مقاله پژوهشی

مجله سلول و بافت (علمی - پژوهشی)
جلد ۳، شماره۳، پاییز ۱۳۹۱، ۲۳۶-۲۳۱

الگوی توزیع سلول‌های پانت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک در گوسفند و بز در سطح میکروسکوپ نوری و الکترونی

علی پرچمی .Ph.D* و رحمت‌اله فتاحیان دهکردی .Ph.D

گروه علوم پایه، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد
* پست الکترونیک نویسنده مسئول: Parchami431@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲

چکیده

هدف: هدف از این مطالعه مقایسه‌ی توزیع کمی و ویژگی‌های بافتی سلول‌های پانت روده‌ی کوچک در گوسفند و بز بود.

مواد و روش‌ها: ۱۰ راس گوسفند سالم بالغ (۵ نر و ۵ ماده) و ۱۰ راس بز سالم بالغ (۵ نر و ۵ ماده) از نژاد لری بختیاری در کشتارگاه شهرکرد انتخاب شدند. مقاطع بافتی تهیه شده با میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: سلول‌های پانت در نواحی گوناگون کریپت‌های لیبرکوهن توزیع شده بودند و گرانول‌ها در ناحیه‌ی عمقی بزرگ‌تر و فراوان‌تر بوده، شمار این سلول‌ها از بخش ابتدایی دوازدهه به‌سوی بخش انتهایی روده‌ی تهی، به‌تدریج افزایش و از بخش انتهایی روده‌ی تهی به سوی بخش انتهایی ایلئوم کاهش یافته بود. در همه‌ی نواحی، شمار سلول‌های پانت در بز بیش‌تر از گوسفند بود. در سطح میکروسکوپ الکترونی، گرانول‌های متراکم در سیتوپلاسم راسی سلول‌های پانت یافت شدند. تراکم این گرانول‌ها و نیز تراکم ریزپرزهای سطحی سلول‌ها در روده‌ی تهی بیش‌ترین و به‌سوی دوازدهه و ایلئوم کمترین مقدار بود. در سه ناحیه‌ی روده‌ی تهی ، میانگین مساحت گرانول‌های سیتوپلاسمی در گوسفند به‌طور معناداری بیش‌تر از بز بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که از دید میکروسکوپ نوری و الکترونی مشابهت فراوانی بین ساختار سلولی پانت بین دو گونه وجود دارد.

