

Anatomía quirúrgica del ano

R. Lombard-Platet

X. Barth

B. Chabaud

Órgano terminal del tubo digestivo, el ano está considerado hoy en día como una estructura anatómica distinta del recto (Comité internacional de nomenclatura anatómica, 1983).

Asegura la doble función de continencia y de defecación, en sinergia con el recto del que es la continuación. Su originalidad anatómica proviene de su doble origen endo- y ectodérmico.

Embriogénesis

El estudio embriológico antiguo y moderno del ano, se basa en numerosos trabajos realizados en animales por Tourneux [38], Retterer [29], Van Der Putte [41] y en algunos más recientes sobre el embrión humano por De Vries [6] y Bourdelat [1]. El intestino primitivo posterior, de origen endoblástico, formará la parte superior del ano; la parte inferior siendo de origen ectoblástico.

Tabicación de la cloaca (fig. 1 A)

La individualización del canal anal y del recto se produce por la tabicación de la cloaca, seguidos por la atrofia y la desaparición del botón cloacal, del canal neuroentérico y del intestino postanal.

La tabicación propiamente dicha se efectúa por la conjunción de dos procesos proliferativos.

De un lado, en el plano sagital, el espolón uorrectal aparece en el ángulo formado por el intestino primitivo posterior y el canal alantoideo. Desciende progresivamente constituyendo, por delante, el seno urogenital primitivo y por detrás, el canal anorrectal (fig. 1 B, C).

Por otro lado, en un plano horizontal; los repliegues mesenquimales laterales rodean el intestino primitivo endodérmico y estas prolongaciones mesenquimales llevan consigo los vasos, lo que explica la participación preponderante de la arteria sacra media no sólo en el desarrollo del sacro, sino también al del conjunto muscular anoperineal (fig. 1 D, E).

Posteriormente, gracias al fenómeno de regresión caudal, las arterias rectales medias e inferiores toman el relevo de la sacra media para vascularizar los músculos esfinterianos (Poirier [28], Hovelacque [15], Rouvière [30], Guntz [14]).

Hacia la séptima semana, el espolón uorrectal se fusiona con la membrana cloacal, fondo de saco terminal del tubo digestivo.

Esta zona de fusión formará el periné primitivo separando la membrana anal posterior de la membrana urogenital anterior.

En la novena semana, una depresión del ectodermo, llamada orificio anal o proctodermo, se forma enfrente de la membrana anal; a continuación el proctodermo levanta la membrana anal que finalmente se rompe, comunicando de este modo el canal anorrectal con el exterior. Simultáneamente al tabicamiento de la cloaca, se produce la horizontalización del periné.

En el adulto, válvulas, criptas y columnas de Morgagni, son los vestigios de esta membrana anal (Nobles [23]).

Aparato esfinteriano

A partir de la rotura de la membrana anal (novena semana), los elementos esfinterianos del ano se diferencian.

A las dieciséis semanas, el elevador del ano, bien formado, delimita la fosa isquiorrectal y el piso de la pelvis.

A las veinte semanas, el canal anal se elonga mientras aparece la angulación anorrectal, por individualización de la fascia puborrectal del elevador del ano, en tanto que el manguito muscular estriado del esfínter externo de origen mesoblástico rodea el manguito muscular liso del canal anal de origen endoblástico.

Entre la vigésima octava y la trigésima semana, la hipertrofia de la capa muscular lisa forma el esfínter interno, que tiene un importante papel en el mantenimiento de la continencia (Bourdelat [2]).

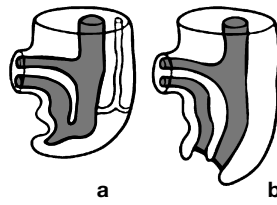
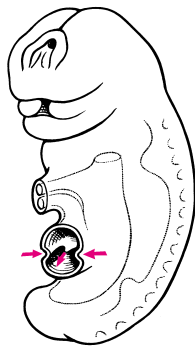
Los músculos esfinterianos estriados, esfínter externo y puborrectal pertenecen al grupo medioventral de los

Roger LOMBARD-PLATET: Professeur des Universités, université Claude-Bernard, Lyon, chirurgien des hôpitaux, chef de service.

Xavier BARTH: Praticien hospitalo-universitaire, chirurgien des hôpitaux de Lyon.

Bernard CHABAUD: Chirurgien assistant des hôpitaux des armées, moniteur anatomie, laboratoire du Pr Bouchet, faculté Alexis-Carrel, université Claude-Bernard, Lyon 1.

Service des urgences en chirurgie viscérale, pavillon G, hôpital Edouard-Herriot, place d'Arsonval, 69437 Lyon cedex 03.



A



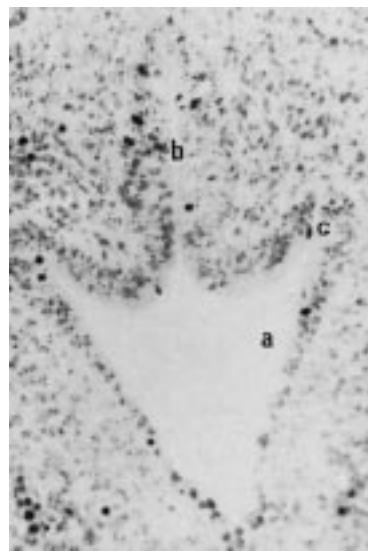
B



C

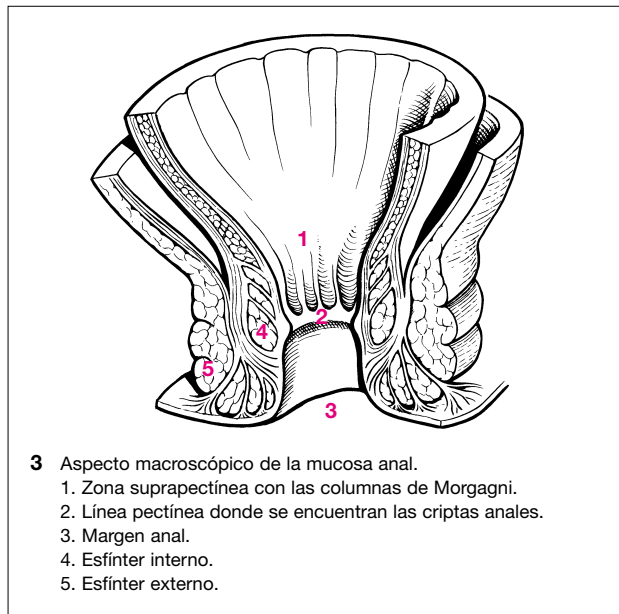
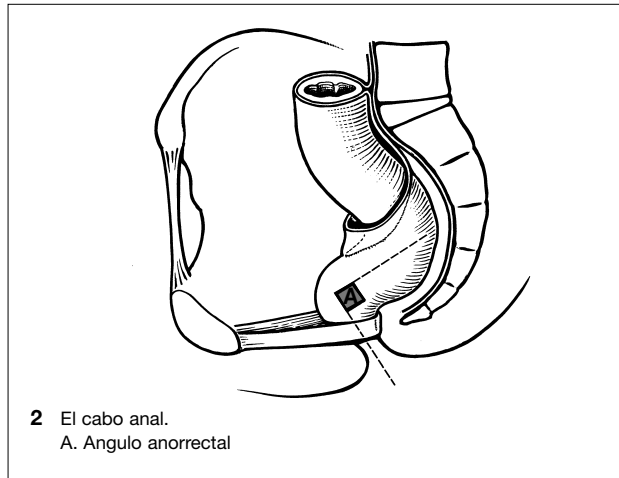


D



E

- 1 A. Individualización del canal anal en el embrión humano.
 - a. Cierre de la cloaca a la cuarta semana.
 - b. Fusión del espolón urorectal con la membrana cloacal y horizontalización del periné hacia la séptima semana.
- B, C (Según las fotos de Bourdelat). Sobre un corte sagital de embrión humano: descenso progresivo del espolón urorectal entre el seno urogenital primitivo por delante y el canal anorrectal por detrás.
- D, E (Según las fotos de Bourdelat). Sobre un corte horizontal de embrión humano: repliegues mesenquimatosos laterales que van a rodear el canal anorrectal por detrás del seno urogenital.
 - a. Seno urogenital.
 - b. Canal anorrectal.
 - c. Ribetes mesenquimales.



músculos pelvicaudales, mientras que los fascículos pubococcígeos e iliococcígeos del elevador del ano pertenecen al grupo laterodorsal, vestigio de los músculos caudales en el hombre (Lawson [18]).

