

## 6. DESARROLLO INSTRUMENTAL

A continuación se describen brevemente las técnicas quirúrgicas relacionadas con esta Tesis. En el Anexo B se puede encontrar una descripción más detallada. Además se describe aquí el equipo instrumental.

### 6.1 Técnicas quirúrgicas

Básicamente existen tres estrategias quirúrgicas para implantar el sistema de electroestimulación. El denominador común a todas ellas es conseguir la desconexión sensitiva del arco reflejo sacro (Rizotomía) y con ello evitar la contracción refleja de la vejiga, implantando secundariamente electrodos en las raíces motoras, para conseguir contracción a voluntad.

#### 6.1.1 Técnica Intradural

Originalmente descrita por Brindley, precisa una extensa laminectomía desde L-3 hasta la parte superior del sacro. La separación entre elementos sensitivos y motores se practica después de incidir la duramadre y analizar todos los elementos de la cola de caballo, tanto desde el punto de vista anatómico como valorando las respuestas a la electro-estimulación selectiva peroperatoria.

Es preciso monitorizar los parámetros urodinámicos propios de la cistomanometría, para valorar la respuesta contráctil tanto del detrusor como del esfínter externo. Hay que controlar visualmente las respuestas periféricas en los músculos de las piernas y periné, y en lesiones por encima de D5 también la presión arterial, siendo estos controles descritos, comunes a todas las técnicas quirúrgicas que vamos a exponer.

Una vez seleccionadas las fibras motoras y seccionadas las sensitivas, se colocan dentro de las ranuras que contiene el conjunto de electrodos, agrupados en forma de libro. Los cables se exteriorizan a través de una "chimenea" que queda sellada con silicona y con ello se evitan las pérdidas de líquido cefaloraquídeo.

Mediante pasadores de distintas longitudes, los extremos de los cables se emplazarán en el ojal destinado a contener el bloque receptor, que podremos ubicar según preferencias en las fosas ilíacas, cara antero-lateral del tórax o en la cara anterior del muslo, siempre en situación subcutánea.

La ejecución de esta técnica precisa del microscopio quirúrgico, y su principal inconveniente deriva de las posibles fístulas durales que se pudieran generar, que en la práctica no superan el 2% de todas las intervenciones.

### 6.1.2 Técnica Extradural

Es la técnica de recurso, cuando no es posible acceder al raquis lumbar por deformidad del mismo, porque quede comprometida seriamente la estática, o porque existan antecedentes de aracnoïditis (inflamación que condiciona adherencias de la aracnoides a las fibras nerviosas).

La laminectomía es a expensas del sacro y parcial de L5 en algunos casos, practicándose la separación entre elementos sensitivo-motores en la vecindad de los ganglios raquídeos, justo antes de la emergencia de las raíces por los agujeros de conjunción.

La dificultad de ejecución es muy alta, y existe un alto riesgo tanto de lesión motora como de desaferentización incompleta. El microscopio quirúrgico sigue siendo indispensable, sobre todo a nivel de las raíces S3-S4, por su reducido calibre. No hay riesgo de pérdidas de líquido cefaloraquídeo y los cables electrodos son muy simples, con un bifurcado para las dos S2 y dos individuales para las S3-S4 de cada lado.

### 6.1.3 Técnica Barcelona

Esta técnica combinada a partir de las dos anteriores, descrita por nuestro equipo y denominada por el propio Brindley como "Técnica Barcelona" se basa en la práctica de la rizotomía posterior a nivel del cono medular, con una laminectomía de L1 y ocasionalmente parcial de D12 o L2, con acceso intradural. (Figuras 14-24) Al estar separadas las raíces anteriores (motoras), de las posteriores (sensitivas), no existe riesgo de lesión de las primeras, y sólo ante raras variaciones anatómicas en que algunas fibras sensitivas se incorporen a la médula en la vecindad del cordón lateral, la desaferentización es completa, seccionándolas a éste nivel.

En un segundo tiempo, a las dos semanas del primero y habiendo comprobado los efectos de la desaferentización, practicamos el implante mediante laminectomía del sacro, al igual que en la técnica extradural, pero sin separación de elementos sensitivo-motores. Esta separación sólo sería necesaria y de forma parcial, si existiera desaferentización incompleta en alguna de las raíces, hecho que constatamos en el 20% de los casos, pero que sólo tiene repercusión clínica en la mitad de ellos.

