الفقريات Vertebrates

هي شعبة ثانوية من الحبليات Chordates ولذك فهي تشترك بخصائصها التركيبية مع المجاميع الاخرى التي تنتمي الى هذه الشعبة، اهم خصائصها

1- عضو ساند في الطور الجنيني
2- حبل ظهري
3- جهاز عصبي مركزي فوق الحبل الشوكي
4- قناة هضمية تحت الحبل الشوكي

نشوء أولى الفقريات

كانت صدفية الجلد Ostracoderms والأسماك ذوات الفكوك البدائية متوفرة في كلا البيئتين البحرية والمياه العذبة مما يشير الى نشوئها بفترة أكثر قدماً من هذه، وبالرغم من وجود الفرضيات التي تتخذ بيئة المياه العذبة منطقة لنشوء الفقريات لكن الأدلة التي تسند فكرة نشوئها في المياه البحرية في تزايد. إنّ جميع شعب الحبليات الأولية وكذلك ذوات الفم الثانوي Deuterostome اللافقرية شعب بحرية بدائية. وبما أنّ هناك صلة بين هذه الحبليات لابدّ اذن من وجود أحياء بحرية سابقة انتقالية في الخط التطوري الذي قاد الى تكوين الفقريات.

إنّ جميع الفقريات المعروفة من الفترة الكامبيرية (قبل 600-570 مليون سنة) وكذلك من الفترة الاوردفيسية (قبل 500 مليون سنة) وجدت كمتحجرات بحرية، وليس هناك مايسند فكرة النشوء في المياه العذبة وإنجرفت الحيوانات مع تيار النهر الى المصب البحري حيث تم حجزها هناك.

وجدت أولى متحجرات الفقريات في رواسب الفترة الكامبيرية والاوردفيسية ولم تكن هذه المخلفات سوى قطع عظمية مما يدل على أنها لا يمكن أن تمثل أولى الفقريات التي يعتقد انها كانت تعيش ضمن أوساط لم تساعد على تحجرها، كذلك لم يتم العثور على متحجرات صدفية الجلد في رواسب المياه العذبة الاّ تلك التي تعود للفترة السيلورية في الفترات الأحدث منها.

وباستخدام طرق معينة كأشعة أكس X ray وتحليل البورون تم التوصل الى أنّ النماذج التي تم الحصول عليها تم تحجرها في المواقع التي وجدت فيها، كما أنّ دراسة تخطيط الطيف Spectrography وضّحت لنا المكونات الكيميائية المشتركة في تكوين هذه المتحجرات، أمّا طريقة البورون فمهمة في تحديد درجة الملوحة التي تكوّن تحته التحجرلأنّ تركيز الأملاح يرتبط مع درجة ملوحة البيئة المائية خلال العملية الرسوبية، ولقد تم التوصل من هذه الدراسات الى أنّ أولى الأسماك كانت قد ماتت وانطمرت في رواسب بحرية و أنّ ظروفاً حرجة في بيئتها منعتها أن تزدهر هناك.

وبقدر تعلق الأمر بتركيز البورون فان تلك الظروف الحرجة لم تكشف سوى عن تذبذب درجة الملوحة وهكذا نجد ان المحل الذي تنطبق عليه جميع هذه المواصفات لا يمكن ان يكون الاّ منطقة مصبية Estuarine إذ نلاحظ مثل هذا التباين الكبير في الأملاح نتيجة التبخر الذي يحدث في أوقات وزيادة تدفق المياه العذبة في أوقات اخرى فتؤثر في إرتفاع وإنخفاض تركيز الأملاح على التوالي.

أمّا سبب ظهور الفقريات بشكل متاخر في سجل المتحجرات فان أكثر الفرضيات المقبولة تشير الى أنّ تطور الفقريات حدث في بيئة منعت حدوث التحجر في مخلفات أنسجتها الرخوة كما يظهر ان تلك الفقريات كانت خالية من المواد الهيكلية الصلبة فهي دون شك كانت تخلو من العظام خلال الفترة الكامبيرية.