Vascularización

El aporte vascular de la sacra media es fundamental para la constitución de la musculatura anoperineal, lo que explica que las lesiones malformativas del ano, siempre precoces, dependan de las malformaciones vasculares.

El origen del sistema arterial es doble y también hay un doble drenaje venoso y linfático.

Entre las dieciséis y veinte semanas aparecen los plexos nerviosos mioentéricos, mientras que los plexos entéricos submucosos de Meissner se individualizan más tarde.

Anatomía descriptiva

Situación

Con una longitud de 3 a 4 cm, el ano se sitúa en posición mediana en el periné posterior, bajo el piso de la pelvis, formado por los elevadores del ano y entre las dos fosas isquiorrectales.



3 bis (Según imágenes de Bourdelat) Aspecto microscópico de la mucosa anal, mostrando tres zonas epiteliales diferenciadas de arriba abajo.
A. Epitelio glandular digestivo.
B. Epitelio malpighiano transicional no queratinizado
C. Epitelio malpighiano queratinizado.

El canal anal es continuación del recto y aboca a la piel a nivel del margen anal.

Oblicuo hacia abajo y atrás constituye, junto con la parte baja del recto, el ángulo anorrectal, de 90° a 100°, abierto hacia atrás. El extremo anterior de este ángulo se llama cabo anal (fig. 2). Por su relación con el plano óseo, el canal anal se proyecta a nivel de las tuberosidades isquiáticas, inmediatamente por debajo de una línea que va desde el borde inferior de la sínfisis del pubis hasta el extremo del coxis.

Morfología

El canal anal está fundamentalmente formado por tres cilindros, el más interno es mucoso y está rodeado por un manguito de fibras lisas, el esfínter interno, rodeado a su vez por otro manguito de musculatura estriada, el esfínter externo, que presenta conexiones íntimas con la fascia puborrectal del elevador del ano cuya función es también esfínteriana.

Mucosa anal

Aspecto macroscópico (fig. 3)

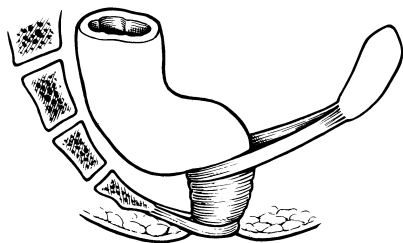
El margen anal está formado por una piel fina marcada por los pliegues radiales del ano, habitualmente pigmentada, rica en pelos y glándulas sebáceas, glándulas ecrinas y apocrinas, origen de la enfermedad de Verneuil.

El primer centímetro del canal anal está formado por un revestimiento liso, delgado, mate, gris-azulado, separado de la zona precedente por un límite impreciso, la línea anocutánea. Constituye el *pecten* de los autores anglosajones (Stroud [34]).

La línea pectínea es una marca muy visible y concreta, situada aproximadamente en la mitad del canal anal, está formada por los pliegues semicirculares tendidos entre los puntos de anclaje.

Estos pliegues semicirculares son los orificios de las criptas anales anfractuosas y profundas recubiertas de un epitelio cilíndrico, en cuyo fondo abocan los canales de las glándulas de Hermann y Desfosses.

En el punto de inserción de los pliegues semicirculares existen pequeñas prominencias; estas papilas anales en «diente



4 El esfínter externo con su fascículo subcutáneo y su fascículo medio circular, dominado por la cincha del fascículo puborrectal del elevador del ano.

de gato» son susceptibles de hipertrofiarse y de volverse dolorosas.

La mucosa anal es, a este nivel, roja oscura, violácea, demostrando de este modo la intensa vascularización subyacente formada por el plexo hemorroidal interno.

La zona suprapectínea está marcada por las columnas de Morgagni en número de 8 a 14, las cuales se elevan verticalmente hacia lo alto del canal a partir de las comisuras intervalvulares, separadas por depresiones intercolumnares.

A este nivel, la mucosa anal es rosada y su coloración se aproxima a la del recto.

El límite superior de las columnas está marcado por un anillo festoneado, la línea anorrectal más allá de la cual empieza o acaba el recto.

Aspecto microscópico (fig. 3 bis)

No hay una superposición exacta entre el aspecto macroscópico y las tres zonas de epitelio diferentes que se individualizan en el canal anal (véase Cáncer de ano).

La zona inferior está formada por un epitelio malpighiano, primero simple queratinizado y córneo a nivel del margen, después solamente queratinizado.

La zona superior está formada por un epitelio cilíndrico idéntico al del recto.

La zona intermediaria, de 10 hasta 15 mm de altura, situada a un lado y otro de la línea pectínea («zona transicional anal»), es a la vez una zona de transformación progresiva de un epitelio a otro y un vestigio derivado de la membrana cloacal o de la membrana anal. Este epitelio de transición llamado epitelio de unión, se extiende desde el fondo de las criptas, que tienen un revestimiento glandular, a menos de 1 cm sobre la línea pectínea (Fenger y Lyon [8], Devaux [7]).

Aparato esfinteriano

Esfínter interno y espacio submucoso

El esfínter interno es un manguito muscular circular, que rodea el manguito mucoso.

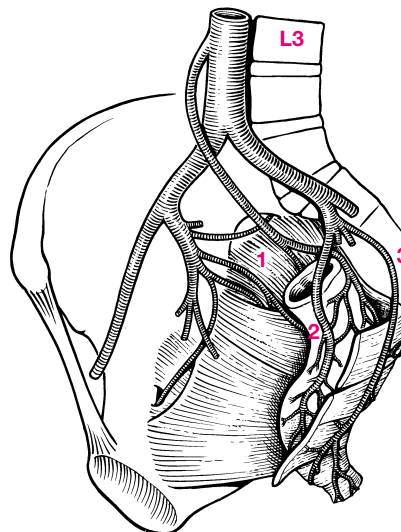
Está formado por la hipertrofia de la capa muscular interna del intestino primitivo. Tiene de 1 a 2 mm de espesor y de 2 a 3 cm de altura, su borde superior no es nítido pero su borde inferior está claramente definido. El surco interesfinteriano se aprecia fácilmente en clínica.

Las relaciones entre el esfínter interno con el borde inferior del fascículo medio del esfínter externo son variables según la posición del paciente.

Lo rebasa en posición ginecológica y es rebasado por él en el individuo acostado o en bipedestación.

Entre el esfínter interno y la mucosa, se sitúa un espacio muy importante, en donde se produce la patología hemorroidal.

En el último siglo ha sido objeto de numerosos estudios (Treitz [39], Morgan [21], Parks [24], Milligan [19], Thompson [36], Parnaud [25] y Guntz [14]).



5 Vascularización arterial del ano
1. Arteria rectal superior, rama de la arteria mesentérica inferior.
2. Arteria rectal media, rama de la arteria hipogástrica.
3. Arteria rectal inferior, rama de la arteria pudenda interna.

En este plano, que corresponde a la *muscularis mucosa*, hay una hipertrofia de las fibras elásticas de esta muscularis mucosa, que están reforzadas por otros elementos elásticos provenientes de la cara profunda del esfínter interno y que se organizan para constituir, enfrente de la línea pectínea o un poco por debajo de ella, el ligamento suspensor de Parks que fija el plano profundo de la mucosa al esfínter interno. Estos fascículos elásticos forman haces de fibras que constituyen el relieve de las columnas de Morgagni y dividen los sacos venosos hemorroidales en tres paquetes formando los cojinetes del ano de Thompson [37].

El ligamento suspensor del ano delimita, por encima de él, el espacio submucoso y por debajo, el espacio marginal de Parks.

