

ELECTROMIOGRAFIA Y MANOMETRIA ANORRECTAL

Martínez Ortiz A., Cuevas Montes de Oca F., García González M.T.,  
Peña Castillo M.A., Ortiz Pedroza M.R., Toledo Alvarado A.L.,  
Gallegos González L.

Laboratorio de Ing. en Fenómenos Fisiológicos.  
Area de Ing. Biomédica. -Depto. Ing. Eléctrica.  
U. A. M. -I.

Servicio de Colo-Proctología.  
Hospital General de Zona No. 30.  
I. M. S. S.

RESUMEN

Se presenta un sistema para la adquisición de señales electromiográficas y manométricas del aparato esfinteriano anorrectal, su aplicación en la clínica y su interpretación. Se correlaciona con la fisiología de este segmento del tracto gastrointestinal.

INTRODUCCION.

La evolución de los métodos de estudio de los eventos fisiológicos y de la instrumentación electrónica digital, permiten la producción de equipos que brindan al investigador obtener una amplia gama de posibilidades de adquisición, presentación y análisis de las señales procedentes de amplificadores bioeléctricos y de transductores muy variados.

Se conoce la Fisiología de los esfínteres anales y se ha logrado su comprensión mediante la correlación de conocimientos aislados. Además existen patologías que afectan al aparato esfinteriano anorrectal (AEAR), es por ello que se hace necesario la medición de la actividad eléctrica de los diferentes esfínteres y el registro de las presiones que suceden en este segmento, en un registro de varios canales, y de esta manera comprobar y estudiar más a fondo la fisiología y la patología del AEAR.

Mediante la aplicación de este sistema y con la ayuda de la computadora se posee una herramienta muy útil para el diagnóstico y evolución de ciertas patologías que aquejan a este importante segmento del tracto gastrointestinal. Algunas de éstas son: prolapso rectales, constipación, incontinencia, neoplasias, úlceras, etc.. Revisando la literatura se encontró que existe poca información en este sentido y la que se encuentra no es muy clara en su desarrollo, sin embargo, en algunos lugares se está usando este tipo de estudios para el diagnóstico.

## ANTECEDENTES.

La electromiografía es el registro de los potenciales eléctricos en los tejidos musculares, los cuales están directamente relacionados con la actividad de los músculos. En algunas enfermedades de la región anorrectal, se presentan alteraciones importantes en la actividad muscular, las cuales pueden estar relacionadas con el mecanismo y función de la continencia. Los estudios electromiográficos pueden detectar estos cambios. Aunque la electromiografía no se recomienda como procedimiento rutinario en los exámenes anorrectales, en algunos casos puede determinar el estado patológico de este importante segmento del tracto gastrointestinal.

La manometría anorrectal es una técnica para registrar las presiones que se desarrollan en este segmento y que son producto de los cambios de la actividad eléctrica muscular que producen contracción, relajación o mantenimiento del tono basal. Se han usado diferentes métodos que van desde balones inflados en la cavidad, hasta transductores de presión miniatura que se colocan en el lumen.

En 1930, Beck<sup>3</sup> aprendió que durante la contracción, hay una propagación de los potenciales de acción que son generados en el músculo esfintérico, lo cual disminuye gradualmente en relación directa a la disminución de la actividad voluntaria del músculo.

En 1953 Floyd y Walls<sup>7</sup> experimentaron con electrodos de superficie y observaron que hay una contracción tónica anal constante. Cuando los músculos están sujetos a estímulos tales como: contracción, risa, tos, esfuerzos, etc., hay un marcado incremento del tono de los esfínteres y por lo tanto un incremento en la actividad de los potenciales de acción. La defecación causa una relajación en el tono de los esfínteres y un decremento de los potenciales eléctricos. Taverner y Smiddy<sup>20</sup> estudiaron el esfínter externo y el músculo puborrectal simultáneamente introduciendo electrodos de acero. Encontraron que durante períodos de reposo el grado del tono muscular y la extensión de la actividad muscular, están en relación directa al número de unidades motoras en descarga.

