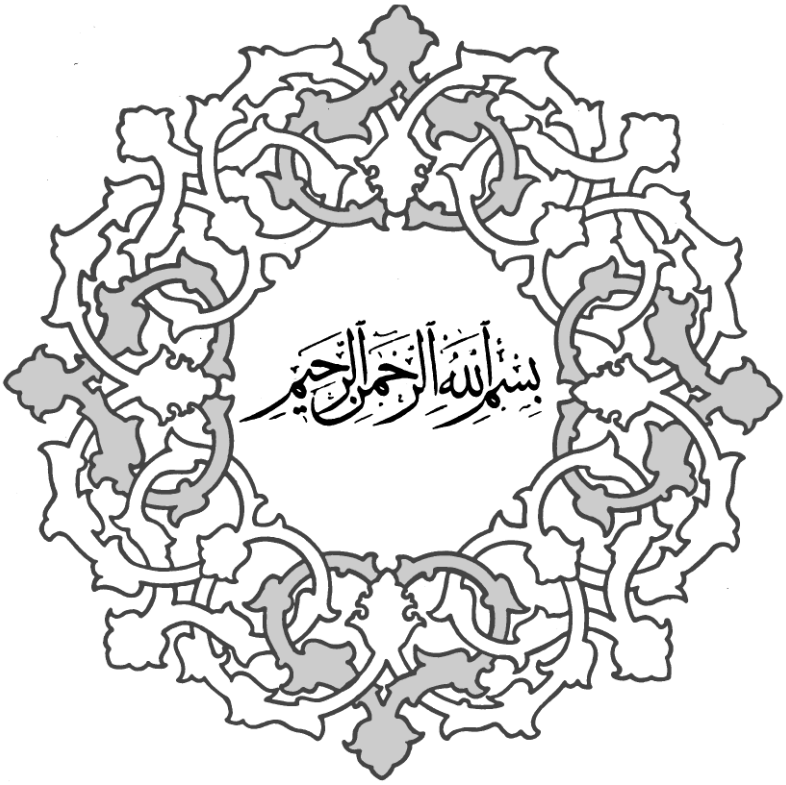
بسم الله الرحمن الرحيم

شناسایی و مقابله با تهدیدات زیستی (ویژه پیراپزشکان)

تالیف:

دکتر سید امید خلیلی‌فر

دکتر بایرام زرنقی

آمنه ولدخانی

این کتاب با حمایت مالی سازمان پدافند غیرعامل کشور تالیف شده است.

دانشگاه جامع امام حسین(ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات

مؤسسه چاپ و انتشارات
دانشگاه جامع امام حسین(ع)

؟؟؟؟

سری پدافند غیرعامل ــ ؟؟؟؟

- **عنوان:** **شناسایی و مقابله با تهدیدات زیستی (ویژه پیراپزشکان)**
- **تالیف:** دکتر سید امید خلیلی‌فر
- **ناظر اجرایی:** مهندس عبداله نقی‌پور
- **ناظر علمی:** مهندس سید رسول میرمطهری
- **ویراستار ادبی:** سید باقر موسوی
- **طراح جلد:** **********
- **صفحه‌آرایی:** محبوبه پورذکریا
- **نوبت چاپ:** اول (۱۳۹۴)
- **شمارگان:** ۱۰۰۰ نسخه
- **نشانی:** تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، معاونت پژوهش، مؤسسه چاپ و انتشارات، تلفن: ۳۷-۷۷۱۰۴۸۳۳ دورنگار: ۷۷۱۰۴۸۳۷-۷۷۱۰۴۶۴۰
  ص.پ. ۱۷۴-۱۶۵۹۵
- **مراکز پخش:** ۱- تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۱ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تلفن: ۸۸۸۳۹۲۹۷ دورنگار: ۸۸۸۳۹۲۹۸
  همراه: ۰۹۱۲۴۸۷۰۰۱۷
  ۲- تهران، خیابان انقلاب اسلامی، روبروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۹۲، مجتمع فرهنگی امام حسین(ع)، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۳ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تلفن و دورنگار: ۶۶۹۵۴۱۷۹

- **کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس برای دانشگاه جامع امام حسین(ع) محفوظ است.**

سرشناسه :
عنوان و پدیدآور : شناسایی و مقابله با تهدیدات زیستی (ویژه پیراپزشکان)/ سید امید خلیلی‌فر
مشخصات نشر : تهران: دانشگاه جامع امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری :
فروست : دانشگاه جامع امام حسین(ع)، موسسه چاپ و انتشارات؛ ؟؟؟؟ ، سری پدافند غیرعامل؛ ؟؟؟؟.
شابک : ????-????-978-964
وضعیت‌فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت :
موضوع :
شناسه افزوده : دانشگاه جامع امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات.
رده‌بندی کنگره :
رده‌بندی دیویی :
شماره کتابخانه ملی :

سخن ناشر

بسم الله الرحمن الرحیم

«یرفع اللّه الذین امنوا منکم والذین اوتوا العلم درجات»

خداوند مقام اهل ایمان و دانشمندان عالم را (در دو جهان) رفیع می‌گرداند.
(سوره مبارکه مجادله ـ آیه ۱۱)

تمامی ادیان الهی و در رأس آنها اسلام، انسان را موجودی کمال‌گرا می‌دانند. از نظر اسلام، انسان همواره در حال تکامل است و جهت‌گیری او به سمت کمال بی‌نهایت یعنی خداوند تبارک و تعالی است.

یکی از راه‌های کمال و تقرب به ذات اقدس الهی، علم و دانش است. علمی که ـ به تعبیر استاد شهید مطهری ـ زیبایی عقل است؛ علمی که انسان خداجو در آن نشانه‌های معبود را می‌جوید و می‌یابد و علمی که هر چه فزون‌تر می‌گردد، دارنده آن را به خدا نزدیک‌تر می‌کند.

هم از این روست که در نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که شالوده و اساس حاکمیت در آن بر مبنای احکام اسلام است، توجه به علم و دانش و تحقیق و نشر در صدر مسائل قرار دارد.

دانشگاه جامع امام‌حسین(ع) نیز به عنوان مولود شجره طیبه سپاه پاسداران انقلاب

اسلامی که خود برآمده از عمق ارزش‌های الهی و انقلابی است به عنـوان تنهـا دانشـگاه جامع علمی ـ نظامی کشور، پس از پایان افتخارآمیز حماسه هشت سال دفاع مقدس که خود عرصه‌ای کم‌نظیر برای نمایش لیاقت‌ها و توانمندی‌های علمی‌ـ پژوهشـی نیروهـای مخلص حزب‌اللهی بود، موضوع «جهاد علمی» و تلاش در جهت رشد و شکوفایی هر چه بیشتر در زمینه‌های مختلف را سـرلوحه فعالیـت‌هـای علمـی خـویش قـرار داده اسـت. دانشگاه در این راستا از زمان تأسیس، به‌منظور ترویج و نشر علوم مختلف آثـاری عرضـه نموده که با استقبال اندیشمندان و پژوهشگران مواجه شده است.

امید است این کتاب مورد توجه و بهره‌برداری صاحب‌نظران، محققان و علاقه‌مندان قرار گیرد و ایشان نیز با اعلام نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود، ما را در جهت ترویج و انتشار آثار مورد نیاز جامعه علمی کشور یاری فرمایند.

و من الله التوفیق

معاونت پژوهش دانشگاه جامع امام‌حسین(ع)

فهرست

فصل اول: اقدامات پیشگیرانه و اصول برخورد با مصدومین حوادث زیستی و اورژانس

پیشگیری اولیه حوادث زیستی قبل از تماس با تهدیدات ۳
ضدعفونی زیستی..... ۳
پیشگیری بیماری‌های رایج جنگ‌های زیستی..... ٤
۱- سیاه‌زخم (Antherax) ٤
۲- تب مالت(Brucellosis) ٤
۳- تولارمی (Tularemia) ٥
۴- طاعون(Plague) ٥
۵- نوکاردیوزیس(Nocardiosis) ٥
۶- پسیتاکوزیس(Psittacosis)..... ٥
۷- انتروهموراژیک(Enterohemorrhagic) ٦
۸- گلاندر (Glander) ٦
۹- عامل میلوییدوز(Mileoides agent)..... ٦
۱۰- وبا(Cholera)..... ۷
۱۱- تب کیو (Q -Fever)..... ۷
۱۲- تب منقوط (Spotted Fever)..... ۸
۱۳- تیفوس اپیدمیک (Epidemic Typhus)..... ۸
۱۴- آبله (Small pox) ۸
۱۵- آبله میمونی (Monkey Small pox)..... ۹
۱۶- آنسفالیت اسبی ونزوئلائی (Venezuelian Viral Encephalites) ۹
۱۷- تب هموراژیک کریمه –کنگو (Crimean - Congo Hemorrhagic fever)... ۱۰
۱۸- تب زرد (Yellow Fever)..... ۱۰
۱۹- ویروس ابولا (Ebola Virus) ۱۱

۲۰- تب خونریزی دهنده امسک(Omsk hemorrhagic fever) ۱۱
۲۱- ویروس هانتا (Hantan Virus) ۱۱
۲۲- ویروس لاسا (Lassa Virus) ۱۲
۲۳- تب دانگ(Dengue Fever) ۱۲
اقدامات پیشگیری بعد از تماس با عوامل تهدیدات زیستی ۱۳
ایزوله کردن افراد آلوده ۱۳
اقدامات پیشگیرانه تنفسی ۱۳
انتشار در هوا و انتقال تنفسی ۱۳
حیات میکروبی در هوا ۱٤
اقدامات پیشگیرانه گوارشی ۱٤
آب مهمترین وسیله انتشار عمدی عوامل زیستی ۱٥
اقدامات پیشگیرانه پوستی ۱٦
مراقبت بهداشتی- درمانی پرسنل بیمارستانی ۱٦
اورژانس‌های زیستی ۱۷
مراقبت‌های اولیه مصدوم زیستی ۱۷
مراحل مراقبت های ثانویه مصدومین حوادث زیستی: ۱۹

فصل دوم: تشخیص و نحوه مواجهه با عوامل زیستی

مقدمه ۲٥
ارزیابی همه‌گیری شناختی ۲٦
چک لیست فرمانده حادثه ۲٦
ارزیابی خطر ۲۸
اجزای یک طرح ارزیابی خطر زیستی ۲۹
آگاه‌سازی مراکز بهداشت عمومی ۳۰
اولویت‌های برخورد با بیو تروریسم و حملات زیستی ۳۱
ردیابی حمله زیستی یا بیوتروریسم ۳۱
معیارهای انتخاب روش تشخیصی مناسب تهدیدات زیستی ۳۲

مشکلات و محدودیت های موجود در روشهای تشخیصی ۳۵
نتایج کاذب و منفی در تشخیص تهدیدات زیستی ۳۵
نمونه‌برداری در حوادث زیستی ۳۶
ترکیب تیم نمونه‌برداری ۳۶
اقدامات قبل از ورود به منطقه آلوده ۳۷
نمونه‌های شاهد ۳۸
اقدامات عمومی ۳۸
راهنمای نمونه‌برداری ۳۸
ظرف کشت ۴۰
استفاده از لام‌های میکروسکوپ ۴۱
شرایط نگهداری نمونه‌های شاهد ۴۱
شرایط نگهداری از نمونه‌ها ۴۱
نمونه‌هایی از پروتکل‌های نمونه‌گیری ۴۲
الف) مایعات زیستی ۴۲
ب) پودرهای قابل مشاهده ۴۳
ج) پودرهای بسیار کم و ناچیز ۴۴
د) نمونه‌های مواد غذایی ۴۴
ه) نمونه‌های محیطی در آلودگی‌های غذایی ۴۶
اصول مقابله و برخوردهای پزشکی ۴۶
تأیید حمله زیستی از طریق بررسی های آزمایشگاهی ۴۷
روشهای ژنوتیپی، کارآمد ترین روش در تشخیص عوامل زیستی ۴۷
واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) ۴۸
کاوشگرهای ژنی (Gene probe) ۵۰
تراشه ژنی در روش ریزآرایه (DNA Chip Micro array) ۵۰
روش‌های فنوتیپی در تشخیص تهدیدات زیستی ۵۱
مولتی لوکوس الکتروفورز(Multilocus enzyme electrophoresis= MEE) ۵۱
الکتروفورز لیپوپلی‌ساکاریدها ۵۲

ایمونوبلاتینگ ۵۲
آنالیز پروتئین‌های غشای خارجی و یا پروتئین‌های کل سلولی ۵۲
روش‌های ایمونولوژیک کاربردی در تشخیص تهدیدات زیستی ۵۳
منابع ۵۵

فصل اول

اقدامات پیشگیرانه و
اصول برخورد با مصدومین
حوادث زیستی و اورژانس

الف- پیشگیری اولیه از حوادث زیستی قبل از تماس با تهدیدات

در صورتی‌که در معرض عوامل زیستی قرار گرفتید، اولین و موثرترین راه برای جلوگیری از انتشار این عوامل شستن دست‌هاست. به محض اینکه از مکانی به مکان دیگر می‌روید و یا با افراد جدیدی روبرو می‌شوید دست‌هایتان را بشویید. از تماس دست‌هایتان با دستگیره درب‌ها، دیوارها و زمین تا حد امکان خودداری نمایید. ضد عفونی کردن لوازم منزل، زمین و دستگیره‌های در، و در آوردن یا تمیز کردن کفش‌ها به هنگام ورود به منزل از راه‌های پیشنهادی برای عدم انتشار این میکروب‌هاست.

۱- ضد عفونی زیستی

هدف از ضد عفونی زیستی، تأمین سلامت اشخاص، جلوگیری از انتشار و بهداشت محیط پس از قرار گرفتن در معرض تهاجم زیستی است؛ و این مهم از راه نابودی عوامل زیستی و یا از میان بردن تأثیرات سموم آنها به انجام می‌رسد.

ضد عفونی کننده‌های شیمیایی بسیار فراوان است، مثل ترکیبات حاوی کلر، محلول فنول، محلول کریزول، الکل و بتاپروپیولاکتون[1] که برای ضد عفونی کردن ساختمان‌ها به‌کار می‌رود. فراوان‌ترین و در دسترس‌ترین وسیله برای ضد عفونی کردن در شرایط معمولی، آب جوش و صابون یا صابون به تنهایی است. این ضد عفونی‌کننده‌ها برای پوشاک، تجهیزات، بناها و زمین به کار می‌روند و در شرایطی که استفاده از مواد ضد عفونی شیمیایی دشوار باشد شایسته است که از ضد عفونی‌کننده‌های فیزیکی استفاده شود؛ مثل قرار گرفتن در معرض پرتو خورشید یا سوزاندن. اقدامات مربوط به ضد عفونی کردن هوا، آب، غذا و اشخاص بسیار متفاوت است.