کلمات کلیدی: گوسفند، بز، سلول پانت، میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سلول‌های پانت سلول‌های اپی‌تلیومی گرانول‌داری هستند که در روده‌ی کوچک بیش‌تر مهره‌داران یافت می‌شوند (۱). گرانول‌های بزرگ و اسیدوفیل این سلول‌ها که از راس آن‌ها به حفره‌ی داخلی کریپت‌های لیبرکوهن آزاد می‌شوند بارزترین ویژگی آن‌ها به‌شمار می‌روند. این سلول‌ها به تولید و ترشح گرانول‌هایی می‌پردازند که دربردارنده‌ی انواعی از پپتیدها و پروتئین‌ها با کارکردهای دفاعی می‌باشند. این گرانول‌ها همچنین حاوی شماری از پروتئین‌ها مانند لیزوزیم و فسفولیپاز A2 هستند که در ایمنی ذاتی روده ایفای نقش می‌کنند (۲). کارکردهای مهم دیگری ازجمله فاگوسیتوز میکروارگانیسم‌ها (۳)، برداشت فلزات سنگین (۴)، ترشح تریپسین (۵) و تولید دفنسین (defensin) (۶) نیز به سلول‌های پانت نسبت داده شده است. لیزوزیم، ایمنوگلوبولین A و دفنسینی که به‌وسیله‌ی سلول‌های پانت ترشح می‌شوند نقش مهمی در کنترل جمعیت باکتریایی روده ایفا می‌کنند (۷). شمار سلول‌های پانت در برخی گونه‌ها مانند خرگوش (۸)، اسب (۹)، خوکچه‌ی هندی و هامستر (۸) بسیار زیاد بوده، در پاره‌ای از گونه‌ها مانند سگ و گربه (۱۰) به‌ندرت گزارش شده و در برخی گونه‌ها مانند شترمرغ (۱۱) تاکنون گزارش نشده‌اند. شکل ظاهری، شیوه‌ی توزیع و ویژگی‌های فراساختاری این سلول‌ها در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک در برخی گونه‌ها مانند انسان، خرگوش، موش آزمایشگاهی، موش صحرایی و شتر متفاوت است. از آن‌جا که تاکنون هیچ مقایسه‌ی جامعی در زمینه‌ی شیوه‌ی توزیع و ویژگی‌های فراساختاری سلول‌های پانت، به‌ویژه اثر جنس بر این ویژگی‌ها در گوسفند و بز منتشر نشده، هدف از این پژوهش بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های مذکور در نواحی گوناگون روده در گوسفند و بز نر و ماده و مقایسه‌ی نتایج حاصل با سایر گونه‌های حیوانی بود.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش در کشتارگاه شهرکرد ۱۰ راس گوسفند بالغ و ۱۰ راس بز بالغ هم‌سن (از هر جنس ۵ راس) از نژاد لری بختیاری بر اساس فرمول دندانی انتخاب شدند. بلافاصله پس از کشتار، روده‌ی کوچک از ابتدای دوازدهه تا انتهای ایلئوم به‌طور کامل جدا شده و از بدن خارج شد. سپس از نواحی ابتدایی، میانی و انتهایی دوازدهه، روده‌ی تهی و ایلئوم نمونه‌گیری انجام شد. پس از شستشوی نمونه‌ها در نرمال سالین، از هر ناحیه، یک نمونه جهت بررسی با میکروسکوپ نوری و یک نمونه جهت بررسی با میکروسکوپ الکترونی در نظر گرفته شدند. نمونه‌های مربوط به میکروسکوپ نوری جهت تثبیت بافتی، بلافاصله در محلول فرمالین بافر ۱۰ درصد فیکس شدند. پس از گذشت ۴۸ ساعت و اطمینان از تثبیت کامل، نمونه‌ها از فرمالین خارج شده و با انجام مراحل متداول آماده‌سازی بافتی با دستگاه آماده‌سازی بافتی خودکار، قالب‌های بافتی پارافینی از آن‌ها تهیه شد. از هر قالب بافتی با استفاده از میکروتوم دوار، ۱۰ اسلاید بافتی تهیه شده و جهت مشاهده‌ی ویژگی‌های عمومی بافت با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین و جهت مطالعه‌ی فراوانی و شمارش سلول‌های پانت با رنگ‌آمیزی اختصاصی لندروم فلوکسین تارترازین (Lendrum's phloxine-tartrazine) رنگ‌آمیزی شدند. با استفاده از میکروسکوپ نوری شمارش سلول‌های پانت در ۲۰ کریپت از ۱۰ ناحیه‌ی مجزا از هر اسلاید بافتی انجام شده و میانگین شمار سلول‌ها ثبت شد. مقایسه‌ی یافته‌ها در دو گونه و دو جنس با استفاده از آزمون آماری T-Student و بین نواحی مورد مطالعه با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام گرفت.

نمونه‌های مربوط به میکروسکوپ الکترونی به مدت ۴ ساعت در گلوتارآلدئید بافر حاوی سدیم کاکودیلات ۰/۱ مولار در حرارت ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شده و پس از شستشو در بافر، تثبیت ثانویه با استفاده از اسمیوم تتراکساید بافر ۱ درصد به مدت ۱/۵ ساعت صورت گرفت. سپس نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده شده، با استفاده از درجات افزایش‌یابنده‌ی اتانول آب‌گیری شده، در اکسید پروپیلن شفاف‌سازی و در رزین قالب‌گیری شدند. با استفاده از میکروتوم مخصوص میکروسکوپ الکترونی (Reichert-Jung, Ultracut Austria) مقاطع بافتی به ضخامت ۰/۵ میکرومتر از قالب‌های رزینی تهیه شده و پس از رنگ‌آمیزی با تولوئیدین آبی نواحی مورد نظر مشخص شده و سپس مقاطع بافتی به ضخامت ۶۰ نانومتر از بافت‌های مورد مطالعه تهیه و پس از قرار داده‌شدن روی شبکه‌های مسی مخصوص میکروسکوپ الکترونی و رنگ‌آمیزی با استات اورانیل و سیترات سرب با استفاده از میکروسکوپ الکترونی انتقالی (Philips CM-10) مورد مطالعه قرار گرفت. میانگین مساحت گرانول‌ها با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای Yamamoto - Image J 9' Image J در دو گونه و دو جنس مورد مطالعه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