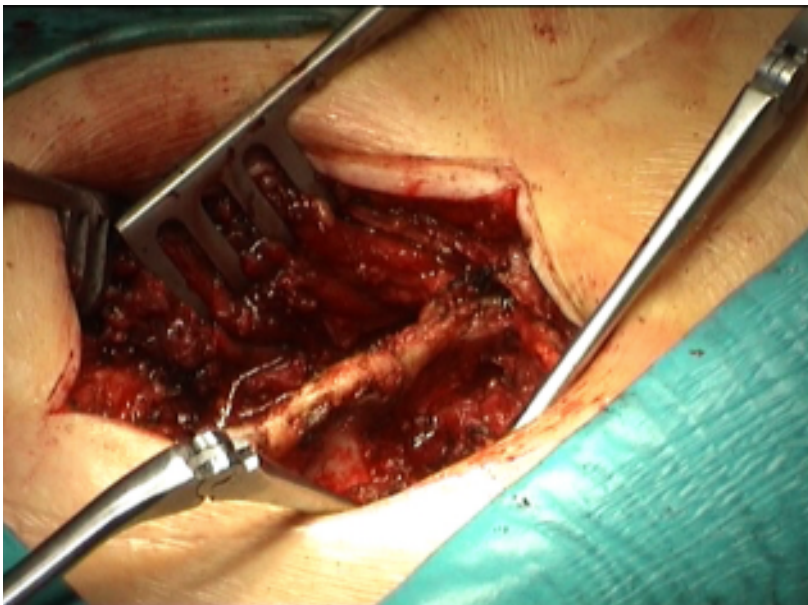


Figura 14. Incisión de planos superficiales, mostrando las apófisis espinosas de las Vértebras D12 y L1.

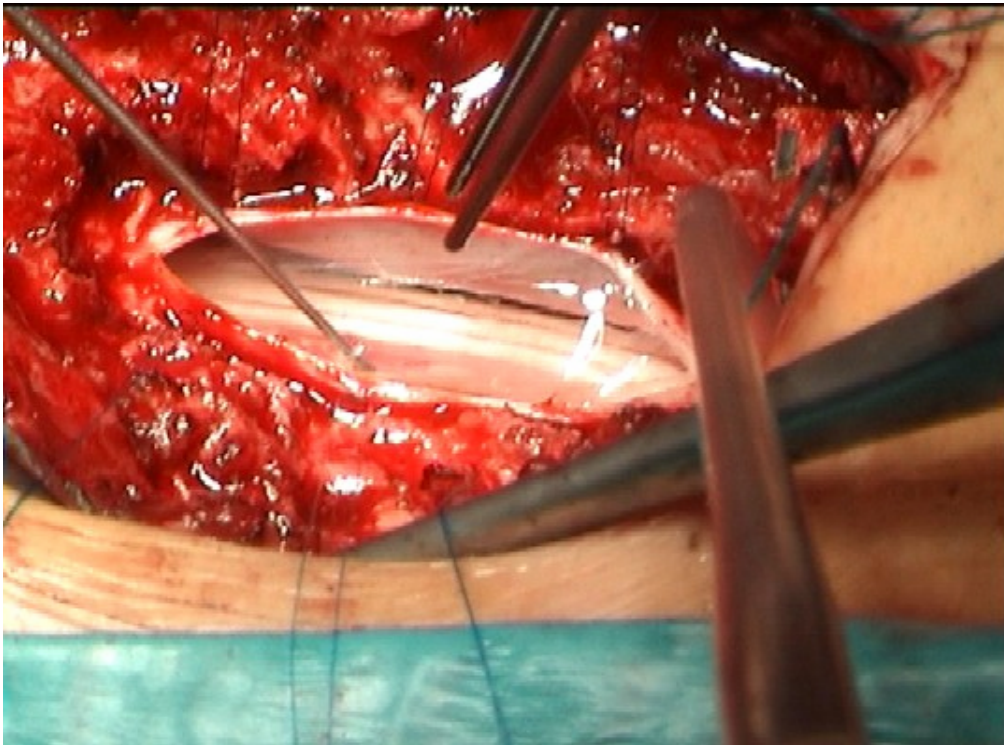


Figura 15. Con la duramadre abierta y expuesta se aprecia la aracnoides al punto de ser disecada. Al fondo, aparece el cordón medular.

