si por lo menos tres de los cuatro reflejos de los segmentos sacros no-vesicales están presentes y la presión del detrusor (i.e. diferencia de la presión vesico-rectal) muestra un incremento sistólico durante la cistometría de por lo menos 35 cm H<sub>2</sub>O de amplitud en una mujer o 50 cm H<sub>2</sub>O en un hombre, medido no desde cero sino desde la presión en la que la contracción sistólica empezó, esto es prueba suficiente. Si no hay aumentos sistólicos adecuados en la presión del detrusor durante la cistometría, o si dos o más reflejos no-vesicales en los segmentos sacros están ausentes, el paciente es probablemente inadecuado para el estimulador de raíces sacras anteriores. En algunos pacientes, sin embargo, la estimulación de los nervios del segmento sacro a través de electrodos en forma de aguja insertados a través de los agujeros sacros posteriores mostrará que las respuestas de la vejiga a la estimulación directa de los nervios es buena aunque las respuestas reflejas se hayan perdido.

### 3.2. Lesiones medulares incompletas

En el caso de las lesiones medulares incompletas, surgen tres consideraciones que no se presentan en las lesiones completas: incerteza en el pronóstico, el deseo de preservar la función sensorial, y el riesgo de que los intentos de usar el implante puedan ser dolorosos.

Es prudente esperar dos años después de que se haya producido una lesión de la médula espinal incompleta antes de tomar la decisión de implantar un estimulador de raíces sacras anteriores, porque hasta entonces no sabemos la recuperación que se producirá.

Los pacientes con una buena función sensorial en la S2 y en dermatomas inferiores se muestran, con razón, reacios a perderla; pero para algunos de ellos los beneficios de la rizotomía posterior sacra pesan más que la pérdida. En pacientes que mantienen sensibilidad al dolor en el segmento sacro, el uso de un controlador de la vejiga Finetech-Brindley no acostumbra a causar dolor, o sólo

un dolor ligero y tolerable, siempre que las raíces relevantes sean separadas en componentes anteriores y posteriores, y sólo los componentes anteriores sean incluidos. Sin embargo, seis de los 28 pacientes con estas características que fueron tratados hasta julio de 1995 encuentran que los intentos de usar sus implantes les producen un dolor intolerable. El implante de cuatro canales debería ser usado para pacientes con sensibilidad al dolor en los segmentos sacros. Cinco de los seis fracasos debidos al dolor fueron en pacientes con implantes de 3 canales. Con un implante de 4 canales, el riesgo de fracaso en un paciente que mantiene sensibilidad al dolor en la pelvis es bajo.

### **3.3. Esclerosis múltiple**

Algunos pacientes con esclerosis múltiple pueden ser candidatos apropiados para la implantación, sometidos a las reservas de la sección anterior, pero sólo sabemos de nueve de estos pacientes que hayan sido tratados hasta noviembre de 1995. Cuatro de ellos se han beneficiado enormemente, pero los otros cinco no usan sus implantes.

### **3.4. Mielomeningocele**

Sólo una minoría de pacientes adolescentes y adultos con desórdenes en la vejiga a causa de mielomeningocele son, en teoría, apropiados para el tratamiento con rizotomía posterior sacra e implantación de un estimulador de raíces sacras anteriores. Al menos seis de estos pacientes fueron tratados de este modo entre los años 1991 a 1995.

Los estimuladores de raíces sacras anteriores probablemente nunca serán aptos para ser implantados en niños pequeños, porque el implante no crecerá con el niño.

### **3.5 Consideraciones generales**

La presencia de reflujo ureteral no es una contraindicación, sino que puede ser una fuerte indicación, porque la presión de la vejiga en la que tiene lugar la micción dirigida por el implante puede ser regulada ajustando los parámetros del estímulo, y podemos a menudo hacer que sea lo suficientemente baja para prevenir el reflujo ureteral. A menudo los cambios en la válvula vésico-ureteral que permiten el reflujo son una consecuencia reversible de infección, y eliminar la infección con la ayuda de un implante de un estimulador de raíces sacras anteriores lleva a una eliminación duradera del reflujo.

La disreflexia autónoma es también una indicación, ya que se elimina (por lo menos la provocada desde la vejiga y el recto) por la rizotomía posterior sacra.

Las mujeres tienen más a ganar y menos a perder que los hombres. Sin embargo, las mujeres tetraplégicas, que no pueden realizar transferencias entre la silla y el asiento del retrete sin ayuda, no ganarán en independencia por llevar un estimulador de raíces sacras anteriores. Muchas mujeres tetraplégicas escogen llevar cateterismos permanentes, a pesar de sus desventajas, porque incrementan la independencia.

En pacientes cuya vejiga tiene una elasticidad-compliance tan pobre que la presión del detrusor supera los 40cm H<sub>2</sub>O para una parte substancial de cada fase de llenado, es probable que la función renal se deteriore. El defecto de compliance debería ser remediado sin demora. La esfinterotomía y el aumento

de la (cistoplastia) son dos buenas soluciones. La rizotomía posterior sacra y el implante de un estimulador de raíces sacras anteriores puede ser mejor solución que las otras.

Los pacientes con infecciones urinarias sintomáticas frecuentes tienen más a ganar que aquellos que no las tienen. Los pacientes a quienes les lleva mucho tiempo defecar tienen más a ganar que los que van rápido. Los hombres con erecciones reflejas débiles o sin ellas tienen más a ganar y menos a perder que aquellos cuyas erecciones reflejas son suficientes para el coito.

## 4. INVESTIGACIONES PRE-OPERATORIAS

La cistometría es una parte esencial del procedimiento para seleccionar pacientes. Es recomendable también, aunque no esencial, visualizar la vejiga a través de rayos X.

En pacientes que han tenido meningitis espinal previa o hemorragia subaracnoidea, o a quienes la mielografía se ha hecho con un contraste oleoso medio, la separación de las raíces será difícil o imposible a causa de la aracnoiditis. Para estos pacientes deben usarse electrodos extradurales y podría ser necesario realizar la rizotomía posterior extraduralmente mediante disección de los ganglios.

La visualización pre-operatoria de la zona espinal lumbar inferior con resonancia magnética detectará aracnoiditis aguda, pero puede no detectar grados inferiores de aracnoiditis que son suficientes para hacer complicada la disección de las partes intratecales de las raíces.

## 5. QUÉ RAÍCES INCLUIR

El procedimiento habitual es el de incluir las S2 anteriores, S3 anteriores, S4 anteriores, y las S5 sin separación en anteriores y posteriores, y bilateralmente. Las raíces S5 son muy pequeñas y a veces no se pueden encontrar.

Si se usa un implante de 3 canales, las raíces anteriores S2 y S3 se colocan en el BOOK superior y la S4 y la S5 en el inferior. Con un implante de 2 canales, sólo las raíces anteriores S2 se sitúan en el BOOK superior, y el resto en el inferior.

En pacientes que conservan sensibilidad al dolor en el segmento sacro, debería usarse el implante de 4 canales. Este tiene BOOKS de 1 ranura y de 3 ranuras que se parecen a aquellos de un implante ordinario de 3 canales, pero que tiene cuatro cables en vez de tres, y cuatro radio-receptores en vez de tres. Sólo los dos pares de raíces que dan más presión a la vejiga (normalmente S3 y S4, pero algunas veces S2 y S3) deberían ser incluidos, e izquierda y derecha deberían ser incluidas por separado. Así después de la operación cada una de las cuatro raíces que daban presión a la vejiga puede ser estimulada por separado y, si la estimulación de una o varias de ellas resulta ser dolorosa, la que menos duela (o las que menos duelan) puede ser seleccionada para el implante que provocará la micción.

## 6. CUÁNDO CORTAR LAS RAÍCES POSTERIORES

La operación proporciona la posibilidad de cortar las raíces posteriores antes de colocar las raíces anteriores en las ranuras del implante, y esto es lo que debería hacerse en la gran mayoría de pacientes. En las S2, S3 y S4, la separación de las raíces anteriores de las posteriores no es difícil, a no ser que haya fibrosis severa de una hemorragia previa, meningitis o medio de contraste radiográfico oleoso. En la S5, que es extremadamente pequeña, la separación es raramente practicable. Se recomienda aplastar la S5 antes de incluirla. Esto interrumpirá conducción en todas sus fibras. Es probable que las fibras motoras lleguen a recuperar su función; las fibras sensoriales no recuperarán su función.

### ***6.1. Ventajas de la rizotomía posterior bilateral de la S2 a la S4, con aplastamiento de las raíces de la S5.***

1. Casi siempre causa arreflexia completa del detrusor, y así elimina la incontinencia refleja. Se ha observado que la arreflexia dura al menos 10 años, y probablemente se podría probar que es de por vida. En algunos pacientes, esta rizotomía posterior no ha causado arreflexia completa del detrusor. En este caso, tres posibilidades tienen que ser consideradas: primera, que la rizotomía fue incompleta; segunda, que en este paciente (aunque, sabemos que no en la mayoría de las

personas) las fibras aferentes que se encuentran en las raíces anteriores, o en otras raíces posteriores excepto las S2-5, pueden preservar reflejos del detrusor; tercera, que la aparente actividad refleja de la vejiga sea mediada no por la médula espinal sino localmente por plexos en la pared de la vejiga o en algún otro lugar en la pelvis. Esta actividad pseudo-refleja es común durante las infecciones en el tracto urinario, pero rara en vejigas no infectadas.

2. Debería suprimir el componente reflejo de cualquier defecto de compliance de la vejiga. De hecho la compliance usualmente se vuelve completamente normal. De esto, concluimos que la no-compliance mecánica de fibrosis no es común en los pacientes con lesiones espinales. En ocasiones puede ocurrir, y puede ser diagnosticado por cistometría y bajo anestesia espinal.
3. Disminuye enormemente la disinergia detrusor-esfínter.
4. Anula los ataques disreflexicos autónomos provocados desde la vejiga y el recto.

## **6.2. Desventajas de la rizotomía posterior**

La disección de las seis (de S2 a S4) raíces posteriores, elimina la erección refleja. También eliminaría, si estuvieran presentes en el paciente, la sensibilidad en los genitales y la eyaculación refleja.

## **6.3. Recomendaciones**

En todas las mujeres con lesiones completas, las raíces posteriores S2, S3 y S4 deberían ser cortadas y las raíces S5 aplastadas, para asegurar que la incontinencia refleja se eliminará por completo, y una gran mejora en la compliance de la vejiga. Incluso en las pocas mujeres en las que la capacidad de la vejiga es grande y la compliance normal, es mejor cortar las raíces posteriores, ya que haciéndolo no se pierde nada y, en cambio, asegura contra un futuro posible cambio en la función refleja.

En los hombres con lesiones completas el problema es más complicado. Si no hay eyaculación refleja y las erecciones son inadecuadas para el coito, es mejor cortar las seis raíces posteriores. Si las erecciones son buenas, o si hay eyaculación refleja, y el semen contiene espermatozoides en movimiento, los pros y los contras de la rizotomía posterior deben ser comentados con el paciente, porque los hombres difieren ante la relativa importancia que para ellos tiene la erección, la fertilidad y la continencia. La pérdida de la erección refleja no implica que no habrá erección, ya que una excelente erección se logra por el implante en el 50% de los hombres, y para los pacientes en los que no se consigue pueden usar inyecciones intracavernosas de protaglandina E1.

En pacientes que mantienen la función sensorial, la pérdida de esta función esperable de la rizotomía posterior de S2-S5 debe ser discutida detalladamente con el paciente, quien debe decidir si éste es un precio justo a pagar por el beneficio esperado.

## 7. DÓNDE COLOCAR EL BLOQUE RECEPTOR

El sitio más común para los hombres es en la parte inferior del pecho, cerca de la línea axilar anterior. Si se escoge este lugar, toda la operación puede hacerse con el paciente boca abajo. Para los otros lugares posibles (zona torácica anterior, zona abdominal o zona femoral), el paciente debe ser girado durante la operación. Un lugar anterior torácico, aproximadamente en la línea de los pezones, es especialmente adecuado para hombres tetraplégicos con un buen movimiento de los hombros pero sin movimiento de dedos. Estos hombres pueden sostener un bloque transmisor (Fig. 4) y colocarlo en este lugar accesible para ellos, pero no pueden lograr la posición anterolateral torácica. La ubicación abdominal tiene desventajas para los hombres, porque un cinturón o un pantalón ceñido en la cintura puede comprimir la piel contra el bloque receptor colocado debajo y causar un daño isquémico, pero es una buena ubicación para las mujeres. En Alemania, la ubicación abdominal se utiliza para ambos sexos. Tres pacientes escogieron la superficie anterior del muslo como ubicación para el receptor, y la encuentran satisfactoria. Aunque el lado izquierdo (ya sea del pecho o del abdomen) es el habitual y el preferible, el lado derecho podría ser preferido por los pacientes zurdos, y para aquellos pacientes en los que la evacuación manual de las heces (la cual usando el implante se facilitaría mucho) se realiza habitualmente en la posición lateral izquierda.

## 8. IMPLANTACIÓN EXTRADURAL

Los electrodos pueden ser implantados extraduralmente en los nervios del segmento sacro sólo a través de una laminectomía del sacro, o del sacro y de la vértebra L5. Los electrodos diseñados para este propósito están ilustrados en la **Fig. 6**. La técnica quirúrgica se describe en la sección 17.

La implantación de electrodos debería hacerse siempre extraduralmente si las raíces sacras posteriores ya han sido cortadas, ya que en estas circunstancias es más fácil, más rápido y más seguro que la implantación intratecal.

## 9. DESAFERENTIZACIÓN EXTRADURAL

No se recomienda en ausencia de indicaciones específicas, porque conlleva casi con certeza un alto riesgo de dañar la raíz anterior y de fallo en la desafrentización completa.

## 10. RIZOTOMÍA POSTERIOR EN EL CONO MEDULAR

Si por cualquier razón, un estimulador de raíces sacras anteriores se ha implantado sin seccionar las 6 raíces posteriores, y el progreso del paciente muestra que sería deseable la sección de esas raíces, la sección puede realizarse mediante una laminectomía de T12, L1 y L2 junto al cono medular. En este lugar es fácil distinguir las raíces anteriores de las posteriores. No es fácil identificar los niveles de sección, pero una sección accidental de parte de la raíz posterior S1 o de toda ella además de la S2 a la S5 es inofensiva en un paciente con lesión medular completa. La sección de todas las raíces posteriores que entran en los últimos 25mm de la médula espinal asegurará que las raíces de la S2 a la S5 están cortadas, y puede también, interrumpir o no la raíz S1.

## 11. LA TÉCNICA BARCELONA

En Barcelona y desde enero de 1993 también en Singapur, Cleveland y Oxford, el procedimiento estándar es implantar los electrodos extraduralmente y cortar las raíces sacras posteriores en el cono medular. En otros centros esta combinación se usa únicamente donde hay indicaciones especiales.

## 12. ELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

La operación clásica dura menos tiempo que la técnica Barcelona, aunque tampoco demasiado menos. Requiere menos incisión total en la piel, y menos supresión de hueso. Por otra parte, la técnica Barcelona acarrea menos riesgo de dañar las raíces anteriores, y casi no hay riesgo de fallar al cortar completamente las raíces posteriores. Estas son ventajas importantes, y creo ahora que la técnica Barcelona debería ser la técnica normal para los cirujanos con poca experiencia en la implantación de estimuladores de raíces sacras anteriores. Pero un cirujano que conoce bien la operación clásica y obtiene buenos resultados con ella no necesita cambiar su práctica.

