



Anatomic and Ultrasonographic Studies on Cardiac Vessels in Immature Beluga (*Huso huso*)

Omid Zehtabvar¹, Zahra Tootian¹, Ali Reza Vajhi², Majid Masoudifard², Somaye Davudypoor²

¹Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

²Department of Surgery and Radiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran



doi 10.22059/jvr.2019.262314.2826

J Vet Res, 74(4), 546-553

Abstract

BACKGROUND: One of the important parts of the cardiovascular system is the cardiac vessels. Ultrasonography which is the method of choice for evaluating the heart and vessels in all living animals can also be used in this fish.

OBJECTIVES: This study was conducted to make a full understanding of the anatomic and echocardiographic characteristics of these vessels in beluga and suggest standard methods of ultrasonography for this species.

METHODS: In this study, a total of 10 immature belugas were selected. The transducer was placed on the ventral surface of the body, between pectoral fins and transverse and sagittal images were obtained. By moving the anterior and posterior regions the vessels were investigated. After the ultrasound examination, anatomic studies were performed. Length and diameter of the vascular compartment were measured and analyzed by SPSS 16 software and Paired Sample T – method ($P>0.05$).

RESULTS: In ultrasonography, blood flow was visible because of the movement of echoic particles. Two precardiac vessels joining between the liver lobes constituted and common vascular compartment before entering the sinus venosus. In the anatomical study, the ventral aorta was bifurcate near the gills. The right liver adjacent to the vessel was shorter and wider than the left one. Moreover, the common vascular compartment was shorter and wider than the liver adjacent to the vessels. The ventral aorta was longer and wider than the right precardiac vessel and common vascular compartment but was shorter than the left precardiac vessel ($P>0.05$).

CONCLUSIONS: Due to lacing thorough anatomic and ultrasonographic studies concerning the cardiac vessels in this species, this study can be a cornerstone for further researches of this kind. In this study the long left precardiac vessel is named Common cardinal vein and wide right vessel is named Hepatic vein.

Keywords: Immature *Huso huso*, Heart, Vessels, Anatomy, Ultrasonography

Copyright © 2019. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author’s email: ztotian@ut.ac.ir Tel/Fax: 021-61117111, 66933222

How to cite this article:

Zehtabvar, O., Tootian, Z., Vajhi, A.R., Masoudifard, M., Davudypoor, S. (2019). Anatomic and Ultrasonographic Studies on Cardiac Vessels in Immature Beluga (*Huso huso*). J Vet Res, 74(4), 546-553. <https://10.22059/jvr.2019.262314.2826>

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Means and standard deviation of the length and diameter of the pre and post cardiac vessels in immature beluga (2.5 years old).

Dissimilar letters in each row indicate a significant difference between the groups at $P<0.05$.

Table 2. Ultrasonographic approach to assessing pre and post cardiac vessels in immature beluga (2.5 years old).

Figure 1. Right parasagittal sonogram of the caudal region of the heart. Sinus venosus and ventricle are visible. The star shows the right vessel. The arrow shows the common vascular compartment.

Figure 2. Left parasagittal sonogram of the caudal region of the heart. Ventricle and liver are visible. The arrow shows the left vessel.

Figure 3. Anatomic study of the connection between the liver, pericardium and two vessels that end in the heart (Ventral view), A: liver in normal position, B: The liver lobes have been pulled off. In this image right wide vessel is shown by bigger arrow and left small vessel is shown by smaller arrow (R: right, L: left).

Figure 4. Right figure: Transverse sonogram of the caudal region of the mouth. Ventral aorta and gills are visible, Left figure: Anatomic study of the caudal part of the gills (Ventral view). In this figure position of the transverse sonogram is shown with a line (AO: Ventral Aorta, R.Gill: Right Gill, L.Gill: Left Gill).

Figure 5. Median sonogram of the caudal region of the head (Caudal to the mouth). Ventral aorta is visible; the star shows ventral aorta bifurcation, (AO: Ventral Aorta).

Figure 6. Ventral schematic view of the immature beluga, Hypothetical triangle of the topographic position of the pericardial cavity is shown.



مطالعه آناتومی و اولتراسونوگرافی طبیعی رگ‌های مرتبط با قلب فیل ماهی (*Huso huso*) نابالغ

امید زهتاب ور^۱، زهرا طوطیان^۱، علیرضا وجهی^۲، مجید مسعودی فرد^۲، سمیه داودی پور^۲

^۱ گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۲ گروه جراحی و رادیولوژی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران



10.22059/jvr.2019.262314.2826

تاریخ دریافت: ۳۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۲۲ تیر ماه ۱۳۹۸ تاریخ انتشار آنلاین: ۰۱ آذرماه ۱۳۹۸

چکیده

زمینه مطالعه: از مهمترین بخش‌های دستگاه گردش خون، رگ‌های مرتبط با قلب هستند. اولتراسونوگرافی یکی از بهترین روش‌هایی است که می‌تواند جهت بررسی دقیق قلب و رگ‌های مرتبط با آن در ماهی مورد استفاده قرار گیرد.

هدف: به دست آوردن شناختی کامل از ویژگی‌های آناتومی و اکوکاردیوگرافی این رگ‌ها در فیل ماهی و ارائه شیوه‌ای استاندارد برای انجام سونوگرافی.

روش کار: تعداد ۱۰ عدد فیل ماهی نابالغ انتخاب شدند. پراب روی سطح ونترال بدن بین باله‌های سینه‌ای قرار داده شد و تصاویر طولی و عرضی تهیه شدند. با حرکت پراب به سمت قدام و خلف این ناحیه بررسی رگ‌ها انجام شد. بعد از انجام اولتراسونوگرافی مطالعات آناتومی انجام گرفت. طول و قطر ساختارهای رگی مورد مطالعه اندازه گیری و با استفاده از نرم افزار SPSS16 و روش Pair sample T مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت ($P < 0.05$).

