

5. CAMPO DE TRABAJO

5.1 Anatomía funcional del aparato urinario y digestivo excretor

El aparato urinario normal, se encuentra formado por los riñones, que son vísceras sólidas situadas a ambos lados de la columna vertebral al inicio de su porción lumbar, por los que pasa en condiciones normales, la tercera parte del flujo sanguíneo expulsado por el corazón (gasto cardíaco) y que aproximadamente se sitúa en 1,5 litros/minuto. La sangre filtrada regresa a la circulación y de ella solamente se habrá extraído un volumen aproximado de 0,5 a 1 ml/minuto, formado por agua y solutos que constituirán la orina. De los cálices y pelvis renales, la orina progresará por los uréteres, que con sus contracciones peristálticas la irán almacenando en la vejiga urinaria. Esta víscera hueca, formada por varias capas musculares lisas, permitirá la distensión de sus paredes a mínimas presiones (0-5 cm de agua), hasta que sus sensores de presión/distensión generen el deseo miccional. Habremos llegado a volúmenes de 350-500 ml de capacidad. La expulsión de la orina a través de la uretra se realizará previa relajación del esfínter (anillo muscular estriado con mecanismo de control para su cierre y apertura), que se encuentra al inicio de la misma, y por la contracción de la musculatura propia de la vejiga, denominada músculo detrusor. El vaciado vesical será completo en cada micción, evitando con ello los fenómenos de deterioro de la propia orina, que se producirían en caso de existir residuo urinario postmiccional.

Los mecanismos de control de todo el sistema descrito, radican en el sistema nervioso, a través de sus vías y receptores. No vamos a hacer una descripción exhaustiva de todos los mecanismos implicados debido a su extrema complejidad, pero a modo esquemático podemos simplificarlos en la siguiente forma:

En el aparato urinario convergen las dos grandes partes del sistema nervioso: voluntario o somático y vegetativo o autónomo. La expresión del sistema somático es fundamentalmente sobre el esfínter estriado de la uretra de una forma directa. El sistema vegetativo, compuesto por el simpático y parasimpático se expresan a nivel de receptores para el cuello vesical el primero y fibras motoras para el músculo detrusor el segundo.

La parte sensitiva se integra a través de receptores propioceptivos fundamentalmente en la base de la vejiga y de distensión en la calota vesical, estos últimos dependientes del simpático (receptores β), en complemento de los α situados en el cuello de la misma.

La integración de todas las vías, tanto motoras como sensitivas, se realiza a través de cuatro grandes circuitos descritos por Bradley y que relacionan el cerebro y tronco cerebral con la parte final de la médula espinal (centro sacro de la micción de BUDGE) y a través de éste con los órganos efectores (vejiga y esfínter) a través del plexo sacro. La modulación de los circuitos miccionales se debe al equilibrio entre al menos doce reflejos distintos, descritos por Mahony, y que llevan por nombre el de la función que realizan, es decir, inhibición o facilitación de funciones como la contracción o relajación de vejiga o uretra en concreto. La comprensión de este equilibrio de órdenes, tanto facilitadoras como inhibitoras, nos permite valorar que todo aquello que ocurre, en todo momento, es un proceso activo. El resultado siempre se deberá al equilibrio conveniente para cada situación (relajación vesical para el almacenaje, contracción vesical para el vaciado,

relajación esfinteriana para la micción o contracción esfinteriana, para evitar la incontinencia, como ejemplos más relevantes.

En consonancia con lo descrito para el aparato urinario, en el que hemos obviado la inervación del tramo superior, que no presenta interés para estos estudios, haremos lo mismo con el aparato digestivo, que inervado por el sistema parasimpático a través del décimo par craneal, controla las funciones de la digestión desde la boca hasta más de la mitad del tramo final del intestino (colon). La llegada del bolo fecal al tramo final del colon sigmoideo y recto, será controlado por mecanismos prácticamente idénticos a los que gobiernan vejiga y uretra, incluso compartiendo sus mismas vías nerviosas. Es por esto que prácticamente sólo nos referiremos a ellos en casos concretos, durante las exploraciones o los resultados de las mismas, sin hacer especial distinción durante el resto de la exposición.

La lesión de la médula espinal, desequilibrará estos sistemas descritos, de forma que según el resultado de los mismos, hablaremos de diferentes tipos de afectación neurógena o neuropática, tanto de vejiga o intestino como de sus respectivos esfínteres.

