

هورمون‌های پینه آل

ترجمه: غلامرضا مقدسی
 دبیر زیست‌شناسی
 سرگروه زیست‌شناسی خراسان شمالی
 کارشناسی ارشد فیزیولوژی جانوری
 E-mail: ghr.moghaddaci@yahoo.co.in

مقدمه

به جز ملاتونین ترکیبات دیگری نیز در پینه آل ساخته می‌شوند؛ که خاصیت آنتی‌گناد و تروپیک دارند؛ ولی اطلاعات موجود در این زمینه چندان متقاعدکننده و دقیق نیست. با وجود این که چندین هورمون پیتیدی در پینه آل یافت شده‌اند، اهمیت فیزیولوژیک آن‌ها هنوز نامشخص است. مثلاً، ترکیب اندول آمینی ۵-متوکسی تریپتوفول^۱ که توسط آنزیم HIOMT از ۵-هیدروکسی تریپتوفول^۲ ساخته می‌شود، دارای خاصیت آنتی‌گنادوتروپیک است. برخی دیگر از ترکیبات پیتیدی و اندولیک ناشناخته با فعالیت آنتی‌گنادی در پینه آل گزارش شده‌اند.

درون بطن سوم باعث آزادسازی AVT به داخل مایع مغزی-نخایی می‌شود. بنابراین، تصور می‌شود که اثرهای آنتی‌گنادوتروپیک ملاتونین مستقیماً از طریق AVT میانجی‌گری می‌شود. ولی ملاتونین آگزوزن در هامسترهای فاقد پینه آل، باعث تحلیل گندها می‌شود. بنابراین، شواهد موجود درباره‌ی اثر مستقیم ملاتونین بیش‌تر اثر غیرمستقیم از طریق عمل واسطه‌ای AVT است. بدون شک، یک یا چند پیتید شبه نوروپیوفیزی به مقدار زیادی در اپی‌تالاموس وجود دارند. اگرچه این پیتیدها عمدتاً محدود به بخش‌های آپاندیمی پینه آل هستند تا بخش پینه‌آلی.

مطالعات ایمنوسیتو شیمیایی نشان می‌دهند که غده‌ی پینه‌آل رت، دارای یک ترکیب شبیه αMSH است. مطالعات بیش‌تر نشان داده‌اند؛ که ملاتونوروپین

گروهی از محققان ادعا کرده‌اند که پینه‌آل پستانداران آرژنین‌وازتوسین (AVT)^۳ می‌سازد و ذخیره می‌کند. هم‌چنین اکسی‌توسین^۴ و آرژنین‌وازوپرسین^۵ احتمالاً در اپی‌تالاموس پستانداران وجود دارد. AVT احتمالاً اثر بازدارندگی بر هیپرتروفی تخمدان‌ها، آزادسازی LH و ACTH هیپوفیز دارد، و ترشح PRL را تحریک می‌کند. به نظر می‌رسد AVT فعالیت N-استیل ترانسفر از پینه‌آل را متوقف می‌کند و بیوسنتز اندول آمین پینه‌آلی تحریک شده به‌وسیله‌ی نوراپسی نفرین را کاهش می‌دهد. تزریق ملاتونین به درون سیاهرگ یا مستقیماً به

تعدادی از ماهی‌ها هم، تخم‌های خود را تا زمانی که نوزادان به صورت لارو شناگر آزاد درآیند، حفظ می‌کنند. به این ماهی‌ها تخم‌گذار زنده‌زا گویند

برای مدت زمان بیش‌تری تغذیه می‌کنند. بیش‌ترین تنوع این گروه، در کوسه‌ها دیده شده است، اما ماهیان استخوانی نیز تنوع قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند. در ماهی پرچ غلتان جنین‌ها و نوزادان در تخمدان مادر نمو می‌کنند و مواد غذایی را از طریق تماس باله‌های بزرگ‌شان با دیواره‌ی تخمدان به دست می‌آورند (شکل ۹).

جنین‌های برخی ماهی‌ها از ناحیه‌ی منخرج ساختاری شبیه جفت را برای دریافت غذا از تخمدان تکوین می‌دهند و جنین‌های برخی دیگر بافت پری‌کاردیال (دور قلبی) پُررگ شده‌ای دارند. این بافت برای دریافت مواد غذایی در تماس بسته با دیواره‌ی تخمدان مادر است.

