

باغچه خندان

طبابت همراه است،
همراه همگی قلب و اندیشه



طاهریا، کیانا، ۱۳۷۲ - خلاصه جامع کتاب تشخیص و درمان در طب کار (لادو) ۳: خلاصه درس ویژه آزمون ارتقاء و بوردا تخصصی ۱۴۰۵ - طب کار و بیماری های شغلی Clinical Occupational & Environmental Medicine / Joseph LaDou / MC Graw Hill / 2021 تهران: کاردیا، ۱۴۰۴. ۳۷۲ ص :: مصور(رنگی). ج ۳ شابک: ۱۴,۲۸۰,۰۰۰ ریال: شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۰۴-۴۰۵-۱ شابک دوره: ۹۷۸-۶۲۲-۴۰۴-۴۰۶-۸ الهه شهدادی فیپا کتاب حاضر ترجمه و تلخیص بخشی از کتاب Clinical Occupational & Environmental Medicine / Joseph LaDou / MC Graw Hill / 2021 است. تشخیص و درمان در طب کار و بیماری های شغلی	سرشناسه عنوان و نام پدیدآور مشخصات نشر مشخصات ظاهری شابک مدیر برنامه ریزی و تولید وضعیت فهرست نویسی یادداشت موضوع
The Occupational & Environmental Medical History The Practice of Occupational Medicine Workers' Compensation RC۴۵۴ ۸۹/۶۱۶ ۹۷۰۷۳۵۴ فیپا	شناسه افزوده شناسه افزوده شناسه افزوده رده بندی کنگره رده بندی دیویی شماره کتابشناسی ملی اطلاعات رکورد کتابشناسی

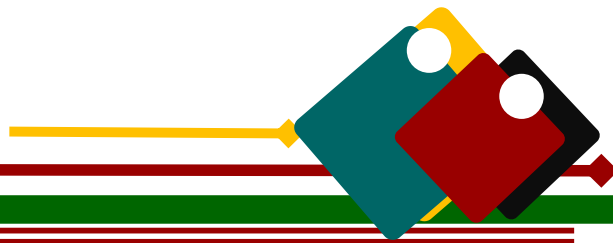
چاپ و لیتوگرافی: رزیدنت یار نوبت چاپ: اول ۱۴۰۴ تیراژ: ۱۰۰ جلد شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۰۴-۴۰۵-۱ شابک دوره: ۹۷۸-۶۲۲-۴۰۴-۴۰۶-۸ بهاء: ۱,۴۲۸,۰۰۰ تومان	خلاصه جامع کتاب تشخیص و درمان در طب کار (لادو) ۳: خلاصه درس ویژه آزمون ارتقاء و بوردا تخصصی ۱۴۰۵ Clinical Occupational & Environmental Medicine / Joseph LaDou / MC Graw Hill / 2021 ناشر: انتشارات کاردیا صفحه آرا: رزیدنت یار- صبا درخشان فرد طراح و گرافیسیت: رزیدنت یار - مهرداد فیضی
--	---

آدرس: تهران میدان انقلاب - کارگرجنوبی - خیابان روانمهر - بن بست دولتشاهی پلاک ۱ واحد ۱۸

شماره تماس: ۶۶۴۱۹۵۲۰ - ۰۲۱ - ۸۸۹۴۵۲۰۸ - ۰۲۱ - ۸۸۹۴۵۲۱۶ - ۰۲۱ - شماره تماس ویژه: ۹۱۰۹۵۹۶۷ - ۰۲۱

www.residenttyar.com

هر گونه کپی برداری از این اثر پیگرد قانونی دارد.



خلاصه جامع کتاب تشخیص و درمان در طب کار (لادو) ۳

خلاصه درس ویژه آزمون ارتقاء و مورد تخصصی ۱۴۰۵

Clinical Occupational & Environmental Medicine / Joseph LaDou
/ MC Graw Hill / 2021

ترجمه و تلخیص

دکتر کیانا طاهریا

بورد تخصصی طب کار و بیماری های شغلی

رتبه نخست بورد تخصصی ۱۴۰۴ کشور





سپاس و ستایش شایسته پروردگاری که کرامتش نامحدود و رحمتش بی‌پایان است. اوست که بشر را دانش بیاموخت و با قلم آشنا کرد. به انسان فرصت آن داد که علم را به خدمت گیرد و با قلم خود و رسم فطوط گویا آن را به دیگران نیز بیاموزد.