أمّا متحجرات الأسماك التي عثر عليها خلال الفترة السيلورية فتمتاز بان أجسامها متمفصلة ولكنها تظهر كأسماك واطوالها 20-30 سم وهي توضح أنها ماتت تمتلك عظاماً و أنها تحولت بتغذيتها من طريقة الترشيح بإستخدام الأهداب الى إستخدام العضلات كوسيلة أكثر كفاءة للتعامل مع مواد غذائية أكبر. وتدعى جميع الفقريات الأولى باسم صدفية الجلد Ostracoderm (shelled skin).

أولى الفقريات المعروفة، حيوانات مائية، أجسامها مغطاة بدرع من عظام أدمية رأسية وصدرية، شكلها شبيه بالأسماك اللافكية لخلوها من الفكوك والزعانف الزوجية ووجود عدد من الجيوب الغلصمية، نضمن انها خالية من العمود الفقري ولذلك فالحبل الظهري مستديم طيلة حياتها وهكذا تصنف ضمن عديمة الفكوك (Agnatha).

تعود متحجرات صدفية الجلد الى نهاية الفترة السيلورية وأواسط الفترة الديفونية وتقدر اعمارها بـ 400 مليون سنة. عاصرت هذه الأسماك أسماك اخرى ذوات فكوك ولذلك يعتقد ان أولى الفقريات قد نشات قبل صدفية الجلد بـ 50-125 مليون سنة، وقد وجدت متحجرات لفقريات تعود لنهاية الفترة الكامبيرية وأواسط الفترة الاوردفيسيية ولكن دون توفر متحجرات منها خلال الفترة بين الأوردفيسية ونهاية الفترة السيلورية، ومن مميزات صدفية الجلد العيون جانبية وفتحتين منخريتين.

من النماذج الاوردفيسية إنّ أولى صدفية الجلد لها قابيلية إنتاج العاج ومادة شبيهة بالميناء وتضم هذه الفترة المتحجرات قطعاً عظمية تعود لنفس الفترة، أنّ الأجزاء العظمية والأشواك تشير الى أنّ الانسجة العظمية لم تأت بعد مرحلة تكوين الغضروف أي أنّ الأسماك الغضروفية لا تمثل الأصل الذي نشأت منه الأسماك العظمية، ونظراً لإنعدام أية متحجرات للفترة بين تلك التي تعود لصدفية الجلد وأية مجموعة حيوانية تمثل ما يمكن ان يعتبر كاساس لنشوء الفقريات لابد من اللجوء الى دليل آخر يوضح العلاقات التطورية بين الفقريات والحيوانات الاخرى. يعتمد هذا الدليل على أساس فكرة التشابه التركيبي او التماثل **Homology** إذ تعتبر الأجزاء المتشابهة بتركيبها في الحيوانات المختلفة متماثلة وهذا دليل على أنّها مورثة من أصل مشترك واحد، أي أنّ التماثل دليل على وجود علاقات وراثية.

ويتضمن هذا التماثل نشوء التركيب من نفس الطبقات الجرثومية الجنينية وتكون من نفس المكونات في الحيوان الكامل التكوين حتى وإن اختلفت مثل هذه التراكيب بالوظيفة الجديدة من إكتسابها بشكل مختلف المظهر، وباتخاذ التماثل دليلاً للبحث عن أصل يمكن أن نتخذه الأساس الذي نشأت منه الفقريات نصل الى مجموعة من اللافقريات الحبلية تمتاز بوجود حبل ظهري وانبوب عصبي وشقوق بلعومية وذنب خلف المخرج.