En 1961, Graham-Steward<sup>9</sup> registraron la presión de los músculos esfintéricos y establecieron el valor promedio, bajo condiciones normales, de 47 mmHg. Valores similares reportaron Duthie y Bennett<sup>11</sup>.

En 1962, Parks<sup>17</sup> investigó la actividad eléctrica del esfínter anal y de los músculos del piso pélvico, encontrando que la actividad electromiográfica no indica el grado total de contracción. Enfatizó la aparente discrepancia entre resultados obtenidos en estos músculos y los registros de otros músculos del resto del cuerpo.

En 1967, Becerra<sup>2</sup> hizo registros electromiográficos con electrodos de acero tipo aguja; Latimer en 1981<sup>14</sup> los realizó con electrodos de succión bipolares intraluminales; En 1986, Orta<sup>10</sup> diseñó un procesador de señales mioeléctricas del colon, además se construyó

un electrodo que se montó en una sonda de motilidad, de tal manera que se colocaron electrodos de plata a distancias de 7 cm. para poder registrar a nivel de colon.

Se han desarrollado diferentes electrodos, tanto de registro superficial como de registro profundo, del mismo modo se han desarrollado técnicas para registrar las presiones intraluminales, que van desde balones inflados en la cavidad hasta transductores miniatura.<sup>2,11,12,16,18,21.</sup>

Una serie de enfermedades pueden ser evaluadas por la manometría anorrectal, como son: fístula anorrectal, fisura anal, hemorroides, enfermedad de Hirschprung, etc..., enfermedades que pueden ser englobadas en dos grandes bloques: constipación e incontinencia.<sup>5</sup>

En 1988, Pascatori y Biagio<sup>4</sup>, presentaron un protocolo de estudio para la incontinencia fecal y el estreñimiento utilizando tanto electromiografía como manometría, además de defecografía y tiempo de tránsito intestinal. Con la manometría se estudiaron cuatro variables (Tono en reposo, Contracción voluntaria, Reflejo rectoanal inhibitorio y Capacidad rectal), para la electromiografía se consideraron 2 variables (Contracción forzada y Pujos), para la defecografía 3 variables (Angulo anorrectal, Descenso perineal y la Insuscepción rectal), y finalmente en el tiempo de tránsito se estimó el tiempo de vaciado colónico, colorrectal y el tiempo total de tránsito o de eliminación rectal de los marcadores.

Los diferentes métodos de estudio del AEAR (defecografía, radiográfica, esfinterometría electromiográfica, manometría, etc.) no dan, desde el punto de vista funcional, más que información incompleta. Dichas técnicas no informan más que el estado global de la función del AEAR, generalmente se requiere de la combinación ellas para estimar su función.<sup>5</sup>

Para interpretar correctamente las lesiones neurógenas de este aparato, es de vital importancia conocer en forma precisa el estado funcional de los músculos.

Huizinga y colaboradores<sup>10</sup> en sus estudios recientes determinaron que las relaciones entre las actividades eléctricas y motoras del colon y del recto están, en el presente, pobremente conocidas.

El AEAR presenta un conducto anal que es la porción terminal del tracto intestinal; principia en la unión anorrectal, tiene de tres a cuatro centímetros de longitud y termina en el anillo anal. Está rodeado por músculos y debido a la contracción tónica de éstos, está completamente plegado y aparece sólo como una ranura anteroposterior.<sup>8,15.</sup>

La musculatura de la región anorrectal está constituida por dos cilindros, uno de ellos dentro del otro. El cilindro interior de tipo visceral, es de músculo liso y está inervado por el sistema nervioso autónomo, mientras que el exterior, en forma de embudo, es de músculo esquelético y tiene inervación somática. Este corto

segmento del tracto gastrointestinal es de fundamental importancia, ya que es esencial para el mecanismo de la continencia, la cual está dada por los esfínteres anal interno y externo, el músculo elevador del ano, el músculo puborrectal, así como otros mecanismos anatomofisiológicos, los cuales poseen los receptores relacionados con la continencia.