نتایج: در اولتراسونوگرافی، جریان خون به دلیل حرکت ذرات اکوئیک قابل مشاهده بود. دو رگ قبل از قلب در بین لوب‌های کبد به هم پیوستند و ساختار مشترکی را تشکیل داده و به سینوس وریدی تخلیه شدند. در مطالعه آناتومی، آنورت شکمی در مجاورت آبشش‌ها به دو شاخه تقسیم شد. رگ سمت راست کوتاه‌تر و قطورتر از رگ چپ بود. بعلاوه ساختار مشترک رگی نیز نسبت به رگ‌های مجاور کبد کوتاه‌تر و قطورتر بود. طول آنورت شکمی طولی‌تر و قطورتر از رگ سمت راست و ساختار مشترک رگی بود ولی از رگ سمت چپ کوتاه‌تر بود ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری نهایی: از آنجایی که تا به حال مطالعه کاملی از نظر سونوگرافی و آناتومی روی رگ‌های مرتبط با قلب فیل ماهی انجام نشده است، این بررسی می‌تواند به عنوان مطالعه‌ای پایه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه رگ بلند سمت چپ قبل از قلب، سیاهرگ کبدی و رگ قطور سمت راست سیاهرگ مشترک اصلی نام‌گذاری شدند.

کلمات کلیدی: فیل ماهی نابالغ، رگ‌ها، قلب، آناتومی، اولتراسونوگرافی

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: زهرا طوطیان، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران

پست الکترونیکی: ztotian@ut.ac.ir

مقدمه

قابل ذکر است که دستگاه گردش خون دارای ویژگی‌های تاکسونومیک مهمی در گروه ماهیان Scombroidei می‌باشد، همینطور الگوی شاخه‌شاخه شدن سرخ‌رگ‌ها در ماهیان گروه Elasmobranch دارای اهمیت زیادی است و می‌توان با بررسی آن‌ها به فرضیه‌های فیلوژنیک خاصی پی برد (۱۳). تاکنون محققان از اولتراسونوگرافی با اهداف گوناگونی در ماهیان خاویاری استفاده کرده‌اند. اولتراسونوگرافی یکی از روش‌های مناسب برای مطالعات بافت نرم است، از این روش با اهداف گوناگون در آبزیان استفاده شده است. مانند تعیین جنسیت و مشخص کردن مرحله رسیدگی

تفاوت‌های ساختاری و عملکردی دستگاه گردش خون در مهره‌داران رابطه تنگاتنگی با جایجایی مواد توسط این ساختارها دارد. بعضی از این تفاوت‌ها مربوط به توانایی دستگاه گردش خون برای تبادل گازها در فشارهای مختلف هوا است. یکی از مهمترین اختلافات آبزیان و موجودات خشکی‌زی، تفاوت در قلب و عروق اصلی آن‌هاست (۹، ۱۰، ۱۱). ماهی‌ها نیازهای فیزیولوژیک بسیار گوناگونی دارند که به دلیل محیط‌های بسیار متنوع زیستی و شیوه‌های مختلف زندگی در آنها، ایجاد شده است (۵).

مشاهده می‌شد. در لایه عضلانی بطن یک لایه متراکم اطرفی و یک لایه اسفنجی مرکزی مشهود بود. در مخروط شریانی نیز دیواره عضلانی مشخص همراه با بافت همبندی دیده می‌شد. یافته‌های حاصل نشان داد که قلب فیل ماهی نیز دارای سه لایه کلی اپی کارد، میوکارد و آندوکارد است. در مجموع، یافته‌های بافت‌شناسی با نتایج اکوکاردیوگرافی منطبق بود (۱۷).

یکی از مهمترین گونه‌های ماهیان خاویاری ایران فیل ماهی (*Huso huso*) می‌باشد، که امروزه به صورت مصنوعی پرورش داده می‌شود. با توجه به طولانی بودن دوره پرورشی ماهیان خاویاری، در طول دوره احتمال بروز بیماری‌ها و مشکلات مختلف بالاست. بنابراین از روش‌های مختلف برای تشخیص بیماری‌ها باید استفاده نمود. یکی از اندام‌هایی که در آن امکان بروز مشکلات مختلف، به ویژه مشکلات مادرزادی وجود دارد، قلب و رگ‌های مرتبط با آن است. در صورتی که در زمانی مناسب وضعیت قلب به وسیله اکوکاردیوگرافی بررسی و معاینه شود، می‌توان با تشخیص نمونه‌های دچار مشکلات جدی، به مدیریت پرورش آن‌ها پرداخت. برای اینکه امکان معاینه و تشخیص مشکلات به وسیله اکوکاردیوگرافی وجود داشته باشد، لازم است که اطلاعات دقیق و کاملی از کالبدشناسی قلب و رگ‌های مرتبط با آن در دسترس باشد. همچنین با مطالعات مرتبط لازم است روش استاندارد برای انجام اولتراسونوگرافی قلب و رگ‌های مرتبط با آن ارائه شود، که تاکنون چنین مطالعاتی روی فیل ماهی انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مشخص کردن ویژگی‌های کالبدشناسی و اکوکاردیوگرافی رگ‌های مرتبط با قلب و ارائه روش استاندارد برای انجام اولتراسونوگرافی آن‌ها انجام شد.