www.SID.ir
Archive of SID

نتایج

سلول‌های پانت با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین، قابل‌مشاهده نبوده اما با رنگ‌آمیزی لندروم فلوکسین تارترازین، سیتوپلاسم این سلول‌ها به رنگ زرد و گرانول‌های آن‌ها به رنگ قرمز مشاهده شد. در هر سه ناحیه‌ی بافتی مورد مطالعه در گوسفند و بز سلول‌های پانت در نواحی گوناگون کریپت‌های لیبرکوهن مشاهده شده اما در هر دو گونه با نزدیک‌تر شدن به عمق کریپت، شمار و اندازه‌ی این سلول‌ها افزایش یافت. در هر دو گونه هیچ سلول پانتی در پرزهای روده‌ای یافت نشد. سلول‌های پانت در هر دو گونه‌ی مورد مطالعه، سلول‌هایی استوانه‌ای‌شکل بوده و هسته‌ای کروی داشتند که در قاعده‌ی سلول جای گرفته است. ویژگی‌های ظاهری سلول‌های پانت در سطح میکروسکوپ نوری در هیچ‌یک از نواحی مورد مطالعه تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در گوسفند و بز و در دو جنس نشان نداد.

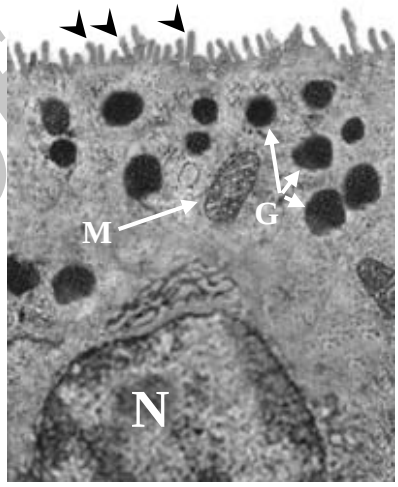
جدول ۱. میانگین و انحراف معیار شمار سلول‌های پانت در هر کریپت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک گوسفند و بز

ناحیه‌ی روده	ناحیه‌ی روده	گونه‌ی حیوان	جنس	شمار سلول‌های پانت
دوازدهه	بخش ابتدایی	گوسفند	نر	۲/۱۸±۰/۱۴
			ماده	۲/۲۲±۰/۱۲
		بز	نر	۲/۸۴±۰/۰۸
			ماده	۲/۶۴±۰/۱۲
	بخش میانی	گوسفند	نر	۲/۴۶±۰/۰۶
			ماده	۲/۶۰±۰/۰۹
		بز	نر	۲/۹۸±۰/۰۳
			ماده	۲/۸۶±۰/۰۸
	بخش انتهایی	گوسفند	نر	۲/۶۸±۰/۱۰
			ماده	۲/۵۶±۰/۱۲
		بز	نر	۳/۰۹±۰/۰۵
			ماده	۳/۱۲±۰/۱۰
روده‌ی تهی	بخش ابتدایی	گوسفند	نر	۲/۹۲±۰/۰۹
			ماده	۲/۷۸±۰/۰۶
		بز	نر	۳/۲۴±۰/۰۶
			ماده	۳/۲۰±۰/۱۰
	بخش میانی	گوسفند	نر	۳/۱۰±۰/۱۰
			ماده	۳/۲۲±۰/۱۴
		بز	نر	۳/۴۴±۰/۰۹
			ماده	۳/۵۲±۰/۰۸
	بخش انتهایی	گوسفند	نر	۳/۲۶±۰/۰۸
			ماده	۳/۳۸±۰/۱۰
		بز	نر	۳/۷۶±۰/۱۲
			ماده	۳/۷۶±۰/۰۹
ایلئوم	بخش ابتدایی	گوسفند	نر	۰/۲۸±۰/۰۴
			ماده	۰/۲۴±۰/۰۶
		بز	نر	۰/۳۹±۰/۰۲
			ماده	۰/۴۴±۰/۰۴
	بخش میانی	گوسفند	نر	۰/۲۰±۰/۰۲
			ماده	۰/۲۲±۰/۰۲
		بز	نر	۰/۳۱±۰/۰۳
			ماده	۰/۲۸±۰/۰۶
	بخش انتهایی	گوسفند	نر	۰/۱۲±۰/۰۱
			ماده	۰/۱۴±۰/۰۲
		بز	نر	۰/۱۸±۰/۰۲
			ماده	۰/۱۶±۰/۰۲