La presencia de aracnoiditis puede influir en la elección de una técnica o la otra. Con frecuencia la aracnoiditis afecta la terminación inferior de la teca más severamente que la región del cono, y hace la técnica Barcelona preferible. Con menos frecuencia la región del cono es la peor afectada, y en este caso la operación clásica es la mejor. Ocasionalmente ambas regiones están tan severamente afectadas que hacen necesaria la desaferentización extradural.

## 13. PROBLEMAS TÉCNICOS QUE SURGEN ANTES DE OPERAR

Los implantes se venden esterilizados tal y como requieren las regulaciones de la Unión Europea. Sin embargo, se puede abrir el envase esterilizado en beneficio del paciente (ver ref. 29), aplicar una capa de antibiótico en el implante y luego re-esterilizarlo.

Las temperaturas superiores a 170°C son totalmente inofensivas para el implante, y los autoclaves que incluyen evacuación en su ciclo se pueden usar con toda seguridad.

Se necesita cola de goma de silicona par asegurar las cubiertas de los BOOKS del electrodo y para rellenar el manguito que previene el derrame del LCR y los conectores.

## 14. OBSERVACIÓN DURANTE LA OPERACIÓN

Es necesario comprobar, observando los efectos de la estimulación, si las raíces o los ramales de las raíces son sensoriales o motores. Las respuestas motoras que deben observarse son las de la vejiga, las de los (músculos) flexores de los dedos de los pies, los tríceps surales y las del esfínter anal. La superficie pélvica, los femorales del bíceps, los músculos máximos y medios de los glúteos también responden a la estimulación de estas raíces. El único efecto fácilmente observable de la estimulación de las fibras del nervio aferente es el incremento de la presión sanguínea. Esta respuesta refleja ocurre con regularidad en pacientes con lesiones por encima de la T6. En los pacientes con lesiones inferiores esta respuesta refleja es menor o quizás inexistente. Si existe, el aumento de la presión sanguínea ocurre entre las 3 ó 4 pulsaciones cardíacas del principio de la estimulación, y puede ser muy breve. Es entonces deseable, por lo menos en los pacientes con lesiones altas, tener constancia intra-arterial continua de la presión sanguínea, visualizada en un gráfico o osciloscopio de tal manera que cambios que duren sólo unos segundos puedan ser detectados.

El equipo mínimo para observar las respuestas de la vejiga es muy simple: un catéter permanente, conectado por una llave de 3 vías a un depósito de agua estéril o agua salina y a un manómetro de agua. Las respuestas del esfínter anal pueden ser palpadas, y el resto de las respuestas de la estructura muscular pueden observarse visualmente. Sin embargo, muchos centros prefieren registrar la presión de la vejiga con un transductor y un registrador de gráficos, utilizando un equipo que permita grafiar varias presiones al mismo tiempo. La mejor utilidad para un segundo canal es registrar la presión en el canal anal. La presión rectal es menos importante, pero si se dispone de un tercer transductor y de un lápiz registrador, éstos se pueden utilizar para la presión rectal.

Registrar la diferencia entre la presión vesical y la rectal es inútil, porque tanto la vejiga como el recto responden a la estimulación de las raíces sacras anteriores.

Sea cual sea la técnica que se use para registrar la presión de la vejiga, debería haber recursos para vaciar la vejiga y rellenarla, porque las respuestas deben registrarse desde una vejiga que no esté ni muy llena ni muy vacía. La vejiga debería contener entre 50 y 100 ml.

## 15. INSTRUMENTOS QUIRÚRGICOS Y EQUIPO DE ESTIMULACIÓN

Se necesitan los instrumentos estándar para la laminectomía lumbar, junto con dos ganchos desafilados y un gancho afilado para aguantar y separar las raíces del nervio, microtijeras para cortar las fundas aracnoideas de las raíces, un electrodo de gancho tripolar para estimular las raíces, e instrumentos de perforación para pasar los cables por debajo de la piel hasta el lugar del receptor.

La mayoría de los cirujanos usan el microscopio de quirófano para separar las raíces anteriores y posteriores. Si no se usa un microscopio de quirófano, se necesitan lupas binoculares.

Se puede adquirir un electrodo de triple gancho, con sus tres electrodos separados unos 2mm entre si. El electrodo del medio es el cátodo y los otros dos son ánodos. Esta disposición tripolar disminuye el riesgo de estimulación accidental de otras raíces por la corriente que fluye a una distancia de los electrodos. Se puede obtener también un estimulador apropiado para dirigir el triple electrodo de gancho. Este estimulador proporciona pulsaciones de 350 us de duración. Hay un condensador en serie con la potencia para asegurar la transmisión de carga cero de la red. Los estimuladores que proporcionan corriente directa de la red pueden dañar las raíces.

## 16. TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA IMPLANTACIÓN INTRADURAL

La intervención dura normalmente entre 4 y 5 horas.

Si se escoge la ubicación antero-lateral torácica para el receptor, toda la operación se puede hacer con el paciente boca abajo. Si se escoge la ubicación abdominal, femoral anterior o torácica anterior, se tendrá que girar al paciente y ponerlo en decúbito supino para el implante del bloque receptor.

Se debería evitar la premedicación con atropina, y si el paciente ha estado tomando medicación antimuscarínica, ésta debería interrumpirse al menos siete días antes de la intervención. El bloqueo neuromuscular, aunque práctico al inicio de la intervención, debería estar ausente en la fase de analizar las raíces mediante estimulación.

Se hace una laminectomía de las vértebras lumbares cuarta y quinta y de las primeras dos partes del sacro, dejando de 10 a 12 cm de dura al descubierto. A veces es necesario laminectomizar también la tercera vértebra lumbar. Incluso si no se laminectomiza la tercera vértebra lumbar, es usual eliminar parte de su protuberancia espinal. La parte expuesta de la dura se abre por la mitad, y sus bordes se retiran con hilos. Es útil dejar de 4 a 5 mm de dura expuesta pero sin abrir en el final craneal de la laminectomía. Se abre el aracnoides, y las raíces se identifican por su tamaño y situación. El tamaño es un excelente criterio: la raíz S1 es mucho más grande que la S2 y ligeramente más grande que la L5.

## **16.1. Identificar y separar las raíces anteriores y las posteriores**

Se verá que cada raíz está unida a la próxima raíz superior por un pliegue de aracnoides. Este pliegue está unido con firmeza a la salida de la raíz superior desde la dura, y aquí debe ser cortado con microtijeras. Más cranealmente, el pliegue en general se rompe con facilidad, y no necesita ser cortado. Es mejor empezar en la salida de la S1 en un lado, cortando el pliegue que une la raíz de la S1 con la raíz de la S2. La separación se continúa hasta que unos 3 cm de la raíz S2 están separados de la S1. Entonces el pliegue que une la raíz S2 a la S3 se corta de manera similar por los primeros milímetros y después se corta o desgarrá hasta que las dos están separadas la una de la otra hasta el punto donde la S2 ya ha sido liberada de la S1.

La misma técnica separará también la raíz S3 de la S4, y algunas veces la raíz S4 de la S5. La raíz de la S5 puede estar adherida al filum terminale. A veces no se puede encontrar ninguna raíz S5. A menudo el pliegue aracnoide que une la raíz S4 a la raíz S5 y/o el filum terminal en la salida de la S4 es muy vascular, por lo que parece arriesgado cortarlo. En este caso, la separación de la S4 puede empezar en algún punto conveniente más craneal y no necesita continuarse caudalmente hasta la salida de la S4 desde la dura.

Todo el procedimiento debería ahora repetirse en el otro lado, empezando de nuevo con la separación fácil de la raíz S2 de la S1 y finalizando con la, a veces difícil, separación de la S4 de la S5 y el filum terminale.

Si hay dudas en la identificación de las raíces, éstas pueden ser levantadas hasta los electrodos de gancho y ser estimuladas.

Para respuestas motoras somáticas deberían utilizarse tres pulsaciones. Los umbrales están entre 0,3 y 1.0 V. Para examinar las respuestas de la vejiga, se deberían emplear 30 pulsaciones. Los umbrales están entre 1.5 y 4V. Para propósitos prácticos es suficiente emplear 10 voltios al examinar las respuestas de la vejiga. Esto dará presiones máximas.

Las raíces S4 proporcionan inervación motora al esfínter anal y a menudo a la superficie pélvica, pero no a los músculos de las extremidades. Las raíces S3 inervan la superficie pélvica y el esfínter anal, y normalmente los flexores de los dedos de los pies, pero raramente los tríceps surales o los glúteos máximos, y nunca los bíceps femorales o los glúteos medios. Las raíces S2 siempre inervan los tríceps surales, y normalmente también los glúteos, los bíceps femorales y la superficie pélvica. Siempre puede obtenerse un aumento de la presión de la vejiga a través de la estimulación de la S3, normalmente de la S4, y a menudo de la S2.

Cuando las raíces han sido separadas las unas de las otras, se deberían separar en componentes anteriores y posteriores. Para la S2 es, en general, fácil reconocer el límite entre las raíces anteriores y posteriores inspeccionando la salida de sus articulaciones desde la dura. La raíz anterior es de color más oscuro (gris tirando a rosa, que contrasta con el casi blanco de la raíz posterior). Esta raíz se encuentra anteromedial a la raíz posterior a la salida, y es de aproximadamente la mitad de su área de sección. La raíz posterior de la S2 está compuesta de dos o más filamentos fácilmente distinguibles; la anterior casi siempre aparece sola.

Es conveniente empezar la separación levantando la raíz combinada sobre un gancho desafilado, e insertando la punta de un gancho afilado entre la anterior y la posterior. Cuando la separación ha sido empezada, puede ser continuada separando cuidadosamente la anterior y la posterior con dos ganchos desafilados, porque la funda de aracnoide que las mantiene juntas ya ha sido dividida.

Cuando la separación es completa, se comprueba si se ha realizado correctamente mediante estimulación eléctrica. En pacientes con lesiones altas, la estimulación de una raíz posterior causa normalmente un aumento de la presión sanguínea, y esto puede ser de ayuda para confirmar la identidad de la raíz. Esto puede también provocar hemorragias problemáticas. Cuando la identidad de la raíz posterior ha sido confirmada, la raíz debería ser cortada (a menos que, excepcionalmente, se hubiese decidido por adelantado no cortarla), y eliminar un trozo de unos 2 cm de longitud.

La raíz S3 debería ser tratada del mismo modo que la S2. Es más pequeña y por lo tanto necesita más precaución, aparte de eso el procedimiento es muy similar.

La raíz de la S4 es aún más pequeña, y a menudo su salida de la dura no puede verse a causa del tejido conjuntivo vascular. Su separación en anterior y posterior puede tener que ser iniciado varios milímetros después de la salida. Aquí la diferencia de color entre la anterior y la posterior puede todavía, algunas veces, usarse como guía para identificarlas, pero la diferencia de posición no sirve de ayuda. Una identificación definitiva se basa en los resultados de la estimulación.

La raíz de la S5, si es que está, proporciona generalmente poca o ninguna presión de la vejiga en la estimulación y es tan delgada que separarla en anterior y posterior podría ser complicado. Es razonable dejar las raíces izquierda y derecha de la S5 adheridas al filum terminale. Este haz debería ser estimulado y si se obtiene una presión en la vejiga de 10 cm H<sub>2</sub>O debería de aplastarse.

Ocasionalmente los componentes anteriores y posteriores de la raíz no pueden ser separados de manera segura en toda su longitud a causa de la fibrosis o los vasos conductores, pero se pueden separar en los 10 mm que se necesitan para insertar el electrodo de triple gancho para las pruebas. Si se hace así, cuando llega el momento de colocar la raíz anterior en su BOOK, la raíz posterior adherida puede tener que ser colocada con ella. Si esta raíz posterior se ha cortado más cranealmente, su presencia en el BOOK no perjudica en absoluto. Si se ha cortado más caudalmente, produce sólo un daño ligero y pasajero (ver sección 18). Si no hay suficiente raíz divisible para permitir identificar los componentes anteriores y posteriores mediante estimulación, puede ser necesario colocar la raíz que no está dividida en la ranura sin cortar el componente posterior. En ese caso, si la raíz que no puede dividirse da poca presión de la vejiga en la estimulación, puede ser tratada como una raíz S5, p.e. aplastada antes de incluirla.

La longitud que necesita ser dividida de una raíz S2 es unos 40mm. Si se va a utilizar un implante de 3 canales o uno de 4, una raíz S3 debería separarse al mismo nivel, cranealmente, como una raíz S2. Puesto que el punto de salida de las raíces S3 está normalmente a un caudal de 5 mm del de las raíces S2, esto implica que unos 45 mm de una raíz S3 serán divididos. Para una raíz que se colocará en el BOOK inferior (S4 siempre y S3 algunas ocasiones), será suficiente dividir 25 mm. Si se usa un microscopio quirúrgico para dividir las raíces en componentes anteriores y posteriores, éste debería dejarse a un lado cuando la división sea completa, porque para colocar las raíces en el interior de sus ranuras es más importante tener un amplio campo visual que tener aumento.

## **16.2. Poner las raíces en las ranuras del implante**

El implante debería, en primer lugar, ser colocado en el canal espinal de tal manera que el centro del BOOK inferior esté entre 3 y 10 mm craneales a las salidas de la S2 desde la dura. Colocar las raíces en las ranuras con un gancho desafilado es entonces fácil para un implante de dos canales, y no es difícil para uno de 3 o de 4 canales.

En un implante de 2 canales, el BOOK superior se usa para las raíces anteriores S2 y el inferior para la S3 y la S4.

En un implante de 3 canales, dos ranuras (las que sean más convenientes) se usan para la S3 izquierda y derecha, y las otras dos para la S2 o la S4 izquierda y derecha, escogiendo el segmento que proporciona mayor presión a la vejiga en la estimulación.

Si (excepcionalmente) las raíces posteriores no van a ser utilizadas, es necesario colocar hilos alrededor de las raíces anteriores antes de colocar el implante en el canal espinal, y usar estos filamentos para levantar las raíces hacia el interior de sus ranuras.

## **16.3. Montaje del bloque electrodo intradural**

Los techos deberían ser ahora encajados en los BOOK superiores y en inferiores. Cada pared de cada BOOK tiene tres túneles cuadrados cerca de su margen superior, en línea con los electrodos. Cada lado de cada techo tiene tres proyecciones ("dedos"). El dedo del medio de un lado es más largo que el resto. Este dedo largo debería ser deslizado hacia el interior del túnel del medio arriba de una pared externa del correspondiente BOOK, y los otros dos dedos de este lado del techo hacia los otros dos conductos de la misma pared. Entonces los tres dedos iguales del otro lado del techo son deslizados hacia el interior de los tres conductos de la pared opuesta del BOOK y la parte proyectada del dedo largo del medio del primer lado se corta. Se aplica una gota pequeña de cola de goma de silicona a cada lado del techo para encolarlo a la pared correspondiente. Teniendo en cuenta que la cola desprende ácido acético mientras se seca, deben tomarse precauciones para que la cola no toque ninguna raíz.

A continuación, un manguito (centro superior centro de la **Fig. 1**, inferior de la **Fig. 7**) debe ser colocado por encima de los tres cables para evitar el derrame de LCR sobre ellos. El manguito tiene un reborde que se ubicará dentro de la duramadre. La parte del manguito que está cerca de este reborde está hecha de tejido de Dacrón por fuera y de goma de silicona por dentro, pero la parte distal del manguito es sólo de goma de silicona. El manguito es angulado y debería ser colocado de manera que los cables y sus conectores estén dirigidos caudalmente.