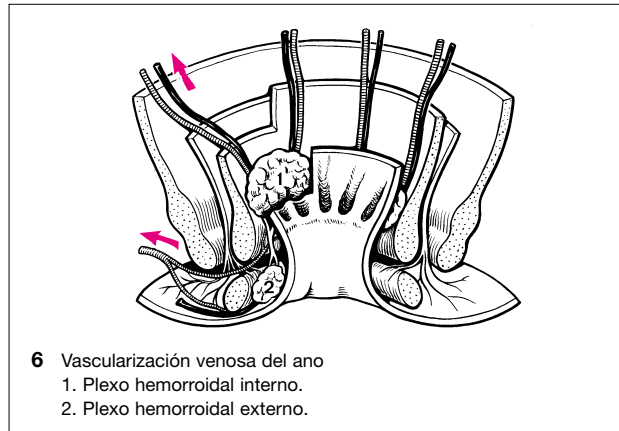
En estos espacios, unidos a la fascia profunda del esfínter interno, en su espesor o en ocasiones en la cara externa, se encuentran las glándulas de Hermann y Desfosses, en número de 4 a 8 según los individuos.

De modo inconstante, estos elementos abocan al fondo de las criptas anales. Son el origen de supuraciones, que provocarán las fístulas anales.

Esfínter externo y músculo puborrectal (fig. 4)

En los últimos cien años se han hecho múltiples descripciones de la musculatura esfinteriana estriada del ano, lo que acredita probablemente la existencia de variaciones individuales o una preocupación por representar una anatomía funcional. La descripción más reciente es de Shafik [32], basándose en teorías de anatomía funcional. Nosotros nos ceñiremos a la descripción clásica en tres fascículos, citando desde Santorini hasta Hughes en 1957 [16].

— Un fascículo subcutáneo que no tiene auténtica función esfinteriana. Está netamente separado del fascículo medio por las fibras provenientes de la capa longitudinal compleja. Se despliega bajo la piel del margen, marcada por los pliegues radiales del ano. Estos pliegues radiales están formados por las fibras más externas de la fibra longitudinal compleja, que tras haber dividido el fascículo subcutáneo del esfínter externo, se insertan en la cara profunda de la piel del margen y forman lo que Milligan [19] llama el *corrugator cutis ani*.



— Un fascículo medio que rodea circularmente el canal anal mucoso y cuya altura, variable, de 2, 3, 4 ó 5 cm determina la altura real del ano. Su espesor es de 10 mm por lo menos. Su aspecto cilíndrico está habitualmente deformado en forma oval en su polo posteroinferior por su fijación posterior al coxis y al rafe anococcígeo, en cuya formación participa.

Esta deformidad posterior constituye el triángulo de Minor y explica la zona de debilidad que presenta la comisura posterior mucosa, asentamiento de mayor frecuencia de las fisuras anales.

Hacia delante, es por su borde superior o cabo anal, que se fija de cerca a los elementos resistentes del periné medio, esta estrecha relación es la clave de la abertura del espacio suprayacente rectovaginal o rectoprostático.

— El fascículo puborrectal del elevador del ano se inserta a nivel de la sínfisis púbica, de un lado a otro de la línea mediana, para dirigirse hacia atrás y rodear el canal anal posteriormente, tras rebasar su borde lateral. Sus fibras se mezclan con las del fascículo profundo del esfínter externo con el que éste se confunde. Rodea el canal anal por detrás, como una corbata. Es un músculo potente, cuyo relieve se puede palpar perfectamente al realizar un tacto rectal. Su borde posterosuperior representa el límite superior del canal anal.

El fascículo puborrectal deriva embriológicamente de los músculos del grupo medioventral de los músculos pelvicaudales, está en continuidad con los otros fascículos del elevador del ano derivados de los grupos laterodorsales de los mismos músculos. Estos fascículos pubococcígeo e iliococcígeo, forman el límite inferior de la pelvis, representando, junto con el puborrectal, los puntos de anclaje del ano, que se encuentra de este modo en continuidad con el recto y suspendido de las paredes de la pelvis por los fascículos del elevador.

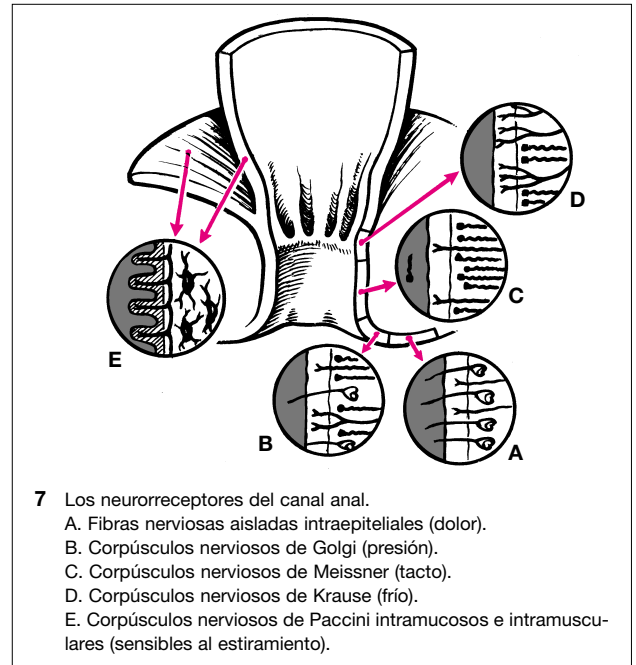
El tono muscular o la flacidez de estos músculos, contribuirán a la situación topográfica del ano.

Los dos fascículos pubococcígeo e iliococcígeo rebasan al puborrectal lateralmente y hacia atrás, para ir a insertarse en el coxis y en el rafe anococcígeo, donde se produce el cruce de sus fibras.

Capa longitudinal compleja

Sigue a la capa muscular longitudinal del recto, del mismo modo que el esfínter interno continúa la capa circular del recto. Esta capa sufre muchas inflexiones relacionadas con sus orígenes.

Se insinúa entre el esfínter interno y externo, pero emite numerosos fascículos fibroelásticos que penetran por dentro en el esfínter interno, por fuera en el esfínter externo.



Un gran grupo de fibras separa los dos fascículos medio y subcutáneo del esfínter externo y desciende hasta el plano profundo de la dermis, formando el límite externo e inferior del espacio marginal de Parks, cuyo límite interno y superior está formado por el ligamento de Parks. Es el lugar en el que se producen los abscesos del margen.

Esta capa longitudinal compleja distribuyéndose en los esfínteres y fijándose a la piel, representa la continuidad del ano con el recto.

Las supuraciones de origen anal (que se producen a partir de las glándulas vestigiales de Hermann y Desfosses), encuentran a lo largo de estas fibras sus vías de migración hacia el margen, o hacia el espacio isquiorrectal o en el espesor de la pared rectal.

Vascularización

Arterias del ano (fig. 5)

De modo accesorio, la arteria sacra media, arteria muscular principal en la etapa embriológica y la arteria vesical inferior emiten algunas ramas a los músculos anales.

Las arterias principales son tres: la arteria rectal superior (antigua hemorroidal superior), rama terminal de la mesentérica inferior; la arteria rectal media (antigua hemorroidal media); la arteria rectal inferior (antigua arteria hemorroidal inferior), ambas colaterales, habitualmente de la arteria pudenda interna.

