

التركيب العياني والنسجي لقلب سمكة البعوض *Gambusia affinis* (Baird & Girard)

كواكب عبد القادر المختار

عبد الحكيم الراوي
جنان برهان علوان

تاريخ قبول النشر ٢٠٠٤/٦/٧

الخلاصة

يتكون قلب سمكة البعوض البالغة من أربع ردهات مرتبة من الخلف إلى الأمام وحسب مسار السدم خلالها فتبدأ بالجبب الوريدي ثم الأذين ثم البطين ثم البصلة الشريانية. الجيب الوريدي رقيق الجدار ولا يحتوي على حواجز عضلية، ويفتح إلى الأذين بالفتحة الجيبية الأذينية المحروسة بطبقتي الصمام الجببي الأذيني. جدار الأذين أكثر سمكا. ما هو عليه في الجيب الوريدي بقليل، ويتميز باحتوائه على حواجز عضلية قصيرة وقليلة العدد. يفتح الأذين إلى البطين بالفتحة الأذينية البطينية المحروسة بطبقتي الصمام الأذيني البطيني. يتميز جدار البطين بأنه أكثر جدران ردهات القلب سمكا، إذ يحتوي على الطبقة الإسفنجية ذات الحواجز العضلية كثيرة التفرع. يفتح البطين إلى البصلة الشريانية بالفوهة الشريانية المحروسة بطبقتي صمام البصلة الشريانية. يكون جدار البصلة الشريانية سميك إذ يحتوي على عدة أغشية مرنة تتخللها خلايا عضلية احشائية، وتبرز من السطح الداخلي لجوفها طيات طولانية الترتيب. لقد اعتبرنا أن البصلة الشريانية هي جزء من القلب وليست وعاء دموي وذلك لأنها واقعة داخل الجوف التاموري، كما أن الطبقة الخارجية من جدارها محاطة بنسيج ظهاري حشفي بسيط أما الطبقة الخارجية للأوعية الدموية فلا يحيطها مثل هذا النسيج.

المقدمة

arteriosus في الأسماك العظمية (Goodnight *et al.*, 1964). يتكون جدار الردهات الثلاث الأولى في قلب الأسماك من ثلاث طبقات كما هو الحال في قلب باقي الفقاريات، وهي مرتبة من الداخل نحو الخارج كالآتي:

١. الشغاف Endocardium: ويتكون من صف مفرد من خلايا بطانية endothelial cells ونسيج ضام مفكك واقع تحتها، كما في سمكة *Chaenocephalus aceratus* (Harrison *et al.*, 1991)، تستمر هذه الطبقة مع الطبقة الداخلية لجدار الأوعية الدموية (Stainier, 2001) والمسماة بالغلالة الباطنة Tunica interna.

القلب عضو عالي التخصص ويمثل مضخة الدم في جسم الحيوان ويختلف تركيبه في مختلف الفقاريات، ولأهمية هذا العضو فقد احتل حيزا واسعا في كثير من المجالات البحثية حيث درس من قبل ليم (Liem, 1961) ولانلسر وجماعته (Lagler *et al.*, 1962) وبريد (Priede, 1976) وبوند (Bond, 1979) سانتر وولكر (Santer & Walker, 1980) و اكار دو وجماعته (Icardo *et al.* I & II (1999). يتكون القلب في الأسماك من أربع ردهات مرتبة حسب مسار الدم خلالها كالآتي:

الجيب الوريدي sinus venosus ثم الأذين atrium ثم البطين ventricale ثم المخروط الشرياني conus arteriosus في الأسماك الغضروفية، أو البصلة الشريانية bulbus