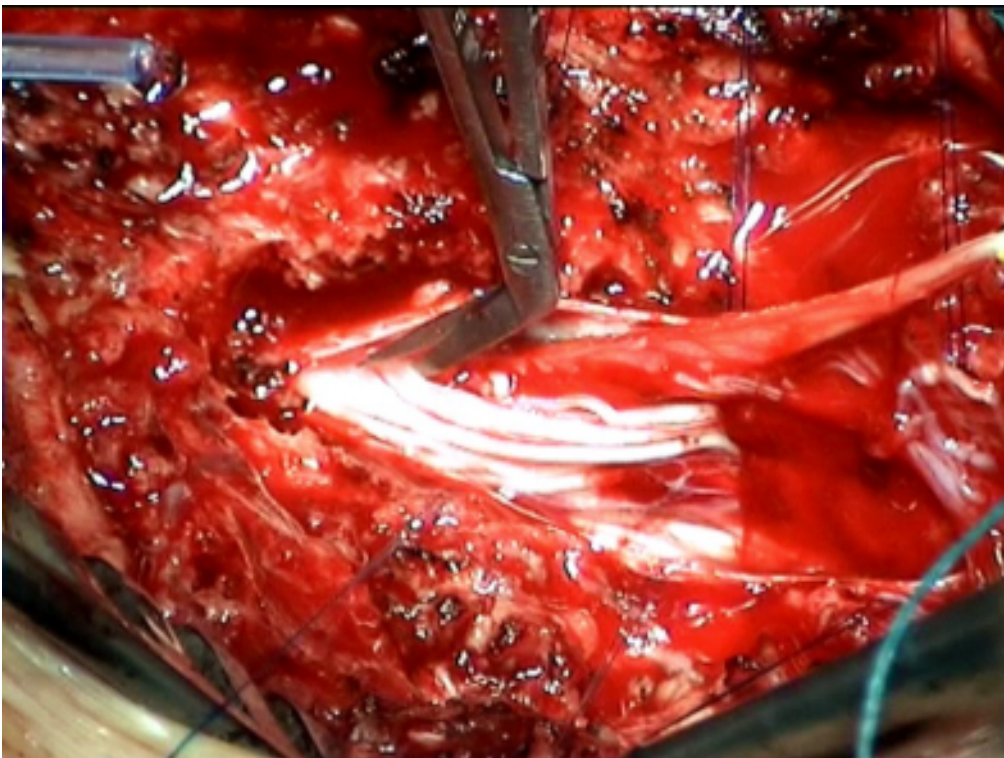


Figura 16. Rizotomía a nivel del cono medular (que aparece sostenido por un fiador).

