



Departament de Biologia Animal

Assignatura: Zoologia 1er. curs

Curs: 1994-95

Professor/a: Marta Goula

---

Tema 16. Cordats



Marta Goula

**Filo Cordados**

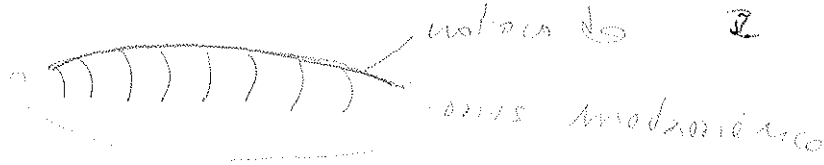
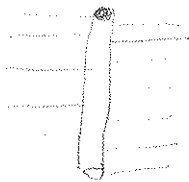
El filo cordados agrupa a tunicados, cefalocordados y vertebrados. El nombre del filo deriva de la presencia de una de las estructuras más características del grupo, la notocorda (griego: *noton*, detrás, + latín: *chorda*, cordón). Esta estructura la poseen todos los representantes del grupo, ya sea en estadios larvarios, embrionarios o durante toda la vida.

Características generales

Es cordats són celomats  
deuterostoms  
simetria bilateral.

Encara que és un grup heterogeni, per les seves múltiples formes i per la diversitat anatòmica, presenten una gran homogeneïtat en la seva organització funcional.

Presenten uns caràcters exclusius i altres compartits amb altres grups animals.



cordados.

Caracteres exclusivos:

Las características <sup>exclusivas</sup> distintivas que presentan los cordados respecto al resto de animales son: presencia de notocorda, presencia de cordón nervioso en posición dorsal (epineuria), presencia de hendiduras faríngeas (faringotremia) y presencia de cola postanal.

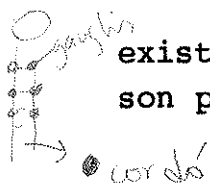
*Notocorda* La notocorda es la estructura interna de sostén primitiva. Determina la simetría bilateral del cuerpo y es su estructura axial de sostén. Constituye la forma más elemental de un endoesqueleto, como opuesta al exoesqueleto, estructura que se presenta en gran número de invertebrados. La forma típica de la notocorda es la de una varilla, flexible, constituida por células grandes, con protoplasma particularmente denso, y cubierta por una capa de tejido conjuntivo fibroso. Constituye un eje para la inserción de la musculatura y, al poder doblarse sin acortarse, permite los movimientos ondulatorios del cuerpo.

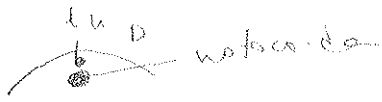
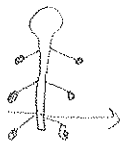
En la mayor parte de los cordados la notocorda es rudimentaria o falta por completo en el adulto, sea porque desaparece durante la metamorfosis (urocordados) o porque, funcionalmente, es sustituida por la columna vertebral (vertebrados)

En algunos grupos puede persistir durante toda la vida del animal (cefalocordados), pero lo más frecuente es que sea una estructura embrionaria, incluso efímera. Aún así en algunas formas como en el anfioxo (ver cefalocordados) la notocorda es el sostén principal del cuerpo durante toda la vida del animal, cumpliendo las funciones de la columna vertebral en los vertebrados. Para la definición de cordado es esencial que la notocorda haya existido en un momento cualquiera de la vida del individuo.

Presencia de tubo neural dorsal (epineuria). La epineuria es, según Lovtrup, una consecuencia epigenética de la presencia de la notocorda.

