

علم السموم الشرعي Forensic Toxicology

علم السموم الطبي الشرعي (Legal medicine toxicology) هو فرع خاص مستقل من أعرق العلوم الطبية ، يبحث في ماهية السموم المختلفة ، وتأثيراتها الضارة في الجسم ، وتشخيص التسممات وأشكالها الطبية الشرعية والوقاية والعلاج .

أما السم (Poison) فهو أي مادة كيميائية غريبة عن الجسم ، تسبب بدخولها الجسم الحي بكمية كافية اضطراباً مؤقتاً أو دائماً في وظائف أعضاء الجسم وربما الموت (التسمم) . لا تتضمن تحت هذا العنوان الاضطرابات الصحية الناجمة عن مستقلبات ضارة تكونت نتيجة مرض عضوي . وتعرف السمية (Toxicity) بأنها قدرة السم على إحداث خلل في جسم الكائن الحي ، بينما الترياق هو المادة التي تستعمل لإيقاف التأثيرات الضارة للسموم أو التقليل منها .

وما عملية التسمم إلا إصابة الشخص بأعراض مرضية تسببها السموم ، وهذه الأعراض إما أن تظهر فجأة ويسمى التسمم في هذه الحالة حاداً ، وإما تدريجياً عقب استخدام كميات صغيرة من السم لمدة طويلة في فترات متباعدة ، ويسمى التسمم في هذه الحالة مزمناً ، حيث يتراكم السم في هذا النوع بانحلاله في المواد الدهنية للجسم أو بتثبيته في الكبد أو الكليتين .

الجرعة القاتلة (Lethal Dose) هي أقل كمية من السم كافية لقتل الكائن الحي وغالباً ما يستخدم مصطلح الجرعة القاتلة لنصف حيوانات التجربة ويرمز لها بالرمز (LD50) .

لقد عرف الإنسان منذ القديم الحدود الفاصلة بين السم والدواء فاستفاد من الخواص العلاجية لبعض السموم بجرعات صغيرة كالزرنخ والزئبق وبعض أشباه القلويدات ، وأدرك مضار إساءة استعمال العقاقير الدوائية .

تزداد حوادث التسمم حالياً مع التطور العلمي والتقني السريع وشيوع استعمال الكيماويات في حياتنا . إذ لوحظ ببطيئاً انتشار التسممات بالمبيدات الزراعية والنباتات السامة ، واحتل التسمم الدوائي والكحولي المرتبة الأولى عند الإنسان ، يليه التسمم بغاز الفحم والمواد الكاوية والمبيدات ، ومن ثم التسممات الغذائية . معظم حوادث التسمم البشرية انتحارية ، والجناائية والعرضية منها أقل ، مع أنها الأكثر شيوعاً ببطيئاً ، وغالباً ما يترك التسمم بعض العقاقير بعد الشفاء .

تصنيف السموم : Classification of poisons

يعتبر تصنيف السموم حسب طبيعتها وطرق استخلاصها الأكثر تداولاً في علم السموم الشرعي حيث يقسمها الكيميائيون إلى سموم غازية (مثل النشادر والكلور وغازات الفحم CO والكربون CO₂ ، وأكاسيد الآزوت ، وكبريت الهيدروجين H₂S ، والغازات الحربية كالتابون والساارين والذومان) ، وسموم طيارة (كالإيتر والكلوروفورم وكبريت الفحم والكحول والبنزول وحمض سيان الماء ورابع كلور الكربون) .

سموم عضوية (تشمل أشباه القلويدات alkaloids النباتية مثل المورفين والكوكائين والكينين والأترابين والأكونيتين والستركنين والنيكوتين والكافيين ، وأشباه السكريات كالديجيتالين والسيلايين والأوابين ، والسموم الحيوانية كسم الحيات والثعابين والعقارب والعناكب والنحل) .

سموم لاعضوية كالأحماض والأسس المركزة (حمض الآزوت، والكبريت، وحمض كلور الماء)، والصودا والبوتاس الكاوي وماءات الأمونيوم المركزة، وأملاح العناصر المعدنية السامة كالزرنينخ والزئبق والرصاص والنحاس، والشوارد المعدنية السالبة كالفلور والكلور والفوسفور والنترات، والعناصر اللا فلزية مثل البروم واليود.

كما تصنف السموم حسب آلية تأثيرها إلى :

١. سموم موضعية التأثير Local p.or Irritant Toxicants :

تسبب تهيج الأنسجة أو نخرها في أماكن توضعها والموت بالصدمة shock أحياناً، وتسمى سموماً أكالة Corrosives كالأحماض Acids والقلويات Alkalis المركزة ، وأملاح المعادن الثقيلة كأملح الكروم و نترات الفضة .

٢. سموم عامة التأثير General p. أو امتصاصية Absorption :

تؤثر في وظائف الخلايا بعيداً عن مكان دخولها وامتصاصها ، وتشمل مركبات السيانييد (مثبطة الإنزيم الخلوي التنفسي . سيتوكروم أوكسيداز) ، وغاز الفحم (مفحم خضاب الدم) والسموم العصبية المهيجة كالأتروپين Atropine ، والمخلجة كالستركنين ، أو السموم المثبطة العصبية كالمورفين ، والشالة (مثل سم السهام أو الكورار ، والشوكران) الشكل (١٥٩) .



(الشكل ١٥٩) نبات الشوكران

٣. السموم مزدوجة التأثير Double Action :

تؤثر موضعياً بدايةً ومن ثم على عموم الجسم بعد امتصاصها ، وتشمل أملاح المعادن الثقيلة ، والفينول Carbollic acid وحمض الأكزاليك Oxalic acid .

كما تصنف السموم تبعاً لمصدرها إلى سموم طبيعية كالسموم الحيوانية مثل سم الأفعى Snake والعقرب Scorpion والعناكب والأسماك والحشرات ، والسموم النباتية المستخلصة من الداتورة والشوكران والخشخاش (Opium, Morphine, Heroine) والحشيش والكوكائين والتبغ أو ذيفانات الجراثيم والفطريات والطحالب. وهناك سموم معدنية كالزئبق Mercury ، الزرنينخ Arsenic ، الرصاص Lead النحاس ، والسموم الصناعية أو التركيبية ومثالها المسكنات Analgesics والمنومات Hypnotics ، ومبيدات الحشرات مثل الـ D.D.T. .

