



مطالعه آناتومی قلب ماهی شیربت (*Barbus grypus*)

عارف نورایی^{۱*}

۱. استادیار آناتومی و جنین شناسی مقایسه‌ای، گروه بافت شناسی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام ایلام، ایران

*مسئول مکاتبات: a.nooraei@ilam.ac.ir

چکیده

قلب در حال رشد اولین عضوی است که در ماهی شروع به کار می‌کند. قلب ماهی‌ها از چهار حفره پشت سر هم تشکیل شده است، سینوس وریدی، دهلیز، بطن و مخروط یا پیاز، قلب از ماهیچه‌های قلبی مهره داران معمولی تشکیل شده است، اگرچه ممکن است تفاوت‌های جزئی در توزیع سلول‌های خود به خود فعال، سرعت و ماهیت انتشار امواج تحریکی و ویژگی‌های پتانسیل استراحت و عمل بین ماهی‌های مختلف و سایر مهره‌داران وجود داشته باشد. فیبرهای کولینرژیک قلب را عصب‌دهی می‌کنند، به جز ماهی‌ها که قلب آنورال دارند. قلب ماهی فاقد عصب‌دهی سمپاتیک است. سطح تون واگ به طور قابل توجهی متفاوت است و تحت تأثیر عوامل زیادی قرار می‌گیرد، اما با توجه به شرایط اقلیمی این مورفولوژی در انواع ماهیان متفاوت است، لذا هدف از این مطالعه بررسی قلب ماهی شیربت می‌باشد. در این مطالعه قلب ۵ عدد ماهی شیربت مورد مطالعه مورفولوژی و مورفومتری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قسمت‌های اصلی قلب شامل بطن، دهلیز و پیاز شریانی بود، میانگین وزنی کل قلب 0/26 میانگین طول دهلیز 4/6 میلی‌متر، میانگین طول بطن 7/2 میلی‌متر و میانگین طول پیاز شریانی 9/2 میلی‌متر بود. با توجه به مورفولوژی‌های متفاوت قلب ماهی در گونه‌های مختلف نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند به دامپزشکان، کارشناسان محیط زیست و شیلات اطلاعات سودمندی ارائه دهد.

واژگان کلیدی: آناتومی، ماهی شیربت، قلب.

مقدمه

قلب در حال رشد اولین عضوی است که در ماهی شروع به کار می‌کند و به محض تشکیل حفره‌های دهلیزی و بطنی اولیه، پمپاژ و گردش خون مربوطه را در طول اندام‌زایی اولیه آغاز می‌کند (Guggino, 1980). شروع عملکرد قلب نیز به طور قابل توجهی پیچیده است و نیاز به موتاژ چندین پروتئین ساختاری در رشته‌های انقباضی دارد که واحدهای سارکومر تکرار شونده عضله قلب را تشکیل می‌دهند (Martin et al., 2022). قلب ماهی‌ها از چهار حفره پشت سر هم تشکیل شده است، سینوس وریدی، دهلیز، بطن و مخروط یا پیاز. دریچه‌های بین حفره‌ها و انقباض تمام حفره‌ها به جز پیاز، جریان خون یک طرفه را در قلب حفظ می‌کنند. قلب از ماهیچه‌های قلبی مهره داران معمولی تشکیل شده است، اگرچه ممکن است تفاوت‌های جزئی در توزیع سلول‌های خود به خود فعال، سرعت و ماهیت انتشار امواج تحریکی و ویژگی‌های پتانسیل استراحت و عمل بین ماهی‌های مختلف و سایر مهره‌داران وجود داشته باشد. فیبرهای کولینرژیک قلب را عصب‌دهی می‌کنند، به جز ماهی‌ها که قلب آنورال دارند. قلب ماهی فاقد عصب‌دهی سمپاتیک است. سطح تون واگ به طور قابل توجهی متفاوت است و تحت تأثیر عوامل زیادی قرار می‌گیرد (Randall, 1968).