وبالرغم من وجود العديد من الصفات في الشعبة الثانوية رأسية الحبل **Cephalochordata** والتي قد تعتبر مماثلة **homologous** مع نظيراتها في الفقريات، الاّ أنّ هناك فروق تدل على أنّ الرميح والحيوانات القريبة الصلة لا يمكن إعتبارها ضمن الخط التطوري الذي قاد الى تكوين الفقريات ومن أمثلة هذه الاختلافات إنعدام الأجهزة الحسية والعصبية في مقدمة الرأس وإمتداد الحبل الظهري الى مقدمة الخطم، وهي صفات لا تجعل من رأسية الحبل المرشح الذي يتوقع نشوء دماغ الفقريات منه، وهكذا فان رأسية الحبل مجموعة معاصرة ومع أنها قريبة الصلة بالفقريات لكنها لا تمثل أصل نشوء الفقريات، بل تكشف لنا بعض خصائص ذلك الأصل وهي والفقريات تقع على مفترق طريق تطوري وكلاهما منحدر من أصل موغل في القدم. كذلك نستبعد اتخاذ الشعبة الثانوية ذيلية الحبل **Urochordata** ونصفية الحبل **Hemichordata** كاصل لنشوء الفقريات.

أصل نشوء العظام في الأسماك

لابد من التطرق الى ظاهرتين يلتبس أمرهما في المراجع أولاهما هي ظاهرة تكوين غدد جنسية في أجسام يرقات لاتستحيل، بل تبقى كيرقات لها القدرة على التكاثر الجنسي. وهذا مايعرف بظاهرة النضج الجنسي. اليرقي **Neotony**، أمّا الظاهرة الاخرى فتتضمن بقاء بعض الصفات اليرقية في حيوان له القدرة على التكاثر وهذه تدعى الطفولية **Paedogensis** أو **Paedomorphosis** وتتضمن الطفولية إخفاق جزء أو أجزاء من جسم اليرقة في أن ينمو بالسرعة الطبيعية لتكوينه أو أن يتوقف تكوين ذلك الجزء قبل الوصول الى مرحلة الحيوان البالغ، ويعود سبب بقاء التراكيب الطفولية لتكوين شاذ يقلل فرص بقاء الكائن الحي أي لايكون الانتخاب الطبيعي لصالحه ولكنه قد يضفي مزايا جيدة تدخل في التركيب الوراثي وعندئذ يكون الانتخاب الطبيعي لصالحه، ومن أمثلة الطفولية الشائعة التي تم أنتخابها كصفات في الحيوان البالغ عبر المسيرة التطورية للفقريات مايلي:

إنعدام العظام في الأسماك الغضروفية وهي حالة ثانوية نتجت عن إخفاق تكوين الدرع العظمي الذي كان موجوداً في الأصل الذي نشات منه وبقاء الهيكل الجنيني الغضروفي في الحيوان البالغ، ومن الأمثلة الاخرى ما يلاحظ في السلمندرات التي تبقى فيها الغلاصم الخارجية خلال مرحلة الحيوان البالغ، كما نلاحظ هذه الظاهرة في الانسان حيث يبقى الوجه الصغير والقحف الصغير في العديد من الافراد دليلاً على هذه الحالة في الإنسان وغيره من اللبائن.

ومن الأمثلة التي توضح ظاهرة النضج الجنسي اليرقي في الفقريات حالة نوع من السلمندر المكسيكي إذ تعتبر الأفراد اليرقية الناضجة جنسياً هي السائدة في جماعاته في بحيرة زوكيملكو في المكسيك، إنّ سبب إخفاق الإستحالة هنا قد يكون أحد العوامل البيئية كالحرارة ولكن الإحتمال الأكثر تقبلاً في حالة هذا النوع من السلمندرات يعود الى أن الأساس الوراثي للاستحالة فيه متعدد العوامل ومتغير وهو عرضة لضغوط إنتخابية أو لسبب مجهول نجد إنّ هذه البحيرة تساعد على ابقاء الشكل اليرقي المستديم.

