

مطالعه هیستومورفومتریک نوتوکورد در رویان گاومیش آبی خوزستان

رضا رنجبر^۱، نعیم عرفانی مجد^۲ و الناز لک^۳

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۵

خلاصه

نوتوکورد به عنوان ستون مهره‌ای اولیه رویان مهره‌داران عمل می‌کند و در پستانداران عمدتاً توسط ستون مهره‌ای جایگزین می‌شود. در نهایت نوتوکورد ناپدید شده و بسته به نوع گونه حیوان در تشکیل دیسک بین مهره‌ای و نوکلئوس پالپوزوس شرکت می‌کند. تا کنون مطالعه‌ای در خصوص رشد تکاملی نوتوکورد در گاومیش گزارش نشده است. در این مطالعه هیستولوژی و هیستومتری نوتوکورد روی ۲۰ رویان گاومیش بومی خوزستان با اندازه (CRL) بین ۳/۸ تا ۳۸ میلی‌متر و سن تخمینی کمتر از ۳۰ روز تا ۵۴/۲۸ روز صورت گرفت. بر اساس تغییرات بافتی و تکاملی رویان‌ها به ۳ گروه تقسیم‌بندی شدند: گروه اول دارای اندازه ۹/۸-۳/۸ میلی‌متر (۸ نمونه، سن کمتر از یک ماه و میانگین اندازه میلی‌متر $CRL=7/0.6 \pm 0/16$)، رویان‌های گروه دوم دارای اندازه ۱۸-۱۱/۵ میلی‌متر (۵ نمونه، میانگین سنی روز $35/38 \pm 1/34$ و میانگین اندازه میلی‌متر $CRL=14/5 \pm 0/15$) و رویان‌های گروه سوم دارای اندازه ۳۸-۲۱ میلی‌متر (۷ نمونه، میانگین سنی روز $51/64 \pm 4/29$ و میانگین اندازه میلی‌متر $CRL=28/5 \pm 0/75$). ابتدا از ناحیه کمری بدن رویان‌ها مقاطع بافتی عرضی ۰/۵ سانتی‌متری تهیه گردید و درون محلول ثبوتی فرمالین ۱۰٪ قرار داده شد. سپس مقاطع میکروسکوپی ۵-۶ میکرومتر تهیه و با استفاده از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. اسلایدهای بافت‌شناسی تهیه شده به کمک میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که حداکثر رشد نوتوکورد در رویان با طول ۹/۸ میلی‌متر و دارای سن کمتر از یک ماه و تحلیل آن در رویان با طول ۳۸ میلی‌متر و دارای سن تخمینی ۵۵ روز انجام می‌گیرد. سلول‌های نوتوکورد عمدتاً از نوع مزانشیمی با هسته کروی، هستک مشخص و سیتوپلاسم روشن بودند و با افزایش سن رویان‌ها به تدریج از تعداد آنها کاسته شده تا کاملاً تحلیل می‌رفتند. در نهایت نوتوکورد به یک ناحیه مدور کوچک بدون سلول همراه با غلاف ضخیم و مشخص در قسمت میانی دیسک بین مهره‌ای که نوکلئوس پالپوزوس نامیده می‌شود، تبدیل می‌گردید. مطالعه حاضر نشان داد در رویان‌های گاومیش دارای سن $51/64 \pm 4/29$ روز، نوتوکورد دچار تحلیل می‌شود. بنابراین تحلیل نوتوکورد و تشکیل دیسک بین مهره‌ای در رویان‌های گاومیش، مشابه گزارش‌های موجود در مورد دام‌های اهلی و به ویژه گاو می‌باشد.

کلمات کلیدی: هیستومورفومتریک، نوتوکورد، رویان، گاومیش آبی

مقدمه

پستانداران عالی توسط ستون مهره‌ای جایگزین می‌شود. در طی مرحله گاسترولاسیون سلول‌های پیش نوتوکوردی^۱ در ناحیه گوده اولیه^۲ در شیار اولیه^۳ دچار تورفتگی می‌شوند و سپس در جهت قدامی به سمت سری رویان حرکت می‌کنند تا به صفحه پره کوردی^۴

نوتوکورد ساختاری میله‌ای شکل، قابل انعطاف و از ویژگی‌های مشخص مهره‌داران می‌باشد که به عنوان محور یا ستون مهره‌ای اولیه رویان مهره‌داران عمل می‌کند و در مهره‌داران پست مانند برخی از انواع ماهیان پس از دوره جنینی و در دوران بلوغ نیز باقی می‌ماند، ولی در