در مورد قسمت‌های مختلف قلب ماهی خصوصاً چهار قسمت قلبی در گونه‌های مختلف ماهی مطالعات زیادی صورت گرفته است، اما در ارتباط با مورفولوژی و شاخص‌های آناتومیک قلب ماهی شیربت اطلاعات چندانی در دسترس نیست. در مطالعه‌ای بر روی قلب ماهی قزل آلا نشان داده که بطن‌های این نوع ماهی به شکل یک هرم مثلثی است که نوک هرم به سمت عقب و سطح شکمی بدن ماهی قرار گرفته است. همچنین نشان داده شده است که قلب ماهیان آزاد دارای بطن گرد می‌باشد. شکل قلب ماهی‌ها با سلامت و مرگ و میرشان در ارتباط است (Poppe et al., 2003). شکل بطن‌ها در ماهیان مختلف با توجه به شکل خارجی، سازمان میوکارد و آرایش عروقی و کرونری متفاوت است (Icardo, 2017). شکل بطن ممکن است هرمی، ساکولار یا لوله‌ای باشد م میوکارد ممکن است ترابکولار یا صفحاتی از



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

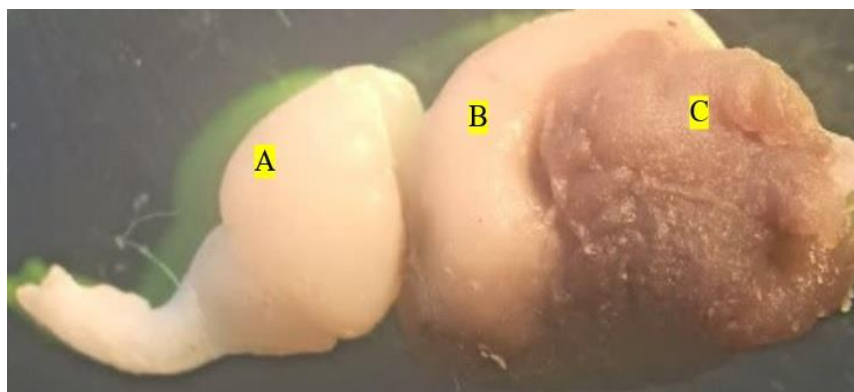
تیغه‌های ترابکولار باشد (Sanchez-Quintana *et al.*, 1996). این تنوع مورفولوژی- عملکردی در گونه‌ای مختلف نوعی سازگاری با محیط‌هایی است که ماهیان در آن حضور دارند (Val *et al.*, 1998). همچنین در مطالعه ای که به بررسی ساختار داخلی قلب سه گونه ماهی پرداخته شد نشان داده شد که در ناحیه گذار بین دهلیز و بطن، بخش دهلیزی بطنی دارای یک جفت دریچه است. این بخش از یک میوکارد عروقی فشرده تشکیل شده است که توسط بافت همبند فیبری ساب اپیکارد احاطه شده است که تا داخل عضله آن گسترش می‌یابد. دریچه‌های دهلیزی بطنی که توسط بافت همبند در ماهیچه‌های بخش لنگر انداخته‌اند، از یک قاعده پروگزیمال قوی و یک بخش دیستال نازک‌تر تشکیل شده‌اند که در داخل بطن خم می‌شود. سه لایه بافت همبند هر دو بخش را تشکیل می‌دهند: یک هسته متراکم از بافت همبند سست که دارای یک ماتریکس خارج سلولی با رشته‌های کلاژن سازمان‌یافته پراکنده است (Buzete Gardinal *et al.*, 2019). با توجه به اینکه مورفولوژی قلب در ماهی‌های مختلف متفاوت است و در بین یک گونه نیز نسبت به شرایط محیطی ممکن است تفاوت‌های ساختاری و عملکردی در قلب مشاهده شود، لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی مورفولوژی و مورفومتری قلب در ماهی شیربت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

