

بررسی خطاهای پیش از انجام آزمایش و تاثیرات آن بر تشخیص

سولماز چگنی^۱

۱- متخصص کلینیکال پاتولوژی دامپزشکی، بخش خصوصی، تهران، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: solmaz.chegeni@iums.ac.ir



JOURNAL OF VETERINARY CLINICAL RESEARCH

تاریخ دریافت: ۳ دی ۱۴۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۰ بهمن ۱۴۰۳

دوره پانزدهم، شماره دو، زمستان ۱۴۰۳

چکیده:

اختلال در نتایج آزمایشگاهی یکی از عوامل نگرانکننده بر تشخیص و درمان است که به سه دسته عوامل پیش از آزمایش، عوامل حین انجام آزمایش و عوامل پس از انجام آزمایش تقسیم میشوند. مطالعات در سال ۲۰۱۲ نشان دادند که ۵۰ تا ۷۷٪ خطاهای آزمایشگاهی مربوط به خطاهای پیش از انجام آزمایش است اما در بررسی که در سال ۲۰۲۴ به چاپ رسیده است میزان این خطاها را تا ۹۰٪ کل خطاهای آزمایشگاهی تخمین زدهاند. دلیل افزایش اشتباه در بخش پیش از آزمایش، گسترش تکنیکهای آزمایشگاهی، استفاده از دستگاههای مدرنتر و به کارگیری روشهای دقیقتر برای کالیبراسون دستگاهها است که در نتیجه آن، میزان خطاها در حین و پس از آزمایش کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته است. با توجه به کاهش اشتباه در سایر بخشها، میزان خطا در بخش پیش از آزمایش همچنان سهم بزرگی از کل میزان خطاهای آزمایشگاهی را شامل میشود. خطاهای (Pre-analytic Errors) در آزمایشگاههای تشخیصی، به مجموعه‌ای از اشتباهات و رویدادهای نامطلوب پیش از آزمایش اطلاق می‌شود که قبل از شروع فرآیند آنالیز نمونه آزمایشگاهی رخ می‌دهند. این خطاها می‌توانند در مراحل مختلفی از تهیه تا ارسال نمونه رخ می‌دهند و به طور قابل توجهی بر صحت و دقت نتایج آزمایش تأثیر می‌گذارند. پیشگیری از این خطاها، نقشی حیاتی در ارائه تشخیص‌های دقیق، درمان مناسب بیماران و کاهش هزینه‌های مرتبط با آزمایش‌های تکراری و تصمیمات پزشکی نادرست دارد.

کلمات کلیدی: خطا، چالش، آزمایش، تشخیص

خطاهای پیش از آزمایش را می‌توان بر اساس مرحله‌ای که در آن رخ می‌دهند، به دسته‌های مختلفی تقسیم کرد:

۱- خطاهای مربوط به درخواست آزمایش:
درخواست آزمایش نامناسب (عدم تطابق با اندیکاسیون‌های بالینی) نقص در اطلاعات بیمار (نام، نام خانوادگی، تاریخ تولد، جنسیت) عدم ذکر اطلاعات بالینی ضروری انتخاب آزمایش اشتباه

۲- خطاهای مربوط به آماده‌سازی بیمار:
عدم رعایت شرایط لازم قبل از آزمایش (ناشتایی، قطع مصرف دارو) آماده‌سازی نادرست پوست برای نمونه‌گیری عدم آگاهی بیمار از نحوه جمع‌آوری نمونه (ادرار، مدفوع)

۳- خطاهای مربوط به جمع‌آوری نمونه:
استفاده از لوله‌های نامناسب حجم ناکافی نمونه جمع‌آوری نمونه در زمان نامناسب آلودگی نمونه همولیز (آسیب به گلبول‌های قرمز)

۴- خطاهای مربوط به انتقال و نگهداری نمونه:
تأخیر در انتقال نمونه به آزمایشگاه نگهداری نمونه در دمای نامناسب عدم استفاده از مواد نگهدارنده مناسب برچسب‌گذاری نادرست نمونه جابجایی نمونه‌ها

بخش هماتولوژی:

در بخش هماتولوژی، خطاهای Pre-analytic می‌توانند به طور قابل توجهی بر نتایج آزمایش‌های شمارش سلول‌های خونی، بررسی مورفولوژی سلولی، و آزمایش‌های انعقادی تأثیر بگذارند. این خطاها می‌توانند در مراحل مختلفی رخ

اهمیت ممانعت از خطاهای Pre-analytic:

۱- تأثیر مستقیم بر سلامت بیمار: نتایج نادرست آزمایشگاهی ناشی از خطاهای پیش از آزمایش می‌تواند منجر به تشخیص‌های اشتباه، درمان‌های نامناسب یا تأخیر در درمان شوند که همگی می‌توانند عواقب جدی برای سلامت بیمار داشته باشند.

