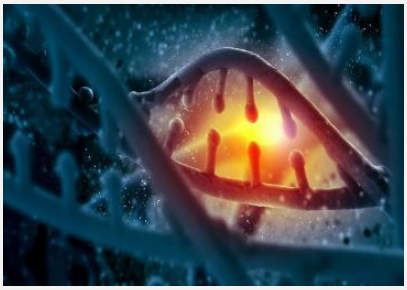

شنبه 12 اردیبهشت 1405 - 10:14

کشفی تازه در قلب سلول‌ها

نقش شگفت‌انگیز آب در فعال شدن ژن‌ها

محققان بین‌الملل لایه‌ای پنهان و کمتر شناخته‌شده از سازوکار فعال شدن ژن‌ها را شناسایی کرده‌اند که نشان می‌دهد مولکول‌های آب نقشی مستقیم و ضروری در یکی از بنیادی‌ترین فرایندهای زیستی، یعنی رونویسی DNA، ایفا می‌کنند و در قلب بیان اطلاعات ژنتیکی حضور دارند.

محققان بین الملل لایه ای پنهان و کمتر شناخته شده از سازوکار فعال شدن ژن ها را شناسایی کرده اند که نشان می دهد مولکول های آب نقشی مستقیم و ضروری در یکی از بنیادی ترین فرایندهای زیستی، یعنی رونویسی DNA، ایفا می کنند و در قلب بیان اطلاعات ژنتیکی حضور دارند.

به گزارش ایسنا، رونویسی DNA فرایندی است که طی آن اطلاعات ذخیره شده در ژن ها به مولکول های RNA تبدیل می شوند؛ مولکول هایی که زمینه ساز ساخته شدن پروتئین ها و انجام عملکردهای حیاتی سلول هستند. این فرایند در همه موجودات زنده، از باکتری ها گرفته تا انسان، رخ می دهد و پایه حیات سلولی به شمار می آید. هرگونه اختلال در این مرحله می تواند پیامدهای گسترده ای برای سلامت، رشد و بروز بیماری ها داشته باشد. به همین دلیل، دانشمندان دهه هاست که در تلاش اند جزئیات دقیق این فرایند را در سطح مولکولی درک کنند.

اگرچه ساختار کلی آنزیم های دخیل در رونویسی و نقش آن ها در خواندن DNA شناخته شده است، اما چگونگی دقیق انجام واکنش های شیمیایی درون این سامانه پیچیده همچنان پرسش برانگیز بوده است. بیشتر دیدگاه های کلاسیک بر این اساس شکل گرفته بودند که پروتئین ها و یون های فلزی بازیگران اصلی این صحنه هستند و آب صرفاً محیطی خنثی برای انجام واکنش ها فراهم می کند. اما روشن شدن نقش واقعی آب می تواند نگاه دانشمندان را به زیست شناسی مولکولی تغییر دهد و مسیرهای تازه ای برای درک بیماری ها و طراحی داروها باز کند.

در همین راستا، پژوهشگرانی از حوزه زیست شناسی ساختاری با انجام یک مطالعه پیشرفته نشان داده اند که آنزیم «RNA پلی مراز II»، که مسئول خواندن DNA و ساخت RNA است، از شبکه ای پیچیده از مولکول های آب برای انجام وظیفه خود بهره می برد. این پژوهش که توسط تیمی از محققان دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی فعال در زمینه زیست مولکولی انجام شده، با تمرکز بر سازوکار مولکولی رونویسی و با استفاده از فناوری های تصویربرداری بسیار دقیق، توانسته جزئیاتی را آشکار کند که پیش تر قابل مشاهده نبودند.

روش کار پژوهش بر پایه استفاده از میکروسکوپ الکترونی کرایو بوده است؛ روشی که امکان مشاهده ساختارهای زیستی در دمای بسیار پایین و با دقتی در حد کمتر از قطر یک اتم را فراهم می کند. پژوهشگران با ثبت چندین تصویر بسیار دقیق از RNA پلی مراز II در حال فعالیت، توانستند جایگاه صدها تا بیش از هزار مولکول آب و همچنین یون های فلزی را درون این آنزیم شناسایی کنند و موقعیت آن ها را نسبت به DNA و RNA در حال ساخته شدن بررسی کنند.

یافته های پژوهش نشان دادند که بسیاری از این مولکول های آب درست در نقاط کلیدی عملکرد آنزیم قرار دارند و شبکه هایی منظم میان آنزیم، DNA و واحدهای سازنده RNA ایجاد می کنند. این آب ها صرفاً حضور تصادفی ندارند، بلکه به طور فعال در واکنش های شیمیایی شرکت می کنند. یکی از نقش های مهم آن ها کمک به انتقال پروتون است؛ فرایندی ضروری برای اضافه شدن هر واحد جدید به رشته RNA در حال رشد.

در این تحقیق مشخص شد که مولکول های آب همچنین به شناسایی صحیح مواد اولیه مولکولی و پایدار نگه داشتن ساختار آنزیم در طول رونویسی کمک می کنند. نکته قابل توجه این است که این نقش آب در موجودات مختلف، از باکتری ها تا مخمر و احتمالاً انسان، حفظ شده است. این موضوع نشان می دهد که آب بخشی جدایی ناپذیر و تکاملی از ماشین رونویسی ژن هاست، نه صرفاً یک محیط واکنشی ساده.

این دیدگاه جدید می تواند درک دانشمندان از نحوه بروز برخی بیماری ها را تغییر دهد؛ بیماری هایی که ریشه آن ها در اختلال بیان ژن هاست. همچنین در آینده، طراحی داروهایی که بر این شبکه های ظریف مولکولی اثر می گذارند، ممکن است دقیق تر و هدفمندتر شود. به علاوه، توجه به نقش آب می تواند مدل های آموزشی و پژوهشی زیست شناسی مولکولی را نیز دگرگون کند.

قابل ذکر است این یافته های علمی پژوهشی در یکی از نشریات معتبر بین المللی حوزه زیست شناسی مولکولی به نام

Molecular Cell منتشر شده اند.