En varios grupos de invertebrados de simetría bilateral existen cordones nerviosos longitudinales. Sin embargo, a menudo son pareados y pueden tener posición ventral o lateral. Sólo en





### ependim (liquid cefalorraquídeo)

los cordados se presenta un cordón único, dispuesto a lo largo del dorso, por encima de la notocorda o de los cuerpos vertebrales. Los cordones nerviosos de los invertebrados son masas compactas de fibras nerviosas y de fibras de sostén dispuestas entre acúmulos macizos de neuronas, llamados ganglios nerviosos. En cambio el cordón neural de los cordados es una estructura hueca, sin ganglios, que posee una cavidad central (ependimo) llena de liquido (liquido cefalorraquídeo).

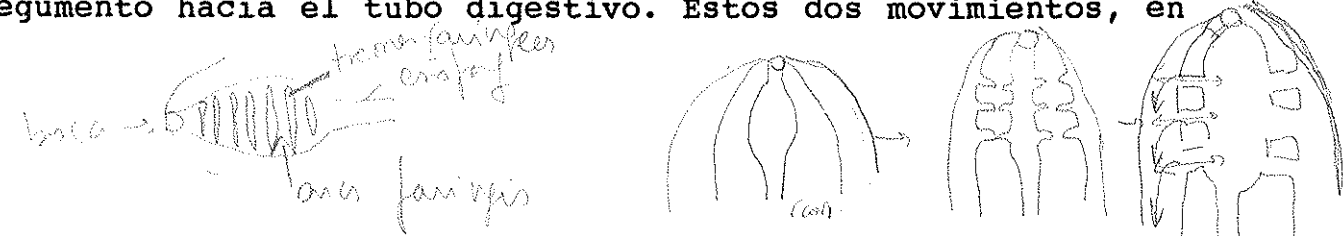
En varios grupos de invertebrados, el fenómeno de cefalización hace que se concentren los centros nerviosos en una estructura encefaloide (ganglios cerebroides de moluscos o insectos). En los cordados el extremo anterior del tubo neural aumenta de volumen, a partir de los estadios primitivos de su desarrollo, para constituir un órgano nervioso central: una vesícula cerebroide (cefalocordados) o un verdadero cerebro (vertebrados). Salvo raras excepciones (urocordados) persiste durante toda la vida del individuo.

Al hablar de Vertebrados

En el caso de los vertebrados, y en relación con las diferencias expuestas entre invertebrados y cordados, a nivel de sistema nervioso hay que decir que tampoco se halla equivalente exacto, en ningún grupo de invertebrados, de una serie de órganos de los sentidos característicos que se desarrollan en la región encefálica de los vertebrados: ojos pareados (y con carácter primitivo un tercer ojo central (interparietal)), estructuras nasales pareadas y oídos pareados cuya función principal reside en el sentido del equilibrio y, secundariamente, en el sentido de la audición.

Presencia de hendiduras faringéas (faringotremia). En el transcurso de la vida embrionaria del cordado aparecen, o tienden a formarse, unas aberturas que ponen en comunicación la faringe con el medio exterior (se entiende aquí por faringe, de forma general, una de las porciones anteriores del tubo digestivo embrionario, concretamente la situada entre la cavidad bucal y el esófago).

Las hendiduras faringéas parecen estar formadas por un doble movimiento de tejidos: por un lado, la evaginación de las paredes de la faringe hacia la pared del cuerpo y, por otro, las depresiones, o ligeras invaginaciones, correspondientes, del tegumento hacia el tubo digestivo. Estos dos movimientos, en



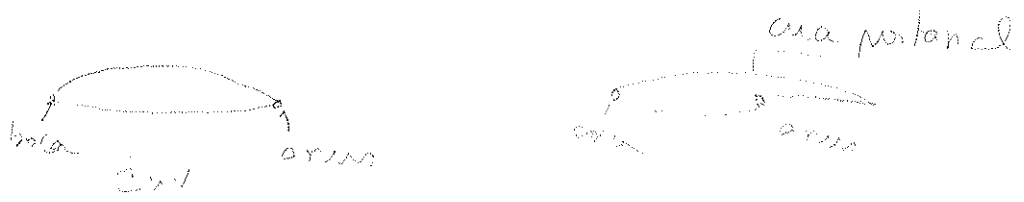
forma de bolsas opuestas, se encuentran, se fusionan y se perforan en la zona de contacto para establecer la comunicación entre el interior de la faringe y el medio exterior.