۲- افزایش هزینه‌ها: تکرار آزمایش‌ها به دلیل خطاهای پیش از آزمایش، هزینه‌های آزمایشگاه و بیمارستان را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، تصمیمات پزشکی نادرست ناشی از نتایج اشتباه آزمایشگاهی می‌تواند منجر به بستری شدن‌های غیرضروری، انجام آزمایش‌های اضافی و یا تجویز داروهای نامناسب شود که همگی بار مالی قابل توجهی را به سیستم بهداشت و درمان تحمیل می‌کنند.

۳- کاهش اعتماد به نتایج آزمایشگاهی: وقوع مکرر خطاهای پیش از آزمایش می‌تواند اعتماد پزشکان و بیماران به نتایج آزمایشگاهی را کاهش دهد و منجر به تردید در تصمیمات پزشکی شود.

۴- افزایش زمان انتظار بیمار: تکرار آزمایش‌ها به دلیل خطاهای پیش از آزمایش، زمان انتظار بیماران برای دریافت نتایج را افزایش می‌دهد و می‌تواند منجر به اضطراب و نگرانی در بیماران شود.

۵- افزایش ناراضایتی شغلی پرسنل آزمایشگاه: مواجهه مکرر با خطاهای پیش از آزمایش و نیاز به تکرار آزمایش‌ها می‌تواند باعث افزایش استرس و ناراضایتی شغلی در پرسنل آزمایشگاه شود.

انواع خطاهای Pre-analytic

دهند:

انجام می‌شود) برای جلوگیری از آلودگی نمونه‌ها با مواد ضد انعقاد لوله‌های دیگر ضروری است.

۹- استفاده از تورنیکت به مدت طولانی یا خونگیری بعد از زدن سرم

۱۰- تأخیر در انتقال نمونه به آزمایشگاه: تأخیر در انتقال نمونه به آزمایشگاه می‌تواند باعث تغییر در مورفولوژی سلولی و نتایج آزمایش‌های انعقادی شود.

۱۱- نگهداری نمونه در دمای نامناسب: نگهداری نمونه در دمای نامناسب می‌تواند باعث تخریب سلول‌ها و تغییر در نتایج آزمایش‌ها شود.

۱۲- تکان دادن شدید نمونه: تکان دادن شدید نمونه می‌تواند باعث همولیز شود.

بخش بیوشیمی:

در بخش بیوشیمی، خطاهای پیش از آنالیز (Pre-analytic Errors) می‌توانند طیف گسترده‌ای از آزمایشات را تحت تأثیر قرار داده و منجر به نتایج نادرست شوند. این خطاها معمولاً به مراحل قبل از قرار گرفتن نمونه در دستگاه آنالیز برمی‌گردند و به همین دلیل، توجه به این مراحل برای اطمینان از صحت نتایج بسیار حیاتی است.

۱- درخواست آزمایش نامناسب: درخواست آزمایش‌های غیرضروری یا آزمایش‌هایی که با وضعیت بالینی بیمار همخوانی ندارند (درخواست اشتباه یا درخواست‌های ناقص)

۲- نقص در اطلاعات: عدم ارائه اطلاعات کافی از بیمار مانند داروهای مصرفی، سوابق پزشکی، سن، جنسیت و غیره که می‌تواند بر تفسیر نتایج تأثیر بگذارد.

۳- عدم ذکر شرایط نمونه‌گیری: عدم مشخص کردن اینکه آیا نمونه ناشتا است یا خیر

۱- درخواست نامناسب آزمایش: درخواست آزمایش CBC (شمارش کامل سلول‌های خونی) برای بیماری که اندیکاسیون ندارد، یا عدم درخواست تست‌های تخصصی‌تر. در بسیاری از بیماری‌ها CBC نرمال بوده و این خارج از انتظار کلینیسین است بنابراین استفاده از سایر تست‌ها اهمیت خواهد داشت.

۲- عدم ذکر اطلاعات بالینی: عدم ذکر اطلاعات مهمی مانند گونه، جنس، سن، سابقه دارویی بیمار (مانند مصرف داروهای ضد انعقاد) یا شرایط بالینی خاص در برگه درخواست ۳- استرس استرس قبل و در حین نمونه‌گیری می‌تواند باعث تغییر در پارامترهای CBC شود.

