

## La bioconstrucción del tubo digestivo como base de su motilidad

Primera parte

*El esófago: bioconstrucción y control*

Por el Prof. W. LIERSE,  
director del Instituto de Anatomía  
del Hospital Universitario Eppendorf,  
Hamburgo, República Federal de Alemania

En el ejercicio médico diario, los trastornos de la secreción y la absorción se hallan desde hace ya largo tiempo en el centro del interés clínico en gastroenterología. Alteraciones de la motilidad son para el paciente una tortura como en caso de diarrea o pirosis. Estudiarlas era, sin embargo, difícil, pues los métodos de registro son complicados. En la porción superior del tracto gastrointestinal, el paso del esófago al estómago reviste especial importancia médica. La motilidad del esófago discurre de ordinario en dirección oral-aboral, facilitando el transporte de los alimentos premasticados. El sistema de reconocimiento del bolo alimenticio se localiza en la cavidad bucal, sumamente sensibilizada para este fin gracias a los nervios V, IX y X. Todo sistema biológico requiere un mecanismo de salvaguarda adicional. El reflejo protector de vomitar puede partir de la faringe y el estómago. Fuertes contracciones de los músculos abdominales hacen posible la expulsión súbita y violenta de materias contenidas en el estómago. Un cierre gastroesofágico completo y sobremanera resistente obstaculizaría la reacción repentina. El extremo distal del esófago no está nunca cerrado por completo; se asemeja antes bien a un dique rebasable en ambas direcciones: oral-aboral y aboral-oral.

Los trastornos que sufre el paciente son reconocibles en la unión gastroesofágica: regurgitación, esofagitis de reflujo, espasmos, acalasia. Regurgitación se produce cuando el esófago distal permanece abierto o se abre tras el paso de los alimentos. En todo cierre normal intervienen diversos factores de naturaleza tanto extraesofágica como intraesofágica. Entre los primeros figuran los pilares del diafragma, el tejido conjuntivo periesofágico, el control ejercido por el vago y el simpático, el operado por las hormonas gastrointestinales (gastrina, motilina, secretina, glucagón, colecistocineína, progesterona, estradiol), los alimentos y los estimulantes (grasa, cafeína, alcohol, nicotina, proteínas). Factores intraesofágicos son la musculatura lisa, el tejido conjuntivo colágeno y elástico, los vasos sanguíneos intramurales y los plexos

nerviosos. Todos estos factores actúan niveladoramente; en qué grado lo hace cada uno es algo que no puede determinarse aún; a este respecto, no existe unanimidad entre los investigadores. Lo mismo cabe decir sobre las alteraciones del segmento obturador: hasta el presente no ha podido establecerse con exactitud en qué medida está dañado un determinado factor o bien cuál es su influencia en el desmoronamiento de todo el sistema.

La investigación del tracto gastrointestinal se mueve en dos direcciones: la elucidación de los procesos secretorios y la de la motilidad. En el diagnóstico de las enfermedades, el interés se ha centrado durante largo tiempo en la secreción y sus alteraciones. Todo examen patogénico de las afecciones gastrointestinales será incompleto si no se presta atención a la motilidad. Su estudio, empero, es difícil; por otra parte, no existían en un principio métodos adecuados para ello. Solo recientemente se han desarrollado procedimientos directos e indirectos realmente instructivos. La clave para entender la motilidad gastrointestinal reside en el conocimiento de la configuración hística. La primera exposición de la disposición hística en un sistema cinético de estructuras funcionales data de los años treinta. Tales estructuras son bioconstrucciones que hacen posible una o varias funciones. La realización de una determinada depende, además, del respectivo sistema de regulación, ya sea hormonal o nerval. El tracto gastrointestinal está estructurado según un *único* plan. Una túnica mucosa interna promueve la secreción y la absorción. Consta del epitelio de revestimiento con células glandulares diseminadas, la lámina propia y la lámina muscular de la mucosa (*muscularis mucosae*). Las membranas celulares y la mucosa están plegadas formando, respectivamente, microvellosidades y vellosidades según el principio de agrandamiento de la superficie. La túnica externa, cuyo cometido es facilitar el movimiento, la mezcla y la peristalsis, está constituida por dos capas de musculatura lisa que pueden hallarse entrecruzadas. Entre una y otra túnica, separándolas o uniéndolas, se asienta la capa submucosa, colectora de los grandes vasos de la mucosa, que envía por sectores a los mesenterios o la adventicia.