(نویسنده مسئول)

E-mail: dabir120@yahoo.com

^۱ دانشیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

^۲ استاد گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

^۳ دستیار دکتری تخصصی علوم تشریحی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

1- Prenotochordal cells

2- Primitive pit

3- Primitive streak

4- Prechordal plate

مطالعات جدید نشان داده که وجود نوتوکورد جهت ایجاد سیگنال‌های اولیه در آندودرم به منظور تکامل و رشد نهایی پانکراس نیز لازم می‌باشد (۵ و ۱۴) و ممکن است در بروز تومورهای ارثی در حیوانات نیز نقش داشته باشد (۷). تاکنون مقالات بسیاری در خصوص ویژگی‌های بافت‌شناسی و آناتومی نوتوکورد در انواع مختلف حیوانات از جمله موش سفید (۱۶)، موش صحرائی (۱)، خرگوش (۱۳)، گاو (۹)، بز (۱۰)، اسب (۳) و انسان (۲، ۳، ۵، ۶، ۱۵ و ۱۹) منتشر شده است ولی گزارشی در مورد رشد تکاملی نوتوکورد در گاو میش وجود ندارد. لذا در این تحقیق بافت‌شناسی و هیستومتری نوتوکورد در رویان گاو میش‌های آبی خوزستان مطالعه شد و سپس نتایج حاصل با گزارش‌های موجود در مورد سایر گونه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش کار

این مطالعه روی ۲۰ رویان گاو میش که از کشتارگاه نیمه صنعتی اهواز به دست آمد، انجام شد. رحم گاو میش‌های ماده آبستن، بلافاصله بعد از کشتار از حفره لگن و شکم خارج شد و به آزمایشگاه جنین‌شناسی دانشکده دامپزشکی اهواز منتقل گردید. در آزمایشگاه ابتدا رحم از سمت شاخ آبستن شکافته شده و پس از باز نمودن پرده‌های جنینی، رویان‌ها از رحم خارج شد. آنگاه رویان‌ها از نظر نمای خارجی بررسی و در صورت نداشتن عیوب ظاهری جهت مطالعه رشد تکاملی مورد استفاده قرار گرفتند. به کمک کولیس و یا نخ پرک، طول فرق سر تا ریشه دم^۴ رویان‌ها اندازه‌گیری گردید و سپس به کمک فرمول Abdel Raof و Elnaggar (۱۹۶۸)، سن تقریبی رویان‌ها محاسبه شد (۴). بر این اساس رویان‌های مورد مطالعه دارای اندازه CRL بین ۳۸-۳/۸ میلی‌متر و

می‌رسند. با جایگزین شدن هیپوبلاست توسط سلول‌های آندودرمی که از شیار اولیه به داخل می‌آیند، سلول‌های صفحه نوتوکوردی تکثیر یافته و از آندودرم زیرین خود جدا می‌شوند. سپس این سلول‌ها یک طناب توپر سلولی می‌سازند که نوتوکورد نهایی یا قطعی^۱ نامیده می‌شود که در سطح شکمی لوله عصبی قرار می‌گیرد و به منزله پایه‌ای برای اسکلت محوری بدن عمل می‌کند. طویل شدن نوتوکورد فرآیند پویایی است به این ترتیب که در ابتدا، انتهای سری نوتوکورد تشکیل می‌شود و سپس مناطق دم‌ی آن هنگامی که شیار اولیه بیشتر در موقعیت دم‌ی قرار گرفت، ساخته می‌شود (۲).

در انسان در طی هفته چهارم بارداری به دنبال تشکیل مهره‌ها از اسکروتوم، گرچه نوتوکورد در ناحیه تشکیل جسم مهره‌ها دچار تحلیل می‌شود ولی در ناحیه دیسک بین مهره‌های باقی مانده و بزرگ می‌شود. نوتوکورد در این قسمت در تشکیل هسته نرم یا نوکلئوس پالپوزوس^۲ که توده‌ای نیمه مایع از الیاف سفید ظریف و الاستیک است و مرکز دیسک بین مهره‌های را تشکیل می‌دهد، مشارکت می‌کند. بعداً لایه‌ای از سلول‌های مزانشیمی رشته‌هایی حلقوی به نام حلقه فیروزی یا آنولوس فیروزوس^۳ می‌سازند که نوکلئوس پالپوزوس را احاطه می‌کند. این دو ساختار با یکدیگر در تشکیل دیسک بین مهره‌ای شرکت می‌کنند (۲ و ۳). نوتوکورد در نهایت بسته به گونه حیوان به تدریج تحلیل رفته و در تشکیل دیسک بین مهره‌ای و بخش هسته نرم ژلاتینی آن شرکت می‌کند.