Archive of SID

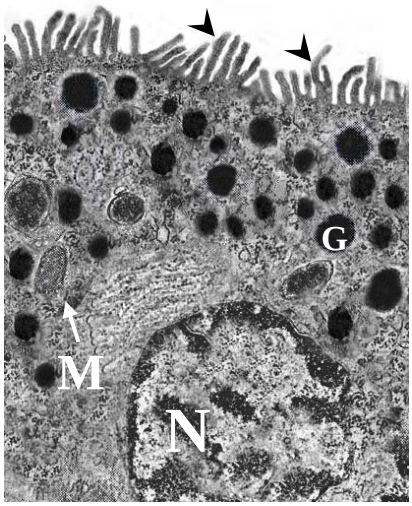
www.SID.ir

فراوانی سلول‌های پانت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک در گوسفند و بز در جدول ۱ نشان داده شده است. چنان‌که در جدول مشاهده می‌شود، در هر دو گونه شمار سلول‌های پانت از بخش ابتدایی دوازدهه به سمت انتهای روده‌ی تهی افزایش یافته است. روند افزایش شمار این سلول‌ها در گوسفند از ابتدای دوازدهه تا بخش ابتدایی روده‌ی تهی و در بز تا بخش انتهایی روده‌تهی از دیدگاه آماری معنی‌دار است ($P<0/05$). در هر دو گونه شمار سلول‌های پانت در بخش ابتدایی ایلئوم به‌طور ناگهانی به میزان زیادی نسبت به بخش انتهایی روده‌ی تهی کاهش یافته و این روند کاهشی تا بخش انتهایی ایلئوم به‌طور معنی‌دار ادامه می‌یابد. در همه‌ی نواحی مورد مطالعه، شمار سلول‌های پانت در بز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شمار این سلول‌ها در گوسفند است ($P<0/05$).

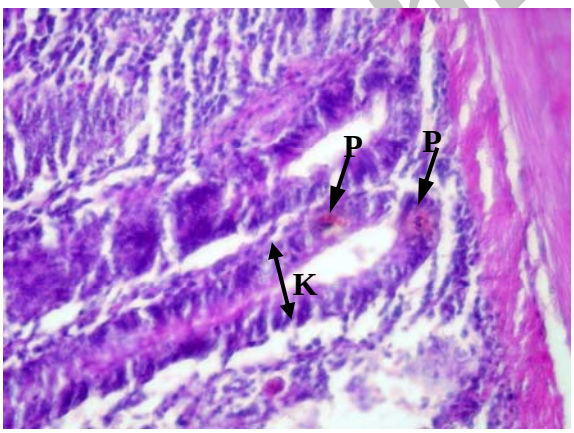


شکل ۱: میکروگراف الکترونی سلول پانت در دیواره‌ی ایلئوم گوسفند نر. هسته (N)، میتوکندری (M)، گرانول (G)، ریزپرزها (سر پیکان‌ها). بزرگ‌نمایی: ۱۴۸۰۰