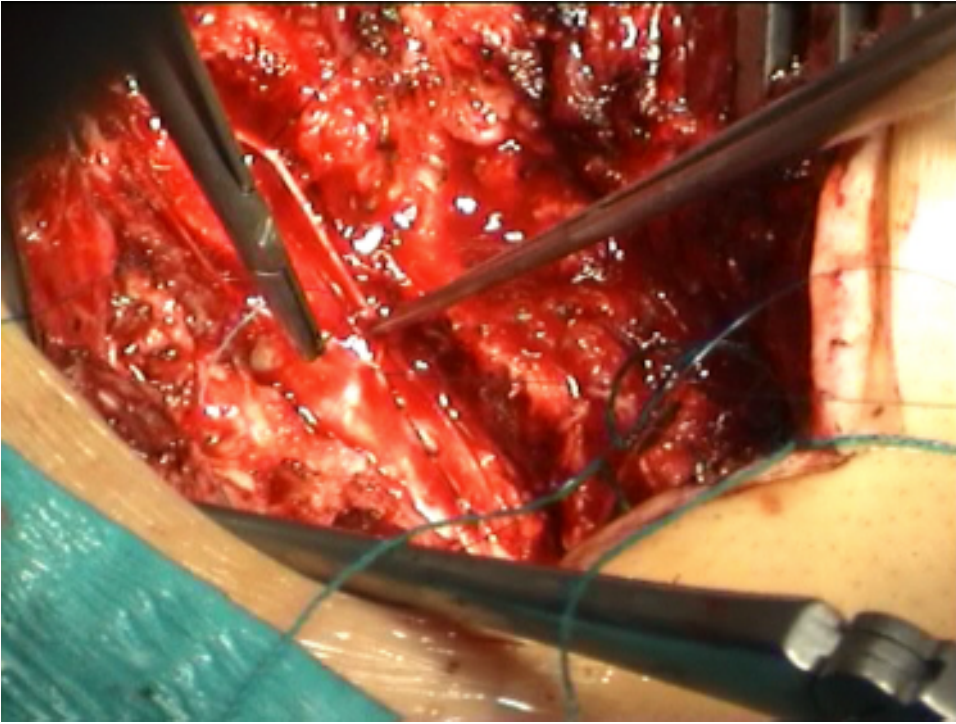


Figura 17. Cierre estanco de la duramadre con sutura continua.

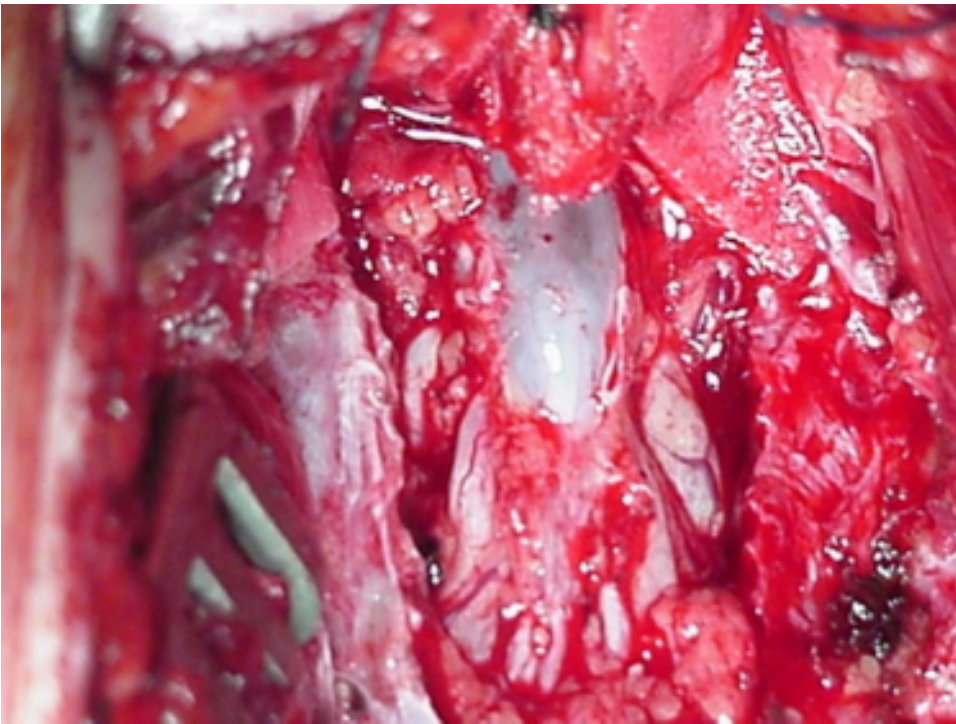


Figura 18. Exposición de las raíces sacras tras laminectomía del sacro.