امروزه مشخص شده است که نوتوکورد نقش مهمی در القای صفحه عصبی، کندروژنز، تشکیل سومایت و تمایز نوروبلاست‌ها بازی می‌کند (۲، ۳، ۵، ۶، ۱۵ و ۱۹). همچنین مشخص شده است که وجود نوتوکورد جهت تقارن سمت چپ و راست بدن لازم می‌باشد (۱۲ و ۱۱).

1- Definitive notochord

2- Nucleus pulposus

3- Annulus fibrosus

4- Crown-Rump Length=CRL

فرمالین ۱۰٪ قرار داده شد. پس از پاساژ بافتی با استفاده از میکروتوم، مقاطع میکروسکوپی ۶-۵ میکرومتر تهیه گردید، سپس مورد رنگ آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین قرار داده شدند. اسلایدهای بافت شناسی تهیه شده به کمک میکروسکوپ نوری مورد مطالعه بافت شناسی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که علاوه بر بررسی بافت شناسی مقاطع، قطر نوتوکورد و شمارش سلول های نوتوکورد در مقطع عرضی نیز در گروه های سه گانه انجام شد. جهت ارزیابی بیومتری از عدسی چشمی مدرج میکروسکوپ الپوس با تقسیمات مشخص استفاده گردید. پس از شمارش تعداد واحدهای عدسی مدرج چشمی، عدد حاصله بسته به درشت نمایی عدسی در ضریب ثابت ضرب شد، که عدد به دست آمده نشان دهنده اندازه واقعی منطقه مربوطه بر حسب میکرومتر بود. در خاتمه نتایج حاصل با استفاده از روش آماری SPSS و آزمون مقایسه میانگین ها (کروسکال والیس) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت ($p \leq 0.05$).

سن تخمینی زیر یک ماه تا ۵۴/۲۸ روز بودند. سپس کل رویان ها بر اساس میانگین CRL، سن و تغییرات بافتی در ۳ گروه طبقه بندی شدند. به این ترتیب رویان های گروه اول دارای اندازه ۹/۸-۳/۸ CRL = میلی متر (۸ نمونه، سن کمتر از یک ماه و میانگین اندازه میلی متر $CRL = 7/06 \pm 0/16$)، رویان های گروه دوم دارای اندازه ۱۸-۱۱/۵ CRL = میلی متر (۵ نمونه، میانگین سنی روز $35/38 \pm 1/34$ و میانگین اندازه میلی متر $CRL = 14/5 \pm 0/15$) و رویان های گروه سوم دارای اندازه ۳۸-۲۱ CRL = میلی متر (۷ نمونه، میانگین سنی روز $51/64 \pm 4/29$ و میانگین اندازه میلی متر $CRL = 28/5 \pm 0/75$) بودند. وزن جنین ها نیز به کمک ترازوی دیجیتال بین ۳/۱-۰/۶ گرم تعیین گردید که میانگین و انحراف معیار وزن رویان های گروه اول $0/7 \pm 0/1$ گرم، رویان های گروه دوم $1/04 \pm 0/2$ گرم و رویان های گروه سوم $2/5 \pm 0/85$ گرم محاسبه شد (جدول ۱). سپس از ناحیه کمری بدن رویان ها مقاطع بافتی عرضی ۰/۵ سانتی متری تهیه گردید و درون محلول ثبوتی

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار CRL، سن و وزن رویان ها و نیز تعداد سلول ها و قطر نوتوکورد در گروه های رویانی

گروه	تعداد رویان	سن (روز)	حداقل و حداکثر CRL (میلی متر)	میانگین و انحراف معیار CRL (میلی متر)	میانگین و انحراف معیار وزن (گرم)	قطر نوتوکورد (میکرومتر)	میانگین و انحراف معیار تعداد سلول های نوتوکورد
اول (a)	۸	کمتر از ۳۰ روز (bc)	۳/۸-۹/۸	$7/06 \pm 0/16$ (bc)	$0/7 \pm 0/1$ (bc)	$107 \pm 1/32$ (bc)	$27 \pm 0/83$ (b)
دوم (b)	۵	$35/38 \pm 1/34$ (ac)	۱۱/۵-۱۸	$14/5 \pm 0/15$ (ac)	$1/04 \pm 0/2$ (ac)	$37/16 \pm 1/32$ (ac)	$11 \pm 0/63$ (a)
سوم (c)	۷	$51/64 \pm 4/29$ (ab)	۲۱-۳۸	$28/5 \pm 0/75$ (ab)	$2/5 \pm 0/85$ (ab)	$26/04 \pm 2/23$ (ab)	۰ (ab)

* حروف a,b,c نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین گروه های سه گانه می باشد ($p \leq 0.05$).