پی‌نوشت

1. Tuna
2. Sardines
3. Suckers
4. Salmon
5. Gobiidae
6. Spraying Characins (Copeina)
7. Stickleback
8. Gourami
9. Killifishes

منابع

1. Berra, T.M. (2001). Freshwater Fish Distribution. Academic Press.
2. Carcupino, M. Baldacci, A. Mazzini, M. and Franzoi, P. (2002). Functional significance of the male brood pouch in the reproductive strategies of pipefishes and seahorses: a morphological and ultrastructural comparative study on three anatomically different pouches. *Journal of Fish Biology*. pp. 1465-1480.
3. Moyle, P.B. & Cech., J. (2000). *An Introduction to Ichthyology*. Upper Saddle River, NJ 07458.
4. Nelson, J.S. (1984). *Fishes of the World*. A Wiley-Interscience Publication.
5. Wetzal, J. Wourms, P & Friel, J. (1997). *Comparative morphology of cotylephores in Platisacus and Solenostomus: modifications of the integument for egg attachment in skin-brooding fishes*. Kluwer Academic Publishers.
6. www.cabrilloaq.org

ممکن است به پپتید شبیه AVT که در پینه‌آل وجود دارد، ارتباط داشته باشد. مطالعات ایمنوسیتو شیمیایی جایگاه مواد شبه MSH و شبه AVT را در سلول‌های پینه‌آل مشخص کرده است. با این حال، هنوز به درستی روشن نیست که آیا این مواد، همان پپتیدها هستند یا موادی جداگانه. با توجه به وجود ریتم شبانه‌روزی غلظت α MSH در غده‌ی پینه‌آل، تصور می‌شود که ملانوتروپین در فعالیت ریتمی (موزون) غده‌ی پینه‌آل نقش دارد.

به نظر می‌رسد غده‌ی پینه‌آل منبع مکمل هورمون‌های آزادکننده‌ی هیپوتالاموس است. اندازه‌گیری TRH و GnRH توسط رادیو ایمنواسی (RIA)، غلظت بالای آن‌ها را در غده‌ی پینه‌آل گاو و گوسفند نشان می‌دهد. تغییر فصلی در مقدار GnRH پینه‌آل رت با افزایش بسیار آن در بهار مشاهده می‌شود. احتمالاً

تصور می‌شود پینه‌آل بیش تر غدد درون‌ریز و بعضی فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد

عوامل آزادکننده در پینه‌آل فعالیت ندارند، بلکه در بخش‌های آپاندیمی پینه‌آل وجود دارند. باید در تعیین نقش پینه‌آل به ترکیبات اپی‌تالاموسی توجه کرد.

نقش‌های احتمالی پینه‌آل

تصور می‌شود پینه‌آل بیش تر غدد درون‌ریز و بعضی فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ممکن است پینه‌آل همانند هیپوفیز در تنظیم تعداد زیادی از فرایندهای فیزیولوژیک نقش داشته باشد. در دنباله‌ی این مبحث به چند مورد از اعمال شناخته‌شده‌ی

پینه‌آل اشاره می‌کنیم.

۱. ترشح پرولاکتین و سوماتوتروپین

شواهدی وجود دارد که پینه‌آل بر سنتز و ترشح پرولاکتین هیپوفیز اثر می‌گذارد. منحنی میزان ملانوتروپین پلاسما در ۲۴ ساعت بسیار شبیه به منحنی PRL است، یعنی در شب افزایش می‌یابد. نابینا کردن رت‌های ماده منجر به کاهش ذخیره‌ی پرولاکتین هیپوفیز می‌شود، در حالی که میزان پلاسماهی پرولاکتین معمولاً بالاست. این اثرها با پینه‌الکتومی^۶ (برداشت گانگلیون گردنی فوقانی) یا برش عرضی پس گانگلیونی اعصاب پینه‌آل معکوس می‌شود. ملانوتروپین در محیط آزمایشگاه^۷ هیچ اثر مستقیمی بر ترشح PRL از هیپوفیز ندارد، ولی هرگاه به داخل بطن سوم رت‌ها تزریق شود، میزان پرولاکتین پلاسما را افزایش می‌دهد. تصور می‌شود که پینه‌آل به طریقی بازدارنده‌ی ترشح فاکتور بازدارنده‌ی پرولاکتین (PIF) هیپوتالاموس است. بنابراین، حذف اثر بازدارنده‌ی PIF باعث ترشح پرولاکتین می‌شود.