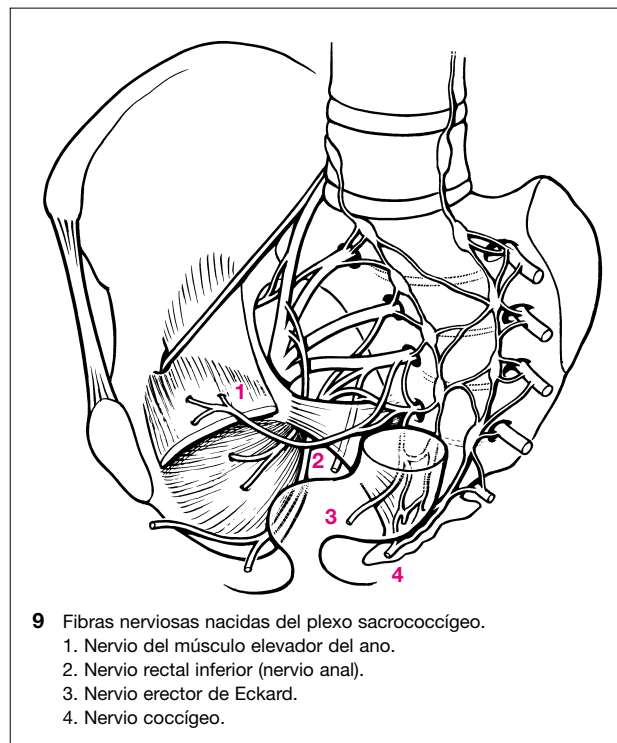
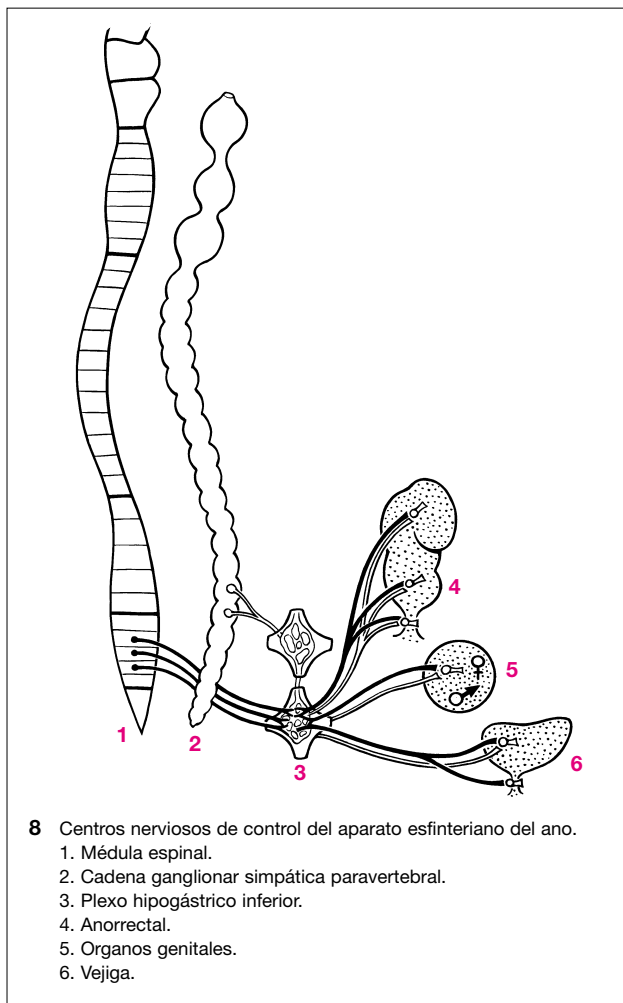
Arteria rectal superior

Es la arteria principal del recto; es también habitualmente, pero no siempre, la arteria principal del ano mucoso.

Las ramas destinadas a la mucosa y submucosa anal son de 1 a 7, habitualmente 5 (Thompson [37]).

Perforan el músculo rectal a 8 cm del margen anal (Patricio [26]) y descienden por la submucosa, rectilíneas, en el eje del recto, después del canal anal, para terminar a nivel de la línea pectínea, que nunca rebasan.

Es excepcional la distribución en tres pedículos, anterior derecho, posterior derecho y lateral izquierdo, descrita por Miles.



Arteria rectal media

Es muy variable su presencia y su importancia; se encuentra en el 56,7% de los casos (bilateral en el 36,7%, unilateral en el 20% de los casos) (Didio [7]). Nace habitualmente de la pudenda interna, a nivel de la espina ciática o directamente de la iliaca interna.

Su longitud media es de 7 cm, su calibre de 1,7 mm y su trayecto es oblicuo.

Sus ramas destinadas al canal anal mucoso penetran el músculo rectal, 6 cm por encima del margen del ano.

Siguen un trayecto idéntico al de las ramas nacidas de la rectal superior.

Su papel es preponderante en la vascularización del canal anal mucoso en el 10% de los casos (Thomson [37]).

Arteria rectal inferior

Nace de la pudenda interna, a nivel de la espina ciática, recorre el canal de Alcock en la bisectriz del ángulo formado por el elevador del ano y la pared pélvica. Después, atraviesa el espacio isquiorrectal por sus dos ramas perineal superficial y anal posterior, para formar el contingente vascular principal del esfínter.

Contribuye a la vascularización del fascículo subcutáneo del esfínter externo, de la piel del margen y de la mucosa y de la submucosa subpectínea que sus ramas alcanzan, pasando bajo el borde inferior del fascículo medio o a través del fascículo subcutáneo del esfínter externo.

Ningún elemento vascular atraviesa el espacio interesfinteriano situado entre el esfínter interno y el fascículo medio del esfínter externo. Este plano siempre es avascular debido a su origen embriológico.

Efectivamente, la mucosa suprapectínea y el esfínter interno derivan del tubo intestinal primitivo, el esfínter externo deriva de esbozos mesodérmicos y estos tejidos de origen diferente se encajan el uno en el otro, pero no se penetran.

Hay sistemas anastomóticos muy ricos en grandes mallas, en el espesor del músculo rectal entre la rectal superior y la rectal media, y otras anastomosis también muy abundantes entre la rectal media y la rectal inferior en el espesor de los músculos estriados, que son el esfínter externo y el elevador del ano.

También hay anastomosis arteriales entre las ramas perineales superficiales de la arteria hipogástrica y las ramas pudendas externas de la arteria femoral.

Venas del ano (fig. 6)

Tienen un interés particular, ya que son el origen de las hemorroides.

La distribución de las venas y vénulas es un calco del sistema arterial, según el esquema: una vena, una arteria.

La originalidad del sistema venoso radica en la presencia de sacos venosos dependientes de los troncos venosos y organizados en dos plexos hemorroidales interno y externo.

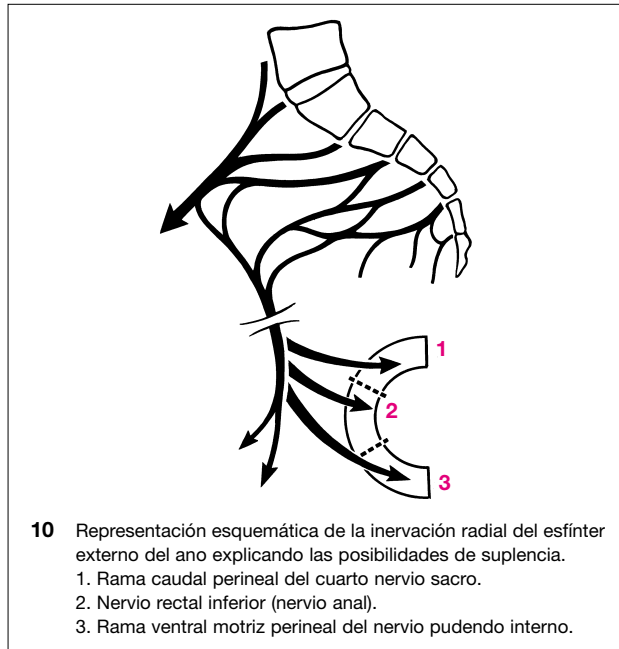
El plexo hemorroidal interno es el más importante; aparece precozmente en la embriogénesis (Datsun [4]); está bien desarrollado en el recién nacido (Thomson [37]); se organiza, debido a la presencia de numerosas fibras elásticas, en tres paquetes hemorroidales situados a nivel y por encima la línea pectínea.

El llenado y el vaciamiento de estos sacos vasculares están asegurados por los shunts arteriolo venosos.

El plexo hemorroidal externo es menos importante. Los sacos venosos pueden ser más voluminosos, pero están menos elaborados que los del plexo hemorroidal interno, al estar formados por un solo revestimiento epitelial.

Existen anastomosis, finas en principio, entre los dos plexos hemorroidales interno y externo, a través del ligamento de Parks.

El plexo hemorroidal interno está drenado por las venas rectales superior y media y el plexo hemorroidal externo por la vena rectal inferior.



Linfáticos del ano

El drenaje linfático se efectúa por dos vías principales, una ascendente hacia los linfáticos del recto, la otra descendente hacia las cadenas ganglionares inguinales.

La red superior está formada por los colectores satélites de la arteria rectal superior, que se orientan hacia las principales estaciones del recto: los ganglios anorrectales de Gerota, el ganglio del promontorio de Mondor, los ganglios de la cadena mesentérica inferior en la raíz principal del mesosigmoide y los ganglios proximales al origen de la arteria mesentérica inferior.

Los colectores satélites de la arteria rectal media se dirigen hacia los ganglios hipogástricos.

La red inferior está formada por los colectores linfáticos que reúnen el grupo superointerno de los ganglios inguinales superficiales.