---

1 *beta*-Propiolactone

۲- پیشگیری از بیماری‌های رایج جنگ‌های زیستی

۲-۱- سیاه‌زخم (Anthrax)

یک نوع واکسن سیاه‌زخم با استفاده از قسمت خالص‌شده محافظت کننده توکسین باسیلوس آنتراسیس تهیه شده و هم‌اکنون در بازار موجود است که می‌تواند انسان را از ابتلا به سیاه‌زخم حفظ کند.

چنانچه احتمال وقوع حمله میکروبی در منطقه افزایش یابد، اقدامات مربوط به پیشگیری از سیاه‌زخم باید به‌وسیله دارو فوراً شروع شود. بدین منظور می‌توان از سیپروفلوکساسین خوراکی (۵۰۰ میلی‌گرم در دو نوبت) و یا از داکسی سیکلین خوراکی (۱۰۰میلی‌گرم در دو نوبت) استفاده نمود.

شایان ذکر است که امکان دارد در حملات میکروبی حیوانات نیز مورد آسیب قرار گیرند. لذا لازم است که حیوانات در مکانی مناسب حفظ شوند و از آب آهک به منظور از بین بردن باسیل سیاه‌زخم در محیط استفاده شود. در اجرای این امر، تیم‌های مجهز به تجهیزات ایمنی (مانند لباس، ماسک، دستکش و دیگر وسایل ایمنی) می‌توانند این مهم را انجام دهند. محلول شیمیایی مناسب برای ضد عفونی کردن محیط و وسایل آلوده، هیپوکلریت ۵ درصد یا فنل ۵ درصد می‌باشد. به منظور ضد عفونی‌کردن وسایل مقاوم به حرارت فور وسیله مناسبی است.

۲-۲- تب مالت(Brucellosis)

با استفاده از باکتری ضعیف یا کشته‌شده واکسن‌هایی ساخته شده، ولی تأثیر این واکسن‌ها در عمل هنوز تأیید نشده است. بنابراین برای انسان مجاز نمی‌باشد. ضمناً در مورد استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در پیشگیری از بیماری نیز اطلاعاتی در دست نیست. ولی در کاربرد نظامی این عوامل زیستی توصیه به مصرف ۶ هفته‌ای آنتی بیوتیک‌های داکسی‌سایکلین (doxycycline) و ریفامپین (rifampin) در روند پیشگیری شده است. جهت پیشگیری، رعایت موازین بهداشتی از جمله استفاده از مواد لبنی پاستوریزه و عدم تماس با حیوانات آلوده و همچنین واکسیناسیون دام‌ها توصیه می‌شود.

۲-۳- تولارمی (Tularemia)

با استفاده از باکتری زنده ضعیف شده، نوعی واکسن ساخته شده که فعلاً مراحل تحقیقاتی را می‌گذراند. در مراحل اولیه، واکسن فوق به حدود ۵۰۰۰ نفر تلقیح شد که هیچ نوع عارضه جانبی در پی نداشته است. گرچه این واکسن در زمینه پیشگیری از انتقال آزمایشگاهی عفونت کاربردهایی داشته، ولی هنوز معلوم نیست که آیا در مقابل تعداد زیاد باکتری که معمولاً در خلال جنگ‌های میکروبی به‌کار می‌روند تأثیراتی داشته باشد.

۲-۴- طاعون(Plague)

اخیراً یک نوع واکسن با استفاده از میکروب کشته‌شده ساخته شده و به‌طور وسیع نیز استفاده شده است. تأثیر این واکسن در مقابل طاعون منتشره توسط نیش کک به خوبی مطالعه شده ولی تأثیر آن در پیشگیری از پنومونی طاعون که از طریق آئروسل منتشر می گردد هنوز مورد سؤال است. در شرایط اپیدمی بیماری، قرنطینه کردن بیماران و درمان آنان جزء مهم‌ترین اولویت‌های بهداشتی محسوب می‌شود. مبارزه با جوندگان و کک ناقل بیماری، می‌تواند خطر انتشار بیماری را بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

۲-۵- نوکاردیوزیس(Nocardiosis)

پروفیلاکسی به شکل پیشگیری اولیه با کوتریموکسازول خوراکی روزانه قابل استفاده است.

۲-۶- پسیتاکوزیس(Psittacosis)

انتقال این بیماری را می‌توان با قرنطینه کردن پرندگان و مصرف آنتی‌بیوتیک در غذای آنها محدود کرد. پرندگان آلوده باید با تتراسیکلین، کلروتتراسیکلین یا داکسی سیکلین تا ۴۵ روز بطور متوالی درمان شوند.

۲-۷- اشریشیا کولی انتروهموراژیک(Enterohemorrhagic Ecoli)

در حالت طبیعی طی گزارش‌های موجود، حملات بیماری سروتیپ O_{157} اشریشیا کولی بیشتر به واسطه مصرف فرآورده‌های‌گوشتی با منشأ گوشت گاو نظیر همبرگر و سایر مواد گوشتی نیم‌پخته و یا خام می‌باشد. گاوها مهم‌ترین مخازن طبیعی باکتری به حساب می‌آیند. شیوه‌های احتمالی دیگر کسب باکتری شامل مصرف سبزیجات، شیرآلوده، آب برکه‌ها و آب استخرهای شنا می‌باشد. با این توضیح، در شرایط طبیعی پختن فرآورده‌های گوشتی، پاستوریزاسیون شیر، گندزدایی سبزیجات و به‌طور کلی رعایت بهداشت غذایی، اهمیت اساسی در جلوگیری از ابتلا به این عامل دارد. امکان انتقال عفونت از شخص به شخص و از طریق روش مدفوعی-دهانی وجود دارد. لذا رعایت بهداشت فردی باید مدنظر باشد. ازآنجایی که دوز عفونی کننده باکتری پایین بوده (در حدود ۱۰۰ باکتری) و می‌تواند به‌عنوان یک سلاح زیستی جهت آلوده‌سازی منابع غذایی به‌کار گرفته شود، هوشیاری جهت تشخیص به‌موقع و سریع عامل و اقدامات پیشگیری کننده، اهمیت دارند. پروتکل‌های پروفیلاکسی دارویی تاکنون موفق نبوده‌اند و هیچ واکسن مناسبی جهت این عامل معرفی نشده است.

۲-۸- گلاندر (Glander)

هیچ راهکاری جهت پروفیلاکسی قبل و پس از تماس پیشنهاد نشده است.

۲-۹- میلوییدوز (Mileoidisos)

در حال حاضر واکسنی برای ایمونیزاسیون فعال و مؤثر علیه این بیماری وجود ندارد. چنانچه عامل بیماری پوست را آلوده کرده باشد شستشوی کامل محل آلوده و در صورت تلقیح آن به داخل پوست، خراشیدن محل آلوده قبل از شستشو ممکن است به رفع آلودگی کمک نماید. در مورد استفاده از آنتی‌بیوتیک در پیشگیری نیز اطلاعات زیادی در دست نیست.

استفاده از ماسک‌های محافظتی و مراقبت تنفسی، جداسازی بیماران، رفع آلودگی از منابع آبی، غذایی و خاک باید مورد توجه قرار گیرد.

واکسیناسیون دام‌ها و رعایت موازین بهداشتی و استفاده از مواد لبنی پاستوریزه به‌طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند از خطر انتشار بیماری بکاهد.

۲-۱۰- وبا(Cholera)

انواعی از واکسن‌های خوراکی وبا (شامل سوسپانسیون باکتری‌های کشته‌شده ویبریو کلرا) هم‌اکنون در برخی از مراکز مورد استفاده می‌باشند. نتایج مقدماتی نشان داده که تلقیح دو دوز این واکسن به فاصله یک هفته از یکدیگر برای مدت ۶ ماه ایمنی ایجاد می‌کند. برای ایمنی طولانی‌تر، تکرار این برنامه هر ۶ ماه یک‌بار الزامی است.

رعایت موازین بهداشت فردی به‌ویژه شستشوی دست‌ها با آب و صابون بعد از توالت و از بین بردن مگس خانگی و بهسازی محیط به‌ویژه دفع بهداشتی فاضلاب و زباله و همچنین استفاده از آب تصفیه‌شده مهم‌تر از واکسیناسیون می‌باشد.

به‌علاوه، استفاده از سبزیجات پخته‌شده به‌جای سبزیجات خام و مصرف آب آشامیدنی سالم، به میزان زیادی می‌تواند از خطر ابتلا به بیماری بکاهد. از دیدگاه نظامی، منابع آب و انبارهای مواد غذایی بایستی به‌عنوان مراکز حیاتی تحت حفاظت شدید قرار گرفته و از چشمه‌ها و سایر آب‌های طبیعی نیز مراقبت به‌عمل آید.

۲-۱۱- تب کیو (Q -Fever)

با استفاده از سوسپانسیون کشته‌شده کوکسیلا بورنتی، یک نوع واکسن ساخته شده است. تلقیح یک دوز این واکسن باعث ایجاد حفاظت کامل در مقابل همه موارد طبیعی تب کیو و نیز بیش از ۹۰ درصد موارد آلودگی مربوط به آئروسل‌ها شده و ایمنی حاصله حداقل برای ۵ سال دوام خواهد داشت. تلقیح این واکسن در اشخاص ایمن ممکن است موجب ایجاد عکس‌العمل‌های حاد پوستی مثل نکروز در محل تلقیح شود. البته در بعضی از مراکز، واکسن‌های متفاوت دیگری در دست تهیه می‌باشد. استفاده از تتراسیکلین در دوره نهفتگی بیماری باعث تأخیر در بروز بیماری خواهد شد.

۲-۱۲- تب منقوط (Spotted Fever)

در حالت طبیعی بهترین روش پیشگیری، پرهیز از تماس با کنه‌ها با استفاده از دور کننده‌ها و استفاده از پوشش‌های محافظت کننده می‌باشد. بررسی منظم بدن به‌ویژه در نواحی پوست سر، چانه و موهای زیر بغل و خارج نمودن کنه‌ها قبل از اینکه عفونت را منتقل نمایند اهمیت دارند. محل زخم و گزش کنه باید تمیز شود. در خصوص واکسن این بیماری باید اشاره کرد که هیچ واکسنی تاکنون ارائه نشده است.

۲-۱۳- تیفوس اپیدمیک (Epidemic Typhus)

در شرایط طبیعی، کنترل شپش بدن و همچنین کنترل شرایطی که تکثیر شپش را مهیا می‌نماید در پیشگیری از ابتلا به این بیماری، اساسی است. در برنامه حذف شپش‌ها، با حشره‌کش (شپش‌کش) دی‌کلرودی فنیل‌تری کلرو اتان و یا لیندان در فرم پودری مؤثر هستند. اگر مقاومت به این حشره‌کش‌ها وجود دارد می‌توان از مالاتیون یا کرباریل استفاده کرد. استفاده از پوشش‌های محافظ و مناسب در مواقعی که انتقال آلودگی از طریق ناقل وجود دارد اهمیت دارد. یک واکسن که از ریکتزیا پرووازکی رشدیافته‌شده در تخم مرغ‌های جنین‌دار حاصل آمده و با فرمالین غیر فعال شده است، موجود می‌باشد. این واکسن در گروه‌های در معرض خطر، شامل پرسنل نظامی، محققان علمی و کارکنان آزمایشگاهی که با ریکتزیا پرووازکی کار می‌کنند و نیز پرسنل پزشکی و پرستاران و سایر گروه‌های دیگر در معرض خطر توصیه می‌شود.

۲-۱۴- آبله (Small pox)

از ویروس عامل آبله گاوی یک نوع واکسن ساخته شده است که انسان را حداقل برای یک‌دوره ۵ ساله در مقابل آبله انسانی محافظت می‌کند و مصونیت نسبی آن لااقل برای ۱۰ سال آینده ادامه خواهد داشت. این واکسن معمولاً از طریق ایجاد خراش سطحی روی پوست دست و یا تلقیح داخل جلدی وارد بدن می‌گردد. ایجاد یک ضایعه جلدی، حاکی از موفقیت‌آمیز بودن تلقیح واکسن می‌باشد. در مواردی مثل حاملگی، غیر فعال بودن سیستم ایمنی بدن، اگزما، لوسمی و یا لنفوم بایستی از انجام واکسیناسیون

خودداری کرد. عوارض ناشی از واکسیناسیون اگرچه کمیاب می‌باشند ولی آشنایی با آن‌ها برای کادر بهداشتی- درمانی لازم است.

در بعضی از افراد غیر واکسینه چنانچه داروی ضد ویروس ماربوران (Marboran) در مراحل اولیه عفونت مصرف شود ممکن است علایم بیماری ظاهر نشود. در چنین مواردی تمام اصول و استانداردهای عمومی در تماس با این‌گونه بیماران باید رعایت شود. کلیه لوازم شخصی بیمار و اشیاء مربوطه (مثل ملحفه، پتو، لباس، تجهیزات آمبولانس و...) را باید با بخار آب و یا محلول هیپوکلریت سدیم ضد عفونی نمود و یا در صورت امکان در آتش سوزاند.

۲-۱۵- آبله میمونی (Monkey Small pox)

ایزولاسیون تمام نزدیکان بیمار برای مدت ۱۷ روز لازم است. ایمنی فعال با واکسن زنده صورت می‌گیرد که عوارض واکسن شامل تب، لنفادنوپاتی آگزیلاری، عفونت ایجادشده در محل واکسیناسیون، راش و قرمزی سطح بدن ظرف ۱۰ روز، در موارد نادر سندرم استیون جانسون، اگزما واکسیناتوم و بروز بیماری و آنسفالیت است که این عوارض در تلقیح اولین دوز واکسن، ۱۰ برابر شایع‌تر است. درمان عوارض شدید با IVIG امکان‌پذیر است. موارد منع واکسن شامل افراد با نقص ایمنی، سابقه اگزما و سایر بیماری‌های شدید جلدی، حاملگی و افراد دارای تماس جنسی با افراد مبتلا به نقص ایمنی می‌باشد.

۲-۱۶- آنسفالیت اسبی ونزوئلائی (Venezuelian Viral Encephalites)

واکسن زنده ضعیف‌شده (PC-SB) ویروس عامل آنسفالیت اسبی ونزوئلائی، ایمونوژن می‌باشد که کارایی آن ۸۰ درصد است و در ۲۰ درصد موارد عوارضی به شکل تب بالا، لرز و سردرد شدید می‌باشد که نیاز به استراحت دارد. فرم‌هایی از واکسن غیر فعال‌شده نیز تهیه شده است که ایمنی ضعیف می‌دهد و نیاز به تلقیح مکرر دارد. مبارزه با پشه نیز مفید است (جهت کنترل جمعیت پشه‌های ناقل).

درمان اختصاصی برای آنسفالیت ویروسی وجود ندارد، و درمان تنها بر اساس درمـان با ایمنوگلبولین است.