سنتز و ترشح سوماتوتروپین به وسیله‌ی

ترشح ترکیبات پینه‌آلی متوقف می‌شود. برداشتن چشم‌های رت‌های جوان باعث کاهش میزان رشد می‌شود. این اثر با حذف پینه‌آل از بین می‌رود. میزان STH پلاسما و هیپوفیز در رت‌های جوانی که در تاریکی یکنواخت نگهداری شده‌اند، کاهش می‌یابد و رشد آن‌ها بسیار کند می‌شود. این اثرها نیز با حذف پینه‌آل از بین می‌روند. مکانیسم مربوط به اثرهای ضد رشد پینه‌آل هنوز روشن نشده است. دوره‌های فصلی رشد موی راسو با تغییرات دوره‌ی نوری تنظیم می‌شوند. بعد از انقلاب زمستانی کاهش طول روز

باعث تحریک پوست‌اندازی خز تابستانی و رشد خز زمستانی می‌شود. در حالی که افزایش طول روز به دنبال اعتدال بهاری پوست‌اندازی خز زمستانی و رشد خز تابستانی را باعث می‌شوند. احتمالاً رشد خز زمستانی در نتیجه‌ی کاهش میزان پرولاکتین حاصل می‌شود. کاهش میزان پرولاکتین خون در نتیجه‌ی کاهش دوره‌ی نوری^۸ منجر به شروع رشد موهای جدید می‌شود. شواهدی وجود دارد که کاهش میزان پرولاکتین پلاسما به اثر افزایش ملانوتروپین پینه‌آل همراه با کوتاهی طول روز است. این نتایج در راسو متضاد با نقش تحریک‌کنندگی ملانوتروپین در ترشح PRL رت‌هاست.

۲. ملانوتروپین چشمی

ملانوتروپین در شبکه‌ی چشم تعدادی از جانوران وجود دارد. سروتونین در چشم به ملانوتروپین تبدیل می‌شود. فعالیت α -استیل ترانسفراز چشم، همانند پینه‌آل، دارای دوره‌ی روشنایی- تاریکی است که همراه با میزان روشنایی محیط تغییر می‌کند. ملانوتروپین چشم احتمالاً وارد جریان خون می‌شود. به طوری که اغلب بعد از برداشتن پینه‌آل نیز ریتم‌های ملانوتروپین خون وجود دارند.

ملانوتروپین ممکن است به صورت موضعی بعضی از اعمال چشم را تنظیم کند. مثلاً تیمار رت با رزوپین^۹ باعث از بین رفتن ریتم شبانه‌روزی بیوسنتز اندول‌آمین می‌شود. بنابراین، ممکن است ملانوتروپین متابولیسم دوره‌های سلول‌های گیرنده‌ی نور را تنظیم کند. به علاوه، گیرنده‌های نوری بعضی از جانوران خونسرد در طی دوره‌های روشنایی طولانی منقبض می‌شوند، این روند توسط ملانوتروپین تسهیل می‌شود. مهاجرت رنگدانه‌ها در ملانوسیت‌های شبکه‌ی در پاسخ به محرک‌های نوری در بعضی از



گونه‌ها مشاهده می‌شود. برداشتن پینه‌آل این پاسخ را از بین می‌برد درحالی‌که ملاتونین اثر متضاد دارد. بنابراین، ممکن است ملاتونین نقش مهمی در حساسیت نوری شبکه و دقت بینایی در بعضی از مهره‌داران داشته باشد.

۳. تولید استروئیدهای آدرنال

برداشتن تخمدان رت باعث افزایش ترشح متابولیت‌های کورتیکوسترونی آدرنال (5 α -دی‌هیدروکورتیکوسترون و 5 α -تراهایدروکورتیکوسترون) و کاهش هم‌زمان تولید کورتیکوسترون می‌شود. بعد از برداشتن پینه‌آل، ترشح متابولیت‌ها کاهش می‌یابد و برون‌ده کورتیکوسترون به میزان طبیعی برمی‌گردد. تجویز ملاتونین (به بدن) از طریق تحریک فعالیت 5 α -رد و کتاز آدرنال، اثرات برداشتن پینه‌آل را معکوس می‌کند، بنابراین، منجر به کاهش سنتز کورتیکوسترون می‌شود. ملاتونین در جانوران بدون هیپوفیز یا پینه‌آل به یک نسبت مؤثر است. تحریک فعالیت 5 α -رد و کتاز آدرنال توسط ملاتونین مخالف با هورمون‌های دیگری از قبیل ACTH, PRL, STH, تستوسترون و استرادیول است که بازدارنده‌ی فعالیت آنزیمی است. این مشاهدات نقش بازدارندگی مستقیم پینه‌آل و ملاتونین را بر سنتز گلوکوکورتیکوئیدهای آدرنال نشان می‌دهند. تجربیات متعدد دیگر اشاره می‌کنند که پینه‌آل در تنظیم ریتم‌های سنتز استروئید آدرنوکورتیکال از طریق اثر غیرمستقیم بر تنظیم ترشح ACTH هیپوفیز نقش دارد. شواهد دیگری نقش تحریک‌کنندگی اندول آمین‌های پینه‌آل را بر سنتز استروئید آدرنوکورتیکال حمایت می‌کنند.

