

شد که در این صورت به طور قطع هر دو بخش با هم تلفیق خواهد شد و به صورت یکپارچه با تمرکز بر تفسیر بالینی در خواهد آمد.

ترجمه ویراست هفتم اصول شیمی بالینی تیتز همانند ویراست ششم آن در دو جلد آماده چاپ شده است مهم اینکه بخش‌های تشخیص مولکولی و فارماکوژنتیک نیز ترجمه و به فصول قبلی آن اضافه شده است. در ضمن تعدادی از فصل‌های کتاب را ترجمه نکرده‌ایم اما شماره فصل‌های ترجمه فارسی را به ترتیب گذاشته‌ایم به همین دلیل شماره فصل‌های ترجمه فارسی با کتاب اصلی مطابقت ندارند و شامل این فصول هستند: فصل ۱: شیمی بالینی، تشخیص مولکولی، و طب آزمایشگاهی؛ فصل ۲: ارزیابی تحلیلی و انتخاب روش‌ها — با تکنیک‌های آماری؛ فصل ۳: ارزیابی بالینی روش‌ها؛ فصل ۴: طب آزمایشگاهی مبتنی بر شواهد؛ فصل ۵: تعیین و استفاده از مقادیر مرجع؛ فصل ۷: مدیریت کیفیت؛ فصل ۸: اصول روش‌های پایه و ایمنی آزمایشگاهی؛ بخش دوم: روش‌های تحلیلی و استفاده از ابزار؛ فصل ۹: روش‌های بصری؛ فصل ۱۰: الکتروشیمی و حسگرهای شیمیایی؛ فصل ۱۱: الکتروفورز؛ فصل ۱۲: کروماتوگرافی؛ فصل ۱۳: طیف‌سنجی جرمی؛ فصل ۱۴: تحلیل سرعت و آنزیم؛ فصل ۱۵: روش‌های ایمونوشیمیایی؛ فصل ۱۶: خودکارسازی (اتوماسیون)؛ فصل ۱۷: استفاده از ابزار در بالین بیمار.

لازم به ذکر است که انتشارات محترم ارجمند جهت رعایت حق کپی‌رایت مجوز ترجمه کتاب را از انتشارات (Elsevier) دریافت نموده است. که این کار اخلاقی مورد تقدیر است. خلاصه کلام اینکه مطالعه این کتاب را به عنوان مرور جامعی بر شیمی بالینی نوین به طور صمیمانه پیشنهاد می‌کنم. استفاده از مواد درسی این کتاب برای دانشجویان رشته‌های پزشکی. علوم طبیعی و تکنولوژی آموزشی و همه کسانی که می‌خواهند شیمی بالینی را یاد بگیرند بسیار راحت و کاربردی است.

این کتاب همچنین منبع مفیدی از اطلاعات زمینه‌ای برای پزشکان به منظور مباحثه درباره مسائل بالینی با کارکنان آزمایشگاه می‌باشد.

دکتر هوشنگ امیررسولی

ترجمه ویراست ششم کتاب استاندارد و کاملاً مشهور اصول شیمی (Tietz) در سال ۱۳۸۹ انجام شد و توسط انتشارات وزین ارجمند به چاپ رسید و به علت استقبال همکاران و دانشجویان رشته‌های پزشکی و علوم آزمایشگاهی در کمتر از یک سال تجدید چاپ شد.

ترجمه ویراست هفتم به علت اهمیت و ارزش جهانی کتاب و استقبال از ویراست ششم می‌باشد.

Burtis و Bruns از مؤلفان نامدار کتاب حاضر می‌باشند. که در کار تألیف کتاب درسی اصول شیمی بالینی (Tietz) اساس تشخیص مولکولی بسیار موفق بوده‌اند. کار روزآمد بودن و نشر آن را به همراه یک تیم ۸۱ نفره به دقت انجام داده‌اند. در ویراست هفتم این کتاب نه تنها به مهمترین حوزه‌های شیمی بالینی پرداخته شده است بلکه آخرین تغییرات در این رشته علمی نیز در کتاب گنجانده شده است.

با تقسیم کردن محتوای کتاب به بخش‌های "اصول آزمایشگاهی" / "ابزار و تکنیک‌های آنالیتیک" / "کار در آزمایشگاه" / "آنالیت‌ها" / و "اطلاعات مرجع" در ترجمه ویراست هفتم نیز رؤس کلی مطالب کتاب حفظ شده است. در ابتدای هر یک از فصول این کتاب. اهداف هر فصل شرح داده شده است و تعاریف واژگان کلیدی نوشته شده است. این ویژگی‌های برجسته به همراه شکل‌ها و جدول‌ها آموزنده باعث می‌شود که یک فرد مبتدی موضوعات کتاب را (که به خوبی مرتب شده‌اند) دنبال کند.

سوالات مروری در انتهای هر فصل این امکان را برای هر کس فراهم می‌آورد تا دانش به دست آمده را مورد خودآزمایی قرار دهد. این کار با درج منابع موجود در سایت اینترنتی (Evolve) برای دانشجویان و اساتید تسهیل شده است.

ترجمه ویراست هفتم نیز در دو جلد به چاپ رسیده است. در جلد اول عناوین جمع‌آوری نمونه / آنالیت‌ها / پاتو فیزیولوژی بیش از ۷۵ درصد کتاب را تشکیل می‌دهند. در این فصول آنالیت‌های گوناگون به همراه بیوشیمی. اهمیت بالینی و روش‌شناسی آنالیتیک با و یژگی‌های آنها به عنوان آنالیت از جمله تغییرات آنها در رابطه با بیماری‌ها و دستگاه‌های عضوی مبتلا یا اختلالات بیوشیمیایی شرح داده شده است.

با این حال پیش‌بینی می‌کنم که در آینده شیمی بالینی از یک رشته آنالیتیک در پزشکی به رشته‌ای کارآمدتر تبدیل خواهد

الگوریتم‌های ابداعی که یک روش منحصر به فرد از مباحث آزمایش‌های تشخیصی ارائه می‌دهند به این ویرایش اضافه شده است.

برای اساتید و دانشجویان، اهداف قابل آزمایش و پیشرفته طراحی شده و بانک سؤالات تستی نیز افزوده شده یا بازیابی و یا اصلاح شده است. برای دانشجویان علوم آزمایشگاهی، متخصصین علوم آزمایشگاهی و پاتولوژیست‌ها، این کتاب مرجع به‌عنوان یک منبع برجسته برای (۱) مطالعه اعمال آزمایشگاهی پایه، و (۲) یادگیری آنالیت‌های شیمی بالینی و (۳) فهمیدن پاتوفیزیولوژی پایه به شمار می‌رود. فصل آخر با عنوان «اطلاعات مرجع برای آزمایشگاه بالینی» یک منبع عالی برای مقیاس‌های مرجع برای آنالیت‌های کلینیکی مربوطه است. همانند ویراست‌های قبلی کتاب *اصول شیمی بالینی و تشخیص‌های مولکولی تیتز*، این کتاب مرجع مطالب جالبی برای افراد شاغل در زمینه علوم آزمایشگاهی را فراهم آورده است.

مایه افتخار من بوده است که دوباره به عنوان ویراستار مشاور در تهیه این کتاب درسی بسیار عالی دعوت شوم. مشاهده و ارائه نظر در مورد رشد و بلوغ مداوم تحسین‌برانگیز و تحریک‌کننده است. این امر که دانشجویان، استادان، مدیران و پاتولوژیست‌ها از این کتاب به عنوان یک منبع اصلی در کلاس‌های درس، آزمایشگاه و کلینیک برای به دست آوردن اطلاعات مربوط به رشته شیمی بالینی استفاده می‌کنند مرا بسیار خرسند می‌کند. این ویراست در حین فراهم آوردن اطلاعات ضروری عصر حاضر که هم مختصر و هم قابل خواندن باشد، بالاترین استانداردهای کیفی را نیز حفظ کرده و سنت عالی ویراست قبلی کتاب *اصول شیمی بالینی و تشخیص‌های مولکولی تیتز* را ادامه داده است.

**Barbara G. sawyer Ph.D., M.L.S (A.S.C.P.)^{CM},
M.B.(A.S.C.P.)^{CM}**

پروفسور، آزمایشگاه بالینی علوم/ پاتولوژی مولکولی

به عنوان شاغل و مدرس شیمی بالینی برای بیش از ۲۰ سال، تغییرات ابتکاری بسیاری در آزمایشگاه بالینی مشاهده کرده‌ام، از اجرای تکنیک‌های آنالیتیکی جدید تا ارتباط اطلاعات و داده‌های آزمایشگاهی به آزمایش‌های مولکولی و استانداردهای منحصر به فرد آن. با ویراستاران و ناشران کتاب *اصول شیمی بالینی و تشخیص‌های مولکولی تیتز* به عنوان مشاور در سه ویراست شرکت کرده‌ام و هر ویراست را دنبال کرده‌ام و هر کدام پیشرفت‌های بسیاری در علوم آزمایشگاهی را منعکس کرده‌اند. در حوزه تحصیل، چنین به روزرسانی‌هایی برای آگاه کردن دانشجویان از چیزی که باید توقع داشته باشند و کارهایشان به عنوان متخصص آزمایشگاهی یا به عنوان شاغلین دیگر در حوزه سلامت ضروری است. همانند ویراست‌های قبل، ویراست هفتم کتاب *اصول شیمی بالینی و تشخیص‌های مولکولی تیتز*، اطلاعاتی را ارائه می‌دهد که دانشجویان و متخصصین آزمایشگاهی امروزه شیمی بالینی باید برای موفقیت در این زمینه و در دنیای پاتولوژی معاصر از آن آگاهی داشته باشند.