۲-۱۷- تب هموراژیک کریمه –کنگـو (Crimean - Congo Hemorrhagic fever)

با توجه به وقوع چندین همه‌گیری بیمارستانی، اقدامات پیشگیری مثل کارگـاه‌هـای آموزشی توجیهی برای کادر امدادی- درمانی، استفاده از لباس‌هـا و تجهیـزات حفـاظتی الزامی است. باتوجه به اینکه عامل بیماری عمدتاً توسط آئروسل‌ها انتقال می‌یابد، اهمیت استفاده از ماسک‌های تنفسی- مخصوصاً در شـرایطی کـه مـواردی از بیمـاری مشـاهده شده- بیشتر مطرح می‌شود.

داروی ریباویرین فعلاً در شرایط آزمایشگاهی روی ویروس مؤثر است. ولـی در مـورد اثربخشی آن در پیشگیری از عفونت هنوز اطلاعاتی در دست نیست. با این حال، پزشکان استفاده از این دارو را حداقل برای افـرادی کـه خطـر آلـودگی بیشـتری دارنـد توصـیه می‌کنند.

۲-۱۸- تب زرد (Yellow Fever)

نوعی از ویروس تضعیف‌شده تولیدشده که، سبب القای ایمنی در بیش از ۹۵ درصـد افراد گیرنده شده و تزریق تک دوز زیرجلدی آن به مقدار نیم میلی‌لیتر گاهی اوقـات تـا پایان عمر، ایمنی و مصونیت ایجاد می‌کند. از آنجـا کـه واکسـن از جنـین جوجـه تهیـه می‌شود گاهی اوقات واکسیناسیون در افراد حسـاس بـه تخـم مـرغ سـبب بـروز شـوک آنافیلاکسی می‌شود. در یک گزارش عنوان شده تزریق واکسن در کودکان کمتر از ۴ تـا ۵ ساله منجر به بروز آنسفالیت ناشی از تزریق واکسن شده است که نشان‌دهنـده اثـرات جانبی خطرناک آن است. از این‌رو تزریق واکسن در کودکان ۴ تا ۹ ماهه تنها در شرایط خاص امکان‌پذیراست. طبق برنامه سازمان بهداشت جهانی، کودکان ۹ ماهه تحت پوشش سازمان ملل به‌طور هم‌زمان علیه تب زرد و سرخجه واکسینه می‌شـوند. تزریـق واکسـن هر ۱۰ سال یک بار برای افرادی که قصد مسافرت به ۳۵ کشور آفریقایی را دارند از طرف

سازمان بهداشت جهانی توصیه شده است. برای جلوگیری از شیوع تب زرد باید مناطق پرورش دهنده حیوانات اهلی تحت کنترل قرار گیرند.

۲-۱۹- ویروس ابولا (Ebola Virus)

در حالت طبیعی، پیشگیری از اپیدمی‌ها وابسته به تشخیص اولیه موارد ابتدایی و جداسازی فوری بیماران می‌باشد. این بیماران باید در بخش‌های ویژه نگهداری شوند و تکنسین‌های ماهر از آن‌ها مراقبت نمایند. تسهیلات ایمنی پرستاری مانند استفاده از لباس محافظ و همچنین دستگاه تنفس مصنوعی باید موجود باشند. مراقبت جدی برای جلوگیری از تماس افراد با خون، ترشحات، بافت‌ها و مواد مصرف‌شده توسط بیماران ضروری است. بیماران باید حتی‌المقدور در همان منطقه‌ای که آلوده شده‌اند بستری شده و گروه پرستاری آموزش‌دیده مراقبت آنان را به عهده گیرند. جهت ایمونیزاسیون فعال، تاکنون واکسنی ارائه نشده است.

۲-۲۰- تب خونریزی دهنده امسک(Omsk hemorrhagic fever)

واکسن غیر فعال توبرکولین TBE که در روسیه ساخته شده، حفاظت و ایمنی متقاطعی علیه این بیماری ایجاد می‌کند.

۲-۲۱- ویروس هانتا (Hantan Virus)

در شرایط طبیعی، پیشگیری مبتنی بر کنترل جوندگان و اجتناب از تماس با آن‌ها و مواد آلوده به آن‌ها است. جهت کنترل بیماری و محافظت از گسترش آن باید موارد لازم شامل برقراری سدهای محافظتی، استفاده از ماسک، دستکش و روپوش را در بررسی‌های بیماران مد نظر قرار داد. نشان‌دار نمودن نمونه‌های پذیرش‌شده آزمایشگاهی، ایزوله نمودن بیماران، اتوکلاو و یا ضد عفونی نمودن مواد آلوده با استفاده از هیپوکلریت یا ضد عفونی کننده‌های فنلی، در جلوگیری از گسترش ویروس اهمیت دارند. واکسن در ایالات متحده در دست آزمایش می‌باشد ولی تاکنون واکسن موثری معرفی نشده است.

۲-۲۲- ویروس لاسا (Lassa Virus)

در حالت طبیعی، عفونت آرنا ویروس لاسا با قطع مسیر انتقال از جونده به انسان و از انسان و یا از نمونه‌های آلوده‌شده به انسان (کارکنان بیمارستان و آزمایشگاه) و یا توسط ایجاد ایمنی فعال قابل کنترل است. مواد آلوده باید با اتوکلاو، هیپوکلریت و ضد عفونی کننده‌های فنلی ضد عفونی شوند. هیچ واکسنی تا کنون برای این بیماری تولید نشده است. در مطالعه مدل حیوان آزمایشگاهی ژن‌های کد کننده گلیکو پروتئین اختصاصی لاسا، به ویروس منتقل شده و ایجاد محافظت نموده است که نوید تولید واکسن را در آینده‌ای نزدیک می‌دهد. ریباورین خوراکی جهت پروفیلاکسی در تماس‌های نزدیک از موارد شناخته‌شده بیماری برای افراد در معرض خطر گزارش شده است.

کار کردن با این عامل به آزمایشگاه بسیار مجهز نیاز دارد. آزمایش‌های آسیب‌شناسی بالینی در عفونت لاسا مسئله‌ساز است. تحت تأثیر اسید قرار دادن نمونه‌های خونی جهت شمارش لکوسیت‌ها، ویروس را غیر فعال می‌نماید. فیکس نمودن اسمیرهای خونی با الکل نیز توصیه می‌شود. حرارت دادن سرم مورد آزمایش در ۶۰ درجه سانتیگراد نیز از تدابیر دیگری جهت غیر فعال کردن ویروس درحین کار است.

۲-۲۳- تب دانگ(Dengue Fever)

این ویروس از خانواده فلاوی ویریده و جزء گروه B آربوویروس‌ها می‌باشد. در حالت طبیعی، پیشگیری از تب دانگ متکی بر برنامه‌های کنترل پشه ناقل آن می‌باشد. نابودسازی پشه‌ها با اسپری‌های پشه‌کش و تخریب مکان‌های تکثیر آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. افراد در معرض خطر می‌توانند خود را با استفاده از دور کننده‌ها محافظت نمایند. پروتئین‌های E1 و NS1 ویروس به روش مهندسی ژنتیک ساخته شده‌اند و در مطالعات بر روی حیوانات آزمایشگاهی با نتایج مثبتی همراه بوده‌اند.

ب- اقدامات پیشگیری بعد از تماس با عوامل تهدیدات زیستی

۱- ایزوله کردن افراد آلوده

در این اقدام، محیط از طریق استفاده از گرادیان‌های هوای فشرده (منفی و مثبت) و حذف منافذ موجود، جداسازی می‌شود. فشار منفی در زمانی که جریان افزاینده به داخل ناحیه ایزوله‌شده وارد می‌شود، وجود دارد. محفظه‌های ایزوله که دارای فشار مثبت هستند، هوای داخل را به خارج فرستاده و در نتیجه، فضای داخلی آن در برابر آلودگی خارجی نفوذناپذیر می‌گردند. ممکن است برخی از بخش‌های بیمارستان ایزوله بوده و فشار منفی داشته باشد، در حالی‌که مابقی بیمارستان یا حداقل اتاق‌های مجاور دارای فشار مثبت باشند. بنابراین، هوای داخل این بخش‌ها با استفاده از فیلترهای HEPA تصفیه می‌شود و این هوای خالص، عاری از هرگونه عوامل عفونت‌زا می‌باشد.

۲- اقدامات پیشگیرانه تنفسی

هوا چیزی است که انسان‌ها و سایر موجودات زنده در استفاده از آن به صورت مشترک سهیم بوده و به آن وابسته اند. انتشار بیماری‌ها از طریق هوا از مهم‌ترین راه‌های انتقال عوامل زیستی بوده و رعایت اصول پدافند غیرعامل در این زمینه، باعث ارتقاء توان رزمی نیروهای نظامی در هنگام استفاده دشمن از عوامل زیستی می باشد.

۳- انتشار در هوا و انتقال تنفسی

عوامل زیستی می‌توانند همانند سلاح‌های نوترونی، تمامی آثار حیات را از سطح کره زمین پاک کنند بدون اینکه به ساختمان‌ها و تأسیسات شهری آسیب وارد آید. این امر زمانی اتفاق می‌افتد که سلاح‌های زیستی در ابعاد استراتژیک (و به‌صورت آئروسل) استفاده گردد. بیشتر عوامل زیستی برای اینکه بتوانند برای آلوده کردن هوا استفاده شوند باید به‌صورت پودر (خشک) و یا آئروسل و قطرات ریز مایع آماده شوند.

۴- حیات میکروبی در هوا

اتمسفر یک محیط نامساعد (مخصوصاً به علت عامل خشکی) برای میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. این عامل باعث ایجاد محدودیتی می‌شود که در آن میکروب‌ها نمی‌توانند به صورت زیستیی فعال باقی بمانند. بسیاری از میکروارگانیسم‌ها واجد مکانیسم‌های مخصوصی هستند که آن‌ها را قادر می‌سازد تا در برابر فاکتورهای متعدد محیطی تا اندازه‌ای مقاوم باشند. برای مثال، اسپور که از آن‌ها در شرایط نامساعد محیطی محافظت کرده و توانایی آن‌ها را برای باقی ماندن به صورت آئروسل افزایش می‌دهد. با این وجود، ارگانیسم‌هایی که فاقد چنین مکانیسم‌های ویژه‌ای هستند، اغلب چند ثانیه بیشتر نمی‌توانند به صورت آئروسل باقی بمانند. بنابراین، توانایی حیات میکروارگانیسم‌ها تا حد زیادی به شرایط محیط، مدت زمانی که ارگانیسم‌ها در محیط سپری می‌کنند، و نیز به نوع میکروارگانیسم‌ها بستگی دارد.

۵- اقدامات پیشگیرانه گوارشی

وقتی که اهداف تاکتیکی مورد نظر باشند، حمله زیستی ممکن است از طریق آلودگی مواد غذایی انجام گیرد. آلوده کردن مواد غذایی به عوامل زیستی می‌تواند به روش‌های مختلف انجام شود. بیشتر میکروارگانیسم‌ها و حتی توکسین‌ها نسبت به حرارت حساس هستند. بنابراین مواردی برای این منظور ایده‌آل می‌باشند که بدون حرارت دادن و به‌صورت آماده مصرف می‌شوند. هر چه مکانیسم‌های تولید مواد غذایی، ابتدایی‌تر و غیر صنعتی‌تر باشد نفوذپذیری برای خرابکاری بیشتر است.

به‌طور کلی بعضی از عوامل بیماری‌زا برای آلوده کردن مواد غذایی مناسب‌تر هستند. این گروه همچنین قادرند که به‌طور طبیعی انسان را از طریق خوراکی‌ها آلوده و بیمار کنند. از جمله این عوامل می‌توان به گونه‌هایی از سالمونلا، شیگلا، ویبریوکلرا، کمپیلوباکتر و استافیلوکوک اورئوس اشاره کرد. عوامل زیستی را می‌توان در مراحل مختلف زنجیره تولید مواد غذایی به آن‌ها اضافه نمود. چنانچه این عمل در مراحل

ابتدایی، یعنی در مواد غذایی خام انجام گیرد انتشار با اطمینان نسبتاً بیشتری انجام خواهد شد و گستره آن وسیع‌تر خواهد بود. مکانیسم توزیع مواد غذایی در جوامع و گروه‌های مختلف و حتی بافت سازمان‌های نظامی پیچیده‌تر از آن است که بتوان به سادگی نتیجه یک چنین عملیاتی را پیش‌بینی کرد.

به هرحال انجام عملیات خرابکارانه با استفاده از عوامل زیستی در مراحل مختلف فاز تولید، فاز توزیع و مصرف دارای امتیازات و محدودیت‌های ویژه‌ای است که هر کدام می‌تواند نتیجه خرابکاری را تحت تأثیر قرار دهد.

۶- آب مهم‌ترین وسیله انتشار عمدی عوامل زیستی

از دیرباز، آب به عنوان وسیله مناسبی برای این هدف شوم یعنی حمله میکروبی و بیوتروریسمی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. از آن هنگام که چاه‌های آب به وسیله اجساد قربانیان بیماری طاعون آلوده می‌شدند تا انسان‌ها از طریق مصرف آن آلوده و بیمار شوند، این نقش انحصاری آب مورد توجه بوده است. تقریباً همان عواملی که برای آلودگی مواد غذایی مناسب هستند برای خرابکاری بیوتروریسمی در منابع و مخازن آب نیز به‌کار می‌روند. از این‌رو مراقبت از چاه‌ها، مخازن، منابع و شبکه توزیع آب بسیار حیاتی است. بزرگترین خطر آن است که منابع آب مورد خرابکاری قرار گیرند زیرا در این صورت، عامل بیماری‌زا خیلی سریع در سراسر جمعیت انتشار خواهد یافت. از آن جایی که معمولاً منابع اصلی آب در بیرون شهرها و در نقاط دور قرار دارند امکان انجام خرابکاری در فواصل دور مهیاست، از این‌رو مراقبت از کیفیت زیستی آب در نقاط مصرف حایز اهمیت است. باید توجه داشت که از نظر تئوری، افزودن مواد خنثی کننده کلر به آب به نحوی که قادر به نابودی میکروارگانیسم‌ها نباشد کاملاً فراهم است. بنابراین همیشه نباید صرفاً به دلیل کلرزنی آب از کیفیت زیستی آن خاطرجمع بود. از طرف دیگر، بسیاری از عوامل زیستی قادر هستند تا مدت‌های طولانی در آب زنده

بمانند. مثلاً عامل سالمونلا حدوداً تا سه ماه و عامل سیاه‌زخم سال‌ها می‌تواند در آب فعال باقی بماند.

۷- اقدامات پیشگیرانه پوستی

بیشتر عوامل زیستی قادر به نفوذ مستقیم از طریق پوست بدن نمی‌باشند. در این مورد، عامل ریسین یک استثناء می‌باشد. با این حال، پوست سالم یک مانع طبیعی بسیار قوی در مقابل نفوذ بیشتر میکروارگانیسم‌ها و عوامل زیستی به‌وجود می‌آورد. ولی چنانچه به هر دلیل پوست و سطوح مخاطی آسیب‌دیده با خراش، زخم و سوختگی از حالت طبیعی خارج شوند، در این مانع طبیعی ایجاد شکاف شده و عوامل زیستی به راحتی می‌توانند از طریق آن به داخل بدن رخنه کنند.