۴. کاتکول آمین‌های آدرنال

فعالیت دوپامین- β هیدروکسیلازی

سلول کرومافینی آدرنال دارای یک ریتم (آهنگ) ۲۴ ساعته است که با شروع تاریکی افزایش می‌یابد. افزایش شبانه‌ی فعالیت آنزیمی در شرایط نور ثابت یا در حیواناتی که پینه‌آل آن‌ها را برداشته‌اند، اتفاق نمی‌افتد. شرایط استرس‌زا، مثل هیپوگلیسمی القا شده توسط انسولین، باعث فعال‌سازی آنزیم‌های پینه‌آل و سنتز ملاتونین می‌شود. این پاسخ پینه‌آل به وسیله‌ی برداشت دو طرفه‌ی آدرنال متوقف می‌شود و ممکن است برای فعال‌سازی به اپی‌نفرین آدرنال وابسته باشد. اپی‌نفرین با تحریک گیرنده‌های

β -آدرنرژیک باعث تحریک بیوسنتز ملاتونین می‌شود. بنابراین ملاتونین پینه‌آل و اپی‌نفرین آدرنال هرکدام اثرهای متقابلی بر سنتز دیگری دارد. به‌علت اثرهای پینه‌آل بر عملکرد استروئیدی آدرنال و کرومافین آدرنال، ممکن است ملاتونین به‌عنوان یک هورمون استرسی مطرح شود.

۵. آهنگ‌های پینه‌آل و ساعت‌های زیستی

غده‌ی پینه‌آل ملاتونین را در پاسخ به اطلاعات نوری دریافت‌شده توسط چشم‌ها می‌سازد. به‌علت پاسخ سریع دستگاه سازنده‌ی اپی‌فیزی و نیم‌عمر کوتاه فرآورده‌ی آزاد شده (ملاتونین) میزان اندول آمین خون منعکس‌کننده‌ی دقیق میزان نور دریافت‌شده توسط چشم‌ها نیست. بنابراین، ممکن است پینه‌آل سازوکاری برای اندازه‌گیری طول دوره‌ی تاریکی و روشنایی داشته باشد. بنابراین، در حیواناتی که تولیدمثل آن‌ها در فصل خاصی انجام می‌شود، پینه‌آل نقش اساسی و مهمی در تنظیم فعالیت

گنادها دارد.

در پستانداران اطلاعات نوری ابتدا توسط گیرنده‌های نوری چشم‌ها دریافت می‌شود؛ این اطلاعات سپس از طریق مسیر شبکه‌ای هیپوتالاموسی به هسته‌های فوق کیاسمایی (SCN) فرستاده می‌شوند. اگرچه فعالیت ریتمیک SCN استیل ترانسفراز در حیوانات نابینا نگهداری شده در روشنایی ثابت، یا در

برداشتن چشم‌های رت‌های جوان باعث کاهش میزان رشد می‌شود. این اثر با حذف پینه‌آل از بین می‌رود

جانوران طبیعی نگهداری شده در تاریکی یکنواخت مشاهده می‌شود، تصور می‌شود که تولیدکننده‌ی سیگنال یک نوسان‌نگار (ساعت زیستی) با دوره‌ی ۲۴ ساعته است که فقط سیگنالی را به‌صورت دوره‌ای به غده‌ی پینه‌آل انتقال می‌دهد. آهنگ پینه‌آل در طبیعت به‌راستی به‌صورت شبانه‌روزی^{۱۱} است. ساعت‌های زیستی با محرک‌های محیطی دوره‌ای تنظیم شده‌اند. اگرچه در بیش‌تر پستانداران ساعت شبانه‌روزی وجود دارد، SCN به‌عنوان سیستم نوسان‌نگار رهبر در نظر گرفته می‌شود.

در رت‌های ماده‌ی نابینا شده در اوایل بارداری ریتم‌های سیرکادین در زمان نابینایی باقی می‌ماند. بنابراین، جنین‌های رت سیکل شبانه‌روزی خارجی مادرشان را نشان می‌دهند. این مشاهدات اشاره می‌کنند که ساعت‌های زیستی جنین‌های پستانداران توسط مادرشان تنظیم می‌شود. ساعت جنینی وقتی که پینه‌آل رت‌های مادر برداشته می‌شود، فعال نمی‌شود. بنابراین، ملاتونین پینه‌آل ساعت زیستی جنین را تنظیم نمی‌کند.