El enchufe de cada cable, sucesivamente, será empujado a través de uno de los tres agujeros pequeños en el final del reborde del manguito después de mojar el cable y el manguito con solución salina para lubricarlos. El cable claro debería primero pasarse por el agujero del medio, y entonces el cable blanco y el cable negro se pasarán por los agujeros exteriores. No debe haber nudos ni cruzamientos de cables. No es importante si es el cable negro o el blanco el que yace cranealmente. Los cables se estirarán por el manguito hasta que el reborde esté justo dentro de la dura, cerca del final craneal de la hendidura que hay en él. Durante el estiramiento, los cables deberían ser girados manualmente como se necesite para que no tiendan a rotar los BOOKS. Probablemente, sea también ventajoso dar dos puntos de sutura en la dura intacta justo craneal al manguito, con el propósito de prevenir a la dura de sufrir desgarros en la línea sagital media. Cuando el reborde esté

situado correctamente, la dura se cierra ajustadamente alrededor del manguito con dos puntos de sutura justo en el caudal hacia el manguito.

A continuación, los conectores (**Fig. 1.** parte superior izquierda y **Fig. 7** parte superior) deberían ser llenados hasta la mitad de cola de goma de silicona, ajustados a los tres cables justo por encima del manguito, y entonces deslizados hacia abajo de tal manera que unos 3 mm de conector quede dentro del manguito. Antes de que los conectores estén llenos, deberían ser inspeccionados para comprobar que tienen la longitud adecuada para el paciente. Para pacientes bajos es a menudo necesario cortar unos pocos milímetros en el final ancho.

Para llenar la mitad de los conectores con cola de goma de silicona y ajustarlos a los cables, es conveniente aguantar cada conector abierto con un clip de arteria, tal y como se ilustra en la **Fig. 7**. Cuando los conectores están colocados, se inyecta la cola de goma de silicona dentro del manguito con una jeringuilla desechable y una aguja o cánula de diámetro ancho para sellar los cables al revestimiento de goma de silicona del manguito.

Ahora debería ser comprobada las respuestas de los músculos esqueléticos y de la vejiga a la estimulación a través de cada uno de los tres cables, y los voltajes necesarios para obtener dichas respuestas deberían ser registrados. Esta información es a veces útil para establecer programas de evacuación. Esta comprobación sirve también para ocupar algún tiempo, de tal manera que cuando el cirujano cosa la parte principal de la incisión de la dura, la cola de goma de silicona en el manguito y en los conectores habrá solidificado y secado en superficie, aunque no estará fijada en profundidad.

#### **16.4. Cerrar la herida de la laminectomía y elaborar la bolsa receptora**

Una vez se ha comprobado que la cola es sólida en la superficie y sella completamente los tres conectores al enchufe, se puede cerrar el resto de la incisión dural. El cierre debería empezar en el extremo del caudal, porque es sólo aquí donde hay un riesgo importante de lesionar una raíz con fórceps o de incluir una en el hilo de sutura. El riesgo se minimiza si esta parte del cierre, donde se necesita un especial cuidado, se hace primero. Los cirujanos que usan una sutura continua experimentan menos fugas postoperatorias de LCR que aquellos que utilizan suturas interrumpidas.

El músculo y la fascia profunda se cierran a continuación. Antes de cerrar la piel, los cables deben ser recuperados y mediante un trocar canularlos hacia una bolsa subcutánea acabada de hacer. Si el bloque receptor será abdominal o torácico anterior, la bolsa será una bolsa temporal que estará cerca del final libre de la undécima costilla izquierda. Los cables estarán almacenados en ella mientras se gira al paciente. Si el bloque receptor va a ser ubicado en la parte anterolateral del pecho, su bolsa permanente se hará antes de completar el cierre de la herida de la laminectomía, y los cables serán llevados a través de él directamente, normalmente en una simple pasada trocar por cada cable. En vez de pasar los cables uno por uno con un trocar, es posible pasar los tres cables juntos con un tubo de drenaje torácico. La bolsa para el bloque receptor debería estar entre la fascia superficial y la profunda. En pacientes obesos, la parte profunda de la grasa que envuelve el bloque receptor debería ser eliminada, dejando los 10 ó 15 mm más superficiales de grasa. El borde inferior de una bolsa torácica debería estar al menos un centímetro por encima del margen costal, y ninguno de los bordes de una bolsa abdominal debería estar a menos de 5 cm del margen costal o a menos de 2 cm de la espina iliaca antero-superior.

## 16.5. Conectar e implantar el bloque receptor

Cuando la bolsa está preparada, cada cable se conectará al cable de color similar del bloque receptor (el transparente con el transparente, el blanco con el blanco y el negro con el negro) y se realizará la conexión de enchufe. Antes de conectar el enchufe, se debe poner un aro de goma de silicona sobre él y deslizarlo unos 3 cm por su cable. Entonces, se abre la funda correspondiente y se mantiene abierta con dos clips de arteria. El alfiler largo del enchufe se inserta dentro del orificio señalado en blanco en la toma de corriente, y los dos alfileres cortos del enchufe dentro de los dos orificios sin marcar de la toma de corriente. Esta conexión se hará primero sin apretar; entonces se aplicará una gota de cola de goma de silicona para cubrir las bases de los alfileres, y la conexión serán presionados juntos firmemente. A continuación la funda abierta se llenará hasta la mitad con cola, se insertará la unión completada en ella, y el aro de goma será deslizado a lo largo para mantener la funda cerrada. Hay una ranura en la superficie de cada funda para indicar dónde debería ir el aro. El exceso de cola en el exterior de la funda debe suprimirse.

A continuación, el bloque receptor se colocará en su bolsa de tal manera que no quede ningún cable sobre el receptor, y será cosido a la fascia profunda en dos sitios. Los lugares apropiados para coser están marcados con cruces en la **Fig.2**. Posteriormente ambas incisiones se cierran.

## 17. TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA IMPLANTACIÓN EXTRADURAL

Se practica una laminectomía en las tres primeras partes del sacro. La protuberancia espinosa de la vértebra L5 debería ser eliminada, porque esto facilita la implantación de electrodos en las raíces de la S2 y la colocación segura de los cables. Es normalmente innecesario realizar una laminectomía de la vértebra L5.

### 17.1. Implantación de los electrodos

Los despliegues del electrodo tripolar pueden ser provistos con un cable separado para cada trípulo, pero normalmente dos trípulos comparten un mismo cable (**Fig. 6**). Así en el implante extradural normal de dos canales hay 4 trípulos, dos de los cuales, que comparten un cable común, se utilizan para las raíces izquierdas y derechas de la S2, y los otros dos, que comparten también un cable, se utilizan para las raíces derechas e izquierdas de la S3 y las de la S4. Pegada a cada despliegue del electrodo tripolar junto al cátodo hay una tira de goma de silicona reforzada de 6 mm de ancho por unos 39 mm de largo. Una terminación de esta tira se pasa por debajo de la raíz (S2) o (S3 y S4 juntos) que corresponda. Para este propósito podría ser necesario separar un trozo adicional de la S3 o de la S4 de sus sujeciones anteriores. La tira de goma de silicona reforzada debería quedar holgada de tal manera que permita sólo un poco de desliz. Los ánodos superiores e inferiores deberían colocarse a unos pocos milímetros del nervio. No tiene importancia el hecho de que lo toquen.

Cuando todos los electrodos estén en su sitio, los cables se pasan por los conductos hasta la ubicación receptora y se implanta el bloque de los receptores, como en la operación intratecal estándar.

## **17.2. Desafrentización extradural**

Este difícil procedimiento solo debería llevarse a cabo si hay una buena razón (por ejemplo, aracnoiditis severa) para no realizar la desafrentización en el cono medular, donde es más fácil y más segura. La terminación de la teca y raíces S2 a la S5 estarán expuestas, pero no se separan, al principio, de sus ataduras anteriores. Los ganglios de la S2 a la S4 se identifican en ambos lados. Es innecesario identificar los ganglios de la S5. La desafrentización se hace en el GANGLIO e inmediatamente craneal a él. Es mejor empezar con la S2. Una longitud de la S2, que se extiende desde el límite inferior del ganglio hasta unos 4mm por encima de su límite superior, se separa de ataduras anteriores. Se practica una incisión longitudinal de 9 mm en la funda fibrosa de la raíz movilizada. Se retiran los márgenes de la funda, y se inicia una ligera disección desafilada del contenido. El tejido fibroso endoneural, aunque está presente, lo encontramos, en esta zona, sólo en forma de finos filamentos. La raíz anterior es normalmente un discreto haz paralelamente fibrado de color blanco que está en situación anterior al tejido amarillento gangliónico. Craneal al ganglio, la raíz anterior es una de 3, 4 ó 5 haces de fibras paralelas blancas. Es normalmente el haz más largo y más anterior. Puede reconocerse por ser el único haz que no entra en el tejido gangliónico. A veces, la inspección no deja dudas sobre la identidad de la raíz anterior. Si se duda, la identidad de la raíz anterior y de los haces en los que se divide la raíz posterior debe ser comprobada mediante estimulación eléctrica. Cuando un haz ha mostrado que da respuestas musculoesquelético apropiadas a 1V, 3Hz, y de la presión de la vejiga a 10V, 30Hz, y los otros haces han mostrado no dar tales respuestas a estos voltajes, los filamentos que no responden (posteriores) se deben cortar y el filamento que responde (anterior) debe ser cuidadosamente preservado.

La desafrentización se hace de forma similar para todos los seis ganglios. Es más difícil para la S3 y todavía más para la S4. Los nervios del segmento S5 deberían ser aplastados para interrumpir las fibras aferentes, pero para permitir que las fibras eferentes se regeneren.

## 18. LOS PRIMEROS DIEZ DÍAS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

Para reducir el riesgo de escape de LCR, es recomendable que el paciente no se incorpore durante los primeros cuatro días después de la implantación intratecal. Esta precaución no es necesaria después de la implantación extradural.

Si se produce derrame de LCR tras el procedimiento intratecal, el LCR sigue normalmente la trayectoria de los cables y forma una inflamación fluctuante alrededor del bloque receptor. La inflamación se vuelve conspicua a las pocas horas de estar incorporado, y se reduce a nada después de una noche estirado. Este derrame de LCR no implica necesariamente reparación quirúrgica; la mayoría de estas fugas se curan espontáneamente si se posiciona al paciente estirado durante unos días.

Generalmente es mejor probar el implante y hacerlo funcionar el cuarto día después de la operación. Estos procedimientos pueden realizarse más pronto si la implantación fue extradural. Realizarlo pronto puede aumentar el riesgo de derrame de LCR. Posponerlos hasta el sexto día o más puede dificultar el diagnóstico exacto del daño a la raíz anterior. Si en el tercer o cuarto día el intento de hacer funcionar el implante causa disreflexia autonómica, debería retrasarse el intento al quinto o sexto día, cuando la mayoría de las fibras cortadas de la raíz posterior, cuya estimulación causa la disreflexia se habrán degenerado. El hecho de que se produzca disreflexia al intentar utilizar el implante el cuarto día no es común, excepto cuando las terminaciones centrales de las raíces posteriores cortadas han sido colocadas en los BOOKS con las raíces anteriores.

### 18.1. La caja de control

La caja de control está ilustrada en la **Fig. 3**. Tiene cuatro pulsadores y un display visualizador (LED). Los botones están marcados con 1, 2, 3 y 0. Los botones 1, 2 y 3 se usan para seleccionar los tipos de estimulación. El botón 0 es el de apagar "OFF". Hay también cavidades para dos conectores: uno para la regleta trasmisora y el cargador de batería, y el otro para la regleta de comunicaciones en serie. (Por favor haga referencia a la Guía del usuario y al Manual de programación para ver las instrucciones completas). Los conectores no se pueden enchufar en las cavidades erróneas y no deberían nunca ser forzados. Para desenchufar un conector, estire siempre del cuerpo del enchufe, nunca del cable. Normalmente las modalidades de estimulación se colocan de la siguiente manera:

- Modalidad 1: para la micción
- Modalidad 2: para la defecación
- Modalidad 3: para la erección

En todo ello es posible establecer hasta nueve modalidades diferentes.

Hay dos métodos para ajustar los parámetros: usando los cuatro botones pulsadores de la caja, o usando un enlace a un ordenador personal. Para programar la caja de control usando los pulsadores. Primero, para obtener acceso a la utilidad de ajuste de parámetros es necesario introducir un código de acceso de 4 dígitos. (Esto es para prevenir una manipulación inautorizada por parte de los usuarios, lo que podría producir una estimulación perjudicial). Entonces se selecciona la modalidad. Tanto el número de identificación personal (PIN) como la selección de modalidad deben introducirse manteniendo pulsado el botón OFF. Finalmente, se suelta el botón OFF y se presiona una vez más para confirmar.

La secuencia necesaria se expresa a continuación:

Mantenga el botón OFF presionado. Mientras mantiene el botón OFF pulsado, pulse y suelte los botones del número del PIN (el visualizador permanecerá en blanco). Después de introducir el PIN correctamente el visualizador mostrará "MODE" (modalidad). Mientras continúa presionando el botón OFF, pulse el botón para la modalidad requerida. (Para una de las modalidades alternas, presione el botón necesario dos o tres veces, p.e. presione el botón 1 una vez para la modalidad 1, dos veces para la modalidad 1A, tres veces para la modalidad 1B), el visualizador indicará la modalidad seleccionada, ahora suelte el botón OFF. Finalmente, presione el botón OFF una vez más para confirmar que ésta es la modalidad que usted quiere ajustar. Una vez se ha soltado el botón OFF, el visualizador empezará a mostrar el primer parámetro.

Los dos primeros botones (1 y 2) se utilizarán ahora para seleccionar qué parámetro ajustar. Los otros dos (3 y 0) se utilizarán para variar el valor del parámetro seleccionado: uno incrementa el valor y el otro lo disminuye. No es posible cambiar las modalidades mientras se ajustan los parámetros. Para acceder a una modalidad diferente, debe desconectar e introducir el PIN de nuevo. Puesto que el botón OFF se utiliza ahora para alterar los valores de los parámetros, no apaga el estimulador. En su lugar, puede apagarlo presionando los botones 1 y 2 al mismo tiempo.

Para alterar un parámetro, primero seleccione el parámetro necesario presionando los botones 1 y 2; estos le llevan hacia arriba y hacia abajo en la lista de parámetros. A continuación, ajuste el valor presionando el botón 3 o el 0. Continúe de esta manera para ajustar tantos parámetros como sea necesario. Finalmente, almacene los nuevos valores y apague el estimulador presionando los botones 1 y 2 al mismo tiempo. Presionando cada uno de los botones de selección producirá que se visualice el nombre abreviado del parámetro; la presión de cualquiera de los botones de ajuste producirá que se visualice el valor. Cuando no se presiona ningún botón, el visualizador alterna ente el nombre y el valor del parámetro seleccionado, en intervalos de un segundo. Todos los botones repetirán si se mantienen apretados durante más de un segundo.

Puesto que el visualizador sólo puede mostrar 4 caracteres, los nombres de los parámetros se muestran de forma abreviada.

A continuación se muestra una lista de las abreviaciones:

Use	Si el usuario puede acceder a la modalidad
Lim	Tiempo límite de la estimulación principal
On	On-TIME ("en marcha")
Off	Off-TIME ("espacio sin estimulación")
Amp	Amplitud de la estimulación principal
PW	*Anchura de la pulsación de la estimulación principal
Fr	*Frecuencia de la estimulación principal
l#	*Intercalar un numero
IP	*Intercalar la anchura de la pulsación
Pdur	Duración de la pefatiga
PA	Amplitud de la pefatiga
PP	*Anchura de la pulsación de la pefatiga
PF	*Frecuencia de la pefatiga

Los parámetros marcados \* se ajustan independientemente por cada canal de salida.

