

آناتومی و بافت شناسی گره سینوسی-دهلیزی در قلب موش صحرائی

دکتر ابوالقاسم نبی پور^۱

دریافت مقاله: ۲۵ تیر ماه ۱۳۸۲
پذیرش نهایی: ۱۶ مهر ماه ۱۳۸۲

Anatomy and histology of the sinu-atrial node in the heart of rat (*Rattus norvegicus*)

Nabipour, A.¹

¹Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad-Iran.

Objective: To provide information about the anatomy and histology of the cardiac sinu-atrial node of rat. This information is needed in various fields of veterinary sciences, such as anatomy, histology, physiology, pathology and cardiology.

Design: Compare the anatomy and histology of the rat with the available data on the sinu-atrial node of human being and other animals.

Animals: Four male rats.

Procedure: A piece consisted of the upper part of the interatrial septum along with the right cranial vena cava and a part of lateral wall of right atrium and right auricle was separated from each heart. The sinu-atrial node was studied by using routine anatomical and histological techniques.

Results: The sinu-atrial node of the rat was almost triangular in shape. The mean dimensions of the node were 225µm in length, 83µm in width and 216µm in thickness. The cells of the node were organized into groups and chains of cells. In general, the color differences between the nodal cells and the ordinary myocardial fibers of the right atrium were very weak and there were no intercalated discs at intercellular connections. Also, the cells near the sinu-atrial node artery were organized around it.

Conclusion: The anatomical location of the sinu-atrial node in the rat is similar to those of human being, dog, cattle, horse, camel, cat and goat. In the heart of rat there was a central artery. In this respect, it was resemble to those of human being, dog and camel. However, in goat, sheep, rabbit, cat, cattle and guinea pig there is no central artery in the node. There was a little amount nerve fibers within the sinu-atrial node of rat. In this respect, it is similar to that of guinea pig. Whereas, in man, horse, dog, cat and goat the nerve fibers are abundant within the node. *J. Fac. Vet. Med. Univ. Tehran, 59, 1: 3-7, 2004.*

Key words: Rat, Heart, Anatomy, Histology, Sinu-Atrial node.

Corresponding author email: nabipour@ferdowsi.um.ac.ir

هدف: فراهم آوردن اطلاعات مربوط به آناتومی و بافت شناسی گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرائی، این اطلاعات مورد نیاز رشته های مختلف علوم دامپزشکی نظیر آناتومی، بافت شناسی، فیزیولوژی، آسیب شناسی و کاردیولوژی می باشد.

طرح: مقایسه آناتومی و بافت شناسی گره سینوسی - دهلیزی موش صحرائی با اطلاعات موجود در مورد انسان و سایر حیوانات.

حیوانات: چهار قطعه موش صحرائی.

روش: از هر قلب قطعه ای متشکل از قسمت بالایی دیواره بین دهلیزی، سیاهرگ میانخالی قدامی راست، بخشی از دیواره جانبی دهلیز راست و گوشک راست جدا شد. با استفاده از روشهای متداول در آناتومی و بافت شناسی، گره سینوسی - دهلیزی مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج: گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرائی تا حدودی مثلثی شکل بود. میانگین ابعاد گره ۲۲۵ میکرون طول، ۸۳ میکرون عرض و ۲۱۶ میکرون ضخامت بود. سلولهای گره به صورت گروهها و زنجیره های سلولی قرار داشتند. به طور کلی اختلاف رنگ سلولهای گره با سلولهای میوکارد دهلیز راست بسیار اندک بود و بین سلولهای گره صفحات پلکانی وجود نداشت همچنین سلولهای نزدیک سرخرگ گره سینوسی - دهلیزی در اطراف آن سازماندهی شده بودند.