۶. پینه‌آل و سیستم سیرکادین پرندگان

در پرندگان همانند پستانداران، فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز ملاتونین (NAT و HIOMT) و مقدار ملاتونین در غده‌ی پینه‌آل در تاریکی افزایش و در روشنایی کاهش می‌یابد. میزان ملاتونین سرم در پرندگان هنگام تاریکی افزایش می‌یابد. حتی بعد از نابینایی نیز، تغییراتی

پینه‌آل در تنظیم ریتم‌های سنتز استروئید آدرنو کورتیکال از طریق اثر غیرمستقیم بر تنظیم ترشح ACTH هیپوفیز نقش دارد

در بیوسنتز اندول آمین پینه‌آل در پاسخ به روشنایی محیط اتفاق می‌افتد. احتمالاً جمع‌دهی نازک پرندگان اجازه‌ی تأثیر مستقیم نور بر پینه‌آل را می‌دهد. به‌علاوه، یک ریتم، سیرکادین سنتز ملاتونین در پینه‌آل جدا شده در محیط کشت در فقدان نور به‌وجود می‌آید. پینه‌آل جدا شده مستقیماً به نور حساس است.

غده‌ی پینه‌آل در گنجشک معمولی^{۱۱} برای ماندگاری ریتم حرکت شبانه‌روزی در شرایط تاریکی یک‌نواخت ضروری است. برداشتن پینه‌آل باعث نامنظم شدن فعالیت حرکتی آن می‌شود. با وجود این، گنجشک‌های فاقد پینه‌آل وارد سیکل‌های تاریکی-روشنایی می‌شوند و آوازهایی سر می‌دهند که تا حدودی نشان‌دهنده‌ی سیستم شبانه‌روزی است. جالب‌توجه است که فعالیت‌های ریتمیک پرندگان بدون پینه‌آل با پیوند پینه‌آل به اتاق قدامی چشم قابل برگشت است. پینه‌آل پیوندشده فعالیت‌های ریتمیک پرندگان دهنده را به پرنده‌ی میزبان انتقال می‌دهد. بنابراین، به نظر می‌رسد پینه‌آل پرندگان به‌وسیله‌ی یک مکانیسم درون‌ریز با دیگر

اجزای سیستم سیرکادین مرتبط باشد. پینه‌آل پرندگان دارای یک نوسان‌نگار خودتنظیم است که یک پیام هورمونی ریتمی تولید می‌کند. به‌علاوه، عقیده بر این است که نوسانات سیرکادین این هورمون باعث ایجاد یک نوسان‌نگار در جای دیگری از بدن می‌شود که به نوبه‌ی خود باعث فعالیت‌های حرکتی می‌شود در این مدل هر نوسان‌نگار از نظر دستیابی به دوره‌های روشنایی محیط جدا شده است.

تجویز دائمی ملاتونین مقدار کلی فعالیت جست‌وخیز گنجشک را کاهش می‌دهد. این اثر بعد

از توقف تیمار ملاتونین به مقدار طبیعی برمی‌گردد. شواهد بالا اشاره می‌کنند که پینه‌آل از طریق تولید ملاتونین در تعیین زمان و میزان فعالیت سریع در سرتاسر دوره‌ی فعالیت و استراحت پرندگان نقش دارد. برداشتن پینه‌آل، ریتم سیرکادین طبیعی دمای بدن در تاریکی دائمی را از بین می‌رود و هم‌چنین فراوانی ریتم‌های دمای بدن وارد شده به سیکل‌های روشنایی را تغییر می‌دهد. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهند غده‌ی پینه‌آل فیزیولوژیک و گرما تنظیمی را در بعضی از خزندگان و پستانداران تحت تأثیر قرار می‌دهد. در بعضی پرندگان فعالیت تولیدمثلی به‌طور عمده به وقایع فتوپریودی وابسته است، ولی غده‌ی پینه‌آل و ملاتونین در تنظیم این فعالیت نقشی ندارد.

۷. تنظیم پینه‌آلی-ملاتونینی کروماتوفورها

کشف مک‌کارد و آلن^{۱۲} که غدد پینه‌آل گاو دارای فاکتوری هستند که باعث روشن شدن رنگ نوزادان قورباغه می‌شود، سرانجام به تحقیق و شناسایی

ساختار ملاتونین منجر شد. در آن زمان هنوز اطلاعات دقیقی در این مورد که ملاتونین تغییر رنگ بعضی از مهره‌داران خونسر را در حداقل در مراحل تکوین کنترل می‌کند، وجود نداشت. هرگاه لارو دوزیستان در تاریکی قرار داده شود، رنگ آن‌ها به سرعت روشن‌تر می‌شود. واکنش روشن شدن رنگ بدن جانور به‌وسیله‌ی برداشتن پینه‌آل از بین می‌رود، ولی هرگاه به آبی که لاروها در آن شنا می‌کنند، ملاتونین اضافه شود، این پاسخ دوباره برمی‌گردد. روشن شدن رنگ بدن لارو دوزیستان توسط ملاتونین در نتیجه‌ی اثر مستقیم اندول آمین بر تجمع ملانوزوم‌ها^{۱۳} در ملانوفورهای^{۱۴} پوستی است. شواهد تجربی ارزشمندی وجود دارد که واکنش روشن شدن رنگ بدن لارو دوزیستان همانند ماهیان دهان‌گرد^{۱۵} در تاریکی، نتیجه‌ی آزادسازی ملاتونین از پینه‌آل است.