5.2 Bases para la electro-estimulación de las raíces sacras

Es sabido que la membrana de las células nerviosas se encuentra polarizada en estado de reposo, por la diferencia de concentración iónica que presenta respecto al exterior. La polaridad es negativa en el interior (debida a la riqueza del medio en potasio) y positiva en el exterior debida al sodio. Esta diferencia se mantiene por la permeabilidad propia de la membrana y los efectos de la bomba de sodio, que mantiene una diferencia de potencial valorable de aproximadamente -80 milivoltios.

Si se producen cambios en la polaridad, suficientes para que dicha diferencia de potencial se reduzca a tan sólo -50 mV, habremos llegado al umbral de excitación para dichas células, con lo que de forma brusca y debido a cambios en la permeabilidad de la membrana, se producirá un estado de despolarización, llegando a invertirse la relación con resultado de polaridad incluso positiva resultante, de hasta +30 mV. Este estado de despolarización, se propagará a lo largo de las células, hasta que tras un periodo de tiempo variable (periodo refractario), se recupere de nuevo el equilibrio. La propagación del estímulo se deberá a la creación de los denominados potenciales de acción y la velocidad con que éstos generen despolarización en zonas contiguas dependerá del grosor de las fibras y de la mielinización de las membranas.

Así, ante un estímulo eléctrico determinado, las fibras que inervan el detrusor, finas y amielínicas (propias del sistema nervioso vegetativo) responden de forma más lenta y con menor intensidad que las somáticas que inervan el esfínter externo (gruesas y mielínicas). A estímulos bajos, probablemente sólo obtendremos respuestas somáticas (esfínter externo, anal y esqueléticas), apareciendo respuestas viscerales (contracción vesical, rectal y erección) al ir incrementando la intensidad del estímulo.

La estimulación eléctrica se efectúa mediante corriente continua, monofásica de pulso cuadrado (definición de corriente farádica). (Figura 10)

La forma y frecuencia del pulso de la corriente, definirán las características y el efecto estimulador.

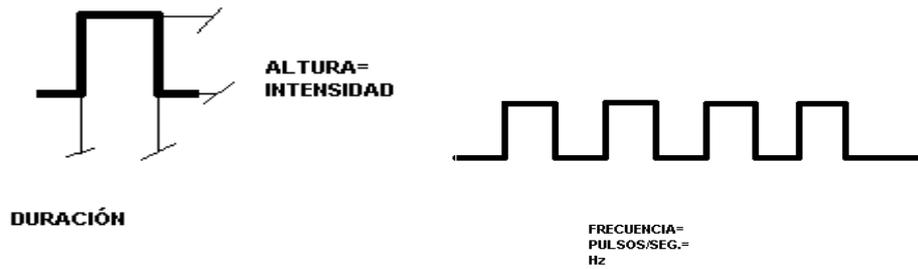


Figura 10. Esquema de corriente para estimulación.

El equilibrio entre la altura del pulso (intensidad) y la duración del mismo, permite ajustar la frecuencia, consiguiendo una estimulación prácticamente continua respetando los periodos refractarios y con ello evitando la fatigabilidad y deterioro de las fibras nerviosas.

La caja de control del aparato externo (Figuras 11 y 12) nos permitirá obtener unas gamas de intensidad entre 15 y 40 mA, con duraciones del pulso entre 30 y 720 μ s (0,3 a 0,7 ms) y frecuencias entre 8 y 46 Hz (pulsos por segundo). La gama de voltajes puede alcanzar los 45 voltios, pero hay que tener en cuenta que dado que la transmisión de la corriente generada es a través de inducción electromagnética y que entre emisor y receptor pueden existir un grosor muy variable de tejidos fibrosos, la cantidad de corriente a nivel de los electrodos y por tanto de las raíces nerviosas puede ser entre 1,5 y 10 veces menor que la generada. El conocer la densidad de corriente real a nivel de las fibras no tiene interés clínico, ya que las características de los aparatos no permiten densidades lesivas para las mismas, pero para otros estudios, se dispone de dispositivos que interponen resistencias intercaladas de 400 Ω , que corresponderán a 80 Ω de resistencia para los cables electrodos y 300 a 350 Ω (*) la generada por los tejidos alrededor del receptor en el implante real, al cabo de 3 meses.