Los estudios electromiográficos y manométricos de la región anorrectal cada vez son más importantes para el diagnóstico y manejo de gran número de padecimientos anorrectales. Schuster<sup>10</sup> señala que los rectoesfintéricos son útiles: 1) Para investigar la fisiología y la patofisiología; 2) Como un instrumento de precisión para detectar anomalías funcionales que representan signos tempranos de enfermedad; 3) Para el diagnóstico diferencial de los trastornos clínicos; 4) Para evaluar la respuesta inmediata a alguna modalidad clínica; 5) Para evaluar el progreso a largo plazo; y 6) como parte integral del tratamiento mismo.

En general se han usado diferentes métodos, pero no se han estandarizado técnicas ni valores normales, de esta manera algunos registran sólo actividad eléctrica en uno o más músculos, otros sólo registran actividad mecánica.

#### JUSTIFICACION:

De lo anteriormente expuesto, se destaca la importancia de este trabajo ya que se evalúa el comportamiento del AEAR en registros tanto electromiográficos como manométricos realizados simultáneamente y con los componentes involucrados en el mecanismo de la continencia.

#### DESARROLLO:

Se usaron amplificadores bioeléctricos AB-621G de Nihon Kohden, el cual cuenta con una caja de conexiones para acercar el electrodo al paciente, los amplificadores presentan alta impedancia a la entrada, baja señal de ruido y alta sensibilidad en AC. La caja de conexiones permite conectar electrodos para 4 canales. En este caso, sólo se ocupan 3 canales para registros de electromiografía, en donde, el primer canal registra la actividad eléctrica del músculo puborrectal, el segundo canal, registra la actividad eléctrica del esfínter interno del ano y el tercer canal registra la actividad eléctrica del esfínter anal externo. Más adelante se explicará con más detalle la configuración.

Para el registro de la presión intraluminal se utiliza el amplificador modulador ("Carrier"), de Hewlett Packard modelo 8805B, cuyo voltaje de salida es proporcional al voltaje AC de entrada en fase 0° con un desfaseamiento de 180°. Posee una sensibilidad de 100  $\mu$ vols r.m.s. de entrada entre el voltaje de salida, una alta impedancia de entrada (alrededor de 1M $\Omega$ ), una baja impedancia de salida (aproximadamente 10  $\Omega$ ), respuesta en frecuencia de -3 db a 450 Hz (HI), a 200 Hz (MED) y a 30 Hz (LOW).

Se utiliza un transductor de presión marca Hewlett Packard que presenta un rango de presión de -50 a 300 mmHg, sensibilidad de 5  $\mu\text{V/V/mm Hg}$ , linealidad e histéresis -50 a 100 mmHg  $\leq 1$  mmHg y de 101 a 300 mmHg  $\leq 1\%$ , Impedancia de entrada de 350  $\Omega \pm 10\%$ , impedancia de salida de 350  $\Omega \pm 10\%$ .

Se utiliza, además, un convertidor analógico digital para computadora IBM-PC y compatibles, Se ha llamado CP-Lab 10 de fabricación nacional. El cual permite conectarse a instrumentos y sistemas electrónicos de medida, transformando sus voltajes de salida en números en el formato de la computadora, tiene una resolución de 10 bits, a velocidades de hasta 30,000 muestras por segundo. Cuenta con 8 canales de entrada.