نتیجه گیری: موقعیت تشریحی گره در موش صحرائی مشابه انسان، سگ، گاو، شتر، گربه و بز می باشد. گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرائی دارای سرخرگ مرکزی است که از این نظر به انسان، سگ و شتر شباهت دارد در حالی که در بز، گوسفند، خرگوش، گربه، خوکچه هندی و گاو فاقد سرخرگ مرکزی است. در داخل گره سینوسی - دهلیزی موش صحرائی میزان اندکی الیاف عصبی وجود دارد که از این نظر شبیه خوکچه هندی است، در حالی که در انسان، اسب، سگ، گربه و بز میزان زیادی الیاف عصبی در داخل گره وجود دارد. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، (۱۳۸۳)، دوره ۵۹، شماره ۱، ۷-۳.

واژه های کلیدی: موش صحرائی، قلب، آناتومی، بافت شناسی، گره سینوسی - دهلیزی.

سیستم هدایتی قلب از یک بخش پیشاهنگ یا ضربان ساز به نام گره سینوسی - دهلیزی تشکیل شده است. جهت تفسیر صحیح عمل قلب و شناخت دقیق نارساییها و بیماریهای قلبی، شناخت کامل گره سینوسی - دهلیزی در گونه های مختلف ضروری است. به طور مثال تعدادی از آریتمی های قلبی از ضایعات پاتولوژیک یا نقایص آناتومیک در گره سینوسی - دهلیزی یا خونرسانی آن ناشی می شوند.

آناتومی و بافت شناسی گره در انسان، سگ، گاو، اسب و قاطر، خرگوش، شتر، گربه، بز و خوکچه هندی مطالعه شده است (۱۴، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴). از آنجا که اطلاعات دقیق در مورد آناتومی و بافت شناسی گره سینوسی - دهلیزی در قلب موش صحرائی موجود نیست، این مطالعه انجام شد تا این اطلاعات را فراهم نماید.

(۱) گروه آموزشی علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد - ایران.
(* نویسنده مسؤول: nabipour@ferdowsi.um.ac.ir)

مواد و روش کار

تعداد ۴ قطعه موش صحرائی (*Rattus norvegicus*) نر بالغ مورد مطالعه قرار گرفت. مراحل کار ابتدا به صورت آزمایشی بر روی یک قطعه انجام شد و سپس مطالعه بر روی قلب سه موش صحرائی دیگر انجام گرفت. ابتدا موشها بیهوش و خونگیری می شدند. سپس قلب از محوطه صدری خارج می گردید. پس از برداشتن پریکارد، سطح قلب با سرم فیزیولوژی شستشو داده می شد و مقداری سرم فیزیولوژی به داخل آئورت نیز تزریق می شد. این عمل باعث خروج کاملتر خون از بافت قلب و در نتیجه افزایش کیفیت اسلایدها می شود. به دنبال آن از هر قلب، قطعه ای متشکل از بخشی از دیواره



"پی" و سلولهای انتقالی هستند. سلولهای "پی" دارای میوفیبریل کمتری نسبت به سلولهای معمولی دهلیز راست هستند و به همین دلیل تا حدودی کم رنگتر از سلولهای معمولی میوکارد مشاهده می شوند. سلولهای مذکور به صورت گروهی و بیشتر در نواحی مرکزی گره قرار دارند. این سلولها دارای یک هسته کرولی یا بیضی شکل هستند. سلولهای انتقالی نسبت به سلولهای "پی" دارای میزان بیشتری میوفیبریل در سیتوپلاسم خود هستند که به همین دلیل پر رنگتر از سلولهای "پی" هستند. این سلولها اختلاف رنگ اندکی با سلولهای معمولی میوکارد دهلیز دارند ولی کوچکتر از آنها می باشند. همچنین بین سلولهای گره صفحات پلکانی وجود نداشت. ضمناً در برخی از نمونه ها تراکم سلولی گره شدیدتر بود (تصاویر ۵، ۴ و ۶).