(*) El autor de esta Tesis ha podido determinar en dos ocasiones y en dos casos distintos, la impedancia de los cables implantados a los 3 y 5 años, siendo en ambos casos de 800 Ω y no de 80 como en realidad se expresa en los manuales. Por tanto, la impedancia final de implante es muy probable que supere el doble de esta cifra.

La estimulación simultánea de todas las raíces nerviosas útiles para la contracción tanto del detrusor como del recto o los esfínteres traducirá su efecto a través de las distintas características contráctiles de los mismos.

Mientras que los esfínteres presentan una contracción y relajación rápidas, al iniciarse y ceder el estímulo (músculo estriado organizado en haces y unidades motoras), los órganos formados por fibras musculares lisas (transmisión fibra a fibra, sincitio), se contraerán de forma lenta pero sostenida. Esta diferencia hace mantener un gradiente de presión desde el interior de la víscera hacia el exterior, al encontrarse los esfínteres rápidamente relajados, pero si después de este estímulo inicial no se produjeran otros, la presión también caería gradualmente al ceder la contracción.

Por ello, la estimulación se efectúa de forma intermitente con periodos de estímulo (1 a 7 seg. para el detrusor y 2,5 a 17 seg. para el recto), seguidos de pausas, cuya duración dependerá de la velocidad con la que vaya cediendo la contracción útil y con ello disminuyendo la presión. Dichos periodos de pausa oscilan entre 2 a 14 seg. para el detrusor y 5 a 35 seg. para el recto.

La estimulación para conseguir erección o lubricación vaginal se efectúa de forma continua.

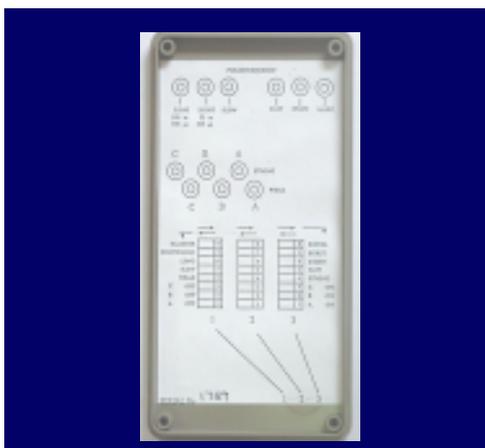


Figura 11. Esquema situado en la tapa de la Caja de Control



Figura 12. Caja de Control (primer modelo)

5.3 Selección de pacientes

Probablemente, el éxito de cualquier técnica o tratamiento, se basa en que la selección de pacientes a tratar, sea lo más adecuada posible. Hay que considerar la incontinencia del lesionado medular como una alteración que acompaña a un estado peculiar, de por sí complejo, y será necesario valorar de manera especial, las ventajas e inconvenientes que la nueva situación pueda generar.

De la historia clínica general haremos algunos apuntes sobre los siguientes datos:

Edad: Inicialmente, no deberían operarse individuos por debajo de los 18 años, ya que las extensas laminectomías que precisan algunas técnicas pueden generar deformidades del raquis en fase de crecimiento.

Sexo: Para los pacientes varones, la continencia significará poder prescindir del colector externo y la bolsa adosada a una de sus piernas, pudiendo orinar en una botella o pasándose al WC. Para las mujeres la transferencia al WC es obligada, y con ello surge el problema de la escasez de lavabos públicos de estas características (aeropuertos, autopistas o grandes centros comerciales exclusivamente), pero a cambio se prescinde de la sonda permanente, con sus complicaciones en el crónico de todos conocidas.

Nivel lesional: Habrá que valorar las ventajas del sistema en lesiones altas (tetraplejías) en las que se depende de terceras personas tanto para poner en marcha el aparato, como para transferir el paciente al WC, 3 ó 4 veces al día generalmente. La rizotomía sensitiva elimina siempre las manifestaciones de la disfunción neurovegetativa que acompañan a las lesiones por encima de D-5 en algunos casos. Este es un dato a favor del sistema.

Probablemente no haya ventajas desde el punto de vista urinario para el varón tetrapléjico, que no tenga clínica asociada a la micción y que sea portador de un colector urinario externo efectivo, con o sin la práctica de una esfinterotomía endoscópica previa.