أما حسب درجة سميتها فتصنف السموم إلى قوية Strong poisons وضعيفة Weak-p. بدلالة جم (LD50) وتبعاً للأعضاء والأنسجة المتأثرة إلى سموم عصبية NeuroToxins ودورانية Cardio-toxic ، وتنفسية Respiratory وكبدية Hepato-toxic ، وكلوية Nephro-toxic وغيرها التي مازالت مستخدمة وذات مصداقية تشخيصية في الطب الشرعي.

السمية العصبية (Nervous Toxicant) :

لا تتجدد الخلية العصبية (Neuron) إذا فقدت، ويمكن للعديد من السموم العصبية عبور الحاجز الدماغي الدموي (B.B.B. Blood Brain Barrier) والتأثير على التوازن الكهروكيميائي ذو الحساسية الشديدة للتواصل بين الخلايا.

يعرف التسمم العصبي على أنه أي اضطراب في تركيب أو وظيفة الجهاز العصبي جراء تعرضه لمادة كيميائية تعيق تصنيع البروتين والإنزيمات اللازمة لتركيب الناقل العصبي على المستوى الجزيئي، والإخلال بوظيفة الدماغ . وقد تعطل المادة السامة عمل مضخة الصوديوم - بوتاسيوم عبر الأغشية مما يؤثر على انتقال السيالة العصبية والوظائف الحسية (الإحساس بوخز وتتميل أو زيادة حسوسية أو خدر وفقد الحس) والوظائف الحركية (بالتأثير على الملتقى العصبي العضلي) وإحداث اختلاجات Convulsions (الستركنين) وارتجاف عضلي وتحزم أو تشنجات، أو الشلل (كورار).

وتقسم السموم إلى تلك المؤثرة على الدماغ مثل picrotoxin الذي يظهر أعراض إثارة Irritability جسمية ونفسية وفقد القدرة على النوم Anxiety وتشنجات صرعية. وسموم تؤثر على المخيخ مثل الغول (Alcohol) تؤدي إلى عدم تناسق حركي واضطراب توازن. وهناك سموم تؤثر على مركز حركات التنفس مسببة الإختناق Central asphyxia مثل CO₂ إثارة أأالمورفين (morphine) تنبيطا، التي قد تؤدي إلى وقف حركات التنفس تماماً. والسموم المؤثرة على النخاع الشوكي المهم للأفعال الإنعكاسية كالستركنين (Strychnin) الذي يؤدي لاختلاجات عضلية عامة . وهناك سموم تؤثر على مراكز تنظيم الحرارة فتزيد من حرارة الجسم كالمنشطات (Amphetamine) أو تخفض الحرارة كالمسكنات والكحول .

أما السموم التي تؤثر على الجملة العصبية الذاتية (AutonomicN.S) الودية (Sympathetic) كالأدرينالين (Adrenaline) فتسبب توسع حدقة العين وتسرع ضربات القلب وتضييق الأوعية الدموية رافعة ضغط الدم Hypertension موسعة القصبات الهوائية. في حين أن Acetylcholine يسبب بتأثيره على الجهاز نظير الودي (Parasympathetic) أعراضا معاكسة.

من السموم العصبية كذلك الرصاص ، والزئبق، والمبيدات الحشرية والمذيبات Solvents القابلة للذوبان في الدهون، أو القادرة على العبور إلى الجهاز العصبي مثل الغول .

يتمتع الرصاص بتأثيرات كبيرة على الجهاز العصبي بحيث أن جرعات منخفضة منه قد تؤدي إلى تأثيرات حادة على الفهم والتعلم . وتتراوح أضرار الرصاص على الأطفال ما بين انعدام التناسق الحركي، والإغماء، والاختلاج . كما تعد مركبات الزئبق من السموم العصبية القوية، وتشمل أعراض التسمم فقد التوازن وصعوبة الكلام وتشوش الرؤية.

أما المبيدات وتعتبر من أكثر السموم العصبية شيوعا ، فتمتلك مركباتها الفوسفورية العضوية بخصائص سمية عصبية قوية يماثلها في ذلك وإن يكن بدرجة أقل مركبات الكاربامات ثم المبيدات الهاليدوكربونية العضوية الكلورة.

تعمل كل من المبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامات على تثبيط خميرة الكولين استيريز (cholinesterase) المسؤولة عن تكسير استيل كولين Ach، وتراكمه في نهايات الأعصاب ومناطق الصفائح العصبية العضلية مؤدياً إلى التثبيط المفرط (Overstimulation) لمراكز الاستقبال بما في ذلك

المتحكممة بحركة العضلات ، وبعض الأجهزة والعمليات كالإبصار والتفكير . وأعراض ضعف عام وشلل وصعوبة تنفس واختناق . وقد يؤدي التسمم لمغص معوي شديد وإسهال وبوال وانقباض حدقتي العينين وعدم القدرة على الكلام وفقدان التوازن والوعي، والموت أحيانا، تتم معالجة التسمم بالأتروپين (Atropine) أو البراليدوكسيم (2PAM).

ومن السموم العصبية أيضا البوتولينوم الذي تنتجه المطثية الوشيقة (Botulinum Clostridium) والذي يمنع إفراز مادة الأسيتيل كولين مسببا شلل الأعصاب. ومنها أيضا سم باتراكوتوكسين (Batrachotoxin) الذي يؤخذ من جلد الضفدع ويستخدم سماً للسهام، فهو يزيد من مرور أيونات الصوديوم الى داخل الخلية العصبية. وسم تترودوتوكسين (Tetrodotoxin) الذي يؤخذ من كبد السمك (Puffer-fish) الطازج وجلده، الذي يغلق قنوات الصوديوم في الأعصاب ويمنع مرور أيوناتها. فضلا عن السيانييدات وكبريتيد الهيدروجين والزئبق وأملاحه.