مواد و روش کار

تعداد ۱۰ عدد فیل ماهی (*Huso huso*) نابالغ (۲/۵ ساله) سالم با وزن متوسط ۳/۵ کیلوگرم از یک مرکز پرورش خصوصی خریداری و به صورت زنده به دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران منتقل گردیدند. قبل از شروع مطالعه، به مدت ۲۴ ساعت نمونه‌ها نگهداری و جهت تامین هوای مورد نیاز از پمپ هوادهی آب استفاده شد. ابتدا نمونه‌ها با استفاده از اولتراسونوگرافی با روشی که در منابع برای تعیین جنسیت ماهی‌های خاویاری نابالغ اشاره شده است، تعیین جنسیت شدند (۳، ۱۶). سپس جهت انجام اکوکاردیوگرافی، ماهی در داخل وان مستطیلی پر از آب قرار داده شدند. در این مطالعه از دستگاه Sonosite-MicroMaxx و پراب خطی با فرکانس ۶-۱۲ MHz استفاده گردید. ماهی در داخل وان پر از آب به طوری

جنسی. دقت تشخیص روش اولتراسونوگرافی نسبت به روش‌های دیگر مانند لاپاروسکوپی برای تعیین جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی سریع‌تر و دقیق‌تر است. علاوه بر این آسیبی هم به نمونه‌ها وارد نمی‌شود (۱۶، ۱۲).

در برخی از ماهیان مانند زبرافیش و چند گونه از کوسه‌ها از اکوکاردیوگرافی استفاده شده است. Sun و همکاران در سال ۲۰۰۸ در زبرا فیش بالغ با هدف بررسی بازسازی قلب از اکوکاردیوگرافی با فرکانس بالا استفاده کرده‌اند (۱۵). Chin و همکاران در سال ۲۰۰۴ با استفاده از اکوکاردیوگرافی به بررسی مقایسه‌ای عملکرد بطن قلب پنج گونه کوسه‌ماهی پرداختند و ارزیابی تطبیقی اکوکاردیوگرافی عملکرد درون بطنی *in vivo* و ویژگی‌های ساختاری و عملکردی با سطح فعالیت کوسه ماهی و نقش فشار پری کاردی بر حجم بطن قلب را مورد مطالعه قرار دادند (۱). Gregory و همکاران در سال ۲۰۰۴ با استفاده از اکوکاردیوگرافی ارتباط بین پری کارد و کانال پری کاردیوپریتونال را با عملکرد قلبی در *Acipenser transmontanus* در یک مطالعه مقایسه‌ای اکوکاردیوگرافی روی پنج گونه کوسه ماهی انجام داد (۴). ساختار آناتومیک و مراحل تکوین قلب در برخی ماهیان خاویاری هم توسط دیگر دانشمندان مورد بررسی قرار گرفته است. Icardo و همکاران در سال ۲۰۰۹ به بررسی مراحل تکوین ساختار قلب در *Acipenser naccarii* پرداخته‌اند (۶). Icardo و همکاران هم در سال ۲۰۰۲ بافت‌شناسی مخروط شریانی را در *Acipenser naccarii* مورد توجه قرار داده‌اند (۴، ۵). در برخی منابع به توضیح بعضی ویژگی‌های دستگاه قلبی عروقی ماهیان خاویاری اشاره شده است، همانند بسیاری از ماهی‌ها رگی که از قلب خارج شده و به سمت آب‌شش‌ها می‌رود، آئورت شکمی (Ventral aorta) نامیده شده است، ولی در مورد ماهیان خاویاری اشاره چندانی به نام و شیوه قرارگیری رگ‌هایی که به قلب ختم می‌شوند نشده است (۱۶). همچنین ساختار میوکارد قلب *Acipenser naccarii* با استفاده از میکروسکوپ الکترونی و میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفته است (۶).

Zehtabvar و همکاران در سال ۲۰۱۸ مطالعه‌ای در مورد ساختار بافتی و نمای اکوکاردیوگرافیک بخش‌های مختلف قلب در فیل ماهی نابالغ نر انجام داده و دریافتند که پرده پری کارد با اکویی یکنواخت دور تا دور ساختارهای قلب را احاطه کرده و سینوس سیاهرگی فاقد انقباض و انبساط با دیواره بسیار نازک بود. دیواره دهلیز کاملاً عضلانی و انقباض و انبساط در آن

مشخصی بود، با مشاهده آن‌ها در سونوگرافی B-Mode به راحتی وجود جریان خون و جهت آن قابل تشخیص بود (تصاویر ۱، ۲). برای مشاهده رگ سمت راست مجاور کبد لازم بود پراب روی سطح و نترال بدن در فضای بین دو باله سینه‌ای کمی خلفی‌تر قرار داده شود و با حرکت لغزشی به سمت راست متمایل گردد. برای مشاهده رگ سمت چپ مجاور کبد، لازم بود پراب روی سطح و نترال بدن در فضای بین دو باله سینه‌ای کمی خلفی‌تر قرار داده شود و با حرکت لغزشی به سمت چپ متمایل شود.

