۱- دکتر علیرضا فرخ، دانشگاه علوم پزشکی آزاد تهران
۲- دکتر هادی فرخ، پزشک، ریاست سابق مرکز بهداشت شهرستان فومن، استان گیلان
۳- پروین آقازادگان، نویسنده همکار
۴- دکتر محمد رضا فرخ ، پزشک، دانشگاه علوم پزشکی آزاد تهران
۵- آیشن آقازادگان، کارشناس و محقق بیولوژی
۶- علی آقازادگان، علاالدین آقازادگان، الناز آقازادگان، نویسندگان همکار

پروتئین، از خالص سازی تا آزمایش آن در خون – بخش۲

در شماره قبل به مطالبی نظیر تعریف پروتئین، ساختار پروتئین ها، تغییرات پس از ترجمه پروتئین ها و بررسی انواع آنها پرداخته شد. در این شماره ادامه این مقاله را می خوانید.

هدف

خالص‌سازی پروتئین با دو هدف مقایسه (preparative) یا آنالیتیک (analytical) انجام می‌شود. هدف از خالص‌سازی مقایسه ای، دست یافتن به حجم زیادی از پروتئین خالص به منظور استفاده از آن در مراحل بعدی است. تولید محصولات تجاری از قبیل آنزیم‌ها (مانندآنزیم لاکتوز)، پروتئین‌های غذایی (مانندپروتئین تخلیص شده سویا) و برخی از زیست داروها (مانند انسولین) از این دسته هستند. در خالص‌سازی آنالیتیکال، مقدار کمی پروتئین خالص می‌شود و از آن برای تحقیقات و بررسی‌های تحلیلی هم چون شناسایی، مقدارسنجی، مطالعه ساختار پروتئین، تغییرات پس از ترجمه و عملکرد پروتئین استفاده می‌گردد. پپسین (Pep-sin) و اوره آز (urease) اولین پروتئین‌هایی بودند که به خوبی خالص شدند. درجه خالص‌سازی این پروتئین‌ها به حدی مطلوب بود که تعیین ساختارکریستالی آن‌هانیزممکن‌گردید.

مراحل مقدماتی

استخراج

اگر پروتئین مورد نظر، توسط میکروارگانیسم‌ها به محیط اطراف آزاد نشود، دراین صورت اولین مرحله خالص‌سازی، شکستن سلول‌های واجد پروتئین است. بر اساس میزان شکنندگی پروتئین‌ها و پایداری سلول می‌توان از یکی از روش‌های زیر استفاده کرد:

- فریز کردن و ذوب کردن پی در پی
- سونیکاسیون (sonication)
- هموژنیزه کردن تحت فشار بالا
- هموژنیزه کردن از راه سنگ زنی (bead mill)
- نفوذپذیر کردن با استفاده از مواد شوینده (مانند تریتون X-100) یاآنزیم‌ها (مانند لیزوزیم).

در نهایت با استفاده از سانتریفیوژ، بقایای سلول جدا و دور ریخته می‌شود و پروتئین‌ها به همراه سایر ترکیبات، به صورت محلول در مایع رویی (supernatant) باقی می‌مانند. پروتئازها نیز همراه با لیز سلولی، آزاد می‌شوند. پروتئازها می‌توانند پروتئین‌های موجود در محلول را تخریب کنند. در صورتی که پروتئین مورد نظر ما نسبت به پروتئازها حساس است، توصیه می‌شود که فرآیند به سرعت انجام شود و عصاره سریعاً در دمای پایین قرار گیرد تا سرعت تخریب کاهش یابد. همچنین می‌توان دقیقاً قبل از تخریب سلول‌ها، یک یا چند مهارکننده پروتئازی به بافر لیزکننده (lysis buffer) اضافه کرد. برخی مواقع اضافه کردن DN-Ase به منظور از بین بردن مقادیر بالای DNA و کاهش ویسکوزیتهٔ سلول‌های لیز شده، ضروری است.