پاسخ زمینه‌ای طبیعی لارو دوزیستان یا دوزیستان بالغ به زمینه‌ی رنگی تاریک یا روشن، توسط حضور یا فقدان میزان MSH خون کنترل می‌شود و تحت کنترل غده‌ی پینه‌آل نیست. تنظیم تغییر رنگ اندازه‌ی مهره‌داران توسط غده‌ی پینه‌آل و ملاتونین هنوز به دقت مطالعه نشده است. ملانوفورهای بعضی از گونه‌های ماهی‌ها و خزندگان به ملاتونین پاسخ می‌دهند، ولی این مطلب لزوماً دلیل بر این نیست که اندول آمین در تنظیم تغییر رنگ نقش طبیعی را دارد. این حقیقت که ملاتونین اثر شدیدی در برگشت عمل تیره‌کنندگی MSH (پراکندگی ملانوزوم‌ها) دارد نشان‌دهنده‌ی اهمیت زیاد سرعت عمل ملاتونین است. اگرچه شواهدی قوی وجود دارد که ملاتونین ترکیب ضدگنادوتروپین پینه‌آل پستانداران است، ولی اطلاعات ناچیزی در مورد جایگاه عمل آن وجود دارد؛ چون جایگاه سلولی



این جانوران مستقیماً توسط پیام‌های عصبی کنترل نمی‌شود.

از سوی دیگر، در پستانداران بالغ، همان وقایع بیوشیمیایی در سلول‌های پینه‌آلی در نبود نور انجام می‌شود، ولی سلول‌های پینه‌آل توسط محرک‌های نوری دریافتی توسط چشم‌ها تنظیم می‌شوند. تحریک نوری^{۲۲} چشم‌ها باعث ایجاد پیام‌های عصبی می‌شود که به سلول‌های پینه‌آل منتقل می‌شود. در نمونه‌های مطالعه‌شده‌ی پرندگان و پستانداران، سلول‌های پینه‌آل در انتورژنی دارای سلول‌های حساس به نورند. بنابراین، یک تغییر شکل تدریجی از سیستم مستقیماً حساس به نور به سیستمی که به‌طور غیرمستقیم (در پستانداران) توسط سیستم عصبی و با دریافت اطلاعات نوری از چشم‌ها کنترل می‌شود، مشاهده می‌شود. با وجود این شواهد روشنی وجود دارد که غدد پینه‌آل همه‌ی مهره‌داران، چه مستقیم

نشان‌دهنده‌ی حساسیت ساختاری و عملی آن‌هاست. ریخت این سلول‌ها شبیه گیرنده‌های نوری چشم‌هاست. به‌علاوه، ثبت‌های الکتروفیزیولوژیک نشان‌دهنده‌ی حساسیت مستقیم عناصر حساس پینه‌آل‌اند و این‌که ظاهراً در نبود نور سنتز و ترشح ملاتونین تحریک می‌شود. در جانوران خونسرد (ماهی‌ها و مارمولک‌ها) که از طریق برداشتن پینه‌آل تقریباً فاقد منبع ملاتونین هستند، همانند پستانداران یک ریتم روزانه‌ی ملاتونین پلازما مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده‌ی منابع احتمالی دیگر ملاتونین هستند.

رت‌های نوزاد برای ایجاد کاهش سیکل شبانه‌ی میزان سروتونین پینه‌آل نیازی به چشم ندارند؛ ولی کاهش در سروتونین پینه‌آل به‌وسیله‌ی روشنایی ثابت و یک‌نواخت متوقف می‌شود. بنابراین، چونندگان جوان حتی از طریق پلک‌ها نیز می‌بینند. اگر سر این جانوران کاملاً توسط یک

روپوش سیاه پوشیده شود، میزان 5-HT پینه‌آل کاهش می‌یابد. شواهدی وجود دارد که سلول‌های پینه‌آل رت‌های تازه‌متولد

شده، همانند مهره‌داران خونسرد دارای اندامک‌های حساس به نورند. بنابراین، چنین سلول‌هایی هستی‌زایی^{۲۰} و تبارزایی^{۲۱} ساختار این عناصر را نشان می‌دهند.