Algunos colectores linfáticos accesorios drenan hacia los ganglios presacros.

En la patología cancerosa, esta diversidad de drenaje linfático debe tenerse en cuenta al planear la estrategia quirúrgica y radioterapéutica.

Las estructuras arteriovenosas y linfáticas del canal anal reflejan la gran riqueza vascular y los orígenes múltiples del extremo terminal del tubo digestivo.

Inervación del ano

La pared del conducto anal está inervada por ramas aferentes y eferentes que se conectan con los centros nerviosos de mando.

Aferencias nerviosas (fig. 7)

En la pared del canal anal se encuentran numerosos receptores. La distribución de los neurorreceptores se escalona en toda la altura del canal anal y también en el espesor de las capas parietales.

Los receptores musculares, habitualmente polimodales, pero sobre todo nociceptivos, se oponen a la especificidad de los receptores mucosos.

Estos receptores musculares son mecanorreceptores de dos tipos, unos de adaptación lenta en el esfínter interno y otros de adaptación rápida en el esfínter externo.

La inervación sensitiva del ano es mucho más rica que la del recto, especialmente a nivel de la mucosa.

La sensibilidad de la zona cutánea superficial del canal anal, a partir de la línea anocutánea, depende de fibras nerviosas aisladas intraepiteliales (región discriminativa del dolor).

Sobre esta línea los receptores de gran diversidad y densidad permiten analizar múltiples informaciones: corpúsculos genitales (fricción), corpúsculos de Golgi (presión), corpúsculos de Meissner (tacto), corpúsculos de Krause (frío), corpúsculos de Pacini (estiramiento) (Gould [13], Kadanoff y Cuckow [17]). Las fibras nerviosas sensitivas pasan por las ramas anales (antiguamente llamadas hemorroidales) laterales del nervio pudendo interno (II, III y IV raíces sacras); pero también por una vía parasimpática hacia el plexo hipogástrico y el tronco simpático sacro por los 2º y 3º ganglios sacros.

Centros nerviosos (fig. 8)

El tratamiento de la información se efectúa a tres niveles: el sistema nervioso entérico, los ganglios nerviosos paravertebrales del sistema nervioso vegetativo y el eje cerebroespinal.

— *El sistema nervioso entérico* es el soporte local del tono muscular (Niel [22]).

Este sistema nervioso se localiza en un plexo submucoso (Meissner) y entre las capas musculares esfinterianas en un plexo mioentérico (Auerbach), más voluminoso que el precedente.

Independientemente del sistema nervioso extrínseco, un sistema reflejo local, elemental, con la presencia de interneuronas, permite un control regular en el interior mismo de la pared.

Este plexo nervioso local se caracteriza por una gran variedad de mediadores químicos. Estas numerosas sustancias permiten diferenciar la naturaleza de estas neuronas.

Hay que citar las neuronas colinérgicas con actividad espontánea permanente y las neuronas noradrenérgicas frecuentes en la zona esfinteriana, que son las neuronas más antiguamente conocidas.

Recientemente, las neuronas no adrenérgicas y no colinérgicas (purinérgicas y serotoninérgicas), así como numerosos neuropéptidos, han sido descritos en gran proporción en el canal anal. Algunos neuropéptidos tienen un efecto relajante sobre el esfínter interno, otros, los neuropéptidos opiáceos (encefalínérgicos) que suponen el 25% de la población neuronal, aumentan el tono esfinteriano.

— *El sistema nervioso vegetativo* autónomo simpático y parasimpático (fig. 8-2 y 8-3), asegura una relajación más rápida por la transmisión de informaciones sensitivas a través de los ganglios paravertebrales y del plexo hipogástrico (Gonella [11], Miolan [20]).

Estos reflejos discurren por la vía vegetativa hasta su destino en los centros cerebrales.

Hay una conexión entre el sistema entérico y el sistema vegetativo.

— *El eje cerebroespinal* recibe las informaciones aferentes a partir de neuronas situadas en el ganglio de la raíz raquídea posterior o en el ganglio plexiforme del sistema vegetativo. A este nivel, la información puede pasar por las sinapsis preganglionares simpáticas o parasimpáticas, que originan los reflejos segmentarios, o continuar su aferencia en las vías lemniscales de los cordones posteriores de la médula espinal, sin relevos hasta el encéfalo.

Las zonas cerebrales de regulación central están todavía mal determinadas y se localizan en el tronco cerebral, el hipotálamo, el sistema límbico, el neocórtex (Gillis [10]).

Eferencias nerviosas

Las fibras eferentes, como las aferentes, pasan por tres sistemas diferentes: los nervios pélvicos, los nervios del doble sistema autónomo simpático y parasimpático.

- *Las fibras nerviosas somáticas* nacen del plexo sacrococcígeo (fig. 9): el nervio del elevador del ano nace de S3 y en ocasiones de S4; el nervio anal, que nace de S3 y S4, está destinado al esfínter externo (todavía llamado nervio rectal inferior y nervio hemorroidal). Las ramas viscerales, en cantidad variable, vuelven directamente al ano o transitan primero por los nervios erectores de Eckard y por el plexo hipogástrico antes de llegar al canal anal. El nervio coccígeo emite ramas nerviosas que transitan también por el plexo hipogástrico antes de llegar al ano. Todos estos plexos nerviosos pélvicos tienen abundantes anastomosis con el simpático prevertebral.

- *La inervación simpática* es particularmente rica debido a la importancia y complejidad de los reflejos regionales. Estas vías nerviosas están formadas por fibras preganglionares nacidas de la 11ª vértebra torácica a la 2ª vértebra lumbar. Estas fibras pasan por la raíz raquídea anterior y la cadena simpática laterovertebral para desembocar en el plexo hipogástrico donde la sinapsis postganglionar es noradrenérgica. Este plexo todavía se llama ganglio pélvico, plexo pelvipерineal o ganglio de Lee y Frankenhauser. Estos múltiples nombres demuestran la gran variabilidad morfológica de esta encrucijada vegetativa, que constituye la parte resistente de las lamas sacrorrectogenitopubianas. El plexo hipogástrico recibe numerosas ramas destinadas al ano: ramas del plexo mesentérico por el plexo periarterial, nervios espláncnicos pélvicos nacidos del «nervio pre-sacro» y descendiendo de uno y otro lado del recto, nervios erectores procedentes del plexo pudendo y finas ramas provenientes de la cadena simpática laterovertebral sacra.

La inervación simpática del ano depende esencialmente del simpático lumbar por intermedio de los nervios espláncnicos pélvicos.

- *La inervación parasimpática*, cuyas fibras forman parte de las raíces anteriores de los cuatro últimos nervios sacros, depende también del plexo hipogástrico cuya sinapsis postganglionar es nicotínica.

- *El esfínter interno* funciona esencialmente de modo reflejo; está formado por fibras musculares lisas autónomas.

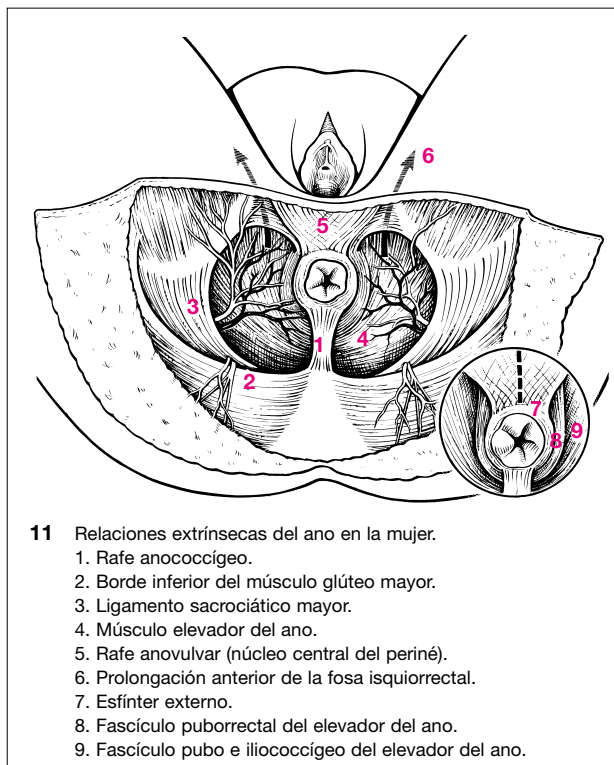
Como en todos los esfínteres, el sistema de control nervioso está invertido. Las fibras nerviosas parasimpáticas tienen una acción inhibitoria, mientras que las fibras simpáticas tienen una acción estimuladora.