Vea el Manual del programador para la descripción completa de los parámetros anteriores.

Existen una serie de ventajas al usar un ordenador personal para ajustar los parámetros; no hay necesidad de introducir un número de PIN y se pueden cambiar las modalidades fácilmente, además la pantalla del ordenador muestra todos los parámetros juntos para una modalidad. Se puede imprimir una lista de todas las posiciones existentes para rellenar las anotaciones del paciente y se puede comprobar fácilmente la acción del estimulador.

Es necesario un PC IBM-compatible con una versión DOS 3.1 o posterior, que disponga de un puerto de comunicaciones en serie. Se puede usar también Windows (versión 3.1 o posterior), Windows 95 y OS/2. También se necesitará un cable de Comunicaciones en Serie Finetech-Brindley y una copia del programa "SARLINK".

Para conectar el estimulador al PC, enchufe el Cable en serie Finetech-Brindley dentro de la caja de control (sólo encaja en la cavidad correcta) y enchufe el otro lado del cable en un puerto en serie del PC. Estará seguramente marcado como "serial 1" o "serial 2" o "Com 1" o "Com 2". Anote el número del puerto (probablemente 1 o 2, posiblemente 3 o 4). El cable en serie tiene un enchufe de 9 polos en la salida del PC. Algunos PC's antiguos utilizan tomas de acceso de 25 polos, en tal caso se necesitará un adaptador. No hay un método de instalación especial. Para instalar el SARLINK en el disco duro de su PC, simplemente copie el archivo SARLINK.EXE en cualquier directorio. Por conveniencia el directorio debería estar en el "PATH" para que el programa pueda ejecutarse desde cualquier directorio. El SARLINK es un programa de DOS, no un programa de Windows. Se puede desear crear un grupo de programas y un icono para el SARLINK; las instrucciones para hacer esto se encuentran en los manuales de Windows.

Antes de arrancar el programa, conecte el PC al estimulador (ver arriba) y encienda el estimulador. Si ha usado la toma en la que figura "serial 1" o "com 1", pulse SARLINK. Si se ha utilizado la toma en la que pone "serial 2" o "com 2", escriba SARLINK 2. Para puertos en serie con numeración más alta, teclee el número del puerto.

La pantalla SARLINK tal como aparece en el PC se muestra en la **Fig.8**.

Los ajustes de los parámetros utilizando el SARLINK se llevan a cabo de la siguiente manera:

### **Menú**

Muestra las teclas que deben ser presionadas para realizar varias acciones.

### **Indicador del estado**

Indica el estado actual del estimulador que puede ser Ajuste, Pausa, Prefatiga, Estimulación Principal, Cargando o Error.

Presionando "S" se puede iniciar la estimulación. El estimulador avanzará automáticamente a través de las etapas determinadas por los parámetros de duración. Presionando la "S" otra vez, se puede hacer que el estimulador avance inmediatamente a la siguiente etapa: de Ajuste a Prefatiga, de Prefatiga a Principal, de Principal a Ajuste. Es posible, también, utilizar la tecla "S" para reiniciar un estado de Error y volver a Ajuste.

### **Indicador de la modalidad**

Muestra a que modalidad se aplican los parámetros visualizados. Es el mismo que el número que se muestra en el frontal de la caja de control.

Para hacer un ciclo a través de todas las modalidades, pulse "M". Fíjese en que las modalidades que están ocultas (no disponibles para el usuario) pueden también ser seleccionadas de esta manera.

### **Selector de parámetros**

Indica que parámetro está seleccionado actualmente y que puede ser modificado. Se mueve el selector por la pantalla utilizando las teclas de las flechas. En este ejemplo, se selecciona la frecuencia en el canal A.

### **Incremento y decremento**

El valor del parámetro indicado se puede incrementar o disminuir presionando I o D o presionando + o -. Cada parámetro tiene un valor máximo y mínimo permitidos que no se puede exceder.

Nota: sólo es posible cambiar los valores de los parámetros en la modalidad de Ajuste y no durante la estimulación.

### **Imprimir**

Presione "P" para imprimir los parámetros. Otro menú ofrecerá la opción de sólo Impresora (*Printer only*), sólo Fichero (*File only*), Ambos fichero e impresora (*Both file and printer*), Ninguno (*Neither*). Si se selecciona Impresora o Ambos, la pantalla actual se copiará en la impresora. Si se selecciona Fichero o Ambos, se le preguntará por el nombre de un fichero y la pantalla se copiará en el fichero. Esto puede ser, después, insertado en un documento de un procesador de textos; el tipo de archivo es ASCII corriente.

### **Ayuda**

La tecla F1 muestra una pantalla de ayuda.

## **18.2. Preparación para las pruebas**

Se identifican las posiciones de los tres receptores implantados. Si el paciente es delgado, con palpar es suficiente. Para un paciente demasiado obeso para palpar fácilmente, las posiciones deben ser encontradas mediante monitorización de rayos X. Las posiciones se marcan en la ropa, o en la piel si la ropa no se extiende por la piel bajo la que los receptores están situados.

## **18.3 Prueba preeliminar**

Establezca las modalidades 1, 2 y 3 con los parámetros mostrados en las **Figs. 9.1, 9.2 y 9.3** respectivamente. Conecte el bloque transmisor al cable de la caja de control. Póngalo en marcha en la modalidad 3 y lleve el bloque transmisor hasta el paciente de tal manera que la bobina A esté junto al receptor C. Si la operación se ha realizado de forma ortodoxa y todo funciona

correctamente, los pies del paciente flexionarán sus plantas. Después de esta comprobación preeliminar, puede empezar la prueba detallada.

#### ***18.4. Probar el esfínter anal, puborectal y los flexores de los dedos de los pies***

El paciente debería estar en decúbito supino, y preferiblemente desnudo y totalmente visible. Los movimientos en los tobillos y en las articulaciones deberían ser libres. Póngase de pie en el lado derecho del paciente y, con el guante puesto, introduzca el dedo índice de la mano derecha en el canal anal y tenga la caja de control preparada como en la prueba preeliminar. Lleve el bloque transmisor hasta el paciente de tal manera que cada receptor se active sucesivamente, primero el A, después el B, y finalmente el C. La bobina A se utiliza con la modalidad del programa 3 para activar los receptores A y C (9 MHz), y la bobina B utilizando la modalidad del programa 2 para activar el receptor B (7 MHz).

La estimulación a través del receptor A (S4) debería causar la contracción del esfínter anal y puede activar el músculo puborectal, causando el movimiento hacia adelante de la confluencia anorrectal. Esto no debería provocar movimiento en las extremidades inferiores. Si se produce movimiento de las extremidades inferiores, su causa más probable sería la activación accidental del receptor B o C. Esto debería ser confirmado o refutado moviendo el bloque transmisor. Probablemente se descubrirá que la presencia y la fuerza de los movimientos de las extremidades inferiores depende de la proximidad en que se encuentre el transmisor A del receptor B o el C, no de su proximidad al receptor A. La lateralidad en las respuestas del esfínter anal es difícil (quizás imposible) de diagnosticar.

La estimulación a través del receptor B debería causar contracción del esfínter anal y del músculo puborectal. Normalmente causa la flexión de los dedos medios de los pies, o de todos los dedos de ambos pies, pero no causa movimiento en la articulación del tobillo. Si el movimiento de los dedos de los pies es pequeño (como acostumbra a pasar), es más fácil verlo que sentirlo.

La estimulación a través del receptor C debería causar varios movimientos de las extremidades cuyos detalles serán examinados más adelante. Puede o puede no causar contracción del esfínter anal y/o del músculo puborectal.

#### ***18.5. Probar los músculos de la base pélvica***

En un hombre, cada músculo isquiocavernoso debe ser palpado a través del perineo, y la simetría o asimetría de las respuestas de cada receptor deberían ser percibidas por separado. La contracción de este músculo causa también retracción visible del pene, y debería observarse si esa retracción es simétrica. En una mujer, la simetría o la asimetría deberían ser observadas de manera similar a través de la percepción vaginal del músculo pubococcigeo.

#### ***18.6. Probar los otros músculos de las extremidades inferiores que no sean los de los flexores de los dedos de los pies.***

Para el receptor C (pero no para los receptores A y B), los movimientos en la articulación del tobillo y las contracciones del bíceps femoral, glúteos máximos y glúteos medios deberían ser examinados palpando y/o inspeccionando, y su simetría o asimetría deberían ser evaluadas. Los pacientes a los que no se ha cortado todas las raíces posteriores, (y durante los primeros días del postoperatorio a los pacientes a los

que se les han cortado todas) pueden tener reflejos y contracciones directas del músculo. Los movimientos reflejos se pueden distinguir de los directos porque en los reflejos casi siempre el movimiento se produce en músculos no inervados por las raíces sacras. Además, suelen tener umbrales superiores que las respuestas directas y son variables cuando la estimulación se repite. Si se intenta una frecuencia baja de estimulación (p.e. unos 8 Hz) una contracción no tetanizante puede verse en una respuesta directa, pero no en una respuesta refleja.

### **18.7. Examinar las respuestas de la vejiga**

El catéter permanente debería ser conectado a un transductor de presión y a una grabadora de gráficos. Si se dispone de dos transductores de presión y un equipo de grabación para la diferencia entre las dos presiones, el segundo transductor puede ser utilizado para un globo en la parte superior de la vagina o, en un hombre, en el estómago. El canal de substracción tendrá entonces su importancia cistométrica habitual, compensando las fluctuaciones en la presión abdominal. El recto no puede ser utilizado para este propósito, porque la estimulación de las raíces sacras causa la contracción del músculo liso del recto. Normalmente, no es necesario anular las fluctuaciones en la presión abdominal, porque en la mayoría de pacientes la estimulación de las raíces sacras no afecta la presión abdominal. A los pocos a quienes afecta, las contracciones del músculo abdominal pueden ser normalmente distinguidas de las contracciones del detrusor por su duración.

En el examen de la respuesta de la vejiga suele ser suficiente probar cada par de raíces espinales a una sola frecuencia y una sola amplitud. La amplitud debería ser suficiente para estimular todas o casi todas las fibras pregangliónicas hasta la vejiga y la frecuencia debería ser aproximadamente de 25 Hz. Para conseguir esto, la **amplitud** de la estimulación principal debería establecerse a 3. La **anchura de la pulsación** de la estimulación principal debería establecerse a unos 350 US (en un paciente con una cantidad media de grasa subcutánea). La **frecuencia** de la estimulación principal debería establecerse a unos 25 Hz. La vejiga debería ahora ser llenada hasta 100 ml y sus respuestas examinadas aguantando el transmisor apropiado sobre cada receptor consecutivamente y poniendo en marcha la caja de control durante 15 segundos. La estimulación se puede detener antes si se alcanza una presión muy alta. Como en la comprobación del músculo esquelético, el transmisor A y la modalidad de programa 3 se utilizan para los receptores A y C. El transmisor B y la modalidad 2 del programa se utilizan para el receptor B.

### **18.8. Establecer un programa para la micción**

Es habitual establecerlo en la modalidad de programa 1. Si se tiene que establecer un programa de micción para un paciente sin tener conocimiento previo de él excepto una valoración aproximada de su obesidad y saber que un controlador de la vejiga Finetech-Brindley le ha sido implantado ortodoxamente, una elección acertada sería la que se muestra en la **Fig. 10**.

Observe, por favor, que la anchura de la pulsación de la estimulación principal de 352us es para un paciente medio. Ésta debería ajustarse a unos 200us para un paciente delgado y a unos 500us para un paciente obeso.

Los tres canales están en uso, en arranques, a no ser que el canal de la S2 (ordinariamente el C) no proporcione ni presión de la vejiga ni contracción de la base pélvica, en tal caso debería estar fuera de uso.

La **amplitud** de la estimulación principal se establece al nivel 3.

La **frecuencia** de la estimulación principal se establece a 25 Hz.

El **tiempo de activación** de la estimulación principal se establece en unos 3 segundos.

El **tiempo de desactivación** de la estimulación principal se establece en unos 6.4 segundos.

Asegúrese de que la duración de la **prefatiga** esté establecida a cero.

Asegúrese de que todos los números **intercalados** estén establecidos a cero.

Ahora, el programa anterior debería probarse mientras se registra la presión de la vejiga. Para esta prueba (al contrario que en las pruebas de los canales individuales) el bloque transmisor se debe situar de tal manera que los transmisores A, B y C estén situados exactamente encima de los receptores A, B y C respectivamente. Debería obtenerse un trazo similar al que aparece en la **Fig. 11**. Habrá, probablemente, alguna fuga de orina por el exterior del catéter, pero no debe esperarse una micción eficiente. Las máximas de presión tienen lugar en los intervalos entre los arranques y las mínimas durante los arranques. La presión máxima se alcanza normalmente durante el intervalo entre el tercer y el cuarto arranque, o entre el cuarto y el quinto. Si ésta presión máxima se encuentra por debajo de los 80 cm H<sub>2</sub>O en un hombre o por debajo de 60 cm H<sub>2</sub>O en una mujer, el tiempo de duración de la estimulación principal se debería incrementar a unos 6 segundos y realizar una prueba nueva después de esperar 2 minutos. Si la presión máxima está por encima de 130 cm H<sub>2</sub>O en un hombre o 100 cm H<sub>2</sub>O en una mujer, el tiempo de duración de la estimulación principal se debería de reducir a unos 2.4 segundos y, también, tras haber esperado 2 minutos, realizarse una nueva prueba. Cuando se ha retirado el catéter y la orina puede fluir libremente, la presión que se alcanza será inferior. En un hombre, el primer borrador del programa de micción podría causar un grado inconveniente de erección en el pene. Si esto ocurre, se debería intentar desconectar el transmisor C.

El siguiente paso es rellenar la vejiga si en la prueba anterior se ha expulsado mucho orina, retirar el catéter, intentar el programa de borrador, y corregirlo si funciona peor de lo que debería. La información requerida es la pauta de flujo aproximada valorada visualmente (una valoración visual es mejor que un medidor de flujo), el volumen evacuado y el volumen residual. El volumen residual se puede estimar a través de ultrasonidos o medirse mediante recateterización.

Si al paciente no se le ha realizado anteriormente una esfinterotomía, la micción será intermitente, el flujo se producirá en los intervalos entre los arranques de la estimulación, p.e. cuando la presión de la vejiga es alta y los esfínteres estriados están relajados. Los arranques de estimulación se pueden reconocer mirando los pies, el perineo o el pene. Si cuando se inicia un arranque, el flujo del arranque precedente ha casi cesado aunque no del todo la duración del intervalo (la posición del potenciómetro de espacio) es correcta. Si el flujo ha cesado por completo, el espacio es demasiado largo. Si el cierre del esfínter causado por cada arranque interrumpe un fuerte chorro fuerte de orina, el espacio es demasiado corto.

El chorro de orina que se produce en cada intervalo debería aumentar ligeramente hasta un máximo y a partir de ahí disminuir ligeramente, como en la **Fig. 11 (i)**. Si el chorro es irregular, como en la **Fig. 11 (ii)**, esto indica la disinergia detrusor-esfínter, p.e. los esfínteres estriados se contraen irregularmente mientras la presión de la vejiga es alta. La disinergia detrusor-esfínter no ocurre si todas las raíces posteriores de la S2 a la S4 se han cortado. Si se produce, una cistometría y un examen del reflejo bulbocavernoso y del reflejo de la piel del ano nos proporcionarán aún más

evidencia de que la desaferentización es incompleta. Las soluciones sencillas que se podrían intentar incluyen administrar (o incrementar la dosis de) Baclofen e incrementar la frecuencia de las pulsaciones en los arranques a unos 50 Hz. Si las soluciones fáciles fallan y el volumen residual es inaceptablemente de gran cantidad, la rizotomía posterior en el cono medular podría ser necesaria.