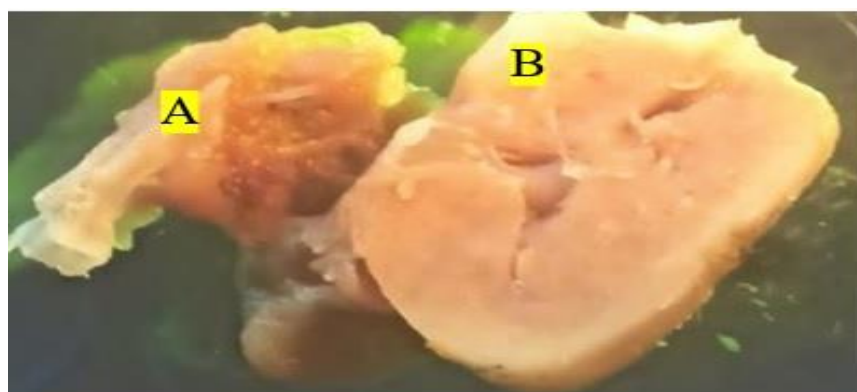
در این مطالعه 5 قطعه ماهی شیربت در محدوده وزنی 200 تا 400 گرم در دانشکده پیرادامپزشکی تشریح شدند. متعاقب برش میانی در ناحیه شکمی و دسترسی به ناحیه بطنی قلب ماهی‌ها با احتیاط توسط قیچی و اسکالپل جدا شدند، سپس با آب سرد معمولی شستشو داده شدند تا خون کامل از قلب خارج گردد. در ادامه نمونه‌ها در فیکساتور فرمالین 10 درصد جهت فیکس شدند و جلوگیری از فساد بافتی قرار داده شدند و پس از 24 ساعت نمونه‌ها از فرمالین خارج شدند. سپس به مدت 1 ساعت با آب روان شستشو داده شدند و در محیط آزمایشگاه خشک شدند، سپس در زیر استریومیکروسکوپ عکس‌برداری صورت گرفت. در مرحله بعدی توسط ترازوی حساس وزن قلب‌ها اندازه‌گیری شد و در نهایت توسط کولیس دیجیتالی طول قلب و پیاز مخروطی قلب اندازه‌گیری و نتایج به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

نتایج این مطالعه نشان داد که قلب ماهی شیربت به مانند اکثر ماهی‌ها دارای چهار حفره سینوس وریدی، دهلیز، بطن و پیاز شریانی است، که مهم‌ترین تفاوت قلب این نوع ماهی وجود سینوسی بسیار کوچک و نازک می‌باشد، به حدی که در هنگام تشریح به سختی قابل تشخیص بود، اما سه قسمت دیگر قلب ماهی‌ها یعنی دهلیز، بطن و سینوس وریدی کاملاً واضح بودند (شکل 1)، همچنین در برش قلب و بررسی قسمت‌های درونی مشخص شد که دیواره بطن قلب در قسمت بالا نازک اما در قسمت پایین کاملاً ضخیم بود (شکل 2). همچنین نتایج حاصل از بررسی‌های آناتومیک نشان داد که میانگین وزنی کل قلب 0/26، میانگین طول دهلیز 4/6 میلی‌متر، میانگین طول بطن 7/2 میلی‌متر و میانگین طول پیاز شریانی 9/2 میلی‌متر بود (جدول 1).



تصویر ۱: قسمت‌های مختلف قلب ماهی شیریت از نمای استریومیکروسکوپ. (نمای بیرونی، A: دهلیز قلبی، B: بطن قلبی، C: پیاز شریانی)



تصویر ۲: قسمت‌های مختلف قلب ماهی شیریت از نمای استریومیکروسکوپ. (نمای بیرونی، A: دهلیز قلبی، B: بطن قلبی)

جدول ۱: اندازه‌گیری فاکتورهای آناتومیکی قلب ماهی شیریت.

فاکتور ها	واریانس	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات
وزن قلب (گرم)	0.0001	0.26	0.011	0.26
طول دهلیز قلب (میلی متر)	0.24	4.6	0.489	5
طول بطن قلب (میلی متر)	0.56	7.2	0.748	7
طول پیاز شریانی (میلی متر)	0.56	9.2	0.748	9