Esta inervación próxima y común de la vejiga explica ciertas complicaciones urinarias tras la cirugía del canal anal.

En realidad, la inervación del esfínter interno es más compleja puesto que primero depende del sistema nervioso entérico. Algunas sustancias opiáceas exógenas actúan directamente sobre los plexos mioentéricos, y es de este modo que los péptidos opiáceos hiperpolarizan las neuronas colinérgicas y son la causa del estreñimiento de los morfómanos.

- *El esfínter externo y el elevador del ano* obedecen a un control nervioso central y voluntario.

— Tres terminaciones nerviosas llegan al esfínter externo: la rama muscular perineal del nervio pudendo interno que inerva la parte anterior o ventral del músculo, el nervio anal en la parte lateral del esfínter y la rama perineal del cuarto nervio sacro para la región posterior o caudal. Esta



11 Relaciones extrínsecas del ano en la mujer.
 1. Rafe anococcígeo.
 2. Borde inferior del músculo glúteo mayor.
 3. Ligamento sacrociático mayor.
 4. Músculo elevador del ano.
 5. Rafe anovulvar (núcleo central del periné).
 6. Prolongación anterior de la fosa isquiorrectal.
 7. Esfínter externo.
 8. Fascículo puborrectal del elevador del ano.
 9. Fascículo pubo e iliococcígeo del elevador del ano.

última rama corresponde al nervio esfinteriano accesorio descrito por Hovelacque [15], Sato [31], Takahashi [35], Gagnard y Godlewski [9]. La disposición de estas fibras es radial con numerosas conexiones intersegmentarias, lo que explica la recuperación funcional tras una sección nerviosa (fig. 10).

El nervio anal, reconocido por la nomenclatura anatómica internacional, representa la vía más importante, pero no exclusiva.

— El músculo elevador del ano, íntimamente unido al esfínter externo por su fascículo puborrectal, recibe sobre su cara superior las ramas del nervio elevador del ano colateral del nervio pudendo interno, que rodea la espina ciática (Shepherd [33]). No obstante, esta rama nerviosa puede provenir directamente de las III y IV raíces sacras (Percy [27]).

Numerosos autores (Lawson [18], Gorsh [12], Uhlenhuth [40]) se basan en nociones anatómicas para dividir la inervación de este músculo en dos partes: una, caudal, representada por las ramas pélvicas del plexo sacro y la otra, craneal, con las ramas pudendas internas destinadas al puborrectal.

Anatomía topográfica

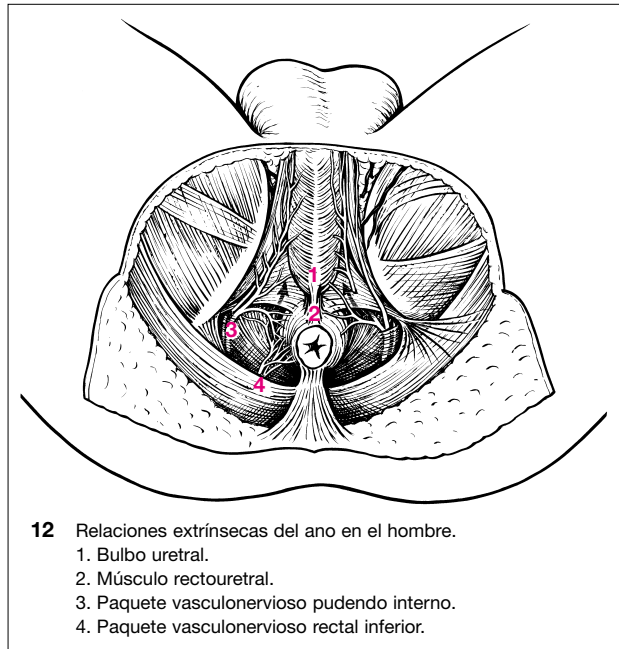
Relaciones inmediatas o intrínsecas

El margen rodea el extremo inferior del canal. Es superficial, está cubierto por un epitelio córneo, marcado por los pliegues radiales del ano. Está en continuidad con la piel del periné.

El canal anal es de una altura variable según los individuos, pero siempre notable (aproximadamente 1 cm en los niños, 2 a 5 cm en los adultos)

Se puede discutir de relaciones topográficas, sobre todo a propósito del canal anal.

Por dentro, el canal está en relación con la luz, habitualmente virtual, excepto durante la defecación; luz que se describe como circular o como una hendidura anteroposterior.



12 Relaciones extrínsecas del ano en el hombre.
1. Bulbo uretral.
2. Músculo rectouretral.
3. Paquete vasculonervioso pudendo interno.
4. Paquete vasculonervioso rectal inferior.

Este aspecto de hendidura anteroposterior se da habitualmente a nivel del orificio exterior del ano, pero en la anoscopia, la luz es circular por debajo de la línea pectínea. Por encima de la línea pectínea su forma se modifica por la prominencia de tres paquetes vasculares que le dan un aspecto trifoliado.

La penetración intraanal con el dedo o el endoscopio, o después de una dilatación anal, permite explorar el recto y, posiblemente, tratar lesiones rectales. También permite la exploración endoscópica de todo el intestino grueso y de la última asa del intestino delgado.

Por el hecho de la disposición en tres capas del ano con dos interfases, es posible también penetrar en dos planos diferentes, la submucosa por un lado y el plano interesfinteriano por otro.

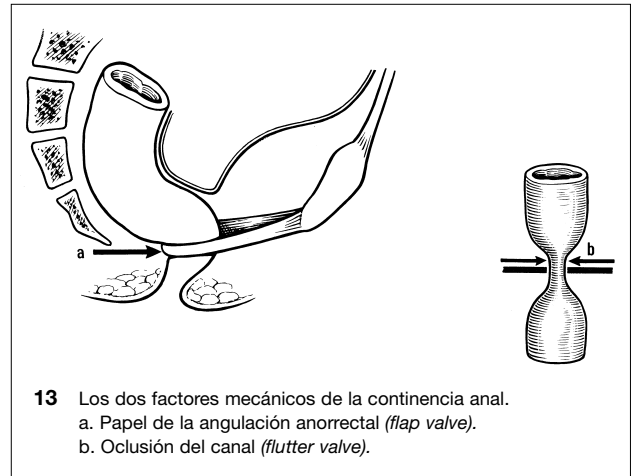
El plano submucoso se aborda y penetra fácilmente, presentando, sin embargo, un punto de resistencia representado por el ligamento de Parks; es la vía empleada en la hemorroidectomía. La resección de la parte suprapectínea de la mucosa se realiza habitualmente durante una anastomosis coloanal. Este plano es hemorrágico, ya que contiene los plexos hemorroidales.

El plano interesfinteriano se puede abordar fácilmente a partir del margen. Avascular y libre, conduce fácilmente más allá del ano, al espacio retrorrectal por encima de los elevadores recubiertos de la fascia de Waldeyer.

Relaciones extrínsecas

Las relaciones extrínsecas del ano están condicionadas, ante todo, por su continuidad, por abajo con la piel, hacia arriba con el recto y circularmente con los elevadores del ano, sobre lo cual ya hemos indicado que el fascículo puborrectal se engrana estrechamente con las fibras del esfínter externo. Al realizar la exéresis del ano hay que seccionar todos los fascículos de los elevadores, los fascículos pubo- e iliooccígeos hacia atrás y los fascículos puborrectales hacia delante, cuya fronda latero- y retroanal quedará solidaria del canal anal.

Los fascículos pubo- e ilio pélvicos de los elevadores del ano, que constituyen el piso de la pelvis forman, junto con el borde lateral del canal anal, el borde interno del espacio



13 Los dos factores mecánicos de la continencia anal.
a. Papel de la angulación anorrectal (*flap valve*).
b. Oclusión del canal (*flutter valve*).

isquiorrectal, cuyo borde externo está constituido por la pared de la pelvis, por debajo de la línea de inserción de los elevadores (fig. 11-4).