در سطح میکروسکوپ الکترونی، در هر دو گونه در همه‌ی نواحی مورد مطالعه، هسته‌ی سلول‌ها آشکارا نامنظم بوده و در قاعده‌ی آن جای گرفته است. گرانول‌های غشادار مشخصی در سیتوپلاسم سلول در بالای هسته مشاهده شد. شکل ظاهری گرانول‌ها در نواحی گوناگون روده، در بز و گوسفند و در دو جنس تفاوت آشکاری نشان نداد. در هر دو گونه در همه‌ی نواحی مورد مطالعه تنها گرانول‌های دارای تراکم الکترونی همگن یافت شد. تراکم گرانول‌ها در تهی‌روده آشکارا بیش‌تر از سایر نواحی مورد مطالعه بوده و در ایلئوم، کم‌ترین تراکم گرانول‌ها مشاهده شد. شبکه‌ی اندوپلاسمی خشن و دستگاه گلژی به‌گستردگی در سیتوپلاسم سلول‌ها پراکنده شده‌اند. میتوکندری‌ها و لیزوزوم‌ها به‌طور پراکنده در سلول یافت شدند. در راس سلول‌ها ریزپرزهای نامنظمی مشاهده شد که همچون گرانول‌های سیتوپلاسمی در تهی‌روده از بیش‌ترین و در ایلئوم از کم‌ترین تراکم برخوردارند. میانگین مساحت گرانول‌ها در هر سه ناحیه‌ی تهی‌روده در گوسفند به‌طور معناداری بیش‌تر از بز بوده اما در سایر نواحی مورد مطالعه تفاوت آماری معناداری با بز نشان نداد. در هر دو گونه میانگین مساحت گرانول‌ها تفاوت معنی‌داری در نواحی بافتی مورد مطالعه نشان نداد.



شکل ۲: میکروگراف الکترونی سلول پانت در دیواره‌ی روده‌ی تهی گوسفند نر. هسته (N)، میتوکندری (M)، به فراوانی گرانول (G) و ریزپرزها (سر پیکان‌ها). بزرگ‌نمایی: ۱۴۸۰۰



شکل ۳: میکروگراف نوری دیواره‌ی تهی‌روده در بز ماده. کریپت لیبرکوهن (KL)، سلول‌های پانت (P) در عمق کریپت. (رنگ آمیزی لندروم فلوکسین تارترازین ×۲۰۰).

بحث

سلول‌های پانت، سلول‌های اپی‌تلیومی استوانه‌ای‌شکل گرانول‌داری هستند که در روده‌ی کوچک بیش‌تر مهره‌داران یافت می‌شوند (۱). این سلول‌ها که از سلول‌های اجدادی

www.SID.ir

پرظرفیتی روده منشا می‌گیرند ازنظر نیمه‌عمر و کارکرد با سلول‌های جذبی روده تفاوت دارند. در انسان سلول‌های پانت علاوه بر دوازدهه، روده‌ی تهی و ایلئوم در بخش ابتدایی کولون و آپاندیس نیز به‌طور پراکنده یافت می‌شوند (۱۲). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که در گوسفند و بز سلول‌های پانت در هر سه بخش روده‌ی کوچک (دوازدهه، روده‌ی تهی و ایلئوم) یافت شده و در هر دو گونه با نزدیک‌تر شدن به عمق کریپت، شمار و اندازه‌ی آن‌ها افزایش می‌یابد. سلول‌های پانت درخلال بلوغ و تمایز به‌سوی پایین تا قعر کریپت مهاجرت کرده و با گرانول‌های سیتوپلاسمی راسی آشکاری پر می‌شوند (۵ و ۱۳) که می‌توانند به حفره‌ی داخلی کریپت آزاد شوند (۱۴). بنابراین افزایش اندازه‌ی سلول‌های پانت با نزدیک‌شدن به عمق کریپت در پژوهش حاضر را می‌توان به افزایش میزان گرانول‌های سیتوپلاسمی این سلول‌ها در حین بلوغ آن‌ها نسبت داد. بیش‌تر بودن شمار این سلول‌ها در عمق کریپت نسبت به نواحی راسی آن نیز ممکن است ناشی از تجمع این سلول‌ها در نواحی عمقی کریپت باشد که مقصد نهایی آن‌ها محسوب می‌شود.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر همچنین نشان داد که در هر دو گونه، سلول‌های پانت تنها در کریپت‌های لیبرکوهن یافت شده و هیچ سلول پانتی در پرزهای روده‌ای یافت نمی‌شود. در برخی گونه‌ها مانند انسان سلول‌های پانت علاوه بر کریپت‌های لیبرکوهن در پرزهای روده‌ای نیز یافت شده‌اند (۱۵).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر همچنین نشان داد که توزیع سلول‌های پانت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک در گوسفند و بز در هر دو جنس یک‌نواخت نبوده و در هر دو گونه شمار سلول‌های پانت از بخش ابتدایی دوازدهه به سمت انتهای روده‌ی تهی افزایش می‌یابد. روند افزایش شمار این سلول‌ها در گوسفند از ابتدای دوازدهه تا بخش ابتدایی روده‌ی تهی و در بز تا بخش انتهایی روده‌تهی از دیدگاه آماری معنادار بود. در هر دو گونه شمار سلول‌های پانت در بخش ابتدایی ایلئوم به‌طور ناگهانی به میزان زیادی نسبت به بخش انتهایی روده‌ی تهی کاهش یافته و این روند کاهشی تا بخش انتهایی ایلئوم به‌طور معنی‌دار ادامه می‌یابد. فراوانی و شیوه‌ی توزیع سلول‌های پانت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک، تفاوت چشم‌گیری در گونه‌های حیوانی مختلف نشان داد. شمار سلول‌های پانت در برخی گونه‌ها مانند خرگوش (۸)، اسب (۹)، خوکچه‌ی هندی و هامستر (۸) بسیار زیاد بوده، در پاره‌ای از گونه‌ها مانند سگ و گربه (۱۰) به‌ندرت گزارش شده و در برخی گونه‌ها مانند شترمرغ (۱۱) تاکنون گزارش نشده‌اند. ارگون و همکاران (۱۶) با مطالعه‌ی شیوه‌ی توزیع سلول‌های پانت در روده‌ی باریک خرگوش اظهار داشتند که توزیع سلول‌های پانت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک یک‌نواخت نبوده و فراوانی این سلول‌ها به‌تدریج از دوازدهه به‌سوی ایلئوم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۱۰). در موش آزمایشگاهی، موش صحرایی و انسان نیز شیوه‌ی توزیع سلول‌های پانت در روده‌ی کوچک ناهمگن بوده و شمار این سلول‌ها در دوازدهه کم‌تر و به‌سوی ایلئوم افزایش می‌یابد (۱۷ و ۱۸).

یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر در سطح میکروسکوپ الکترونی نشان داد که در گوسفند و بز، فراوانی گرانول‌های سیتوپلاسمی و ریزپرزهای سطحی در سلول‌های پانت نیز با فراوانی شمار سلول‌ها در نواحی گوناگون روده هم‌خوانی داشته و در تهی‌روده بیش‌ترین تراکم و در ایلئوم کم‌ترین تراکم گرانول‌ها و ریزپرزها در سلول‌ها مشاهده می‌شود. عدم تفاوت در شکل ظاهری گرانول‌های سلول‌های پانت در گوسفند و بز در مطالعه‌ی حاضر با یافته‌های سایر پژوهشگران در سایر گونه‌های حیوانی (۸) هم‌خوانی نداشته و ممکن است ناشی از قرابت ژنتیکی نزدیک گوسفند و بز باشد. نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که گرانول‌های سلول‌های پانت در نواحی گوناگون روده‌ی کوچک در گوسفند و بز از دیدگاه تراکم الکترونی مشابهت داشته و به‌نظر می‌رسد تنها همین نوع از گرانول‌ها در سلول‌های پانت یافت شوند. این یافته نیز با یافته‌های ارگون و همکاران (۱۶) در بررسی گرانول‌های سلول‌های پانت در خرگوش هم‌خوانی نداشته و این پژوهشگران اظهار داشتند که در خرگوش گرانول‌های دارای تراکم الکترونی و همگن در سیتوپلاسم راسی برخی از سلول‌های پانت یافت می‌شوند، درحالی‌که گرانول‌های همگن با تراکم الکترونی متفاوت در برخی دیگر از سلول‌ها وجود دارند (۱۴). در هامستر نیز مانند خرگوش و برخلاف گوسفند و بز، گرانول‌های سلول‌های پانت از تراکم الکترونی گوناگونی برخوردارند. این گرانول‌ها در موش آزمایشگاهی دارای یک هسته‌ی مرکزی با تراکم الکترونی بالا و یک هاله‌ی محیطی با تراکم الکترونی اندک هستند (۸).