هدف اصلی آموزش باید فراتر از به دست آوردن دانش لازم برای موفقیت در یک رشته خاص باشد. باید دانشجویان را برای به‌دست آوردن دانشی فراتر از آنچه در سیستم کلاسی معمول به آنها ارایه می‌شود تحریک و ترغیب کرد. عمده نگاه نویسنده‌گان بسیار محترم ویراست هفتم کتاب *اصول شیمی بالینی و تشخیص‌های مولکولی تیتز* بالاتر از ارائه دانش ضروری است. به‌روزرسانی‌ها و بازیابی‌های مباحث مرسوم و اضافه کردن فصول جدید، مانند «فارماکوژنتیک» و «تغییرات ژنوم و اسیدهای نوکلئیک» اصول جذاب و لازمی برای دانشجویان فعال فراهم آورده است. برای ترغیب دانشجویان به جستجوی اطلاعاتی فراتر از آنچه در این فصول مختلف آمده است، ویراست هفتم در انتهای فصول پرسش‌های چند گزینه‌ای را ارائه کرده که آنها را به مرور و مطالعه پیوسته ترغیب می‌کند. سایت‌های اینترنتی به‌روزشده موجود در هر فصل منابع بیشتری از داده‌ها را برای افزایش آگاهی از موضوعات ارائه می‌دهد. اشکال تأمل‌برانگیزی که محتوای فصل را نشان می‌دهند و

دانش آموزان در مرور نکات برجسته هر فصل کمک کند. در انتهای کتاب کلمات کلیدی و تعاریف را در یک واژه‌نامه همراه با هم آورده‌ایم. توجه داشته باشید، بسیاری از این کلمات کلیدی و تعاریف، به طور کلی و یا بخشی از آن‌ها از ویرایش سی‌ودوم فرهنگ لغت تصویری دورلند و با کسب اجازه‌ی رسمی از Elsevier برداشته شده‌اند.

همانند ویراست ششم، برای تهیه این ویراست نیز بر تکنولوژی اطلاعات تکیه شده است. برای مثال، هر فصل از طریق سیستم «ارجاع دست‌نوشته‌های الکترونیک» مربوط به Elsevier ارائه و ویرایش شده است. به علاوه بسیاری از تصاویر، خصوصاً آنهایی که مربوط به ساختارهای شیمیایی هستند توسط Ed Ashwood و با استفاده از نرم‌افزار Chem windows ترسیم و بازنگری شده‌اند. این مسئله موجب یک شکل شدن ساختارهای شیمیایی و تسهیل یکپارچه‌سازی اشکال با متن و همچنین کاهش خطاها شد. خوانندگان کتاب توجه خواهند کرد که منابع اینترنتی اطلاعات موجود در متن، در سرتاسر کتاب به چشم می‌خورد.

برای کمک به تهیه ویراست هفتم، مجدداً از دکتر Barbara G. Sawyer دعوت شد تا به عنوان یک مشاور آموزشی به تیم ویراستاری ما ملحق شود. به دلیل تجربیات پرفسور Sawyer در استفاده از این کتاب به عنوان یک کتاب درسی، و چشم‌انداز او به عنوان یک مدرس، توانستیم از راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزشمند او برای بازبینی و تولید ویراست هفتم کتاب بهره‌مند شویم.

همچنین از فرصتی که Elsevier برای تهیه ویراست هفتم اصول شیمی بالینی Tietz در اختیار ما گذاشت، قدردانی می‌کنیم. این فرصت، یک تجربه آموزشی محرک، و چالش‌برانگیز بود. اطمینان داریم که این ویراست، به شهرت و اعتبار نسخه‌های ممتاز قبلی‌اش اضافه خواهد کرد. ما از کار با تیم مؤلفانی که ساعت‌های زیادی از وقت خود را به تهیه فصل‌های جامعی (که موثق و به‌هنگام بوده‌اند) اختصاص دادند، لذت برده‌ایم. اعتقاد داریم که کتاب حاضر، منعکس‌کننده ماهیت متنوع، تکنیکی، و عملی پزشکی و علوم آزمایشگاهی بالینی در حال حاضر می‌باشد.

با توجه به توسعه و تکامل علم پزشکی و علوم آزمایشگاهی بالینی، هر یک از ویراست‌های کتاب اصول شیمی بالینی Tietz متناسب با این تغییرات، مورد تجدید نظر قرار گرفته است تا این تغییرات را منعکس سازد. ویراست هفتم این مجموعه نیز از این قاعده مستثنی نیست هرچند در چارچوب و محتوای آن تجدیدنظر چشمگیری انجام شده است. نخست آنکه، این مجموعه تأثیری که تشخیص‌های مولکولی بر شیمی بالینی و پزشکی آزمایشگاهی داشته و دارد را منعکس می‌کند و بنابراین ویرایش هفتم را تحت عنوان اصول شیمی بالینی و تشخیص‌های مولکولی Tietz نام‌گذاری کردیم. در نتیجه، فصل‌هایی تحت عنوان تشخیص‌های مولکولی، و بسیاری از فصول به روز دیگر که شامل مباحث آزمایشات ژنتیکی و توضیحات اساس ژنتیکی بیماری‌ها می‌باشند اضافه شده است.

دوم آنکه، ۴۷ مؤلف به ۵۳ نفر از افراد کارآزموده‌ای که از ویراست ششم با ما همکاری می‌کردند، ملحق شدند و کار بازبینی و تهیه فصولی به آنها واگذار شد که در آن حوزه‌ها صاحب‌نظر بودند. در نتیجه، این ویراست جدید شامل موضوعات جدید و اطلاعات روزآمد درباره موضوعات قدیمی^۱ است. با این تغییرات، ویراست هفتم حاوی ۵۰ فصل است که در فصولی به ترتیب زیر دسته‌بندی شده‌اند: (I) اصول آزمایشگاهی پزشکی، (II) تکنیک‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل، (III) آنالیت‌ها، (IIV) پاتوفیزیولوژی، (V) تشخیص‌های مولکولی و (VI) اطلاعات مرجع.

سوم آنکه، ابزارهای آموزشی اضافه شده یا توسعه یافته‌اند. به عنوان مثال، مجموعه‌ای از اهداف و فهرستی از اصطلاحات کلیدی و تعاریف در ابتدای هر فصل گنجانده شده است (توجه: در هر فصل اصطلاحات کلیدی به ترتیب حروف الفبا، با فونت قرمز درشت در فهرست و نیز در هر فصل که برای اولین بار به آنها اشاره شده است نوشته شده‌اند) در انتهای هر فصل، مجموعه‌ای از سؤالات مروری اضافه شده است تا به

۱- از آنجا که حوزه آزمایش اسیدهای نوکلئیک از ویراست پنجم این کتاب، به سرعت ترقی کرده است، فصل ۱۷ «اسیدهای نوکلئیک» را توسعه داده‌ایم و از کارشناسان جدیدی برای تألیف آن استفاده کرده‌ایم. با این وجود، برای پوشش دادن کامل این موضوع، کتابی با عنوان اصول تشخیص مولکولی را به عنوان کتاب همراه اصول شیمی بالینی Tietz تهیه کرده‌ایم.

در پایان از همکار ارزشمندمان، Ed Ashwood به دلیل سال‌ها تلاش به عنوان ویراستار سابق این کتاب تشکر می‌کنیم. کتاب حاضر از همکاری‌های فراوان او بهره‌مند بوده است.

Carl A. Burtis

David E. Bruns

در تهیهٔ این اثر، از کار پرسنل Elsevier، به ویژه Sonya seigafuse، سردبیر اجرایی؛ Ellen Wurm ویراستار ارشد مراحل پیشرفت کتاب؛ و Rachel E. Mc Muullen، و Anderea Campbell مدیر ارشد پروژه بهره‌جسته‌ایم و لذت برده‌ایم. از صبر، همکاری صمیمانه، دانش حرفه‌ای، و توصیه‌های دقیقی که در اختیار ما گذاشتند، صمیمانه سپاسگزاریم.