السمومية الكبدية (Liver T.):

يعتبر الكبد العضو الرئيس المستهدف لمعظم السموم الداخلة هضميا . ويحصل الضرر الأكبر للكبد عندما يؤدي الأيض لنواتج أكثر سمية ، فيلاحظ التليف (fibrosis) أو التشمع (Cirrhosis) عند التسمم المزمن بالكحول Alcohol ، وبرابع كلور الكربون والتتراسيكلين والكلوروفورم وسموم الأفلاتوكسين. ويلاحظ الكبد الشحمي (Fatty-liver) عند التسمم بالفوسفور والزئبق أو بعض أنواع الفطريات . وتتسد الأوعية الصفراوية (Cholestasis) بتأثير الكلوربرومازين (Chlorobromazine) وديازيبام (Diazepam) . كما يصادف سرطان الكبد (Carcinogenesis) بتأثير بعض الملونات والفطريات مثل الأفلاتوكسين (Aflatoxin) والسيكازين (Cycasine) والسافرول (Safrol) وثنائي ميثيل بنزانتراسين ، والأمينات العطرية والمذيبات ورابع كلور الكربون CCl4 .

من أعراض التسمم والفشل الكبدي : الألم ، النزف ، اليرقان ، وارتفاع تركيز Bilirubin + SGOT Prothrombin tim + + SGPT وانخفاض Albumin .

السمومية الكلوية (kidney T.) :

تعد غزارة التروية الدموية للكلى وقدرتها على تركيز المواد وأيض المركبات الأصلية إلى مستقبلات سامة ، من أهم أسباب حساسيتها للمواد السامة . ومن أشهر السموم الكلوية أملاح المعادن الثقيلة (كاديوم ، رصاص ، زئبق) ، حيث يسبب الكاديوم Cd فقر الدم وتأذي النبيبات الكلوية (Proximal tubules) وضعف العظام ونقص الأملاح أو مرض (itai itai) لدى اليابانيات. يرتبط الكاديوم في الكلى ببروتين Metallothionen مما يحمي الكلى، لكن احتمال تحرره منه داخل الخلية يعرض الكلى للتلف. كما يثبط الرصاص وظائف المتقدرات، ويثبط الزئبق بإتحاده مع مجموعة SH إنزيمات أغشية خلايا النبيبات الدانية.

تعتبر الأمينوغليكوزيدات Aminoglycosides التي تشمل المضادات الحيوية ستريبتومايسين، نيومايسين، كاناماييسين والجنتاماييسين من السموم الكلوية أيضا، وكذلك المسكنات وخافضات الحرارة مثل الأسيتامينومين Acetaminophene ، إضافة لمواد أخرى مثل البروموبنزين (Bromobenzene)، الكلوروفورم، رابع كلور الكربون التي تتحول بالأبيض الى جذور حرة شديدة السمية تسبب تلف الكلى. من أعراض الفشل الكلوي قلة البول Oliguria واحتواؤه Albumin & Blood & Casts ثم توقفه Anuria.

سمومية الرئتين (Lungs T.) :

تتميز الرئة بغزارة ترويتها الدموية مما يعرضها للمواد السامة عبر الدوران الدموي ، كما إن الرئة تحتوي على مستويات عالية من إنزيمات التمثيل الحيوي للمواد السامة وبالتالي فهي تلعب دوراً كبيراً في تنشيط أو تثبيط المواد السامة . من السموم المؤثرة على الجهاز التنفسي الغازات المهيجة مثل الكلور والأمونيا، التي تؤدي إلى احتقان مخاطية المسالك التنفسية والتهابات ثانوية واستسقاءات (edema). ومثلها التعرض لبعض المواد كالأوزون وأكاسيد النتروجين.

أما التليف الرئوي (fibrosis) فينتج عن التعرض للسيليكا (Silicosis) وألياف الأسبستوس (Asbestos)، والجدير بالذكر أن السيليكوزيس والاسبستوزيس تمثلان حالات مبكرة من سرطان الرئة الخبيث. كما تعد السجائر من الأسباب الرئيسة لهذه الأضرار حيث تحتوي السجائر على العديد من المواد المسرطنة كالسيوم والهيدروكربونات العطرية. أما باراكوات (Paraquat) المبيد العشبي فيختزل داخل الرئة منتجا شوارد حرة مؤذية للأغشية الخلوية.

قد تؤدي الغازات السامة مثل الكلور والكبريت إلى تخريش المسالك التنفسية محدثة ضيق تنفس وتقلصات عصبية شديدة ، ونقص الأكسجين لأكثر من دقيقتين ، قد يؤدي إلى الاختناق (Asphyxia) الذي ينتهي بالموت، مثله كمثل التسمم بالغازات المخدرة أو أول أكسيد الكربون الذي يتميز بوقف حركات التنفس وزرق الجلد والشفاه.

سمومية العين (eyes T.) :

١. سموم القرنية كالأحماض والقواعد والمذيبات العضوية، والغازات الحربية ومسيلات الدموع .
٢. سموم القزحية مثل المورفين والمبيدات الفوسفورية العضوية التي تسبب انقباض حدقة العين في حين يعمل الاتروبين والهوسيامين على توسيعها كما تسبب الأحماض والقواعد والبيريدين والأمونيا وثاني أكسيد الكبريت التهاب قزحية العين.
٣. سموم العدسة مثل مركبات ثنائي نيترو فينول (Dinitrophenol) ومركبات الكورتيكوليد وهيدروكلوريد الكلوربرومازين وبسولفان (Busulfan) التي تؤثر على شفافية عدسة العين وقد تؤدي للساد (Cataract).
٤. سموم الشبكية مثل مركبات كلوروكوين وأدوية الفينوثيازين والإندوميثاسين والميثانول والحشيش (Cannabis) وثاني أكسيد الكبريت، والثاليوم ومركبات الزرنيخ العضوية خماسية التكافؤ، والمهلوسات التي تؤدي إلى تلف شبكية العين والعمى.