### **18.9. Establecer un programa para la defecación**

Es habitual establecerlo en la modalidad del programa 2.

La estimulación fuerte de la S3 o de la S4 normalmente, y de la S2 a veces, provoca un incremento de la presión rectal con una latencia de unos 6 segundos y una duración de unos 25 segundos. Provocará también contracción del esfínter anal. La contracción del esfínter anal tiene una latencia mucha más corta que la contracción rectal, y cesa puntualmente cuando la estimulación para. A menudo, sigue a esto un descenso en la presión del esfínter anal por debajo del nivel de descanso. Este descenso es lento, y probablemente se debe a la inhibición del músculo liso del ano. Un programa para la evacuación intestinal debería priorizar el hecho de conseguir una presión rectal lo más alta posible en el momento en que el esfínter anal está totalmente relajado. Si se utilizan los tres canales del implante a la vez, a la fuerza necesaria para el vaciado de la vejiga, en arranques de 10 segundos seguidos por pausas de 20 segundos, esto será más o menos conseguido.

Se puede establecer un programa más preciso para cada paciente de manera individual si se registran simultáneamente la presión del esfínter anal y la presión rectal. Si la duración de los arranques y de las pausas para la defecación es crítica, el paciente tendrá que calcular el tiempo él mismo usando un reloj. El paciente activa y desactiva los arranques utilizando la pertinente modalidad del programa (normalmente la modalidad 2) y el botón "0" (apagar), o bien acercando el bloque transmisor a la posición adecuada sobre los receptores y alejándolo. A menudo, sin embargo, hay una variedad regular de la duración de los arranques y la duración de los intervalos que será suficiente. Si es así, una combinación adecuada puede conseguirse normalmente con la composición que se muestra en la **Fig. 10** (para la vejiga) pero incrementando la duración el tiempo de la estimulación principal a unos 8 segundos y el tiempo de las pausas de la estimulación principal a unos 17 segundos.

Además del incremento inmediato de la presión rectal, la estimulación de las raíces sacras anteriores causa un incremento en la actividad del colon. En un 50 % de los pacientes, la utilización del implante de la manera que se ha descrito expulsa las heces del recto. En los restantes, no se produce esta expulsión, pero es no obstante útil porque mueve las heces desde el colon pélvico al recto y de esta forma hace que la evacuación manual sea más rápida y más completa.

### **18.10. Establecer un programa para la erección**

Es habitual establecerlo en la modalidad del programa 3.

Intente primero con una **frecuencia** de unos 8 Hz y una posición de **amplitud** de nivel 4, continuamente. Pruebe la S2 sola y después la S3 sola. Normalmente la S2 es la raíz eréctil principal. Si la S2 y la S3 dan ambas una erección incompleta, inténtelo con las dos juntas. Cada prueba debería continuar durante por lo menos 3 minutos; la erección provocada por el implante puede ser muy lenta, pero una vez conseguida se mantiene constante hasta que cesa la

estimulación. Si la estimulación de la S2 sin la S3 provoca una erección adecuada, esta será seguramente la mejor elección para el programa práctico incluso si añadiendo la S3 mejora la rigidez del pene, porque las fugas de orina son menos probables con la S2 sola.

8 Hz está por debajo de la frecuencia de fusión tetánica para los músculos de las extremidades inferiores y hará temblar al paciente. Si el paciente encuentra las sacudidas demasiado molestas, la frecuencia puede ser incrementada. A unos 12 Hz habrá menos temblores, y a unos 18 Hz probablemente no habrá ninguno. Si la erección es pobre con una posición de amplitud al nivel 4 en la duración de la pulsación apropiada para la activación de la vejiga y de los intestinos, puede ser posible la obtención de una buena erección estableciendo una mayor anchura de la pulsación de la estimulación principal.

### ***18.11. Establecer un programa para tratar la incontinencia de esfuerzo***

La rizotomía posterior sacra casi siempre elimina la incontinencia refleja. La desaparición de la incontinencia refleja puede desenmascarar una incontinencia tensional significativa. Hay cuatro opciones para el tratamiento de esta incontinencia tensional. En las mujeres, podrían ser adecuadas las operaciones que aumentan y sostienen la región esfinterial. En ambos sexos se podría considerar la posibilidad de un esfínter artificial. Pero antes de recurrir a la cirugía quirúrgica, puede ser bueno intentar dos soluciones más simples: medicamentos que estimulan los alfa-adrenoceptores (efedrina, desipramina) y la estimulación débil continua de las raíces anteriores sacras a través del implante. La potencia de la estimulación debe ser tal que todas o la mayoría de las fibras somáticas motoras y ninguna de las fibras parasimpáticas sean estimuladas. Esta potencia siempre puede ser encontrada, pero puede haber un ligero margen de error: un pequeño desplazamiento del transmisor puede alterar el estímulo de ser demasiado débil para excitar plenamente el rabdo-esfínter a ser lo bastante fuerte para incrementar la presión de la vejiga.

### ***18.12. Hacer pruebas para determinar si hay daño en las raíces anteriores***

Incluso cuando la operación parece haber ido bien, en algunas ocasiones se descubre después que algunas raíces anteriores han sido dañadas. Este daño no aparece cuando se utiliza el implante a los dos o tres días después de la operación, porque las fibras del nervio mantienen la función periférica hasta el punto del daño, y suficiente corriente se extiende desde los electrodos a lo largo de las raíces para estimular las fibras más allá de la región dañada. Pero entre el cuarto y el séptimo día las partes periféricas de las fibras sufren degeneración WALLERIANA y dejan de funcionar. Entonces puede que el implante no funcione tan bien, como muestra (por ejemplo) un incremento en el volumen residual de orina. Se puede esperar la recuperación, y normalmente ésta será completa dentro de 6 meses. Nunca antes del octavo día y preferiblemente tampoco después del decimocuarto día después de la operación, se debería realizar una prueba formal para determinar el daño de las raíces anteriores reexaminando las respuestas de los músculos esqueléticos. Si alguna de las respuestas directas (p.e. no reflejas) que estaban presentes durante el segundo, el tercer o el cuarto día desaparecen el octavo día o posteriormente, la raíz anterior correspondiente está dañada.

Si el daño de la raíz anterior es tan severo que el implante no proporcionará una micción adecuada, la vejiga debe vaciarse con autocateterismos intermitentes o un cateterismo permanente hasta que se recupere la función. El autocateterismo intermitente es normalmente la mejor elección. El

paciente será continente sin tener que tomar medicación anticolinérgico, y por lo tanto está obteniendo beneficios de la intervención incluso mientras el implante no funciona.

Los cateterismos serán también necesarios si falla el implante o el equipo externo. Se recomienda, por lo tanto, que los pacientes para quienes se ha planificado el implante de un estimulador de raíces sacras anteriores aprendan, si es posible, a realizarse autocateterismos intermitentes.

## 19. SEGUIMIENTO

Entre el primer y el tercer mes después de la operación si no se ha producido daño en las raíces, o entre el noveno y el duodécimo mes después de la operación si se ha producido daño en las raíces, el programa de micción debería revisarse, y la presencia o ausencia de reflejos de la vejiga examinadas. La presión de la vejiga durante la micción debería entonces ser medida, y el programa debería ser de nuevo revisado para reducir la presión en caso de que sea demasiado alta.

El paciente debería primero vaciar su vejiga utilizando el implante mientras está sentado en la taza del retrete, y las pautas del flujo deberían ser examinadas, y usadas para corregir la duración de los intervalos entre los arranques como en la composición original del programa de micción. Un medidor de flujo permite obtener, si se desea, un registro permanente, pero para propósitos clínicos, la inspección del flujo es suficiente.

Se debería en ese momento pasar un catéter, medir el residuo, y hacer una cistometría. La presión de la vejiga debería entonces ser registrada a través del catéter pequeño mientras el paciente utiliza su programa de micción. El urólogo debería tener la caja de control con la tapa retirada en su mano, y un destornillador preparado. Si la presión máxima de la vejiga durante esta micción en algún momento excede los 120 cm H<sub>2</sub>O, o si se produce reflujo ureteral cuando la presión es alta, la intensidad del potenciómetro debería ser inmediatamente ajustada para acortar los arranques de la estimulación.

Son convenientes las revisiones anuales urológicas, incluyendo un examen de los riñones mediante ultrasonidos, como en todos los pacientes con lesión medular. El reajuste de los parámetros de los estímulos no acostumbra a ser necesario en los años posteriores.

## 20. BENEFICIOS A ESPERAR

1. Los volúmenes de orina residual disminuyen, normalmente a menos de 20 ml.
2. Cesan los ataques de infección urinaria sintomática o se presentan muchos menos, y resulta más fácil obtener orina estéril del paciente.
3. La mayoría de los pacientes consiguen ser completamente continentes. La capacidad de la vejiga, si anteriormente era pequeña, aumenta considerablemente.
4. La compliance de la vejiga, si previamente era pobre, mejora considerablemente y así disminuye el riesgo de daño en los riñones.
5. La presión de vaciado se vuelve controlable. La consecuencia práctica de este hecho es que el reflujo uretérico, si antes se producía a presiones altas del detrusor pero no en bajas, normalmente cesará. Y aunque no cese, la probabilidad de que la re-implantación de las uretras lo cure mejora considerablemente teniendo la presión de vaciado bajo control.
6. El implante ayuda a vaciar los intestinos, y, en ocasiones, el vaciado puede ser completo sólo con el uso del implante.
7. En un 60% de los pacientes varones, una plena erección continua suficiente para el coito se produce por medio del implante.

Los beneficios 6 y 7 son independientes de la rizotomía posterior. Los beneficios del 1 al 5 sólo pueden ser esperados si se cortan las seis raíces posteriores, pero algún cambio en la dirección correcta sigue la sección de sólo algunas de las raíces, y ha sido visto incluso donde ninguna raíz posterior fue cortada (pero quizás algunas fueron dañadas accidentalmente).

## 21. EFECTOS ADVERSOS QUE PUEDEN VERSE

En el procedimiento intratecal es común durante la operación dañar una o más raíces; en el procedimiento extradural es mucho menos común. Normalmente solamente una de las raíces resulta afectada. Es importante informar al cirujano cuando ha dañado una raíz anterior, para que pueda mejorar su técnica. Ocasionalmente se dañan algunas raíces. El implante, en este caso, puede ser que no se pueda utilizar desde aproximadamente el sexto día después de la operación hasta que las fibras eferentes dañadas se hayan recuperado. Puede ser que se recuperen en sólo 8 semanas, pero es más probable que tarden de 4 a 6 meses para la vejiga y la base pélvica y 8 meses para el gluteo. Las fibras hasta los tríceps surales y los músculos de los dedos de los pies tardan más en regenerarse, y podrían no recuperarse nunca. El daño a las raíces posteriores, tanto si es intencionado (rizotomía) como accidental, nunca ha experimentado una recuperación funcional.

La rizotomía posterior sacra normalmente disminuye la actividad motora del colon y del recto; la estimulación de raíces anteriores sacras las incrementa siempre. Así si no se usa el implante, el paciente tendrá más estreñimiento después de la operación. Si se utiliza el implante, aunque sea sólo para la micción, es probable que el paciente tenga menos estreñimiento.

La erección refleja se pierde siempre si se sigue la práctica usual de cortar las seis raíces posteriores. Se debe avisar al paciente de esto en las charlas previas a la operación. La erección puede verse afectada (por el daño accidental de la raíz) aunque no se haya cortado ninguna raíz posterior.

Muchos pacientes han notado un incremento de sudoración en la parte inferior del cuerpo y/o cambios (la mayoría considerados hacia peor) en las pautas de los reflejos de sus extremidades inferiores. Estos cambios no han sido nunca permanentes. Las pautas anteriores regresan habitualmente dentro de tres meses, y siempre dentro de un año.

En tres pacientes que tenían escoliosis lumbar antes de la operación, ésta ha aumentado durante los 11 años (un caso) o los 5 años (los otros dos) posteriores a la operación. Uno de estos pacientes necesitó estabilización quirúrgica.

## 22. QUÉ HACER CUANDO UN ESTIMULADOR FALLA

Cuando existe alguna duda acerca del funcionamiento de un implante, el primer paso es verificar que el equipo externo está suministrando secuencias apropiadas de pulsaciones de radiofrecuencia. En la parte posterior de la caja de control se suministra una área de prueba. Con la caja de control operando y el bloque transmisor conectado, aguante el bloque transmisor por encima del área de prueba con cada COIL a su vez y el LED verde emitirá luz cuando el transmisor en cuestión esté funcionando.

Los tres canales del implante son independientes los unos de los otros, y es poco probable que todos pudiesen fallar al mismo tiempo. El fallo completo de un estimulador de raíces sacras anteriores que funcionaba bien se debe seguramente al fallo del equipo externo.

### 22.1. Fallos del equipo externo

Los fallos más habituales del equipo externo son defectos de la batería o roturas en los alambres del cable que conecta la caja de control al bloque transmisor.

Para probar las baterías presione y mantenga presionado el botón “1” durante unos segundos. La luz de diodo (LED) mostrará la capacidad restante de la batería hasta el 10 por ciento más cercano por tanto tiempo como el botón esté apretado.

El cable que conecta la caja de control al bloque transmisor no es tan duradero como el resto del sistema y no es rara la retracción del aislamiento o la fractura del manguito del enchufe en cualquiera de las terminaciones. Cuando el aislamiento se retrae o se rompe un manguito, debería utilizarse el cable de repuesto y obtener un cable nuevo, porque el riesgo de fallo de un alambre se incrementa entonces, aunque podría no suceder durante años. Es muy poco frecuente que falle un alambre en un cable que externamente parece estar en buenas condiciones.

A algunos pacientes se les han caído las cajas de control en la taza del WC. Esto no ocasiona daños si la caja de control se retira del agua, se le pasa un trapo humedecido con un desinfectante suave y se seca.

Para otros fallos del equipo externo que no sean los que se han detallado, consulte con Finetech Medical Ltd.

## 23. FALLOS DEL IMPLANTE

En los 500 estimuladores de raíces sacras implantados entre abril de 1978 y febrero de 1992 se produjeron noventa y ocho fallos en el implante hasta agosto de 1994. Treinta y seis de ellos fueron fallos de los receptores individuales en el bloque receptor o de sus conectores. Cuarenta y cinco fueron fallos del cable, y en diecisiete no se sabe si fallaron los receptores o los cables. El ratio global de fallo es de 98 fallos en 1922 implantes-años, p.e un fallo por 19.6 implantes-años. Es inferior para los implantes recientes que para los antiguos, a causa de las mejoras técnicas. La mayoría de los fallos eran reparables y se han reparado. En los nueve pacientes con fallos irreparables, se implantaron extraduralmente estimuladores nuevos. De los 6 estimuladores implantados en 1978 y 1979, todavía hay tres en funcionamiento en 1997.

### 23.1. Determinar la existencia de un fallo en un implante

El síntoma característico es un cambio repentino, que nota el paciente, en la acción del implante. Normalmente es la pérdida de algo que sucedía con anterioridad. Ocasionalmente es la aparición inesperada de una nueva respuesta motora por el uso del implante. Lo último puede ocurrir si se rompe un filamento anodal; entonces el sistema del electrodo tripolar, que normalmente sólo estimula las fibras del nervio que van a través del BOOK, se vuelve dispolar y estimula también otras fibras del nervio más distantes.