مطالعه کالبدشناسی رگ‌هایی که به قلب ختم

می‌شوند: بعد از برداشت دیواره مربوط به حفره پری‌کاردی، شیوه قرار گرفتن بخش‌های مختلف بررسی شد. همانند اولتراسونوگرافی بطن در موقعیت پایینی و دهلیز و سینوس وریدی در موقعیت بالایی قرار داشتند. قابل ذکر است که سینوس وریدی در خلف دهلیز قرار داشت. ساختار سینوس وریدی در زمان فعالیت قلب قابل شناسایی بود. لازم به ذکر است که بعد از خارج کردن ماهی از آب و مرگ آن هنوز هم ضربان قلب تاحدودی ادامه داشت. خلف پری‌کارد با ضخامت بیشتر ساختار دیافراگم مانندی را ایجاد کرده بود. در عقب این مجموعه کبد قرار داشت که از داخل آن مسیر دو رگ قابل مشاهده بود. رگ سمت راست ظاهری قطورتر از رگ سمت چپ داشت، ولی رگ سمت چپ نسبت به رگ سمت راست بلندتر بود. این دو رگ در ادامه یکی شده از پری‌کارد عبور کرده و به سینوس وریدی تخلیه می‌شدند. قبل از تخلیه رگ‌ها به قلب با به هم پیوستن آن‌ها ساختار مشترکی ایجاد می‌شد که متمایل به سمت راست بود (تصویر ۳). موقعیت حفره پری‌کاردی نسبت به حفره بطنی به صورت قدامی پایینی (Cranioventral) بود.

مطالعه اولتراسونوگرافی آئورت شکمی (Ventral aorta):

در ادامه مخروط شریانی، آئورت شکمی به صورت طولی به سمت قدام حرکت کرده که در نمای طولی و عرضی به صورت ساختاری آن‌اکوییک مشخص بود (تصویرهای ۴، ۵). در ادامه به طرف قدام، در تصاویر طولی مشاهده شد که آئورت شکمی در مجاورت آبشش‌ها به دو شاخه راست و چپ تقسیم می‌شود (تصویر ۵). برای تهیه تصویر از آئورت شکمی پراب روی سطح و نترال بدن در خلف دهان قرار داده می‌شد. این ساختار روی خط میانی بدن قابل مشاهده بود (تصویر ۵).

مطالعه کالبدشناسی آئورت شکمی: در بررسی

کالبدشناسی آئورت شکمی، این ساختار روی خط میانی بدن قرار داشت و در انتهای قدامی به دو شاخه تقسیم می‌شد، این دو شاخه

که ناحیه و نترال بدن رو به بالا باشد، با دست نگاه داشته شدند (با توجه به اینکه ماهی‌ها مقاومت خاصی برای انجام اولتراسونوگرافی نداشتند، نیازی به اعمال بیهوشی نبود و تمامی نمونه‌ها به راحتی مورد بررسی قرار گرفتند). لازم به ذکر است که جنسیت همه نمونه‌ها نر بود و در زمان تشریح تشخیص جنسیت توسط اولتراسونوگرافی مورد تایید قرار گرفت.

برای انجام اکوکاردیوگرافی از رهیافت شکمی (Ventral) بین باله‌های سینه‌ای استفاده و تصاویری به صورت طولی و عرضی تهیه گردید، البته براساس شیوه قرارگیری رگ‌ها، لازم بود که پراب اولتراسونوگرافی به قدام و خلف، حرکت داده شود. برای انجام اولتراسونوگرافی به این دلیل که ماهی در داخل آب بود، از ژل سونوگرافی استفاده نشد. بعد از انجام مراحل اولتراسونوگرافی، ماهی‌ها خارج از آب قرار داده شدند و مطالعه آناتومی انجام گرفت. ابتدا با ایجاد برش مثلثی در دیواره و نترال حفره بطنی در ناحیه بین باله‌های سینه‌ای، حفره پری‌کاردی و رگ‌های مرتبط با قلب مشخص و سپس مطالعات توپوگرافیک و مورفولوژیک انجام شد و تصاویر لازم ثبت گردید. قابل ذکر است که در مطالعه مورفولوژیک، طول و قطر ساختارهای مورد بررسی توسط کولیس دیجیتالی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS16 و روش Pair sample T مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت ($P < 0.05$). لازم به ذکر است که در کلیه مطالعات آناتومی هم مانند مطالعه اولتراسونوگرافی ماهی‌ها رو به پشت خوابانده شده بودند.

نتایج

مطالعه اولتراسونوگرافی رگ‌هایی که به قلب ختم

می‌شوند: در این مطالعه بخش‌هایی از قلب شامل بطن، سینوس وریدی، بخشی از دهلیز و دیواره پری‌کارد مشخص و در خلف آن‌ها کبد قرار داشت. کبد از نظر اکو دارای بافت یکنواختی بود. این ساختار نسبت به قسمت خلفی پری‌کارد که در قدام کبد قرار داشت کم پژواک (Hypoechoic) بود. بطن در موقعیت پایینی، دهلیز و سینوس وریدی در موقعیت بالایی مشاهده گردید و موقعیت سینوس وریدی نسبت به دهلیز عقب‌تر بود. در خلف قلب، دو رگ در مجاورت کبد قرار داشتند که پس از طی مسافتی به هم پیوسته و ساختار مشترک رگی را ایجاد کرده و به قلب خاتمه می‌یافتند. رگ سمت راست بزرگتر از رگ سمت چپ بود. این دو رگ به صورت آن‌اکوئیک (Anechoic) در ساختار یکنواخت کبد مشخص بودند. با توجه به اینکه خون در این ماهیان حاوی ذرات اکوئیک

سمت چپ مجاور کبد کوتاه‌تر بود و این اختلاف هم معنی دار بود ($P < 0.05$).

نتایج حاصل از مقایسه قطر رگ‌های مجاور کبد نشان داد که رگ سمت راست قطر بیشتری در مقایسه با رگ سمت چپ داشت که این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0.05$). بعلاوه قطر ساختار مشترک رگی نیز نسبت به رگ‌های مجاور کبد، بیشتر و دارای اختلاف معنی دار با آن‌ها بود ($P < 0.05$). همچنین قطر آئورت شکمی در مقایسه با رگ سمت راست و چپ مجاور کبد بیشتر و اختلاف معنی دار بود ($P < 0.05$). قابل ذکر است که اندازه قطر آئورت شکمی نسبت به ساختار مشترک رگی تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0.05$).