فدایا از شاکران درگاهت و حقیقت‌جویان راهت قرارم ده و یاری‌ام کن تا در آموختن نلغزم و آنچه را آموختم، به شایستگی عرضه کنم.

رزیدنت‌یار، حامی و پیشرو در نظام کمک آموزشی پزشکی کشور به سبک نوین و مطابق با آخرین پیشرفت‌های آموزشی در میطه پزشکی با کادری مجرب و آشنا طی ۱۸ سال گذشته از منظر متفحصین همواره بهترین محصولات را ارائه و در دسترس مخاطبین خود قرار داده است.

اثر پیش رو با توجه به ممتوی بسیار غنی در مبمٹ طب کار و بیماری‌های شغلی گردآوری شده و با استفاده از مفهومی نمودن مباحث و روان‌سازی توسط مؤلف محترم از منابع و فرانس بوده و در روال گذر از گروه کنترل کیفیت رزیدنت‌یار با جمعی از اساتید رتبه A را به خود اختصاص داده است، امید است با مطالعه تمام مباحث پیش رو با یاری خداوند متعال پیروز و پایدار باشید.

مدیرمسئول انتشارات

مرجان پورندیم



سپاس او را که توفیق سخن گفتن در عرصه علم را عطا می فرماید و دل را به روشنائی فهم و آگاهی مأنوس می سازد. اگر عنایت او نبود، نه شوق آغاز این راه در دل می نشست و نه توان به پایان بردن چنین کاری فراهم می شد.

آنچه پیش روی شماست، چکیده ای از کتاب رفرنس تشفیص و درمان کنونی در طب کار و ممیط (ویراست ششم)، تألیف لادو و هریسون در موزه ی طب کار است؛ حاصل تلاشی که با این نیت شکل گرفت که راه پیش روی آنان که تازه قدم در این عرصه می گذارند، اندکی روشن تر و هموارتر شود. این اثر مطالب مجیم و گسترده را در قالبی فشرده، منظم و تیتز دار در دسترس نگاه و ذهن فوآنده قرار می دهد و شایسته است در کنار رفرنس اصلی مورد استفاده قرار گیرد.

سطر به سطر این کتاب، ثمره شب های طولانی و روزهای پرمشغله ای است که در میان مسئولیت های آموزشی و بالینی و دغدغه های زندگی، صرف بازنوآنی، سامان دهی و خلاصه سازی مطالب شده است. اگر این کتاب بتواند متی اندکی از سردرگمی آغاززاه بکاهد یا در لمظه ای از تردید، تصمیم بالینی را شفاف تر سازد، خود را به هدف نزدیک تر می دانم.

بر خود لازم می دانم از همراهانم در این مسیر صمیمانه سپاسگزاری کنم. پیش از همه، یاد پدر عزیزم را گرامی می دارم؛ هرچند اینک در کنارم نیست، اما آموزه ها و مهربانی اش همچون چراغی پنهان، مسیرم را روشن کرده است. از خانواده ام که با صبوری، همراهی و درک شرایط، پشتوانه ی من در این مسیر بوده اند؛ از اساتید گرانقدرم که با دانش، نگاه انسانی و راهنمایی هایشان، افق های طب کار را بر من گشودند و راه را برای فهم عمیق تر این موزه هموار کردند؛ و نیز از مؤسسه ی محترم رزیدنت یار که چاپ و انتشار این اثر را بر عهده گرفت و دسترسی گسترده تر همکاران به آن را ممکن ساخت، صمیمانه قدردانی می کنم.

دکتر کیانا طاهریا

متفصص طب کار و بیماری های شغلی

فهرست مطالب



فصل ۱۴: توکسیکولوژی پزشکی	Medical Toxicology	.....	۱۱
فصل ۱۵: ایمونولوژی بالینی	Clinical Immunology	.....	۴۱
فصل ۱۶: عفونت‌های شغلی	Occupational Infections	.....	۱۴۱
فصل ۱۷: اختلالات پوستی شغلی	Occupational Skin Disorders	.....	۱۹۹
فصل ۲۰: توکسیکولوژی کاردیووسکولار	Cardiovascular Toxicology	.....	۲۶۶
فصل ۲۱: توکسیکولوژی کبدی	Liver Toxicology	.....	۳۰۳

توکسیکولوژی پزشکی

Medical Toxicology

تعریف و اهمیت توکسیکولوژی پزشکی

- فوق تخصص با تمرکز بر تشخیص، مدیریت و پیشگیری از:
 - مسمومیت‌ها
 - اثرات سوء داروها
 - مواد سمی شغلی و محیطی
 - عوامل زیستی
- در بزرگسالان «همه چیز بالقوه سمی است»؛ این دوز است که یک ماده را به سم می‌کند.