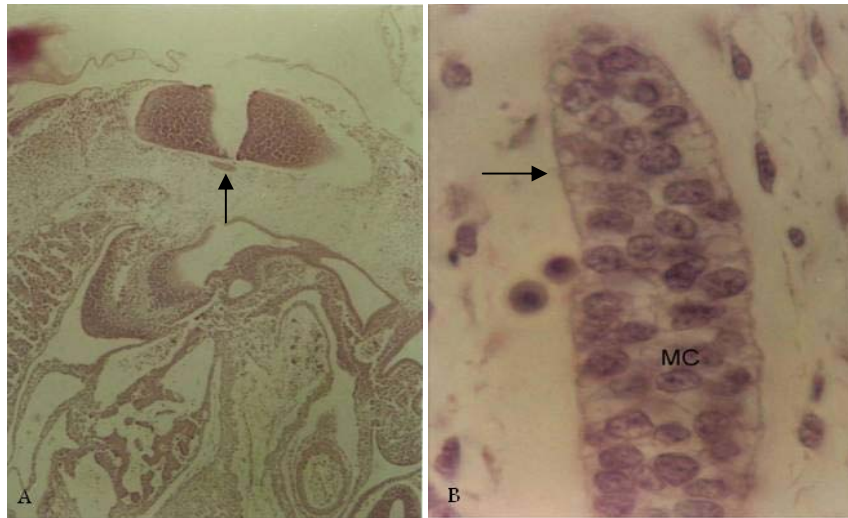
نتایج

مشخص و سیتوپلاسم روشن بود و غلاف نازکی در اطراف نوتوکورد مشاهده شد (تصویر میکروسکوپی ۱، A, B). میانگین و انحراف معیار تعداد سلول های نوتوکورد

در رویان های گروه اول، نوتوکورد در مقطع عرضی به شکل مدور تا بیضی مشاهده شد و ساختار آن عمدتاً از نوع سلول های مزانشیمی با هسته کروی و هستک

قطر نوتوکورد 1.07 ± 0.32 میکرومتر محاسبه گردید (جدول ۱).

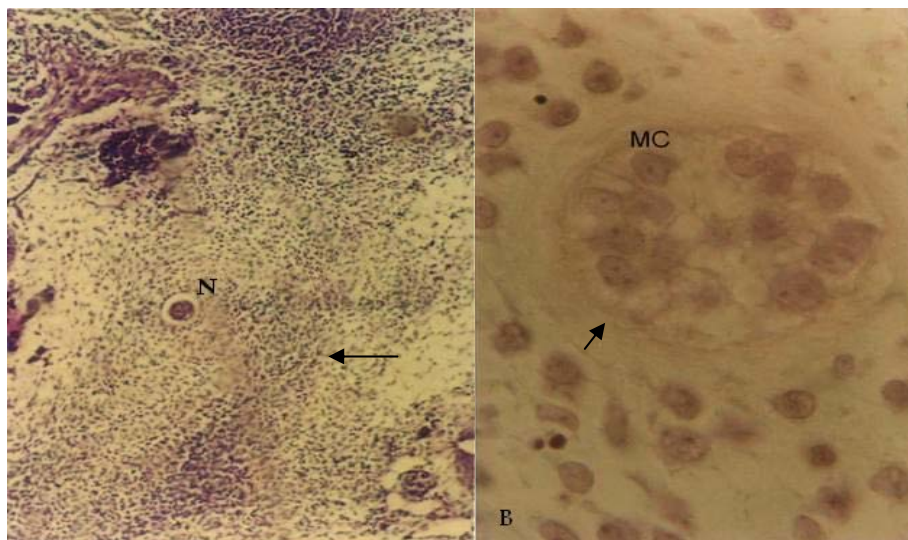
در هر میدان دید میکروسکوپی 27 ± 0.83 عدد شمارش گردید. همچنین در این گروه میانگین و انحراف معیار