به سمت آبشش‌ها حرکت می‌کردند. حرکت آئورت شکمی رو به جلو و کمی متمایل به بالا بود.

مطالعه مورفومتریک رگ‌های مرتبط با قلب: در جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده در این مطالعه نمایش داده شده‌اند. نتایج حاصل از مقایسه طول رگ‌های مجاور کبد نشان داد که رگ سمت راست کوتاه‌تر و رگ سمت چپ طویل‌تر بود. این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0.05$). بعلاوه طول ساختار مشترک رگی نیز نسبت به رگ‌های مجاور کبد کوتاه‌تر و اختلاف بین آن‌ها معنی دار بود ($P < 0.05$). قابل ذکر است که طول آئورت شکمی در مقایسه با رگ سمت راست مجاور کبد و ساختار مشترک رگی طویل‌تر و دارای اختلاف معنی دار بود. همچنین طول آئورت شکمی نسبت به رگ

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار طول و قطر رگ‌های مرتبط با قلب در فیل ماهی نابالغ دو و نیم ساله.

ساختار مورد بررسی	طول (میلی‌متر)	قطر (میلی‌متر)
رگ سمت راست مجاور کبد	3.4 ± 1.27^a	2 ± 1.53^a
رگ سمت چپ مجاور کبد	4.6 ± 1.06^b	0.16 ± 1.36^b
ساختار مشترک رگی	2.2 ± 0.55^c	3.7 ± 1.45^c
آئورت شکمی	11 ± 0.71^d	4 ± 1.37^c

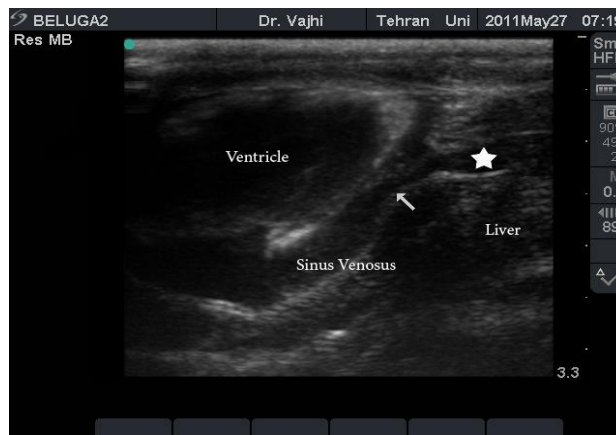
حروف ناهم‌هنگ دال بر اختلاف معنی دار در هر ستون عمودی می‌باشد ($P < 0.05$). $n=10$.

جدول ۲. محل قرار دادن پراب و حرکات مربوطه برای بررسی رگ‌های مختلف مرتبط با قلب در فیل ماهی نابالغ دو و نیم ساله به وسیله اولتراسونوگرافی.

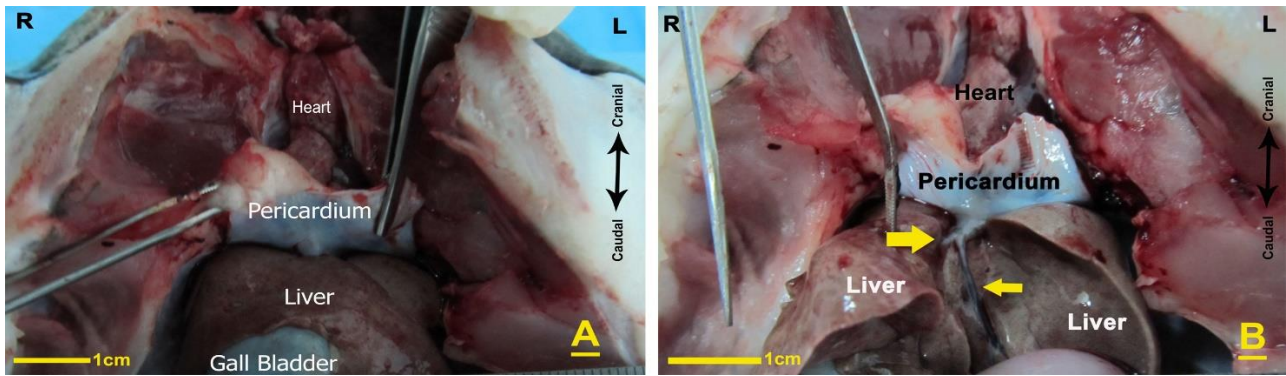
ساختار مورد بررسی	محل قرار دادن پراب	توضیحات
سیاهرگ اصلی مشترک (یا همان رگ سمت راست مجاور کبد)	کمی خلف‌تر از مثث فرضی	پراب با حرکت لغزشی به سمت راست حرکت داده می‌شد
سیاهرگ کبدی (یا همان رگ سمت چپ مجاور کبد)	کمی خلف‌تر از مثث فرضی	پراب با حرکت لغزشی به سمت چپ حرکت داده می‌شد
ساختار مشترک رگی	کمی خلف‌تر از مثث فرضی	پراب با حرکت لغزشی به سمت راست حرکت داده می‌شد
آئورت شکمی	قدام مثث فرضی	در خلف دهان می‌توان دو شاخه شدن را مشاهده کرد