رسوب دهی

هنگامی که می‌خواهیم پروتئین بیشتری را خالص کنیم معمولاً اولین مرحله، رسوب دهی پروتئین با سولفات آمونیوم است. پس از رسوب دهی، سولفات آمونیوم را می‌توان با کیسه دیالیز حذف کرد. در رسوب دهی، گروه‌های آب گریز پروتئین‌ها در معرض قرار گرفته و با گروه‌های آب گریز پروتئین‌های دیگر تجمع پیدا می‌کنند. رسوب پروتئینی به حدی است که می‌توان آن را دید. از مزایای این روشِ رسوب دهی این است که می‌توان با هزینه ای کم، مقادیر بالای پروتئین را رسوب داد. پس از رسوب دهی با سولفات آمونیوم، محتوای پروتئینی با استفاده از سانتریفیوژ جدا می‌شوند.

روش‌های خالص‌سازی

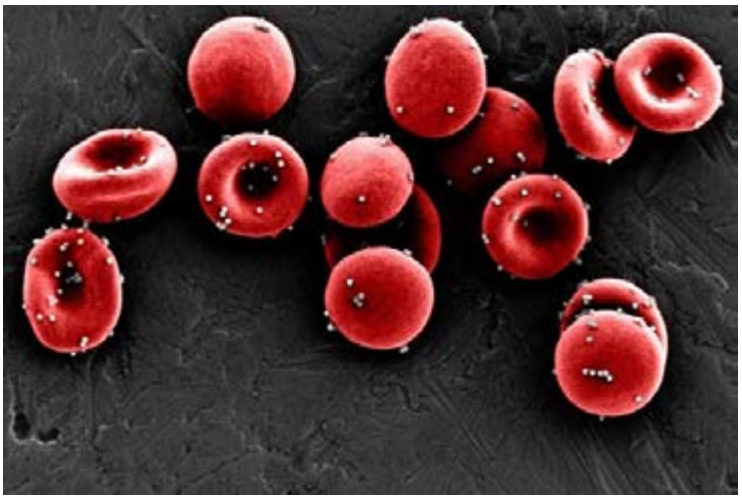
انتخاب ابزار و مواد، کلید اصلی در طراحی فرآیند خالص‌سازی است. در گیاهان و حیوانات، معمولاً یک پروتئین خاص به‌طور یکسان در سراسر جاندار پخش نشده است و برخی از اعضا یا اندام‌های جاندار، غلظت‌های بالاتری از پروتئین مورد نظر را دارا هستند. استفاده از قسمت‌هایی که واجد غلظت‌های بالاتری از پروتئین هستند، حجم مورد نیاز برای بدست آوردن مقدار مشخصی از پروتئین خالص را کاهش می‌دهد. اگر مقدار تولید پروتئین ناچیز باشد، دانشمندان از تکنیک دی ان ای نوترکیب به منظور ایجاد تغییرات در سلول و افزایش مقدار پروتئین تولیدی استفاده می‌کنند.

دنباله های پروتئینی

تولید پروتئین ها با خلوص بالا و با حفظ ساختار و ویژگی پروتئین، هدفی مهم در صنایع مختلفی همچون داروسازی است، پروتئین‌های مختلف به علت داشتن میزان بیان، حلالیت، پایداری و عملکرد زیستی متفاوت تبدیل به هدفی سخت برای انجام کارهای تحقیقاتی، تولیدی و آنالیزی گردیده‌اند. از این رو دانشمندان روش‌های مختلفی را برای از میان برداشتن این موانع انجام می‌دهند؛ مثل انتخاب سیستم بیانی و میزبان مناسب، بالا بردن پایداری mRNA، بهینه سازی رمزهای ژنتیکی توالی هدف بر اساس تمایل کدنی میزبان، استفاده از مسیرهای ترشحی برای خارج کردن پروتئین از سلول میزبان، تغییرات پس از ترجمه، بیان همزمان با چپرون‌های مختلف و کاهش میزان فعالیت پروتئولیتیک سلول از جمله این تکنیک‌ها می‌باشد. اما جالب توجه است که اضافه نمودن یک دنباله پروتئینی به پروتئین نوترکیب به صورت هم زمان باعث افزایش میزان بیان پروتئین، حلالیت، حفظ فعالیت زیستی و تخلیص پروتئین می‌گردد. دنباله های پپتیدی دارای ویژگی هایی از جمله حداقل تاثیر روی ساختار سوم و فعالیت بیولوژیکی پروتئین می باشند. این گروه از دنباله‌ها در یک قسمت از توالی پپتیدی دارای فعالیت پروتئولیتیک قابل القا هستند. نکته جالب توجه این است که می‌توان این دنباله‌ها را به هر نوع پروتئینی بدون نیاز به داشتن دانش کامل نسبت به آن پروتئین فیوز کرد. دیگر اینکه در مواردی دیده شده حتی این دنباله‌ها باعث کاهش اثر کشندگی در پروتئین‌هایی که برای باکتری کشنده و سمی هستند می‌گردند.