Si se han guardado buenas notas, el médico podrá confirmar fácilmente que una respuesta que antes estaba presente se ha perdido, o (menos a menudo) que ha aparecido una respuesta nueva. Entonces, sólo necesita verificar que los transmisores están funcionando y esto confirma que el fallo está en el implante, excepto en las dos situaciones especiales que se describirán en la siguiente sección.

Los cambios rápidos en las respuestas somáticas o autónomas para un implante eléctricamente intacto son de dos tipos, uno es bastante común y el otro no es común.

El del tipo común resulta del daño de las raíces anteriores en la operación. Cuando esto sucede, las raíces dañadas dan en general buenas respuestas a la estimulación eléctrica a través del implante durante los 5 primeros días después de la operación, pero en el sexto, el séptimo o el octavo día las raíces dejan de responder. Casi con toda certeza, las buenas respuestas durante los primeros 5 días dependen de la difusión de corriente a una parte de la raíz distal al punto dañado, y la desaparición de las respuestas en el sexto, séptimo o octavo día es debida a la degeneración WALLERIANA.

Algunos pacientes han permitido que sus vejigas hayan excedido los límites de llenado. Al relajarse la dilatación, se observó que las vejigas respondían mal o no respondían en absoluto a la estimulación de las raíces sacras, aunque las respuestas del músculo esquelético continuaban siendo normales. Las vejigas sobredilatadas se recuperaron después de unas cuantas semanas de adecuado drenaje de la vejiga.

Los cambios lentos en las respuestas pueden raramente confundirse con fallos del implante. Son de cuatro tipos.

1. Los umbrales aumentan durante el primer año después de la implantación a causa del crecimiento de tejido fibroso alrededor de las raíces del nervio. No es un gran aumento, y

nunca ha resultado ser de importancia práctica para la vejiga o el recto. Sin embargo, algunos pacientes que necesitan de una fuerte estimulación para obtener erección penil en los primeros meses después de la implantación observan que después de un o dos años ya no pueden obtener una erección adecuada.

2. Si se ha dañado las fibras de las raíces anteriores durante la implantación, las fibras se recuperan, crecen de nuevo desde la parte superior, durante el primer año tras la operación, provocando una mejoría constante en el rendimiento del implante.
3. En los pacientes que sean desaferentizados de manera incompleta, la utilización del implante puede causar contracciones reflejas del tronco y de los músculos de las extremidades, o sudoraciones o sofocaciones, tanto durante la estimulación o inmediatamente después de ella. Estos efectos reflejos a menudo cambian con el tiempo, ya sea lentamente a lo largo de varios meses o más rápidamente en relación a episodios de infección urinaria, heridas en las extremidades inferiores o el consumo de medicación antiespasmódica.
4. En 8 de los primeros 500 pacientes, el estimulador funcionó bien durante algunos meses o años y después su rendimiento se deterioró, aunque permanecía eléctricamente intacto. Muchas de las fibras de las raíces implicadas habían, evidentemente, dejado de funcionar.

### **23.2. Diagnosticar la situación de un fallo**

En ocasiones un fallo es intermitente, y el implante puede pasar de funcionar a no funcionar o, de no funcionar a funcionar por el hecho de presionar la piel por encima de una parte específica del implante. Esto proporciona una indicación excelente de la ubicación del fallo.

Deberían hacerse radiografías que muestren el implante al completo. Ocasionalmente mostrarán una ruptura en un cable, pero la mayoría de los fallos en los cables y casi todos los fallos del conector y el receptor son indetectables aunque las radiografías sean excelentes.

### **23.3. Equipo para reparar fallos del implante**

Hay cables de recambio, bloques receptores de reparación especial, y bloques conectores para reparar cables.

El paciente debería llevar un catéter permanente conectado o al transductor de presión o al manómetro de agua.

Además de los instrumentos estándar para cirugía menor, es muy útil disponer de pinzas de joyería para manipular los finos filamentos de platino-iridio y un disector Macdonald para extender la cola de goma de silicona.

Será necesario quemar las terminaciones cortadas de los cables durante la operación.

Cola de goma de silicona es necesaria. Para las reparaciones (al contrario que en las primeras operaciones) es mejor una cola compacta que una cola líquida.

## 24. PROCEDIMIENTOS PARA REPARAR FALLOS DEL IMPLANTE

### 24.1. *Ubicación conocida en un cable, cuando no está cerca de cada terminación*

Practique una incisión de 10 cm sobre el lugar del fallo, más o menos paralela a la dirección de los cables. La exposición de los cables y el desenredo de los cables enrollados se puede hacer con diatermia cortante o bien con un bisturí. Es importante escoger la opción correcta de entre las dos técnicas. Si se usa un bisturí, es fácil que algún cable resulte accidentalmente dañado. Hacerlo con diatermia cortante no dañará los cables, ni siquiera si se utiliza en contacto directo con ellos. No comporta riesgo de daño a las raíces espinales implicadas, siempre y cuando el electrodo diatérmico no toque directamente un alambre del cable. Este contacto directo en el lugar del cable puede ocurrir si los tres alambres y el material aislante estuvieran atravesados completamente, o si alguno de los alambres estuviese tan doblado en el punto del fallo que sobresalga a través del material aislante. Este tipo de fallos son poco frecuentes, y se ven claramente en las radiografías. En el tipo de fallo más común donde uno o más de los tres alambres está agrietado por fatiga sin estar substancialmente deformado, de tal manera que el fallo es invisible o pasa inadvertido en las radiografías, los alambres rotos no sobresalen a través del material aislante. Normalmente el material aislante está intacto, y aunque esté rasgado, la pequeña rendija en él no transmitirá bastante corriente diatérmica para poner en peligro la raíz enlazada, porque la resistencia del tejido fibroso, la sangre o el fluido del tejido en la rendija es muy alta.

Por estas razones, si no se aprecia rotura del cable en las radiografías, toda la exposición de los cables debería hacerse por diatermia cortante. Si se aprecia una rotura, la región rota debería ser expuesta con un bisturí. Tan pronto como se haya localizado, la posterior disección de los cables que se necesitará debería hacerse con diatermia cortante.

Cuando la región defectuosa y por lo menos 6 cm de cable en cada lado de ella se han expuesto, la región defectuosa debería ser cortada a través, a menos que el defecto fuese ya una rotura completa. Los alambres de ambos cabos deberían ser expuestos por abrasión. Estos alambres son de un 95% de platino y un 5% de iridio. Cada uno de ellos está cubierto con barniz de poliamida aislante. Están incrustados en goma de silicona. Aguante delicadamente la terminación cortada de cada cable en un clip de arteria grande a unos 12mm del extremo final, y queme los últimos 12 mm. La llama de una cerilla o de un mechero es la adecuada para encender el aislante de goma de silicona. Esto se quema con una llama fácilmente visible y deja ceniza de silicio y carbón que se adhiere si no se toca, pero que se desmenuza fácilmente en un polvo gris. Mientras se quema el cable, éste se debería coger con el extremo apuntando hacia arriba con un alfiler de arteria. El fuego continuará hacia abajo hasta que la región ardiente esté dentro de aproximadamente un milímetro de las embocaduras del alfiler, y entonces pare, porque las embocaduras despiden el suficiente calor para extinguirlo.

Cuando la combustión haya finalizado, retire la ceniza con un algodón mojado y desenrosque las hélices de los tres alambres. Sus partes distales serán de platino-iridio brillante, sin barniz de poliamida. En los 2-3mm de goma de silicona no quemada serán marrón-amarillento, el color del barniz aislante. Un segmento intermedio corto estará cubierto con barniz dañado por el calor, que es negro, se adhiere mal y podría soltarse. Estimule, aún así, cada alambre del cabo del cable inferior,

uno por uno, utilizando 2V 3Hz para provocar respuestas apropiadas del músculo esquelético (estriado) y 10V 30Hz para provocar respuestas de la vejiga. Si se obtienen respuestas, compruebe que tienen aproximadamente el mismo umbral (dentro de un factor de 2) para cada alambre. Si es así, no existe ningún defecto por debajo del que se identificó pre-quirúrgicamente, y la rotura puede ser reparada con un bloque de cable-conector. Dos bloques de cable-conector deberían estar preparados cuando se está realizando una reparación de una rotura de un solo cable, porque es fácil cometer un error en el primer intento de reconexión, y este error puede rectificarse inmediatamente si se dispone de un bloque de recambio. Se trata de conectar cada alambre del cabo superior del cable roto a un alambre del cabo inferior tirando de ellos hasta el interior de las terminaciones opuestas de un túnel común. Es conveniente que los alambres del medio cátodo de los cabos superiores e inferiores estén conectados los unos a los otros.

Si los alambres medios están correctamente conectados, no importa si los alambres superiores e inferiores de un cabo están conectados a los que corresponden o a los que no corresponden del otro cabo. Pero si el alambre medio de un cabo está conectado al alambre superior o al inferior del otro, los electrodos constituirán un dipolo en lugar de un tripolar simétrico. El resultado funcional es probable que sea ligeramente menos bueno.

Identifique los alambres del medio de los dos cabos, y enhebre cada uno a través de uno de los dos bucles repuestos del túnel medio del bloque del cable-conector (**Fig. 12**). Estire los dos alambres retorcidos repuestos de este túnel del medio hasta que las partes brillantes bien quemadas de los alambres del medio de los dos cables estén bien dentro del túnel. A continuación realice el mismo procedimiento de enhebrar y estirar en cada uno de los túneles laterales del bloque conector. Cada túnel recibe un alambre anodal desde el cabo inferior en una terminación y un alambre anodal desde el cabo superior en la otra.

Seguidamente, los seis alambres repuestos retorcidos deben estirarse más, hasta que 3-4 mm de cada alambre pase casi en línea recta del cable al túnel, y no haya ningún alambre que pase tan cerca de otro que haya peligro de que se toquen. Si se tocasen accidentalmente, no tendría porqué producirse un cortocircuito porque estas partes de los alambres probablemente retienen su barniz de poliamida; pero no es seguro confiar en esto. Cuando se han dispuesto cuidadosamente los alambres de cables a túneles, los alambres retorcidos repuestos deberían cortarse. Luego, los cables se pasan hacia los tubos-carenados partidos longitudinalmente, y se inyecta cola de goma de silicona en los tubos-carenados alrededor de los cables, alrededor de los alambres donde pasan desde los cables a los túneles y después generosamente sobre toda la superficie superior del bloque del túnel, las regiones de alambre al descubierto y los 3-4 mm adyacentes de los tubos del carenado, y también las superficies exteriores de las paredes de aluminio. El objetivo es que cuando la capa de goma de silicona reforzada envuelva el alrededor, no encierre huecos que se puedan llenar con sangre o fluido del tejido. Este objetivo no tiene que conseguirse perfectamente, pero es importante que ningún espacio que se pueda llenar con sangre úna el espacio entre ninguno de los dos conductores.

Envuelva la capa de goma de silicona alrededor, añadiendo más pegamento si es necesario de tal manera que se pegue en todas partes, y ate una ligadura redondeando el medio para aguantarlo en su sitio hasta que la cola esté fija. Compruebe entonces de nuevo si hay huecos, si es necesario inyecte cola para rellenarlos y haga una ligadura alrededor de cada manguito.

No es necesario ni razonable esperar que se estabilice, ya que puede llevar una hora o más antes de que se acabe de completar. Lo único que falta es hacer la bolsa donde se ubicará el nuevo empalme, coloque el nuevo empalme en ella y cierre la herida. Durante la primera hora después de

inyectar la cola se necesita cuidado para no hacer nada que pueda causar un estirón directo en cualquiera de los dos cables empalmados. Tras una hora, la reparación está firme.

## **24.2. Fallo en el bloque receptor o cerca de él**

Haga una incisión encima del bloque receptor y sáquelo de su bolsa. Corte los tres cables que están junto a las fundas de los conectores, queme sus terminaciones y compruebe mediante estimulación a través de cada uno de los 9 alambres para probar que no hay un segundo fallo más abajo. Los tres cables deben ser conectados a un bloque receptor de reparación. El procedimiento para hacer esto es similar al utilizado para las reparaciones de cables, pero ligeramente más fácil, porque los alambres tienen que ser arrastrados sólo en una dirección a través de los túneles, no simultáneamente en direcciones opuestas.

Para los nueve alambres de los tres cables el bloque receptor de reparación sólo tiene seis túneles, cada uno con un solo alambre de repuesto y bucle. Los dos alambres anodales de cada cable comparten un túnel común. El orden de los túneles, de izquierda a derecha cuando se mira al bloque de reparación con los receptores encima (boca arriba), es negro anodal, negro catodal, blanco anodal, blanco catodal, claro anodal, claro catodal. Los signos positivo y negativo están marcados sobre el bloque para recordar que el anodal de cada par de túneles está en la izquierda.

Después de quemar cada cable y de probarlo mediante la estimulación, su alambre medio es identificado y arrastrado hasta el interior del túnel catodal apropiado y sus dos alambres anodales serán arrastrados juntos hacia el interior del túnel anodal apropiado. El resto del procedimiento es análogo al de la reparación de un cable, excepto que en vez de manguito para sujetar los cables emergentes, el bloque receptor de reparación tiene una solapa de una capa fina reforzada de goma de silicona. Se debería de coser cada cable a esta capa tan pronto como sus tres alambres hayan sido arrastrados hasta la distancia justa dentro de sus dos túneles y hayan sido extendidos de tal manera que no tengan riesgo de tocarse. El cosido previene el daño si se estira de un cable accidentalmente y también impide que el cable gire. Cuando los tres cables están conectados y cosidos, corte los alambres de repuesto. Las terminaciones curvadas de los alambres del cable probablemente no se habrán estirado lo suficiente como para salir en las terminaciones receptoras de los túneles, pero si así fuere, corte también estos bucles. En las otras terminaciones de los túneles, corte LAS terminaciones libres de los alambres de los cables, o, si tienen menos de 2 mm de longitud, simplemente dóblelos de tal manera que no haya riesgo de corto circuito. Compruebe de nuevo que ninguno de los alambres que van de los cables quemados a los túneles se toquen, y luego aisle y selle la estructura aplicando cola de goma de silicona compacta. Debería ser apretada desde el tubo directamente sobre los alambres que van desde los cables a los túneles, y luego empujada hacia abajo con un disector Macdonald de tal manera que todos los alambres queden incrustados en ella. Una vez se ha hecho esto, la solapa de la capa fina de goma de silicona se debería de envolver alrededor del conector del bloque del túnel, y atar a su alrededor dos ligaduras.

Con el disector quite la cola superflua innecesaria. Es ventajoso que un poco de cola se extienda a lo largo del principio libre de cada cable, especialmente si la cola se va estrechando de tal manera que esté gruesa donde el cable deja la capa de goma de silicona reforzada y que se estreche progresivamente, llegando a ser inexistente a unos 8-10 mm.

La bolsa que contenía el bloque receptor original necesitará agrandarse ligeramente.

El bloque reparador se puede, ahora, ubicar en ella, y se puede cerrar la herida. No es necesario esperar que la cola se fije.

### **24.3. Fallo cerca del espacio subaracnoideo**

Estos fallos no se pueden arreglar con las garantías de que la reparación sea duradera. Se deberían implantar electrodos extradurales, y conectarlos a un bloque receptor nuevo.

### **24.4. Fallo en situación desconocida**

Hay dos opciones. La elección entre ellas puede, en el futuro, depender de las estadísticas de los fallos; hoy por hoy es muy arbitrario.