بخش ۱. اصول طب آزمایشگاهی..... ۱۱	سؤالات مروری..... ۱۶۶
فصل ۱. جمع‌آوری نمونه، پردازش، و سایر متغیرهای پیش از آنالیز..... ۱۱	فصل ۵. تست‌های عملکردی کلیوی: کراتینین، اوره و اسید اوریک..... ۱۶۸
انواع نمونه..... ۱۳	کراتینین..... ۱۶۹
نحوه کارکردن با نمونه‌ها برای آنالیز..... ۳۶	اوره..... ۱۷۵
سؤالات مروری..... ۳۸	اسید اوریک..... ۱۷۸
بخش ۲. آنالیت‌ها..... ۴۰	سؤالات مروری..... ۱۸۴
فصل ۲. آمینو اسیدها، پپتیدها، و پروتئین‌ها..... ۴۰	فصل ۶. کربوهیدرات‌ها..... ۱۸۶
آمینو اسیدها..... ۴۲	شیمی کربوهیدرات‌ها..... ۱۸۸
پپتیدها و پروتئین‌ها..... ۵۰	بیوشیمی و فیزیولوژی..... ۱۹۱
آنالیز پروتئین‌ها..... ۵۳	روش‌شناسی آنالیتیک..... ۱۹۷
پروتئین‌های سرم و پلاسما..... ۶۱	سؤالات مروری..... ۲۰۴
سؤالات مروری..... ۹۱	فصل ۷. لیپیدها، لیپوپروتئین‌ها، آپولیپوپروتئین‌ها، و سایر عوامل خطر قلبی - عروقی..... ۲۰۶
فصل ۳. آنزیم‌های سرمی..... ۹۳	لیپیدهای اصلی..... ۲۰۸
مفاهیم پایه..... ۹۵	لیپوپروتئین‌ها..... ۲۲۰
آنزیم‌های عضلانی..... ۹۵	آپولیپوپروتئین‌ها..... ۲۲۲
آنزیم‌های کبدی..... ۱۰۰	متابولیسم لیپوپروتئین‌ها..... ۲۲۲
آنزیم‌های پانکراس..... ۱۰۹	اهمیت بالینی..... ۲۲۶
سایر آنزیم‌های دارای اهمیت بالینی..... ۱۱۴	آنالیز لیپیدها، لیپوپروتئین‌ها، آپولیپوپروتئین‌ها..... ۲۳۵
آنزیم‌ها به عنوان نشانگرهای خطر بیماری قلبی - عروقی..... ۱۱۹	تست‌های پیشرفته برای تعیین احتمال خطر بیماری قلبی عروقی..... ۲۳۸
سؤالات مروری..... ۱۲۱	سؤالات مروری..... ۲۴۰
فصل ۴. نشانگرهای تومور و ژن‌های سرطان..... ۱۲۳	فصل ۸. الکترولیت‌ها و گازهای خونی..... ۲۴۲
سرطان..... ۱۲۶	الکترولیت‌ها..... ۲۴۴
کاربردهای بالینی..... ۱۲۷	اصول فشار اسمزی و اسمز..... ۲۵۴
ارزیابی فایده بالینی..... ۱۳۰	گازهای خونی و pH..... ۲۵۷
رهنمودهای بالینی..... ۱۳۱	سؤالات مروری..... ۲۶۸
تکنیک‌های آنالیتیک..... ۱۳۱	فصل ۹. ویتامین‌ها، عناصر کمیاب و ارزیابی تغذیه‌ای..... ۲۷۰
آنزیم‌ها..... ۱۳۱	ویتامین‌ها..... ۲۷۲
هورمون‌ها..... ۱۴۰	عناصر کمیاب..... ۳۰۵
آنتی‌ژن‌های جنینی - سرطانی..... ۱۴۳	سؤالات مروری..... ۳۲۹
سیتوکراتین‌ها..... ۱۴۷	فصل ۱۰. هموگلوبین، آهن، و بیلی‌روبین..... ۳۳۱
نشانگرهای کربوهیدراتی..... ۱۴۸	هموگلوبین..... ۳۳۴
آنتی‌ژن‌های گروه خونی..... ۱۵۲	آهن..... ۳۴۴
پروتئین‌ها..... ۱۵۳	بیلی‌روبین..... ۳۵۳
گیرنده‌ها..... ۱۵۷	سؤالات مروری..... ۳۶۲
تومورهای گردش خون..... ۱۵۹	فصل ۱۱. پورفیرین‌ها و پورفیریازها..... ۳۶۵
شاخص‌های ژنتیکی..... ۱۵۹	پورفیرین و ساختار شیمیایی هم..... ۳۶۷
سایر آزمون‌های مولکولی..... ۱۶۴	اختلالات اولیه پورفیرین..... ۳۷۲
نشانگرهای مینی بر ریزآرایه..... ۱۶۵	

دفع ادراری آلبومین	۵۳۲
سؤالات مروری	۵۳۴
فصل ۱۶. بیماری‌های قلبی - عروقی	۵۳۶
آناتومی و فیزیولوژی قلب	۵۳۸
بیماری قلبی	۵۳۹
بیومارکرهای قلبی	۵۴۵
سؤالات مروری	۵۶۱
فصل ۱۷. عملکرد کلیه و بیماری‌های آن	۵۶۳
آناتومی	۵۶۶
عملکرد کلیه	۵۶۹
فیزیولوژی کلیه	۵۷۳
پاتوفیزیولوژی بیماری‌های کلیوی	۵۸۲
سایر بیماری‌های کلیه	۵۹۵
درمان جایگزینی کلیه	۶۰۲
سؤالات مروری	۶۰۷
فصل ۱۸. فیزیولوژی و اختلالات آب، الکترولیت‌ها، و متابولیسم اسید- باز	۶۰۹
آب کل بدن (حجم و توزیع آن)	۶۱۱
الکترولیت‌ها	۶۱۳
فیزیولوژی اسید- باز	۶۲۱
بیماری‌های مرتبط با وضعیت غیرطبیعی اسید- باز و ترکیب الکترولیت‌های خون	۶۲۸
سؤالات مروری	۶۳۷
فصل ۱۹. بیماری‌های کبدی	۶۳۹
آناتومی کبد	۶۴۲
اعمال بیوشیمیایی کبد	۶۴۴
تظاهرات بالینی بیماری‌های کبدی	۶۴۹
بیماری‌های کبدی	۶۵۴
استراتژی تشخیصی	۶۷۱
سؤالات مروری	۶۷۳
فصل ۲۰. بیماری‌های گوارشی و پانکراسی	۶۷۵
آناتومی	۶۷۷
فرایند هضم	۶۷۸
پپتیدهای تنظیم‌کننده گوارشی	۶۸۱
بیماری‌ها و اختلالات معده، روده، و پانکراس	۶۸۴
سؤالات مروری	۷۰۱
بخش ۴. اطلاعات مرجع	۷۰۳
فصل ۲۱. اطلاعات مرجع مربوط به مقادیر تست‌های آزمایشگاهی	۷۰۳
نمایه	۷۴۷

ناهنجاری‌های متابولیسم پورفیرین که علت آن پورفیری نیست	۳۷۶
تشخیص آزمایشگاهی پورفیریا	۳۷۸
روش‌های آنالیز	۳۸۱
سؤالات مروری	۳۸۴
فصل ۱۲. داروهای درمانی و مدیریت	۳۸۶
مفاهیم پایه	۳۸۸
ملاحظات بالینی و آنالیتیک	۳۹۷
گروه‌های دارویی اختصاصی	۳۹۹
سؤالات مروری	۴۲۰
فصل ۱۳. سم‌شناسی بالینی	۴۲۲
اطلاعات پایه	۴۲۵
روش‌های غربالگری جهت شناسایی داروها	۴۲۷
فارماکولوژی و آنالیز داروها و سموم خاص	۴۳۰
عواملی که باعث هیپوکسی سلولی می‌شوند	۴۳۰
الکل‌ها	۴۳۳
مواد دسدر (قابل تهیه بدون نسخه)	۴۳۷
داروهای مرتبط با توکسیدروم آنتی‌کولینرژیک	۴۴۰
داروهای مرتبط با توکسیدروم کولینرژیک	۴۴۳
داروهای مورد سوءاستفاده	۴۴۵
داروهای مورد مصرف در تجاوز جنسی	۴۶۳
سؤالات مروری	۴۷۰
فصل ۱۴. فلزات سمی	۴۷۲
ارزیابی مسمومیت با فلزات	۴۷۳
فلزات خاص	۴۷۷
سؤالات مروری	۴۹۴
بخش ۳. پاتوفیزیولوژی	۴۹۶
فصل ۱۵. دیابت	۴۹۶
طبقه‌بندی	۴۹۹
هورمون‌های تنظیم‌کننده غلظت گلوکز خون	۵۰۱
اندازه‌گیری انسولین، پروانسولین، پپتید C و گلوکاگون	۵۰۶
روند بیماری‌زایی دیابت شیرین نوع ۱	۵۰۹
روند بیماری‌زایی دیابت شیرین نوع ۲	۵۱۱
تشخیص دیابت	۵۱۳
عوارض مزمن دیابت قندی	۵۱۶
نقش آزمایشگاه بالینی در دیابت شیرین	۵۱۷
پایش قند خون توسط بیمار (SMBG)	۵۱۹
دستگاه‌های جایگزین گلوکزسنج برای پایش گلوکز خون	۵۲۱
اجسام کتون	۵۲۲
پروتئین‌های گلیک	۵۲۴

فصل ۱ جمع‌آوری نمونه، پردازش، و سایر متغیرهای پیش از آنالیز

Doris M. Haverstick, Ph.D., D.A.B.C.C., and Amy R. Groszback, M.E.D., M.L.T.,
M.B. (A.S.C.P.) C.M