دنباله های پروتئینی در واقع توالی‌هایی پپتیدی هستند که با روش‌های مهندسی ژن به پروتئین‌های نوترکیب مورد استفاده در تحقیقات متصل می‌گردند. این دنباله‌ها معمولا در انتهای کار با استفاده از مواد شیمیایی، آنزیم هایی نظیر پروتئازها و یا پیرایش خود به خودی از پروتئین نوترکیب جداسازی می‌شوند. این دنباله‌ها با اهداف مختلفی به پروتئین نوترکیب متصل می‌گردند. برخی دنباله‌های پپتیدی به اندازه‌ای کوچک هستند که نیازی به جداسازی آن از پروتئین هدف نیست؛ در حالی که برخی دنباله‌های دیگر از نظر اندازه بزرگ هستند و به همین خاطر باعث افزایش حلالیت پروتئین تولید شده می‌گردند. البته در کنار این مزیت، این ایراد را نیز دارند که حتما باید پس از تولید از پروتئین هدف جدا بشوند؛ گاه این مرحله جداسازی نیازمند شرایط و موادی است که از نظر هزینه ای به هیچ وجه به صرفه نبوده و مانع از استفاده از این روش‌ها در مقیاس بزرگ و صنعتی می‌گردد. این جداسازی اصطلاحا کلیواژ نامیده می‌شود. کلیواژ معمولا با کمک ترکیبات شیمیایی خاص و یا با کمک آنزیم‌ها انجام می‌گردد و به این ترتیب محل اتصال پروتئین نوترکیب و دنباله‌ی پپتیدی خواهد شکست. مواد شیمیایی مورد استفاده از کلیواژ عبارتند از CNBr، فرمیک اسید و هیدروکسیل آمین. پروتئازهایی که معمولا جهت جداسازی پروتئین نوترکیب استفاده می شوند عبارتند از ترومبین، فاکتور Xa، انتروکیناز، پروتئاز ویروس تنباکو (TEV) و پروتئاز SUMO. به طور کلی کلیواژ با کمک آنزیم به علت

اختصاصیت بالاتر و توانایی انجام در شرایط عادی نسبت به روش شیمیایی برتری دارد. غیر از پروتئاز SUMO باقی آنزیم‌های ذکر شده دارای توالی کوتاه و شناخته شده‌ای هستند. برای یک آنزیم پروتئاز خاص، ممکن است کیفیت کلیواژ در فیوژن پروتئین‌های مختلف متفاوت باشد. ممانعت فضایی یا وجود رزیدوهای نامناسب در اطراف جایگاه برش ممکن است باعث پایین آمدن کیفیت کلیواژ بشود. در ضمن هنگام تولید پروتئین در مقیاس بالا، استفاده از این آنزیم ها اصلا مقرون به صرفه نبوده و بسیار هزینه بر می‌باشد. از این منظر استفاده از کلیواژ شیمیایی مناسب تر بوده اما مشکل کلیواژ شیمیایی در این است که کمتر از کلیواژ آنزیمی اختصاصیت دارد و معمولا به شرایطی خاصی نیاز دارد که گاهی خود باعث تغییر در زنجیره‌های جانبی پروتئین می‌گردد. علاوه بر این امکان وجود بیش از یک جایگاه شناسایی روی پروتئین وجود دارد و این به نوبه خود کار