۴- استفاده از لوله نامناسب: استفاده از لوله حاوی ماده ضد انعقاد نامناسب (مانند استفاده از لوله EDTA برای آزمایش‌های انعقادی)

۵- حجم ناکافی نمونه: کم بودن حجم خون در لوله EDTA می‌تواند باعث تغییر نسبت خون به ماده ضد انعقاد شود و بر نتایج شمارش سلول‌های خونی تأثیر بگذارد یا حجم کم خون در تست ESR عملاً انجام تست را غیرممکن می‌سازد. ۶- همولیز: آسیب به گلبول‌های قرمز در حین خون‌گیری می‌تواند باعث افزایش کاذب هموگلوبین و سایر پارامترهای خونی شود.

۷- لخته شدن خون: لخته شدن خون در لوله می‌تواند باعث کاهش کاذب تعداد پلاکت‌ها (PLT) و سایر سلول‌های خونی شود و در مواردی عملاً انجام تست را غیر ممکن می‌سازد.

۸- ترتیب نادرست لوله‌ها: رعایت ترتیب صحیح خون‌گیری در لوله‌های مختلف (در صورتی که چندین لوله خون‌گیری

بررسی خطاهای پیش از انجام آزمایش و تأثیرات آن بر تشخیص

یخچال نگهداری شوند) که می‌تواند منجر به تخریب آنالیت‌ها شود.

۱۵- قرار گرفتن در معرض نور: قرار گرفتن نمونه در معرض نور مستقیم (به ویژه برای آزمایش‌هایی مانند بیلی‌روبین).
۱۶- برچسب‌گذاری نادرست یا نامناسب: اشتباه در برچسب‌گذاری نمونه که می‌تواند منجر به جابجایی نمونه‌ها و گزارش نتایج اشتباه شود.

۱۷- جابجایی نمونه‌ها.

بخش میکروبیولوژی:

خطاهای که قبل از شروع فرآیند کشت و شناسایی میکروارگانیسم‌ها انجام می‌شوند می‌توانند به شدت بر نتایج آزمایش تأثیر گذاشته و منجر به تشخیص نادرست، درمان نامناسب و گسترش عفونت‌ها شوند. در اینجا به برخی از مهم‌ترین خطاهای پیش از آنالیز در آزمایشگاه میکروبیولوژی اشاره می‌کنم:

۱- عدم وجود اندیکاسیون بالینی: درخواست آزمایش کشت برای بیمارانی که علائم عفونت ندارند.

۲- درخواست کشت نامناسب برای نمونه: درخواست کشت خون از نمونه ادرار یا برعکس.

۳- عدم ارائه اطلاعات کافی: عدم ارائه اطلاعات کافی در مورد سابقه بالینی بیمار، داروهای مصرفی و محل عفونت.

۴- عدم رعایت شرایط آسپتیک: عدم رعایت اصول استریل و آسپتیک در هنگام جمع‌آوری نمونه، که منجر به آلودگی نمونه با فلور نرمال می‌شود.

۵- جمع‌آوری نمونه از محل نامناسب: جمع‌آوری نمونه از سطوح یا مناطق آلوده به جای محل عفونت.

۶- استفاده از سواب نامناسب: استفاده از سواب‌های بی‌کیفیت یا تاریخ‌گذشته که ممکن است میکروارگانیسم‌ها را

۴- رعایت نکردن ناشتایی: ناشتا نبودن بیمار قبل از آزمایش‌هایی که نیاز به ناشتایی دارند (مانند قند خون، چربی خون).

۵- عدم قطع داروهای خاص: عدم اطلاع آزمایشگاه در مورد مصرف داروها (به‌خصوص مواردی که می‌توانند بر نتایج آزمایش تأثیر بگذارند).

۶- فعالیت بدنی شدید قبل از آزمایش: ورزش سنگین یا تقلا شدید قبل از آزمایش می‌تواند بر نتایج برخی آزمایش‌ها مانند کراتینین کیناز (CK) تأثیر بگذارد.

۷- استرس: استرس و اضطراب قبل از نمونه‌گیری می‌تواند باعث تغییر در نتایج برخی تست‌ها شود.