اهداف

۱. اصطلاحات زیر را تعریف کنید:
 - مغیر پیش از آنالیز
 - خطای پیش از آنالیز
 - سرم
 - مغیر غیرقابل کنترل
 - پیش از آنالیز
 - سوراخ کردن رگ
۲. دو مثال از خطای پیش از آنالیز و دو مثال از متغیر غیرقابل کنترل پیش از آنالیز بیاورید.
۳. فهرستی از انواع نمونه‌های زیستی که در یک آزمایشگاه بالینی آنالیز می‌شوند را تهیه کنید.
۴. مرحله‌ای که توسط یک فلیوتومیست برای گرفتن یک نمونه خونی از طریق سوراخ کردن رگ انجام می‌شود را به صورت خلاصه بیان کنید؛ محل ترجیحی برای جمع‌آوری خون سیاهرگ را بگویید، به انضمام عملی که در هنگام مشخص بودن خط درون سیاهرگی انجام می‌شود.
۵. اثرات عمومی بر روی آنالیت‌ها که به دلایل زیر ایجاد شده‌اند را بگویید:
 - مشت کردن قبل از سوراخ
 - زمان جمع‌آوری با توجه به
 - تغییرات روزانه
 - انسداد طولانی مدت سیاهرگ
 - استرس
 - ترتیب جمع‌آوری (لوله اول،
 - با یک تورنیکت
 - پرنکردن کامل لوله جمع‌آوری
 - لوله دوم، غیره)
۶. ترتیب بیرون کشیدن برای چند نمونه خون، از جمله ترتیب مورد نیاز برای جمع‌آوری چند لوله خون، رنگ درب لوله و ماده افزاینده مربوطه، نیاز به پرکردن لوله و سروته کردن آن و دلیل پرکردن لوله‌ها در یک نظم خاص را شرح دهید.
۷. مجموعه تکنیک‌های سوراخ کردن پوست، شامل روش‌های تحریک جریان خون را توضیح دهید؛ دلایل جمع‌آوری یک نمونه با استفاده از سوراخ کردن پوست را بیان کنید؛ و فرآیند جمع‌آوری برای به دست آوردن یک لکه خون برای آزمایش ژنتیک مولکولی را شرح دهید.
۸. تفاوت بین سرم و پلاسما را بیان کنید.
۹. در صورت وجود، تفاوت در ترکیبات نمونه‌های سرم و پلاسما آنالیت‌های زیر را مقایسه کنید:
 - کلسیم
 - پروتئین تام
 - کلسترول
 - گلوکز
 - آلبومین
 - پتاسیم
 - کراتینین
۱۰. چگونگی ممانعت از انعقاد خون توسط ضد انعقادها را زیر را بیان کنید:
 - هیپارین
 - اگزالات
 - EDTA
 - یدوآستات
 - سیترات
۱۱. شرایط آنالیتیکی مناسب برای استفاده از لوله‌های حاوی افزودنی‌های مختلف را بیان کنید، دلایلی را بیان کنید که چرا خون جمع‌آوری شده در ضد انعقادهای مشابه را

نمی‌توان برای آنالیزهای معینی استفاده کرد.

۱۲. توضیح دهید در چه غلظتی از هموگلوبین، همولیز در پلاسما قابل مشاهده است؛ توضیح دهید که چطور همولیز، اندازه‌گیری آنالیت‌های معین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و استفاده از فرآیندهای آنالیتیکی معین را شرح دهید.

۱۳. سه نمونه ادرار و استفاده از آنها در آنالیزهای بالینی را بگویید؛ دو روش نگهداری ادرار را بیان کنید و استفاده از هر یک را شرح دهید.

۱۴. فرآیند جمع‌آوری یک نمونه ادراری در وقت معین را به صورت اجمالی بیان کنید.

۱۵. آنالیزهای شیمیایی انجام شده بر روی انواع نمونه‌های زیر

و نام فرآیند جمع‌آوری را در صورت وجود بگویید:

مدفوع	مایع‌های پلور، پری‌کاردیال
مایع مغزی‌نخاعی (CSF)	و آسیت
مایع سینویال	بزاق
مایع آمنیوتیک	سلول‌های دهانی
پرز کوریونی	مو و ناخن

۱۶. هر یک از چهار جنبه کارکردن با نمونه را به صورت مختصر شرح دهید؛ آنها را در رابطه با شناسایی نمونه در ظرف‌های مختلف شرح دهید، این چهار جنبه عبارتند از: سانتیفریوژ نمونه‌های خون، نگهداری نمونه بر روی یخ / در 20°C - / در 4°C ، محافظت در برابر نور، روش انتقال.

واژه‌های کلیدی و تعاریف

فلبوتومی^۳: واردکردن سوزن در یک رگ خونی به منظور جمع‌آوری خون؛ به صورت تحت‌اللفظی، "استفاده از خون در درمان بیماری"

خطاهای پیش از آنالیز^۴: عواملی که قبل از انجام تست، بر روی نمونه‌ها اثر می‌گذارند و آنهایی که در صورت کنترل نشدن می‌توانند منجر به خطا شوند؛ این عوامل به دو دسته قابل کنترل و غیرقابل کنترل تقسیم می‌شوند.

مواد نگهدارنده^۵: ماده‌ای که به منظور جلوگیری از به‌وجود آمدن تغییر در اجزای سازنده یک نمونه، به آن اضافه می‌شود.

پلاسما: بخش فاقد سلول کل خون منعقد نشده؛ پلاسما حاوی فاکتورهای انعقادی است.

سرم: بخش مایع (watery) خون که پس از این که انعقاد صورت گرفت باقی می‌ماند؛ سرم بعد از سانتیفریوژ به‌دست می‌آید.

اشیاء تیز^۶: هر چیزی که بتواند به راحتی پوست فرد در هنگام مواجهه با آن را سوراخ کند یا برید.

نگهدارنده اشیاء تیز: یک محفظه طراحی شده برای دور ریختن اشیاء تیز، که توسط اداره سلامت و ایمنی حرفه‌ای

مواد افزودنی^۱: ترکیباتی که برای جلوگیری از انعقاد یا به منظور نگهداری محتوای نمونه‌های بیولوژیک، به آنها اضافه می‌شود.

ماده ضدانعقاد: هر ماده‌ای که از لخته شدن خون جلوگیری کند.

نمونه‌گیری پرز کوریونی: یک تست پیش از تولد برای تشخیص نقایص تولد که در مرحله ابتدایی حاملگی انجام می‌شود و شامل بازیابی و بررسی بافت از روی پرزهای کوریونی است. بیوپسی پرزهای کوریونی نیز نامیده می‌شود.

انعقاد (لخته شدن): توالی از فرآیندها که طی آن چندین فاکتور انعقادی خون در آبشار انعقادی شرکت می‌کنند و منجر به ایجاد لخته فیبرین نامحلول می‌شوند.

تغییرات شبانه‌روزی: تغییراتی که در مقادیر یک ماده در طول یک دوره ۲۴ ساعته اتفاق می‌افتد.

همولیز: تجزیه غشای گلبول قرمز که باعث رهاشدن هموگلوبین و سایر اجزای گلبول قرمز می‌شود.

فلبوتومیست^۲: کسی که فلبوتومی انجام می‌دهد؛ فردی که خون‌گیری می‌کند.

3- phlebotomy

4- preanalytical errors

5- preservative

6- sharps

1- additives

2- phlebotomist

(OSHA) تنظیم شده و مورد نیاز می‌باشد.

سوزن زدن به پوست^۱: جمع‌آوری خون مویرگی که معمولاً در کودکان با یک برش نازک در پوست (اغلب پاشنه پا انجام می‌شود).
نمونه: نمونه یا بخشی از بافت یا مایع بدن که برای آزمایش، بررسی، یا آنالیز جمع‌آوری می‌شود.

خون‌گیری وریدی^۲: تمام مراحل دربرگیرنده گرفتن نمونه خونی مناسب و مشخص از سیاهرگ یک فرد.
مسدود کردن ورید: متوقف کردن موقت بازگشت جریان خون به سمت قلب و تورم سیاهرگ‌ها؛ در فلبوتومی، این پدیده یک انسداد موقت است که با بکارگیری فشار، معمولاً با استفاده از یک تورنیکت ایجاد می‌شود.

مختلف یک بیمار باشند. کارکنان آزمایشگاه باید به خوبی به این مسائل آگاه باشند.

انواع نمونه

انواع **نمونه‌های زیستی** که در آزمایشگاه‌های بالینی آنالیز می‌شوند عبارت‌اند از: (۱) خون کامل؛ (۲) سرم؛ (۳) پلاسما؛ (۴) ادرار؛ (۵) مدفوع؛ (۶) بزاق؛ (۷) مایعات نخاعی، سینوویال، آمنیوتیک، پلورال، پری‌کاردیال، و آسیت؛ و (۸) انواع گوناگون بافت‌های جامد (از جمله انواع سلول‌های خاص). مؤسسه استانداردهای آزمایشگاهی و بالینی^۳ (CLSI) روش‌های متعددی برای جمع‌آوری بسیاری از این نمونه‌ها تحت شرایط استاندارد منتشر ساخته است. این روش‌ها در صورت نیاز به روز می‌شوند و متداول‌ترین آنها در وبسایت CLSI (www.CLSI.org) در دسترس در ۵ ژوئیه ۲۰۱۳ آورده شده‌اند.