El sistema está conectado a una computadora personal Printaform, modelo 5207. Diseñada y basada en el microprocesador Intel 8088 de 16 bits. Con 640 KB de memoria RAM, un drive de 5  $\frac{1}{4}$  360 KB de almacenamiento, disco duro de 20 MB y monitor monocromático de pantalla de 12" de alta resolución.<sup>13</sup>

Se desarrolló un programa para la adquisición de las señales, al cual se le denominó "FISIOLAB"<sup>14</sup>. Este adquiere de uno a ocho canales del convertidor, presentando varias opciones de registro. El programa se desarrolló en lenguaje Turbo Pascal versión 3.0. Utiliza una base de datos manejada por el sistema administrador BTRIEVE, el cual tiene un acceso a la base de datos por medio de XTTRIEVE, que es un sistema manejador de base de datos. El BTRIEVE da la interfase al sistema con la base de datos permitiendo al usuario tener registros de cada paciente bien identificados y así poder utilizar todas las ventajas que proporciona una base de datos, como pueden ser los ordenamientos, búsquedas y comparaciones entre gráficas. Por medio del sistema manejador XTTRIEVE se pueden cambiar, borrar o insertar registros. En la construcción de gráficas y ventanas se utilizó TurboGraphics. Presenta varias opciones., entre las más importantes se encuentran: Registro continuo.- Registra en forma continua de uno a ocho canales; Adquiere.- Adquiere sólo una pantalla de 640 puntos; Acceso a la base de datos.- Para guardar, borrar, cambiar, etc. un registro; Calibración de la gráfica.;- Calibra de acuerdo a una señal que el operador presente; Cambia de gráfica.- De punteada a continua y viceversa; Finaliza.- Regresa a MS-DOS.

Se construyó un electrodo para el registro de la actividad eléctrica utilizando un tubo de polietileno para sonda tipo Levin (sonda gástrica) de calibre No. 20, con luz interior de 4.6 mm, se hicieron pasar cuatro alambres de plata 92.75, aislados con termofill, que se sacaron del tubo por medio de unos orificios. Se enrollaron con 2 vueltas de tal manera que quedarán en forma de anillos. La separación entre los anillos de cada par de electrodos es de 0.5 cm.; la separación entre los dos pares de electrodos es de 3 cm.. De esta manera se logra hacer coincidir cada par de electrodos con los músculos del AEAR que se quieren registrar. Así, el par de electrodos más distal queda en contacto con el haz puborrectal y el par restante, el más proximal, con el esfínter interno del ano, se cloraron los anillos de plata para convertir los electrodos en Ag-AgCl. Quedando con una impedancia de 7.0  $\Omega$ .

Para registrar el esfínter externo del ano se coloca un electrodo unipolar de disco. (electrodo de disco para EE<sub>g</sub>) en la circunferencia del ano, además se coloca el electrodo de referencia en el glúteo del paciente o en el muslo.

Para registrar la presión intraluminal se usa una sonda de Sengstaken-Blakemore de tres tubos y doble balón, la cual se emplea en la práctica clínica para cohibir la hemorragia de varices esofágicas. A la sonda se le retiró el balón esofágico y se le recortó el extremo distal, para que de esta manera, se pueda usar el balón gástrico que alcanza a inflarse a unos 50 ml de aire. Este balón se introduce a través del ano y se coloca en el ánfula rectal, para simular y registrar presiones intraluminales.

#### TECNICA.

Una vez instalado el equipo, se introducen las señales de calibración que están integradas en cada uno de los amplificadores.

Se coloca al paciente en posición de Sims, (decúbito lateral izquierdo). Se introduce el electrodo hasta que los anillos del extremo del mismo quedan en contacto con el haz puborrectal, y los anillos distales a la punta del electrodo estén en contacto con el esfínter interno, posteriormente se coloca el electrodo de disco en el esfínter externo y el electrodo de referencia. A todos los electrodos se les pone pasta electrolítica, para asegurar una perfecta conducción de la señal proveniente del paciente.

Se selecciona una sensibilidad en los amplificadores bioeléctricos de 0.01 mV/div. cuando se quieren localizar componentes de alta frecuencia y cuando se quieren observar los cambios de la línea basal se selecciona 0.1 mV/div. El rango de frecuencia que se selecciona en el filtro es de 30 a 300 Hz.

El amplificador "Carrier" se ajusta a un offset de 80 mmHg, de tal manera que se calibra para funcionar en un rango de 80 a 120 mmHg. La perilla de filtro se coloca en la posición HI, en donde garantiza frecuencias abajo de 850 Hz.