خونرسانی گره سینوسی - دهلیزی موش صحرایی توسط انشعابات مختلف سرخرگی از نوع شریانچه انجام می شود. این سرخرگ کاملاً در مرکز گره قرار ندارد، بلکه در نزدیک ناحیه مرکزی و به طرف حاشیه خلفی گره قرار داشته و سلولهایی از گره که در مجاورت آن قرار دارند، سرخرگ را احاطه نموده و در اطراف آن سازماندهی شده اند (تصویر ۶). در مجاورت گره سینوسی - دهلیزی و در نزدیک انتهای قدامی آن، گانگلیون های عصبی تحت عنوان گانگلیون های سینوسی - دهلیزی وجود دارد. این گانگلیون ها ساختاری شبیه ساختار یک گانگلیون پاراسمپاتیک دارند و توسط کپسولی از بافت پیوندی احاطه شده اند و شامل تعدادی جسم سلولی یا پریکاریون و الیاف عصبی می باشند. جسم سلولی و الیاف عصبی، به طور نامنظم قرار گرفته اند. سلولهای عصبی از نوع چند قطبی و سیتوپلاسم آنها حاوی یک هسته گرد و روشن می باشد (تصویر ۷).

این نکته نیز قابل ذکر است که هیچ گونه سلولهای تغییر شکل یافته میوکارد که از گره سینوسی - دهلیزی وارد میوکارد دیواره جانبی دهلیز راست شوند که مؤید وجود مسیرهای بین گرهی قلب می باشند، در قلب موش صحرایی مشاهده نشد.

بحث

موقعیت استقرار گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی مشابه انسان، گاو، شتر، اسب، گربه و بز می باشد (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲). در سگ، خرگوش و خوکچه هندی موقعیت قرار گیری گره سینوسی - دهلیزی در قسمت عقب تر شیار انتهایی است، در حالی که در انسان، اسب و گاو قدامی تر قرار گرفته است. اگر چه تغییرات قابل ملاحظه ای در اندازه و موقعیت گره در بین گونه های مختلف و حتی در یک گونه وجود دارد (۱۱، ۱۵). گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی تا حدودی مثلثی شکل است که از این نظر شبیه سگ و گربه می باشد (۴، ۶). گره مذکور در انسان هلالی شکل (۶)، در اسب نعل اسبی شکل که دارای یک بدنه و دو شاخه جانبی و میانی است (۱، ۱۳)، در بز تا حدودی به شکل یک مخروط ناقص، در شتر به شکل یک دوک خمیده و بسیار کشیده است و در خوکچه هندی به شکل دوزنقه ای با اضلاع خمیده می باشد (۳، ۱۴، ۱۵). در پرندگان بر خلاف سایر گونه ها،

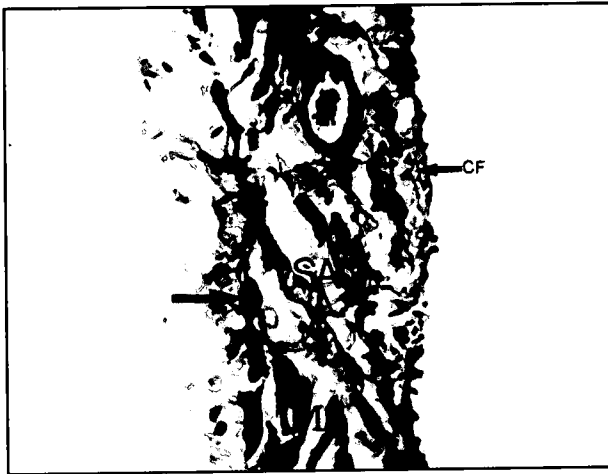
جانبی دهلیز راست، گوشک راست، قسمت بالایی دیواره بین دهلیزی و یک سانتیمتر ابتدایی سیاهرگ میانخالی قدامی راست جدا شد. سپس جهت ثابت نمودن، قطعه مزبور در ظرف حاوی محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار می گرفت. عملیات آماده سازی بافت توسط دستگاه اتوماتیک آماده کننده بافت انجام شد. قطعه مورد نظر به نحوی قالبگیری شد که سیاهرگ میانخالی قدامی راست در پایین قرار می گرفت، یعنی برش به صورت عرضی و از سیاهرگ مذکور شروع می شد. برش نمونه ها توسط میکروتوم چرخان انجام گرفت. از تمام بلوکها برشهایی به ضخامت ۶ میکرون به صورت برشهای پی در پی (serial sections) تهیه می شد و مقاطع مربوط به هر نمونه با فاصله ۳ برداشته شده و پس از شماره گذاری به روی لام منتقل می شد. به دنبال آن مقاطع مربوط به هر نمونه با رنگ آمیزیهای اختصاصی ماسون تری کروم سبز و ارسنین رنگ آمیزی شد (۱۲). برشهای رنگ آمیزی شده در بزرگنمایی های مختلف با میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار می گرفت و مورفولوژی و ساختار بافت شناسی قسمتهای مختلف گره سینوسی - دهلیزی مطالعه می گردید. همچنین اندازه گره از نظر طول و ضخامت به روش استاندارد میکرومتری تعیین و محاسبه می گشت. عرض این گره نیز بر اساس حاصل ضرب تعداد برشهایی که گره را نشان می دادند در عدد ۶ میکرون، تعیین و محاسبه می گشت.