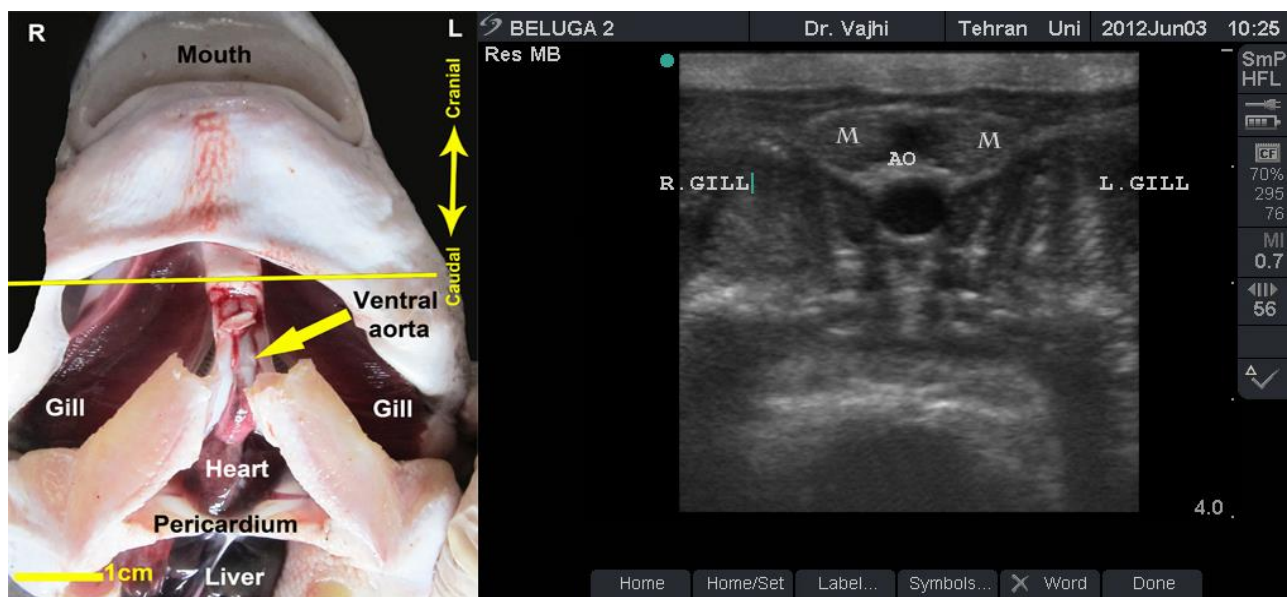
تصویر ۲. سونوگرام پاراساژیتال چپ از ناحیه خلفی قلب، بطن و کبد قابل مشاهده است، رگ سمت چپ با پیکان نشان داده شده است.



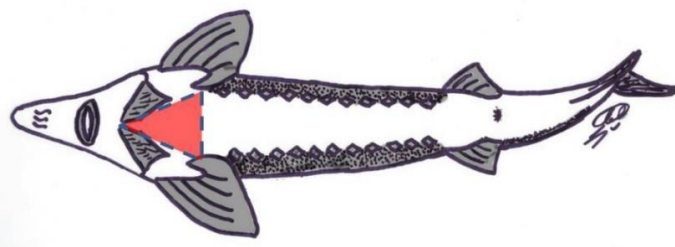
تصویر ۱. سونوگرام پاراساژیتال راست از ناحیه خلفی قلب، سینوس وریدی و بطن قابل مشاهده هستند، رگ سمت راست با ستاره و ساختار مشترک رگی قبل از قلب با پیکان نشان داده شده‌اند.



تصویر ۳. بررسی کالبدشناسی ارتباط بین کبد، پری کارد و دو رگی که به قلب ختم می‌شوند (نمای شکمی)، در تصویر سمت چپ (A) کبد در حالت طبیعی قرار دارد، در تصویر سمت راست (B) لوب‌های کبد کنار زده شده‌اند، در این تصویر رگ قطورتر که سمت راست قرار می‌گیرد با پیکان بزرگتر و رگ سمت چپ که قطر کمتری دارد با پیکان کوچکتر نشان داده شده است (L: چپ، R: راست).



تصویر ۴. تصویر سمت راست: سونوگرام عرضی از ناحیه خلفی دهان، آنورت شکمی و آبشش‌ها مشاهده می‌شوند. تصویر سمت چپ: نمای شکمی مطالعه کالبدشناسی ناحیه خلفی آبشش‌ها، در این تصویر محل تهیه سونوگرام عرضی با یک خط نشان داده شده است. (AO: Ventral Aorta, R.Gill: Right Gill, L.Gill: Left Gill).



تصویر ۶. نمای شماتیک سطح شکمی فیلماهی نابالغ، مثلث فرضی مربوط به محل توپوگرافیک حفره پری کاردی مشخص شده است.

تصویر ۵. سونوگرام مدین ازبیش خلفی سر (خلف دهان)، آنورت شکمی مشاهده می‌شود، محل دو شاخه شدن آنورت شکمی در انتها با علامت ستاره مشخص شده است (AO: Ventral Aorta).