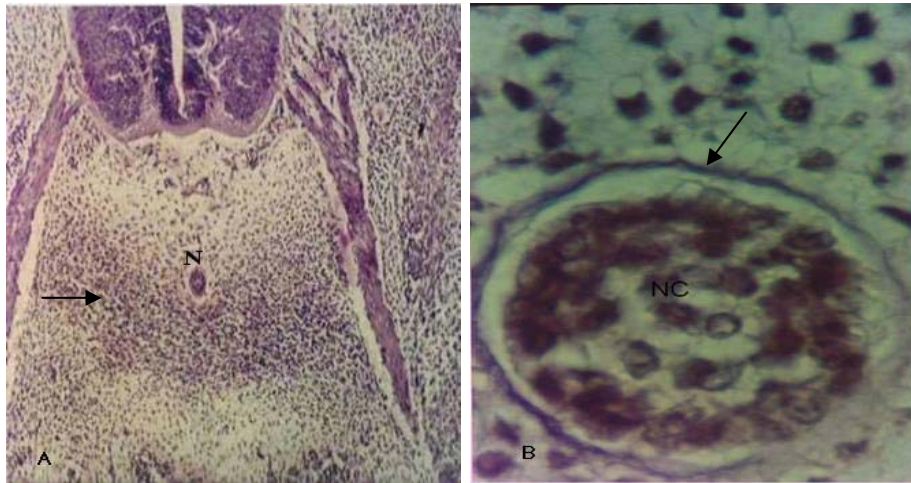
تصویر میکروسکوپی ۱- A: مقطع عرضی رویان با طول $3/8$ میلی‌متر و سن زیر یک ماه (H&E, $\times 20$). پیکان: نوتوکورد. B: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول $3/8$ میلی‌متر و سن زیر یک ماه (H&E, $\times 100$). پیکان: غلاف نوتوکورد، MC سلول‌های مزانشیمی.

(تصاویر میکروسکوپی ۲ و ۳ A, B). میانگین و انحراف معیار تعداد سلول‌ها 11 ± 0.63 عدد شمارش گردید. ضمناً در این گروه میانگین و انحراف معیار قطر نوتوکورد $37/16 \pm 1/32$ میکرومتر محاسبه گردید (جدول ۱).

در رویان‌های گروه دوم، به تدریج غلاف اطراف نوتوکورد ضخیم‌تر شده و تراکم سلول‌های بیرونی اطراف نوتوکورد افزایش می‌یافت. در عین حال سلول‌های درون نوتوکورد متراکم‌تر شده و از تعداد آنها کاسته می‌شد



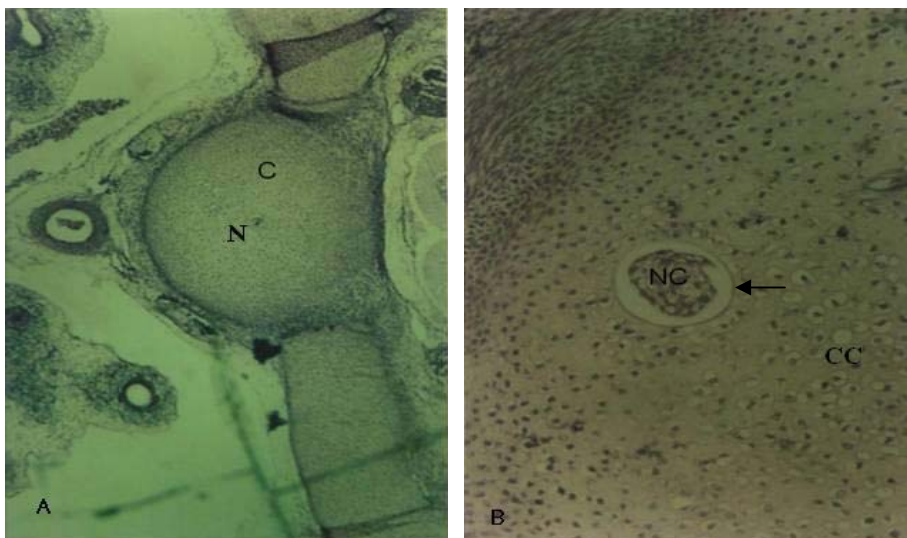
تصویر میکروسکوپی ۲- A: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول $11/5$ میلی‌متر و سن ۳۲ روز (H&E, $\times 40$). پیکان، افزایش تراکم سلول‌های مزانشیمی اطراف نوتوکورد را نشان می‌دهد. N، مقطع عرضی نوتوکورد. B: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول $11/5$ میلی‌متر و سن ۳۲ روز (H&E, $\times 100$) پیکان: غلاف نوتوکورد، MC سلول‌های مزانشیمی.