را محدود می‌نماید. به طور کلی می‌توان گفت، کلیواژ شیمیایی در مواردی که پروتئین هدف کوچک است و یا قابل کلیواژ با پروتئازها نیست مناسب می‌باشد. از نقاط ضعف هر دوی این روش‌ها می‌توان به این موضوع اشاره کرد که به دلیل استفاده از محلول‌های شیمیایی خاص (در کلیواژ شیمیایی) و وجود پروتئازها که خود پروتئینی بوده و عامل ناخالصی هستند (در کلیواژ آنزیمی) معمولا نیاز است تا یک مرحله کروماتوگرافی اضافی انجام شود تا پروتئین هدف از باقی محلول کلیواژ نیز جداسازی گردد؛ در نتیجه در کارهای با مقیاس بالا این مرحله نیز هزینه بر بوده و مقرون به صرفه نخواهد بود. به طور کلی در تحقیقات زیست فن‌آوری دنباله‌های پپتیدی را به چهار دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌کنند:

- دنباله‌های تمایلی
- دنباله‌های محلول‌کننده
- دنباله‌های خودبرش دهنده
- دنباله‌های بدون نیاز به ستون کروماتوگرافی

دنباله‌های تمایلی

اولین دنباله‌های تمایلی استفاده شده پروتئین‌های بزرگی بودند که منحصرا در باکتری Escherichia coli به منظور بیان و تخلیص پروتئین هدف استفاده می‌شدند. اما به هر حال این بالا بودن وزن پروتئینی باعث دناتوراسیون یا کاهش فعالیت پروتئین هدف می گشت. استفاده از دنباله‌های تمایلی برای تخلیص آسان پروتئین‌های نوترکیب امروزه بسیار رایج است؛ اما به هر حال خود این دنباله‌ها در مراحل آخر تخلیص باید حذف شوند. این مرحله پروتئولیز اضافی خود باعث ایجاد تداخل در تخلیص می‌شود و حتی امکان این نیز وجود دارد که پروتئین تولید شده نیز توسط پروتئازها از میان بروند. این مشکل را می‌توان از طریق تلفیق دنباله تمایلی به یک دنباله خود برش دهنده و سپس تلفیق با پروتئین هدف برطرف نمود. به این صورت با افزودن دی‌تیوتریتول، مرکاپتواتانول و یا سیستئین (در دمای پایین) دنباله خود برش دهنده از محل خودبرش دهندگی برش خورده و از طرفی چون هنوز به دنباله تمایلی متصل است، طبیعتا دنباله نیز به ستون متصل بوده در نتیجه فقط پروتئین هدف ما درون فراکشن‌های حاصل از تخلیص مشاهده خواهد شد. با این روش جدید ما دیگر نیازی به مرحله پروتئولیز نخواهیم داشت. از معرف‌ترین دنباله‌های این دسته می‌توان به Poly His-tag، FIAG و CBD اشاره کرد.

دنباله تمایلی پلی هیستیدین

دنباله پلی هیستیدین یا به اختصار ٦xHis-tag یکی از رایج‌ترین دنباله‌های مورد استفاده می‌باشد. این دنباله برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ مورد استفاده قرار گرفت. این دنباله تاثیری روی افزایش بیان پروتئین هدف نداشته اما سبب افزایش حلالیت پروتئین هدف می‌گردد. معمولا برای تخلیص ابتدا با استفاده از سانتریفیوژ، روش‌های فیزیکی، دترجنت‌ها و آنزیم‌هایی مثل لیزوزیم سلول‌ها عصاره گیری می‌شوند. سپس با استفاده از ستون نیکل یا کبالت کروماتوگرافی و جداسازی می‌شود.