خون

خون موردنیاز برای آنالیز، از (۱) وریدها، (۲) شریان‌ها، یا (۳) مویرگ‌ها به‌دست می‌آید. خون وریدی معمولاً نمونه انتخابی است که با روش خون‌گیری وریدی به دست می‌آید. خون‌گیری شریانی عمدتاً برای آنالیز گازهای خونی استفاده می‌شود. در کودکان و برای بسیاری از تست‌هایی که بر بالین بیمار^۴ انجام می‌شود، اغلب از روش سوزن‌زدن به پوست استفاده می‌شود و

فاکتورهای حیاتی دخیل در جمع‌آوری یک نمونه معتبر برای آنالیز در یک آزمایشگاه بالینی، شامل قوانین، فرآیندها، تکنیک‌های مناسب برای (۱) جمع‌آوری، (۲) شناسایی، (۳) فرآوری، (۴) نگهداری و (۵) انتقال می‌شود. مشخص شده است که خطاهای زیادی هنگام جمع‌آوری نمونه رخ می‌دهند؛ به یک چنین خطاهایی، **خطاهای پیش از آنالیز^۵** گفته می‌شود. سایر انواع خطاها در تست‌های آزمایشگاهی خطاهای آنالیتیکی (خطاهایی که در طول فرآیند انجام تست ایجاد می‌شود مانند (۱) انجام تست اشتباه، (۲) نقص معرف یا ابزار، یا (۳) خطای کارشناسی) و خطاهای پس از آنالیتیکی هستند (خطاهایی که در اثر تفسیر نتایج آنالیتیکی ایجاد می‌شوند مانند یک محاسبه اشتباه یا خطاهای ورود داده‌ها در زمانی که نتایج به صورت دستی وارد سیستم اطلاعاتی آزمایشگاه می‌شود).

به حداقل رساندن خصوصاً خطاهای پیش از آنالیز با پیروی دقیق مفاهیم بحث شده در اینجا و هرگونه خطمشی سازمانی خاص باعث می‌شود که اطلاعات قابل اعتمادتری برای استفاده در مراقبت با کیفیت از بیمار توسط شاغلین به حرفه‌های پزشکی و بهداشتی به دست آید.

هرچند، خطاها متغیرهای قابل کنترل در نظر گرفته شده‌اند، متغیرهای غیرقابل کنترل نیز در فاز پیش از آنالیز تست وجود دارند. چنین متغیرهای غیرقابل کنترلی ممکن است با فیزیولوژی یک بیمار (سن، جنسیت، بیماری زمینه‌ای، و غیره) ارتباط داشته باشند، یا متغیرهای وابسته به انواع نمونه‌های

3-Clinical and Laboratory Standards Institute

4- point-of-care tests

1- skin puncture

2- preanalytical errors

نیست، در حالت طاقباز دراز بکشد و (۳) تا قبل از گرفتن نمونه برای مدت زمانی که لازم است در همین وضعیت باشد. هرگز نباید از بیماری که ایستاده است خون‌گیری وریدی انجام داد. بیمار باید یکی از دستان خود را به حالت کشیده نگه دارد. دستی که به آن سرم وصل شده است نباید مورد استفاده قرار گیرد، همچنین محل ورود سوزن نباید در محلی باشد که در آنجا جوشگاه^۳ وسیع یا هماتوم وجود دارد. اگر زنی پستانش با عمل جراحی برداشته شده است (ماستکتومی)، نباید از وریدهای دست آن سمت او استفاده کرد زیرا عمل جراحی ممکن است باعث لنفواستاز^۴ (توقف تخلیه طبیعی لنفونود) شده باشد، که این مسئله بر روی محتوای خون اثر می‌گذارد. اگر هر دو پستان بیمار با عمل جراحی برداشته شده باشد، باید از دستی خون گرفت که ابتدا عمل شده است.

فلبوتومیست باید حجم خونی را که قرار است کشیده شود، تخمین بزند و تعداد و انواع مناسب لوله‌های مورد نیاز برای خون، پلاسما، یا سرم را انتخاب کند. بخش‌هایی که در ادامه آمده‌اند با جزئیات بیشتری ترتیب پیشنهادی کشیدن خون برای گرفتن چند نمونه و انواع لوله را توضیح داده‌اند. علاوه بر لوله‌ها، باید سوزن مناسب نیز انتخاب کرد. همه سوزن‌ها باید (۱) استریل، (۲) تیز بوده، و (۳) نوک آنها صاف و یکپارچه باشد. هنگامی که خون‌گیری برای اندازه‌گیری عناصر کمیاب انجام می‌شود، سوزن مورد استفاده باید از جنس فولاد ضدزنگ و عاری از هرگونه آلودگی باشد.

ورید کوبیتال میانی در حفره جلوی آرنج، یا خم آرنج، محل ارجح در بزرگسالان است زیرا این ورید، هم بزرگ است و هم نزدیک به سطح پوست قرار دارد. اگر سرم به صورت داخل وریدی به دست یا پای مریض وصل شده و مایع آن جریان دارد، قبل از گرفتن نمونه باید آن را به مدت ۳ دقیقه قطع کرد و یادداشت مناسبی در چارت بیمار و در فرم گزارش نتایج گذاشت. نمونه‌های به‌دست آمده از دستی که سرم به آن وصل نمی‌باشد ترجیح داده می‌شوند. اطراف محل خون‌گیری باید با هرگونه ماده پاک‌کننده‌ای که مورد تأیید آزمایشگاه یا مؤسسه^۵ مربوطه است، تمیز شود. پاک کردن محل خون‌گیری

خون به‌دست آمده از این طریق عمدتاً خون مویرگی است. فرآیند جمع‌آوری نمونه خون، **فلبوتومی** نامیده می‌شود (استفاده از خون در درمان بیماری) و باید همیشه توسط یک **فلبوتومیست** آموزش‌دیده انجام شود.

خون‌گیری وریدی

خون‌گیری وریدی به تمام مراحل گفته می‌شود که برای به دست آوردن نمونه خون مناسب و مشخص، از ورید یک بیمار انجام می‌شود. ایمنی بیمار و فلبوتومیست باید در حین این فرآیند به طور مساوی متعادل شده باشد. قبل از جمع‌آوری هرگونه نمونه، فلبوتومیست باید حداقل به دو روش از هویت بیمار اطمینان حاصل کند. در شرایط خاصی نظیر آزمایش تعیین والدین (paternity) یا سایر آزمایش‌هایی که از نظر پزشکی-قانونی اهمیت دارند، برقراری یک زنجیره محافظت^۱ از نمونه، ممکن است نیازمند تعیین هویت بیمار از روی سایر مدارک (نظیر عکس) باشد که می‌تواند قسمتی از فرآیند تعیین هویت یا جهت تأیید هویت بیمار باشد. تعیین هویت باید، یک فرآیند فعال باشد، و هم‌اینک بسیاری از بیمارستان‌ها سرویس‌های ترجمه برای بیماران خارجی‌زبان به راه انداخته‌اند. اگر بیمار کودک است، والدین یا سرپرست قانونی کودک باید حضور داشته باشد و اطلاعات مربوط به هویت کودک را در اختیار فرد خون‌گیرنده بگذارند. سرانجام این که برای بعضی از تست‌های مربوط به بیماری‌های ژنتیکی، آزمایشگاه مربوطه ممکن است درخواست یک فرم رضایت امضا شده از بیمار داشته باشد؛ در صورتی که این فرم توسط پزشک درخواست‌دهنده تکمیل نشده باشد باید در زمان جمع‌آوری نمونه تکمیل شود.

فلبوتومیست باید قبل از جمع‌آوری نمونه تجهیزات محافظت‌کننده شخصی^۲ (PPE) به تن داشته باشد، به علاوه الزامات و تجهیزاتی که طبق قوانین بیمارستان برای بیماران در شرایط ایزوله^۶ مورد نیاز است در صورت نیاز، فلبوتومیست باید وضعیت ناشتا بودن بیمار، داروهایی که مصرف کرده و یا در صورت نیاز قطع کرده و مواردی این‌چنینی را رسیدگی کند. بیمار (۱) باید راحت باشد، (۲) بنشیند یا اگر نشستن مقدور

3- scar

4- lymphostasis

1- chain of custody

2- Personal protective equipment

از باز و بسته کردن مشتمل قبل از خون‌گیری وریدی، اجتناب شود زیرا این کار باعث افزایش غلظت پتاسیم، فسفات، لاکتات پلاسما می‌شود. کاهش pH خون به وسیله لاکتات تجمع‌یافته، باعث افزایش غلظت کلسیم یونیزه می‌شود. پس از بازکردن تورنیکه در عرض ۱۰ دقیقه این غلظت به حد عادی باز می‌گردد.

مشخص شده که استرس در هنگام جمع‌آوری خون، بیمار در هر سنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در نتیجه آن، غلظت‌های پلاسمایی کورتیزول و هورمون رشد افزایش می‌یابد. استرس خصوصاً در بچه‌های کوچک که دچار (۱) ترس شده‌اند، (۲) تقلا می‌کنند و (۳) در یک محدودیت فیزیکی نگه داشته شده‌اند دیده می‌شود. جمع‌آوری نمونه تحت این شرایط می‌تواند باعث تحریک آدرنال شود که منجر به افزایش غلظت گلوکز پلاسما می‌شود و یا می‌تواند سبب افزایش در فعالیت سرمی آنزیم‌هایی شود که از عضله اسکلتی منشأ گرفته‌اند.