سمومية الدم (Blood Toxins) :

١. يحول أول أكسيد الكربون (CO) خضاب الدم إلى كاربوكسي هيموغلوبين بارتباطه بحديد جزيء الخضاب محتلا مركزا أو أكثر من مراكز ارتباط الأكسجين الأربعة ، ومسببا عوز أكسجة النسيج.
٢. تؤكسد مركبات النترات (Nitrate) والهيدروكسيلايين خضاب الدم إلى خضاب متبدل (Methemoglobin).
٣. تؤثر الأشعة النووية على مكونات الدم وقد تسبب السرطان .
٤. تسبب أدوية معالجة السرطان مثل الكيماويات المؤكسدة وكذلك مضادات نواتج الأيض (Anti-metabolites) نقصا في خلايا الدم المحببة كالعدلات (Neutrophils) والحمضات (Eosinophils) والقعدات (Basophiles) ونقص مناعة الجسم وزيادة قابليته للإصابة بالأخماج.

هـ. قد يسبب البنزين والكلورامفينيكول (Chloramphenicol) وفينيل بوتازون (Phenylbutazone) سرطان الدم .

وتتخرب كريات الدم الحمراء نتيجة التسمم بالرصاص مع خروج صباغ Coproporphyrin، كما تتخرب الكريات الحمر بعد التعرض للأشعة السينية والتسمم بالبنزين والفوسفور والمشتقات العطرية الأمينية. ويسبب الزرنيخ انحلال كريات الدم الحمراء وخروج الخضاب إلى البلازما معرضا الكليتين للتخريب. كما يسبب البنزين والأشعة السينية والذرية نقصاً في عدد كريات الدم البيضاء وتخريب نقي العظام Bonemarrow والنسج المولدة للكريات.

سموم الجهاز التناسلي (G.S.T.) :

تؤثر الكثير من المواد الكيماوية على نشاط الجهاز التناسلي لدى الجنسين مسببة العقم والتشوهات الخلقية في الأجنة، والسرطان ومن أمثلتها (١،٢ ثنائي البروم ، ٣-كلوروبروين التولوين ، الزايلين ، الكادميوم ، ميثيل الزئبق) و بعض مبيدات الحشرات والمضافات الغذائية.

كيفية حدوث التسمم :

فضلاً عن التأثيرات الموضعية لبعض السموم ، فإن التأثيرات العامة الامتصاصية تلاحظ أيضاً إثر دخول السم تيار الدم ، وتوزعه وتوضعه انتقائياً في أنسجة بعينها ، حيث يؤثر تبعاً لكمية السم أو تركيزه وطريقة دخوله ، أو أنه يستقلب لمركبات أقل سمية ، تمهيداً لإطراحه جزئياً أو كلياً خارج الجسم .

طرق دخول السم الى الجسم :

يعتبر دخول السم عن طريق الفم والقناة الهضمية The alimantry canal الأسهل والأكثر مصادفة ، حيث يتم امتصاص الكيماويات غير المتأينة ذات الطبيعة الحامضية كالأسبرين في المعدة ، بينما يمتص البعض الآخر كالأنيلين ($C_6H_5NH_2$) في الأمعاء الدقيقة مثل معظم الكيماويات وذلك لكبر مساحتها وغازارة تدفق الدم إليها وخاصة أثناء هضم الغذاء وامتصاصه. يترافق دخول السم عن هذه الطريق بإقياءات ومغص وإسهالات تقلل من السم الممتص. مع أن بعض السموم الطبيعية (كسم الأفاعي) لا تؤثر هضمياً لتفككها معدياً. ويعتبر الجهاز التنفسي (Respiratory system) طريق دخول السموم الغازية والطيارة الأخطر لتمييزه بسعة مساحة الرئتين، ورقة أغشية خلاياها وغازارة ترويتها الدموية، ولوصول السم إلى الدم مباشرة، دون المرور على الكبد الذي يقلل من تأثيرها. تستطيع محبات الدهون (كلوروفورم ، رابع إيثيل الرصاص ، نيكوتين) الدخول عبر الجلد السليم الرقيق خاصة، وتسرع بعض المراهم والزيوت والأذيات والإلتهابات الجلدية امتصاص السموم.

قد تمتص بعض المواد السامة عبر الفتحات الجسمية الطبيعية كالعينين أو الأذنين ويكون امتصاص السموم (مثل الكوكائين) عبر الأغشية المخاطية أسرع لانعدام الطبقة القرنية وغازارة ترويتها الدموية . كما تصادف تسممات ناجمة عن الحقن بأنواعه وأسرع تأثيراً الحقن الوريدي ثم العضلي ، وتحت الجلد .

انتشار السم وتوضعه انتقائياً في الجسم Distribution of poison in the body :

يتوزع السم الواصل إلى الدم في أنحاء الجسم عامة، ليتوضع انتقائياً في بعض الأعضاء تبعاً لصفاته الفيزيوكيميائية، إذ تتوضع محبات الدهون كالمخدرات والمنومات في الأنسجة العصبية والكبد (منشطة الإستقلاب فيها). ويكتشف الكحول الميثيلي في العصب البصري ويختار الكلوروفورم الكظر، والبنزول نقي العظام ، والأدرينالين والديجيتالين عضلة القلب، والزئبق الداخل فمياً في الكلى وتنفسياً في الدماغ . ويتوضع الرصاص

والفلور في العظام، واليود في الغدة الدرقية ، كما يرتبط غاز الفحم بخضاب الدم، ويحتجز الكبد الفوسفور وأملاح المعادن الثقيلة ورابع كلور الكربون. بينما يتركز الزرنيخ في الكبد والكلى والقناة الهضمية في الحالة الحادة ، وتتركز المبيدات الكلورينية العضوية في الأنسجة الشحمية، والرصاص والزرنيخ في العظام وملحقات الجلد عند التسمم المزمن.

يتأثر توزيع السم في البدن بقدرته على الإرتباط مع بروتينات الدم (مثل النيكوتين والـ d.d.t وباراثيون ذات الروابط الضعيفة) ، وبالتروية الدموية (BloodPerfusion) لأعضاء وأنسجة الجسم ، و بوجود الأغشية والحواجز الحيوية مثل الحاجز الدماغي الدموي (Blood Brain Barrier) ، وبعملية أيض السموم انزيميا في الكبد والدم والرئتين والكلى.