دنباله تمایلی CBD

این دنباله از باکتری باسیلوس سیرکولانس گرفته شده و دارای ۵۱ اسیدآمینه می‌باشد. در واقع توالی کد کننده دامنه اتصال به کیتین است و به بیدهای کیتینی موجود در ستون کروماتوگرافی متصل می‌شود. از مزیت‌های آن می‌توان به عدم نیاز به بافر یا تغییرات خاصی در شرایط مختلف برای اتصال به بیدهای کیتینی عنوان کرد.

دنبالهCBD باکروماتوگرافی ستونی بارزین کیتینی قابل جداسازی است. کروماتوگرافی تمایلی کیتین برخلاف محلول‌هایی مثل اوره و گوانیدین هیدروکلراید، باعث دناتوره کردن پروتئین نمی‌شود. افزودن غلظت پایینی از دترجنت‌های غیریونی مانند Tween 20 باتوجه به خصوصیات طبیعی فیوژن پروتئین در مواردی توصیه می‌گردد. افزودن غلظت‌های پایین از محلول‌های احیا کننده ممکن است در حین تخلیص استفاده شود، اما افزودن غلظت بالایی از این مواد سبب تحریک خاصیت خود برش دهندگی در INT می‌شود.

دنباله‌های محلول کننده

این دسته از دنباله‌ها باعث افزایش پایداری و حلالیت پروتئین می‌گردند. مثل گلوتاتیون اس ترانسفراز، پروتئین متصل شونده به مالتوز (MBP) و SUMO.

دنباله‌های خود برش دهنده

این دسته از دنباله‌ها توانایی برش دادن خود بدون نیاز به آنزیم یا مواد شیمیایی را دارند. می توان از این نوع دنباله به سورتازآ، پروتئاز انتهای آمین و اینتئین ها اشاره کرد. در واقع یکی از مزیت‌های این سیستم تولید پروتئین و جداسازی آن بدون کمک پروتئازها است.

دنباله‌های بدون نیاز به ستون کروماتوگرافی

این دنباله‌ها دارای خاصیت‌هایی هستند که با استفاده از آن می‌توان بدون نیاز به ستون کروماتوگرافی، عمل تخلیص را انجام داد. مانند پروتئین های شبه الاستینی یا ELP است. یکی از ویژگی های منحصر به فرد ELPها داشتن دمای انتقال فاز است. دمای انتقال فاز دمایی است که در بالاتر از آن پروتئین فرم حلقوی پیدا کرده و رسوب می کند. از همین خاصیت می توان برای تخلیص پروتئین ها بدون نیاز به استفاده از کروماتوگرافی بهره برد.

در خالص‌سازی آنالیتیکال به‌طور کلی از ۳ ویژگی برای جداسازی پروتئین‌ها استفاده می‌شود:

جداسازی پروتئین‌ها از طریق وارد کردن آن‌ها در یک ژل (pH graded gel) یا ستون تعویض یونی.

جداسازی پروتئین‌ها بر اساس اندازه یا وزن مولکولی شان که به این منظور از کروماتوگرافی تعویض اندازه (size exclusion chromatography) یا SDS-PAGE استفاده می‌شود.

جداسازی پروتئین‌ها بر اساس میزان قطبیت و آب گریزشان از طریق کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (high performance liquid chromatography) یاکروماتوگرافی فاز معکوس (reversed-phase chromatography). معمولاً در دستورالعمل‌های خالص‌سازی یک پروتئین، یک یا چند مرحله کروماتوگرافی وجود دارد. روش ابتدایی در کروماتوگرافی این است که ستون کروماتوگرافی را با مواد مختلفی پر می‌کنند تا بستری نیمه جامد به دست آید. سپس مایعی را که حاوی پروتئین مورد نظر است از این ستون عبور می‌دهند. پروتئین‌های مختلف به صورت‌های مختلفی با ماده درون ستون برهم کنش می‌کنند و در نتیجه می‌توانند بر اساس زمانی که برای خروج از سمت دیگر ستون نیاز است، از سایر پروتئین‌ها جدا شوند. معمولاً برای تشخیص پروتئینی که از سمت دیگر ستون بیرون می‌آید، جذب آن در ۲۸۰ نانومتر توسط دستگاه استپکتروفوتومتری خوانش می‌شود. روش‌های کروماتوگرافی بسیاری وجود دارد که از آن جمله می‌توان کروماتوگرافی سایز اکسکلوژن (Size exclusion chromatography)، کروماتوگرافی هیدروفوبیک اینتراکشن (Hydrophobic interaction chromatography)، کروماتوگرافی تعویض یونی (Ion exchange chromatography) و کروماتوگرافی تمایلی (Affinity chromatography) را نام برد.