نتایج

از نقطه نظر تشریحی گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی در حد فاصل محل اتصال سیاهرگ میانخالی قدامی راست به دیواره جانبی دهلیز راست و گوشک راست و ۲۰-۱۷/۵ میکرون زیر اپیکارد شیار انتهایی قرار گرفته است. لازم به ذکر است موش صحرایی دارای سیاهرگ میانخالی قدامی چپ نیز می باشد. گره مذکور از اپیکارد شیار انتهایی توسط لایه ای از بافت پیوندی جدا شده است. این گره در قلب موش صحرایی تا حدودی مثلثی شکل است. انتهای خلفی آن یعنی ناحیه ای که در مجاورت میوکارد گوشک راست است عرضی می باشد ولی انتهای قدامی آن (قسمت مجاور میوکارد دیواره جانبی دهلیز راست) باریک می باشد (تصویر ۱). میانگین ابعاد گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی ۲۲۵ میکرون طول، ۸۳ میکرون عرض و در عرض ترین قسمت ۲۱۶ میکرون ضخامت بود. گره مذکور در تمام طول خود توسط لایه ای از بافت پیوندی دارای الیاف کلاژن از اپیکارد جدا شده ولی در قسمت داخلی توسط لایه نازکی از میوکارد دهلیز راست از اندوکارد جدا می شود (تصویر ۲). این گره دارای داربست نسبتاً متراکمی از الیاف کلاژن بود که به صورت نامنظم قرار گرفته بودند. همچنین در بین الیاف کلاژن، میزان کمی الیاف الاستیک نیز وجود داشت (تصاویر ۳ و ۲).

سلولهای گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی عمدتاً به صورت گروهها و زنجیره های سلولی قرار گرفته اند. علاوه بر سلولهای فیبروبلاست که در لابلای الیاف کلاژن قرار دارند، سلولهای اصلی پارانشیم گره، سلولهای





تصویر ۲- جدا شدن گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی از اپیکارد توسط الیاف کلاژن واز اندوکارد توسط لایه نازکی از میوکاردهلیزی راست.

(SAN) گره سینوسی - دهلیزی (M) میوکارده دیواره جانبی دهلیزی راست (CF) الیاف کلاژن جدا کننده گره از اپیکارد، پیکان) میوکارده جداکننده گره از اندوکارد، (رنگ آمیزی اختصاصی ماسون تری کروم سبز، بزرگنمایی ۲۲۰x).



تصویر ۴- سلولهای ماهیچه ای گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی.

(P سلول "پی" (T سلول انتقالی، پیکان) هسته سلول فیبروبلاست، (M) میوکارده دیواره جانبی دهلیزی راست، (رنگ آمیزی اختصاصی ماسون تری کروم سبز، بزرگنمایی ۶۴۰x).

می باشد (۴). در خرگوش اندازه طول گره از ۰/۵ تا ۰/۸ میلیمتر متغیر است (۹). میانگین ابعاد گره در خوکچه هندی نیز ۰/۵۵ × ۰/۰۳ × ۰/۱۴ میلیمتر می باشد (۱۵).