منابع / زمینه‌های مواجهه با مواد سمی

- مواجهه می‌تواند از شغل، فعالیت‌های روزمره و سرگرمی‌ها رخ دهد.
- مواجهه‌های شغلی کم‌گزارش شده در نظر گرفته می‌شوند، با این حال:
 - حدود ۵٪ از کل مشاوره‌های مراکز کنترل مسمومیت با شغل مرتبط هستند ← نشان‌دهنده

نرخ بالای مواجهه شیمیایی در محیط کار

جدول فرآیندهای شغلی منتخب با ریسک بالا برای مواجهه‌های سمی خاص

فرآیند شغلی	مواجهه
کار در صنایع هوافضا و سایر فلزکاری‌های تخصصی	بریلیم
کاشت ناخن مصنوعی	متاکریلات
برداشتن / ریموو ناخن مصنوعی	استونیتریل، نیترواتان
تولید چرم مصنوعی، روکش کردن پارچه	دی‌متیل‌فرم‌آمید
رنگ‌آمیزی بدنه خودرو	ایزوسیانات‌ها
بازیافت باتری	فیوم و غبار سرب و کادمیم
بازسازی / ترمیم وان حمام	متیلن کلرید
تمیز کردن کاربراتور (تعمیر خودرو)	متیلن کلرید
تولید سیمان	دی‌اکسید گوگرد
تبرید تجاری	آمونیاک، دی‌اکسید گوگرد
کار با بتن	اسید کرومیک
کارهای نظافت	کلر (مخلوط هیپوکلریت + اسید)
خشکشویی	حلال‌های هیدروکربنی کلردار
استفاده از چسب و پوشش‌های اپوکسی	انیدرید تری‌ملیتیک
کار با مواد منفجره	اکسیدکننده‌های نیتراتی



عملیات تخمیر	دی‌اکسید کربن
آتش‌نشانی	مونوکسید کربن، سیانید، آکروئین
فومیگیشن / سمپاشی گازی	متیل بروماید، متیل یدید، ویکان (سولفوریل فلوراید)، فسفین
رنگ‌زدایی / پاک کردن پوشش مبلمان	متیلن کلرید
تکمیل نهایی مبلمان و کف‌پوش چوبی	ایزوسیانات‌ها
جوشکاری با گاز محافظ	دی‌اکسید نیتروژن
پالایش طلا	بخار جیوه
کار با دستگاه‌های استریل‌کننده بیمارستانی	اتیلن‌اکسید، گلو تار آلدهید
کار با لیفتراک یا کمپرسور در فضای بسته	مونوکسید کربن
کار در چاله/حوضچه کود دامی	سولفید هیدروژن
برش تخصصی تیغه‌های فلزی	کاربید تنگستن-کبالت
چربی‌زدایی از قطعات فلزی	حلال‌های هیدروکربنی کلردار
آبکاری فلزات	سیانید، میست اسیدی
اچ کردن تراشه‌های میکروالکترونیک	اسید هیدروفلوئوریک
دوپینگ تراشه‌های میکروالکترونیک	گاز آرسین، گاز دی‌بوران
رنگ‌برداری	متیلن کلرید
کار با خمیر کاغذ	کلر، دی‌اکسید کلر، ازن
ضد عفونی استخر و جکوزی	کلر، برم
لعاب‌کاری سفال و شیشه‌گری	گرد و غبار سرب
تعمیر رادیاتور	فیوم سرب
تولید ریون	دی‌سولفید کربن
استفاده از چسب لاستیکی	n- هگزان، سایر حلال‌ها
کار با سوخت موشک و جت	هیدرازین، مونومتیل‌هیدرازین
سندبلاست، پرداخت نهایی بتن	گرد و غبار سیلیس
کار فاضلاب	سولفید هیدروژن
کار در سیلو با علوفه تازه	دی‌اکسید نیتروژن
برش شعله‌ای یا لحیم‌کاری ورق فلزی	فیوم کادمیم
نوسازی/بازسازی رنگ سازه‌ای	فیوم و گرد و غبار سرب
برداشت تنباکو	نیکوتین
تصفیه یا پالایش آب	کلر، ازن
جوشکاری فولاد گالوانیزه	فیوم
جوشکاری فلز آلوده به حلال	فسژن

در گذشته، جمعیت‌های بسیاری نیز به‌عنوان در معرض خطر برای مواجهه‌ی سمی محیطی شناخته شده‌اند.