تصویر میکروسکوپی ۳- A: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول ۱۸ میلی‌متر و سن ۳۶/۷۵ روز (H&E, $\times 40$). پیکان افزایش تراکم سلول‌های مزانشیمی اطراف نوتوکورد را نشان می‌دهد. N: مقطع عرضی نوتوکورد. B: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول ۱۸ میلی‌متر و سن ۳۶/۷۵ روز (H&E, $\times 100$). نوک پیکان غلاف نوتوکورد، NC: سلول‌های نوتوکورد.

و سلول‌های مزانشیمی آنولوس فیروزوس اطراف نوتوکورد، به سلول‌های غضروفی و غضروف شفاف تبدیل می‌شدند (تصویر میکروسکوپی ۴ A, B).

در رویان‌های گروه سوم، سلول‌های نوتوکورد پیکنوزه و سپس دچار تخریب سلولی شده و محدوده سلول‌ها قابل تشخیص نبود و به توده‌ای از بقایای سلولی تبدیل می‌شدند. در این مرحله غلاف نوتوکورد ضخیم‌تر می‌شد.



تصویر میکروسکوپی ۴- A: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول ۲۷ میلی‌متر و سن ۵۱/۴ روز (H&E, $\times 20$). C: غضروف آنولوس فیروزوس در اطراف نوتوکورد مشاهده می‌شود. N: باقیمانده نوتوکورد (نوکلئوس پالپوزوس) B: مقطع عرضی نوتوکورد رویان با طول ۲۷ میلی‌متر و سن ۵۱/۴ روز (H&E, $\times 40$). نوک پیکان: غلاف نوتوکورد. NC: سلول‌های پیکنوزه نوتوکورد. CC: سلول‌های غضروفی.

مهره‌ای آینده را می‌سازند. ولی بافت مزانشیمی غیر متراکم قطعه‌ها ناحیه بدنه مهره‌ها را تشکیل می‌دهد. پس از این مرحله هر دو ناحیه شروع به تشکیل غضروف شفاف می‌نمایند و به موازات این پروسه غضروفی شدن، در حد فاصل بدنه مهره‌ها نیز، نوتوکورد شروع به ضخیم شدن نموده و ناحیه نوکلئوس پالپوزوس را ایجاد می‌کند (۱۷ و ۱۸). توده سلول‌های نوتوکورد موجود در نوکلئوس پالپوزوس در حیواناتی چون جوندگان، گربه و سگ (بدون کندرودیستروفی^۱) در تمام عمر باقی می‌ماند، ولی سلول‌های نوتوکورد در گونه‌هایی چون اسب در زمان تولد و در انسان چند سال پس از تولد (۴-۱۳ سال) از بین می‌روند (۲، ۵، ۶، ۱۵ و ۱۹). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که رشد و تکامل نوتوکورد در رویان گاو همیشه با مراحل تکامل رویان در دوره رویانی مطابقت دارد و تقریباً در پایان مرحله رویانی دچار تحلیل می‌شود. در این پژوهش مشخص گردید که با افزایش سن رویان‌ها، طول CRL و وزن رویان‌ها نیز افزایش می‌یابد ولی قطر نوتوکورد و تعداد سلول‌های آن روند تحلیلی را نشان می‌دهد (جدول ۱).

در تحقیقی که توسط Gomercic و همکاران (۱۹۹۱) بر روی رویان گاو صورت گرفت، زمان تحلیل نوتوکورد در سن ۵۴ روزگی و حداکثر تکامل نوتوکورد در سن ۳۲ روزگی گزارش داده شد (۸)، که با نتایج حاصل از این مطالعه در رویان گاو همیشه مطابقت نزدیکی دارد. در این مطالعه تحلیل نوتوکورد در رویان‌های دارای سن $51/64 \pm 4/29$ روز و حداکثر تکامل آن در رویان‌های دارای سن حدود ۳۰ روز مشاهده گردید (جدول ۱). در بررسی دیگر Haldiman و Gier (۲۰۰۷) روند تکاملی نوتوکورد در ۲۳ رویان گاو و در محدوده سنی بین ۳۴-۱۷ روزگی را مطالعه نمودند. نامبردگان رشد نوتوکورد را مربوط به پرولیفراسیون سلول‌های نوتوکورد و در رویان ۲۷ روزه گزارش نمودند (۹). همچنین Sulik و همکاران

میانگین و انحراف معیار قطر نوتوکورد در این گروه $26/04 \pm 2/23$ میکرومتر اندازه‌گیری شد (جدول ۱). در رویان‌های بزرگ این گروه، نوتوکورد به یک ناحیه مدور کوچک بدون سلول همراه با غلاف ضخیم و مشخص در قسمت میانی دیسک بین مهره‌ای که نوکلئوس پالپوزوس نامیده می‌شود، تبدیل می‌گردید (تصویر میکروسکوپی ۵).