La faringe perforada surgió como un sistema de alimentación por filtración, y como tal se utiliza en urocordados y cefalocordados. En los vertebrados lo presentaba las formas agnatas más primitivas.

En los vertebrados esta estructura está esencialmente ligada a la aparición, y uso ulterior, de branquias situadas típicamente, en las cavidades resultantes de estos orificios. En los vertebrados superiores la función respiratoria de las branquias ha sido substituidas por los pulmones, pero en el embrión siguen existiendo sacos branquiales. Las branquias de los invertebrados (por ejemplo de los crustáceos y moluscos) son prolongaciones de la superficie corporal (expansiones tegumentárias). Sin embargo las branquias de los vertebrados, son órganos internos conectados con el tubo digestivo. El agua entra en la faringe, generalmente por la boca, y sale por las hendiduras branquiales. En la superficie de estas vias hay membranas branquiales en las que tiene lugar el intercambio de gases.

Presencia de cola postanal. La cola postanal, junto con la musculatura somática y la notocorda, proporcionan la movilidad que precisan las larvas de los urocordados y el anfioxo para su vida libre nadadora. Como una estructura añadida al cuerpo, por detrás del tubo digestivo, ha evolucionado claramente para la propulsión del individuo. Su eficacia se incrementa, más tarde, en los pisciformes con la aparición de aletas.

Caracteres fundamentales pero no exclusivos: són los relacionados con la tripoblastia y el celoma, la simetria bilateral, la segmentación y metamerización, la diferenciación regional del cuerpo (cefalización), el aparato digestivo, el sistema excretor, los órganos de la reproducción, el sistema circulatorio, el sistema muscular, el sistema de sostén, el sistema tegumentátio.



### Origen de los cordados

Desde mediados del siglo pasado, cuando la teoría de la evolución de los organismos llegó a ser el punto clave para la búsqueda de relaciones entre los distintos grupos, se ha discutido el problema del origen de los cordados. De hecho es muy difícil reconstruir las líneas de descendencia, ya que los "protocordados" más antiguos eran probablemente animales de cuerpo blando que tuvieron pocas oportunidades de llegar a dar fósiles. Consecuentemente estas reconstrucciones se realizaron a partir del estudio de organismos vivos, especialmente del análisis de estadios tempranos del desarrollo, que tienden a estar más aislados de los cambios evolutivos que las formas adultas diferenciadas.

Una de las cuestiones que ha preocupado a diferentes autores es la de establecer las posibles relaciones de afinidad y de parentesco entre los tres grupos de cordados. Tradicionalmente se ha reunido bajo el término de procordados a urocordados y cefalocordados, frente al grupo de los vertebrados. Existen una serie de caracteres que justificaron esta agrupación de urocordados y cefalocordados. Los estudios realizados no aportan grandes avances sobre la cuestión del origen de los cordados como grupo. Actualmente se apunta hacia un trifiletismo del grupo. Se ha comprobado que las características comunes a los tres subfilos (urocordados, cefalocordados y vertebrados) son la posesión de notocorda y de hendiduras faríngeas. La interpretación de la epineuria es más discutible: se puede considerar como un rasgo propio de los cordados, en oposición a la hipo y cicloneuria, o como un carácter epigenético, consecuencia de la aparición del notocordio (Lovtrup).