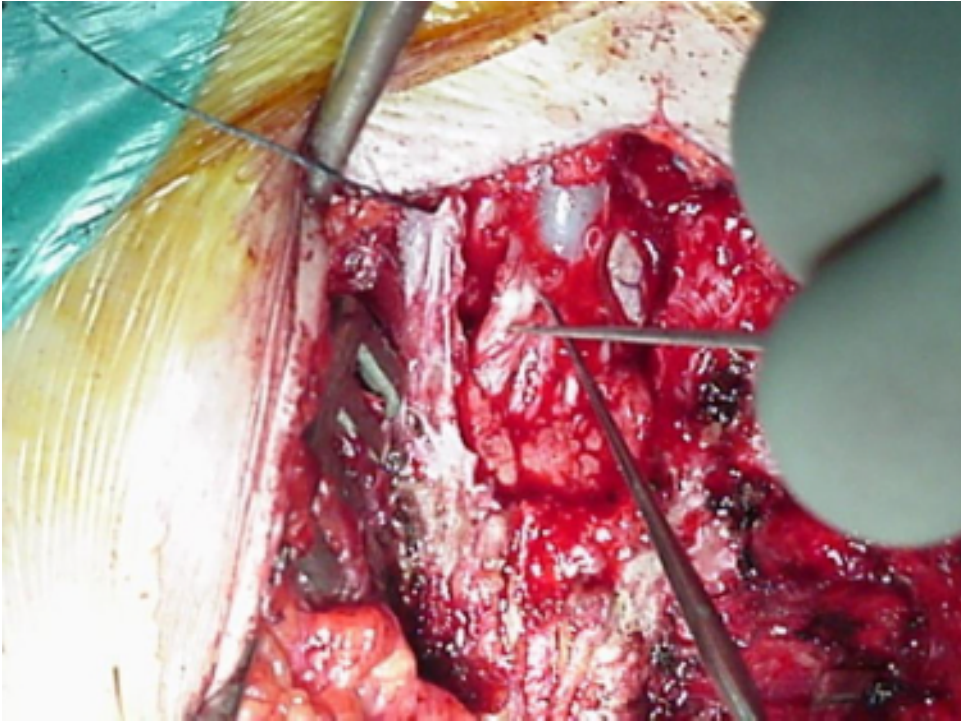


Figura 19. Rizotomía extradural de una raíz S2



Figura 20. Detalle de los cables-electrodos y del receptor subcutáneo



Figura 21. Cables implantados sobre las raíces sacras.

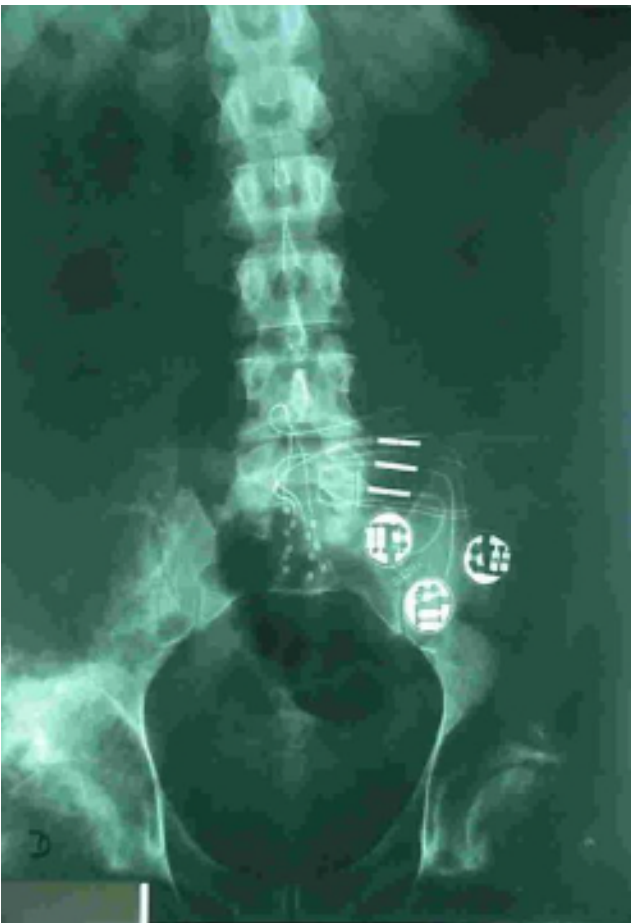


Figura 22. Aspecto radiográfico del implante.



Figura 23. Bloque emisor y unidad de control externo.

## 6.2 Descripción del electroestimulador externo y del implante

Esquemáticamente, distinguiremos dos partes fundamentales: el **aparato externo**, que es propiamente el electroestimulador y los **elementos que constituyen el implante**.

**El aparato externo** está formado por la caja de control, la antena y el emisor, y el implante por el receptor y los cables electrodos.