عوامل زیستی را می‌توان از طریق آلوده کردن اشیای مختلف و یا مواد زنده دیگر وارد بدن فرد مورد نظر کرد. این نوع آلودگی عمدی برای حمله به اهداف و افراد خاص مناسبت دارد. وسایل شخصی مثل شانه، کمربند، آینه، چاقو، درب بازکن و حتی دستگیره درب از جمله این اشیاء هستند. همچنین امکان توزیع برخی از عوامل در داخل بعضی قرص‌ها، کپسول‌ها و یا آدامس‌ها وجود دارد. برخی مایعات تزریقی، داروها و یا واکسن‌ها نیز می‌توانند به‌راحتی هدف اینگونه خرابکاری‌ها قرار گیرند.

حشرات و بندپایان، ناقلین و بعضاً مخازن طبیعی برخی از بیماری‌های عفونی محسوب می‌شوند. مثلاً انتشار طبیعی بیماری طاعون توسط بندپایان (کک) همه‌گیری‌های بزرگی را به‌وجود آورده است.

۸- مراقبت بهداشتی - درمانی پرسنل بیمارستانی

پس از اینکه بیماران و اشخاص آلوده شدند بایستی تحت نظارت‌های پرستاری ویژه قرار گرفته و اقدامات پرستاری جداگانه در مورد آنها اعمال گردد. پرسنل بیمارستان و کادر بهداشتی- درمانی حاضر در منطقه بایستی با استفاده از گان‌های نفوذناپذیر،

ماسک‌های تنفسی مناسب و دستکش‌های مخصوص، خود را محافظت نمایند. حتی برای اشخاصی که به‌طور مستقیم درگیر امر مراقبت از بیماران و اشخاص آلوده نیستند، خطر انتقال مستقیم عوامل عفونی وجود دارد. مخصوصاً مواد و لباس‌های آلوده و ترشحات بیمار و نمونه‌هایی که برای ارسال به آزمایشگاه تهیه شده، بایستی خطرناک تلقی شده و روی آنها بر چسب مخصوص (ماده خطرناک) نصب شود. هرگونه دستکاری کردن این‌گونه مواد و وسایل بایستی توأم با احتیاطات لازم باشد. همین طور هرگونه اقدام درمانی که مستلزم تماس با بدن بیمار باشد (مثل انواع جراحی‌ها)، شانس انتقال آلودگی را دربر خواهند داشت. البته همه عوامل زیستی هم قادر به انتقال مستقیم از بیمار به شخص سالم نمی‌باشند.

ج- اورژانس‌های زیستی

بخش اورژانس یکی از مهم‌ترین بخش‌های خدمات‌رسانی پزشکی در جریان حوادث و بحران‌های زیستی می‌باشد که برای مصدومین اهمیت حیاتی دارد. ابعاد کاری در این بخش شامل چند جزء مهم و مرتبط به‌هم می‌باشد که شامل موارد ذیل می‌گردد:

الف) درمان علامتی: شامل رعایت همه موارد اورژانس در طب بوده که از جمله، رعایت اصول A، B، C، D، E در برخورد با مصدوم است .

ب) درمان اختصاصی: بخش اصلی و مهم برنامه تدوین پروتکل‌ها را جهت بحران‌های ناشی از حوادث زیستی شامل می‌گردد.

ج-۱- مراقبت‌های اولیه مصدوم زیستی

قدم اول در برخورد با مصدوم زیستی، انجام مراقبت اولیه و بر اساس رعایت اصول A، B، C، D، E است که جهت حمایت از ادامه حیات (life support) و نجات جان بیمار و مصدوم می‌باشد.

- A (Airway):

با مراقبت از ستون فقرات و مهره های گردنی(در صورت نیاز)، جایگزینی و برقـراری راه تنفسی و ساکشن ترشحات راه‌های تنفسی.

- B (Breathing):

برقراری راه‌های فرعی اکسیژناسیون و استفاده از ونتیلاسیون مصنوعی.

شکل ۵-۱: ونتیلاسیون مصنوعی

- C (Circulation):

توجه به ضربان قلب، فشار خـون و پرفیـوژن بافـت‌هـا، برقـراری رگ (I.V LINE) و دادن مایعات، اصلاح اختلالات آب و الکترولیت و همچنین دادن داروها از طریـق داخـل عروقی.

- D (Disability):

توجه به وسعت و شـدت نـاتوانی حسـی و عصـبی مصـدوم بـا عنایـت بـه وضـعیت نورولوژیک بیمار و با معاینه دقیق نورولوژیک.

- E (Expose/ environment):

درآوردن لباس‌ها خصوصا توجه به آلودگی، شستشو و حمام دادن مصدوم و بیمار، توجه به هایپو و یا هایپر ترمی بیمار و درمان علامتی و کنترل تب.

- E (Epidemiology):

توجه به تاریخچه تماس، محدوده تماس و شرح حال بیماران از نظر اپیدمیولوژی.

- E (Epidemic):

آیا ابتلا فردی بوده و یا گروهی بوده است؟ توجه به محل و مکان خاص وقوع حادثه.

- E (Exotic):

آیا علائم و یافته‌های بالینی در مصدومین و بیماران حادثه، غیر معمول بوده است؟

نکته: بلافاصله پس از انجام مراحل مختلف مراقبت اولیه، مراقبت ثانویه باید شروع گردد.

ج-۲- مراحل مراقبت‌های ثانویه مصدومین حوادث زیستی:

مرحله اول (A)

پیش‌بینی انتشار و شیوع سلاح‌های زیستی به‌کاررفته (الگوی تشخیص و شناخت- حوادث و تلفات متعدد)

مرحله دوم (B)

باید دقت و احتیاط بسیار نمود (توجه به حفاظت شخصی دقیق) که خود شامل:

الف) احتیاطات استاندارد برای اغلب حوادث زیستی

ب) پس از وقوع حادثه، استفاده از ماسک و حفاظت از سطوح مخاطی و نیز استفاده از تجهیزات مناسب مانند عینک جهت محافظت از چشم‌ها ضروری است.

ج) اگر در حمله زیستی از عواملی همچون طاعون، تب‌های هموراژیک ویروسی و آبله استفاده شده است، رعایت احتیاطات اختصاصی و انجام اقدامات مرحله هفتم به شرح ذکر شده، ضروری است.

مرحله سوم (C)

ادامه انجام برنامه‌های حمایتی بیماران جهت ادامه حیات و زنده ماندن مصدومین

مرحله چهارم(D1)

رفع آلودگی از بیمار و همچنین ایزوله نمودن بیمار و مصدوم بر اساس راهکارها و آلگوریتم‌های مطروحه در مباحث فوق

مرحله پنجم (D2)

تشخیص بیماری بر اساس:

۱- تاریخچه مختصر: شروع حاد، تاریخچه تماس، تعداد بیماران و مبتلایان، علائم اولیه همراه با تب، علائم تنفسی، علائم عصبی و پوستی
۲- یافته‌های معاینات بالینی شامل علائم حیاتی، علائم درگیری قلبی، تنفسی، عصبی و پوستی
۳- تست‌های آزمایشگاهی از جمله شامل شمارش سلولی، بیوشیمیائی، تست‌های کبدی و انعقادی، آزمون‌های میکروب‌شناسی خصوصا تست‌های تشخیصی سریع از نمونه‌های بالینی مانند تست‌های مولکولار
۴- تست‌های تصویرنگاری مانند رادیوگرافی قفسه سینه
۵- حدس و گمان تشخیصی تقریبا قطعی بیماری

مرحله ششم (D3)

انجام اقدامات درمانی و داروئی خصوصا اقدامات درمانی اختصاصی با توجه به تشخیص تقریبی و نسبتاً مشخص بیماری در این مرحله.

مرحله هفتم (E1)

کنترل اپیدمی حادثه زیستی و عفونت، از جمله موارد زیر:

۱- طاعون: احتیاطات و ایزولاسیون ترشحات تنفسی و استنشاقی(پنومونی)

۲- تب های هموراژیک ویروسی: احتیاطات استاندارد تماسی جهت جلوگیری از تماس ترشحات بالینی بیمار و مصدوم با مخاطات
۳- آبله : احتیاطات استنشاقی
۴- سیاه‌زخم تنفسی: احتیاطات و ایزولاسیون ترشحات تنفسی و استنشاقی
۵- برای بقیه موارد، حداقل احتیاطات استاندارد عام

مرحله هشتم (E2)

گزارش وقوع اپیدمی به مراجع ذیصلاح

مرحله نهم (E3)

تحقیق و رسیدگی دقیق و جامع اپیدمیولوژیک حادثه زیستی

مرحله دهم (E4)

آموزش و دادن آگاهی به دیگران خصوصا افراد در معرض خطر

فصل دوم

تشخیص و نحوه مواجهه با عوامل زیستی

مقدمه

از زمان های گذشته، اطبا در تلاش بوده‌اند تا به هر نحو ممکن اتیولوژی بیماری‌های عفونی (باکتریایی، ویروسی، انگلی و قارچی) را در حداقل زمان ممکن شناسایی و هویت آن را تعیین نمایند تا از این طریق ضمن کاهش هزینه‌های درمانی، از شیوع بیماری نیز جلوگیری نمایند. به این ترتیب، روش‌های تشخیص آزمایشگاهی ابداع شد و با گذشت زمان و مقتضیات روز، هر یک از این روش‌ها مورد استفاده مراکز درمانی قرار گرفت. به‌طوری‌که با استفاده از این روش‌ها، امکان تشخیص و درمان عوامل ایجادکننده بیماری‌ها چه به‌صورت همه‌گیری و چه به صورت تک‌گیر (اسپورادیک) فراهم شد.

تنها در حالت ایده‌آل، عامل بیماری در یک نمونه مناسب تشخیص داده می‌شود. روش‌های کشت به‌دلیل رشد آهسته یا عواملی که برای رشد، نیازمند مواد زیادی هستند دارای محدودیت است. در کشت نمونه‌های پاتوژن، نیاز به محیط اختصاصی آن می‌باشد. سیستم‌های اتوماتیک که از محیط‌های غنی‌شده غیر اختصاصی برای کشت خون استفاده می‌کنند، امکان جداسازی نه‌چندان سریع عوامل شناخته‌شده باکتریایی را ایجاد نموده اند. به هر حال، تعداد کمی از عفونت‌ها با باکتریمی همراه است و ممکن است جدا کردن عامل آلودگی مشکل باشد. شناسایی و آنتی‌بیوگرام باکتری‌های جداشده وقت‌گیر است. اگر کشت مشکل باشد یا اینکه نمونه‌گیری در زمان مناسب صورت نگرفته باشد، تشخیص اغلب بر اساس سوابق بیماری و بررسی آنتی‌بادی صورت می‌گیرد.

این محدودیت‌ها و زمانبری، سبب شده است تشخیص عوامل بیولوژیک با روش‌های سنتی میکروب‌شناسی با تأخیر صورت گیرد. در نتیجه، درمان عفونت اغلب بر اساس یافته‌های بالینی و حدس‌های متخصصان شروع می‌شود. این امر ممکن است سبب استفاده نامناسب از آنتی‌بیوتیک در فردی که بیماری ویروسی دارد شود. همچنین

باعث استفاده از مواد وسیع‌الطیفی گردد که سبب به‌وجود آمدن مقاومت دارویی می‌شود. به‌علاوه، اگر درمان تجربی مؤثر نباشد بیماری بدتر خواهد شد و عفونت را نیز به دیگران منتقل می‌کند. افزون بر اینها، نحوه رهاسازی و انتشار عوامل جنگی بیولوژیک، تعیین‌کننده روش‌های ردیابی و شناسایی آنهاست. همچنین علائم، نشانه‌ها و خصوصیات بیماری‌های ایجادشده در یک منطقه باید مورد توجه قرار گیرند.

الف- ارزیابی همه‌گیری شناختی

بررسی‌های همه‌گیری شناختی به‌ویژه در طی یک حمله بیولوژیک و بیوتروریستی که احتمال به‌کارگیری سویه‌های واجد خصوصیات فنوتیپی و ژنوتیپی تغییریافته و غیر معمول وجود دارد، برای تعیین عامل به کار گرفته‌شده و افتراق آن با سویه‌های اندمیک و معمول بسیار کمک‌کننده می‌باشند. دستیابی به این مهم، امروزه با توسعه روش‌های پیشرفته مولکولی امکانپذیر شده است.

ب- چک لیست فرمانده حادثه

۱. اصول حفاظتی را در مورد خود رعایت کنید.

۲. مرکز فرماندهی حادثه را تشکیل دهید.

۳. مراکز امن برپا کنید؛ بالای بلندی‌ها و در خلاف جهت باد مستقر شوید. (باد از سمت شما به سمت منطقه آلوده بوزد).

۴. با تجهیزات مخصوص، اطراف منطقه آلوده را محصور کنید.

۵. اطلاعات را با توجه به مفاهیم «حادثه/ تهدید/ مشکوک» جمع‌آوری کنید.

۶. تجهیزات حفاظت فردی (PPE) و ابزارهای کنترل آلودگی مناسب انتخاب کنید.

۷. مطمئن شوید که هیچ‌یک از افراد تیم بدون PPE مناسب وارد منطقه آلوده نمی‌شوند.

۸. قربانیان را به مناطق امن منتقل و اطلاعات شخصی، شماره تماس و آدرس آنها را جمع‌آوری کنید.

۹. مراکز بهداشتی درمانی را آگاه سازید.

۱۰. شواهد را مشخص و ارائه دهید.

۱۱. در رابطه با اطلاع‌رسانی، راهبردی مؤثر به‌کار ببرید.

۱۲. یک فرد مناسب به‌عنوان رابط بهداشتی مشخص کنید.

۱۳. سطح مناسب پاسخی را که مورد نیاز است معین کنید.

۱۴. تیم‌های تخصصی جهت اعزام به محل حادثه، شناسایی و ارزیابی مناطق مشخص‌شده را درخواست کنید.

۱۵. کارکنان را در رابطه با رعایت ایمنی مناسب در محل توجیه کنید.

۱۶. عملیات رفع آلودگی را به انجام برسانید.

۱۷. ارزیابی خطر را انجام دهید.

۱۸. از این که سایر خطرات انفجاری، پرتوی و شیمیایی، منطقه را تهدید نمی‌کنند مطمئن شوید.

۱۹. محدودسازی مخاطرات و محصورسازی منطقه آلوده را انجام دهید.

۲۰. چنانچه امکانات و منابع اضافی لازم است آنها را مشخص کنید.

۲۱. عملیات پاکسازی را انجام دهید.

۲۲. دستورالعمل‌های کامل عملیات پاکسازی را به سازمان‌های مسئول رفع آلودگی و پاکسازی محیط ارائه دهید.