تغلیظ کردن پروتئین خالص شده

پس از خالص‌سازیِ پروتئین، معمولاً نیاز است تا پروتئین تغلیظ شود. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد:

لیوفیلیزه کردن (Lyophilization)

اگر محلول حاوی پروتئین مورد نظر، فاقد هر گونه ترکیب دیگری باشد، می‌توان آن را لیوفیلیزه (خشک) کرد. لیوفیلیزاسیون معمولاً پس از انجام کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا انجام می‌شود. با این کار، رسوب که حاوی پروتئین خالص است، در انتهای ظرف باقی می‌ماند.

اولترافیلتراسیون

در اولترافیلتراسیون با استفاده از غشاهایی که نفوذپذیری انتخابی دارند، پروتئین تغلیظ می‌شود. این غشا به آب و مولکول‌های کوچک اجازه عبور می‌دهد. در حالی که پروتئین امکان عبور از غشا را ندارد. محلول حاوی پروتئین از طریق یک پمپ مکانیکی، فشار گازی یا سانتریفیوژ، به سمت غشا هل داده می‌شود.

ارزیابی محصول خالص شده

متداول‌ترین روش به منظور بررسی فرایند تخلیص، انجام SDS-PAGE برای نمونه‌های مراحل مختلف تخلیص است. در این روش، تشخیص پروتئین‌هایی با وزن مولکولی مشابه نیز ممکن می‌شود. اگر پروتئین یک ویژگی اسپکتروسکوپی متمایز یا یک فعالیت آنزیمی خاص داشته باشد، از آن ویژگی می‌توان جهت شناسایی و تعیین مقدار آن پروتئین استفاده کرد. اگر

علیه پروتئین مورد نظر نتی‌بادی وجود داشته باشد، می‌توان از تکنیک وسترن بلات (western blotting) و الایزا (ELISA) برای تشخیص و تعیین مقدار پروتئین مورد نظر استفاده کرد. برخی از پروتئین‌ها عملکرد رسپتوری دارند. این پروتئین‌ها را می‌توان در مراحل خالص‌سازی با استفاده از تست سنجش اتصال به لیگاند (ligand binding assay) شناسایی کرد.

آزمایش پروتئین خون

آزمایش پروتئین خون یک آزمون پزشکی است که سطح پروتئین های خاص در خون را اندازه گیری می کند. این آزمایش وجود، کمیت و عملکرد پروتئین های مختلف را که برای عملکرد طبیعی بدن مهم هستند، تعیین می‌کند. پروتئین های اندازه گیری شده در این آزمایش شامل آلبومین، گلوبولین و فیبرینوژن در میان سایرین است. این پروتئین ها نقش های مختلفی در بدن دارند، مانند حفظ تعادل مایعات، انتقال مواد مغذی و حمایت از سیستم ایمنی. سطوح غیرطبیعی این پروتئین ها در خون می تواند نشان دهنده بیماری های مختلف مانند بیماری های کبدی یا کلیوی، التهاب و اختلالات خونی باشد. اگر نتیجه آزمایش پروتئین کل غیرطبیعی باشد، آزمایش‌های ب‌یش‌تری برای تشخیص این که کدام پروتئین خ‌یلی زیاد یا کم است مورد نیاز خواهد بود. این کار امکان تشخیص دقیق‌تر مشکلات را فراهم می‌کند. تست پروتئین خون به این دلیل اهمیت دارد که به کمک مقادیر غیرطبیعی آن می‌توان بیماری‌های کبدی یا کلیوی و... را تشخیص داد.