Bateson (1886) propuso un parentesco entre los hemicordados y los cordados basado en la presencia de hendiduras faríngeas y en la localización dorsal del sistema nervioso. Hyman (1959) encuentra que el sistema nervioso de los hemicordados presenta semejanzas con el de los cordados: posición dorsal, ahuecamiento ocasional, formación a partir del ectodermo y presencia ocasional de neuroporo. Pero también encontró que en otros aspectos, quizás más trascendentes, el sistema nervioso se aproxima más al modelo de los invertebrados: posición

intraepidémica, presencia de conectivos circumentéricos y presencia de un cordón nervioso ventral.

El mayor parecido entre los hemicordados y los cordados reside, según Hyman, en las hendiduras faríngeas ya que este fenómeno no se observa en otros taxa de animales. Particularmente el aparato branquial de enteropneustos y cefalocordados presenta la misma construcción general. Según Hyman, esta identidad sólo es posible partiendo de ancestros comunes. Lovtrup considera la posibilidad de que se trate de un fenómeno de convergencia. De todas formas la relación hemicordados-cordados parece estar basada en pruebas muy lábiles hasta el presente.

### El origen de los vertebrados

Prácticamente los mismos problemas que existen para establecer el origen de los cordados es el que presenta establecer el origen de cada uno de los subfilos aceptados actualmente.

En lo que concierne al origen de los vertebrados las primeras especulaciones apuntaron hacia los artrópodos, considerados como el grupo de invertebrados más desarrollado y, muchas veces, más avanzado. se reconoció rápidamente que si un artrópodo (insecto, por ej.) con su cuerpo segmentados, cordón nervioso ventral, corazón dorsal, diera la vuelta sobre sí mismo, resultaría el plan básico de un vertebrado. Posteriormente la consideración de antecesor de los cordados fue transferida a los anélidos porque el grupo comparte un plan corporal básico con los artrópodos y además, tiene un sistema excretor que, sorprendentemente recuerda al de los vertebrados primitivos.

Aunque la teoría del anélido-vertebrado continuó en pie hasta 1922 presentaba dificultades irresolubles. Un anélido invertido tiene su cerebro y su boca en posiciones relativas erróneas. El cordón nervioso de los anélidos es ventral pero conecta con un cerebro dorsal por medio de un conectivo circumfaríngeo. Cuando se da la vuelta a un anélido, como requiere la teoría anélido-vertebrado, la boca se abre en la zona dorsal y el cerebro queda en la zona ventral. Ambas teorías están totalmente descartadas.

A principios de siglo, cuando las nuevas teorías se basaban

en el patrón de desarrollo de los animales, inmediatamente se vio que sólo los equinodermos merecían ser considerados como posibles ancestros de los vertebrados. Los equinodermos y los cordados pertenecen a la rama de los deuteróstomos del Reino Animal, en la que el ano se forma a partir del blastóporo o en el extremo de la gástrula y la boca se forma como una abertura secundaria, generalmente, en el lado opuesto. La formación del celoma, en ambos filos, es de tipo enterocélico: el celoma se forma a partir del arquenterón del embrión. Ambos tipos de embriones, de equinodermos y de cordados, muestran segmentación indeterminada esto es, cada uno de los blastómeros tiene equivalente potencial para llevar a cabo el desarrollo completo del embrión. Estas características son compartidas por braquiópodos y pterobranquios (grupo de hemicordados), así como por equinodermos, urocordados, cefalocordados y vertebrados.

La hipótesis según la cual los ancestros de los vertebrados reside en el filo de los equinodermos parte de Garstang (1894). Este autor supone la formación de la notocorda y de hendiduras branquiales en una larva, primariamente de tipo auricularia (propia de los holoturioideos).

(In situ)  
 larva auricularia  
 ↓  
 Ascidio  
 (notocorda)  
 ↓  
 g. m.

Garstang presupone el desplazamiento de las bandas ciliadas hacia la zona dorsal de la larva, adoptando con ello un cierto parecido con la larva de las ascidias. La larva pasaría al estadio adulto mediante un fenómeno de neotenia. En relación a esta vía larvaria cabe recordar que Lovtrup aduce razones para considerar que los tipos larvarios no son totalmente determinantes de afinidades filogenéticas. Ante todo concluye, dicho autor, que el número de formas larvarias posibles es limitado. Las larvas, sobre todo las primitivas, están conformadas de modo que participan en su estructuración un número muy limitado de elementos diferenciales.