۲۳. سازمان‌های ملی و بین‌المللی مرتبط را آگاه سازید.

ج- ارزیابی خطر

به منظور حفظ امنیت مردم، جامعه و اعضای تیم‌های مقابله با حوادث زیستی لازم است یک ارزیابی جامع، کامل و سریع از مخاطرات احتمالی به عمل آید. این ارزیابی مشخص می‌کند که عامل تهدید چیست، به چه شکل (پودر یا مایع) است و میزان اثرگذاری آن به شکل ذرات پخش‌شده در هوا چقدر است.

با ارزیابی خطر می‌توان تفاوت بین یک تهدید واقعی با یک شوخی یا فریب را تشخیص داد. در مورد تهدیدات واقعی، پس از ارزیابی خطر می‌توان نسبت به تکمیل امکانات پزشکی و راهبرد مداخلات پزشکی اقدام و تجهیزات حفاظت فردی (PPE) مناسب را انتخاب کرد. نواحی مناسب جهت تخلیه و انتقال مصدومین زیستی و مسیرهای انتقال را شناسایی و تمرین‌های مناسب جهت محدودسازی و رفع آلودگی انجام داد. خطرناکترین شکل عوامل که همان پودر است ممکن است با جریان هوا حرکت کند. از این خاصیت می‌توان در مدل‌سازی جهت تعیین مناطق در معرض خطر بهره گرفت. چنانچه تجهیزات پیشرفته‌ای در اختیار نباشند که بتوانند به سرعت عوامل زیستی را تشخیص دهند، ارزیابی خطر واقعه بیوتروریستی نیز با مشکل مواجه می‌شود.

د- اجزای یک طرح ارزیابی خطر زیستی

۱. رعایت اصول حفاظت فردی مانند: استقرار در نواحی امن مرتفع و خلاف جهت باد.

۲. جمع‌آوری تمام اطلاعات مهم و قابل اعتماد در مورد انفجارها، نشانه‌ها و علائم قربانیان و مصدومین، زمان موجود بین مواجهه فرد با عوامل زیستی تا شروع نشانه‌ها مثل بو، عوامل یا مواد قابل مشاهده، وسایل و ظروف زباله.

۳. طراحی و شبیه‌سازی خطرات استقرار افراد در مناطق پست و نواحی پر خطر.

۴. تعیین و شناسایی مصدومین و افرادی که در معرض خطر هستند مانند: کارکنان تیم تخلیه، اعضای تیم‌های پزشکی، افراد مستقر در پناهگاه‌ها در منطقه آلوده.

۵. انتخاب سطح مناسب تجهیزات حفاظت فردی به منظور ارزیابی خطرات انفجاری، ارزیابی خطرات شیمیایی، ارزیابی خطرات پرتوها.

۶. تعیین تیم‌های پاکسازی و تجهیزات آنها.

۷. اطمینان از اینکه پیش از به‌هم ریختن صحنه، از آن حادثه عکس و فیلم تهیه شده است.

۸. طراحی آزمون‌های احتمالی موارد خطر در صحنه و جمع‌آوری نمونه‌ها برای بررسی آزمایشگاهی.

۹. انجام هماهنگی با آزمایشگاه دریافت‌کننده نمونه‌ها جهت تعیین روش آماده‌سازی آنها.

ه- آگاه‌سازی مراکز بهداشت عمومی

ارائه معیارهای قطعی و مشخص جهت چگونگی آگاه‌سازی این مراکز قدری مشکل است زیرا بیماری‌های ناشی از عوامل زیستی در ابتدا شبیه بیماری‌های معمولی ظاهر می‌شوند. با این وجود، برخی شرایط خاص وجود دارند که به محض رویت آنها باید با همکاری بین سازمان‌های مسئول، یک حادثه بیو لوژیک را شناسایی و مدیریت کرد.

- علائم هشداردهنده‌ای که مراکز انتظامی و امنیتی را ملزم به همکاری با سازمان‌های نظامی و بهداشتی می‌کند:

۱. کسب هرگونه اطلاعاتی که نشان دهد فرد یا گروهی از افراد به طور غیر قانونی عوامل زیستی در اختیار دارند.

۲. کسب شواهدی دال بر استفاده از تجهیزات، وسایل پخش مواد، مدارک یا سایر مواد مرتبط توسط افراد که ممکن است در تولید یا استفاده از عوامل زیستی مفید باشند.

۳. هرگونه ارزیابی و بررسی که نشان‌دهنده وجود تهدیدات زیستی در منطقه باشد.

- علائم هشداردهنده‌ای که مراکز بهداشتی- درمانی را ملزم به همکاری با سایر سازمان‌ها می‌کند:

۱. هرگونه اطلاعات یا مدرکی که نشان دهد یک بیماری از روی قصد و عمد، شیوع پیدا کرده است.

۲. نتایج آزمایشگاهی که وجود یک واقعه تروریستی- زیستیی مانند موارد زیر را تأیید کند:

- سیاه‌زخم تنفسی - طاعون ریوی – ریسین - آبله

۳. مراجعه شمار زیادی از مبتلایان به یک بیماری با علائم مشابه در زمان محدود

۴. وقوع مرگ بدون دلیل

۵. ظهور و پیدایش بیماری‌های نادر و غیر شایع مانند:

- سیاه‌زخم تنفسی - طاعون ریوی

۶. هر بیماری‌ای که در یک منطقه جغرافیایی یا در مقطع زمانی غیر طبیعی مشاهد شود مانند:

- ابولا در یک منطقه غیر بومی – بیماری‌های شبه آنفولانزایی در تابستان

و- اولویت های برخورد با بیو تروریسم و حملات زیستی

کارکنانی که وظیفه برخورد با حادثه بیوتروریستی را دارند، باید وظایف محوله را در محدوده آموزش‌های خود، شبکه‌های حمایتی و تجهیزات مربوط به انجام رسانند. ایمنی افراد اولین قدم در این راستا می‌باشد.

۱. منابع انسانی

۲. کارکنان خط مقدم

۳. تیم تخصصی

۴. مشاور زیستیی

۵. تیم‌های بررسی

۶. تیم‌های ارتباط با رسانه‌ها

۷. ایمنی

۸. آموزش

مراکز نظامی و انتظامی باید جهت کارکنانی که در زمینه برخورد با بیوتروریسم فعالیت دارند و در واقع در خط اول مقابله با تهدیدات بیوتروریستی هستند، مکان‌های اقامتی جداگانه‌ای را به‌منظور جلوگیری از آلودگی خانواده‌ها در نظر بگیرند.

ز- ردیابی حمله زیستی یا بیوتروریسم

برخی نشانه‌ها که نشان‌دهنده انجام یک پدیده بیوتروریستی هستند به شرح زیر می‌باشند:

۱. تلاش برای جذب افراد دارای تحصیلات یا تجربیات مرتبط با علم میکروب‌شناسی، پزشکی یا مهندسی.

۲. ساختمان‌های دارای سیستم‌های تهویه دستکاری‌شده

۳. وجود لباس‌ها، دستگاه‌های تنفس و ماسک‌های محافظ در محل

۴. وجود حیوانات آزمایشگاهی، قفس‌ها و تجهیزات مرتبط

۵. محیط‌های کشت باکتریایی یا ویروسی

۶. واکسن‌ها و آنتی بیوتیک‌ها

۷. تجهیزات آزمایشگاهی

۸. خرید گیاهان، بذرها یا حبوباتی که به عنوان تأمین کننده منابع توکسین شناخته شده‌اند.

۹. وجود انبارهای مواد ضد عفونی کننده یا تمیز کننده‌های ضد میکروبی.

۱۰. مشاهده دستورالعمل‌های تهیه و تولید عوامل بیولوژیک.

۱۱. تجهیزات پخش‌کننده نظیر دستگاه‌های اسپری‌کننده، مخازن پرفشار و ابرسازها

ح- معیارهای انتخاب روش تشخیصی مناسب تهدیدات زیستی

تشخیص عامل بیماری و تعیین حساسیت آنتی‌بیوتیکی آن به همان میزان که در بیشتر موارد تأییدکننده بیماریزایی عامل می‌باشد در مدیریت بالینی بیماری نیز مفید است. اگر چه این اطلاعات اغلب برای کنترل بیماری کفایت نمی‌کند ولی برای پایش و ارزیابی روش‌های کنترلی و تشخیص شیوع بیماری‌ها و طبقه‌بندی آنها کاربرد دارد.

علاوه‌براین، استفاده از اطلاعات اپدمیولوژیک و میکروبیولوژیک برای تشخیص عواملی نظیر منشأ و ریشه‌های انتقال بیماری نیز ضروری است. در خصوص شناسایی عامل بیولوژیک یا بیوتروریسم، استفاده از انگشت‌نگاری (Fingerprinting) و تعیین ساب‌تایپ نمونه‌های مجزاشده از محیط به صورت سریع، ضروری است. روش‌های فنوتایپینگ و ژنوتایپینگ گوناگونی برای تعیین ساب‌تایپ پاتوژن‌های مختلف ابداع شده است. تلاش برای دستیابی به روش‌های مناسب‌تر بی‌وقفه ادامه دارد.

در هر حال، انتخاب یک روش به عواملی از قبیل قدرت تشخیص در حد تایپ، تکرارپذیری، قدرت افتراق‌دهی، آسانی استفاده، تفسیر و قیمت بستگی دارد.

پیش از تشخیص آزمایشگاهی و انتخاب روش مناسب باید به نکات زیر توجه کرد و در صورت مشاهده، به حمله زیستی شک کرد.

۱- تلفات گسترده و ناگهانی پرندگان، آبزیان، جوندگان و پستانداران وحشی و اهلی

۲- تغییرات ملموس و قابل‌مشاهده در گیاهان نزدیک به محل زندگی انسانها

۳- وفور جمعیت‌های مختلف حشرات در محیط زندگی انسان

از آنجا که بدن انسان با ارگانیسم‌های تغییریافته جدید (بازپدید یا نوپدید) تماس نداشته است، پس ممکن است:

۱- در یک گروه سنی خاص، بیماری شدید و با قدرت انتشار زیاد ظاهر گردد.

۲- ویرولانس ارگانیسم مربوطه از حد معمول بیشتر و اغلب در مدت کوتاهی به حد بحرانی برسد.

۳- ممکن است به طور غیر قابل انتظاری آنتی‌بیوتیک‌ها بی‌تأثیر باشند.

در این موارد احتمالاً استفاده از مطالعات اپیدمیولوژیک، مولکولی و نیز روش‌های ژنتیکی می‌توانند مؤثر باشند.

برای انتخاب یک روش جهت تیپ‌بندی و تشخیص در بررسی‌های اپیدمیولوژیک، باید معیارهای زیر را مورد توجه قرار داد:

۱- قابلیت تایپ‌بندی

۲- تکرارپذیری

۳- قدرت افتراق‌دهی

۳- سادگی روش

۴- وسعت کاربرد

۵- سرعت انجام

۶- سادگی تفسیر روش

به طور کلی، روش‌های تیپ‌بندی عوامل میکروبی به دو دسته روش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی تقسیم‌بندی می‌شوند. روش‌های فنوتیپی یا به عبارت دیگر، روش‌های سنتی شامل آن دسته از روش‌هایی هستند که محصولات بیان یک ژن یا ژنهای خاصی را برای اهداف اپیدمیولوژیک دنبال می‌کنند. ویژگی‌هایی همچون پروفایل بیوشیمیایی (مورد توجه در بیوتایپینگ)، آنتی‌ژن‌های موجود روی سطح سلول‌های میکروبی (اساس سروتایپینگ)، الگوی حساسیت و مقاومت آنتی‌بیوتیکی (آنتی‌بیوگرام)، پروفایل باکتریوفاژی (باکتریوفاژتایپینگ) و غیره با این روش‌ها قابل بررسی می‌باشند. روش‌های فنوتیپی مبتنی بر این ویژگیها از کارآیی پایینی برخوردارند. با این حال، در بعضی مواقع این روشها در توصیف سیمای اپیدمیولوژیک بیماری‌های عفونی مفید بوده‌اند. مزیت این روش‌ها، در سادگی انجام و همچنین در دسترس بودن بعضی مواد و معرف‌های لازم برای انجام آنها است. از محدودیت‌های این روش‌ها، می‌توان به متغیر بودن نتایج (عدم تکرارپذیری)، پرزحمت بودن آزمایش‌ها، طولانی بودن زمان آزمایش و طیف محدود استفاده آنها اشاره کرد.

ط- مشکلات و محدودیت های موجود در روش‌های تشخیصی

موفقیت‌های فناوری آزمایش‌های مولکولی مانند هر روش تشخیصی دیگر، تعاریف کلینیکی مرتبط با یکدیگر را به چالش می‌کشند. روش‌های مولکولی، اغلب از روش‌های قدیمی با استاندارد طلایی (بسیار اختصاصی) که پس از سالها تجربه تثبیت شده‌اند، حساس‌تر هستند. با این حال، تفسیر تست‌های مولکولی، نیازمند مطالعات پژوهشی بیشتر و تشریح مارکرهای بیماریزایی می‌باشد؛ مثلاً، تفسیر وجود ژن‌های بیماریزا toxA/toxB در کورینه باکتریوم دیفتریه، الزاماً به معنی بیان ژن‌های مربوط به این سموم نیست. به طور بالقوه استفاده از mRNA در تست‌های مولکولی (RT-PCR) برای سنجش فعالیت آنتی‌ژنی سموم مفیدتر است. در حال حاضر، توصیه می‌شود تست‌های مولکولی به‌عنوان مکمل کشت، در تشخیص به کار برده شوند ولی جایگزین آنها نشوند. به‌علاوه، باکتری‌های مجزاشده از کشت هنوز نیازمند انجام آنتی‌بیوگرام و مشخص کردن ساب‌تایپ‌های اپیدمیولوژیک هستند. با این حال، همان‌طور که روش‌های مولکولی پذیرفته شده‌اند تمایل به استفاده از روش‌های کشت کم می‌شود؛ به‌خصوص در مواردی که کشت میکروبیولوژیک وقت‌گیر و نیازمند محیط‌های اختصاصی باشد. روش‌های مولکولی اغلب برای تشخیص مستقیم مارکرهای مقاوم به عوامل ضد میکروبی در نمونه به کار می‌روند.

ی- نتایج کاذب و منفی در تشخیص تهدیدات زیستی

متأسفانه کاربردهای غیر صلح‌آمیز روش‌های مهندسی ژنتیک می‌تواند یک میکروب غیر بیماریزا را به عاملی بسیار کشنده تبدیل نماید. هم‌اکنون موارد بسیاری از پیوند نمودن ژن‌های رمزکننده سموم بسیار خطرناک مانند سم بوتولینوم، ریسین، سم مار و عقرب و همچنین انتقال ژن‌های رمزکننده عوامل کشندهٔ عفونی مانند وبا، طاعون و سیاه‌زخم به میکروب‌های بی‌خطر گزارش شده است. بدیهی است در صورت

به‌کارگیری روش‌های فوق برای تشخیص این عوامل، روش‌های آزمایشگاهی مرسوم، این عوامل را بی‌خطر شناسایی خواهد نمود.