ترتیب کشیدن خون برای گرفتن چند نمونه خونی انواع متعددی از لوله‌های تخلیه‌شده از هوا وجود دارند که برای خون‌گیری وریدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع این لوله‌ها با توجه به مواد افزودنی و حجم آنها فرق می‌کند. رنگ

باید با یک حرکت دایره‌وار و از محل خون‌گیری به سمت خارج آن انجام شود. باید به پوست اجازه داد تا در هوا خشک شود. هیچ گونه الکلی یا ماده تمیزکننده نباید بر روی پوست باقی مانده باشد زیرا مقادیر ناچیز آنها ممکن است باعث همولیز و نامعتبر شدن نتایج تست بشود. پس از تمیزکردن محل خون‌گیری، تا زمان تکمیل خون‌گیری نباید به آن محل دست زد.

زمان خون‌گیری برای آن دسته از اجزای خونی که تغییرات شبانه‌روزی می‌کند (نظیر کورتیکواستروئیدها و آهن) و برای نمونه‌هایی که به منظور پایش^۱ دارودرمانی استفاده می‌شوند اهمیت دارد. برای بیشتر تست‌های تشخیصی مولکولی رایج، زمان روز نتایج تست را نامعتبر نمی‌کند و تغییری در آن به وجود نمی‌آورد.

پس از پاک کردن پوست، بازبند دستگاه فشارسنج یا یک تورنیکه را ۴ تا ۶ اینچ (۱۵-۱۰ cm) بالای محل خون‌گیری (در بزرگسالان دورتر) می‌بندند. این کار، بازگشت خون وریدی به سمت قلب را متوقف می‌کند و باعث بادکردن ورید می‌شود (انسداد ریوی). ندرتاً ضرورت پیدا می‌کند که تورنیکه برای بیش از ۱ دقیقه بسته باشد. تغییر محتوای خون در عرض ۱ دقیقه اندک است؛ تغییرات برای بسیاری از آنالیت‌های شیمیایی پس از ۳ دقیقه چشمگیر است (جدول ۱-۱). هیچ تغییری شناخته‌شده‌ای بر تشخیص‌های مولکولی تأثیر ندارد.

محتوای خونی که در ابتدا کشیده می‌شود (خون نزدیک به تورنیکه) بیش از سایر بخش‌های خون، نماینده ترکیب خون در حال گردش است، بنابراین، نمونه خونی که در ابتدا کشیده می‌شود باید برای آنالیت‌هایی نظیر کلسیم استفاده شود که با تصمیم‌گیری‌های طبی حیاتی سروکار دارند. خونی که بعداً کشیده می‌شود، از فقدان جریان خون (ایستایی^۲ وریدی) تأثیر بیشتری می‌پذیرد. بدین ترتیب، ممکن است در لوله اول ۵٪ افزایش پروتئین دیده شود، در حالی که این تغییرات ممکن است در لوله سوم ۱۰٪ باشد. غلظت اجزای باند پروتئینی نیز تحت تأثیر ایستایی وریدی قرار می‌گیرد. توقف طولانی خون وریدی ممکن است غلظت اجزای متصل به پروتئین را تا حد ۱۵٪ غلیظ کند.

جدول ۱-۱ تغییرات در محتوای سرم هنگامی که انسداد وریدی از ۱ دقیقه تا ۳ دقیقه به طول انجامیده است. *†			
افزایش	%	کاهش	%
پروتئین تام	۴/۹	پتاسیم	۶/۲
آهن	۶/۷		
لیپید تام	۴/۷		
کلسترول	۵/۱		
آسپارات آمینوترانسفراز	۹/۳		
بیلی‌روبین	۸/۴		

* برای تخمین اثر احتمالی یک فاکتور بر روی نتایج، افزایش یا کاهش درصد نشان داده شده در جدول به تغییر آنالیتیکال (%CV) معمول یافت شده برای آنالین‌ها نسبت داده می‌شود.

† مقادیر میانگین از ۱۱ فرد سالم به دست آمده است.

1- monitor

2- stasis

ترتیب توصیه شده خون‌گیری برای جمع‌آوری نمونه‌های متعدد

جدول ۱-۲

رنگ درپوش	محتوا	تعداد دفعات برگرداندن لوله نمونه
زرد	محیط استریل برای کشت خون	۸
آبی سیر	بدون ماده افزودنی (برای عنصرهای کمیاب)	۰
قرمز / شفاف	بدون ماده افزودنی؛ اگر رنگ آبی سیر استفاده نشده باشد، لوله دور انداخته شود	۰
آبی کم رنگ	سیتрат سدیم	۳-۴
طلایی / قرمز	لوله جداساز سرم	۵
قرمز / قرمز، نارنجی / زرد، آبی سیر	لوله سرم، با یا بدون فعال‌کننده لخته، با ژل یا بدون ژل	۵
سبز	لوله هیپارینه با ژل یا بدون ژل	۸
آبی سیر	سدیم EDTA	۸
بنفش کم‌رنگ، سفید مرواریدی، صورتی / لوله‌های EDTA، با ژل یا بدون ژل		۸
صورتی، قهوه‌ای روشن (لوله پلاستیکی)		
خاکستری	مهارکننده گلیکولیتیک	۸
زرد (لوله شیشه‌ای)	ACD برای بررسی‌های مولکولی و کشت سلولی	۸

سوزن را باید به آرامی به سمت ورید بیمار هدایت کرد (شکل ۱-۱)؛ هنگامی که سوزن در جای خود قرار گرفت، لوله را باید به سمت جلو فشار داد تا درپوش سوراخ شود و بدین طریق لوله از حالت خلاء در آید. هنگامی که خون به داخل لوله جریان می‌یابد، باید تورنیکه را بدون حرکت دادن سوزن باز کرد (بحث قبلی درباره انسداد ریوی را ببینید). تا جایی که خلاء وجود داشته باشد، لوله از خون پر می‌شود. پرشدن کامل لوله تخلیه شده از هوا اهمیت بسیار زیادی دارد. بسیاری از مواد افزودنی طوری در داخل لوله قرار داده شده‌اند که حتماً باید لوله پر شود؛ ج کردن لوله یا کم بودن نمونه می‌تواند دلیلی برای ایجاد خطای پیش از آنالیز شود زیرا اینها می‌توانند نتایج آزمون را به طور قابل توجهی تغییر دهند. هنگامی که لوله به طور کامل پر شد، آن را از قسمت نگهدارنده جدا می‌کنند و خون به آرامی با برگرداندن لوله، با ماده افزودنی مخلوط می‌کنند، و در صورت نیاز، لوله دیگری جایگزین آن می‌نمایند. جمع‌آوری به صورت مستقیم درون یک سرنگ نیز فرآیند مشابهی دارد، با این تفاوت که سوزن به طور مستقیم به سرنگ متصل شده و تنها یک جمع‌آوری انجام می‌شود.

درپوش به کار رفته در آنها، ماده افزوده شده را مشخص می‌سازد (جدول ۱-۲) و در ادامه این بخش با جزئیات بیشتری به آنها پرداخته شده است. به دلایل مختلفی که مهم‌ترین آنها احتمال آلودگی متقابل بین مواد افزودنی لوله‌هاست، خون باید به ترتیبی که در جدول ۱-۲ آمده است درون لوله‌ها جمع‌آوری شود. این جدول همچنین تعداد پیشنهادی سر و ته کردن برای هر نوع لوله را نمایش می‌دهد زیرا مخلوط کردن کامل هر ماده افزودنی با خون جمع‌آوری شده با حداکثر سرعت ممکن حیاتی است.

یک سیستم خاص برای جمع‌آوری خون به طور مستقیم در لوله‌های تخلیه‌شده از هوا یک ابزار یکبارمصرف است که یک روکش پلاستیکی برای پوشاندن سوزن آن در نظر گرفته شده است تا وقتی که خون‌گیری کامل شد، آن را بیوشاند و بدین ترتیب احتمال خطر سوراخ شدن دست فرد خون‌گیرنده با این سرسوزن آلوده به خون فرد دیگر کاهش یابد. یک سوزن یا ست بالدار (پروانه‌ای شکل) در داخل قسمت نگهدارنده لوله جمع‌آوری پیچ شده است، و سپس لوله به آرامی در داخل این ظرف نگهدارنده گنجانده شده است. پس از تمیز کردن پوست،

که در این روش احتمال برچسب زدن اشتباه وجود دارد که یکی از متداول‌ترین علل خطاهای قبل از آنالیز است. بعضی مؤسسات پیشنهاد کرده‌اند که لولهٔ برچسب‌دار را برای اطمینان بیشتر از صحت هویت بیمار به او نشان دهند. در نهایت این‌که PPE باید دور ریخته شوند و قوانین سازمان برای پاکیزگی بین بیماران، در صورتی که از بیماران دیگری نیز باید خون‌گیری شود، باید رعایت شود.