پروتئین خون

پروتئین بخش مهمی از ساختارهای سازنده سلول‌ها و بافت‌های بدن است. این ترکیب جزو ضروری‌ترین موارد برای سلامت و رشد و تکامل بدن در نظر گرفته می‌شود. دو نوع پروتئین به نام آلبومین و گلوبولین در خون انسان وجود دارند. گلوبولین در سیستم ایمنی بدن نقش بسیار مهمی ایفا می کند. آلبومین هم مانع از نشت مایع از رگ‌های خونی می‌شود. آزمایش پروتئین خون که بخشی از چکاپ کامل است، میزان این پروتئین‌ها و نسبت ان‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. این آزمایش با هدف بررسی علائمی مثل تورم بدن، خستگی و کاهش وزن بی‌دلیل انجام می‌شود. پزشکان تست پروتئین خون را به عنوان یکی از بهترین راه‌ها برای تشخیص اولیه مشکلات کبدی و کلیوی می‌دانند.

CRP در آزمایش خون

CRP یا تست پروتئین واکنش‌پذیر (C-Reactive Protein) نوعی آزمایش خون است که میزان التهاب را در بدن اندازه‌گیری می کند. CRP پروتئینی است که در کبد ساخته می‌شود و به جریان خون راه می‌یابد. سطح این پروتئین پس از هر نوع التهاب یا عفونت به سرعت در بدن بالا می‌رود. نکته مهم در مورد آزمایش پروتئین خون این است که بالا بودن CRP فقط وجود التهاب را در بدن مشخص می‌کند. یعنی نمی‌تواند به شما نشان دهد که التهاب به طور دقیق در کدام بخش از بدن وجود دارد. بنابراین با مشاهده بالا بودن CRP در نتیجه آزمایش، معمولا به تست‌های بیشتری برای تشخیص دقیق مشکل نیاز است. به طور کلی پزشک آزمایش CRP را زمانی تجویز می‌کند که مشکوک به یکی از موارد زیر باشد:

ابتلا به نوعی عفونت

- احتمال وجود نوعی ب‌یماری مرتبط با التهاب مثل آرتریت روماتوئید، لوپوس یا ب‌یماری التهابی روده.
- احتمال پاره شدن کیسه آب و گسترش عفونت در زنان باردار.

بالا بودن پروتئین در آزمایش خون

وجود پروتئین بالا و غیرطبیعی در پلاسمای خون نشان‌دهنده ابتلا به هیپرپروتئینمی است. پلاسما بخش مایع خون است و دو پروتئین اصلی آلبومین و گلوبولین در آن وجود دارند. تست پروتئین کل نسبت این دو پروتئین (A/G) را می‌سنجد. برای تشخیص مشکلات مرتبط با آن ممکن است پزشک تست‌های تکمیلی دیگری مثل الکتروفورز پروتئین یا سطح ایمونوگلوبولین کل را هم درخواست کند. بالا بودن پروتئین همیشه به معنی ابتلا به یک بیماری جدی نیست. در صورت مشاهده بالا بودن غیرعادی پروتئین، پزشک به دنبال عواملی که باعث این مشکل شده می‌گردد. بیماری‌های کبدی و کلیوی شایع‌ترین دلایل بالا بودن پروتئین خون هستند. به جز این عوامل دیگری مثل کم‌آبی بدن، التهاب مزمن یا اختلال التهابی، ابتلا به هپاتیت یا ایدز و برخی از انواع سرطان‌های خون هم در این زمینه نقش دارند.