توسعه روش‌های زیست‌شناسی مولکولی، شناسایی ژن‌های مسئول بیماریزایی و ویرولانس عوامل عفونی خطرناک و ژن‌های رمزکننده سموم، این امکان را فراهم ساخته است که بتوان با این روش‌ها با دقت و سرعت فراوان به شناسایی میکروب‌های خطرناک پرداخت. کارآیی این روش‌ها در عرصه عمل و مناطق جنگی، مورد آزمایش قرار گرفته است به نحوی که در جنگ خلیج فارس نیروهای متحد غربی با احتمال به‌کارگیری عوامل بیولوژیک توسط عراق، از این روش‌ها و تجهیزات مورد نیاز آنها استفاده کردند. در ادامه به تعدادی از این روش‌ها اشاره می‌شود.

ک- نمونه‌برداری در حوادث زیستی

روشهای جمع‌آوری نمونه که در زیر شرح داده می‌شوند، خاص زمانی است که احتمال حضور یک عامل زیستی وجود دارد. جمع‌آوری نمونه‌های زیستی باید توسط تیم‌های متخصص و آموزش‌دیده انجام پذیرد و بر اساس روش‌های خاص که از قبل طراحی شده و نیز پس از هماهنگی با آزمایشگاه مقصد انجام پذیرد.

ل- ترکیب تیم نمونه‌برداری

ترکیب این تیم‌ها ممکن است بر اساس راهبردهای کشورهای مختلف متفاوت باشد. به عنوان یک قاعده کلی، یک تیم نمونه‌برداری باید حداقل شامل سه نفر باشد: دو نفر برای نمونه‌برداری و یک نفر نیز برای عکس‌برداری و ثبت یادداشت‌های ضروری.

م- اقدامات قبل از ورود به منطقه آلوده

۱. نحوه جمع‌آوری و بسته‌بندی نمونه‌ها باید از قبل با آزمایشگاه مقصد هماهنگ شده باشد.

۲. پس از تعیین محل‌ها و تعداد نمونه‌هایی که باید جمع‌آوری گردد یک طرح جامع در مورد نحوه جمع‌آوری نمونه‌ها تهیه شود.

۳. تجهیزات ضروری باید مشخص شده باشد.

۴. تجهیزات مخصوص جمع‌آوری نمونه‌های مختلف را بر اساس نوع نمونه (مایع، پودر و ...) از هم جدا کنید.

۵. بسته‌های داخلی اولیه را به ازای هر نوع نام‌گذاری کنید و برچسب بزنید.

۶. کیت‌های نمونه‌برداری از پیش‌آماده‌شده را بر اساس موارد موجود در طرح جامع نمونه‌برداری کنترل کنید.

۷. تجهیزات ذخیره و اضافه پیش‌بینی کنید.

۸. نمونه‌های کنترل تهیه کنید (بر اساس بخش «نمونه شاهد» که در زیر می‌آید.)

۹. پیش از ورود به محل، سایر تجهیزات ضروری را تهیه کنید:

- سبد حمل، کیسه پلاستیکی، سطل
- تجهیزات نمونه‌گیری، کیت
- پوشش پلاستیکی برای کف (روی زمین)
- تجهیزات عکاسی و فیلم‌برداری (ضد آب)
- رادیو بی‌سیم (ضد آب یا بسته‌بندی‌شده درون یک محفظه پلاستیکی)
- قلم و کاغذ ضد آب

۱۰. خطرات احتمالی را مشخص و یک کارگاه آموزش ایمنی برای کارکنان برگزار کنید.

ن- نمونه‌های شاهد

وجود نمونه‌های شاهد از این نظر لازم است که نشان دهد در طول فرآیند نمونه‌برداری، لوله‌های جمع‌آوری نمونه‌ها از قبل استریل بوده و در حین نمونه‌برداری، با آلودگی محیط، آلوده نشده است.

در اولین فرصت ممکن و به ازای هر نوع نمونه‌ای که از محیط تهیه شده است، یک نمونه شاهد تهیه و آماده سازید. به‌عنوان مثال، اگر نمونه‌هایی از خاک یا آب منطقه آلوده تهیه می‌کنید همراه نمونه‌هایی از خاک و آب مناطق دیگر باشد که اطمینان دارید آلودگی ندارند. در عین حال، برای شرایطی که شبیه محل آلوده هستند روی نمونه‌ها برچسب «نمونه شاهد» بزنید.

س- اقدامات عمومی

طرح‌های مربوط به جمع‌آور نمونه‌ها و ایمنی مربوطه باید پیش از شروع عملیات آماده شده باشند. حصول اطمینان از امنیت کارکنان، جمع‌آوری نمونه‌های مفید، جلوگیری از آلوده شدن نمونه‌ها و رعایت دقیق اصول کار، از عمده مواردی هستند که لازم است در هنگام نمونه‌برداری به آنها توجه کرد.

ع- راهنمای نمونه‌برداری

۱. وارد منطقه شوید و محلی پاک را علامت‌گذاری کنید.

۲. از صحنه عکس بگیرید.

۳. یک زیرانداز پلاستیکی در محلی تمیز پهن کنید و تمام ابزار کار را روی آن بگذارید.

۴. تمام منطقه نمونه‌گیری را با علایم مخصوص مشخص سازید، از آنها عکس بگیرید و اطلاعات را ثبت کنید.

۵. افرادی که متصدی جمع‌آوری نمونه‌ها هستند باید چند لایه دستکش روی هم بپوشند.

۶. در فاصله زمانی بین دو نمونه‌گیری باید دستکش رویی عوض شود تا آلودگی متقاطع ایجاد نکند.

۷. تا زمانی که فرد در محل آلوده است تحت هیچ شرایطی نباید دستکش زیرین را که با دست تماس دارد خارج نماید.

۸. هرگاه شک کردیم که دستکش جهت نمونه‌گیری تمیز نیست باید یک جفت دستکش اضافی روی آن بپوشیم.

۹. تمام ابزار و وسایل مثل پیپت‌ها و دستکش‌ها باید تنها برای یک بار نمونه‌برداری مصرف شوند و پس از انجام کار، درون یک سطل زباله‌ی در بسته جمع‌آوری گردند.

۱۰. چنانچه دستکش خارجی به شدت آلوده شد و یا آسیب دید آن را در آورید، دستکش زیرین را خوب بررسی کنید و در نهایت، یک جفت دستکش نو روی آن بپوشید.

۱۱. چنانچه دستکش زیرین هم آسیب دیده بود صلاح است این فرد محل را ترک کند تا آلودگی‌زدایی شود. به تیم رفع آلودگی اطلاع دهید که دستکش زیرین این فرد آسیب دیده است.

۱۲. چنانچه از حداقل نفرات استفاده می‌کنید (یعنی دو نفر) یکی را به عنوان اپراتور تمیز و دیگری را اپراتور آلوده نام‌گذاری کنید. اپراتور تمیز، ابزار تمیز را انتخاب کرده و برمی‌دارد و در اختیار اپراتور آلوده می‌گذارد.

۱۳. سپس اپراتور آلوده نمونه‌ها را جمع‌آوری می‌کند و آنها را به ظروف و لوله‌های مناسب منتقل می‌سازد. این لوله به‌عنوان لوله داخلی تلقی می‌گردد و سپس درون لوله دیگری به‌نام لوله بیرونی گذاشته می‌شود.

۱۴. هر دو لوله‌های درونی و بیرونی را بر اساس اطلاعات و مشخصات مربوطه به صورت زیر برچسب بزنید:

- شاخص نمونه‌ها (مثل شماره نمونه)
- نوع ماده (پودر، مایع، پارچه و ...)
- تاریخ نمونه‌برداری
- نام و مشخصات نمونه‌بردار
- مکانی که در آن نمونه گرفته شده است.

۱۵. موارد زیر را در دفترچه ثبت نمونه‌ها درج کنید: تاریخ ، شاخص نمونه و توضیحات مربوط به نمونه، عکس‌های گرفته‌شده را ضمیمه کنید.

۱۶. اطمینان حاصل کنید که مواد خطرناک با حفاظت فیزیکی مناسب منتقل شده و تمام الزامات و استانداردهای ملی و یا بین‌المللی رعایت شده است.

ف- ظرف کشت

۱. ظرف کشت را با پارافیلم مهر و موم کنید.
۲. لبه‌های آن را با نوار چسب مخصوص نمونه‌برداری ببندید و روی آن را تاریخ زده و امضا کنید. (مشخصات نمونه‌بردار روی ظرف نوشته شود.)
۳. ظرف کشت را داخل یک زیپ کیپ یا محفظه پلاستیکی قرار دهید.
۴. ظرف کشت را در دمای یخچال نگهداری کنید.

ص- استفاده از لام‌های میکروسکوپ

۱. لام میکروسکوپ را داخل یک لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌متری استریل قرار دهید.
۲. در آن را با پارافیلم بپوشانید.
۳. لوله‌ها را درون یک زیپ کیپ یا ظرف پلاستیکی قرار دهید.

ق- شرایط نگهداری نمونه‌های شاهد

نمونه‌های زیستی به گرما و نور خورشید حساس هستند. در کوتاه‌ترین زمان ممکن، نمونه‌ها را به آزمایشگاه مقصد منتقل کنید. در صورت نیاز، امکان انتقال نمونه‌ها در یک محفظه خنک را فراهم کنید. جهت حفظ دمای مناسب اقدامات زیر را انجام دهید:

۱. چنانچه نمونه سرد است، آن‌را همچنان سرد نگه دارید (منجمد نکنید)
۲. چنانچه نمونه گرم است آن را خنک کنید.
۳. چنانچه نمونه منجمد شده است، کماکان آن را منجمد نگه دارید.

ر- شرایط نگهداری از نمونه‌ها

به منظور محافظت از نمونه‌ها و نگهداری صحیح آنها، رعایت سلسه اقدامات و ثبت موارد خواسته‌شده ذیل الزامی است:

زنجیره محافظت از نمونه‌ها

۱. تاریخ و زمان حادثه
۲. نام افسر مسئول حادثه
۳. توصیف مختصر حادثه
۴. توصیف نمونه (مثل پودر، دانه یا گرانول)

۵. جزئیات مسئولیت تمام افراد در امر جمع‌آوری، بسته‌بندی و انتقال نمونه
۶. نام آزمایشگاه مقصد
۷. زمان دریافت نمونه (ممکن است تأخیر در زمان انتقال صورت گرفته باشد)
۸. شماره تلفن‌های ضروری مرتبط با ارتباط‌های آنی

ش- نمونه هایی از پروتکل‌های نمونه‌گیری

پروتکل‌هایی از جمع‌آوری نمونه از عوامل تهدیدات زیستی مورد استفاده در جنگ‌های زیستی و بیوتروریسم تدوین گردیده است که در ادامه به تعدادی از این روش‌ها اشاره می‌گردد.

ش-۱- مایعات زیستی

مایعات زیستی را می‌توان با اطمینان از حفظ ایمنی لازم درون لوله‌های پلاستیکی و استریل جمع‌آوری کرد.

پروتکل نمونه‌برداری از مایعات زیستی:

۱. لوله‌های سانتریفیوژ را با عدد یا کد مشخص کنید و برچسب بزنید.
۲. از پیپت یک‌بارمصرف جهت انتقال ۱ تا ۳ میلی‌لیتر مایع به لوله سانتریفیوژ استفاده کنید و درب آن را ببندید.
۳. لوله سانتریفیوژ را داخل یک لوله استریل پلاستیکی دیگر (ظرف دوم) قرار دهید.
۴. درب ظرف دوم را با پارافیلم مهر و موم کنید.
۵. ظرف اخیر را داخل یک محفظه پلاستیکی ۵۰ میلی‌لیتری قرار دهید و درب آن را ببندید.

۶. اطراف درب محفظه پلاستیکی را با چسب بپوشانید.

۷. این مجموعه‌ظرف‌ها را داخل یک کیف پلاستیکی قرار دهید که درب آن با زیپ بسته می‌شود. (زیپ کیپ)

ش-۲- پودرهای قابل مشاهده

پودرهای زیستی را می‌توان با ایمنی کامل درون لوله‌های پلاستیکی استریل بسته‌بندی کرد. هدف از بسته‌بندی نمونه‌ها در تمام موارد، افزون بر حفظ نمونه‌ها، ایجاد یک مسیر انتقال سالم و پیشگیری از انتشار آلودگی است.

پروتکل نمونه‌برداری از پودرهای زیستی:

۱. از یک قاشقک یا اسپاچولای استریل و یک‌بارمصرف استفاده کنید.

۲. پودر مورد نظر را با یک قلم مو یا فرچه کوچک از اسپاچولا یا قاشقک جدا سازید.

۳. مقدار کمی از این پودرها را درون یک لوله پلاستیکی یا لوله سانتریفیوژ استریل بریزید.

۴. لوله مذکور را با پارافیلم ببندید.

۵. این لوله‌ها را درون یک لوله پلاستیکی ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده و درب آن را با نوار چسب ببندید.

۶. لوله بزرگتر را درون زیپ کیپ قرار دهید.

ش-۳- پودرهای بسیار کم و ناچیز

پروتکل نمونه‌برداری از پودرهای به مقدار کم

۱. اپلیکاتور را از بسته‌بندی خود خارج کنید.

۲. نوک آن را با آب استریل مرطوب کنید تا چسبندگی آن زیاد شود.

۳. اگر لازم است سایر شواهد ارزشمند (مثل اثر انگشت) را نیز محافظت کنید، اپلیکاتور را به صورت خشک استفاده کنید.

۴. اپلیکاتور را با استفاده از تمام سطح آن روی قسمت آلوده بکشید.

۵. سر اپلیکاتور را روی سطحی به اندازه ۱۰×۱۰ سانتی‌متر بچرخانید.

۶. اپلیکاتور را داخل یک لوله پلاستیکی استریل ۵۰ میلی‌لیتری قرار دهید.

۷. دسته اپلیکاتور را با قیچی قطع کنید و درب لوله را مسدود کنید.

۸. لوله بزرگ را داخل یک کیسه پلاستیکی قرار دهید و درب آن را با چسب ببندید.

۹. ترجیحاً از سوآپ‌هایی استفاده کنید که دسته آنها به داخل درب ظرف چسبیده است (به جای اپلیکاتور)

به‌منظور افزایش موفقیت در جمع‌آوری نمونه‌ها، سعی کنید نمونه‌ها را از سطوح افقی و جاهای محصور مانند کمدها، دستگاه‌های تهویه یا گرماساز، شکاف‌ها و درزهای میز و سطوح محل انجام کار جمع‌آوری کنید.