La caja de control contiene la única fuente de energía de todo el sistema, que en un primer modelo estaba formada por cinco acumuladores de níquel-cadmio de 9 voltios cada uno, conectados en serie, que se cargan de forma completa en 8 horas y permiten un funcionamiento del aparato durante una semana. La placa base (circuito impreso) alberga tres bloques de interruptores, uno para cada función a la que vayan destinados: micción, evacuación intestinal o erección. En el modelo actual, la fuente de energía es una batería de ion de litio, de capacidad y duración variable según los parámetros de estimulación, con una carga total cercana a las 4 horas, que puede llegar a periodos de utilidad de hasta un mes. Tanto la programación como la utilización de la nueva caja de control, se efectúa a través de un programa informático (Anexo A) con contactos e indicadores digitales.

**La caja de control** va unida a la antena, que contiene los cables de unión con el BLOQUE EMISOR, partes que no han sufrido cambios desde el inicio.

**El bloque emisor** es el conjunto de bobinas inductoras A, B y C, que transformarán la energía eléctrica que reciben, en ondas de radiofrecuencia, capaces de atravesar la piel y estimular el BLOQUE RECEPTOR, que es la imagen especular del primero.

**El bloque receptor**, que como todo el implante está englobado en un molde de silicona dura, revertirá el proceso, generando de nuevo energía eléctrica en sus bobinas. La transmisión de esta energía a las raíces nerviosas, se conduce a través de finos cables de platino iridiado, organizados de forma que contienen 3 filamentos arrollados formando un helicoide, con dos ánodos periféricos y un cátodo central cada uno de ellos. Esta disposición aumenta la superficie y posibilidad de contacto con la raíz nerviosa a la que irán adosados paralelamente y asegurados mediante un brazalet

cerrado mediante un punto de seda. La conexión entre cables y receptor se realiza en el momento operatorio mediante conectores que son sellados con adhesivo de silicona.

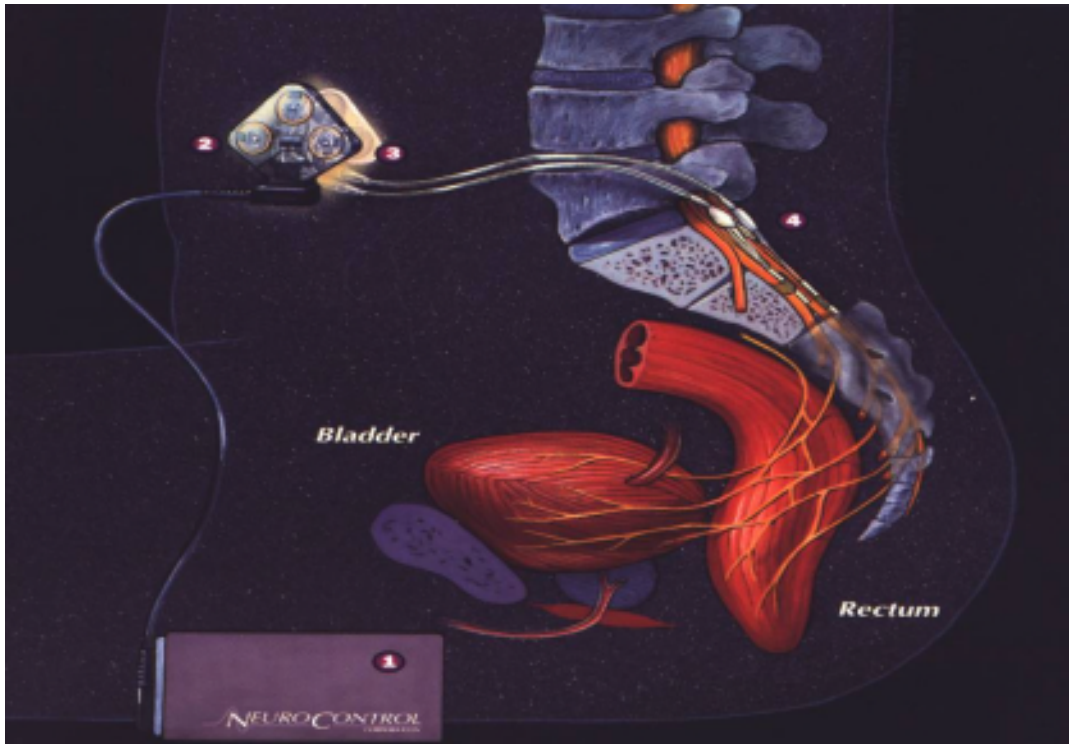


Figura 24. Esquema que representa la parte interna y externa del S.A.R.S.