جدول نمونه هایی از مواجهه های سمی مؤثر بر سلامت عمومی

سم	رخداد
سرب	مسمومیت گسترده کودکان با سرب در زمفارا نیجریه، به دلیل شیوه های نایمن معدن کاری
آرسنیک	برآورد می شود حدود ۷۰ میلیون نفر به علت آلودگی آب چاه ها در پیرامون دلتای گنگ در بنگلادش در معرض آرسنیک قرار دارند
نیترات ها	مت هموگلوبینمی در شیرخواران به دلیل وجود نیترات در آب چاه ها
سولفید هیدروژن	علت شایع مرگ های متعدد در فاضلاب های محصور یا گودال های کود / فضولات دامی
متیل ایزوسیانات	۳۸۰۰ مرگ در بوپال هند، به علت رهایش تصادفی در یک کارخانه ی تولید آفت کش
متیلن کلراید	حلال پر کاربرد در رنگ برداری، چربی زدایی و کافئین زدایی؛ اخیراً به عنوان علت مرگ در کارکنان بازسازی وان حمام شناخته شده است
متیل جیوه	خلیج میناماتا ژاپن، ۱۹۵۰؛ آلودگی غلات در عراق ۱۹۷۲

**Toxicity ≠ Hazard**

- **Toxicity**: ویژگی ذاتی ماده برای ایجاد آسیب.
- **Hazard**: احتمال / میزان آسیب در شرایط واقعی کاربرد و مواجهه.

مثال کلاسیک

- ماده بسیار سمی اگر در ظرف دربسته روی قفسه باشد ← سمیت دارد ولی خطر بالقوه کم / صفر.



- همان ماده وقتی توسط کارگر بدون حفاظت مناسب استفاده شود ← خطر بالقوه ممکنه قابل توجه شود.

نحوه‌ی استفاده بر میزان خطر بالقوه آن ماده در محیط کار تأثیر می‌گذارد.

طبقه‌بندی عوامل سمی و اثرات آن‌ها

(A) بر اساس حالت فیزیکی (Physical state)

- یک ماده بسته به حالتش می‌تواند سمیت متفاوت داشته باشد.

• مثال سرب:

○ جامد : ممکن است نسبتاً بی‌ضرر باشد ° گرد و غبار : سمیت متوسط

○ فیوم: بسیار سمی

(B) بر اساس ساختار شیمیایی (Chemical structure)

- ساختار شیمیایی می‌تواند سمیت را تعیین کند.

• ایزومرها : ممکن است یک ایزومر سمی و ایزومر دیگر غیر سمی باشد.

• مثال : آمین‌های آروماتیک وقتی به‌جز در موقعیت پارا جایگزین شوند ← سرطان‌زا هستند.

• عوامل اثرگذار بر سمیت:

○ پایداری ماده ° ناخالصی‌ها / آلودگی‌ها / مواد افزودنی

(C) بر اساس اندازه (Size)

- نانوذرات : ساختارهای مهندسی شده با اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر

نکات :

• خواص فیزیکی / شیمیایی منحصر به فرد دارند و ممکن است اثراتشان مستقل از دوز هم مطرح شود.

• چرا نگران‌کننده اند؟

○ اندازه کوچک / شکل خاص ← جذب را تسهیل می‌کند

○ مسیرهای بالقوه:

▪ دسترسی مستقیم به CNS از طریق عصب بویایی به‌صورت تئوری یا



▪ فیروز ریوی افزایش یافته مشابه الگوی آزیست

- طیف اثرات سلامت:
 - مثبت: مثل اثرات آنتی‌اکسیدانی، جذب بهتر در دارورسانی
 - منفی: سمیت غیرمنتظره، استرس اکسیداتیو
 - ترکیبی
- کاربردها: رایانه‌ها، ظروف غذا، پوشاک، آرایشی، داروها
- مشکل کلیدی: اطلاعات سمیت انسانی کم + اندازه‌گیری دوز / سطح بافتی دشوار برای برخی نانوساختارها

(D) بر اساس محیط / محلول (Medium or Solution)

- محیطی که ماده در آن است، تا حدی جمعیت در معرض و در نتیجه خطر بالقوه را تعیین می‌کند.
- مثال‌های کلاسیک وابسته به محیط:
 - اکسیدهای نیتروژن در هوا (از آگزوز وسایل نقلیه)
 - تری‌هالومتان‌ها در آب (از کلرزی)
 - نیتروز آمین‌ها در غذا (از نیتريت‌ها)
- ماده فعال یک محصول تجاری ممکن است در حلال مایع حل شده باشد (به‌علت نامحلول بودن در آب)
 - خود حلال هم می‌تواند سمیت مستقل داشته باشد.