En el estudio de la unión gastroesofágica se han empleado desde el siglo XVII los más diversos métodos a fin de entender la función y los trastornos del cierre y planear su reconstrucción. HELVETIUS<sup>7</sup> fue el primero en describir, en 1719, un esfínter anatómico. Aunque entretanto son muchos los investigadores que no han hallado ningún músculo circular cerrado y de perfiles netos, el término esfínter sigue apareciendo erróneamente en numerosas descripciones. Así, persiste la tan repetida teoría de que el cierre

distal del esófago se produce por las contracciones activas de este - inexistente - esfínter. Métodos de investigación anatómica desacertados permiten fácilmente identificar un músculo cerrado en forma de anillo: el esófago está bajo una presión axial, neutralizada en el cadáver por la desaparición del tono de la musculatura lisa y estriada, así como porque las presiones torácicas y abdominales han dejado de existir. La muestra tomada del esófago acortado de un cadáver puede interpretarse como una especie de esfínter. El segmento distal normal del esófago consta de haces musculares internos ligeramente inclinados hacia el plano horizontal y conectados con la capa muscular longitudinal externa<sup>6,9,11</sup> (figura 1).

La deglución desencadena toda una serie de fenómenos perceptibles radiográficamente como una onda peristáltica con una abertura del extremo distal del esófago. Anatómicamente se aprecian en el esófago tubular dos capas musculares: una externa, dispuesta sobre todo longitudinalmente, y otra interna, más transversal. Ambas capas están interconectadas. Un claro esfínter anatómico no es demostrable en la porción inferior del esófago. La tensión longitudinal que se detecta en éste origina un cierre angiomuscular dilatado en el extremo inferior<sup>20</sup>, el cual no se desarrolla por completo hasta después del nacimiento. Al nacer, el esófago es más corto, su segmento obturador

inferior presenta haces musculares enrollados horizontalmente<sup>13</sup>; la experiencia enseña que este cierre no es aún suficiente. Durante el primer año de vida se estira el esófago, sus haces musculares adoptan una disposición más vertical en el segmento obturador inferior. Este cambio estructural comporta el agrandamiento de la túnica elástica, la cual presenta una dirección muy inclinada en las capas externas, formando tabiques oblicuos entre los haces musculares, más horizontales, de la capa interna, que se proyectan hacia la submucosa, provista también de una red elástica inclinada. Con el paso de los años, las fibras elásticas se tornan más groseras. En la senectud, la túnica elástica de un espécimen histológico parece a primera vista haberse agrandado. Esta apariencia es, sin embargo, engañosa: las fibras son simplemente más groseras y están desgarradas. De ello cabe deducir que la elasticidad esofágica decrece en los ancianos<sup>2</sup>. Aparte los factores intramurales, se debate la posibilidad de que otros extraesofágicos intervengan también en el cierre, a saber: el tejido conjuntivo periesofágico y los pilares del diafragma.

En el esófago distal cabe distinguir tres segmentos que, en diverso grado, aseguran el cierre del paso del esófago al estómago, a saber: el *segmento supradiaphragmático (suprafrénico)* de la pars thoracica, con una especial disposición intramural de las células