Teniendo en cuenta esta circunstancia uno o dos acontecimientos <sup>parece</sup> haber sido necesarios para pasar de la larva hipotética al adulto:

- a). El primero invoca la participación de caracteres no morfológicos de los equinodermos adultos. Se trata de un recurso que asegure la creación de los miembros correspondientes al grupo de los cordados, partiendo de la diferencia fundamental existente entre equinodermos y cordados.
- b). El segundo presupone la supervivencia de la larva en una



Group equinod <sup>Lobitornidans</sup>  
ascidoidans (groups fish)

8.

forma sexualmente madura, hasta compilar una nueva serie, completa, de caracteres estables todo ello bajo una presión de selección natural benigna.

En 1928 Garstang fijó su atención en la larva tornaria de los enteropneustos (hemicordados) suponiendo que ésta podría transformarse, en base a una evolución semejante en una larva de ascidia, y por neotenia, en un vertebrado. La idea de que los urocordados estarían en la base de la línea de los cordados fue apoyada por Berrill (1955), pero otros muchos autores argumentaron, por diversas razones, que los urocordados sésiles son descendientes "degenerados" de antecesores pelágicos relacionados con los vertebrados.

Más recientemente, otras pruebas que relacionan cordados con estrellas de mar y sus semejantes han sido aportadas por el estudio detallado de un grupo de fósiles de equinodermos, los estilóforos (*Stylophora*). Estas formas, pequeñas y simétricas, presentan una serie de hendiduras branquiales cubiertas con un opérculo, una cola postanal con una varilla central semejante a una notocorda, paquetes musculares y cordón nervioso dorsal. Estos organismos estaban, aparentemente, adaptados para utilizar sus hendiduras branquiales para filtrar alimento, como lo hacen en la actualidad los urocordados y cefalocordados.

En definitiva, resulta difícil tomar una postura acerca tanto del origen de los vertebrados, como de las relaciones de éstos con los "procordados". También es complicado, según lo expuesto, dilucidar hasta que punto urocordados y cefalocordados esta emparentados entre sí. Los datos brindados por la embriología, la morfología comparada y los análisis basados en caracteres no morfológicos (bioquímicos, fisiológicos e histológicos) no parecen ser concordantes. Los paleontológicos tampoco aclaran la cuestión.

Ordenación actual de los cordados:

#### Phylum Chordata

##### Subphylum Urochordata (= Tunicata)

- Cl. Ascidiacea (ascidias)
- Cl. Thaliacea (salpas)
- Cl. Larvacea (apendicularias)
- Cl. Sorberacea

Subphylum Cephalochordata (= Acrania)

Subphylum Vertebrata

✓ SuperCl. Agnatha

- Cl. Cephalaspidomorphi
  - Subcl. Osteostraci (+)
  - Subcl. Anaspida (+)

✓ Subcl. Petromyzonida

- Cl. Pteraspidomorphi
  - Subcl. Heterostraci (+)
  - ✓ Subcl. Myxinoidea

SuperCl. Gnathostomata

- ✗ Cl. Elasmobranchiomorphy
  - Plesion Placodermi
  - ✗ SubC. Chondrichthyes
    - InfraCl. Elasmobranchii
    - InfraCl. Holocephali

Nivel Teleostomi

- Plesion Acanthodii
- ✗ Cl. Osteichthyes
  - ✓ Subcl. Actinopterygii
  - ✓ Subcl. Eusthenopteron
  - ✓ Subcl. Sarcopterygii
- ✓ Cl. Amphibia
- ✓ Cl. Reptilia
- ✓ Cl. Aves
- ✓ Cl. Mamalia