به طور کلی پارانثیم گره سینوسی-دهلیزی قلب موش صحرایی از سلولهای مخصوصی تشکیل شده است که شباهتی کلی بین نوع و مورفولوژی سلولهای گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی و انسان، سگ، اسب، گربه و بز وجود دارد، با این تفاوت که اختلاف رنگ گره با سلولهای معمولی میوکارده دهلیزی راست در قلب موش صحرایی بسیار اندک است و به نظر می رسد ناحیه روشن اطراف هسته در سلولهای "پی" کوچکتر از گونه های مذکور می باشد (۱۴، ۱۰، ۱۴، ۶). به عبارت دیگر میزان میوفیبریل در سیتوپلاسم سلولهای گره زیادتر است. ناحیه روشن اطراف هسته مربوط به سلولهای "پی" در گره سینوسی- دهلیزی قلب بز و گاو بزرگتر از سایر حیوانات مذکور است، درحالی که حالت موجدار و پیچ در پیچ رشته های سلولی گره کمتر است (۸، ۱۴). همچنین تعداد کل سلولهای گره سینوسی- دهلیزی



تصویر ۱- نشان دهنده موقعیت استقرار میکروسکوپ و شکل گره سینوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی.

(M* گوشک راست، (M) دیواره جانبی دهلیزی راست، پیکان ضخیمتر) انتهای خلفی عریض گره، پیکان نازکتر) انتهای قدامی باریک گره، (رنگ آمیزی اختصاصی ماسون تری کروم سبز، بزرگنمایی ۱۶۰x).



تصویر ۳- نشان دهنده الیاف الاستیک در دراست گره سینوسی - دهلیزی.

پیکان ضخیم) الیاف کلاژن، پیکان نازک) الیاف الاستیک، (NC) سلولهای گره، (رنگ آمیزی اختصاصی ارسنین، بزرگنمایی ۶۴۰x).

گره سینوسی- دهلیزی را نمی توان به صورت مستقل و مشخص مشاهده نمود، بلکه به صورت انشعابات و شاخه هایی از سلولهای کوچک در محل ورود سیاهرگ میانخالی قدامی به دهلیزی راست قابل تشخیص است (۱۶). میانگین ابعاد گره در قلب موش صحرایی ۲۲۵ میکرون طول، ۸۳ میکرون عرض و ۲۱۶ میکرون ضخامت است. گره در انسان ۱۵ میلیمتر طول، ۵ میلیمتر عرض و ۱/۵ میلیمتر ضخامت دارد (۵). میانگین ابعاد گره در بز ۱۲/۷۵ میلیمتر طول، ۱/۵ میلیمتر عرض و ۱/۷ میلیمتر ضخامت است (۱۴). اندازه حجمی گره سینوسی- دهلیزی قلب سگ حدود ۵ میلیمتر (۶) و در اسب تقریباً ۳ × ۳/۴ میلیمتر در برش عرضی است (۱). گره سینوسی- دهلیزی قلب شتر به طور میانگین ۲۸/۲۵ میلیمتر طول، ۵/۷۵ میلیمتر عرض و ۵/۳۸ میلیمتر ضخامت دارد (۳). میانگین ابعاد گره سینوسی- دهلیزی در گربه های نر ۲/۷۸ میلیمتر طول، ۳/۱۸ میلیمتر عرض و ۰/۵۴ میلیمتر ضخامت است، درحالی که این میانگین در گربه های ماده ۲/۷۵ میلیمتر طول، ۲/۶۴ میلیمتر عرض و ۰/۴۵ میلیمتر ضخامت





تصویر ۶- نشان دهنده ساختار سلولی متراکم تر و سرخرگ تغذیه کننده گره سینیوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی.

(A) سرخرگ گره سینیوسی - دهلیزی، پیکان) احاطه شدن سرخرگ تغذیه کننده گره توسط سلولهای مجاور آن، (رنگ آمیزی اختصاصی ماسون تری کروم سبز، بزرگنمایی ۴۶۴۰x).

تشکیل دهنده داربست گره سینیوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی الیاف الاستیک نیز به صورت پراکنده وجود دارد که از این نظر مشابه انسان، سگ و گربه می باشد (۴،۶،۱۰).