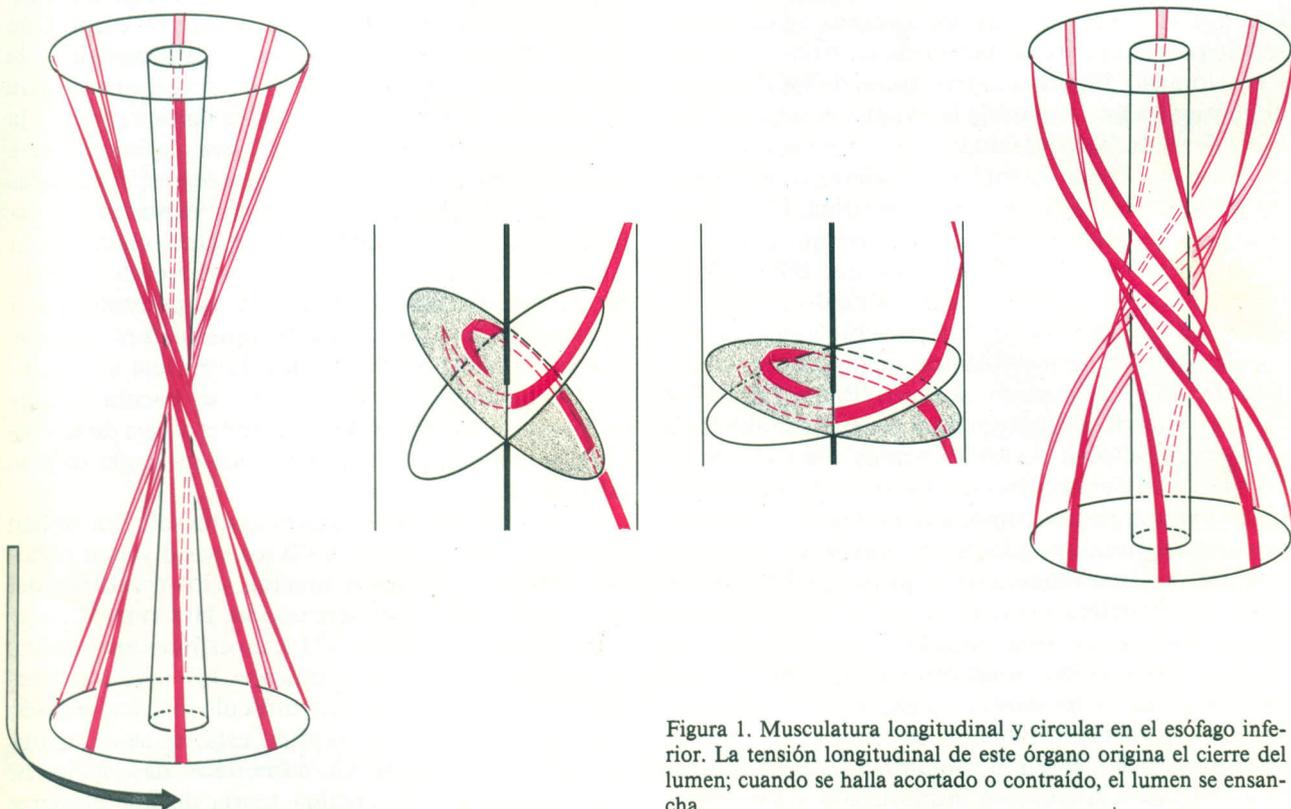


Figura 1. Musculatura longitudinal y circular en el esófago inferior. La tensión longitudinal de este órgano origina el cierre del lumen; cuando se halla acortado o contraído, el lumen se ensancha.

musculares, el *segmento intradiafragmático*, de 2 cm de longitud e influido por el crus del diafragma, y el *segmento subdiafragmático*, que constituye el paso al estómago y forma con éste el ángulo de His; en el feto es largo, se acorta en el lactante y se estira durante los primeros años de vida<sup>17</sup>.

El paso del esófago al estómago está caracterizado a la izquierda por el ángulo de His, de forma puntiaguda cuando el fondo está alto. La mucosa del esófago vacío forma cuatro o cinco pliegues longitudinales que en el segmento subfrénico se funden con la mucosa gástrica formando una válvula mucosa. La túnica muscular consiste en una capa externa de fibras longitudinales que se adentra longitudinalmente en la capa interna de fibras circulares y se prolonga hacia el estómago<sup>1,9,11,12,14</sup>. La musculatura extraesofágica nace en el crus derecho del diafragma, que forma un asa de dos haces musculares alrededor del segmento intrafrénico del esófago. Estos haces funcionan a modo de «cierre toscos» extraesofágico. Inspirando profundamente, el diafragma desciende y el cierre se intensifica; la espiración y la presión muscular abdominal facilitan la abertura. En el hiato esofágico, entre los fascículos musculares del crus derecho del diafragma, se halla interpuesto tejido conjuntivo - denominado ligamento frenicoesofágico -, consistente en dos capas deslizantes<sup>4</sup>. Estas contienen numerosas fibras elásticas que unen a manera de resorte elástico el esófago con el diafragma. En los ancianos este ligamento se torna más delgado y débil.