(E) بر اساس محل آسیب

- توصیف سموم بر حسب ارگان هدف:
 - Hepatotoxins (کبدی)
 - Nephrotoxins (کلیوی)
 - ... و



(F) بر اساس مکانیسم اثر (Mechanism of action)

آسیفکسانت های ساده (Simple asphyxiants)

- گازهای بی اثر مثل CO₂ که با جابجایی اکسیژن باعث هیپوکسی می شوند
- بدون اثر سمی اختصاصی دیگر

آسیفکسانت های شیمیایی (Chemical asphyxiants)

- مثل مونوکسید کربن (CO)
- مکانیسم:
 - اتصال به هموگلوبین ← تشکیل کربوکسی هموگلوبین
 - ↓ ظرفیت حمل اکسیژن خون
 - ↓ رهايش اکسیژن به بافت‌ها

(G) بر اساس اثرات بالینی (Clinical effects)

(1) آغاز اثرات (Onset)

- فوری (Immediate):
 - مثل محرک‌ها که در محل تماس اولیه آسیب مستقیم می‌زنند
 - معمولاً ← التهاب
- تأخیری (Delayed):
 - مثل مواد سرطان‌زای شیمیایی

(2) برگشت پذیری اثرات (Reversibility)

- وابسته به توان بازسازی سلول‌های آسیب‌دیده:
 - سیستم عصبی / مغز: ظرفیت بازسازی کم ← آسیب‌ها اغلب کم‌برگشت
 - کبد و عضله: احتمال بازسازی / بهبود بیشتر

عوامل مؤثر بر پاسخ بالینی به عامل سمی

(1) مدت‌زمان، فرکانس و مسیر مواجهه

- شدت آسیب تابع:
 - مدت مواجهه
 - فرکانس مواجهه
 - مسیر مواجهه
 - مثال: اتیلن‌گلیکول ← در هنگام بلع سمی است؛ در محیط کار معمولاً تهدید کم دارد مگر هنگام اسپری شدن یا گرم شدن



۲) عوامل محیطی

- سمیت می تواند با تغییرات فشار جو، دما و رطوبت تغییر کند.
- مثال: غلظتی از CO که در سطح دریا اثر کمی دارد، ممکن است در ارتفاع ۵۰۰۰ فوت باعث اختلال ظرفیت کاری شود.
- جذب پوستی افزایش می یابد اگر پوست:
 - آسیب دیده باشد
 - با عرق خیس باشد
 - در گرما / رطوبت، جریان خون پوستی ↑ پیدا کرده باشد

۳) عوامل فردی

عوامل تعیین کننده حساسیت فردی (کاملاً مستقل از هم نیستند):

- نژادی / ژنتیکی
- سن و بلوغ
- جنس
- وزن بدن
- تغذیه
- سبک زندگی
- وضعیت ایمنی و هورمونی
- بیماری های زمینه ای یا استرس

سن

- تمرکز کلاسیک روی جنین است، اما:
- سالمندان بسیاری از مواد را با کارایی کمتر متابولیزه می کنند ← با پیر شدن نیروی کار، اهمیت این موضوع بیشتر می شود.

تغذیه

- کمبودهای تغذیه ای می توانند حساسیت به سموم را تغییر دهند:



- در کشورهای توسعه‌یافته بیشتر در شرایط جنگ / قحطی
- در کشورهای در حال توسعه هنگام صنعتی شدن هم اهمیت دارد
- شواهد حیوانی واضح‌تر است ولی تعمیم به انسان سخت‌تر است.

ژنتیک و غربالگری ژنتیکی در طب کار

- بحث هست که آیا می‌توان با آزمون‌های ژنتیکی افراد حساس‌تر را شناسایی کرد.
- دو نگرانی مهم:

۱. دقت آزمون‌ها

۲. خطر تبعیض شغلی (خصوصاً در غربالگری پیش از استخدام)

مثال‌های ژنتیکی که ممکن است خطر سمیت ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی یا پرتو را افزایش دهند:

- کمبود G6PD
- آنمی سیکل سل
- کمبود آلفا-۱ آنتی‌تریپسین

الف) کمبود G6PD

- وابسته به کروموزوم X (بیشتر در مردان بروز می‌کند)
- شیوع بیشتر در : آفریقایی-آمریکایی‌ها و افراد با تبار مدیترانه‌ای
- حساسیت مهم : همولیز دارویی
- مواد شیمیایی با خطر همولیز در مواجهه‌ی بیش‌ازحد:
 - نفتالین
 - آرسین
- شواهدی وجود ندارد که نشان دهد کارگران مبتلا که در معرض این مواد شیمیایی قرار دارند، در معرض خطر بیشتری هستند ← غربالگری G6PD پشتوانه‌ی شواهد محکم ندارد.