دكتوراه-كلية التربية ابن الهيثم-جامعة بغداد

دكتوراه-قسم علوم الحياة-كلية العلوم للبنات-جامعة بغداد

قسم علوم الحياة-كلية العلوم للبنات-جامعة بغداد

سمكة (*Icardo et Chinodraco hamatus* 1999). وتتكون الغلالة الوسطانية من خلايا عضلية احشائية visceral muscle cells متناثرة في نسيج مرن، وتشكل هذه الغلالة اغلب سمك جدار البصلة الشريانية (Watson & Cobb, 1979). أما الغلالة البرانية فانها تتكون من الياف مغراوية collagenous fibers وارومات ليفية fibroblast، وتغلف هذه الغلالة من الخارج طبقة التامور الحشوي visceral pericardium المكونة من صف مفرد من خلايا ظهارية حرشفية مستتدة على نسيج ضام مفكك رقيق كما في سمكة *Trematomus beranchii* (Icardo et al., 1999).

المواد وطرائق العمل

تم الحصول على الأسماك البالغة من سوق الغزل في بغداد ومن قناة الجادرية باطوال تتراوح ما بين (٣-٥.٥) سم اناثا وذكورا، وتم تشريحها بعمل شق من الناحية البطنية في منطقة وجود القلب ثم عمل شقين عموديين على الشق الأول لكل جانب. استئصل القلب كاملا ثم ثبت في محلول بوين Baneroff & Bouin's fluid (Stevens) لمدة ٢٠ ساعة، ثم مررت العينات بسلسلة من تراكيز مختلفة من الكحول الايثيلي تصاعديا من ٧٠% إلى ١٠٠% ولمدة ساعة واحدة لكل تركيز، وبعدها نقلت إلى الزايلين لمدة ٢٠ دقيقة، ثم شربت بشمع البرافين (٥٨ م) لمدة ثلاث ساعات، تلى ذلك طمرها بنفس نوعية الشمع. قطعت مقاطع بسمك ٦ مايكرومتر سهمية ومستعرضة وجبهية متسلسلة بواسطة المشراح الدوار rotary microtome. حملت المقاطع على شرائح زجاجية مغطاة بطبقة رقيقة من أح ماير ولونيت بملوني الهيماتوكسلين والايوسين (Humason, 1967). فحصت المقاطع بمجهر ضوئي نوع Olympus ثم صورت باستخدام نفس نوعية المجهر مزودة بكساميرا تصوير فوتوغرافي.

النتائج

- التركيب العياني:

أظهرت الدراسات العيانية ان قلب سمكة البعوض البالغة يقع اسفل الغلاصم وخلفها مباشرة ويحتل الجوف التاموري pericardial cavity وانه يتكون من أربع ردهات مرتبة من الخلف إلى الامام وحسب مسار الدم خلالها فتبدأ بالجيب الوريدي ثم الأذين ثم البطين ثم البصلة الشريانية (شكل ١ ومخطط ١ و ٢).

٢. عضل القلب Myocardium: وتقابل الغلالة الوسطانية Tunica media في الاوعية الدموية، وتتكون من خلايا عضلية قلبية (Kent & Larry, Cardiac muscle cells 1997).

٣. النخاب Epicardium: وتقابلها الغلالة البرانية Tunica adventitia في الاوعية الدموية، وتتكون من صف مفرد من خلايا ظهارية حرشفية squamous epithelial cells ونسيج ضام مفكك واقع تحته (Harder, 1975).