تصویر میکروسکوپی ۵: مقطع عرضی نوتوکورد در رویان با طول ۲۸ میلی‌متر و سن ۵۴/۲۸ روز (H&E, $\times 40$). نوکلئوس پیکان: غلاف نوتوکورد، C. غضروف آنولوس فیبروزوس در اطراف نوتوکورد.

بحث

بر اساس منابع موجود، در طی دوره رویانی، نوتوکورد (نوکلئوس پالپوزوس) و سلول‌های مزانشیمی (آنولوس فیبروزوس)، دیسک بین مهره‌ای را تشکیل می‌دهند. در رویان انسان در حوالی هفته ۶-۵ آبستنی سلول‌های مزانشیمی که در اطراف میله نوتوکوردی قرار دارند شروع به قطعه قطعه شدن می‌کنند و در بینابین این قطعات نواحی منظم متراکم از سلول‌های مزانشیمی پدید می‌آید که در نهایت ناحیه آنولوس فیبروزوس از دیسک بین

در اطراف نوتوکورد ضخیم تر شده و تراکم سلول‌های بیرونی اطراف نوتوکورد افزایش می‌یافت. با این وجود سلول‌های درون نوتوکورد متراکم تر شده و از تعداد آنها کاسته می‌شد.

در رویان‌های دارای سن $51/64 \pm 4/29$ روز، سلول‌های نوتوکورد پیکنوزه و سپس تخریب شده و محدوده سلول‌ها قابل تشخیص نبود و به توده‌ای از بقایای سلولی تبدیل می‌شدند. در این مرحله غلاف نوتوکورد ضخیم تر می‌شد و سلول‌های مزانشیمی آنولوس فیروزوس اطراف نوتوکورد، به سلول‌های غضروف شفاف تبدیل می‌شدند. در رویان‌های بزرگ این گروه، نوتوکورد به یک ناحیه مدور کوچک بدون سلول همراه با غلاف ضخیم و مشخص در قسمت میانی دیسک بین مهره‌ای تبدیل می‌گردید که نوکلئوس پالپوزوس نامیده می‌شود. نتایج حاصل با گزارش‌های (Urban, 2000, 2003) و همکاران (Fleming, 2001) (۱۷ و ۱۸)، در خصوص رشد تکاملی نوتوکورد و دیسک بین مهره‌ای مطابقت می‌نماید.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که تشکیل نوتوکورد در جنین گاومیش از همان روند کلی و ساختار سلولی و تغییرات بافتی دیگر پستانداران و انسان تبعیت می‌نماید، ولی از نظر روند زمانی، تحلیل آن مشابه نشخوارکنندگان و به خصوص گاو است و دارای تفاوت اساسی با اسب و نیز انسان است.

(۱۹۹۴) با تشریح مورفولوژی نوتوکورد در موش سوری در روزهای ۹-۷ وجود گره اولیه نوتوکورد را در راس رویان فنجانی شکل و در انتهای قدامی نشان دادند، که به تدریج تبدیل به صفحه نسبتاً پهن نوتوکورد می‌گردید (۱۶). نکته قابل ذکر آن است که بر اساس منابع موجود حداکثر رشد و تکامل نوتوکورد در رویان انسان، در حدود سن ۵۰-۴۰ روزگی رخ می‌دهد در صورتی که بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق در این سن در رویان گاومیش، نوتوکورد دچار تحلیل می‌شود (۲، ۵، ۶، ۱۵ و ۱۹).

در گاو و نیز انسان بالغ سلول‌های ناحیه هسته نرم و بخش داخلی آنولوس فیروزوس، غضروفی شکل بوده و توسط یک کپسول در بر گرفته می‌شود. به دنبال تحلیل سلول‌های نوتوکورد ناحیه هسته نرم نیز حالت ژلاتینی و شفاف خود را از دست می‌دهد و به رنگ سفید کدر مشاهده می‌شود (۶، ۱۷ و ۱۸). نتایج این مطالعه نشان داد که به طور کلی پروسه رشد تکامل نوتوکورد و تشکیل دیسک بین مهره‌ای در جنین گاومیش، مطابق با الگوی تشکیل دیسک بین مهره‌ای در حیوانات دیگر و انسان است.