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که در همه‌ی نواحی مورد مطالعه، شمار سلول‌های پانت به‌طور معنی‌داری در بز بیش‌تر از گوسفند بوده اما جنسیت در گوسفند و بز، تاثیری بر شیوه‌ی توزیع و ویژگی‌های هیستومورفومتریک سلول‌های پانت در نواحی مشابه از روده‌ی کوچک برجای نمی‌گذارد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که مشابهت فراوانی بین ساختار سلول‌های پانت بین دو گونه‌ی گوسفند و بز از دید میکروسکوپ نوری و الکترونی وجود دارد.

منابع

1. Madara, JL, Trier, JS. Functional morphology of the mucosa of the small intestine. In: Physiology of the Gastrointestinal Tract. 2th Ed. edited by Johnson, L. R. New York: Raven; 1987; 1209-1249.

2. Ouellette AJ. Paneth cells and innate immunity in the crypt microenvironment. Gasroenterology. 1997; 113(5): 1779-1784.

3. Erlandsen SL, Chase DG. Paneth cell function: phagocytosis and intracellular digestion of intestinal microorganisms. J Ultrastruct Res. 1972; 41(3): 319-333.

4. Phillpotts CJ. The autographic localization of retained orally administered cadmium tracer within Paneth cells of rat duodenum. Toxicology. 1984; 33(1): 59-66.

5. Bry L, Falk P, Huttner K, Ouellette A, et al. Paneth cell differentiation in the developing intestine of normal and transgenic mice. PNAS Online. 1994; 91: 10335-10339.

6. Ouellete A, Greco R, James M, Frederick D, et al. Developmental regulation of Cryptidin, a corticostatin/defensin precursor mRNA in mouse intestinal crypt epithelium. J Cell Biol. 1989; 108: 1687-1695.

7. Satoh Y, Ishikawa K, Oomori Y, Takeda S, et al. Bethanechol and a G-protein activator, Na F/AlCl3, induce secretory response in Paneth cells of the mouse intestine. Cell Tissue Res. 1992; 269(2): 213-220.

8. Satoh Y, Yamano M, Matsuda M, Ono K. Ultrastructure of Paneth cells in the intestine of various mammals. J Electron Microsc Tech. 1990; 16(1): 69-80.

9. Takehana K, Masty J, Yamaguchi M, Kobayashi A, et al. Fine structural and histochemical study of equine Paneth cells. Anat Histol Embryol. 1998; 27: 125-129.

10. Sheahan DG, Jervis HR. Comparative histochemistry of gastrointestinal mucosubstances. Am J Anat. 1976; 146(2): 103-131.

11. Bezuidenhout AJ, Van Aswegen G. A light microscopic and immunocytochemical study of the gastrointestinal tract of the ostrich (Struthio camelus L.). Onderstep J Vet Res. 1990; 57: 37-48.

12. Wang D, Peregrina K, Dhima E, Lin EY, et al. Paneth cell marker expression in intestinal villi and colon crypts characterizes dietary induced risk for mouse sporadic intestinal cancer. PNAS Online. 2011; 108(25): 10272-10277.

13. Mathan M, Hughes J, Whitehead R. The morphogenesis of the human Paneth cell: an immunocytochemical ultrastructural study. Histochemistry. 1987; 87(1): 91-96.

14. Ouellette AJ, Satchell DP, Hsieh MM, Hagen SJ, et al. Characterization of luminal paneth cell alpha-defensins in mouse small intestine: attenuated antimicrobial activities of peptides with truncated amino termini. J Biol Chemis. 2000; 275: 33969-33973.

15. Wehkamp J, Chu H, Shen B, Feathers RW, et al. Paneth cell antimicrobial peptides: Topographical distribution and quantification in human gastrointestinal tissues. FEBS Letters. 2006; 580(22): 5344-50.

16. Ergun E, Ergün L, Özen A, Kürüm A. Studies on the morphology, histochemistry and ultrastructure of Paneth cells in the small intestine of the Angora rabbit. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 2009; 56: 25-30.

17. Darmoul D, Ouellette AJ. Positional specificity of defensin gene expression reveals Paneth cell heterogeneity in mouse small intestine. Am J Physiol. 1996; 271: G68-G74.

Elmes ME. The Paneth cell population of the small intestine of the rat–effects of fasting and zinc deficiency on total count and on dithizone-reactive count. J Pathol. 1976; 118: 183-191.

Archive of SID

www.SID.ir