La regulación de la peristalsis y el cierre del segmento esofágico inferior es triple: miógena, hormonal y nerval. Hoy por hoy, no son explicables todos los fenómenos observados. Peristalsis coordinada es detectable en preparaciones desnervadas<sup>16</sup>; el movimiento coordinado de la musculatura lisa y estriada depende del equilibrio entre los procesos excitadores e inhibidores. La serotonina parece controlar la peristalsis propulsiva<sup>21</sup>.

El control y la regulación nerval son complejos; así, la innervación extramural de la faringe y la del segmento esofágico inferior son diferentes. Ramas de los nervios vago y glossofaríngeo, que penetran en el plexo faríngeo, regulan la musculatura estriada de la faringe. El crus sensible que desata las ondas peristálticas está situado en ramas de los nervios trigémino, glossofaríngeo y vago; las fibras se agrupan en un arco reflejo viscerosensible y visceromotor cuyos centros se localizan en el bulbo raquídeo. La unión del crus sensible con el motor es obra de la sustancia reticular en el bulbo raquídeo, la formación reticular en la médula espinal y el plexo intramural en la pared esofágica misma. Al crus visceromotor afluyen fibras no sólo parasimpáticas, sino también simpáticas ori-

nadas en células de la médula espinal torácica que forman sinapsis en el ganglio cervical superior, los ganglios torácicos del tronco simpático y el ganglio celiaco. El centro medular y el centro torácico de la médula espinal están conectados y coordinados a través de la formación reticular de ésta. El acto de tragar y el comienzo de una onda peristáltica pueden provocarse voluntariamente, siendo posible su modificación a través de las vías motoras del cerebro que desembocan en las células del cuerno lateral de la médula espinal, los núcleos de origen de los nervios cerebrales o en las células del cuerno anterior del nervio frénico y los nervios torácicos (presión muscular abdominal).

Extramuralmente, la innervación del segmento esofágico inferior es obra casi exclusiva del nervio vago y el simpático del ganglio celiaco. Las células nerviosas para el esófago superior, que contiene la musculatura estriada, se encuentran en el núcleo ambiguo; aquellas para la musculatura lisa, en el núcleo dorsal del nervio vago. Según JACOBOWITZ<sup>10</sup>, la mayoría de las terminaciones nerviosas en la musculatura lisa son colinérgicas, mas también hay fibras adrenérgicas. Tocante al número y tipo de fibras ner-

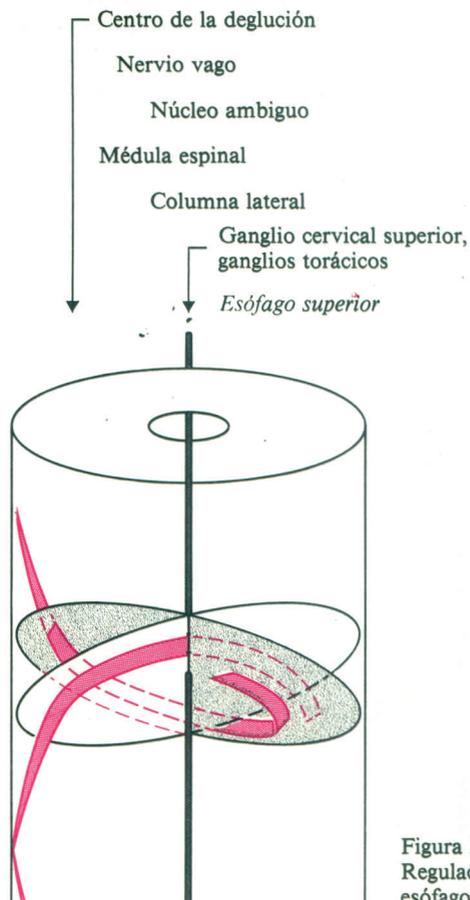


Figura 2.  
Regulación del  
esófago superior.

viosas, no existe anatómicamente diferencia alguna entre la parte tubular y el segmento inferior del esófago.