۸- استفاده از لوله‌های نامناسب: استفاده از لوله‌های حاوی مواد افزودنی نامناسب مانند استفاده از لوله‌های EDTA به جای لوله‌های سرمی برای برخی آزمایش‌ها
۹- جمع‌آوری نمونه به روش نادرست: نمونه‌گیری از محل تزریق سرم یا هماتوم.

۱۰- همولیز: آسیب به گلبول‌های قرمز در حین خونگیری که می‌تواند منجر به آزاد شدن محتویات داخل سلولی و تداخل در اندازه‌گیری برخی پارامترها شود مانند پتاسیم، لاکتات دهیدروژناز

۱۱- کافی نبودن حجم نمونه: جمع‌آوری حجم ناکافی از سرم و عدم تکرار تست‌ها

۱۲- آلودگی نمونه: آلودگی نمونه با مواد خارجی (مانند الکل، ضدعفونی‌کننده‌ها).

۱۳- تأخیر در انتقال نمونه: تأخیر در انتقال نمونه به آزمایشگاه که می‌تواند منجر به تغییر در نتایج برخی آزمایش‌ها شود (مانند قند خون).

۱۴- نگهداری نمونه در دمای نامناسب: نگهداری نمونه در دمای نامناسب (مانند دمای اتاق برای نمونه‌هایی که باید در

از بین ببرند.

۷- استفاده از ظروف نامناسب: استفاده از ظروف غیر استریل یا حاوی مواد نگهدارنده نامناسب برای جمع‌آوری نمونه.

۸- جمع‌آوری نمونه پس از مصرف آنتی‌بیوتیک: جمع‌آوری نمونه پس از شروع مصرف آنتی‌بیوتیک، که ممکن است باعث کاهش یا از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها شود.

۹- تأخیر در انتقال نمونه: تأخیر در انتقال نمونه به آزمایشگاه، که باعث رشد بیش از حد فلور نرمال و کاهش احتمال شناسایی عوامل بیماری‌زا می‌شود.

۱۰- نگهداری نمونه در دمای نامناسب: نگهداری نمونه در دمای نامناسب، که باعث تخریب میکروارگانیسم‌ها یا رشد بیش از حد آنها می‌شود.

۱۱- عدم استفاده از محیط انتقال: عدم استفاده از محیط انتقال مناسب برای حفظ زنده بودن میکروارگانیسم‌ها در طول انتقال.

۱۲- قرار دادن نمونه در معرض دماهای بسیار بالا یا پایین، نور مستقیم خورشید یا مواد شیمیایی.

۱۳- برچسب‌گذاری نادرست: اشتباه در برچسب‌گذاری نمونه، که منجر به اشتباه در تشخیص و درمان می‌شود.

۱۴- نشستی نمونه: نشستن نمونه در طول انتقال، که باعث آلودگی محیط و خطر برای کارکنان آزمایشگاه می‌شود.

۱۵- ارسال نمونه‌های غیرضروری: ارسال نمونه‌هایی که هیچ ارزش تشخیصی ندارند (به عنوان مثال، کشت زخم‌های مزمن بدون علائم عفونت).

۱۶- عدم ذکر نوع قارچ مشکوک: عدم ذکر نوع قارچ مشکوک در فرم درخواست، که می‌تواند منجر به انتخاب محیط کشت نامناسب شود.

۱۷- جمع‌آوری نمونه پس از مصرف داروهای ضد قارچ: جمع‌آوری نمونه پس از شروع مصرف داروهای ضد قارچ،

که ممکن است باعث کاهش یا از بین رفتن قارچ‌ها شود. در صورت امکان، نمونه باید قبل از شروع درمان جمع‌آوری شود.

۱۸- عدم انتخاب محیط کشت مناسب: انتخاب محیط کشت نامناسب برای قارچ مشکوک، که می‌تواند منجر به عدم رشد قارچ شود. برخی از قارچ‌ها نیاز به محیط کشت خاصی دارند که حاوی مواد مغذی و فاکتورهای رشد مناسب باشد.

۱۹- عدم رعایت زمان انکوباسیون مناسب: انکوباسیون نمونه در زمان نامناسب، که می‌تواند منجر به عدم رشد قارچ‌های کند رشد شود. کشت قارچ معمولاً نیاز به زمان انکوباسیون طولانی‌تری نسبت به کشت باکتری دارد.

۲۰- عدم رعایت دما و رطوبت مناسب: عدم رعایت دما و رطوبت مناسب در طول انکوباسیون، که می‌تواند منجر به عدم رشد قارچ شود.

۲۱- تشخیص نادرست آلودگی: اشتباه گرفتن آلودگی‌های محیطی با قارچ‌های بیماری‌زا.