التبدلات التي تطرأ على السم :

يستقلب الجسم السم لإزالة سميته (Detoxification) أو تحويله لممثلات (Metabolites) أقل سمية (lessToxicity) وأكثر قطبية وذوبانية water soluble فيسهل إطراره خارج الجسم. مع أن بعض التحولات الإستقلابية تسفر عن مركبات أكثر سمية من المادة الأصلية كأكسدة الكحول الميتيلي إلى فورم ألدهيد يسبب العمى ، والباراثيون إلى باراكسون.

ويتم الاستقلاب عموماً على مرحلتين :

تتضمن الأولى أكسدة أو اختزال أو حلمأة السموم بمساعدة الإنزيمات. ويتم في الثانية إقران ناتج المرحلة السابقة ببعض المواد والجذور العضوية، أو أستلتها acetylation أو تمثيلها methylation .

فتقل سمية الأمفيتامين Amphetamine والفينوباربيتال (Phenobarbital) بإدخال مجموعة هيدروكسيل Hydroxyl عليها بعملية Hydroxylation، ويلعب الكبد الدور الرئيس في ذلك. ويؤكسد الكحول الايتيلي والإيتير والبنزين في خلايا الكبد والكلى والرئتين بفعل انزيمات (Oxidase)، وأهم خمائر هذه المجموعة (cytochrome p450). بينما تحلماً (Hydrolysis) الغلوكوزيدات والأميدات والإستيرات، حيث يحلمى انزيم الأسيتيل كولين استيريز (Acetyl choline esterase) مادة الأسيتيل كولين الموجودة في الدم والأنسجة العصبية.

وقد يضاف إلى العناصر المعدنية الثقيلة كالحديد والزنك والرصاص والقصدير جذر الميتيل. أو تقرن المواد ذات جذر الكربوكسيل أو الأمين أو الكحول أو الكبريت بحمض عضوي كالغلوكورونيك (Glucouronoide-Conjugation) بالنسبة للمورفين والأترابين ، وبحمض الخل بالنسبة للسلفاميدات. تهدف عملية الاقتران هذه إلى إنتاج مركبات أقل سمية وأكثر قطبية ، ذوابة في الماء تطرح عن طريق البول. وبسبب عدم ذوبانية هذه المركبات في الدهون تقل فرص امتصاصها وبالتالي سميته. تشرف الإنزيمات الناقلة للغلوتاثيون على تفاعله مع بعض المواد وتكوين حمض الميركابتريك الذي يطرح عن طريق الصفراء أو البول.

يضاف إلى ما سبق دور إنزيمات الأستلة acetyl-Transferase وإنزيمات اقتران الفوسفات Phosphate-conjugation، وإنزيمات اقتران الثيوسلفات Thiosulphate-conjugation ، التي تقوم بربط مجموعة الـ Thiosulphate بجزيئات السموم كمركبات السيانيد (CN) وتحويلها الى ثيوسيانيد (Thiocyanide) أقل سمية وأكثر ذوبانية في الماء. من الطرق الأخرى لتقليل السمية ربط السم بجزيئات بروتينية مثل ميتالو-سستين الغني بالحمض الأميني (Cysteine) والحاوي على مجموعة السلفادريل (SH) القادرة على ربط المعادن الثقيلة مثل الكاديوم والنحاس والارصين واختزانها، حيث يتركز هذا البروتين في الكبد والكلى. ويمكن تقليل السمية

بالإقتران بالأميد Amide-Conjugation والتخلص من الشق فوق الأكسيدي Superoxide الخطير على الخلية المنتجة له في حالة عدم تمثيله سريعاً، هنا يكمن دور خمائر Superoxide-dismutase التي تهدمه وتحوله إلى مادة أقل سمية يسهل التخلص منها.

نادراً ما تنتج عن الأيض مركبات أكثر سمية، حيث يعطي الباراثيون باراكسون أشد سمية بعملية نزع الكبريت (Desulphuration)، ويختزل (Reduction) الزرنيخ الخماسي إلى ثلاثي أكثر سمية. ويؤكسد الكحول الميثيلي (الميثانول) CH_3OH إلى فورمالدهيد وحمض النمل الذي يسبب التهاب العصب البصري وضمور الشبكية والعمى، ويؤدي إدخال مجموعة الأيبوكسيد (Epoxide) للرابطة الزوجية في العديد من السموم كما في المركبات عديدة الحلقات إلى إنتاج مواد مسرطنة (Carcinogenesis).

تطرح السموم من البدن بعد تحويلها إلى مواد ذوابة أقل سمية، باستثناء حالة الثبات الكيميائي للسم، وإصابة الكبد وعجزه عن الاستقلاب التام، وبقاء جزء من السم يتراكم فوقه كميات أخرى محدثة للتسمم المزمن.

إطراح السموم : Excretion of poisons

تطرح السموم الغازية والطيارة عن طريق الرئتين، ويطرح المورفين والنيكوتين عبر مخاطية المعدة، والزرنيخ والزئبق بواسطة مخاطية المعى الغليظ واللحاج. كما تطرح السموم المعدنية وأشباه القلويات عن طريق الصفراء والكلى والجلد، كما يطرح المورفين والنيكوتين والزرنيخ والزئبق والكحول مع الحليب. يترافق هذا بتغيرات مرضية في أعضاء الإطراح مثل تنكس الكلى وقصورها الذي يزيد من سمية المواد.

العوامل المؤثرة في فعالية السم Factors affecting action of the poison

أولاً : عوامل متعلقة بالسم ذاته Factors related to the toxicant :

١. البنية الكيميائية للسم Chemical structure ودرجة تأينه (PKa) :

بعض البنى الكيميائية أكثر سمية من أخرى فالنترت Nitrite أشد سمية من النترات nitrate، ومركبات الزرنيخ العضوية كحمض الكاوديليك وأملاحه أقل سمية من اللاعضوية كحمض الزرنيخي وأملاحه، كما أن كلوريد الزئبق Mercuric chloride أشد سمية من كلوريد الزئبق mercurous chloride . بينما نالورفين Nalorphine المشابه للمورفين وأحد مشتقاته يعمل كترىاق ضده.