El estudio se divide en dos partes: En la primera se utilizan tres canales, para registrar la actividad electromiográfica, distribuidos de la siguiente forma: Canal 1: Haz puborrectal; Canal 2: Esfínter interno; Canal 3: Esfínter externo. De esta manera se obtiene la actividad eléctrica en reposo, en contracción voluntaria y la respuesta eléctrica ante la maniobra de valsalva. Posteriormente en la segunda parte, se coloca además de los electrodos ya mencionados un balón para detectar la presión, aplicando gel previamente para su fácil introducción ubicándolo en el ánfula rectal. Se insufla el balón con aire, en una cantidad aproximada de 30 a 35 ml. lo que nos permite elevar la presión a 90 mmHg. aproximadamente. La insuflación paulatina es importante porque nos permite registrar otra variable importante que corresponde al umbral, refiriéndolo el paciente como, deseos de defecar. A la configuración anterior se le suma el registro de la

presión en el canal 4. Se registra del mismo modo: Primero, en reposo, después en contracción voluntaria y por último ante maniobra de valsalva, correlacionando así manometría y electromiografía.

Cada registro se realiza en un periodo de dos a tres minutos, sin embargo, el tiempo al que se somete al paciente a todo el estudio es de aproximadamente 30 min, esto incluye la preparación del paciente, la colocación de los electrodos, las rutinas de registro y el retiro de los electrodos y balón.

Cada registro se guarda una vez terminado en la base de datos, para ello el programa le solicitará un número y los datos del paciente.

#### RESULTADOS:

Se han registrado hasta el momento 50 pacientes entre normales y con alguna patología, de ellos sólo se ha analizado mediante una interpretación clínica.

Se ha observado la corroboración de la fisiología descrita por otros autores, aunque esta técnica es más objetiva. En los registros que se han obtenido hasta el momento, así como su interpretación, se observa la repetición de los fenómenos de pujo voluntario en respuesta a la maniobra de valsalva, así como las contracciones voluntarias.

La maniobra de valsalva se realiza para incrementar la presión y es habitual que el individuo la realice en el momento de defecar. Esta maniobra está caracterizada por que el individuo inspira, cierra la glotis, contrae la musculatura abdominal, lo que ocasiona un incremento en la presión intra-abdominal y consecuentemente se incrementa la presión en el AEAR.

En el pujo voluntario se puede observar la relajación del músculo puborrectal, contracción del esfínter interno y contracción del esfínter anal externo, seguido de descargas compensatorias. (Fig.1).

En la figura 2, se presenta la contracción del haz puborrectal, la relajación refleja del esfínter interno (debida a la presencia del balón que simula ser contenido fecal), y la contracción voluntaria del esfínter externo para evitar la salida del mismo balón o de gas.

Es importante mencionar también como resultado obtenido, que al insuflar el balón en el ampulla rectal, a presiones de 90-100 mmHg el paciente experimenta el deseo de defecar que al poco tiempo desaparece, esta última sensación se conoce como reflejo de acomodamiento. Es decir, existe un mecanismo de adaptabilidad cuando se presenta distensibilidad consciente lo que ocasiona que se contraiga el esfínter externo y produce que la necesidad de defecación se elimine transitoriamente y como resultado, se amplía el periodo de continencia, de esta manera se adapta el colon a su

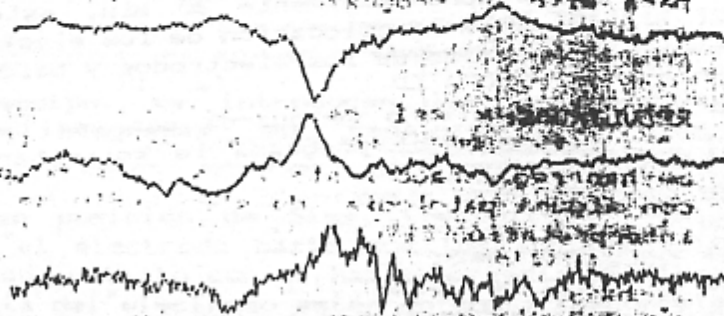
nuevo volumen; los receptores de distensión dejan de activarse y los estímulos aferentes, así como el deseo urgente de defecar, desaparecen. La distensión rectal mayor da lugar a la inhibición del esfínter externo.