بخش سرولوژی:

تست‌های سرولوژی برای تشخیص آنتی‌بادی‌ها یا آنتی‌ژن‌ها در نمونه‌های خون به کار می‌روند. در اینجا به برخی از انواع خطاهای پیش از آنالیز مرتبط با تست‌های سرولوژی اشاره می‌کنم:

۱- جمع‌آوری زودهنگام یا دیرهنگام: نمونه‌هایی که خیلی زود (قبل از تولید آنتی‌بادی‌ها) یا خیلی دیر (پس از کاهش آنتی‌بادی‌ها) گرفته شده باشند، می‌توانند نتایج نادرستی بدهند.

۲- عدم همزمانی با علائم بالینی: جمع‌آوری نمونه در زمانی که علائم بیماری با وضعیت آنتی‌بادی مطابقت ندارد.

بررسی خطاهای پیش از انجام آزمایش و تأثیرات آن بر تشخیص

بخش سیتولوژی:

در بخش سیتولوژی آزمایشگاه تشخیصی، خطاهای پیش از آنالیز (Pre-analytic Errors) شامل مواردی می‌شود که در مراحل پیش از انجام فرآیند آزمایش یا تفسیر نمونه‌ها رخ می‌دهند و می‌توانند منجر به نتایج نادرست، افت کیفیت تشخیصی و تأخیر یا اشتباه در ارائه گزارش شوند. این خطاها به دلیل ماهیت حساس و دقیق نمونه‌های سیتولوژی مانند نمونه‌های اسمیر، سیتولوژی مایعات بدن، آسپیراسیون با سوزن ظریف یا (FNA) از اهمیت بالایی برخوردارند. در ادامه انواع این خطاها آورده شده است:

- ۱- نمونه‌گیری از محل نامناسب:

- انتخاب محل اشتباه برای تهیه نمونه به‌ویژه در نمونه‌گیری‌های (FNA) یا آسپیراسیون
- جمع‌آوری ناکافی سلول‌ها از ضایعه هدف، که می‌تواند به کاهش تشخیص سلول‌های غیرطبیعی شود.

- ۲- تکنیک نمونه‌گیری نامناسب: استفاده از ابزار یا تکنیک نامناسب (مانند روش اشتباه در تهیه اسمیر یا برداشت سلول‌ها)، که ممکن است به آسیب سلول‌ها، کاهش کیفیت یا از بین رفتن سلول‌ها منجر شود.

- ۳- مقدار ناکافی نمونه: جمع‌آوری مقدار بسیار کم سلول یا مایع، که نمی‌تواند برای انجام آزمایش و تهیه لام کافی باشد.
- ۴- زمان نامناسب برداشت نمونه: به‌ویژه در مواردی که نمونه‌گیری تحت شرایط زمانی خاصی (مثلاً فاز خاصی از چرخه فحلی در نمونه‌های vaginal smear) باید انجام شود.

- ۵- عدم استفاده از ظروف مناسب: استفاده از ظروف یا محفظه‌های نامناسب و غیراستریل برای انتقال نمونه، که می‌تواند منجر به آلودگی یا کاهش کیفیت نمونه شود.

- ۳- جمع‌آوری نمونه‌های همولیز شده: همولیز (تخریب گلبول‌های قرمز) می‌تواند به نتایج نادرست در برخی تست‌های سرولوژی منجر شود.

- ۴- آلودگی متقاطع: آلودگی نمونه با مواد خارجی یا دیگر نمونه‌ها می‌تواند نتایج را تحریف کند.

- ۵- استفاده نادرست از آنتی‌کواگولانت‌ها: در برخی موارد، استفاده از مواد ضد انعقاد نامناسب می‌تواند تأثیر منفی بر نتایج داشته باشد.

- ۶- تأخیر در انتقال: تأخیر در انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه می‌تواند بر کیفیت آن‌ها تأثیر بگذارد.

- ۷- نگهداری در دمای نامناسب: برای مثال، برخی از نمونه‌ها باید در یخچال نگهداری شوند، در حالی که برخی دیگر نیاز به دمای اتاق دارند. عدم رعایت این موارد می‌تواند به تخریب آنتی‌بادی‌ها یا آنتی‌ژن‌ها منجر شود.

- ۸- برچسب‌های اشتباه یا ناقص: اشتباهات در برچسب‌گذاری می‌تواند به جابجایی نمونه‌ها یا اختصاص نتایج نادرست به بیماران مختلف منجر شود.