جالب است بدانیم که از نظر تکامل تطبیقی سیستم‌های پینه‌آلی اخیر (دهان‌گردان، ماهیان الاسموبرانش و تلتوست، دوزیستان، خزندگان و پرندگان) مستقیماً به نور حساس‌اند. در همه‌ی مهره‌داران اخیر، پینه‌آل سنتز و ترشح ملاتونین را در فقدان نور انجام می‌دهد. شواهدی وجود دارد که پینه‌آل

اثر ملاتونین ناشناخته است، مکانیسم اثر آن مطالعه نشده است ولی ملانوفورهای بعضی از قورباغه‌ها، مارمولک‌ها و ماهی‌ها سیستم‌های خاصی را برای پیشبرد اطلاعات در مورد مکانیسم اثر ملاتونین ارائه می‌کنند. مکانیسم‌های سلولی که به‌وسیله‌ی آن پیک‌های شیمیایی^{۱۶} اثر می‌کنند به‌طور کلی در گونه‌های مختلف مشابه‌اند. بنابراین، انتظار می‌رود که مطالعه‌ی اثر ملاتونین بر ملانوفورهای پوستی، شامل سیستم‌های سلولی دیگر من جمله انسان نیز باشد. از مطالعه‌ی ترکیبات مشابه ملاتونین روشن شده است که وجود یک گروه متوکسی^{۱۷} متصل به اتم کربن شماره‌ی پنج هسته‌ی اندول برای تجمع ملانوزوم‌ها در داخل ملانوفورها (روشن شدن پوست) ضروری است. از سوی دیگر، وجود گروه N-استیل برای اتصال ملاتونین به گیرنده‌ها ضروری است. این مطلب با استفاده از N-استیل تربیتامین که فعالیت آگونیستیک داخلی را متوقف، ولی به‌طور رقابتی از اثر ملاتونین ممانعت می‌کند، ثابت می‌شود. چون پراکنده شدن ملانوزوم‌ها در ملانوفورها با میانجی‌گری CAMP انجام می‌شود، گمان می‌رود که تجمع ملانوزوم‌ها تحت تأثیر اعمال CGMP انجام شود. ملاتونین، گوانیلات سیکلاز را در بعضی بافت‌ها افزایش می‌دهد.

۸. حساسیت نوری پینه‌آل جانوران خونسرد

در پستانداران اطلاعات نوری از طریق چشم‌ها دریافت می‌شوند و برای تنظیم کردن ملاتونین پینه‌آل به CNS منتقل می‌شود. در ابتدا بحث شد که سلول‌های پینه‌آل بعضی از جانوران خونسرد ممکن است به‌طور ذاتی حساس باشند. مطالعه‌ی سلول‌های پینه‌آل^{۱۸} دوزیستان، خزندگان و تلتوست‌ها^{۱۹} با میکروسکوپ الکترونی

ممکن است ملاتونین نقش مهمی در حساسیت نوری شبکه‌ی و دقت بینایی در بعضی از مهره‌داران داشته باشد

و چه غیرمستقیم حساس به نور، مسئول بیوسنتز اندول آمین‌ها هستند.

پاتوفیزیولوژی پینه‌آل

دو نوع پینه‌آل‌ومای^{۲۳} مشخص با بلوغ جنسی زودرس و یا دیررس همراه یکدیگرند. پینه‌آل‌ومای پارانشیمی^{۲۴} که همراه با تشکیل توده‌ی بزرگ سلول‌های پینه‌آلی است، باعث بلوغ جنسی دیررس می‌شود. پینه‌آل‌ومای تخریبی^{۲۵} که همراه با بافت‌های غیرپارانشیمی (مثلاً بافت هم‌بند) است، منجر به بلوغ جنسی زودرس می‌شود. تفسیر این مشاهدات

کلینیکی به قرار زیر است: فعالیت بیش از حد پینه‌آل (پینه‌آلومای پارانشیمی) ماده‌ای را به مقدار زیاد ترشح می‌کند که بازدارنده‌ی رشد گنادهاست. در نبود این ماده، به‌علت تخریب پینه‌آل، اثر ضد گنادوتروپینی وجود ندارد و رشد زودرس گنادهای نتیجه می‌شود. تومورهای پینه‌آل در افراد ماده نادرند، ولی در حدود نیمی از افراد نری که به سن بلوغ جنسی نرسیده‌اند و تومور پینه‌آل دارند، مبتلا به بلوغ زودرس جنسی می‌شوند.