بحث و نتیجه‌گیری

قلب ماهی در گونه‌های مختلف دارای مورفولوژی متفاوتی است که این تفاوت ساختاری می‌تواند بر عملکرد قلب در ماهی‌های مختلف تاثیرگذار باشد و باعث سازگاری ماهی‌ها با محیط زندگی آن‌ها باشد، در این مطالعه که به بررسی مورفولوژی قلب ماهی شیریت در سد سیمره پرداخته شد. قلب این نوع ماهی به مانند ماهی‌های مناطق گرمسیر دارای ۴ حفره بود که نشانه سازگاری بین ساختار و عملکرد قلب می‌باشد. علاوه بر تنوع مورفولوژیکی، برخی از گونه‌ها ممکن است طراحی مورفو-عملکردی خاصی به عنوان نوعی سازگاری با محیط‌هایی با شرایط آب و هوایی شدید داشته باشند. در مطالعه‌ای نشان داده شد که در منطقه آمازون، بدنه‌های آبی تحت تغییرات فصلی در غلظت اکسیژن محلول و دی اکسید کربن، با شرایط کوتاه مدت هیپوکسی یا حتی آنکسی قرار می‌گیرند (Tota et al., 1997; Val et al., 1998 et al., 1998). همچنین نشان داده شد که ماهی‌های آمازون باید با تغییرات محتوای اکسیژن و pH، نوسانات روزانه دما، محتوای بسیار کم



یون و دوره‌های خشک فصلی مقابله کنند (Hochachka and Randall, 1978). نشان داده شده است که در قسمت درونی قلب ماهی قلب قزل‌آلای رنگین کمان با افزایش سن میزان ضخامت دیواره داخلی بطن‌ها افزایش می‌یابد (Farrell *et al.*, 1988) که با مطالعه حاضر همسو می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که شکل بطن‌ها در ماهی مختلف متفاوت است و از ساکولار با لبه‌های گرد در نمونه‌های کم وزن تا هرمی با حاشیه‌های زاویه‌ای و یک راس کاملاً مشخص در نمونه‌های توسعه یافته تر متغیر است. همزمان با تغییرات تشریحی خارجی، یک لایه فشرده در حاشیه میوکارد تشکیل می‌شود که از دسته‌های عضلانی در دو جهت تشکیل شده است (Farrell *et al.*, 2012).

در مورد ارتباط بین شکل قلب و عملکرد قلب نشان داده شده است که شکل هرمی ظرفیت بطن را برای ایجاد فشار سیستولیک افزایش می‌دهد، زیرا راس‌ها شعاع انحنای کوتاه‌تری دارند (Basile *et al.*, 1976)، این نوع بطن معمولاً با وجود یک لایه فشرده همراه است که از سیستول بطنی نیز پشتیبانی می‌کند. به طور کلی، این لایه ضخیم‌تر و از نظر ساختاری در گونه‌های شناگر سریع پیچیده‌تر است (Basile *et al.*, 1976; Santer and Walker, 1980). در مطالعه‌ای که به بررسی نوع عضلات بطن قلب ماهی پرداخته شد نشان داده شد که حدود 35 درصد عضلات یا میوکارد بطنی از نوع عضلات فشرده یا متراکم و حدود 65 درصد عضلات میوکارد از نوع تراکولار یا تیغه‌ای هستند (Icardo, 2017). در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که در قسمت داخلی بطن خورشید ماهی یک انحنایی وجود دارد که این انحنای نشان دهنده بطن کمتر توسعه یافته در این نوع ماهی است (Jensen *et al.*, 2013). با توجه به نتایج این مطالعه و مطالعات قبلی به نظر می‌رسد که قلب ماهی‌ها می‌تواند با شرایط محیطی سازگار باشد و از نظر مورفولوژی-عملکردی در بین گروه‌های مختلف متفاوت است و می‌تواند که مطالعات همه جانبه تری و کاملتری در مورد مورفولوژی-عملکردی قلب صورت بگیرد.