Se ha observado con esta técnica que los músculos del AEAR tienen un grado de contracción que varía de persona a persona y que se conoce como tono basal y que puede variar de acuerdo con los hábitos de cada uno de ellos, tanto defecatorios como alimenticios.

FIG. 1

Pac. 17, bloque 1, página 11 (17(1)11).

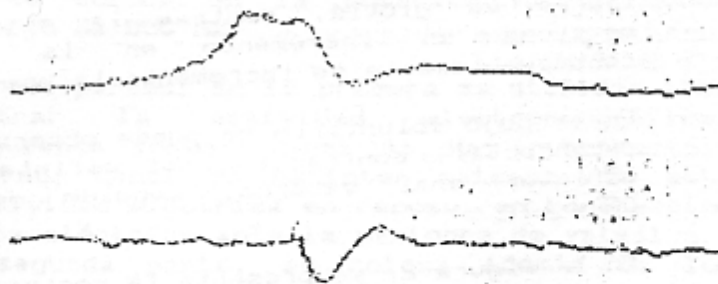
Pujo voluntario.-En el registro se observa que en el canal 1 el haz puborrectal se relaja en respuesta de la maniobra de valsalva, seguida de contracción del esfínter interno y del esfínter externo. No hay relajación del esfínter interno porque no hay distensión rectal, también se observa una actividad por efecto de rebote caracterizado por descargas en espigas.



0.130 Seg. Pac. No.: 17 Nombre: Prueba Bloque No.: 1 Canales: 0 0 0

FIG. 2

23(1)14. Contracción voluntaria. Contracción del esfínter externo anal caracterizada por un incremento de la actividad eléctrica, acompañada de una contracción inicial del esfínter interno y contracción del haz puborrectal.



0.150 Seg. Pac. No.: 23 Nombre: Prueba Bloque No.: 1 Canales: 0 0 0



**CONCLUSIONES:**

Con este método es posible identificar por separado la actividad eléctrica de los diferentes músculos que conforman al AEAR (esfínter externo, interno y haz puborrectal), a diferencia de lo reportado en la literatura. Además, se dispone de un sistema versátil que permite estudiar y analizar los registros obtenidos de manera automática.

Para el electrodo utilizado en este trabajo se procuró que tuviera el menor diámetro posible para no provocar un estímulo y cambiar las condiciones basales de la actividad eléctrica, además de la ventaja de ser un electrodo de superficie (no invasivo), lo que produce poca molestia al paciente.

Se ha podido reproducir la actividad eléctrica y mecánica de este importante segmento, además de reproducir las variables utilizadas por Pescatori et al., (publicadas en las Clínicas Quirúrgicas de Norteamérica de 1988, volumen 8, las cuales presentan temas selectos que marcan la pauta a seguir en el diagnóstico y tratamiento), únicamente utilizando el registro electromiográfico.

Es importante registrar la actividad eléctrica y la manométrica al mismo tiempo, ya que algunos pacientes con la musculatura intacta desde el punto de vista eléctrico, no tienen un buen mantenimiento de la continencia, pero al relacionar la actividad eléctrica de los músculos con la presión intraluminal se puede determinar el estado de la continencia.

La electromiografía y la manometría permiten estudiar este segmento funcionalmente obteniendo las cuatro variables recomendadas por Pescatori et al. de manera simultánea por ambos métodos.

Se recomienda para tener más información sobre el estado anatómico del recto un estudio de defecografía.