La innervación intramural del esófago es muy rica; la importancia de los plexos radica en la regulación intramural de la secuencia de contracciones de sus segmentos musculares durante la peristalsis. Las opiniones sobre el control peristáltico difieren, sin embargo, considerablemente.

Sobre la existencia de un centro de la deglución en el bulbo raquídeo existe amplia unanimidad. Los centros de la respiración y del lenguaje pueden influir en él. El centro de la deglución comprende los núcleos de los nervios cerebrales del trigémino, el facial, el glossofaríngeo y el vago; la formación reticular conecta los núcleos de los nervios cerebrales con el centro, de modo que éste se extiende desde el núcleo del nervio facial hasta, aproximadamente, el borde superior de la oliva inferior en el bulbo raquídeo. La eliminación del centro de la deglución acarrea la de la fase faríngea de la deglución<sup>5,8</sup>. El núcleo ambiguo del nervio vago inerva bilateralmente al esófago tubular superior (figura 2); sus fibras simpáticas proceden de la columna lateral de la médula espinal cervical y torácica superior, formando sinapsis en el ganglio cervical superior y los ganglios torácicos. La innervación del esófago tubular inferior, el segmento obturador inferior inclusive, corre a cargo del núcleo dorsal del nervio vago, ocupándose de la regulación sim-

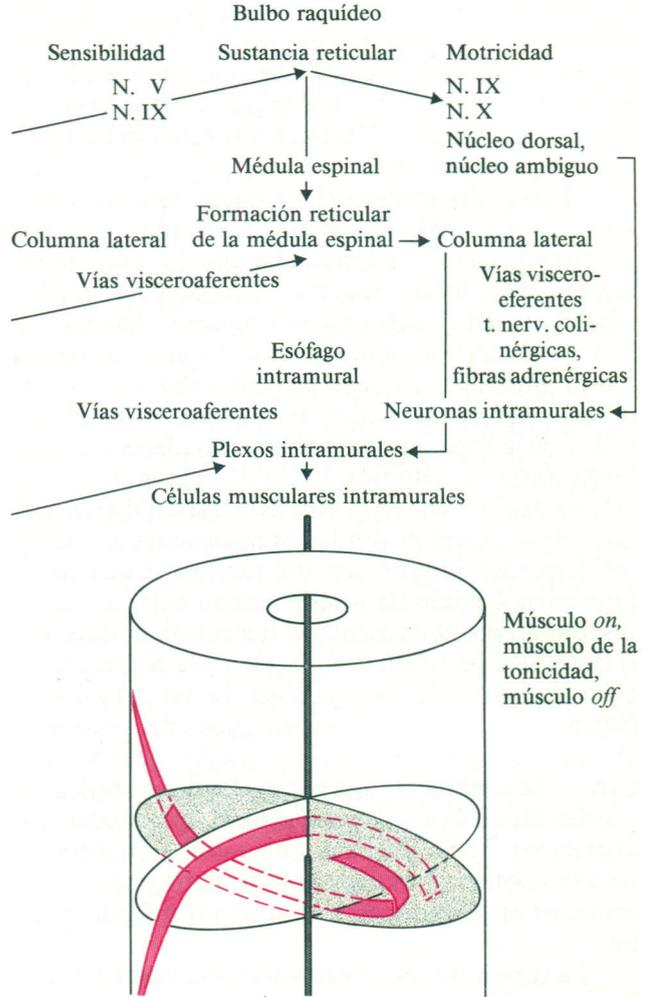


Figura 4. Representación esquemática de las regulaciones nerviosas del esófago a nivel del bulbo raquídeo, la médula espinal y el esófago mismo.