ش-۴- نمونه‌های مواد غذایی

تحلیل آزمایشگاهی مواد غذایی برای آلودگی میکروبی مشمول برخی خطاها در طی نمونه‌برداری، انتقال و آماده‌سازی است. لذا برای نتیجه‌گیری بهتر باید تحلیل آزمایشگاهی مواد غذایی همسو با بررسی محیطی و شواهد اپیدمیولوژیکی انجام پذیرد.

در صورتی که در زمان نمونه‌برداری هیچ ماده غذایی مشکوکی شناسایی نگردد، نمونه‌های بیشتری به منظور دستیابی به اطلاعات کامل‌تر نیاز می‌باشد.

نمونه‌های مواد غذایی که برای جمع‌آوری و آزمایش مناسب می‌باشند شامل موارد ذیل است:

- اجزاء مصرفی برای آماده‌سازی مواد غذایی مشکوک؛
- مواد غذایی باقیمانده از یک خوراک مشکوک؛
- سایر مواد غذایی موجود در لیستی که می‌تواند از نظر اپیدمیولوژیکی مشکوک شناخته شود؛
- سایر مواد غذایی که مرتبط با نوع عامل بیماریزای مظنون می‌باشند؛
- مواد غذایی‌ای که ممکن است محیطی مناسب برای بقاء و رشد میکروارگانیسم‌ها را فراهم کند.

اگر ماده غذایی بسته‌بندی‌شده در یک حمله تروریستی به‌عنوان عامل مشکوک شناخته شود، لازم است نمونه‌هایی از مواد غذایی بسته‌بندی‌شده باز نشده (ترجیحاً با همان تاریخ و مشخصات) و جمع‌آوری گردد. در واقع، این مسئله کمک می‌کند به این که برآورد نمود به چه میزان مواد غذایی قبل از اینکه به مکان آماده‌سازی برسند، آلوده شده‌اند. چنانچه هیچ نوع باقیمانده‌ای از خوراک مشکوک نباشد، هر نوع اجزاء و محصولات خام که هنوز موجود می‌باشد می‌تواند نمونه‌برداری شود (انبار ذخیره مواد غذایی می‌بایست بررسی گردد)، حتی مواد غذایی که امکان بازیابی و جمع‌آوری آنها از مخزن پسماندها نیز وجود دارد، چنانچه جمع‌آوری و نمونه‌برداری گردند، ممکن است اطلاعات مفیدی را در شناسایی و کشف عامل طغیان بیماری ارائه دهند. شرایط جمع‌آوری نمونه، نام مالک و تهیه‌کننده و توزیع‌کننده غذا، اطلاعات برچسب و شناسه مواد غذایی بسته‌بندی‌شده، باید ثبت گردد به‌طوری‌که مسیرهای توزیع محصول در صورت لزوم مشخص باشد.

ش-۵- نمونه‌های محیطی در آلودگی های غذایی

هدف از جمع‌آوری نمونه‌های محیطی، شناسایی و ارزیابی میزان و مقادیر حتی جزئی از آلودگی است که منجر به وقوع طغیان گردیده است. نمونه‌های محیطی ممکن است از سطوح کاری، سطوح تماس تجهیزات با مواد غذایی، ظروف و سایر سطوح از قبیل سردخانه و فریزر باشد. نمونه‌های محیطی ممکن است شامل نمونه‌هایی از کارکنان دست‌اندرکار تهیه و توزیع مواد غذایی شامل نمونه‌های مدفوعی، خون یا سوآپ ترشحات بینی یا آب مصرفی برای آماده‌سازی غذا باشد. گوشت خام مرغ و خروس، خوک، گاو و یا سایر محصولات گوشتی اغلب آلوده به سالمونلا، کمپیلوباکتر ژژونی، یرسینیا انتروکولیتیکا، کلستریدیوم پرفرنژنس، استافیلوکوک اورئوس، اشرشیا کلی O۱۵۷ و سایر پاتوژن‌هایی است که به ترتیب زمانی در یک محیط آشپزخانه ممکن است ظاهر شوند. حال چنانچه هر یک از این عوامل در بروز یک طغیان مظنون باشند، تکه‌های باقیمانده از گوشت در سطوح یخچال و سردخانه و باقیمانده ذرات آن روی رنده یا تیغه‌های برش یا سایر ابزار و لوازم شامل دستمال نظافت میز، تخته‌های برش، خردکن و ... می‌تواند در شناسایی مقادیر حتی جزئی از منابع آلودگی مفید باشد.

ت- اصول مقابله و برخوردهای پزشکی

به‌منظور محافظت از کارکنانی که وظیفه مقابله با تهدیدات زیستی را دارند لازم است همواره کارکنان بهداشت و درمان در صحنه حضور داشته باشند. مراقبت‌های پزشکی باید برای کلیه افرادی که وارد محدوده آلوده می‌شوند و نیز آنهایی که در محل باقی می‌مانند، انجام شود.

یکی از فواید مهم حضور کادر پزشکی که از اهمیت نسبتاً بالایی برخوردار است این است که علاوه‌بر انجام اقدامات درمانی و پیشگیرانه برای افرادی که در خط اول

حمله ممکن است به طور تصادفی با عامل زیستی آلوده شده باشند، توانایی درمان صدمات ناشی از استرس‌های محیطی مانند گرمازدگی را نیز دارا هستند.

بسته به نوع عامل، ممکن است لازم باشد کادر پزشکی حاضر در محل جهت افراد تیم شناسایی و رفع آلودگی اقدام به تجویز آنتی‌بیوتیک یا واکسن کنند یا این‌که برای یک مدت نسبتاً طولانی پس از وقوع حادثه، مراقبت‌های پزشکی را ادامه دهند.

ث- تائید حمله زیستی از طریق بررسی‌های آزمایشگاهی

شناسایی نوع و مکان تولید عوامل زیستی در شناسایی مجری تهدید بسیار مهم و ضروری است. روش‌های متداول و کارآمد در تشخیص عوامل زیستی در ادامه آورده شده است.

خ- روش‌های ژنوتیپی، کارآمدترین روش در تشخیص عوامل زیستی

بیش از ۲۰ سال است که روش‌های مولکولی برای بهبود حساسیت و سرعت بخشیدن به تشخیص بیماری‌های عفونی به‌کار می‌رود. اما استفاده منظم از این روش‌ها هنوز محدود به پاتوژن‌هایی است که کشت آنها در آزمایشگاه مشکل است. با این حال، زمانبری کم، امکان تهیه کیت‌های تجاری، کیفیت بالا و خودکار بودن این روش‌ها سبب افزایش تقاضا برای استفاده از آنها شده است. افزون بر این، نیاز به روش‌های مولکولی برای تشخیص همه‌گیری بیماری‌هایی که سلامت جامعه را به خطر می‌اندازند، به‌طور گسترده‌ای افزایش یافته است.

امروزه، با استفاده عمومی و گسترده از پرایمرها و تعیین توالی تکثیرشده، پاتوژن‌های ناشناخته بیشتری را شناسایی کرده‌اند. برای اینکه یک توالی ژنتیکی برای این هدف، مناسب تشخیص داده شود، باید دارای مشخصات زیر باشد:

(۱) دارای نواحی حفظ‌شده در ارگان‌های مختلف باشد

(۲) در طول زمان بین ارگانیسم‌های مختلف، تغییرات نسبتاً ثابت داشته باشد

(۳) مقاوم به فشارهای تکاملی باشد

(۴) قابلیت انتقال افقی بین ارگانیسم‌های مختلف نداشته باشد

(۵) قابلیت تکثیر به میزان زیاد داشته باشد.

واحدهای کوچک از ژنهای rRNA (به‌ویژه 16srRNA) این معیارها را دارند. پرایمرها می‌توانند به‌گونه‌ای طراحی شوند که توالی حفظ‌شده در نواحی مختلف را تشخیص دهند. پس این نواحی، تکثیر و تعیین توالی شده و با توالی واحد در هزاران گونه باکتریایی مقایسه شده‌اند. اگر یک قطعه تکثیرشده با هیچ‌یک از توالی‌های شناخته‌شده تطابق نداشته باشد، موقعیت تاکسونومیک آن در گونه‌ای جدید باید قرار گیرد. از زمانی که PCR توانست برای تشخیص سریع عفونت‌های مایکوباکتریوم به‌خصوص در بیماران با نقص ایمنی، ژن 16srRNA را شناسایی نماید، استفاده از روش‌های مولکولی مبتنی بر PCR افزایش یافت.

خ-۱- واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)

واکنش زنجیره‌ای پلیمراز یا Polymerase Chain Reaction سبب تحول در عرصه‌های گوناگون علوم پایه، پزشکی، کشاورزی و به‌خصوص زیست‌شناسی مولکولی گردیده است. این روش در سال ۱۹۸۷ توسط کری مولیس ابداع و ثبت شد. اساس این روش مبتنی بر رونویسی DNA توسط آنزیم پلیمراز است که در درون تمام سلول‌های زنده صورت می‌گیرد. دو پرایمر که ردیف کوتاهی از DNA تک‌رشته‌ای شامل ۱۷ تا ۲۵ باز می‌باشند به‌عنوان ابتدا و انتهای ژنی که قرار است تکثیر شود قرار می‌گیرند.

واحدهای ساختمانی مورد نیاز برای رونویسی شامل نوکلئوتیدهایdCTP، dGTP، dCTP و dATP هستند. در محیط بافری مناسب و در دستگاه ترمو سایکلر، آنزیم پلیمراز قادر است طی مراحل سه‌گانه (۱- جدا شدن دو رشته DNA ۲- اتصال پرایمرها ۳-تکثیر قطعه ژنوم) اقدام به تکثیر بخش بین دو پرایمر نماید.

باید توجه داشت، حساسیت فوق‌العاده واکنش PCR در عین حالی که یک مزیت اساسی در تشخیص سریع عوامل بیولوژیک به‌شمار می‌رود در صورت عدم رعایت نکات ایمنی می‌تواند مشکل‌ساز باشد. زیرا، آلودگی با مقادیر بسیار کم DNA می‌تواند سبب بروز واکنش‌های متقاطع و پاسخ‌های مثبت کاذب شود. در حقیقت، در صورت عدم رعایت نکات ایمنی و بروز آلودگی، رهایی از آن بسیار دشوار خواهد بود. به همین دلیل مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه‌هایی که به طور مکرر و با تعداد زیاد، آزمایش فوق را انجام می‌دهند و در عین حال نمونه‌های مختلفی وارد محیط کار می‌شود، نکات ایمنی خاصی را در طراحی آزمایشگاه و روش کار اعمال می‌کنند تا از بروز این آلودگی‌ها بکاهند.

افزون بر این، روش‌های سریع‌تر از PCR نیز ابداع شده است که در زمانی کوتاه‌تر از ۱۵ دقیقه به تشخیص عامل عفونی می‌پردازد؛ زیرا همراه نمودن این سیستم با دستگاه فلوریمتر (Flourimeter) برای تشخیص پیشرفت فرایند با سرعتی فوق‌العاده، امکان شناسایی عوامل بیولوژیک را فراهم ساخته است. در این روش، از مواد نشاندار فلورسانس استفاده می‌شود که با پیوند به مواد ژنتیکی در حال همانندسازی، امکان اندازه‌گیری نور حاصل و تشخیص سریع را فراهم می‌سازد. این دستگاه به Real Time PCR مشهور شده است. زیرا نتیجه فرایند در زمان وقوع در نمایشگر رایانه نشان داده می‌شود و نیازی به بررسی محصول در ژل الکتروفورز و آلودگی محیطی با DNA نیست.

خ-۲- کاوشگرهای ژنی (Gene probe)

کاوشگرها ردیف کوچک و اختصاصی از DNA تک‌رشته‌ای هستند که از روی رمزهای ژنتیکی میکروب‌ها طراحی و سنتز شده‌اند. آنها توسط مواد رادیواکتیو مانند سولفور ۳۵ یا فسفر ۳۲ و یا عوامل غیر رادیواکتیو مانند فلورسانس، لومینسانس، دیگوکسی‌ژنین و انواع آنزیم‌ها و مواد دیگر نشاندار می‌شوند. با اضافه کردن این کاوشگرها به نمونه در طی مراحل دورگه‌سازی (اتصال کاوشگر به ردیف مکمل خود) در صورت حضور عامل بیولوژیک مورد نظر، کاوشگر به طور اختصاصی به ژنوم نمونهٔ مجهول، در محل مشخصی متصل می‌شود.

آژانس تحقیقات دفاعی آمریکا "داریا (Defence Advance Research Program Agency)" با استفاده از کاوشگرهای نشاندارشده با مواد فلورسانس و روش PCR سریع دتکتورهای انفرادی عوامل بیولوژیک را تهیه نموده است. بیوسنسورهای مجهز به کاوشگرهای ژنی برای تشخیص ردیف خاصی از DNA عوامل بیولوژیک نیز قادر به تشخیص آنها هستند.

خ-۳- تراشه ژنی در روش ریزآرایه (DNA Chip Micro array)

تراشه ژنی، روش پیشرفته‌ای در عرصه تشخیص بسیار سریع عوامل بیولوژیک، سرطان‌ها و بیماری‌های ژنتیکی می‌باشد. در این روش، با استفاده از تراشه‌های الکترونیکی، ده‌ها تا صدها هزار کاوشگر که بر اساس ردیفی از DNA عوامل بیولوژیک طراحی و روی آن نصب شده است، امکان شناسایی انواع عوامل بیولوژیک مهیا شده است. به‌عنوان مثال، نمونه‌ای از تراشه ژنی حاوی ۱۵۰۰۰ کاوشگر مختلف برای تشخیص سریع انواع ویروس طراحی شده است. علاوه‌براین، می‌توان با روش تشخیص همزمان، چندین عامل را شناسایی کرد.

ایـن روش کـه بـه Simultaeneous In Situ Detection of Several Biological Agent موسوم شده است، با به‌کارگیری کاوشگرهای نشاندارشده انجـام می‌شود. از آنجا که در این روش دستگاه می‌تواند رنگ‌های مختلـف را شناسـایی نمایـد، امکان شناسایی عوامل مختلف بیولوژیک در یک نمونـه وجـود دارد. دلیـل توسـعه ایـن روش، احتمال به‌کارگیری بیش از یک عامل بیولوژیک در تهاجم میکروبی است.

البته فناوری‌های نوین ریزآرایه به دلیل هزینه بسیار بالا فقط در تعداد معـدودی از آزمایشگاه‌های پیشرفته جهان کاربرد دارند و کاربرد آنها هنوز عمومی نشده است. در هر حال، بررسی روش‌های مختلـف بـا کـارآیی مناسـب نشـان مـی‌دهـد کـه از بـین تمـام روش‌های موجود، روشهای مبتنی بر PCR، یکی از بهترین روش‌های تشـخیص سـریع عوامل بیولوژیک می‌باشد.