El espacio isquiorrectal cuyo límite inferior es la piel del periné y de la nalga, tiene forma triangular. Está colmado por grandes lóbulos de grasa. En su parte anterior lo cruzan los vasos perineales superficiales y, por su parte posterior, los vasos rectales inferiores, acompañados por el nervio anal, ambos próximos al plano muscular y saliendo del canal de Alcock.

Las dos fosas isquiorrectales presentan, cada una, una prolongación anterior, situada por encima del plano del periné medio y sin comunicación entre ellas (fig. 11-6).

En la línea mediana posterior, el rafe anococcígeo constituye una solución de continuidad entre las dos fosas isquiorrectales, interrumpida solamente por arriba, en la cara posterior y alta del canal anal, por el espacio infraelevador de Courtney.

La sección del rafe anococcígeo es la llave posterior de la liberación del ano. Conduce, por encima de los elevadores del ano, al espacio pelvirrectal superior.

Las supuraciones del espacio isquiorrectal son frecuentemente de origen anal. Proviene de la infección de las glándulas de Hermann y Desfosses que emigran a lo largo de las fibras de la capa longitudinal compleja a través del esfínter externo.

Estas supuraciones permanecen confinadas en su celda, pues los abscesos del margen y los abscesos del espacio isquiorrectal no se propagan entre sí, pero puede haber propagaciones en «herradura» de una fosa a la otra, dada la continuidad existente entre las dos celdas a nivel del espacio de Courtney [3].

Hacia delante, las relaciones del canal anal son más simples de comprender, pero constituyen la principal dificultad de la exéresis anal.

Por un lado, entre la extremidad posterior del escroto en el hombre o la comisura posterior en la mujer y, por otro, el borde anterior e inferior del ano, hay normalmente una distancia cutánea de aproximadamente 3 cm.

Dos a cuatro centímetros más arriba, es decir, en los bordes anterior y superior del ano, el cabo anal está fijado cerca del nivel de la aponeurosis medial del periné, de la vagina en la mujer y del extremo posterior del bulbo uretral en el hombre.

Existe así sobre la línea mediana y en un plano sagital, un triángulo preanal cuya base es cutánea, el borde posterior formado por la cara anterior del canal anal y el borde ante-

rior representado por el vestíbulo de la vulva en la mujer (fig. 11) y el bulbo uretral en el hombre (fig. 12).

El vértice del triángulo está formado por un músculo apretado, frecuentemente bifasciculado, denominado músculo rectouretral en el hombre y núcleo central del periné en la mujer.

Anatomía funcional del ano

La función del ano es la de asegurar las dos funciones, tanto la continencia como la defecación.

Continencia

Se asegura por dos dispositivos anatómicos.

Continencia por oclusión del canal

El tono permanente del esfínter anal asegura la oclusión del canal anal.

La presión de cierre del canal se sitúa normalmente entre 5 y 10 kPa; el 80 % de esta cifra se debe al tono del esfínter interno y el 20 % al tono del esfínter externo.

El tono del esfínter interno es permanente, su acción escapa al control voluntario.

La acción del esfínter interno es determinante y hace de éste el agente principal implicado en la continencia automática. Toda sección total del esfínter interno hace peligrar la continencia.

El esfínter externo es el agente de la continencia voluntaria. Su contracción aumenta la presión de cierre del canal anal, pero se trata de un músculo estriado, por tanto fatigable y su contracción voluntaria no se puede mantener más de 50 a 60 segundos.

Función de la angulación anorrectal en la continencia (fig. 13)

La angulación anorrectal aparece embriológicamente con el desarrollo del músculo puborrectal.

Esta angulación, normalmente de 90 a 100° es creada y mantenida por la tensión del músculo puborrectal.

Su contracción cierra este ángulo, su relajación lo abre.

La sección accidental o yatrogénica del músculo puborrectal provoca una incontinencia. Su preservación, por tanto, es obligatoria en el tratamiento de las fistulas anales.

La sección del esfínter externo, subyacente a él, no provoca habitualmente más que una disminución, pero no una pérdida completa de la continencia voluntaria.

El mecanismo de acción de la angulación anorrectal es doble, cuando se produce una contracción voluntaria, el puborrectal, que rodea por detrás la parte alta del canal anal, contribuye al cierre del mismo, reforzando de este modo la acción de los esfínteres circulares.

Pero la angulación anorrectal aproxima también el borde superior del canal anal a la parte más baja de la cara anterior del recto.

De este modo, todo aumento de la presión intraabdominal (esfuerzo muscular, tos, cambio postural) actuará sobre la cara anterior del recto a través del fondo de saco de Douglas y tenderá a apoyar la cara anterior del recto sobre el orificio superior del canal anal, asegurando la oclusión.

Es el efecto de válvula en charnela anterior que fisiológicamente completa la oclusión de la luz del canal anal ya existente.

Estos dos sistemas mecánicos de continencia, el uno por oclusión del canal (fig. 13 b), generado esencialmente por el esfínter interno, accesoriamente por el esfínter externo,

el otro de oclusión por válvula (fig. 13 a), generado esencialmente por el puborrectal, puede peligrar por modificación de la estática de la pelvis. El ano, en continuidad con el recto, está suspendido del armazón pélvico por sus fijaciones musculares, el puborrectal le fija a la sínfisis del pubis; los fascículos pubo e iliococcígeos lo fijan a toda la cara lateral de la pelvis, hasta el sacro y el cóccix por detrás. En condiciones fisiológicas, el borde superior del canal anal se encuentra así suspendido, inmediatamente por debajo de una línea que une el borde inferior del pubis a la punta del cóccix. La atonía o parálisis de los músculos anoperineales acarrearán un debilitamiento de la presión de cierre del canal, al mismo tiempo que un descenso del canal anal con abertura de la angulación anorrectal, se trata del descenso del periné (*descending perineum* de Parks) [24]. Los dos mecanismos de la continencia se encuentran debilitados o aniquilados en caso de parálisis total.

La verticalización del rafe anococcígeo sobre el que reposa la porción inferior horizontal del recto puede provocar la movilización del recto, que puede prolapsarse a través del canal anal atónico, creando un prolapso rectal exteriorizado.

Esta atonía o parálisis de los músculos anoperineales es el origen de la incontinencia idiopática de origen neurógeno, por estiramiento del nervio pudendo interno, nervio corto de 7 cm, cuyo trayecto pasa bajo el caballete de la espina ciática. El nervio está sometido a fuertes tensiones, ya sea por los esfuerzos frecuentes en los estreñimientos graves, ya sea tras partos largos y difíciles.

Defecación

Se produce por la abolición de los tonos existentes, los del esfínter interno y del esfínter externo que abren el canal anal, el del puborrectal que abre la angulación anorrectal y de los fascículos pubo e iliopélvicos que provocan el descenso del canal anal por debajo de su punto de fijación fisiológico.

El canal anal abierto se sitúa en el eje del recto, que evacua bajo el efecto de las contracciones rectales por un lado, el aumento de la presión intraabdominal por otro, por la maniobra de Valsalva (esfuerzo espiratorio con la glotis cerrada).

La defecación es una acción voluntaria que pone en juego la sinergia anorrectal.

El recto está normalmente vacío, se llena bajo el efecto del vaciamiento sigmoideo, desencadenado en condiciones fisiológicas ideales por una gran onda peristáltica cólica que provoca la desaparición de la zona de hiperpresión de la unión rectosigmoidea. El vaciamiento sigmoideo tiene como resultado un llenado rectal creando un aumento de la presión intrarrectal responsable de la sensación de necesidad de evacuación.

Si la sensación de necesidad de evacuación no conduce a una defecación inmediata, las capacidades viscoelásticas del recto permiten una distensión de la ampolla rectal, que provoca una disminución de la presión intrarrectal y la desaparición de la sensación de necesidad.

Las vías eferentes de la sensación de necesidad de evacuación se sitúan principalmente en la musculatura rectal; pero la exéresis del recto y su reemplazo por otro segmento del tubo digestivo, colon o reservorio ileal, han permitido constatar la persistencia de esta sensación de necesidad de evacuación. Parece, pues, probable que los receptores barosensibles existan también en los diferentes fascículos del elevador del ano.