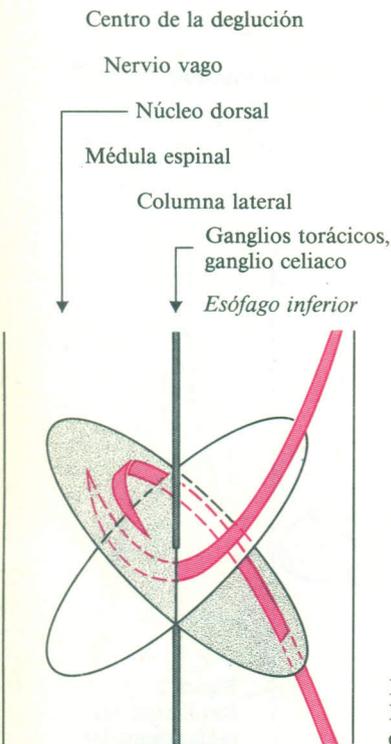


Figura 3. Regulación del esófago inferior.

pática la columna lateral de la médula espinal torácica (figura 3); las sinapsis se localizan en los ganglios torácicos del tronco simpático y en el ganglio celiaco. La sección transversal del nervio vago conduce a diversos hallazgos<sup>21</sup>: la innervación extramural no es el único factor que determina la peristalsis y el comportamiento del segmento obturador inferior. La enfermedad de Chagas, en la que los plexos nerviosos intramurales y las neuronas están destruidos, altera la peristalsis, pero no el segmento inferior<sup>21</sup>. De ello se infiere que la construcción y la conducción miógena intervienen también decisivamente en el cierre del esófago inferior. El «esfínter» del esófago inferior es, como ya hemos dicho, un cierre angiomuscular elástico<sup>20</sup>. En los casos de parálisis muscular, el haz muscular permanece estirado y retorcido al faltar *vis a tergo*, y el esófago, por lo tanto, cerrado. Cuando se

produce cardiospasma, no se da contracción espástica, por lo que los espasmolíticos no operan ningún efecto. Más correcto sería el término «parálisis de abertura», pues cesa la elevación del esófago. El funcionamiento normal del esófago depende de una tensión básica longitudinal. En los raros casos de espasmo esofágico permanece el esófago abierto durante cierto tiempo<sup>18</sup>. El efecto caudal del cierre elástico lo refuerza el hecho de estar estirado el esófago en dirección caudal por el ligamento teres del hígado.

El componente miógeno aclara las diferencias existentes entre las tres diferentes respuestas de las células musculares lisas a los estímulos eléctricos. CHRISTENSEN y col.<sup>3</sup> distinguen los siguientes tres tipos de células musculares lisas en el esófago tubular: a) *On response*; b) *Duration response* y c) *Off response*. Las células *on response* se contraen brevemente al comienzo de la excitación eléctrica. Diríase que se trata de la respuesta adecuada a un estímulo indirecto y no tanto de una reacción indirecta a través del plexo intramural. Las células *duration response*

reaccionan contrayéndose mientras dura la excitación. Probablemente es esta la respuesta adecuada a las excitaciones colinérgicas. Las células *off response* reaccionan con breves contracciones tras la cesación del estímulo eléctrico. Los fascículos musculares del segmento esofágico tienen una latencia más larga. Hasta la fecha no se han encontrado transmisores que induzcan relajación, mas no es este un argumento de peso contra el cierre elástico, al contrario, confirma su existencia, pues sólo la abertura es el producto de la actividad muscular, el cierre se produce fundamentalmente por dilatación pasiva.

En la secuencia de movimientos esofágicos influyen la regulación central (figura 4), la estructura local y factores exógenos. Su cometido es más bien favorecer el paso de los alimentos y no tanto, o nada, constituir un reservorio. Las misiones del colon son inversas: esta porción intestinal es un reservorio con una función de transporte menor. Su bioconstrucción presenta características radicalmente distintas: predominan las capas musculares circulares; la disposición longitudinal se restringe a las tenias.