يكون جدار الجيب الوريدي رقيقا إذ انه يحتوي على طبقة رقيقة من خلايا عضلية قلبية. يتصل الجيب الوريدي بالأذين بالفتحة الجيبية الأذينية sinoatrial aperture محروسة بطبقتي الصمام الجيبي الأذيني (Bond, sinoatrial valve 1979). يكون جدار الأذين أكثر سمكا مما هو عليه في الجيب الوريدي وذلك لاحتوائه على خلايا عضلية قلبية أكثر (Webster & Molly, 1974). توجد عدة حواجز عضلية muscular septa تعمل على تقسيم جوف الأذين إلى عدة جيوب ثانوية تفتح في جوفه المركزي (Olson, 1998). يفتح الأذين إلى البطين بالفتحة الأذينية البطينية atrioventricular aperture المحروسة بطبقتي الصمام الأذيني البطيني -atrioventricular valve (Walker, 1970). تتكون طبقة عضل القلب نسجيا في بطين الأسماك من طبقتين ثانويتين هما: طبقة داخلية تعرف بالطبقة الإسفنجية spongy layer وتترتب فيها الخلايا العضلية القلبية بغير انتظام مكونة حواجز متفرعة، وطبقة خارجية تعرف بالطبقة المكتنزة compact layer وتكون فيها الخلايا العضلية القلبية مترابطة دائرية الترتيب (Tota et al., 1983). المخروط الشرياني (الموجود في الأسماك الغضروفية) يمثل ردهة عضلية تحتوي على خلايا عضلية قلبية (Lagler et al., 1962)، أما البصلة الشريانية (الموجودة في الأسماك العظمية فقط) فتتميز بجدارها العضلي السميك والذي يتكون من ثلاث طبقات وهي من الداخل نحو الخارج... الغلالة الباطنة والغلالة الوسطانية والغلالة البرانية (Watson & Cobb, 1979). تتكون الغلالة الباطنة من صف مفرد من خلايا بطانية ذات سطوح محدبة تبطن جوف البصلة الشريانية الذي يبدو غير منتظم الشكل بسبب وجود طيات طولانية تبرز اليه، وهناك عدد من الفجوات تحت الخلايا البطانية كما في

- التركيب النسيجي الخاص:

١- الجيب الوريدي:

الجيب الوريدي ردهة رقيقة الجدار لقلبة كمية الخلايا العضلية القلبية في طبقة عضل القلب إذ تتكون من صفيين من هذه الخلايا وتنتشر فيما بينها الارومات الليفية (شكل ٢). يفتح الجيب الوريدي إلى الأذين بالفتحة الجيبية الأذينية وهي محروسة بالصمام الجيبي الأذيني المكسوس من طيتين تبرزان إلى جوف الأذين أحدهما ظهريّة الموقع بالنسبة للفتحة الجيبية الأذينية والآخرى بطنية، وتتكون كل منها من لب مكون من خلايا عضلية قلبية مغلف بطبقة الشغاف (شكل ٣).

٢- الأذين:

يكون جدار الأذين أكثر سمكا من جدار الجيب الوريدي حيث يحتوي على خلايا عضلية قلبية أكثر عدداً، وهناك بعض الحواجز العضلية القصيرة ذات التفرعات القليلة تبرز إلى جوفه، وهي موزعة على مناطق جدار الأذين بشكل متساو تقريباً (شكل ٣). يفتح الأذين إلى البطين بالفتحة الأذينية البطينية وهي محروسة بالصمام الأذيني البطيني الذي يتكون من طيتين أحدهما امامية الموقع بالنسبة للفتحة الأذينية البطينية والآخرى خلفية، وكل من الطيتين تتكون من طبقة رقيقة من نسيج ضام مفك مغلفة بطبقة الشغاف (شكل ٤).

٣- البطين:

يتميز البطين بجداره السميك جدا لاحتوائه على كمية كبيرة نسبيا من الخلايا العضلية القلبية، وتتصف طبقة عضل القلب فيه بتكونها من الطبقة الاسفنجية فقط ذات الحواجز العضلية كثيرة التفرع وهي تحصر فيما بينها احياز صغيرة تتصل مع الجوف المركزي الذي يبدو صغير الحجم نسبة الى سمك الجدار (شكل ٤). يفتح البطين إلى البصلة الشريانية بالفوهة الشريانية وهي محروسة بصمام البصلة الشريانية الذي يتكون من طيتين جيبيتين الشكل واقعتين على جانبي الفوهة الشريانية، وتتكون كل منهما من طبقة رقيقة من نسيج ضام مفك مغلفة بطبقة الشغاف (شكل ٥).