La adquisición de las señales por un sistema computarizado, permite por un lado, optimizar recursos, ya que ahorra tiempo en el análisis, papel de registro y además se puede recurrir a la información en cualquier momento que se desee al tenerla almacenada en disco. Por otro lado, permite realizar procesamiento de estas señales para facilitar la cuantificación de las mismas.

**BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Awad R., Blanco Sánchez R., Luna V. Electrofisiología experimental. Revista de Gastroenterología. Mex. 49:335, 1984.
- 2.- Becerra E., Corral E. y Sanchez J. Electromyography in Anorrectal diseases. Diseases of the Colon and Rectum. 10:4, 1967.
- 3.- Beck A. Cita por Floyd W.F. and Walls.<sup>5</sup>

- 4.- Biagio R., Pescatori M. Estudios diagnósticos de la función anorrectal. Manometría, electromiografía de esfínter y defecografía. Clínicas quirúrgicas de Norteamérica. Vol 6/1988.
- 5.- Collier J. A. Clinical application of anorrectal manometry. Gastroenterology Clinics of North America. Vol 18, No. 1, Marzo 1987.
- 6.- Duthie H. L. and Bennett R. C. Anal Sphincteric Pressure in anal fissure in ano. Surgery. Gynecology and Obstetrics. 119:19, 1984.
- 7.- Floyd W. F. and Walls E. W. Electromyographic of the Sphincter Ani Externus in Man. Journal of Physiology. 122:899, 1933.
- 8.- Goldberg S. M., Gordon P. H. Nivatvongs S. Fundamentos de Cirugía Anorrectal. 1ª Edición. Pag. 29. Editorial Limusa México, 1983.
- 9.- Graham-Stewart C. W. and Greenwood R. K. A Review of 50 Patients with Fissure in Ano. Surgery of the Gynecology and Obstetrics. 113:445, 1961.
- 10.- Huizinga J. D., Hartley S. S., Chow S. Electrophysiology and Control of Motility in the Man Colon. Gastroenterology 89:800-11, 1985.
- 11.- Latimer P., Sarna S. and Cambell D. Colonic Motor and Myoelectrical Activity: A Comparative Study of Normal Subjects, Psychoneurotic Patients and Patients with Irritable Bowel Syndrome. Gastroenterology 80:893-901, 1981.
- 12.- Lose G., Kristensen J. K. and Andersen J. T. A Disposable Anal Plug Electrode for Pelvic Floor/Anal Sphincter Electromyography. Journal of Urology. 137:249-52, 1987.
- 13.- Martínez A., García T. y Prieto F. Integración de un equipo basado en una computadora personal para el estudio de los fenómenos fisiológicos. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica. Vol. VIII. Pags. 61-73. 1987.
- 14.- Martínez A., García T., Peña M.A. Sistema de adquisición de Señales fisiológicas "FISTICLAR". Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica. Vol. X. págs. 65-73. 1989.
- 15.- Oh, C. and Karak, A. E. Anatomy of the External anal Sphincter. British Journal of Surgery. 59:717, 1972.
- 16.- Orta G. M. and Awad R. R. Procesador de Señales Mioeléctricas del Colon. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica. 7(2), 1988.
- 17.- Parks A. G., Porter N. H. and Melzak J. Experimental Study of the Reflex Mechanism Controlling the Muscles of the Pelvic Floor. Diseases of the Colon and Rectum. 5:407, 1962.
- 18.- Sarna S. K., Bardakjian B. L., Waterfall W. E. Human Colonic Electrical Control Activity (CECA). Gastroenterology 78:1523-36, 1980.
- 19.- Schuster, M. M. The riddle of the Sphincters. Gastroenterology. 69:249, 1975.
- 20.- Taverner, D. and Smiddy G. F. An Electromyographic Study of the Normal Function of the External Sphincter and Pelvic Diaphragm. Diseases of the Colon and Rectum. 2:153, 1953.
- 21.- Taylor I., Duthie H. L., Large Bowel Myoelectrical Activity in Man. Gut. 16:808-14, 1975.