- ۹- عدم ارائه اطلاعات بالینی کافی: عدم ارائه اطلاعات کافی در فرم‌های درخواست آزمایش می‌تواند منجر به تفسیر نادرست نتایج شود.

- ۱۰- داروها و درمان‌های قبلی: برخی داروها یا درمان‌هایی که بیمار دریافت کرده است می‌توانند بر نتایج تست‌های سرولوژی تأثیر بگذارند.

- ۱۱- وضعیت ناشتایی: در بعضی از تست‌ها مهم است که بیمار ناشتا باشد، و عدم رعایت آن می‌تواند نتایج را متاثر کند.

- ۱۲- ارسال نمونه‌های تکراری بدون دلیل: نمونه‌های تکراری می‌تواند به افزایش هزینه‌ها و استفاده بی‌مورد از منابع منجر شود.

۱۴- آماده‌سازی ناقص مایعات: آماده‌سازی نادرست مایعات بدنی مانند سانتریفیوژ نکردن یا آماده‌سازی ناکافی مایع آسیت، پلور، CSF و ...

۱۵- بیمار شرایط یا دستورالعمل‌های لازم را پیش از نمونه‌گیری رعایت نکرده است (مانند خودداری از شستشوی محل ضایعه).

۱۶- مصرف داروها: مصرف داروهایی که می‌توانند توزیع سلولی یا ماهیت نمونه را تغییر دهند (مانند درمان‌های موضعی که باعث کاهش تجمع سلول‌های غیرطبیعی می‌شوند).

بخش پاتولوژی:

در بخش پاتولوژی یک آزمایشگاه تشخیصی، خطاهای پیش از آنالیز (Pre-analytic errors) به مراحل اطلاق می‌شوند که قبل از بررسی و تفسیر اسلایدها توسط پاتولوژیست رخ می‌دهند. این مراحل شامل جمع‌آوری نمونه، فیکسیشن، پردازش بافتی، قالب‌گیری، برش و رنگ‌آمیزی هستند. خطاهای پیش از آنالیز می‌توانند به طور قابل توجهی بر کیفیت نمونه و دقت تشخیص تأثیر بگذارند. در ادامه به بررسی دقیق‌تر این خطاها در مرحله نمونه برداری و فیکسیشن می‌پردازیم.

۱- شناسایی بیمار و نمونه: ثبت اشتباه نام یا شماره پرونده بیمار، که می‌تواند منجر به جابجایی نمونه‌ها و تشخیص اشتباه شود.

۲- برچسب‌گذاری نادرست: برچسب‌گذاری نادرست ظرف نمونه یا فرم درخواست، که باعث عدم تطابق اطلاعات و خطا در پردازش می‌شود.

۳- نمونه‌گیری از محل نامناسب: نمونه‌برداری از ناحیه‌ای که نماینده ضایعه نیست.

۶- خشک شدن نمونه: عدم قرار دادن نمونه در محیط نگهدارنده کافی، مانند فیکساتور (مانند الکل) برای جلوگیری از خشک شدن یا آسیب سلولی.

۷- آلودگی نمونه: آلودگی نمونه با مواد خارجی (مانند خون، چربی، یا مایعات دیگر بدن) که می‌تواند تداخل در آنالیز ایجاد کند.

۸- نگهداری در دمای نامناسب: قرار گرفتن نمونه در دماهای غیر استاندارد یا نامناسب، که ممکن است منجر به تحلیل رفتن سلول‌ها یا تغییر ساختار آنها شود.

۹- تأخیر در انتقال به آزمایشگاه: تأخیر زمانی طولانی در انتقال نمونه به آزمایشگاه، که می‌تواند کیفیت سلول‌ها را کاهش داده و تشخیص را مختل کند.

۱۰- برچسب‌گذاری نامناسب یا ناقص: عدم تطابق بین نمونه و اطلاعات بیمار (مانند نام و شماره پرونده)، که می‌تواند به تشخیص اشتباه منجر شود.

۱۱- فرم درخواست ناقص: عدم ارائه اطلاعات ضروری (مانند محل نمونه‌گیری، سابقه پزشکی بیمار، هرگونه درمان قبلی یا داروهای مصرفی) باعث می‌شود که آزمایشگاه نتواند تفسیر مناسبی از نمونه ارائه کند.

۱۲- اسمیرهای بی‌کیفیت: پخش نامناسب نمونه بر روی لام که می‌تواند منجر به همپوشانی یا شکستگی سلول‌ها شود و لام‌های غیر یک‌دست (ضخیم یا کم‌سلول)، که تحلیل سیتولوژیک را دشوار می‌کند.