Grado lesional: Los pacientes con lesión sensitivo-motora completa sólo deberán considerar la pérdida de la erección y eyaculación reflejas, en el caso de los varones. La erección se recupera en el 60 % de casos, efectiva y a voluntad, mediante el implante. El resto son candidatos a drogas intra-cavernosas, a las que se sigue respondiendo, o al empleo de aparatos de vacío.

Para la eyaculación se dependerá de estimulaciones selectivas del plexo hipogástrico, o se recomienda efectuar varias extracciones previas mediante vibro o electro eyaculación, antes de operarse, para ser congeladas.

En lesiones incompletas, la desconexión sensitiva del área perineo-genital comporta anestesia de dichas zonas, no siendo despreciable el valor de la misma de cara a las relaciones sexuales, a pesar de que la preservación sensitiva esté en algunos casos reducida a la mínima expresión (sensibilidad táctil exclusiva, de forma muy parcial).

Con la técnica extradural en su variante selectiva que actualmente desarrollamos, es posible, respetando algunas fibras sensitivas, preservar la sensibilidad de algunas áreas o bien de casi todas en algunos casos. Esta posibilidad, abre un campo de nuevas indicaciones en aquellos lesionados medulares incompletos.

Tiempo de lesión: El tiempo fijado para lesiones completas es de 1 año, y de 2 para las incompletas, a fin de agotar todas las medidas rehabilitadoras (reeducación, farmacología) antes de optar por el sistema.

Etiología: Patologías médicas que no se encuentren en curso evolutivo pueden considerarse para la aplicación del sistema. Mielitis transversas, malformaciones vasculares o tumores de estirpe benigna intervenidos, pueden valorarse. Las lesiones traumáticas ocuparán la mayoría de las indicaciones.

Complicaciones previas: La presencia de material de osteosíntesis implantado en el raquis o las extensas úlceras por presión en la región sacra, condicionarán en algunos casos la técnica quirúrgica o los abordajes a emplear. Siempre deberá valorarse la estabilidad del raquis al retirar ciertos fijadores, si además las laminectomías a practicar deben ser extensas.

La presencia de contraste liposoluble empleado en las mielografías, o las aracnoiditis al generar fibrosis, contraindicarán las técnicas con tiempos de ejecución intradural.

Como complicaciones urológicas en el estudio previo, convendría señalar la presencia de dilatación del T.U.S. (tramo urinario superior), reflujo vesico-ureteral o las grandes pérdidas de capacidad y compliance vesical, ya que en estos casos la rizotomía selectiva previa, actuará como tratamiento de las mismas. En la técnica en dos tiempos que practicamos, podemos valorar estos beneficios antes de decidir si proseguimos con el implante, o éste queda aplazado durante un cierto tiempo, hasta lograr la normalización de los parámetros.

El estudio mediante catéter epidural con anestesia continua durante una semana, puede ofrecer datos suficientes para admitir algunos pacientes que a priori serían descartables, al mostrar altos grados de desfuncionalización en sus vejigas.

Criterios urodinámicos de inclusión: La vejiga neuropática con detrusor hiperactivo, demostrada durante la cistomanometría (Figura 13) por su contracción espontánea, o mediante pruebas de

provocación (percusión hipogástrica o test de agua helada), que alcance una presión detrusor mínima de 50 cm agua en el varón o de 35 en la mujer, es a priori candidata al sistema que proponemos.

Si la contracción es demostrable por electroestimulación transrectal, las presiones mínimas admisibles serán de 35 y 25 cm de agua respectivamente para hombres y mujeres. La presencia de disineria vesico-esfinteriana, incluso en el tipo 3, no será obstáculo para obtener micción, ya que la estimulación va seguida de relajación esfinteriana, si se ha practicado una rizotomía posterior previa.

Habrá que ser muy cautos en las indicaciones de pacientes con esfinterotomía previa, ya que ante la denervación, la continencia quedará confiada exclusivamente a la competencia del cuello vesical. Si éste ha sido dañado y su reparación (pexias, colágeno, etc.) no parece factible, cabrá esperar la incontinencia de esfuerzo como hecho constante.