Primera opción (suponiendo que el fallo está cerca del bloque receptor). Empiece como si hubiese un fallo conocido en el bloque receptor. Si, al comprobar el cable cortado y quemado del canal defectuoso, se obtienen respuestas normales, colocar un bloque receptor de reparación solventará la avería. Si no se obtienen respuestas de por lo menos uno de los alambres, corte el cable de forma que quede el trozo justo para que pueda ser conectado a un bloque receptor de reparación para ser colocado en la bolsa original. Si al quemar y probar se obtienen respuestas normales, coloque un bloque receptor de reparación. Si las respuestas son aún defectuosas, practique un cierre provisional de la herida y gire al paciente en decúbito supino. Proceda como en la segunda opción.

Segunda opción (suponiendo que el fallo no está cerca del bloque receptor) Practique una incisión cutánea de 6 cm empezando en la línea media de la cicatriz de la incisión de la laminectomía en el punto donde los cables dejan la herida de la laminectomía. La incisión debe ir en la dirección de los cables. Idealmente, debería hacerse exactamente encima del cable del canal defectuoso. Diseccionando con diatermia cortante (guiado por el tacto y si es necesario por un examen radiológico) encuentre y exponga el cable del canal defectuoso. Córtele a través en un lugar que estime que se encuentra entre 8 y 12 cm de su salida de la dura, queme el cabo inferior del cable, y pruebe cada uno de los tres alambres mediante estimulación eléctrica. Si al menos uno de los alambres no da respuesta, hay un fallo debajo del lugar donde usted ha cortado el cable. Estos fallos pueden repararse ya que el fallo no está 5 cm dentro de la dura. Si se valora que la reparación es demasiado difícil, se deberían implantar electrodos nuevos extraduralmente, siguiendo el procedimiento descrito. Si todos los alambres dan respuestas apropiadas, el fallo (cuya existencia tiene que haber confirmado justo antes de comenzar la operación) tiene que estar encima del lugar donde usted cortó el cable, y es por lo tanto reparable. Para el cabo inferior de cable conecte 50 cm de longitud de cable nuevo, siguiendo el procedimiento descrito. Antes de colocar el nuevo bloque que junta los cables en su bolsa, pase el cable nuevo hacia el interior de la bolsa receptora si puede hacerlo con el paciente en decúbito prono, o sino dentro de una bolsa provisional en el costado si el bloque receptor está colocado en una posición demasiado anterior como para alcanzarlo. Cierre la herida donde se acaba de hacer la reconexión, gire al paciente de tal manera que la bolsa receptora se pueda abrir sino ha sido posible hacerlo en la posición de boca abajo, retire el bloque receptor viejo y cámbielo por un bloque receptor de reparación como se describe. El examen del ejemplar mostrará posteriormente el fallo que había.

Si dos canales son defectuosos y el lugar del fallo es desconocido, pero se prueba por el procedimiento anterior que es suficientemente alto para repararse, es mejor cambiar los tres cables, no sólo los de los dos canales defectuosos. Los fallos son poco comunes, así dos fallos en el

mismo paciente tienen probablemente una causa común, la cual podría haber empezado a dañar el tercer cable pero que todavía no ha interrumpido la conducción en él.

Si cualquiera de las dos suposiciones anteriores es errónea, entonces se ha practicado la cirugía innecesariamente. Basándonos en el conocimiento actual, parece que debería preferirse la segunda opción.

Si se ha decidido que un fallo es irreparable y que se deberían utilizar electrodos extradurales, éstos deberían ser implantados en todas las raíces S2-S4, no solamente en aquellas para las que ha fallado el implante anterior. Esto se debe a que las circunstancias que han causado un fallo irreparable en un cable del implante es probable que unos años más tarde causen fallos en lugares correspondientes en los otros cables.

## **APÉNDICES**

### ***A1. Voltajes, corrientes y densidades de corriente***

Como guía aproximada, en un paciente con una cantidad media de grasa subcutánea, el voltaje entre ánodos y cátodos será de unos 15V. Tras el completo crecimiento de tejido fibroso, la corriente correspondiente será de unos 40 mA, las densidades de corriente de unos 700mA/cm<sup>2</sup> en el cátodo y a unos 300 mA/cm<sup>2</sup> en cada ánodo, y las densidades de carga alrededor de 150uC/cm<sup>2</sup> por pulsación en el cátodo y a 75 uC/cm<sup>2</sup> por pulsación en el ánodo por 250us pulsaciones. Estas densidades están relacionadas con las áreas de los electrodos medidas macroscópicamente. A causa de la micro-resistencia, las densidades de la corriente y las densidades de la carga en el interface del electrolito de platino serán entre 1,5 y 10 veces más bajas.

La medición exacta de los voltajes, las corrientes, o las densidades de la corriente en el paciente es imposible excepto durante la exposición quirúrgica. Aparte de esto, lo mejor que se puede hacer para satisfacer la propia curiosidad (nunca me he encontrado una situación en la cual el conocimiento fuese de alguna importancia clínica) es conectar un receptor a una carga de prueba y colocarlo a una distancia del transmisor igual a la distancia estimada entre el receptor implantado en paciente y la superficie de su piel. Una carga de prueba realista será de unos 400 ohms, correspondiendo a 80 ohms para el cable helicoidal de platino-iridio y de 300-350 ohms para la resistencia acceso de los tejidos cuando se completa en el implante la reacción fibrosa, p.e por lo menos 3 meses tras el implante. En las semanas posteriores al implante el acceso a la resistencia es menor. El empalme de metal-electrolito añade una insignificante reactancia de pequeñas series si se consideran sólo las pulsaciones de menos de 20 ms de duración.

### ***A2. Información adicional***

#### **A2.1 Año de autorización para poner la marca 'CE'**

La autorización para poner la marca CE al Controlador de la vejiga Finetech-Brindley se concedió originariamente en 1995 y para el Controlador CPC1 en 1998.

## **A2.2 Esterilización**

El implante se envía esterilizado.

## **A2.3 Método de esterilización**

El producto empaquetado está esterilizado mediante vapor de alta presión en un esterilizador de vapor para bienes envueltos y cargas porosas, en conformidad con la norma BS3970 parte 3, y manipulado de acuerdo con el Health Service Technical Memorandum No. 10 (Memorando del servicio técnico de salud nº 10). El ciclo de esterilización se ha validado mediante determinaciones del indicador termométrico y biológico. El ciclo operativo incluye una fase de vacío antes del periodo de esterilización. La esterilización se lleva a cabo a 134 °C, (+3°C-0°C), con un máximo excedido permitido de 5°C. El tiempo de esterilización nunca es menor de 3 minutos ni mayor de 4.

## **A2.4 Daño en los paquetes estériles**

Si, desempaquetando el equipo, vemos que el paquete estéril ha sufrido algún daño, el paquete y su contenido deberían retornarse al proveedor inmediatamente.

## **A2.5 Vida del implante**

La vida de un implante, no sometido a un daño mecánico o al fallo de un componente, creemos que está en función de la degradación de la goma de silicona. Se espera que esto suceda (aunque aún no se ha observado) después de 20-25 años. La integridad del implante en goma de silicona degradada no se puede garantizar; la retirada o el reemplazo del implante debería considerarse, por lo tanto, después de 20 años.

## **A2.6 Vida de la batería**

Las baterías deberían durar varios años; el tiempo de vida que se obtiene actualmente depende de la rutina exacta de carga. La señal que nos indica que la vida de la batería se está terminando es la necesidad de cargar con más frecuencia que con anterioridad. Cuando esto sucede la caja de control debería ser devuelta al suministrador para que se inserten baterías nuevas.

## **A2.7 Calentamiento del bloque transmisor**

Cuando los osciladores en el bloque transmisor son alimentados con pulsaciones que son simultáneamente muy largas y frecuentes, es posible que el bloque se caliente y que sea de uso incómodo para el paciente. Aunque esta situación no suele suceder con parámetros de estimulación prácticos, deberíamos tener presente la posibilidad remota de que esto pueda suceder.

### **A2.8 Adhesivo de silicona para utilizar durante la cirugía**

El material recomendado es Applied Silicones 40064

### **A2.9 Escáner del MRI**

Una estimulación ligera podría estar causada por escáneres que utilizan una frecuencia de radio baja p.e. máquinas con campos magnéticos débiles <0.5.T. No se debería escanear a los pacientes con estas máquinas. Las máquinas MRI más grandes, con campos de 1.0 o 1.5 T, son seguras para utilizar.

### **A2.10. DIATHERMIA cortante**

La diatermia cortante es inofensiva para el paciente y para el implante. De hecho, se recomienda en los procedimientos de reparación, ya que con ella la posibilidad de dañar el implante es menor que con un cuchillo.

### **A2.11 Procedimientos de rayos X**

Los procedimientos de rayos X no afectan al implante.

### **A2.12 Registros de ECG**

Si el equipo externo del controlador de la vejiga se conecta cerca de un paciente portador de electrodos ECG se puede producir una perturbación de registros de ECG. Los ECG volverán a la normalidad tan pronto como el equipo externo se desconecte.

### **A2.13 Transporte y almacenaje**

El equipo debería de transportarse y almacenarse dentro de los límites de temperatura ambiental, humedad y presión atmosférica siguientes:

Temperatura: de -20°C a +60°C

Humedad: de 0 al 90%

Presión: de 700hPa a 1060 hPa

### **A2.14 Reutilización**

Los componentes implantables no se deberían reutilizar. El equipo externo podría utilizarlo otro paciente tras realizar el ajuste apropiado a la caja de control.

# ILUSTRACIONES

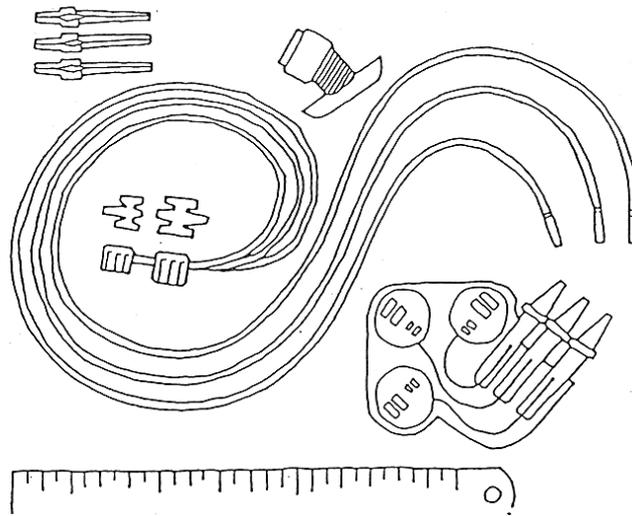


Figura 1: Implante completo de 3 canales con Electrocatéteres intradurales

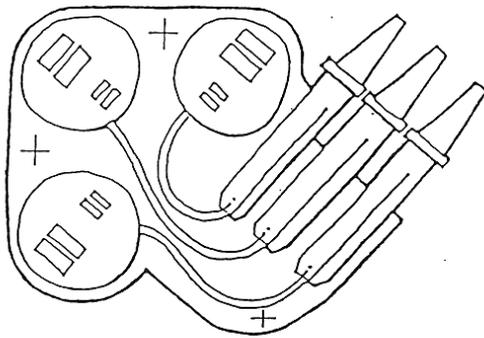


Figura 2: Bloque receptor de 3 canales



Figura 3: Caja de control (Control box)

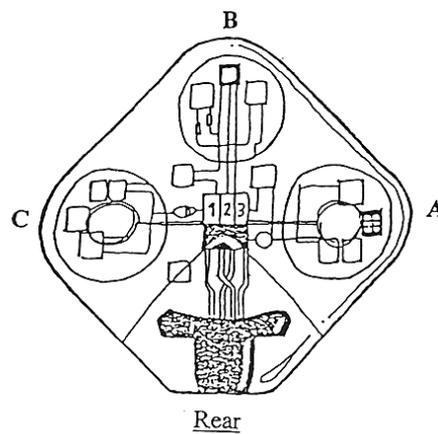
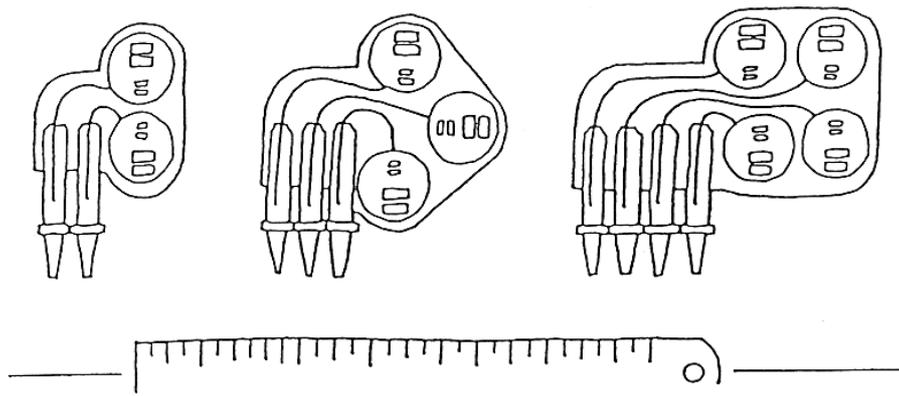
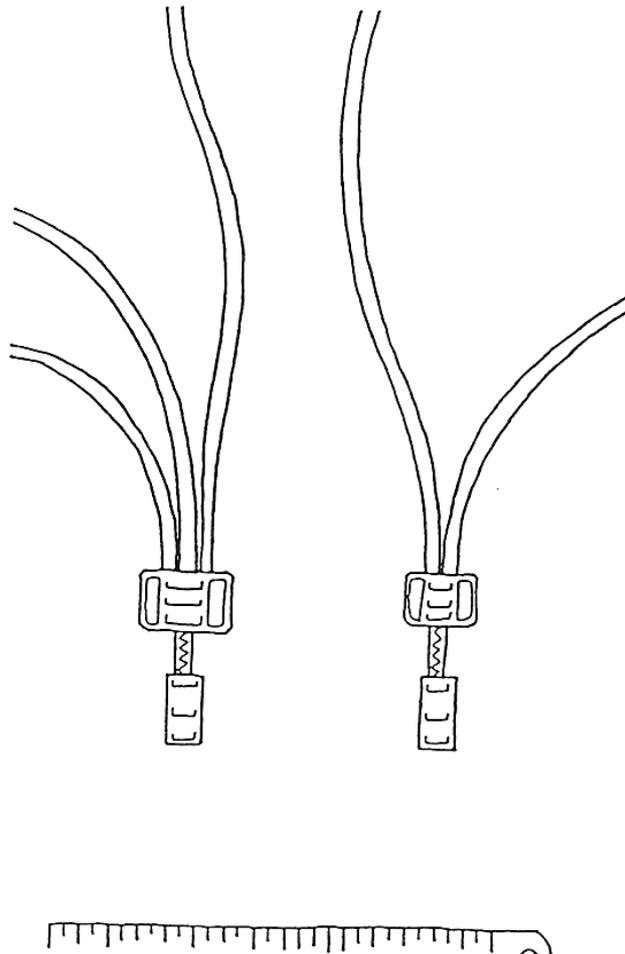