علت انجام آزمایش خون پروتئین

پزشکان به دلایل مختلفی آزمایش پروتئین خون را تجویز می‌کنند. معمولا زمانی که بیمار با علائمی مثل خستگی، کاهش وزن، تهوع و استفراغ، وجود خون در ادرار و... به پزشک مراجعه می‌کند، تست پروتئین یکی از تست‌های تشخیصی لازم خواهد بود. از مهم‌ترین عواملی که باعث می‌شود نیاز به انجام چنین تستی داشته باشید، بررسی موارد زیر با توجه به نوع پروتئین است:

آزمایش آلبومین

- بررسی می کند که کبد و کلیه‌ها تا چه حد خوب کار می‌کنند.
- تعیین می‌کند که آیا رژیم غذایی شما حاوی پروتئین کافی است یا خیر.
- به یافتن علل تورم مچ پا یا شکم و تجمع مایع در ریه‌ها که منجر به تنگی نفس می‌شود کمک می‌کند.

آزمایش گلوبولین

- بررسی می‌کند که بدن چقدر توانایی مبارزه با عفونت را دارد.احتمال وجود بیماری‌های خونی مثل مولتیپل میلوما یا ماکروگلوبولینمی را ارزیابی می‌کند.

تفسیر جواب آزمایش پروتئین خون

نتایج به دست آمده از آزمایش پروتئین خون نشان می‌دهد سطح پروتئین کل خون شما طبیعی، بالا یا پایین است. این تست همچنین مشخص می‌کند که نسبت آلبومین به گلوبولین (A/G) نرمال، کم یا زیاد است. محدوده طبیعی آلبومین در بزرگسالان بین ۳.۵ تا ۵.۰ گرم در سی‌لیتر و گلوبولین حدود ۲ تا ۳/۵است. حد نرمال نسبت آلبومین به گلوبولین هم بین ۰/۸ تا ۲ در نظر گرفته می شود. بر اساس این اعداد، هر نوع خارج شدن از محدوده طبیعی پروتئین خون می‌تواند نشان‌دهنده احتمال یکی از مشکلات زیر باشد:

- پایین بودن سطح پروتئین کل
- مشکلات کبدی
- بیماری‌های کلیوی

سوء تغذیه

- سندرم سوء جذب مواد غذایی یا بیماری سلیاک، بیماری کرون و...
- بالا بودن سطح پروتئین کل
- احتمال ابتلا به عفونت‌هایی مانند هپاتیت ویروسی یا VIH
- نوعی سرطان خون به نام مولتیپل میلوما
- پایین بودن نسبت آلبومین و گلوبولین (G/A)
- احتمال ابتلا به نوعی بیماری خودایمنی مثل لوپوس
- وجود یک بیماری کبدی جدی مثل سیروز کبدی
- بیماری‌های کلیوی
- بالا بودن نسبت آلبومین و گلوبولین (G/A)
- ابتلا به سرطان خون
- وجود انواع خاصی از اختلالات ژنتیکی

آزمایش، آزمایش آلفافتوپروتئین و نحوه انجام آن

آزمایش PFA نوعی آزمایش خون است که سطح آلفا فتوپروتئین را در خون اندازه‌گیری می‌کند. این آزمایشی است که همه زنان باردار باید برای اندازه‌گیری پروتئینی که در کبد جنین تولید می‌شود (PFA) انجام دهند. البته تست آلفا فتوپروتئین فقط به زنان باردار اختصاص ندارد. این آزمایش در واقع یکی از چندین نشانگر تومور یا تومور مارکر است که می‌تواند ابتلا به برخی از سرطان‌ها از جمله سرطان کبد، تخمدان و بیضه یا برخی از بیماری‌های نادر ژنتیکی را نشان دهد.

منابع

https://www.nhs.uk/conditions/total-protein-test.

https://medlineplus.gov/lab-tests/total-protein-and-albumin-globulin-a-g-ratio.

https://www.mountsinai.org/health-library/tests/total-protein.

https://www.healthline.com/health/total-protein.

https://www.medicalnewstoday.com/articles/325320#during-pregnancy.

Atiyesalamat.com.

Microbiologynet.com.

Pgazma.com.

Radars.org.