La sensación de necesidad de evacuación es discriminativa, capaz de distinguir los gases de materias sólidas o líquidas y

por medio del reflejo rectoanal abrir la parte alta del canal anal permitiendo de este modo el análisis del contenido rectal por los numerosos receptores de la mucosa anal.

*
* *

La anatomía nos enseña que la morfología del ano se asemeja más a la estructura de un complejo canal que a la de un simple orificio de salida. A esta noción se refieren los autores anglosajones cuando hablan de «canal anal».

El cirujano debe por tanto conocer la disposición de todos estos elementos anatómicos para que el acto quirúrgico no lesione de ninguna manera las funciones de continencia y defecación del segmento terminal del tubo digestivo.

Cualquier referencia a este artículo debe incluir la mención: LOMBARD-PLATET R, BARTH X, CHABAUD B. – Anatomie chirurgicale de l'anus. – Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris-France), Techniques chirurgicales – Appareil digestif, 40-680, 1992, 10 p.

Bibliografía

- [1] BOURDELAT D. et al. – A study in organogenesis: the arterial blood-supply of the anorectal region in the human embryo and fetus. – *Surg. Radiol. Anat.*, 1987, 10, 37-51.
- [2] BOURDELAT D., BARBET J.P., HIDDEN G. – Différenciation morphologique du muscle sphincter interne de l'anus chez l'embryon et le fœtus humain. – *Surg. Radiol. Anat.*, 1990, 12, 151-152.
- [3] COURTNEY H. – Anatomy of pelvic diaphragm and anorectal musculature as related to sphincter preservation in anorectal surgery. – *Am. J. Surg.*, 1950, 79, 155-173.
- [4] DATSUN I.G. – Construction of the cavernous structures in the human rectum. – *Anatomii Gistolii*, 1983, 84, 41-48.
- [5] DEVAUX A., LECOMTE D., PARNAUD E. et coll. – Etude en microscopie optique et électronique de la zone transitionnelle ano-rectale chez l'homme (à propos de 107 observations). – *Gastroentérol. Clin. Biol.*, 1982, 6, 177-182.
- [6] DE VRIES P.A., FRIEDLAND G.W. – The staged sequential development of the anus and rectum in human embryos and fetuses. – *J. Pediatr. Surg.*, 1974, 9, 755-769.
- [7] DI DIO L.J., DIAZ-FRANCO C., SCHEMAINDA R., BEZERRA A.J. – Morphology of the middle rectal arteries: a study of 30 cadaveric dissections. – *Surg. Radiol. Anat.*, 1986, 8, 229-236.
- [8] FENGER C., LYON H. – Endocrine cells and melanin-containing cells in the anal canal epithelium. – *Histochem. J.*, 1982, 14, 631-639.
- [9] GAGNARD C., GODLEWSKI G., PRAT D. et al. – The nerve branches to the external anal sphincter. – *Surg. Radiol. Anat.*, 1986, 8, 115-119.
- [10] GILLIS R.A., QUEST J.A. et al. – Control centers in the central nervous system for regulating gastrointestinal motility. In: *Handbook of physiology*, section 6. The gastrointestinal system. – *Am. Phys. Soc. Bethesda Md, S.G. Schultz* (ed.), 1989, pp. 621-683.
- [11] GONELLA J., BOUVIER M., BLANQUET F. – Extrinsic nervous control of motility of small and large intestines and related sphincters. – *Physiol. Rev.*, 1987, 67, 902-961.
- [12] GORSH R.V. – *Proctologic anatomy*, 2^a ed. – *Williams and Wilkins*, ed., Baltimore, 1955.
- [13] GOULD R.P. – Sensory innervations of the anal canal. – *Nature*, 1960, 187, 337-338.
- [14] GUNTZ M. – Vascularisation sanguine du canal anal. – *Bull. Assoc. Anat.*, Nancy, 1976, 60, 527-538.
- [15] HOVELACQUE A. – Les artères mésentériques. – *Doin*, éd., Paris, 1936, pp. 92-100.
- [16] HUGUES E.S. – Surgical anatomy of the anal canal. – *Aust NZ J. Surg.*, 1957, 26, 48-55.
- [17] KADANOFF D., CUCKOW C. – Über die afferente innervation des calanis (pars) analis beim menschen. – *Z. Mikr. Anat. Forsch.*, 1965, 73, 117-144.
- [18] LAWSON J.O. – Pelvic anatomy. – *Ann. R. Coll. Surg.*, 1974, 54, 244-252 et 288-300.
- [19] MILLIGAN E.T., MORGAN C.N. et al. – Surgical anatomy of the anal canal and the operative treatment of hemorrhoids. – *Lancet*, 1937, 2, 1119-1124.
- [20] MIOLAN J.P. – Innervation extrinsèque efférente du tube digestif. – *Gastroentérologie*, 1990, 4, 145-150.
- [21] MORGAN C.N., THOMPSON H.R. – Surgical anatomy of anal canal with special reference to surgical importance of internal sphincter and conjoint longitudinal muscle. – *Am. Roy Coll. Surg. England*, 1956, 19, 88-114.
- [22] NIEL J.P. – Le système nerveux intrinsèque intestinal. – *Gastroentérologie*, 1989, 3, 464-470.
- [23] NOBLES V.P. – The development of the human anal canal. – *J. Anat.*, 1984, 138, 575.
- [24] PARKS A.G. – The syndrome of the descending perineum. – *Proc. R. Soc. Med.*, 1966, 59, 477-482.
- [25] PARNAUD E., GUNTZ M., BERNARD A., CHOME J. – Anatomie normale macroscopique et microscopique du réseau vasculaire hémorroïdal. – *Arch. Franç. Mal. Appar. Dig.*, 1976, 65, 501-514.
- [26] PATRICIO J. et al. – Surgical anatomy of the arterial blood-supply of the human rectum. – *Surg. Radiol. Anat.*, 1988, 10, 71-75.
- [27] PERCY J.P., NEILL M.E., SWASH M., PARKS A.G. – Electrophysiological study of motor nerve supply of pelvic floor. – *Lancet*, 1981, 1, 16-17.
- [28] POIRIER P., CHARPY A. – *Traité d'anatomie humaine. Tome IV: tube digestif.* – *Masson*, éd., Paris, 1981, pp. 362-396.
- [29] RETTERER E. – Sur l'origine et l'évolution de la région ano-génitale des mammifères. – *J. Anat.*, Paris, 1890, 26, 126.
- [30] ROUVIERE H. – *Anatomie humaine descriptive et topographique*. 10^e éd. – *Masson*, éd., Paris, 1962.
- [31] SATO K. – A morphological analysis of the nerve supply of the sphincter ani externus, levator ani and coccygeus. – *Acta Anatomica Nipponica*, 1980, 55, 187-223.
- [32] SHAFIK A. – A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation. – *Chir. Gastroenterol.*, 1978, 12, 175-182.
- [33] SHEPHERD J.J. – Anorectal function. In: *Sircus, Smith* (eds), *Scientific Foundations of Gastroenterology*. – *Heinemann*, ed., London, 1980.
- [34] STROUD B.B. – On the anatomy of the anus. – *Ann. Surg.*, 1896, 24, 1-15.
- [35] TAKAHASHI M. – Morphological analysis of the pudental nerve. – *Acta Anatomica Nipponica*, 1980, 55/1, 23.
- [36] THOMPSON H.R. – The myology of the pelvic floor: a contribution to human and correlation anatomy. – *Mc Corquodale*, ed., London, 1899.
- [37] THOMSON W.H. – The nature of hemorrhoids. – *Br. J. Surg.*, 1975, 62, 542-552.
- [38] TOURNEUX F. – Sur les premiers développement du cloaque, du tubercule génital et de l'anus chez l'embryon de mouton. – *J. Anat. Physiol.*, 1888, 24, 503.
- [39] TREITZ F. – Über einen neuen muskel am duodenum des menschen, über elastische semen, und einige andere anatomische verhältnisse. – *Viertel Jahrschrift Prag Heilkunde*, Prager, 1853, 1, 113-144.
- [40] UHLENHUTH E. – Problems in the anatomy of the pelvis. – *Lippincott*, ed., Philadelphia, 1953.
- [41] Van der PUTTE S.C., NEETESON F.A. – The normal development of the anorectum in the pig. – *Acta Morphol. Neerl. Scand.*, 1983, 21, 107-132.