#### Bibliografía

- BORELLY, J., VAYESSE, P.: The Gastroesophageal Junction. *Anat Clin I*, 157-165 (1978).
- CHEIKOL-ESLAMI, F., LIERSE, W.: Die elastischen Fasern des Ösophagus in verschiedenen Altersstufen. *Acta Anat (Basel)* (en prensa).
- CHRISTENSEN, J., LUND, G.F.: Esophageal Responses to Distension and Electrical Stimulation. *J Clin Invest* 48, 408-419 (1969).
- DELMAS, A., ROUX, J.: Le canal diaphragmatique de l'œsophage. *Bull Assoc Anat (Nancy)* 47, 5-11 (1938).
- DOTY, R.W.: Neural Organization of Deglutition; en: *Handbook of Physiology*, Vol. 4, Sección 6: *Alimentary Canal Motility*, pp. 1861-1902. Ed. C.F. Code. Washington, DC: American Physiological Society, 1968.
- GOMEZ OLIVEROS, L.: *Observaciones sobre las formaciones musculares y fibro-elásticas de la llamada zona efíntérica inferior de esófago*. Madrid: Editorial Oteo, 1971.
- HELVETIUS, M.: Observations anatomiques sur l'estomac de l'homme avec des réflexions sur le système nouveau, qui regarde la trituration dans l'estomac comme la cause de la digestion des aliments; en: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, p. 336, 1719.
- INGELFINGER, F.J.: Esophageal Motility. *Physiol Rev* 38, 533 a 584 (1958).
- JACKSON, A.J.: The Spiral Constrictor of the Gastroesophageal Junction. *Am J Anat* 151, 265-276 (1978).
- JACOBOWITZ, D.: The Autonomic Innervation of the Esophagus of the Dog. *J Thorac Cardiovasc Surg* 58, 678-684 (1969).
- KAUFMANN, P., LIERSE, W., STARK, J., STELZNER, F.: Die Muskelanordnung in der Speiseröhre. *Ergeb Anat Entwicklungsgesch*, n° 40 (1968).
- LIEBERMANN-MEFFERT, D.: Anatomie des gastroösophagealen Verschlussorgans; en: *Refluxtherapie*, pp. 10-39. Ed. A.L. Blum, J.R. Siewert. Berlín, Heidelberg, Nueva York: Springer, 1981.
- LIERSE, W.: Die Biokonstruktion der Speiseröhre; en: *Refluxtherapie*, pp. 40-43. Ed. A.L. Blum, J.R. Siewert. Berlín, Heidelberg, Nueva York: Springer, 1981.
- MATSUI, T.: Comparative Studies on the Muscular Architecture of the Mammalian Esophagus with Special Reference to the Muscular Connection Between the Longitudinal and Circular Layers. *Acta Anat Nippon* 35, 15-38 (1960).
- MOSHER, H.P.: The Lower End of the Esophagus at Birth and in the Adult. *J Laryngol Otol* 45, 161-180 (1930).
- MUKHOPADHYAY, A.K., WEISBRODT, N.W.: The Effect of Cervical Vagotomy on Esophageal Function in the Monkey. *Surgery* 64, 1075-1083 (1968).
- MULLER-BOTHA, G.S.: The Gastroesophageal Region in Infants. *Arch Dis Child* 33, 78-94 (1958).
- STELZNER, F.: Der idiopathische Ösophagospasmus. *Dtsch Med Wochenschr* 96, 1898-1899 (1971).
- STELZNER, F., LIERSE, W.: Über das Verschlussystem der terminalen Speiseröhre. *Thoraxchirurgie* 15, 676-679 (1967).
- STELZNER, F., LIERSE, W.: Weitere Untersuchungen zur Insuffizienz des Dehnverschlusses der terminalen Speiseröhre. *Langenbecks Arch Chir* 346, 177-185 (1968).
- WEISBRODT, N.W.: Neuromuscular Organization of Esophageal and Pharyngeal Motility. *Arch Intern Med* 136, 524-531 (1976).