گره سینیوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی دارای سرخرگ تغذیه کننده است که موقعیت قرارگیری آن کاملاً مرکزی نیست بلکه در نزدیک ناحیه مرکزی قرار دارد ولی چون سلولهای نزدیک سرخرگ تغذیه کننده در اطراف آن سازماندهی شده اند، می توان آن را سرخرگ مرکزی محسوب نمود. این گره در انسان، سگ و شتر نیز دارای سرخرگ مرکزی است که سازماندهی سلولهای گره در اطراف سرخرگ وجود دارد (۳،۵،۶). در بز و گوسفند گره مذکور فاقد سرخرگ مرکزی است و به جای آن در نزدیک ناحیه مرکزی و به طرف حاشیه قدامی سرخرگ مشخصی وجود دارد که خونرسانی گره را انجام می دهد و سلولهای گره در اطراف این سرخرگ سازماندهی نشده اند (۲،۱۴). گره سینیوسی - دهلیزی قلب گربه و گاو نیز فاقد سرخرگ مرکزی است و بجای آن چند سرخرگ کوچک وجود دارد که تغذیه گره را انجام می دهند و سلولهای گره در اطراف هیچ کدام از این سرخرگ ها سازماندهی نشده اند. همچنین در گربه در بعضی از موارد هیچگونه سرخرگ گره سینیوسی - دهلیزی را نمی توان مشخص کرد (۴،۸). در اسب سرخرگ گره ممکن است منفرد یا چندتایی باشد که در داخل یا نزدیک بازوی قدامی گره واقع شده اند (۱). در خرگوش نیز گره سینیوسی - دهلیزی فاقد سرخرگ مرکزی است و به جای آن چند شاخه سرخرگی کوچک نقش تغذیه گره را به عهده دارند (۹). در گره سینیوسی - دهلیزی قلب خوکچه هندی یک یا چند آرتریول در انتهای قدامی و در بعضی از نمونه ها هم در انتهای قدامی و هم در انتهای خلفی گره قرار دارند، که خونرسانی گره را انجام می دهند (۱۵).

در داخل گره سینیوسی - دهلیزی موش صحرایی میزان اندکی الیاف عصبی موجود است ولی گانگلیون های عصبی در داخل گره وجود ندارند بلکه در مجاورت گره و در نزدیک انتهای قدامی آن مشاهده می شوند. در



تصویر ۵- سلولهای معمولی میوکارد دهلیز راست در قلب موش صحرایی، به اختلاف رنگ و تفاوت اندازه این سلولها با سلولهای گره توجه شود (رنگ آمیزی اختصاصی ماسون تری کروم سبز، بزرگنمایی ۴۶۴۰x).



تصویر ۷- ساختار یک گانگلیون گره سینیوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی.

(P) پریکاریون، پیکان) هسته و هستک، (رنگ آمیزی اختصاصی ماسون تری کروم سبز، بزرگنمایی ۴۶۴۰x).

قلب انسان بیشتر از گوسفند است (۲). در اسب سلولهای بدنه و شاخه میانی گره با سلولهای شاخه جانبی تفاوت دارند. بدین ترتیب که سلولهای شاخه جانبی واکنش دار بوده و بصورت دسته جمعی و متراکم قرار دارند، به طوری که قابل تشخیص نیستند که این حالت در بدنه و شاخه میانی وجود ندارد (۱). همچنین گره سینیوسی - دهلیزی قلب خرگوش و خوکچه هندی دارای درصد بالایی از سلولهای پی است، به طوریکه میزان بالای سلولهای "پی" باعث وضوح بیشتر حاشیه های گره سینیوسی - دهلیزی قلب این حیوانات می شود (۹،۱۵).