بحث

مقایسه‌ای اکوکاردیوگرافی روی پنج گونه کوسه‌ای که مورفولوژی قلب و جنبه‌های رفتاری آن‌ها متفاوت بود انجام شد (۱). آنورت شکمی روی خط میانی بدن در ادامه مخروط شریانی قرار گرفته بود که ابتدای این ساختار هم در داخل حفره پری‌کاردی قرار داشت و نسبت به ناحیه حلق به صورت شکمی واقع شده بود. برای بررسی این ساختار در اکوکاردیوگرافی لازم بود پراب در ناحیه خلفی دهان قرار داده شود. همچنین تا فاصله قابل توجهی از آنورت شکمی انشعابی مشاهده نشد. قالب‌گیری تحلیلی عروق نیز یکی از روش‌هایی است که برای بررسی ساختار عروق خونی در یک بافت یا اندامی خاص بکار می‌رود. قالب‌گیری دستگاه گردش خون در ماهی کپور نقره‌ای توسط محققین دیگر انجام شده است و ماده رزین به روش تزریق، در داخل سرخرگ دمی، پیاز آنورتی قلب، آنورت پشتی و آنورت شکمی، به ماهیان تزریق شد. پس از بررسی کالبد شناسی قالب‌های تهیه شده، قسمت‌های مختلف قلب و سرخرگ‌های آبششی، سیاهرگ کبدی (هیپاتوپانکراس)، سیاهرگ معده (گوارشی)، آنورت پشتی و انشعابات آن و سرخرگ‌های کلیوی و همچنین شبکه‌های مویرگی اندام‌های گوناگون به خوبی مشخص شدند (۱۴). به نظر می‌رسد که تزریق رزین به داخل پیاز آنورتی یکی از روش‌های مناسب برای بررسی عروق خونی می‌باشد. با استفاده از روش اولترا سونوگرافی در ماهیان بدون آسیب رساندن به آن‌ها تا حدود زیادی رگ‌های مرتبط با قلب آن‌ها قابل تشخیص می‌باشد.

با توجه به مشاهدات انجام شده در این مطالعه برای مشخص کردن شیوه استاندارد تهیه تصویر اولتراسونوگرافی از رگ‌های مرتبط با قلب در فیل ماهی، یک مثلث فرضی در سطح شکمی بین باله‌های سینه‌ای در این ماهی در نظر گرفته شد که در واقع نشان‌دهنده موقعیت توپوگرافیک حفره پری‌کاردی بود (تصویر ۶)، راس این مثلث رو به سر ماهی و دو ساق آن در بین ساختارهای غضروفی سخت کف ناحیه سر قرار می‌گیرند. بعضی ساختارهای مربوطه در این بخش و برخی دیگر کمی خلف‌تر و کمی قدام‌تر از این ناحیه قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان گفت که برای تهیه تصویر از رگ‌هایی که به قلب ختم می‌شوند، باید پراب به صورت طولی و عرضی کمی خلف‌تر از مثلث فرضی قرار داده شود. در حالت طولی برای بررسی بیشتر، پراب با حرکت لغزشی به سمت راست و چپ حرکت داده می‌شد. جهت بررسی اکوکاردیوگرافیک آنورت شکمی هم، پراب در قدام مثلث فرضی به صورت طولی و عرضی در خلف دهان قرار داده می‌شود. در جدول ۲ محل قرار دادن پراب و حرکات مربوطه برای بررسی رگ‌های مختلف مرتبط با قلب در فیل ماهی

طبق مشاهدات اولتراسونوگرافی و کالبدشناسی این مطالعه در مورد ساختارهای رگی مجاور قلب فیل ماهی نابالغ، می‌توان گفت که قبل از قلب دو رگ اصلی وجود دارد که یکی در مجاورت لوب راست کبد و دیگری در مجاورت لوب چپ کبد است. این دو رگ اصلی قبل از قلب به هم می‌پیوندند و ساختاری مشترک را ایجاد می‌کنند. این ساختار رگی مشترک به سینوس وریدی قلب وارد می‌شود. رگ سمت راست قطر بیشتری نسبت به رگ سمت چپ دارد. این ساختار مشترک در خلف پری‌کارد تشکیل می‌شود و تقریباً در سمت راست خط میانی بدن قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که در دستگاه گردش خون ماهی، خون تیره که حاوی دی‌اکسید کربن و مواد غذایی است از بطن قلب خارج می‌گردد و به قسمتی به نام مخروط سرخرگی می‌رسد. خون تیره از مخروط سرخرگی وارد سرخرگ شکمی شده و جهت تبادلات گازی به آبشش‌های دو طرف سر ماهی می‌رود. در آبشش‌ها مویرگ‌هایی وجود دارند که بین دو سرخرگ قرار گرفته‌اند و بخش سیاهرگی ندارند. این مویرگ‌ها تبادلات گازهای تنفسی را انجام می‌دهند و خون تیره را به خون روشن تبدیل می‌کنند. خون روشن آبشش‌ها را ترک کرده و از طریق سرخرگ پشتی به تمام مویرگ‌های بدن ماهی فرستاده می‌شود. مویرگ‌ها مواد غذایی و اکسیژن لازم را به سلول‌های ماهی می‌رسانند و دی‌اکسید کربن را از سلول‌ها دریافت می‌کنند تا دوباره به قلب انتقال یابند. خون در مسیر بازگشت به قلب از سیاهرگ شکمی به سینوس سیاهرگی رفته و وارد حفره دهلیز می‌شود. خون تیره موجود در دهلیز با دریافت مواد غذایی به بطن می‌رود و دوباره مسیر گردش خون آغاز می‌گردد. سینوس سیاهرگی در ماهیان تلتوست و الاسموبرانش (مثل کوسه‌ها) مشاهده نمی‌شود (۲، ۸). علاوه بر این در سایر منابع به وجود چنین ساختاری در ماهیان خاویاری هم اشاره‌ای نشده است. در کوسه ماهیان هم دو رگی که به قلب وارد می‌شوند، جداگانه به سینوس وریدی تخلیه می‌شوند. یکی سیاهرگ کبدی (Hepatic Vein) و دیگری سیاهرگ اصلی مشترک (Common Cardinal Vein) یا Cuvierian Duct نامیده می‌شوند (۲، ۸). سیاهرگ کبدی که در سمت چپ قرار دارد، دارای قطر کمتری از سیاهرگ اصلی مشترک است که در سمت راست قرار دارد (۲، ۸). در فیل ماهی نیز نتایج مشابهی دیده شد، بنابراین دو رگی که وارد قلب می‌شوند را می‌توانیم سیاهرگ کبدی و سیاهرگ اصلی مشترک بنامیم. نکته مهمی که در بررسی اکوکاردیوگرافی مشاهده گردید، مشخص بودن جریان خون به دلیل مشاهده ذرات اکوتیک در خون و مشاهده حرکت آن‌ها توسط جریان خون بود. Chin و همکاران در سال ۲۰۰۴ یک مطالعه