إن درجة تأين المادة تؤثر على امتصاصها هضمياً ، والتي تحسب وفق معادلة اندرسون للقواعد : (Pka = PH + LOG (nonionized form)/(ionized form))

و للأحماض : (Pka = PH + LOG (ionized form)/(nonionized form)). إضافة لثبات المادة Stability في ظروف التخزين والبيئة مثل الحرارة والضوء والرطوبة، وذوبانيتها في الماء والسوائل العضوية، ومحبات الدهون كالمبيدات الحشرية ورابع كلورالكربون أكثر سمية في المحاليل الزيتية منها في المائية لسرعة امتصاصها.

٢. شكل وحالة السم الفيزيائية Physical nature or propertie :

فالسموم الغازية gases أسرع امتصاصاً وتأثيراً من السموم السائلة Liquid، والسموم بحالتها الصلبة Solid أبداً تأثيراً وتتناسب سميتهما مع ذوبانيتها Solubility وسرعة امتصاصها (كالوميل - سليماني) (سلفات الباريوم - كلوريد الباريوم) كما أن المحاليل الدافئة أسرع تأثيراً.

٣. كمية السم والعلاقة بين الجرعة والسمية Dose response relationship:

يشد تأثير السم Severity بازدياد جرعته (فالزرنخ أو الأتروبين بجرعة ١٠ ملغ سامة وجرعة ١٠٠ ملغ مميتة FatalDose). مع أن الجرعات الكبيرة من الزرنخ arsenic تؤدي للقيء Vomiting وطرح معظم السم.

٤. التعرض للسم لمرة أو أكثر Single or repeated exposure:

الجرعة الوحيدة الكبيرة أكثر سمية في العادة من الجرعات المتكررة الصغيرة بسبب استنفاد آليات إزالة السمية الجسمية بعد التعرض لجرعة كبيرة، وتطور التحمل والمقاومة للسم بعد التعرض المتكرر لجرعات صغيرة (نتيجة ازدياد معدل إزالة السمية و تكيف الأنسجة مع تأثير السم) ، وتطور المناعة الحقيقية ضد السم الأنثجيني كالسموم النباتية phytotoxins ومثالها زيت الخروع ricin. يستثنى من ذلك السموم التراكمية عندما تصبح الجرعات الصغيرة المتكررة أكثر سمية مع الزمن، ومثالها الديجيتاليس digitalis، وارفارين warfarin، الإشعاع radiation.

٥. تركيز Concentration السم في أنسجة الجسم:

تخفيف السموم وخاصة موضعية التأثير يضعفها، كما أن السموم التراكمية Comulative nature مثل الرصاص، والسلفاميدات مديدة المفعول، والستركنين والديجيتالين لا تظهر تأثيرها إلا بعد تجاوز تركيزها في الأنسجة حداً معيناً.

٦. نقاوة السم :

إن مزج أكثر من مادة قد يزيد تأثيرها (بالتآزر Synergism كحول . منومات)، وقد يضعفه (بالتضاد Antagonism كلورالهيديرات . ستركنين)، كما أن وجود بعض العناصر مثل الكاديوم يقلل من امتصاص النحاس والزنك، والمغنيزيوم يقلل امتصاص الفلور.

٧. مصدر السم Source of poison :

قد تتركز المادة السامة النباتية في أجزاء معينة من النبات، ويزداد تركيزها في مرحلة محددة من النمو. وقد تتخرب بالتخزين والتجفيف dessication.

ثانياً . العوامل التي تعود للجسم Factors related to the body

١ . طريقة دخول السم Route of administration:

الحقن الوريدي (IV) أسرع تأثيراً من الإستنشاق (Inh.)، وهذا الأخير أسرع من الحقن في البريتون (Ip) ومن بعده العضل (IM) فتحت الجلد (S.C)، ثم الجروح المفتوحة فالأغشية المخاطية mucous membrane (مستقيم، مهبل) ومن ثم الفم وأخيراً الجلد. حيث يتطلب الأمر جرعة فمية أربع أمثال الجرعة حقناً، وحقنة شرجية مثلي الجرعة الفمية للحصول على المفعول ذاته، وتتميز الطريق الهضمية بتخريب جزء من السم، أو إطرأحه بالتقيؤ، أو الإسهال. وتتأثر سمية العقار بعدد مرات التعرض ووقته.

٢. حالة المعدة Condition or State of stomach وطبيعة محتوياتها وحركة الأمعاء :

يسهل خلو المعدة امتصاص السم ويسرعه، وامتلاء المعدة يؤخر امتصاص السم وقد يقلل تأثيره، ومع أن الدهون تؤخر امتصاص الزرنخ الذواب بالماء لكنها تسرع امتصاص الفوسفور ورابع كلور الفحم والمبيدات الذواب في الدهون، ووجود التهابات وتقرحات يسرع الإمتصاص وحدوث تسمم.

٣. اختلاف النوع Species variation:

تلاحظ الاختلافات بتأثير السموم نتيجة الفروق الفيزيولوجية فالقطط تحديدا مفرطة الحساسية للكريزول، والمورفين المخدر للإنسان والكلاب مثير للماشية والخيول والقطط والفئران. والكلاب والخيول حساسة للأتروبين الذي تتحملة الأرناب (لغنى خلايا كبدها بالأتروپينيز) . وهناك اختلافات بالتأثير نتيجة فروق تشريحية فالكلاب عموما أكثر حساسية من المجترات بسبب قصر قنواتها الهضمية، فضلا عن دور الكرش في تخفيف السم والإقلال من امتصاصه .

٤. عمر المصاب وجنسه ووزنه Age of animal & Sex & body weight:

فصغار السن أكثر حساسية للسم، لعدم اكتمال الجهاز الميكروسومي الإنزيمي الكبدي وآليات إزالة السمية، ولضعف حيوية الكلى والقلب. وكذا المسنون لتراجع القدرة على إزالة السمية والإطراح، وانخفاض معدل الرشح الكببيي. ويلاحظ أن الذكور أكثر تأثرا ببعض السموم مثل Schradan، والإناث أكثر حساسية للباراثيون parathion بسبب الاختلافات الهرمونية والإنزيمية الإستقلابية، وبسبب الأوضاع الخاصة الفيزيولوجية كالحمل أو الإرضاع كذلك.