بین سلولهای گره سینیوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی صفحات پلکانی وجود ندارد که از این نظر مشابه سایر گونه های مطالعه شده می باشد. داربست گره سینیوسی - دهلیزی قلب موش صحرایی دارای میزان زیادی الیاف کلاژن است که به صورت نامنظم قرار گرفته اند که از این نظر مشابه انسان، سگ، اسب، شتر، گربه و بز می باشد (۱،۳،۴،۶،۱۴). در حالی که تراکم یا میزان الیاف کلاژن گره سینیوسی - دهلیزی قلب گاو، خرگوش و خوکچه هندی کمتر از گونه های مذکور می باشد (۸،۹،۱۵). در لابه لای الیاف کلاژن



References

1. Bishop, S. P. and Cole, C. R. (1967): Morphology of the specialized conducting tissue in the atria of the equine heart. *Anat. Rec.* 158: 401-416.
2. Copenhaver, W. M. and Truex, R. C. (1952): Histology of the atrial portion of the cardiac conduction system in man and other mammals. *Anat. Rec.* 114: 601-614.
3. Ghazi, S. R. and Tadjalli, M. (1995): Anatomy of the sinus node of camel (*Camellus dromedarius*). *Anat. Histol. Embryol.* 24:1-5.
4. Ghazi, S. R., Tadjalli, M. and Baniabbas, A. (1998): Anatomy of the sinus node of domestic cats (*Felis catus*). *J. Appl. Anim. Res.* 14: 57-64.
5. James, T. N. (1961): Anatomy of the human sinus node. *Anat. Rec.* 141: 109-116.
6. James, T. N. (1962): Anatomy of the sinus node of the dog. *Anat. Rec.* 143: 255-266.
7. James, T. N. (1963): The connecting pathways between the sinus node and AV node and between the right and left atrium in the human heart. *Am. Heart. J.* 66: 498-508.
8. James, T. N. (1965): Anatomy of the sinus node, AV node and os cordis of the beef heart. *Anat. Rec.* 153: 361-372.
9. James, T. N. (1967): Anatomy of the cardiac conduction system in the rabbit. *Circ.* 20: 638-648.
10. James, T. N. (1970): Cardiac conduction system: Fetal and postnatal development. *Am. J. Cardiol.* 25: 213-225.
11. James, T. N. (1977): The sinus node. *Am. J. Cardiol.* 40: 965-972.
12. Luna, L. G. (1968): Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology. 3rd ed. McGraw-Hill Book Company, New york, USA. PP: 77 and 94-95.
13. Mayling, H. A., and Terborg, H. (1957): The conducting system of the heart in hoofed animals. *Cornell Vet. J.* 47: 419-447.
14. Nabipour, A., Khanzadi, S. and Moradi, G. H. (2000): Anatomy of the sinu-atrial node in the heart of Goat (*Capra hircus*). *J. Fac. Vet. Med. Tehran Univ.* 55, 2: 93-96.
15. Nabipour, A. (2004): Anatomy and histology of the sinu-atrial node in the heart of Guinea pig (*Cavia percellus*). *J. Appl. Anim. Res.* 25: 41-43.
16. Truex, R. C. and Smythe, M. Q. (1965): Comparative morphology of the cardiac conduction tissues in animals. *Ann. Y. Acad. Sci.* 127: 19-32.

داخل گره سینوسی - دهلیزی کوچک هندی نیز مقدار بسیار اندکی الیاف عصبی وجود دارد، ضمناً در این حیوان هیچ گونه گانگلیون عصبی در داخل یا اطراف گره وجود ندارد (۱۵). در حالی که در اسب، انسان، سگ، گربه و بز میزان زیادی الیاف عصبی در داخل گره وجود دارد و در تمام این حیوانات گانگلیون عصبی نیز در اطراف گره وجود دارد (۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸).

در قلب موش صحرایی هیچ گونه سلولهای تغییر شکل یافته ای که از گره سینوسی - دهلیزی وارد میوکارد دهلیز راست شوند، مشاهده نشد. بنابراین مسیرهای بین گرهی که گره سینوسی - دهلیزی را به گره دهلیزی - بطنی قلب مرتبط می سازند، در این حیوان وجود ندارند در حالی که مسیرهای بین گرهی در قلب انسان، میمون، سگ، گربه، خرگوش و کوچکچه هندی گزارش شده است (۲، ۴، ۶، ۷، ۹، ۱۵).