وهكذا لم يبق من هذه المسيرة التطورية التي امتدت عبرمايقارب من 550 مليون سنة سوى لغز نشوء العظام، صحيح أنّ النسيج العظمي في الفقريات لا يماثل سواه من الأنسجة الهيكلية في اللافقريات إلاّ أنهما يرتبطان بصفات مشتركة

كلاهما يتكون بترسيب أملاح معدنية في مادة بينية تنتجها خلايا خاصة،

كما أنّ تكوين الأنسجة المتكلسة في الفقريات واللافقريات يتم بفعل خلايا ناشئة من كل من الاكتوديرم والميزوديرم الجنيني،

كما أنّ المادة البينية التي يولدانها متشابهة لاحتوائها على سكريات مضاعفة وبروتينات،

إلاّ أنّ العظام تمتاز بخصوصية في نسبة ما تحويه من خلايا ومادة بينية وأملاح، أمّا مكونات الهيكل الصلب في الفقريات فقد كانت موجودة في حيوانات اخرى قبل نشوء الفقريات وهكذا فإنّ العظام في الفقريات الأولى لا تمثل نسيجاً متحدثاً بل جزءاً جديداً للكيان الوراثي للحبليات ومجموعة ذوات الفم الثانوي **Deuterostome** التي تمثل الأصل الذي نشات منه أولى الفقريات.

لذلك يعتقد أنّ نشوء العظام جاء بسبب ضغوط إنتخابية فهي إضافة الى كونها تراكيب تصون الأجزاء الرخوه وتسندها إلاّ أنّها بنفس الوقت تمثل خزيناً للاملاح المعدنية وخاصة الفسفور الذي يعتبر شحيحاً في البيئه الطبيعية، إنّ هذا أصل أولى القوى الإنتخابية في تاريخ العظام الأدمية في أولى الفقريات، ومما يسند هذا الراي هو أنّ هذه الإجزاء العظمية الصغيرة **conodonts** مالبثت إن تكونت حتى أصبح تكوين عظام أكبر أمراً شائعاً، كما أنها استغلت في تكوين الأسنان ودروع صدفية الجلد فيما بعد. وبذلك إنّ تكوين تراكيب جديدة في أنواع وأجزاء أجسام الفقريات جاء نتيجة لضغوط تطورية في فترات متعاقبة فرضها التطور.

نشأت وتطور الأسماك

لقد تم العثور على حفريات لأسلاف الأسماك تعود الى العصر السيلوري المتاخر. وقد وجد إنّ هذه الأسماك تحمل دروعاً عظمية أو شبه عظمية على منطقة الراس، لذلك يطلق عليها صدفية الجلد **Ostracodermis** كما أنّ لها قشور على الجذع والجلد. هذه الحفريات تتشابه مع دائريات الفم

في كونها عديمة الفكوك،

وأنّ فمها عبارة عن شق صغير،

يضاف الى ذلك إحتوائها على زوج من الطيات خلف منطقة الرأس،

وأيضاً وجود أشواك صغيرة على جانبي الجسم.

وقد كان يظن الى وقت قصير إنّ أسلاف تلك الأسماك كانت بحرية، إلاّ أنّ العثور على حفريات الحيوانات مدرعة الجلد والتعرف عليها قد هزّ هذه النظرية.

ويظن حالياً أنّ هذه الأسماك تمثل أسلاف الفقريات، ومن هنا قد يقال إنّ تطور الأسماك قد بدأ في المياه العذبة ثم انتقل الى البحار. وهناك برهان آخر على ذلك يعتمد على تركيب الكلية، فالكلية في الأسماك البحرية عبارة عن أنابيب دقيقة **Tubules** وظيفتها طرح الماء الى الخارج، وهذا ما ينطبق على متطلبات المعيشة في المياه العذبة. إنّ الإنتشار الغشائي يعمل على دخول الماء الى جسم السمكة وبالتالي يجب التخلص منه، وهو عكس المطلوب للمعيشة في البحر، لأن السمكة في هذه الحالة تفقد الماء من جسمها الى ماء البحر. إلاّ أنّ الأسماك العظمية التي تعيش في البحار تتغلب على هذه المشكلة بشربها المستمر لماء البحر إذ تقوم خلايا متخصصة باستخلاص الملح من الماء الداخل فيصبح وكأنه عذباً، أمّا في حالة الأسماك الغضروفية فانها تحتفظ في سوائل جسمها بكمية من أملاح اليوريا لمعادلة تركيز الأملاح الموجودة في ماء البحر المحيط بها.