۱۳- فیکسیشن نامناسب: قرار دادن نمونه در محلول فیکساتیو نامناسب یا قرار ندادن لام‌ها در زمان کافی داخل فیکساتور، که می‌تواند کیفیت سلول‌ها را کاهش دهد و باعث ایجاد آرتیفکت شود.

بررسی خطاهای پیش از انجام آزمایش و تأثیرات آن بر تشخیص

۲- آموزش و ارزیابی منظم پرسنل: ارائه آموزش‌های دوره‌ای به پرسنل در مورد نحوه صحیح انجام هر مرحله از فرآیند پیش از آزمایش و ارزیابی دانش و مهارت آنها.

۳- استاندارد سازی فرآیندها: استفاده از روش‌های استاندارد و یکسان برای جمع‌آوری، انتقال و نگهداری نمونه‌ها.

۴- استفاده از سیستم‌های مدیریت اطلاعات آزمایشگاه.

۵- پایش و کنترل کیفیت: انجام پایش‌های منظم برای شناسایی و رفع خطاهای پیش از آزمایش و ارزیابی اثربخشی اقدامات اصلاحی.

۶- ارتباط مؤثر با پزشکان و سایر پرسنل درمانی: برقراری ارتباط مؤثر با پزشکان و سایر پرسنل درمانی برای اطمینان از درخواست آزمایش مناسب و ارائه اطلاعات بالینی ضروری.

۷- تشویق به گزارش دهی خطاها: ایجاد یک فرهنگ سازمانی که در آن گزارش دهی خطاها تشویق شود و به عنوان فرصتی برای بهبود فرآیندها در نظر گرفته شود.

۸- بهبود زیرساخت‌ها: مانند فضای مناسب برای جمع‌آوری و پردازش نمونه‌ها، تجهیزات مناسب برای نگهداری نمونه‌ها و سیستم‌های حمل و نقل ایمن.

بنابراین آموزش دقیق پرسنل در مورد روش‌های صحیح نمونه‌گیری، آماده‌سازی بیمار، نگهداری نمونه و استفاده از چک لیست‌ها برای اطمینان از رعایت تمامی مراحل صحیح نمونه‌گیری اهمیت فوق العاده‌ای در کاهش بروز بسیاری از خطاهای Pre-analytic در بخش‌های مختلف آزمایشگاه خواهد داشت.

۴- نمونه ناکافی: برداشتن حجم ناکافی از بافت، که می‌تواند منجر به عدم تشخیص یا تشخیص نادرست شود.

۵- له‌شدگی بافت (Crush artifact) آسیب به سلول‌ها در هنگام نمونه‌برداری، به‌ویژه در بیوپسی‌های سوزنی یا FNA

۶- سوزاندن بافت (Cautery artifact) استفاده بیش از حد از کوتر (Cautery) در حین جراحی، که باعث تغییر شکل و از بین رفتن جزئیات سلولی می‌شود.

۷- خشک شدن نمونه: عدم قرار دادن فوری نمونه در فیکساتیو، که منجر به تخریب بافت می‌شود.

۸- فیکسسیون تأخیری: قرار دادن بافت در فیکساتیو با تأخیر پس از برداشتن، که باعث اتولیز و تخریب بافت می‌شود.

۹- استفاده از فیکساتیو اشتباه: استفاده از فیکساتیوهایی مانند الکل یا استون به جای فرمالین برای بافت‌هایی که نیاز به پردازش طولانی دارند.

۱۰- غلظت نامناسب فیکساتیو: استفاده از فرمالین با غلظت کمتر یا بیشتر از ۱۰٪ بافر شده.

۱۱- نسبت نامناسب بافت به فیکساتیو: حجم فیکساتیو باید حداقل ۱۰ برابر حجم بافت باشد تا فیکسسیون به طور کامل انجام شود.

۱۲- نفوذ ناکافی فیکساتیو: بافت‌های بزرگ به زمان بیشتری برای نفوذ فیکساتیو نیاز دارند. عدم نفوذ کامل فیکساتیو منجر به تخریب بافت در قسمت‌های داخلی می‌شود.

راهکارهای پیشگیری از خطاهای پیش از آزمایش:

۱- تدوین دستورالعمل‌های واضح و مدون: تهیه دستورالعمل‌های جامع و دقیق برای هر مرحله از فرآیند پیش از آزمایش و در دسترس قرار دادن آن‌ها برای تمامی پرسنل درگیر.