ونظرا للتناسب الطردي بين الجرعة السامة ووزن المصاب فإنه من الواجب أن تسجل الجرعة بالملغ/كغ وزن جسم، الأمر الذي يشير لكمية الأنسجة المعرضة لجرعة محددة فالحيوانات الصغيرة أكثر تأثرا ببلوغ العقرب والأفاعي لصغر جسمها، مقارنة بالبالغة التي تأخذ نفس الجرعة.

٥. حالة المصاب الصحية General state of health والغذائية ودرجة إجهاده :

فمرضى الكلى والكبد أكثر تأثرا بالسموم. وأجسام المصابين بكسل الأمعاء تمتص كمية أكبر من السموم. كما أن الوهن والإجهاد وسوء التغذية والهزال تؤدي إلى ضعف المصاب وانخفاض مقاومته والقصور في إزالة السمية والإطراح. ويلاحظ ان عوز الكالسيوم يزيد من امتصاص الرصاص.

٦. الاستعداد الذاتي Idiocracy أو فرط الحساسية Hyper susceptibility :

هو استجابة غير طبيعية، فالجرعات العلاجية من بعض العقاقير كالبنسلين والأسبيرين والسلفاميدات قد تكون سامة لبعض الأفراد دون غيرهم. بسبب مرض مناعي أو عيب وراثي كالنقص في إنزيم استقلابي محدد.

٧. الاعتياد Habit or Previous habituation أو الإدمان Addictions :

تؤدي الجرعات الصغيرة المتزايدة من بعض العقاقير (كحول، مسكنات، مهدئات منومات، منبهات) إلى الاعتياد وظهور المقاومة أو التحمل Tolerance لجرعات أكبر بسبب ارتفاع معدل إزالة السمية ونمو الشبكة البلازمية البطانية الناعمة في خلايا الكبد وتكيف النسج مع تأثير السم كما هو الأمر عند أكلة الزرنخ أو متعاطي الأفيون ومدمني المسكرات والمخدرات. أما الإدمان فهو ميل مرضي لتعاطي عقار معتاد كالأفيون أو الحشيش أو الكوكائين، بحيث إن الحرمان المفاجئ منه يؤدي لأعراض انسحابية (عصبية، تنفسية ودورانية) تسمى تناذر الانقطاع ، منها على سبيل المثال فقد التمتع وحدوث الإمساك الشديد وفقدان الشهية والهزال والتبدل أو الهياج تبعا لنوع المخدر.

ثالثاً . العوامل المتعلقة بالبيئة والظروف المحيطة:

فالبرد والرطوبة وأشعة الضوء والضغط الجوي والإشعاع والضجيج والتعرض المتكرر للكيماويات، كلها عوامل تؤثر على الأيض ومقاومة الجسم.

بعض آليات فعل السموم (Toxicodynamics) :

يؤدي التفاعل المتبادل بين السم والجسم الحي لأعراض مرضية تعبر عن السمية. فمثلاً السموم الفوسفورية العضوية تعطل عمل الأعصاب وتشلها، مسببة تسمماً حاداً Acute يتجلى بظهور الأعراض مباشرة بعد التعرض لجرعة واحدة مرتفعة من المادة السامة. أو يكون التسمم مزمناً (Chronic) أي أن الأعراض المرضية تظهر بعد فترة (Latency Period) من التعرض لجرعات متكررة صغيرة من المادة السامة، ويكون تأثير السم دائماً كما في حالات الإصابة بالسرطان والتشوهات الخلقية أو يكون مؤقتاً كالغثيان والصداع. ويمكن للمعادن الثقيلة أن تصل إلى الكبد والكلية والجهاز الهضمي والدم، لكن من الصعوبة بمكان أن تصل إلى الدماغ والأعصاب بفضل الحواجز الطبيعية . ومن آليات فعل السموم :

آلية فعل السموم الطبيعية Mode of Action of Natural poisons :

تمتاز جزيئات السموم الطبيعية (سواء كانت نباتية أو حيوانية) ببساطة تركيبها الكيميائي الذي لا يتعدى الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين. ومن هنا ليس لها أثر متبقي طويل الأمد يؤثر على حيوية الكائنات المعرضة. وذلك لسرعة تفككها وتأثرها بالعوامل الجوية وخاصة الحرارة فتتحول إلى مستقلبات أقل أو عديمة السمية. من هذه السموم الطبيعية النباتية النيكوتين Nicotine.

آلية فعل السموم الفوسفورية العضوية organophosphorus Poison :

تؤثر هذه السموم عن طريق ربط وتنشيط (inhibition) إنزيم الكولين استيراز Acetylcholinesterase-inhibition بسبب التشابه البنائي والكيميائي بين السموم الفوسفورية العضوية والإنزيم، بدلاً من أن يرتبط الإنزيم بمادة تفاعله الأساسية (substrate) وهي الأسيتيل كولين، وهذا التنشيط غير عكوس بالغ السمية نظراً لفسفرة الإنزيم. يستمر جزيء المركب السام مرتبطاً بسطح الإنزيم بحيث يخرج عن دوره الطبيعي ويعوقه عن تأدية عمله في تفكيك الناقل العصبي الموجود في المشابك العصبية (Synapse) كموصل للسيالة (neuron communication)، مما يؤدي لتراكم الناقل العصبي أسيتيل كولين وظهور أعراض التسمم.

آلية فعل السموم الكارباماتية :

تعمل الكاربامات أيضاً على تثبيط الإنزيم أسيتيل كولين استيراز لكن بدلاً من فسفرة الإنزيم، فإنها تعمل على كاربامويلات الإنزيم وتنشيطه تثبيطاً عكوساً، يتحرر منه بالإمهاء السريعة.

آلية فعل السموم الهيدروكربونية الكلورية (Organochlorines) :

تتصف هذه المجموعة بتأثيرها الطويل وفعاليتها الدائمة وثباتها في البيئة. ومثالها Dichloro Diphenyl DDT (Trichloroethane) الذي أصبح استخدامه محظوراً منذ عام ١٩٧٢م. فهو سام للأسماك Its toxic to fish، يتراكم في الأنسجة الدهنية لكائنات السلسلة الغذائية Accumulates in fatty tissues along food chain مسبباً هشاشة قشرة بيض الطيور Causes egg shells thinning in birds لتأثيره على توازن الكالسيوم.