خ-۴- روش‌های فنوتیپی در تشخیص تهدیدات زیستی

روش‌های فنوتیپی شناسایی عوامل زیسـتی بـه دلیـل سـختی کـار در آزمایشـگاه، حساسیت پائین و عدم مهارت کافی کادر آزمایشگاهی در کسب و تفسیر نتایج در مقابل روش‌های ژنوتیپی، از کاربرد کمتری در تشخیص تهدیدات زیسـتی برخـوردار اسـت. در ادامه این بخش، چند روش فنوتیپی پرکاربرد در تشخیص تهدیدات زیسـتی آورده شـده است.

خ-۵- مولتی لوکوس الکتروفورز (Multilocus enzyme electrophoresis= MEE)

هر چند روش MEE به منظور تحقیقات ژنتیکی جمعیت‌های یوکاریوتیـک ابـداع شده است، اما برای شناسایی و مطالعه ساختمان مولکولی میکروارگانیسم‌های بیمـاری‌زا نیز به‌کار می‌رود. این روش مبتنی بر حرکـت الکتروفورتیـک مجموعـه‌ای از آنـزیم‌هـای

متابولیک است. به کمک این تکنیک، می‌توان گوناگونی ژنتیکی را ارزیابی و نزدیکی ژنتیکی دو عامل ایزوله را بررسی کرد. این روش بسیار پرزحمت و پرهزینه بوده و تفسیر نتایج آن نیز مشکل است.

خ-۶- الکتروفورز لیپوپلی‌ساکاریدها

این تکنیک بر اساس الکتروفورز لیپوپلی‌ساکارید باکتری‌ها شکل گرفته است. لیپوپلی‌ساکارید یک قسمت مهم از دیواره سلولی باکتری‌های گرم منفی می‌باشد. این ساختار متشکل از مولکول‌های آمفی‌پاتیک بوده که واجد زنجیره‌های جانبی O هستند. الکتروفورز لیپوپلی‌ساکارید روش نسبتاً ساده‌ای برای ارزیابی ناهمگونی بین سویه‌های یک گونهٔ باکتریایی گرم منفی است.

خ-۷- ایمونوبلاتینگ

در این روش اجزای سلول میکروبی، بعد از الکتروفورز به یک غشاء منتقل و در حضور آنتی‌بادی، گرمخانه‌گذاری می‌شود. اتصال آنتی‌ژن ـ آنتی‌بادی از طریق روش‌های ایمونواسی بررسی می‌گردد. این تکنیک ابزار قدرتمندی در آنالیز آنتی‌ژنی و ردیابی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. این روش، ارزان و نسبتاً سریع بوده اما برای تفسیر نتایج به تجربه و تخصص خاص نیاز دارد.

خ-۸- آنالیز پروتئین‌های غشای خارجی و یا پروتئین‌های کل سلولی

این تکنیک مبتنی بر الکتروفورز پلی‌پپتیدهای موجود در باکتری لیزشده است. از آنجا که پروتئین‌ها توسط ژن‌های کروموزومی باکتریایی رمزدهی می‌شوند، نتایج به‌دست‌آمده از الکتروفورز این پروتئین‌ها، نشانگر ژنوتیپ سویه مورد بررسی می‌باشد. از آنجا که پروتئین‌های غشای خارجی در سویه‌های مختلف، الگوی الکتروفورز مختلف دارند، بنابراین می‌توان نسبت به تمایز سویه‌های نوپدید یا بازپدید تفاوت قایل شد.

خ-۹- روش‌های ایمونولوژیک کاربردی در تشخیص تهدیدات زیستی

از دیگر روش‌های ارزشمند تشخیصی که کارآیی آن در عرصه علوم پزشکی مشخص شده است، روش الیزا (ELISA) می‌باشد که به‌دلیل دقت و سرعت، مورد توجه مراکز دفاع بیولوژیک قرار گرفته است. چنانکه بر اساس گزارش‌های موجود، نیروهای نظامی عمل‌کننده در جنگ خلیج فارس به دلیل ترس از به کار بردن عوامل بیولوژیک توسط عراق، از این روش در آزمایشگاه سیار تشخیص عوامل بیولوژیک استفاده کردند. این روش قادر است در مدت زمان کوتاهی حضور چند عامل بیولوژیک در منطقه عملیات را در مقادیر بسیار کم تشخیص دهد. آزمایشگاه‌های سیار مجهز به این روش، با حرکت در منطقه، نمونه هوا را به‌طور مداوم جمع‌آوری می‌کنند و وجود عوامل بیولوژیک در نمونه را تشخیص می‌دهند. سپس یک فلوسیتومتر با شکستن ذرات بیولوژیک به اجزای آن، به بررسی اینکه آیا این عوامل محیطی هستند یا باکتری عامل بیماری‌زا می‌باشند می‌پردازد. بعد از این، دو دستگاه دیگر با استفاده از واکنش آنتی‌ژن-آنتی‌بادی، حضور عوامل بیولوژیک جنگی در نمونه را بررسی می‌کنند. این عمل به مخلوط کردن نمونه با آنتی‌بادی ضد عواملی مانند سم بوتولینوم، سم ریسین، عامل سیاه‌زخم و عوامل دیگر می‌پردازد. در این روش، مدت زمان لازم برای انجام آزمایش ۱۰ تا ۱۲ دقیقه طول می‌کشد. با توسعه این روش، تست‌های نواری (Smart Tickets) ابداع شده‌اند. این تست‌ها از نوار باریکی از کاغذ حساس تشکیل شده که در آن، آنتی‌بادی‌های اختصاصی عوامل بیولوژیک قرار دارد و در حضور عامل مورد نظر در نمونه با واکنش آنزیمی تغییر رنگ می‌دهد. این روش به دلیل سهولت استفاده، در مناطق جنگی به شدت مورد توجه قرار گرفته و در زمان کمتر از چند دقیقه تشخیص صورت می‌گیرد.

منابع

۱. خلیلی فر سید امید. بیوتروریسم، انتشارات جهاد دانشگاهی. ۱۳۹۰

۲. کرمی علی، احمدی علی و سفیری زهرا. تشخیص سریع عامل سالمونلا تیفی به روش مولتی پلکس PCR. مجله پزشکی کوثر، شماره ۳۹، بهار ۱۳۸۵.

۳. کرمی علی، رنجبر رضا، پورعلی فاطمه. تشخیص سریع باسیلوس انتراسیس به روش PCR. مجله پزشکی کوثر، سال هشتم، شماره ۳، سال ۱۳۸۲.

۴. کرمی علی. سیاه زخم، روش‌های ملکولی تشخیصی، جهت پزشکان و متخصصان بیماری‌های عفونی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، تهران، ۱۳۸۰.

۵. معصوم بیگی حسین و کریمی زارچی علی اکبر. بررسی نحوه بهره برداری از دستگاه‌های کلرزنی آب شرب در مراکز نظامی، فصلنامه علمی پژوهشی طب نظامی. سال هفتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۴.

۶. معصوم بیگی حسین. بهداشت آب آشامیدنی در مناطق نظامی. فصلنامه طب نظامی، دوره ۲, شماره ۱، ۱۳۷۹.

7. Afshar D, Ranjbar R, et al. Molecular detection of Shigella by PCR. Iranian journal of infectious diseases and tropical medicine. 2011;16(54): 27-31.
8. Anvarinejad M, Farshad S, Alborzi A, Ranjbar R, Hoseini M. Pulsed field gel electrophoresis protocol for typing of uropathogenic Escherichia coli. Journal of Jahrom University of Medical Sciences. 2011; 9(2): 1-6.
9. Cello J, Paul AV, Wimmer E. Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template. Science. 2002;297(5583):1016-8.
10. Carter DJ, Cary RB. Lateral flow microarrays: a novel platform for rapid nucleic acid detection based on miniaturized lateral flow chromatography. Nucleic Acids Res. 2007;35(10):e74. Epub 2007 May 3.
11. Fard- Sanei F, Seifi M, Eshraghi S, Zahraee- Salehi T, Pourmand MR, Ranjbar R, et al. Genotyping of Salmonella enteritidis strains isolated from human and food samples by ERIC-PCR and determination of their antibiotic resistance. Iranian journal of infectious diseases and tropical medicine. 2011; 15(51): 7-13.

12. Fraser CM, Dando MR. Genomics and future biological weapons: the need for preventive action by the biomedical community. Nat Genet. 2001 Nov;29(3):253-6.
13. Grimont F, Grimont PAD. Ribosomal ribonucleic acid gene restriction pattern as potential taxonomic tools. Annales de l'Institut Pasteur Microbiologie, 137B,165-75.
14. Karami A, Ranjbar R, et al. Rapid detection of different serovares of Salmonella entrica by multiplex PCR. Iranian J Publ Health. 2007; 36(2): 38-42.
15. Karami A, Ranjbar R, Pourali F, and Mehrani HA. Detection of Bacillus anthracis via PCR. Kowsar Medical journal. 2003; 8(3): 197-20.
16. Literathy P. Emergencies in drinking water sources. Institute for Water Pollution Control, Water Resources Research Centre. P: 1-10. Available from:www.bvsde.paho.org/muwww/fulltext/aguabas/europa /Water8.
17. Wheelis M. Biotechnology and chemical weapons control Pure Applied Chemistry, Pure Appl. Chem. 2002; 74(12): 2247–2251.
18. Maslow J, Mulligan ME. Epidemiologic typing systems. Infect Control Hosp Epidemiol. 1996; 17: 595- 604.
19. Minimum water quantity needed for domestic use in emergencies. Technical Note for Emergencies (WHO). 2005. Available from: http://www.searo.who.int.
20. O' Toole T. Emerging illness and bioterrorism: Implication for public health. J Urban Health. 2001; 78(2): 396-402.
21. Olive DM and Bean PA. Principles and applications of methods for DNA-based typing of microbial organisms. J Clin Microbiol. 1999; 37: 1661–1669.
22. Raina M, Lan l, Charles P. Environmental microbiology. AP .2000; p: 448-449.
23. Ranjbar R. GMOs and their hidden hazards. MMJ. 2003; 5(3): 227-232.
24. Ranjbar R. A review of different methods used for detection of toxins. MMJ. 2008; 10(1): 1-10.
25. Ranjbar R. Bacillary dysentery and its epidemiological pattern. MMJ. 2008; 9(4):241-247.
26. Ranjbar R, et al. Antimicrobial susceptibility and AP-PCR typing of Iranian isolates of Acinetobacter spp. strains. Iranian J Publ Health. 20068; 36(4): 50-56.

27. Ranjbar R, et al. Genetic relatedness among isolates of Shigella sonnei carrying class 2 integrons in Tehran, Iran, 2002-2003. BMC Infect Dis. 2007;7:62.
28. Ranjbar R, et al. Molecular characterization of epidemic isolates of Vibrio cholerae O1 by Arbitrarily primed PCR (AP-PCR). Iranian J Publ Health. 2008; 37(2): 83-87.
29. Ranjbar R, et al. Isolation of clinical strains of Pseudomonas aeruginosa harboring different plasmids. Pak J Biol Sci. 2007; 10(17): 3020-3022.
30. Ranjbar R, et al. Characterization of endemic Shigella boydii strains isolated in Iran by serotyping, antimicrobial resistance, plasmid profile, ribotyping and pulsed-field gel electrophoresis. BMC Res Notes. 2008; 1:74.
31. Ranjbar R, et al. Increased isolation and characterization of Shigella sonnei obtained from hospitalized children in Tehran, Iran. J Health Popul Nutr. 2008; 26(4): 426-430
32. Ranjbar R, et al. Evaluation of a PCR based approach to study the relatedness among S. sonnei strains isolated in Tehran. Iranian J Clin Infect Dis. 2009; 4(3): 163-166.
33. Ranjbar R, et al. The evaluation of accuracy of laboratory reports of typhoid fever. MMJ. 2010; 12(3): 149-152.
34. Ranjbar R, et al. A study of ribotype patterns of Salmonella enterica serovar Enteritidis starains isolated in Tehran. Journal of Isfahan Medical School. 2012; 30(180): 1-10.
35. Ranjbar R, et al. The study of genetic diversity among clinical strains of Salmonella enterica serovar Typhimurium. Iranian Journal of Military Medicine. 2012; 14(2): 143-147.
36. Ranjbar R and Hosseini Doust R. A review of molecular methods used for epidemiological studies. MMJ. 2003; 5(2): 157-164 (Persian).
37. Ranjbar R, et al. Characterization of genetic diversity among clinical strains of Salmonella enterica serovar Infantis by ribotyping method. The scientific Journal of Zanjan University of Medical. 2012; 20(81): 75-84.
38. Ranjbar R, et al. Textbook of laboratory Sciences, Andishe Rafie publishing. 2008.
39. Rosengard AM, Liu Y, Nie Z, Jimenez R. Variola virus immune evasion design: expression of a highly efficient inhibitor of human complement. Proc Natl Acad Sci U S A. 2002;99(13):8808-13.

40. Mayer MP. A new set of useful cloning and expression vectors derived from pBlueScript. Gene. 1995;163(1):41-6.
41. Schwartz DC, Cantor CR. Separation of yeast chromosome-sized DNAs by pulsed field gradient gel electrophoresis. Cell. 1984; 37(1): 67-75.
42. Sedaghat.M, Dorrani SS, Pourshafie MR, Saifi M, Ranjbar R. Molecular Detection of pathogenic hly A gene and antibiotic susceptibility in 100 specimens from patients with cholera. Scientific Journal of School of Publich Health Research. 2006; 4(3): 53-60.
43. Stull TL, LiPuma JJ, Edlind TD. A broad-spectrum probe for molecular epidemiology of bacteria: ribosomal RNA. J Infect Dis. 1998; 157: 280–286.
44. Tenover FC, Arbeit RD, Goering RV. How to select and interpret molecular strain typing methods for epidemiological studies of bacterial infections: a review for healthcare epidemiologists. Molecular Typing Working Group of the Society for Healthcare Epidemiology of America.Infect. Control Hosp. Epidemiol. 1997; 18: 426–39.
45. Vanner CL, Commbs WSJr, Bertrand T, Bandy V. Identifyging bacterial agents of bioterrorism: the pivotal role of the Laboratory response network.2. Med health RI. 2001; 84(5):178-80.
46. Waskom R. Emergency water supplies and treatment. Colorado State University Extension. 2007; 6(704). Available from: http://www.ext.colostate.edu/.
47. Weeckeral JF, Seamans S, Whiteside M, et al. Executive summary: developiny objectives, content and competencies for the training of emergency medical Technician, emergency physicians and emergency nursues to care for casualties resulting from nuclear, biological and chemical incidents. Ann Emerg Med. 2001; 37(6): 587-601.
48. Williams JG, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalsky JA, Tingey SV. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful genetic markers. Nucleic Acids Res. 18:6531–6535.
49. CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Protecting Investigators Performing Environmental Sampling for Bacillus anthracis: Personal Protective Equipment. 2001
50. CDC (Centers for Disease Control and Prevention) . Interim Recommendations for Firefighters & Other First Responders for the Selection & Use of Protective Clothing & Respirators Against Biological Agents. 2001