منابع

- Basile, C., Goldspink, G., Modigh, M. and Tota, B., 1976. Morphological and biochemical characterisation of the inner and outer ventricular myocardial layers of adult tuna fish (*Thunnus thynnus* L.). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 54(2):279-283.
- Buzete Gardinal, M. V., Rocha Ruiz, T. F., Estevan Moron, S., Oba Yoshioka, E. T., Uribe Gonçalves, L., Franceschini Vicentini, I. B. and Vicentini, C. A., 2019. Heart structure in the Amazonian teleost *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes, Arapaimidae). Journal of Anatomy, 234(3): 327-337.
- Farrell, A. P., Hammons, A. M., Graham, M. S. and Tibbits, G. F., 1988. Cardiac growth in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Canadian journal of zoology, 66(11): 2368-2373.
- Farrell, A. P., Farrell, N. D., Jourdan, H. and Cox, G. K., 2012. A perspective on the evolution of the coronary circulation in fishes and the transition to terrestrial life. Ontogeny and phylogeny of the vertebrate heart, pp.75-102.
- Guggino, W. B., 1980. Water balance in embryos of *Fundulus heteroclitus* and *F. bermudae* in seawater. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 238(1): R36-R41.
- Hochachka, P. W. and Randall, D. J., 1978. Alpha helix Amazon expedition, September–October 1976. Canadian Journal of Zoology, 56(4): 713-716.
- Icardo, J. M., 2017. Heart morphology and anatomy. In Fish physiology, Academic Press. 36: 1-54.
- Jensen, B., Wang, T., Christoffels, V. M. and Moorman, A. F., 2013. Evolution and development of the building plan of the vertebrate heart. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research, 1833(4): 783-794.



Martin, A. A., Thompson, B. R., Hahn, D., Angulski, A. B. B., Hosny, N., Cohen, H. and Metzger, J. M., 2022. Cardiac sarcomere signaling in health and disease. *International journal of molecular sciences*, 23(24): 16223.

Poppe, T. T., Johansen, R., Gunnes, G. and Tørud, B., 2003. Heart morphology in wild and farmed Atlantic salmon *Salmo salar* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of aquatic organisms*, 57(1-2): 103-108.

Randall, D. J., 1968. Functional morphology of the heart in fishes. *American zoologist*, 8(2): 179-189.

Sanchez-Quintana, D., García-Martínez, V., Climent, V. and Hurlé, J. M., 1996. Myocardial fiber and connective tissue architecture in the fish heart ventricle. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 275(2-3): 112-124.

Santer, R. M. and Walker, M. G., 1980. Morphological studies on the ventricle of teleost and elasmobranch hearts. *Journal of Zoology*, 190(2): 259-272.

Tota, B., Cerra, M. C., Mazza, R., Pellegrino, D. and Icardo, J., 1997. The heart of the Antarctic icefish as paradigm of cold adaptation. *Journal of thermal biology*, 22(6): 409-417.

Val, A. L., Silva, M. N. P. and Almeida-Val, V. M. F., 1998. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *South African Journal of Zoology*, 33(2): 107-114.

Val, A. L., Silva, M. N. P. and Almeida-Val, V. M. F., 1998. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *South African Journal of Zoology*, 33(2): 107-114.

Studying the anatomy of the *Barbus grypus* heart

Anatomical study of the heart of Shabout

Aref Nouraie^{*}

1. Assistant Professor of Anatomy and Comparative Embryology, Department of Histology, Faculty of Paramedical Sciences, Ilam University, Ilam, Iran

^{*}Corresponding author: a.nooraie@ilam.ac.ir

Abstract

The developing heart is the first organ to begin functioning in fish. The fish heart consists of four chambers in series, the sinus venosus, atrium, ventricle, and conus or bulb. The heart is composed of typical vertebrate cardiac muscle, although there may be slight differences in the distribution of spontaneously active cells, the speed and nature of the propagation of excitation waves, and the characteristics of resting and action potentials between different fish and other vertebrates. Cholinergic fibers innervate the heart, except for the hagfish, which have anorectal hearts. The fish heart lacks sympathetic innervation. The level of vagal tone varies considerably and is influenced by many factors, but this morphology varies in different fish species due to climatic conditions. Therefore, the aim of this study was to investigate the heart of the *Barbus grypus* fish. In this study, the hearts of 5 *Barbus grypus* fish were studied for morphology and morphometry. The results showed that the main parts of the heart included the ventricle, atrium, and arterial bulb. The average weight of the whole heart was 0.26, the average length of the atrium was 4.6 mm, the average length of the ventricle was 7.2 mm, and the average length of the arterial bulb was 9.2 mm. Considering the different morphologies of fish hearts in different species, the results of this study can provide useful information to veterinarians, environmentalists, and fisheries experts.

Keywords: Anatomy, *Barbus grypus*, Heart.