٤- البصلة الشريانية:

يكون جدار البصلة الشريانية سمكا حيث يتكون من عدة اغشية مرنة اسطوانية الشكل تتخللها خلايا عضلية احشائية دائرية الترتيب، كما يظهر القليل من الفجوات منتشرة بين مكونات طبقة عضل القلب. يتميز السطح الداخلي للبصلة الشريانية بأنه منحرج بسبب وجود طيات متكونة من طبقة الشغاف وجزء من طبقة عضل القلب،

يظهر الجيب الوريدي بشكل ردهة مسطحة ممتدة بشكل مستعرض وتشغل الجزء الخلفي الظهري من الجوف التاموري. يلتقي الوريد الكبدي بالجيب الوريدي بفتحة خلفية وسطية الموقع كما يفتح فيه الوريدان الرئيسان المشتركان Common cardinal veins بفتحتين جانبيتين خلفيتي الموقع (مخطط ١ و ٢).

أما الأذين فيكون بشكل ردهة كبيرة يقع في الجزء الظهري من الجوف التاموري. البطين هو الردهة الأكبر حجماً والأكثر بروزاً من بين ردهات القلب عند تشريح السمكة من الناحية البطنية، ويقع في الجزء البطني من الجوف التاموري ويظهر بشكل هرمي ثلاثي الأوجه قمته متجهة إلى الخلف (مخطط ١ و ٢).

البصلة الشريانية ردهة منتفخة دورقصة الشكل تشبه البصلة، وهي تشغل الجزء الأمامي من الجوف التاموري، تتصل البصلة الشريانية من جهتها الامامية بالابهر البطني (مخطط ١ و ٢).

- التركيب النسيجي العام:

يتكون جدار ردهات قلب سمكة البعوض البالغة بصورة عامة من ثلاث طبقات وهي من الداخل نحو الخارج:

١- الشغاف: ويتكون من صف مفرد من خلايا ظهارية حرشغية squamous epithelial cells تتبعه بتجاه الخارج طبقة رقيقة من نسيج ضام مفك، وهناك عدد من الفجوات المنتشرة في طبقة النسيج الضام المفك في البصلة الشريانية.

٢- عضل القلب: وتتكون هذه الطبقة بشكل رئيس من خلايا عضلية قلبية تحتوي على لبيفات عضلية myofibrils مخططة، أما الاقراص البينية intercalated discs فمن الصعب اظهارها بوضوح باستخدام المجهر الضوئي، وتنتشر بين هذه الخلايا ارومات ليفية fibroblasts، أما في البصلة الشريانية فان هذه الطبقة تتكون من عدة اغشية مرنة elastic membranes تتخللها خلايا عضلية احشائية دائرية الترتيب.

٣- النخاب: ويتكون من طبقة رقيقة من نسيج ضام مفك يحده من الخارج صف مفرد من خلايا ظهارية حرشغية تمثل التامور الحشوي.

ويحتوي النسيج الضام المفك الذي يفصل بين مكونات عضل القلب على عدد من الفجوات (شكل ٦).