Dr. Jassim 2015-2016

ويظن انه في بداية العصر الديفوني Devonian ، ظهرت أنواع الفقريات التي تعيش في المياه العذبة، ومنها هاجرت الى البحار، وبدأت تفقد معظم دروعها، وتطور جسمها من الشكل المفلطح الى الشكل المغزلي، وبدا تطور الفكوك وظهور الزعانف المزدوجة، وبدأت الأسماك تكتسب سرعة في السباحة لتتمكن من المطاردة والإفتراس بدلاً من المعيشة المترممة على القاع. فهناك تشابه كبير بين فكوك أسماك القرش وأقواسه الخيشومية، لدرجة انه يظن ان الفكوك قد تطورت من هذه الاقواس وتمفصلت معها. وقد أستدل من الحفريات على أنَّ أسلاف أسماك القرش في البحار ترجع الى العصر الكربوني (أي قبل 300مليون سنة)، وإن منشأها كان في المياه العذبة، وإنها استمرت قليلة العدد نتيجة لقلة غذائها من الفقريات الاخرى، وبالهجرة الكبيرة للفقاريات الى البحار وتوافر غذاء القروش منها أخذت تلك الأسماك تسود الحار منذ الحياة المتوسطة Mezozoic (أي قبل حوالي 120مليون سنة) بالرغم من عدم تفوقها في العدد.

بالنسبة للأسماك العظمية فيرجع ظهورها في المياه العذبة الى العصر الديفوني الذي يسمى عصر الأسماك فقد كان جسمها مغطى بقشور عظمية، مع تغطية الراس والكتف بصفائح عظمية قوية. أمّا الجوانب وقمة الجمجمة فكانت مغطاة بعظام قشرية Dermal. ويظن إنّه كانت لجميع هذه الأسماك القديمة رئات فعلية على شكل أكياس بسيطة تفتح الى الخارج أسفل منطقة الحنجرة Throat. وكان الغرض من هذه الرئات هو المعيشة تحت الظروف المناخية المتغيرة من ناحية فترات الأمطار وفترات الجفاف التي كانت سائدة في العصر الديفوني. ثم تحولت هذه الأكياس الى كيس واحد يفتح أعلى منطقة الحنجرة وخاصة بعد القلة النسبية في التغيرات المناخية فيما بعد العصر الديفوني ثم تحور الكيس الى المثانة الهوائية المعروفة حالياً، جدول (1) يوضح تقسيم الزمني الجيولوجي وتطور النباتات والفقريات اثناء تاريخ الارض.

جدول (1) تقسيم الزمني الجيولوجي وتطور النباتات والفقريات أثناء تاريخ الارض.

القياس الزمني النسبي			العمر المطلق مليون سنة
حقب الحياة القديمة	مبكر	الدور الكمبري	600
		الدور الاردوفيسي	500
		الدور السيلوري	430
	متاخر	الدور الديفوني	413
		الدور الكربوني	350
		الدور البرمي	275
حقب الحياة الوسطى	الدور الترياسي (الثلاثي)		225
	الدور الجوراسي		180
	الدور الكريتاسي (الطباشيري)		135
حقب الحياة الحديثة	الدور الثالث	عصر الباليوسين	65
		عصر الايرسين	55
		عصرالارليجوسين	38
		عصر المايوسين	25
		عصر البليوسين	12
	الدور الرابع	عصر البليستوسين	2

Dr.Jassim 2025-2026