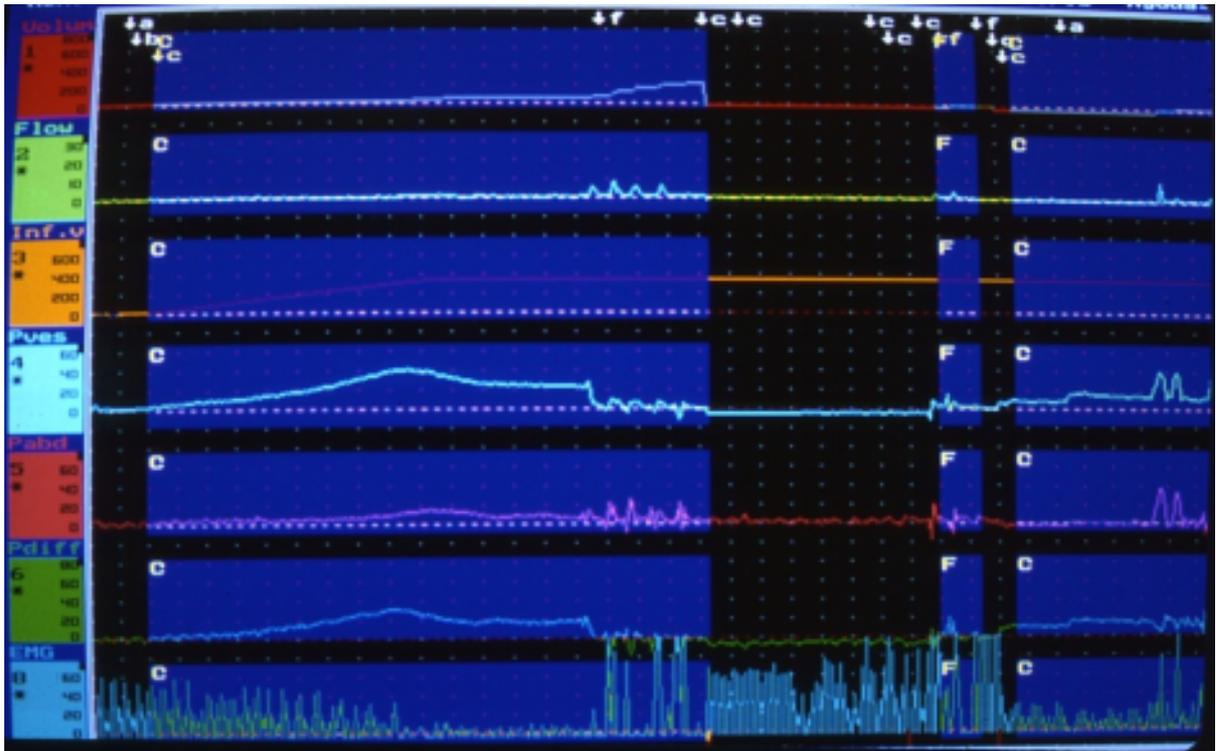


Figura 13. Registro urodinámico (cistomanometría)

Se aprecian numerados los canales: 1 volumen, 2 flujo, 3 capacidad, 4 presión vesical, 5 presión abdominal, 7 presión detrusor, 8 actividad EMG del esfínter externo. El canal 6 no se expresa en esta gráfica porque está reservado para las pruebas de presión uretral.

5.4 Control postoperatorio (paciente ingresado)

- Los primeros controles se derivan de la propia intervención: heridas, estado general, etc.
- Radiología de abdomen para determinar la ubicación del receptor subcutáneo y de los cables, así como para observar el estado de replección del colon.
- Al cuarto día, primeras estimulaciones y controles urodinámicos, para fijar las pautas de micción, evacuación y erección.
- Controles miccionales, de residuo urinario y forma de flujo, para modificar, si hace falta, los parámetros de estimulación, al tiempo que se va instruyendo al paciente sobre la localización del receptor y las respuestas esperadas.

5.5 Controles ambulatorios

Al cabo de un mes de la implantación, convendrá practicar un control ecográfico, tanto del aparato superior como valorándose el residuo. Se observará una micción y se registrarán las incidencias de la respuesta observada, variaciones, etc.

Al tercer mes se puede esperar que el receptor esté definitivamente fijado a los planos aponeuróticos, para la creación de adherencias fibrosas. En este momento, se debe determinar con controles urodinámicos, si la transmisión a través de la piel, ha sufrido cambios significativos, determinando las presiones obtenidas en la vejiga, y reajustando las pautas si se precisara.

En el caso que, durante la implantación, se haya producido alguna lesión de raíces, se controlarán las respuestas a los 6 y a los 9 meses. Si no se detecta lesión, los controles pasarán de los 6 meses al año, y después cada año, coincidiendo con la revisión médica periódica.