المناقشة

تناولت الدراسة الحالية قلب سمكة البعوض من ناحية تركيبه العياني والنسجي في السمكة البالغة، وقد أظهرت نتائجها ان القلب يتكون من أربع ردهات وهي مرتبة حسب مسار الدم خلالها فتبدأ بالجيب الوريدي ثم الأذين ثم البطين ثم البصلة الشريانية وهذا ما اشار اليه كينست ولاري (Kent & Lary, 1997) كما أظهرت نتائج هذه الدراسة ان القلب في سمكة البعوض يقع أسفل الغلاصم وخلفها مباشرة ويشغل الجوف التاموري، وهذا يتفق مع ما ذكره لاكسر وجماعته (Lagler et al., 1962). الجيب الوريدي في سمكة البعوض ردهة تشغل الجزء الخلفي الظهري من الجوف التاموري، وهذا مطابق لما موجود في سمكة *Fluta alba* (Liem, 1961)، أما الأذين في السمكة موضوع الدراسة فانه يقع في الجهة الظهرية للبطين بينما أوضح ساجيل (Satchell, 1971) بانه يقع في الأسماك العظمية في الجهة الظهرية للبصلة الشريانية، فيما يقع في الأسماك صفناحية الغلاصم في الجهة الظهرية للبطين. يكون البطين في سمكة البعوض ذا شكل هرمي ثلاثي الواجه في حين ذكر ساجيل (Satchell, 1971) بانه في الأسماك العظمية يكون مخروطي الشكل، وفي الأسماك صفناحية الغلاصم يكون هرمي الشكل ثلاثي الواجه. تتمثل الردهة الرابعة في السمكة موضوع الدراسة بالبصلة الشريانية وبذلك تضاف سمكة البعوض إلى بقية الأسماك العظمية في امتلاكها لهذه الردهة كما في سمكة *Chinodraco hamatus* (Icardo et al., 1999). أما بالنسبة للتركيب النسجي لجدار القلب فانه يتكون من ثلاث طبقات مرتبة من الداخل نحو الخارج:

١- الشغاف: ويتكون من خلايا بطانية ونسيج ضام مفك واقع تحتها، وهناك طبقات طولانية تبرز إلى جوف البصلة الشريانية، كما هو الحال في سمكة *Mystus seenghala* (Vasish & Toor, 1960)، كما يوجد عدد من الفجوات منتشرة في طبقة النسيج الضام المفك وهذا مطابق لما وجد في سمكة *Chinodraco hamatus* (Icardo et al., 1999).

٢- عضل القلب: وتتكون من خلايا قلبية تتخللها ارومات ليفية كما ذكر ذلك هاردر (Harder, 1975)، أما في البصلة الشريانية لسمكة البعوض فانها تتكون من عدة اغشية مرنة اسطوانية تتخللها خلايا عضلية احشائية، بينما في سمكة *Chinodraco hamatus* فتسترتب الخلايا العضلية الاحشائية بطبقة داخلية دائرية الترتيب وطبقة خارجية طولانية الترتيب (Icardo et al., 1999).

٣- النخاب: ويتكون من خلايا ظهارية حرشفية بسيطة ونسيج ضام مفك واقع تحتها مثلما اشار إلى ذلك هاردر (Harder, 1975).

لقد اتفق كل من الباحثين (Jordan, 1965; Priede, 1976; Watson & Cobb, 1979; Icardo et al., 1999; Icardo et al., 2000; Ihu et al., 1999). على تسمية الطبقات المكونة لجدار البصلة الشريانية بنفس تسميات الطبقات المكونة لجدار الاوعية الدموية، ومن جهة نظرنا من خلال متابعة نتائج هذه الدراسة يفضل تسمية الطبقات بنفس تسميتها في بقية ردهات القلب وذلك لأنه كما هو معلوم ان البصلة الشريانية واقعة داخل الجوف التاموري وبذا فانها جزء من القلب، كما ان تسمية الغلاصم البرانية تعني وجود طبقة من من نسيج ضام مفك فقط دون احاطتها بنسيج ظهري حرشفي بسيط، أما في جدار البصلة الشريانية فقد وجدنا ان الطبقة الخارجية تتكون من طبقة من نسيج ضام مفك مغلقة من الخارج بصف مفرد من خلايا ظهارية حرشفية كما هو الحال في طبقة النخاب. تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما أوضحه هاردر (Harder, 1975) بان جدار الجيب الوريدي رقيق لقلة الخلايا العضلية القلبية فيه، كما تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما اشار اليه هاملت وجماعته (Hamlet et al., 1996) إلى وجود الصمام الجيبي الأذيني الحارس للفتحة الجيبية الأذينية. ان صفة احتواء طبقتي الصمام الجيبي الأذيني على خلايا عضلية قلبية تميزه عن صمامي قلب الاسماك الاخرين (Gallego et al., 1997). جدار الأذين أكثر سمكا مما هو عليه في الجيب الوريدي لاحتوائه على خلايا عضلية قلبية أكثر، فضلا عن وجود عدد من الحواجز العضلية التي لبعضها تفرعات قصيرة (Olson, 1998)، وقد وجد في هذه الدراسة ما يطابق ذلك. يفتح الأذين إلى البطين بالفتحة الأذينية البطينية المحروسة بطبقتي الصمام الأذيني البطيني وهذا نفس ما ذكره هاردر (Harder,