ب) صفت سلول داسی

- گفته شده برای توجیه غربالگری در برخی مشاغل (مثل خلبانی/هیپوکسی یا مواجهه با عوامل همولیتیک)، اما:
- شواهد قابل اتکا برای افزایش خطر هیپوکسی یا همولیز شغلی در حاملین صفت سلول داسی ارائه نشده است.
- درصد آفریقایی-آمریکایی‌های دارای صفت سلول داسی : ۷٪ تا ۱۳٪



ج) کمبود آلفا-۱ آنتی تریپسین

- کمبود شدید در ژنوتیپ هموزیگوت نادر ← می تواند آمفیزم زودرس ایجاد کند حتی بدون عوامل محیطی.
- ژنوتیپ هتروزیگوت شایع تر ممکن است در کنار عوامل دیگر، خطر آمفیزم ناشی از مواجهات محیطی را بیشتر کند.
- شیوع ژنوتیپ هتروزیگوت در جمعیت آمریکا : ۴٪ تا ۹٪

توکسیکوکینتیک و توکسیکودینامیک

توکسیکوکینتیک (Toxicokinetics)

- مطالعه‌ی حرکت ماده سمی در بدن:
 - جذب (Absorption)
 - توزیع (Distribution)
 - متابولیسم (Metabolism)
 - دفع (Excretion)
- رابطه‌ی بین دوز وارد شده و سطح ماده در خون / نمونه زیستی را بررسی می کند.

توکسیکودینامیک (Toxicodynamics)

- مطالعه‌ی رابطه‌ی بین دوز وارد شده و پاسخ اندازه گیری شده
- $TK = \text{اثر بدن بر ماده}$
- $TD = \text{اثر ماده بر بدن}$
- شدت پاسخ سمی معمولاً با غلظت ماده در محل اثر مرتبط است.

فراهمی زیستی (Bioavailability)

- یعنی : چه مقدار از عامل سمی واقعاً به محل اثر می رسد.
- ممکن است ماده قبل از رسیدن به محل اثر غیرفعال شود.

مثال سیانید

- خوراکی : جذب ← ورود به کبد ← آنزیم رودانز می تواند بخشی را سم زدایی کند.
- تنفسی به صورت گاز اسید هیدروسیانیک: جذب از ریه ← ورود مستقیم به گردش خون ← رسیدن سریع تر به مغز ← آسیب به دلیل هیپوکسی.



نفوذپذیری غشا، سدها، و پیام‌رسانی سلولی

جذب، توزیع، متابولیسم، و دفع، همگی شامل عبور عوامل سمی از غشای سلولی هستند.
 نفوذپذیری وابسته به:

- اندازه و شکل مولکول
- درجه یونیزه بودن
- حلالیت در چربی

سدهای سلولی ویژه

- می‌توانند ورود سم را محدود یا تغییر دهند:

- سد خونی - مغزی (BBB)
- سد خونی - بیضه‌ای
- جفت

مخزن‌های عمقی

- استخوان مخزن مهم برای:

- بسیاری از فلزات سنگین (خصوصاً سرب)
- مواد رادیواکتیو
- پیامد بالینی:

- اثرات ممکن است مدت‌ها پس از پاک شدن از خون باقی بمانند.
- این ذخیره‌سازی می‌تواند برای برآورد مواجهه قبلی و بار سمی استفاده شود.

مواد برای القای سمیت به مسیرهای پیام‌رسانی سلولی گوناگونی وابسته‌اند.

- گیرنده‌های جفت شونده با - G پروتئین (GPCR)

- مثال: گیرنده‌های موسکارینی ← حساس به افزایش تحریک ناشی از ارگانوفسفات‌ها

- کانال‌های یونی دروازه‌دار لیگاندی

- مثال: مسیرهای تحت تأثیر نیکوتین

- آنزیم‌های درون سلولی

- مثال: گوانیلات سیکلاز محلول ← هدف نیترووازودیلاتورها مثل نیترات‌ها