Figura 4: Bloque transmisor



**Figura 5A:** Receptores de 2,3 y 4 canales



**Figura 5B:** Electrodo intradurales de 2 y 3 canales

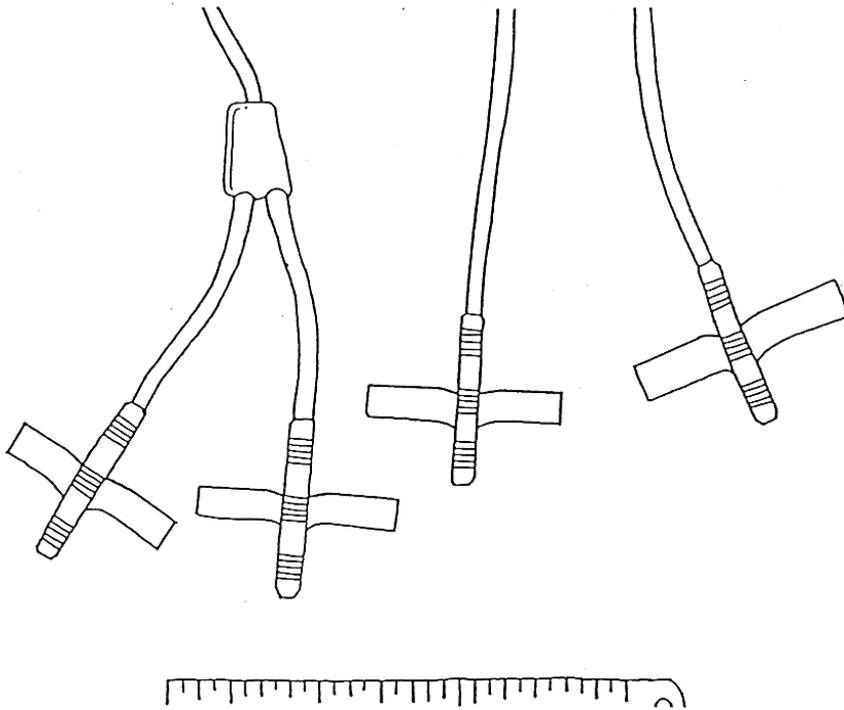


Figura 6: Electrodes extradurales

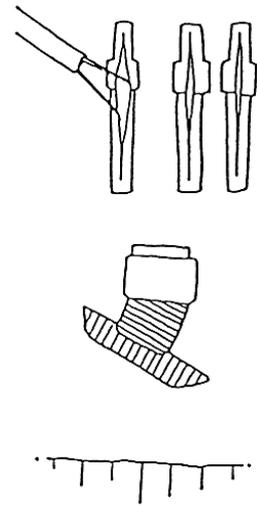


Figura 7: Carenados y chimenea

		menu	parameter selector	mode indicator	state indicator
		+Inc	-Dec	Print	[F1]:Help
			[alt_x]:quit	Mode: 1	State: Adjust
				A	B
				C	
Mode available to user (Yes/No)	Yes				
Main stimulation time limit (s)	0				
Main stimulation on-time (s)	4.0				
Main stimulation off-time (s)	1.0				
Main stimulation amplitude (1-4)	3				
Main stimulation pulse width (µs)				200	200
Main stimulation frequency (Hz)				<input type="checkbox"/> 25 <input type="checkbox"/>	25
Interleave number (0-2)				0	0
Interleave pulse width (µs)				0	0
Pre-fatigue duration (s)	0				
Pre-fatigue amplitude (1-4)	4				
Pre-fatigue pulse width (µs)				200	200
Pre-fatigue frequency (Hz)				25	25
The frequency for the main stimulation output (Hertz)					
message window					

Figura 6: La prueba con el Sarlink (ejemplo)

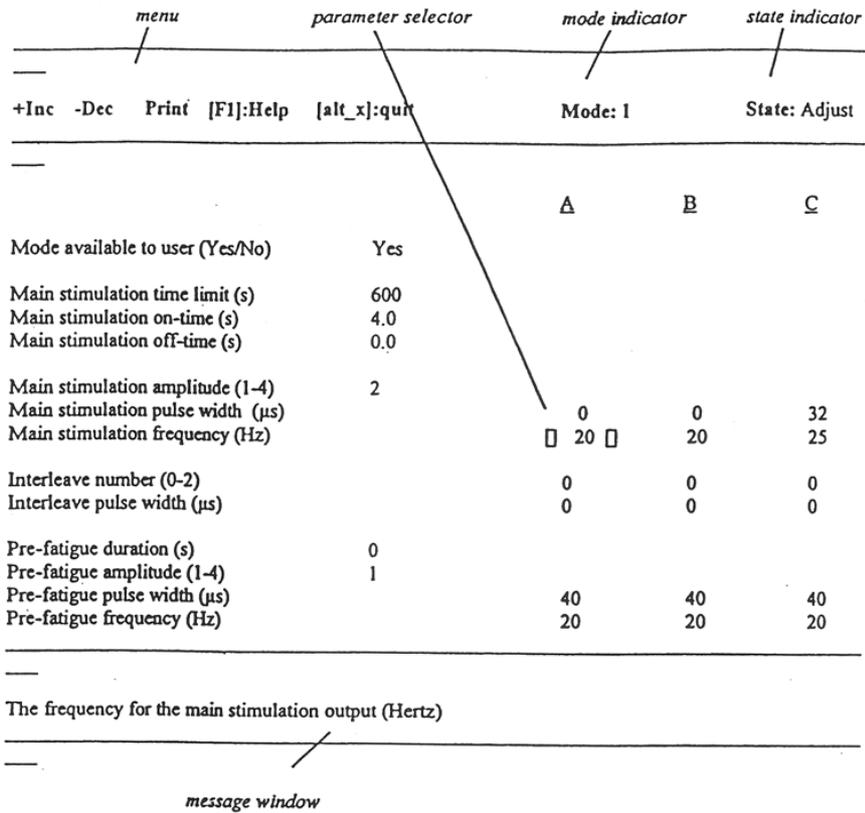


Figura 9.1: Modo 1. Prueba de parámetros

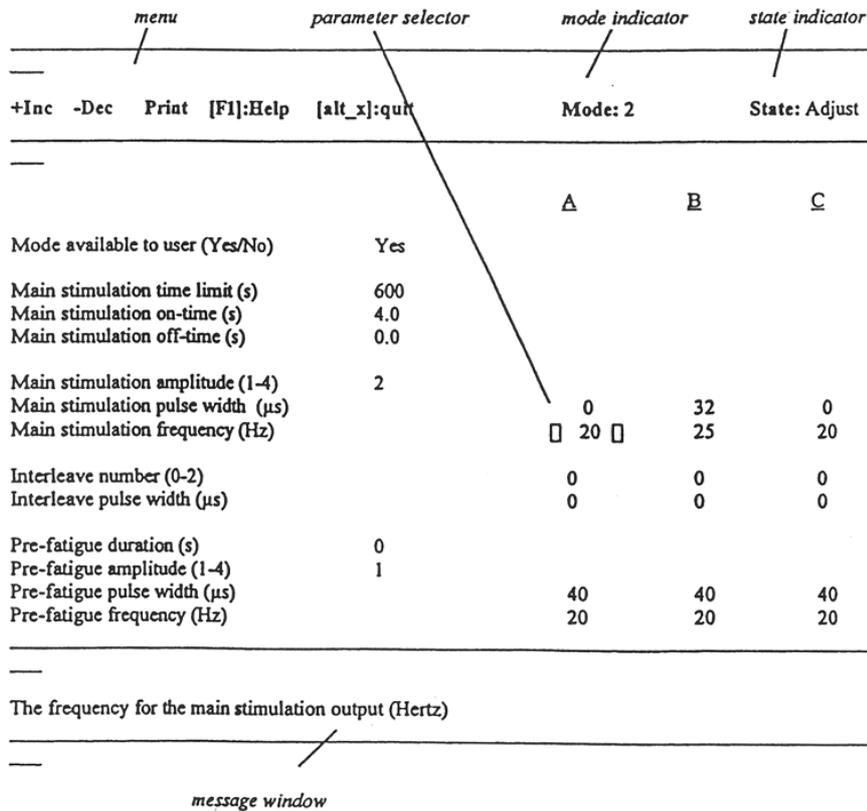


Figura 9.1: Modo 2. Prueba de parámetros

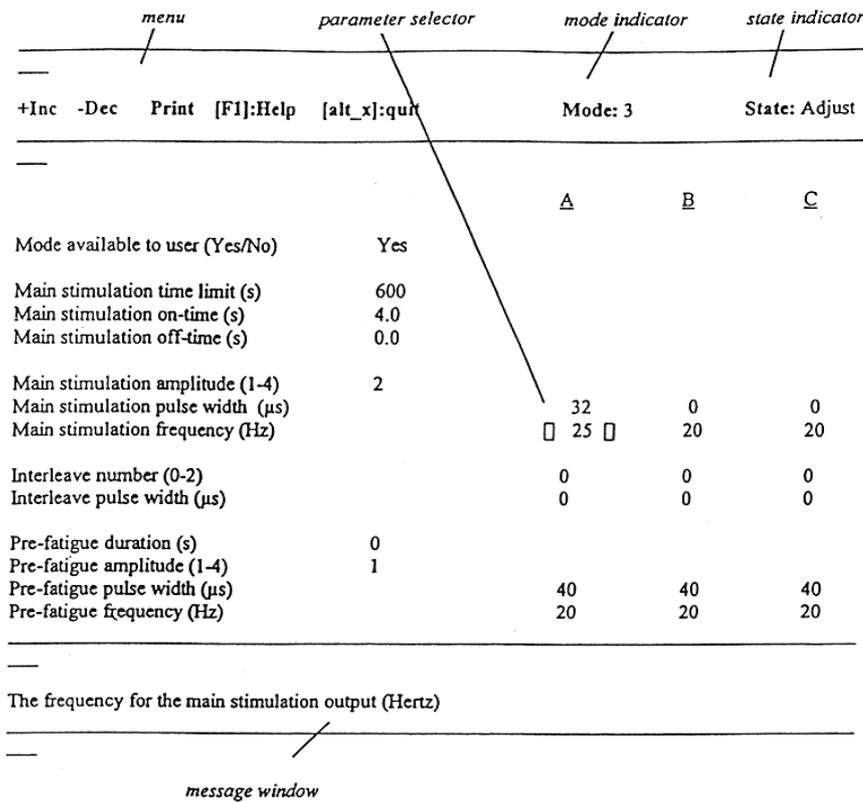


Figura 9.3: Modo 3. Prueba de parámetros

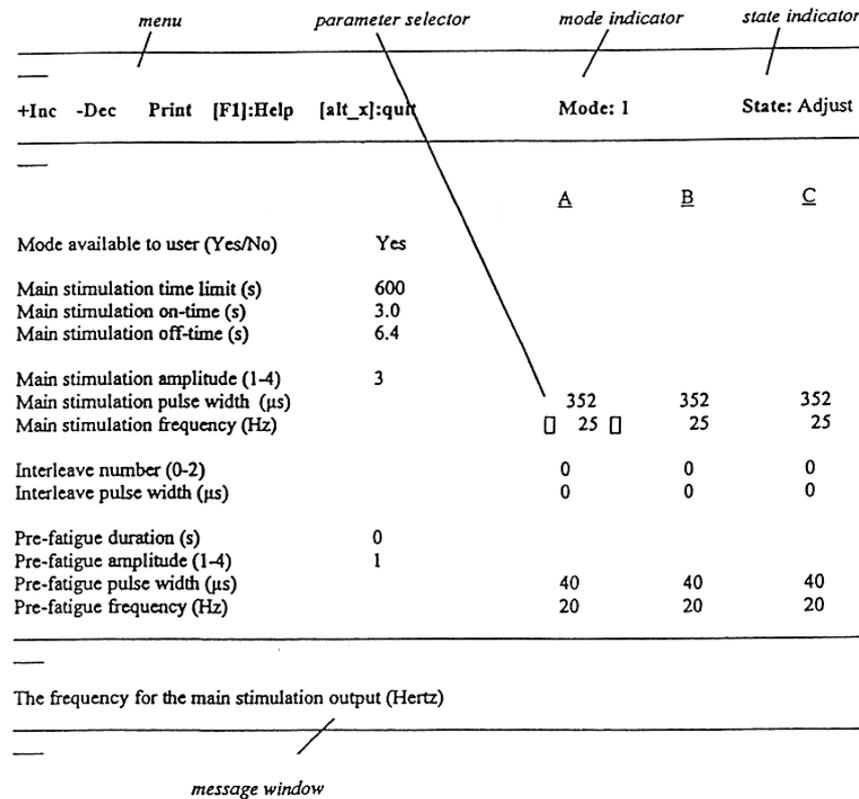


Figura 10: Modo 1. Ejemplo de programa para micción

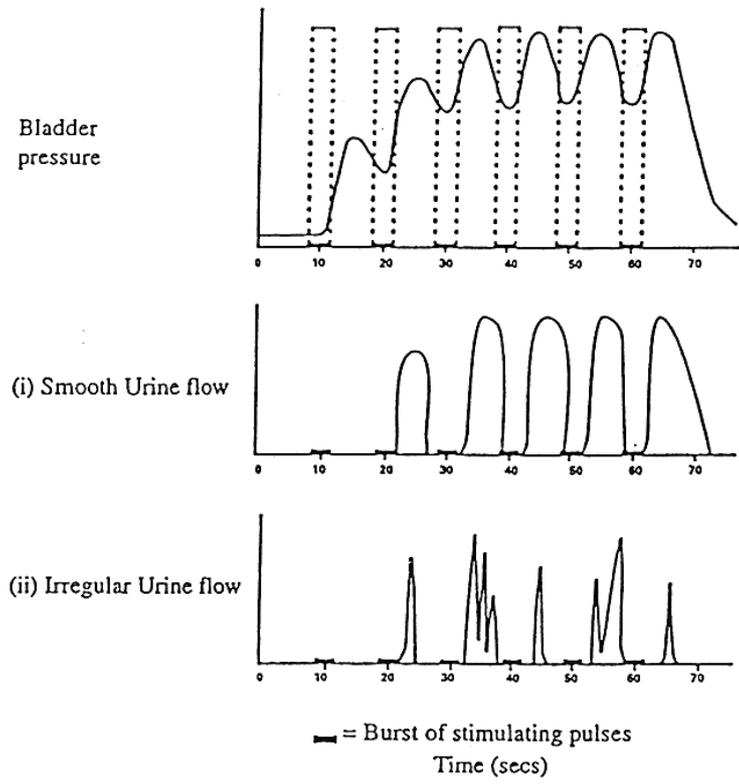


Figura 11: Ejemplos de flujo urinario

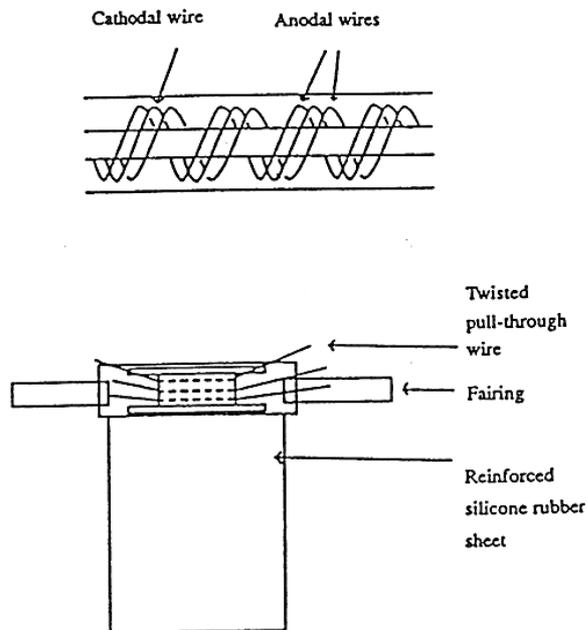


Figura 12: Bloque reparador de cable