شكل (٥): جزء من مقطع جنبي لثقب السمكة البالغة يوضح صمام البصلة الشرايانية.



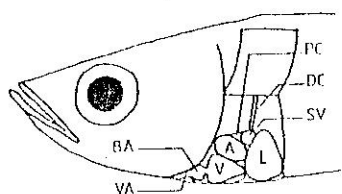
شكل (٦): جزء من مقطع مستعرض من الجسم الشرايانية في السمكة البالغة يوضح البصلة الشرايانية المكونة لجدارها.



شكل (١): جزء من مقطع سهمي في السمكة البالغة يوضح ترتيب دهانات القلب داخل الجوف التاموري.



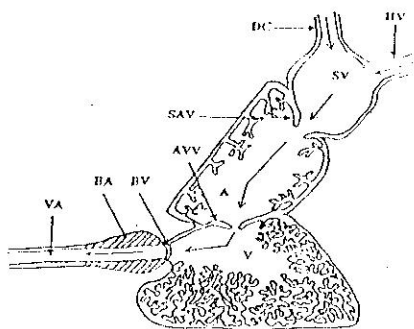
شكل (٢): جزء من مقطع سهمي لجدار الحبيب الوريدي في السمكة البالغة يوضح الليفات المكونة له.



0.5cm

مخطط (١) رسم تخطيطي للجسم يوضح موقع القلب داخل الجسم.

السمكة البالغة

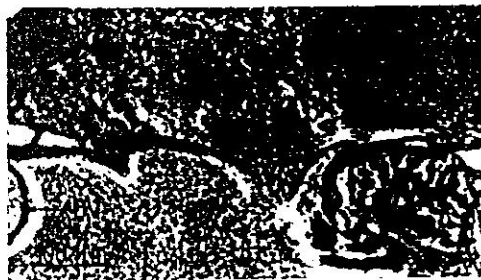


السمكة البالغة

0.25cm



شكل (٣): جزء من مقطع سهمي لثقب السمكة البالغة يوضح الصمام الجوبي الأيمن ويوضح الحواجز العضلية في جدار الأيمن.



شكل (٤): جزء من مقطع سهمي لثقب السمكة البالغة يوضح الصمام الأيسر البطني والليفات الاستنجية في البطين.