نتایج و نظرها

شواهد محکمی برای نقش پینه‌آل در تنظیم عمل تولیدمثلی بعضی از پستانداران مثل انسان وجود دارد. همه‌ی معیارهای لازم برای اثبات غده‌ی پینه‌آل پستانداران به‌عنوان یک اندام درون‌ریز گردآوری شده است. بعضی از داده‌های تجربی که ملاتونین را به‌عنوان آنتی‌گناد و تروپین پینه‌آل معرفی می‌کنند، در زیر خلاصه شده‌اند:

۱. برداشتن غده (پینه الوکتومی)، اثرهای بازدارنده‌ی نسبت داده‌شده به پینه‌آل را در جانوران سالم متوقف می‌کند.
۲. عصاره‌ی پینه‌آل (درمان جانمایی)

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهند غده‌ی پینه‌آل فیزیولوژیک و گرما تنظیمی را در بعضی از خزندگان و پستانداران تحت تأثیر قرار می‌دهد

۱. در جانوران بدون پینه‌آل‌شده، اثر بازدارنده‌ی پینه‌آل در جانوران سالم را تقلید می‌کند.
۳. فعالیت آنزیمی پینه‌آل در شرایط فتوپریودهای کوتاه فعال‌تر می‌شود که غده‌ی پینه‌آل به‌عنوان آنتی‌گنادوتروپیک معرفی می‌شود.
۴. قطع عصب پینه‌آل باعث کاهش

بیوسنتز اندول‌آمین پینه‌آل می‌شود.

۵. ملاتونین، اندول‌آمینی با فعالیت آنتی‌گنادوتروپیک، در پینه‌آل سنتز می‌شود.

۶. سنتز و ترشح ملاتونین در تاریکی فعال‌تر می‌شود.

۷. یک ریتم روزانه در میزان ملاتونین CSF و پلاسمایی پستانداران مشاهده می‌شود که به‌علت ریتم بیوسنتز اندول‌آمین پینه‌آل است.

۸. ملاتونین بازدارنده‌ی ترشح GnRH هیپوتالاموسی و گنادوتروپین هیپوفیز است که ممکن است به‌عنوان اثر آنتی‌گنادوتروپیک محسوب شود.

۹. هیچ اندول‌آمین، هورمون و یا پیامبرشیمیایی دیگری به فعالیت پینه‌آل و عمل تولیدمثلی مربوط نمی‌شود.

۱۰. شواهد کلینیکی در انسان به‌روشنی بدکاری پینه‌آل^{۲۶} را با اثرهای بعدی بر تکوین گنادهای مساوی می‌داند.

چون هورمون‌های دیگری نیز در غده‌ی پینه‌آل وجود دارد، نیاز به دلایلی علیه ملاتونین به‌عنوان هورمون آنتی‌گنادوتروپیک پستانداران وجود دارد. شاید پینه‌آل شبیه

هیپوفیز، اعمال متنوعی را کنترل می‌کند. در بعضی از جانوران خونسرد پینه‌آل و ملاتونین در تنظیم

پاسخ‌های کروماتوفورهای پوستی نقش دارد. در این موارد، ملاتونین در تاریکی برای القای رفتار رنگی ویژه در مراحل مشخصی از تکوین آزاد می‌شود. شاید این قدیمی‌ترین نقش اندول‌آمین مزبور باشد.

وجود هورمون‌های پیتیدی دیگری منحصراً به پینه‌آل و اپی‌تالاموس نیست،

زیرا آن‌ها در بیش‌تر بخش‌های CNS پراکنده‌اند. پیتیدهای مشهور پینه‌آل ممکن است ترکیبات اصلی پینه‌آل نباشند؛ ولی ممکن است در نواحی اپی‌تالاموسی

شواهد تجربی ارزشمندی وجود دارد که واکنش روشن شدن رنگ بدن لارو دوزیستان همانند ماهیان دهان‌گرد در تاریکی، نتیجه‌ی آزادسازی ملاتونین از پینه‌آل است

مجاور شایع‌تر باشند. بنابراین، اگرچه این ترکیبات ممکن است همراه پینه‌آل برداشته شوند، شاید ترکیبات آپاندیمی باشند و بنابراین هیچ ارتباط فیزیولوژیک به عمل پینه‌آل ندارند. آپاندیمی‌تالاموسی و دیگر نواحی نخاع ممکن است خارج شوند، ولی منبع غنی از پیک‌های شیمیایی هستند که اعمال فیزیولوژیک ناشناخته‌ای را تنظیم می‌کنند.

پی‌نوشت

1. 5-methoxytryptophol
2. 5-hydroxytryptophol
3. arginine vasotocin
4. oxytocin
5. arginine vasopressin
6. pinealectomy
7. in vitro
8. photoperiod
9. reserpine
10. circadian
11. passer domesticus
12. allen
13. melanosome
14. melanophores
15. cyclostomes
16. chemical messenger
17. methoxy group
18. pinealocytes
19. teleosts
20. ontogeny
21. phylogeny
22. photostimulation
23. pinealoma
24. paranchymial
25. Destructive pinealomias
26. pineal disfunction

منبع

Hadley ME. (1998) Endocrinology. Prentice-Hall inc. Newjersey. USA.