و رزیدنت‌های محترم بخش‌های آناتومی و رادیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران کمال تشکر را داشته باشند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

نشان داده شده است. بعلاوه در این تحقیق، وجود ساختار مشترک رگی در این گونه ماهیان مشخص گردید که به سینوس وریدی قلب تخلیه می‌شد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله بر خود واجب می‌دانند که از همکاری‌های بی دریغ و ارزشمند اعضای هیات علمی، کارشناسان

References

1. Chin, L. N., Dalton, N., Lai Y.Y., Kwong, C., Rasmussen, R., Holts, D., Graham, J.B. (2004). A comparative echocardiographic assessment of ventricular function in five species of sharks. *Comp Biochem Physiol. Part A*, 137(3), 505-521. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2003.11.011> PMID: [15123188](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15123188/)
2. Farrell, A.P. (2007). Cardiovascular Systems in Primitive Fishes. *Fish Physiol*, 26, 53-120.
3. Goddard, P.J. (1995). *Veterinary Ultrasonography*, (1st ed.) CABI, London, UK. p. 289-302.
4. Gregory, J.A., Graham, J.B., Cech, J.J., Dalton, N., Michaels, J., Lai, N.C. (2004). Pericardial and pericardioperitoneal canal relationships to cardiac function in the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Comp Biochem Physiol Part A*, 138(2), 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2004.03.014> PMID: [15275655](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15275655/)
5. Icardo, J. M., Colvee, E., Cerra, M. C., Cerra, M. C., Tota, B. (2002). Structure of the conus arteriosus of the sturgeon (*Acipenser naccarii*) heart. I: The conus valves and the subendocardium. *Anat Rec*, 267(1), 17–27. <https://doi.org/10.1002/ar.10170> PMID: [11984788](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11984788/)
6. Icardo, J.M., Colvee, E., Cerra, M.C., Tota, B. (2002). The Structure of the Conus Arteriosus of the Sturgeon (*Acipenser naccarii*) Heart: II. The Myocardium, the Subepicardium, and the Conus-Aorta Transition. *Anat Rec*, 268(4), 388–398. <https://doi.org/10.1002/ar.10170> PMID: [12420287](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12420287/)
7. Icardo, J.M., Guerrero, A., Duran, A.C., Colvee, E., Domezain, A., Sans-Coma, V. (2009). The Developmental Anatomy of the Heart of the Sturgeon *Acipenser naccarii*. *Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons*. (1st ed.) Springer Science, Bern, Switzerland. p. 137-153.
8. Iuliis, G.D., Pulera, D. (2011). *The Dissection of Vertebrates* (2nd ed.). Academic Press, Ontario, Canada. p. 27-79.
9. Kapoor, B.G., Khanna, B. (2004). *Ichthyology Handbook*. (1st ed.). Springer Science, Berlin, Germany. p. 249-308.
10. Kardong, K. (1998). *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. (6th ed.). McGraw-Hill Education, New York, USA. p. 287-656.
11. King, G.M., Custance, D.R.N. (1994). *Colour Atlas of Vertebrate Anatomy*. (1st ed.). Ferdowsi university press, Mashad, Iran. p. 33-42.
12. Moghim, M., Vajhi, A.R., Veshkini, A., Masoudifard, M. (2002). Determination of sex and maturity in *Acipenser stellatus* by using ultrasonography. *J Appl Ichthyol*, 18(4-6), 325-328. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2002.00423.x>
13. Muñoz-Chápuli, R., Pérez-Pomares, J.M., Macías, D., García-Garrido, L., Carmona, R., González-Iriarte, M. (2001). The epicardium as a source of mesenchyme for the developing heart. *Ital J Anat Embryol*, 106(2), 187-196.
14. Nematollahi A, Shadkhist M. (2013). Comparison of various methods of Corrosion Cast. *jair*, 3(1), 1-14.
15. Sun, L., Lien, C. L., Xu, X., Shung, K.K. (2008). In vivo cardiac imaging of adult zebrafish using high frequency ultrasound (45-75 MHz). *Ultrasound Med Biol*, 34(1), 31-39. <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.ultrasmedbio.2007.07.002> PMID: [17825980](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17825980/)
16. Vajhi, A.R., Masoudifard, M., Moghim, M., Veshkini, A., Zehtabvar, O. (2011). Ultrasonography of the sturgeons for sex and maturity determination. University of Tehran press, Tehran, Iran, p. 39-58.
- Zehtabvar, O., Vajhi, A.R., Tootian, Z., Masoudifard, M., Sadeghinezhad, J., Davudypoor, S. (2018). Echocardiography and histology evaluation of the heart in the immature (2.5 years old) beluga. *Res Vet J*, 72(4), 467-473. <https://dx.doi.org/10.22059/jvr.2018.104369.2148>