المصادر

- I. The white-blooded *Chionodraco hamatus*. Anat. Rec., 254:396-407.
11. Icardo, JM.; Elvira, C; Maria, C.C. and Bruno, T. 1999. Bulbus arteriosus of the antractic Teleosts. II. The red blooded *Trematomus beranchii*. Anat. Rec., 256:116-126.
12. Jordan, E.L. 1965. Chardate zoology. S. Chand co., Bombay.
13. Kent, G.C. and Larry, M. 1997. Comparative anatomy of the vertebrates. 8th ed., W.C. Brown publishers, London.
14. Lagler, K. F.; Bardach, J.E. and Miller, A.R. 1962. Ichthyology. John Wiley and Sons Inc., New York.
15. Leake, L.D. 1975. Comparative histology. Academic press, London.
16. Liem, K. F. 1961. Tetrapod parallelisms and other features in the functional morphology of the blood vascular system of *Fluta alba* Zuiew (Pisces: Teleostse). J Morphol., 108(2):131-143.
17. Munoz-Chapuli, R.; Macias, D.; Ramos, C.; de Andres, V.; Gallego, A. and Navarro, P. 1994. Cardiac development in the dogfish *Scyliorhinus canicula*: A model for the study of vertebrate cardiogenesis. CardioScience, 5(4):245-253.
18. Olson, K. R. 1998. The cardiovascular system. In: The physiology of fishes. 2nd ed., D.H. Evans (00), CRC press, New York.
19. Priede, I.G. 1976. Functional morphology of the bulbus arteriosus of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. J. fish Biol., 9:209-216.
20. Santer, R.M. and Walker, M.G. 1980. Morphological studies on the ventricle of teleost and elasmobranch hearts J. Zoot. Lond., 190:259-272.
1. Baneroff, J. and Stevens. A. 1982. Theory and Practice of histological techniques. 2nd ed., Churchill Livingston. Edinburgh, London and New York.
2. Bond, C.E, C.E. 1979. Biology of fishes W.B. Saunders Co., Philadelphia.
3. Gallego, A., Ana, C.D.; Victoria, A.De. A.; Pablo, N. and Roman, M. 1997. Anatomy and development of the sinoartol valves in the dogfish (*Scyliorhinus canicula*). Anat. Rec., 248: 224-232.
4. Goodnight, C.J., Marie, L.G. and Peter, G. 1964. General zoology. Oxford and IBH publishing co., New York.
5. Hamlett, W.C.; Schwartz, F.J.; Schmeinda, R. and Cuevas, E. 1996. Anatomy, histology and development of the cardiac valvular system in the Elasmobranchs. J. EXP. Zool, 275: 83-94.
6. Harder. W. 1975. Anatomy of the fishes, (part I and part II). E. Schweizebart'sche Verlagosbuchhandlung (Negele u. obermiller) Stuttgart.
7. Harrison. P.; Zummo, G.; Farina, F.; Tota, B. and Johnsi, I.A. 1991. Gross anatomy, myoarchitecture of the heart ventricle in the haemoglobinless icefish *Chaenoccephalus aceratus*. Can. J. Zool., 69:1339-1347.
8. Hu, N.; David, S.; Yost, H.J. and Edward, B.C. 2000. Structure and function of the developing Zebrafish heart. Anat. Rec., 260:148-157.
9. Humason, G.L. 1967. Animal tissue techniques. 2nd 00., W.H. Freeman Ca., San Francisco.
10. Icardo, JM.; Elvira, C.; Maria, C.C. and Bruno, T. 1999. Bulbus arteriosus of the antractic Teleosts.

- seenghala* (Sykes). I Heart and the atrial system. Resc. Bull. (N.S.) Panjab Univ., 11 :49-62.
25. Walker, W.F. 1970. Vertebrate dissection. 4th 00., W.B. Saunders Co., London.
26. Watson, AD. and Cobb, J.L. 1979. A Comparative study on the innervation and the vascularization of the bulbus arteriosus on Teleost fish. Cell Tissue Res., 196: 337-346.
27. Webster, D. and Molly, W. 1974. Comparative vertebrate morphology. Academic press. London.
21. Satchell, G .M. 1971. Circulation in fishes: Cambridge monographs in experimental biology. Cambridge University press, Cambridge.
22. Stainier, D. Y. R. 2001. Zebrafish genetics and vertebrate heart formation. Nature Rev.L Genet., 2:39-48.
23. Tota, B.; Cimini, V.; Salvatore, G. and Zummo, G. 1983. Comparative study of the atrial and lacunary system of the ventricular myocardium of Elasmobranch and Teleost fishes. Amer. J. Anat., 167:15-32.
24. Vasisht, R.S. and Toor, R.S. 1960. Anatomy of *Mystus*