در رویان‌های دارای سن زیر یک ماه سلول‌های نوتوکورد عمدتاً از نوع مزانشیمی با هسته کروی و هستک مشخص و سیتوپلاسم روشن بودند و غلاف نازکی در اطراف نوتوکورد مشاهده شد. در رویان‌های دارای سن $35/38 \pm 1/34$ روز به تدریج غلاف نوتوکورد

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به جهت تامین هزینه انجام این تحقیق (طرح داخلی با استفاده از بودجه پژوهانه) تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

نوتوکورد در موش صحرایی، مجله دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، سال ششم، شماره ۲۳، صفحات ۱۴-۱۰.

۱- دلاویز حمداله، صفی‌خانی زاهد و طاهری مبارکه محمد (۱۳۸۰). بررسی تشکیل هسته مرکزی دیسک از

- 11- Kim S.K., Hebrok M. and Melton D.A. (1997). Notochord to endoderm signaling is required for pancreas development, *Journal of developmental biology*, 124(21): 4243-52.
- 12- Kosher R.A. and Lash J.W. (1975). Notochord stimulation in vitro somite chondrogenesis before and after enzymatic removal of perinotochordal materialis, *Developmental Biology*, 42(2): 362-378.
- 13- Lesson T.S. and Lesson C.R. (1958). Observation on the histochemistry and fine structure of the notochord in rabbit embryos, *Journal of Anatomy*, 92(2): 278-85.
- 14- Echelard Y., Epstein D.J., Jacques B.S., Shen L., Mohler J., McMahon J.A. and McMahon A.P. (1993). Sonic hedgehog a member of a family of putative signaling molecules is implicated in the regulation of CNS polarity. *Cell*, 75(7): 1417-30.
- 15- Stemple D.L. (2005). Structure and function of notochord, an essential organ for chordate development, *Development*, 132(11): 2503-12.
- 16- Sulik K., Dehart D.B., Langaki T., Carlson J.L., Vrablic T., Gesteland K. and Schoenwolf G.C. (1994). Morphogenesis of the murine node and notochord plate, *Developmental Dynamic*, 201(3): 260-278.
- 17- Urban J.P.G., Roberts S. and Ralph J.R. (2000). The nucleus of the intervertebral disc from development to degeneration. *American Journal of Zoology*, 40(1): 53-61.
- 18- Urban J.P.G. and Roberts S. (2003). Degerenation of intervertebral disc. *Arthritis Research and Therapy*, 5(3): 120-130.
- 19- Vanstraaten H.W., Thors F., Wiertz-Hoessels L., Hekking J. and Drukker J. (1985). Effect of a notochordal implant on the early morphogenesis of the neural tube and neuroblast, histometrical and histological results. *Developmental Biology*, 110(1): 247-57.
- ۲- قطبی روشنک، زنوزی آزاده و بهرامی نسیم (۱۳۸۶). جنین‌شناسی پزشکی لانگمن، تألیف: سادلر تامس، انتشارات گلبان تبریز، صفحات ۶۵-۶۴ و ۱۵۹.
- ۳- رنجبر رضا و مروتی حسن (۱۳۸۹). جنین‌شناسی دامپزشکی، تألیف: مکگدی تی.آ، کوین پی.جی، فیتز پاتریک ای.اس. و ریان ام. تی، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد دوم، صفحات ۴۸۸-۴۸۴.
- 4- Abdel Raof M. and Elnaggar M.A. (1968). Biometry of the egyption buffalo foetus, *Journal of Veterinary Science of Untied Arabic*, 1: 525-554.
- 5- Burges A.M.C. (1983). On the role of the notochord in somite formation and the possible evolutionary significance of the concomitant cell re-orientation. *Journal of Anatomy*, 136, 4: 829-835.
- 6- Fleming A., Roger J.K. and Tannahill D. (2001). The role of the notochord in vertebral column formation, *Journal of Anatomy*, 199: (1-2): 177-180.
- 7- Foschini M.P., Fulcheri E., Baracchini P., Ceccarelli C., Bett C.M. and Eusebi V. (1990). Squamous cell carcinoma with prominent myxoid stroma, *Human Pathology*, 21 (8): 859-865.
- 8- Gomercic H., Vukovic S., Gomercic V. and Skrtic D. (1991). Histological and histochemical characteristics of the bovine notochord, *International journal of Developmental Boilogy*, 35, 353-358.
- 9- Haldiman J.T. and Gier H.T. (2007). Bovine notochord origin and development, *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 10(1): 1-14.
- 10- Hoogendoorn R.J.W., Helder M.N., Smir T.H. and Wuisman P.I.J.M. (2005). Notochordal Cells in Mature Caprine Intervertebral Discs, *European Cells and Materials*, 10 (3): 59.