خون‌گیری از طریق سوراخ کردن پوست

تکنیک‌های خون‌گیری وریدی از کودکان و بزرگسالان شبیه به یکدیگر است. هرچند در مورد کودکان یک خون‌گیری جایگزین، از طریق سوراخ کردن پوست نیز اغلب استفاده می‌شود. **سوراخ کردن پوست**، یک تکنیک جمع‌آوری باز است که در آن، پوست به وسیله یک لانست سوراخ می‌شود و حجم کمی از خون در داخل یک وسیلهٔ بسیار کوچک یا روی یک فیلتر کاغذی جمع می‌شود. خون حاصل از سوراخ کردن پوست بیشتر شبیه به خون شریانی است تا وریدی. این روش عملاً در شرایط زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد: جایی که (۱) حجم نمونه محدود است (به طور مثال در کودکان)، (۲) خون‌گیری‌های مکرر از ورید باعث آسیب شدید وریدی شده است، یا (۳) بیمار دچار سوختگی شده باشد یا بانداز شده باشد و بنابراین وریدها برای خون‌گیری در دسترس نباشند. این تکنیک همچنین هنگامی که کار می‌رود که قرار باشد در شرایط آزمایش بر بالین بیمار، به طور مستقیم در ابزار آزمایشگاهی بکار گرفته شود یا بر روی کاغذ صافی قرار داده شود. این کار اغلب بر روی نواحی زیر انجام می‌شود: (۱) نوک انگشت، (۲) لالهٔ گوش، (۳) پاشنهٔ پا یا انگشت شست نوزادان (شکل ۱-۲).

از نظر تعیین هویت بیمار، PPE مناسب و تمیز کردن منطقه‌ای که می‌خواهد سوراخ شود مراحل مشابه با خون‌گیری وریدی دارد. پوست با فروبردن سریع یک لانست سوراخ می‌شود. اگر از انگشت دست استفاده می‌شود، باید آن را طوری نگه داشت که جاذبه زمین به جمع شدن خون در نوک انگشت کمک کند و لانست را تا جایی که ممکن است باید عمود بر



شکل ۱-۱. خون‌گیری وریدی.

هنگامی که جمع‌آوری خون به اتمام رسید و سوزن از دست بیمار بیرون کشیده شد، باید به او آموزش داد که یک قطعه گاز خشک را بر روی محل خون‌گیری نگه دارد و دست خود را بلند کند تا احتمال نشت خون کاهش یابد. توسط یک وسیلهٔ جمع‌آوری، (مانند آنچه قبلاً شرح داده شده) سوزن پوشانده می‌شود، و سوزن و نگه‌دارندهٔ لوله بلافاصله درون یک **نگه‌دارندهٔ اشیاء تیز** ریخته می‌شوند. در مواردی که از یک ست بالدار (پروانه‌ای شکل) استفاده می‌شود، بال‌ها به سمت جلو رانده می‌شود تا سوزن را بپوشاند یا در تجهیزات جدید، یک دکمه فشار داده می‌شود که آن نیز فتری را آزاد می‌کند و سوزن را به عقب می‌کشد. اگر از یک سرنگ استفاده شده باشد، سوزن و سرنگ (که هنوز به هم متصل‌اند) باید در یک ظرف مخصوص زباله‌های خطرناک ریخته شود.

تمام لوله‌ها را باید بر طبق خط‌مشی سازمانی برچسب زده شوند. بیشتر مؤسسات یک دستورالعمل نوشته شده دارند که برچسب زدن قبل از خون‌گیری را منع می‌کند زیرا دیده شده

به مدت ۲ تا ۳ ساعت برای جلوگیری از رشد باکتری یا کپک).

خون‌گیری شریانی

نمونه‌های شریانی عمدتاً برای آنالیز گازهای خونی با اندازه‌گیری اسید-بازی در هنگام بیماری‌های جدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. خون‌گیری شریانی نیاز به مهارت قابل توجه دارد و معمولاً تنها توسط تکنسین‌ها یا پرستاران آموزش‌دیده یا پزشکان انجام شود. محل‌های ارجح برای خون‌گیری شریانی عبارتند از: (۱) شریان رادیال در مچ دست، (۲) شریان بازویی در آرنج، (۳) شریان فمورال در کشاله ران. از آنجا که نشت خون از شریان فمورال بیشتر از سایر محل‌ها می‌باشد (به ویژه در افراد سالمند)، اغلب از مکان‌های موجود در دست استفاده می‌شود.

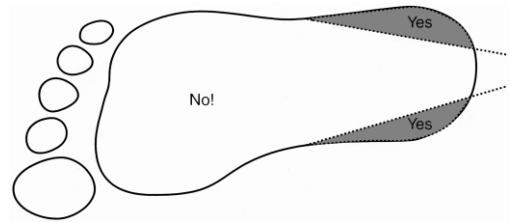
سرم و مواد ضد انعقاد مورد استفاده برای

جمع‌آوری پلاسما

سرم به صورت بخش مایع خون تعریف می‌شود که پس از **انعقاد** باقی می‌ماند. سرم، نمونه‌ای انتخابی بسیاری از آنالیت‌ها، از جمله غربالگری ویروس و الکتروفورز پروتئین است. نمونه‌ها در لوله‌های فاقد ماده‌افزونی و دارای یک فعال‌کننده لخته جمع‌آوری و قبل از انجام فرآیندهای دیگر باید زمان داد تا به طور کامل منعقد شود. **پلاسما** به صورت جزء بدون سلول خون کامل دارای ماده‌ای ضد انعقاد تعریف می‌شود؛ پلاسما به طور روزافزون برای تست‌های متداول شیمیایی استفاده می‌شود زیرا نمونه را فوراً می‌توان سانتریفوژ کرد بدون این‌که نیاز به منتظر شدن برای کاهش لخته شدن در دوره زمانی باشد. گاهی اوقات تفاوت‌های قابل توجهی بین غلظت‌های آنالیت‌ها در سرم و در پلاسما مشاهده شده که در جدول ۳-۱ نشان داده شده است. مواد افزودنی مورد استفاده برای جمع کردن خون حاوی ضد انعقاد در بخش بعدی مورد بحث قرار گرفته‌اند.

هپارین

هپارین گسترده‌ترین ماده‌ی ضدانعقاد مورد استفاده برای آزمایش‌های شیمیایی و هماتولوژی است. هپارین، یک



شکل ۱-۲. محل‌های قابل قبول برای سوراخ کردن پوست به منظور جمع‌آوری خون از پای یک شیرخوار.

ناخن انگشت به پوست وارد کرد. از ماساژ دادن انگشت و یا هر قسمت دیگری از بدن برای تحریک جریان خون باید اجتناب شود زیرا این کار باعث بیرون آمدن بقایای بافتی و مایع بافتی می‌شود، که ترکیب آنها مشابه با پلاسما نیست. برای بهتر شدن گردش خون، می‌توان انگشت (یا پاشنه پا) را با آب گرم، لیف حوله‌ای خیس یا ابزار خاصی نظیر گرم‌کننده پاشنه پا به مدت ۳ دقیقه قبل از استفاده از لانس گرم کرد. اولین قطره خون دور ریخته می‌شود و قطرات بعدی با تماس آرام نوک لوله باریک مناسب جمع‌آوری می‌شود. پر کردن لوله باید به سرعت انجام شود تا از انعقاد و ورود حباب‌های هوا به داخل لوله جلوگیری شود. انواع متعددی از این گونه لوله‌ها به صورت تجاری موجود هستند و نیز مواد افزودنی در دسترس، عموماً ابزارهای جمع‌آوری نمونه به اندازه کامل را منعکس می‌کنند. اگر قرار باشد چندین لوله پر شود، ترتیب صحیح پر کردن مشابه با آن چیزی است که در مورد لوله‌های خون خلاء گفته شد (جدول ۱-۲).

برای جمع‌آوری نمونه خون بر روی کاغذ صافی به منظور غربالگری دوران نوزادی و آزمایش ژنتیک مولکولی، پوست به همان روش که قبلاً گفته شد تمیز و سوراخ می‌شود. اولین قطره خون دور ریخته می‌شود. سپس کاغذ صافی به آرامی با یک قطره درشت خون تماس داده می‌شود تا خون جذب کاغذ شده و دایره علامت‌گذاری شده را پر کند. قطره خون را تنها باید یک بار بر روی دایره قرار داد تا مانع تجمع غیر یکنواخت آنالیت شود. فیلتر کاغذی باید قبل از این‌که در یک روش پوشش کاغذی که به طور مناسب برچسب زده شده نگه‌داری شود، در معرض جریان هوا خشک شود (عموماً

دی‌پتاسیم، یا تری‌پتاسیم استفاده می‌شود، EDTA با اتصال به کلسیم، مانع انعقاد می‌شود؛ وجود کلسیم برای مکانیسم انعقاد ضروری است. در روش‌های پیشرفته که از EDTA استفاده می‌کنند، یک مانع ژلی (لوله‌های سفید رنگ) برای جدا کردن پلاسما از سلول‌ها گنجانده شده است. در لوله‌های آبی/مشکی، ایجاد یک شیب غلظتی باعث می‌شود که بتوان سلول‌های هسته‌دار را بعد از سانتریفیوژ بازیافت کرد و به این ترتیب بازده DNA بالا می‌رود.

EDTA، احتمالاً از طریق شلاته کردن کوفاکتورهای فلزی فعالیت آنزیم‌هایی را که نیاز به یک کوفاکتور فلزی دارند، مانند (۱) آلکالین فسفاتاز، (۲) CK و (۳) لوسین آمینوپپتیداز مهار می‌کند. به دلیل این‌که EDTA کلسیم و آهن را شلاته می‌کند برای نمونه‌هایی که آنالیت‌های کلسیم و آهن آنها با استفاده از تکنیک‌های فتومتریک و تیتراژ آنالیز می‌شوند، مناسب نیست.