1. Alam, J. M., Sultana, I., Noureen, S., Amin, M., Waseem, S., & Jaffer, F. A. Pre-analytical errors, percent occurrence and rectification strategies at a tertiary care hospital based clinical Biochemistry laboratory.
2. Alavi, N., Khan, S. H., Saadia, A., & Naeem, T. (2020). Challenges in preanalytical phase of laboratory medicine: rate of blood sample nonconformity in a tertiary care hospital. *Ejifcc*, 31(1), 21.
3. Alshaghda, K., Alcantara, T. Y., Rezgui, R., Cruz, C. P., Alshammary, M. H., Almotairi, Y. A., & Alcantara, J. C. (2022). Detecting preanalytical errors using quality indicators in a hematology laboratory. *Quality Management in Healthcare*, 31(3), 176-183.
4. Booth, A., James, M.-S., Clowes, M., & Sutton, A. (2021). Systematic approaches to a successful literature review.
5. Braun, J. P., Bourges-Abella, N., Geffré, A., Concordet, D., & Trumel, C. (2015). The preanalytic phase in veterinary clinical pathology. *Veterinary Clinical Pathology*, 44(1), 8-25.
6. Cadamuro, J., Baird, G., Baumann, G., Bolenius, K., Cornes, M., Ibarz, M., Lewis, T., Lima-Oliveira, G., Lippi, G., & Plebani, M. (2022). Preanalytical quality improvement—an interdisciplinary journey. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 60(5), 662-668.
7. Gaur, K., Puri, V., Shukla, S., Sharma, S., Suman, S., & Singh, R. (2020). Finish before the start: Analyzing preanalytical sample errors in a tertiary care hematology laboratory. *Indian Journal of Pathology and Microbiology*, 63(3), 435-440.
8. Hooijberg, E., Leidinger, E., & Freeman, K. P. (2012). An error management system in a veterinary clinical laboratory. *Journal of veterinary diagnostic investigation*, 24(3), 458-468.
9. Iqbal, M. S., Tabassum, A., Arbaeen, A. F., Qasem, A. H., Elshemi, A. G., & Almasmoum, H. (2023). Preanalytical errors in a hematology laboratory: an experience from a tertiary care center. *Diagnostics*, 13(4), 591.
10. Jafari, E., Afshar, R. M., & Aminzade, R. (2022). Rates and reasons of laboratory sample rejection due to pre-analytical errors in clinical settings. *Archives of Iranian medicine*, 25(3), 166-170.
11. Kani, V., Kavitha, K., & Sonti, S. (2024). Assessment of Pre-analytical Errors and Fostering Strategies to Enhance Accurate Results and Efficient Turnaround Times in the Cytology Laboratory of a Tertiary Care Hospital. *Cureus*, 16(3).
12. Lee, N. (2019). Types and Frequencies of Pre-Analytical Errors in the Clinical Laboratory at the University Hospital of Korea. *Clinical laboratory*, 65(9).
13. Lima-Oliveira, G., Volanski, W., Lippi, G., Picheth, G., & Guidi, G. C. (2017). Pre-analytical phase management: a review of the procedures from patient preparation to laboratory analysis. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*, 77(3), 153-163.
14. Lin, Y., Spies, N., Zaydman, M., & Farnsworth, C. (2024). A-209 Preanalytical Phase Errors Constitute the Vast Majority of Errors in Clinical

- Laboratory Testing. *Clinical Chemistry*, 70(Supplement_1), hvae106. 207.
15. Mehndiratta, M., Pasha, E. H., Chandra, N., & Almeida, E. A. (2021). Quality indicators for evaluating errors in the preanalytical phase. *Journal of laboratory physicians*, 13(02), 169-174.
 16. Najat, D. (2017). Prevalence of pre-analytical errors in clinical chemistry diagnostic labs in Sulaimani city of Iraqi Kurdistan. *PloS one*, 12(1), e0170211.
 17. Ramos, L. R., Oliveira, M. V., & Souza, C. L. (2020). Pre-analytical variables evaluation in laboratory tests of patients attended at the Vitória da Conquista Central laboratory, Bahia, Brazil. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 56, e1432020.
 18. Whipple, K. M., Leissinger, M. K., & Beatty, S. S. (2020). Frequency and classification of errors in laboratory medicine at a veterinary teaching hospital in the United States. *Veterinary Clinical Pathology*, 49(2), 240-248.