فلوراید سدیم

فلوراید سدیم یک ماده ضدانعقاد ضعیف است که اغلب به‌عنوان نگهدارنده گلوکز به خون اضافه می‌شود. این ماده به‌عنوان یک نگهدارنده، به همراه یک ماده ضدانعقاد دیگر نظیر اگزالات پتاسیم در غلظت خونی تقریباً ۲g/L مؤثر است. این ماده، عمل نگهدارندگی خود را با مهار سیستم‌های آنزیمی دخیل در گلیکولیز انجام می‌دهد هرچند چنین مهارتی بلافاصله انجام نمی‌شود و مقدار معینی تجزیه در طول ساعت اول پس از جمع‌آوری نمونه اتفاق می‌افتد. بدون یک عامل ضد گلیکولیز، غلظت گلوکز خون تقریباً به ۱۰mg/dL (۰/۵۶mmol/L) به ازای هر ساعت در ۲۵°C کاهش می‌یابد. سرعت این کاهش در کودک تازه متولد شده سریع‌تر است زیرا فعالیت متابولیکی اریتروسیت‌ها بالا است و در بیماران مبتلا به لوکمی نیز به دلیل فعالیت بالای گلبول‌های سفید است. سدیم فلوراید حلالیت ضعیفی دارد و قبل از این‌که فعالیت ضد گلیکولیزی مؤثری در خون اتفاق افتد باید به‌خوبی مخلوط شود. فلوراید یک مهارکننده قوی برای بسیاری از آنزیم‌های سرم است و در غلظت‌های بالا نیز بروی آنزیم اوره‌آز اثر می‌کند و بنابراین برای اندازه‌گیری نیتروژن اوره در بسیاری از سیستم‌های آنالیتیک استفاده می‌شود.

جدول ۱-۳ تفاوت در محتوای پلاسما و سرم			
مقدار در پلاسما < مقدار در سرم، %	تفاوتی بین سرم و پلاسما ندارند	مقدار در پلاسما > مقدار در سرم، %	
کلسیم	۰/۹	بیلی‌روبین	۱/۳
کلراید	۰/۲	کلوسترول	۱/۶
لاکتات	۲/۷	کراتینین	۰/۹
دهیدروژناز پروتئین تام	۴	آمینوترانسفراز بی‌کربنات	۱/۸
		کراتینین کیناز	۲/۱
		گلوکز	۵/۱
		فسفر	۷
		پتاسیم	۸/۴
		سدیم	۰/۱
		اوره	۰/۶
		اسید اوریک	۰/۲

mucoitin polysulfuric acid است و به شکل نمک (۱) سدیم (اغلب برای مطالعات سیتوژنتیک استفاده می‌شود)، (۲) پتاسیم، (۳) لیتیم، و (۴) آمونیوم وجود دارد، که همه آنها به اندازه کافی جلوی انعقاد را می‌گیرند. این ماده ضد انعقاد فعالیت آنتی‌ترومبین III که ترومبین را بی‌اثر می‌کند، تسریع کرده و بنابراین از تشکیل فبرین از فیبرینوژن جلوگیری می‌کند. باید توجه داشت هپارین برای بیشتر تست‌های مورد استفاده برای واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) مناسب نیست زیرا آنزیم پلیمرز توسط این مولکول بزرگ مهار می‌شود. DNA را می‌توان از نمونه‌های دارای هپارین استخراج کرد اما ممکن است تکثیر آن محدود شود.

اتیلن دی‌آمین تتراستیک/اسید (EDTA)

EDTA یک ماده شلاته‌کننده است که به کاتیون‌های دو ظرفیتی نظیر Ca^{2+} و Mg^{2+} متصل می‌شود. به این دلیل که از اجزای خون محافظت می‌کند، این ماده به‌ویژه برای (۱) بررسی‌های هماتولوژیک، (۲) جداسازی DNA ژنومی تشخیص‌های کمی و کیفی و بررسی با استفاده از تکنیک‌های مولکولی، مفید است. EDTA به شکل نمک دی‌سدیم،

سیتрат

محلول سیترات سدیم، در غلظت ۳۸-۳۴ g/L خون به نسبت ۱ به ۹ به طور گسترده برای بررسی‌های انعقادی استفاده می‌شود زیرا اثر ضد انعقادی آن (شلاته کردن Ca^{2+}) به راحتی با اضافه نمودن Ca^{2+} برگشت پذیر است. هرچند، نسبت صحیح خون به ماده ضد انعقاد بسیار مهم است، زیرا آنالیزهای پیشرفته مقدار استاندارد از Ca^{2+} را اضافه می‌کنند که براساس یک حجم جمع‌آوری مناسب است. این امر اساس مرحله اول اکثر سنجش‌های انعقادی بدن را تشکیل می‌دهد. یک لوله سیترات برای آزمایش شیمیایی به ندرت قابل قبول است اما اگر برای جداسازی DNA ژنومی سانتیفریوژ نشود، قابل قبول است.

اسید سیترات دکستروز ACD

همانطور که در بالا نشان داده شد، جمع‌آوری نمونه‌ها در داخل EDTA ممکن است برای جداسازی DNA ژنومی بیمار مورد استفاده قرار گیرد. درخواست آزمایش‌های تشخیصی اضافی و تکمیلی (نظیر آزمایش سیتوژنتیک) به طورهزمان، ممکن است ارائه شود. به همین دلیل، نمونه‌های لازم برای آزمایش‌های تشخیص مولکولی اغلب در داخل ماده ضدانعقاد ACD جمع‌آوری می‌شود تا هم شکل و هم عملکرد اجزای سلولی را حفظ کند. دو نوع ماده افزودنی ACD وجود دارد ACDA و ACDB. تنها تفاوت آنها در غلظت مواد افزودنی است. هر دو بقا و بازیافت گلبول‌های سفید را تا چندین روز پس از جمع‌آوری نمونه بالا می‌برند، بنابراین هم برای تست‌های تشخیصی مولکولی هم برای تست‌های سیتوژنتیکی مناسب هستند.

اگزالات‌ها

اگزالات‌های سدیم، پتاسیم، آمونیوم، و لیتیم با تشکیل کمپلکس‌های نسبتاً غیرمحلول با یون‌های کلسیم، انعقاد خون را مهار می‌کنند. اگزالات پتاسیم ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) در غلظت خونی تقریباً ۲-۱ g/L، یک نمک اگزالات است که به طور بسیار گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در غلظت‌های بالاتر از ۳ g/L اگزالات در هر لیتر، احتمال دارد همولیز روی دهد، بنابراین این یک مثال دیگر است در این مورد که حجم خون اضافه شده به لوله بسیار حیاتی است.

یدو/استات

یدواستات سدیم با غلظت ۲ g/L، یک ماده ضدگلیکولیتیک مؤثر است (با اختطاری که پیش از این داده شد) و جایگزینی برای فلوراید سدیم است و چون هیچ اثری برروی اوره‌آز ندارد، هنگامی که قرار است آزمایش گلوکز و اوره برروی یک نمونه انجام گیرد، از آن استفاده می‌شود. این ماده CK را مهار می‌کند اما اثر ناچیزی برروی بسیاری از آزمایش‌ها دارد.

تأثیر محل خون‌گیری بر محتوای خون

محتوای خونی که از نقاط مختلف جمع‌آوری می‌شود با یکدیگر فرق دارد. خونی که از سوزن زدن به پوست بدست می‌آید، بیش از آنکه شبیه خون وریدی باشد، به خون شریانی شباهت دارد. اگرچه خون به دست آمده از سوراخ کردن پوست نسبت به آلودگی با مایع‌های بینابینی و درون سلولی حساس است. بنابراین بین خون شریانی یا خون مویرگی به راحتی جریان داشته باشند، از نظر بالینی تفاوت چشمگیری بین PO_2 ، PCO_2 ، pH، و اشباع اکسیژنی این دو نمونه خون وجود ندارد ولی PCO_2 خون وریدی ۶-۷ mmHg (۰/۸-۰/۹ kPa) بالاتر است. گلوکز خون وریدی در نتیجه متابولیسم بافتی، تا حد ۷ mg/L (۰/۳۹ mmol/L) کمتر از گلوکز خون مویرگی است. به تفاوت‌های اصلی بین سرم سیاهرگی و سرم مویرگی در جای دیگر پرداخته شده است.

همولیز

همولیز یعنی از هم گسیختگی غشای گلبول قرمز که منجر به رها شدن هموگلوبین و سایر اجزای سلولی می‌شود؛ همولیز ممکن است به دنبال حوادث درون وریدی (همولیز در سیستم in vitro) و یا به دنبال و یا در حین جمع‌آوری خون (همولیز در سیستم in vitro) روی دهد. همولیز در سیستم in vitro می‌تواند ناشی از (۱) باقی ماندن الکل روی پوست، (۲) استفاده از سوزن با سوراخ کوچک، (۳) اختلالات نهفته گلبول قرمز، (۴) بالارفتن دما در حین انتقال و (۵) دلایل دیگر باشد. سرم و پلاسما شواهد قابل مشاهده‌ای از همولیز نشان می‌دهند. در این هنگام غلظت هموگلوبین از ۵۰ mg/dL تجاوز می‌کند و هنگامی که سطح آن به ۲۰۰-۱۵۰ mg/dL رسید، پلاسما برای