أما آلية عمل Mechanism of action هذه السموم فهي بالتأثير على انتقال أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر الجدار الخلوي، مما يزيد من سرعة الإشارات العصبية ويعمل على إطالة كمون الفعل Prolong Action Potential.

التشوه والكيماويات المشوهة Teratogenesis & Ch. Teratogenics :

تحدث تشوهات الأجنة عادة نتيجة تعرض الأم الحامل لمؤثرات كيميائية أو تغيرات طبيعية أو غذائية أو وراثية. حيث تتضرر بعض الخلايا أثناء تطور الكائن الحي في المرحلة التي يكون فيها أكثر حساسية. ولدراسة هذه التشوهات لا بد من معرفة وقت التعرض ووقت تمايز أعضاء الأجنة إذ أن فترة ما قبل تمايز الأعضاء (خلال الأسبوعين الأولين من الإخصاب) غير قابلة للتشوهات وينتج عنها موت الأجنة غالباً.

بينما تكون فترة تكوين الأعضاء (بعد الأسبوعين إلى الشهرين الأولين من الحمل) في منتهى الحساسية للتشوهات. وتعتبر فترة تكوين الأنسجة ووظائف الأعضاء (من شهرين إلى تسع أشهر) مقاومة للتشوهات، لكنها فترة اضطرابات النمو ووظائف الأعضاء. لتصادف في فترة الولادة وما بعدها اضطرابات الوظائف العصبية والقدرة على التعلم والسلوك.

آليات حدوث التشوهات :

تنتقل الطفرات الحادثة في الخلايا الجرثومية (الحيوان المنوي أو البويضة) وراثياً من جيل إلى جيل، في حين أن طفرات الخلايا الجسدية تبقى ضمن خلايا الفرد نفسه. وتحدث هذه الطفرات بسبب الأشعة والمواد المسرطنة. إذ يسبب كلوريد الزئبق اضطرابات عصبية في الأجنة ويؤدي تدخين التبغ إلى تأخر نمو الأجنة وانخفاض وزنها، أما الكحول فقد يسبب تشوهات وجه الجنين خلال الأشهر الثلاثة الأولى. بينما يؤدي عقار الثاليدوميد Thalidomide إلى فقد أو قصر أطراف الأجنة، وبعض الهرمونات مثل Diethylstilbestrol إلى سرطانات الرحم.

الأشكال الطبية الشرعية للتسمم :

تقسم التسممات طبياً شرعياً إلى جنائية، وانتحارية وطائرة.

١- التسممات الجنائية نادرة وتهدف لأذية الآخر وتهديد حياته عمداً بما في تناول اليد من سموم كالزرنخ أو أملاح الزئبق أو السيانيد أو المخدرات والمنومات، وقد تستعمل مبيدات الحشرات أو المواد المشعة كالراديوم.

٢- التسممات الانتحارية تشكل ٦٥ % من الحالات، وهي تناول الضحية السم وإيذاء نفسه عمداً نتيجة اضطرابات نفسية أو إجتماعية، باستعمال المسكنات والمهدئات والمنومات والمخدرات وغاز الفحم في أغلب الحالات، وحمض الخل أو المبيدات أحياناً.

٣. التسممات العرضية أو الطائرة الأكثر مصادفة نتيجة الخطأ أو الإهمال وقلة الحيلة وتشكل ٢٤ % من الحالات. كالتسمم الدوائي بجرعة زائدة أو دواء غير المقصود بخطأ المريض أو الطبيب أو الصيدلي أو لفرط في الحساسية. والتسمم المهني بالغازات السامة أو السموم العضوية في ظروف العمل غير الصحية كالتسمم المزمن بالبليزير أو الكاديوم أو الزئبق أو الرصاص. أو التسمم الصناعي أثناء صناعة المبيدات والمنظفات والمذيبات. والزراعي نتيجة استعمال المبيدات والكيماويات الزراعية. إضافة للتسمم الغذائي بتناول فطور أونباتات سامة أو أغذية فاسدة أو ملوثة بالسموم، أو نتيجة التحسس الفردي لأطعمة معينة كالبيض والسمك. والتسممات المنزلية بغاز الفحم أو الكلور أو النفط والكاويات والمنظفات والأصبغة والمبيدات نتيجة الإهمال.

عاقبة التسمم :

يتطور التسمم الحاد بسرعة وقد ينتهي بالموت، أو تتراجع الأعراض بالتدريج حتى الشفاء على مدى أيام أو أسبوع أو أكثر. ترتبط عاقبة التسممات المترافقة بتغيرات نسيجية بنوع ودرجة هذه التغيرات، وبأهمية العضو المصاب.

التشخيص الطبي الشرعي للتسمم :

مهمة ليست سهلة، تستوجب المسؤولية. تتعلق دقة التشخيص بمعطيات ظروف الحادث والأعراض المرضية، وطبيعة المادة السامة المتوقعة، والوقت المار على التسمم وطبيعة الاسعافات المقدمة. إضافة لصحة جمع وحفظ وإرسال العينات ونتائج التحليل السمي. بالنتيجة يستطيع الطبيب الوصول لاستنتاج حاسم أحيانا، بينما لا يستبعد في حالات أخرى احتمال التسمم بسم معين أو مجموعة متشابهة التأثير. وقد لا يكون الحادث أكثر من مرض عضوي كالصرع أو الكزاز أو نقص سكر الدم. يعتمد إثبات حدوث تسمم محتمل على معطيات كل من ظروف الحادث، والأعراض السريرية، والتغيرات التشريحية، والتحليل السمي للعينات.

ظروف الحادث :

يدعو للاشتباه بتسمم ظهور اضطرابات صحية مفاجئة أو موت جماعي لدى أفراد أصحاء ظاهريا في ذات الوقت والمكان والظروف مع أعراض سريرية وتغيرات تشريحية متشابهة. يعزز الاشتباه الأعراض العصبية أو المغص المفاجئ، والروائح الغريبة للإقياءات أو ما تناولته الضحية، والعبوات الدوائية، وظروف الحادث.

أعراض التسمم :

وتؤخذ من أقوال الشهود، أو المعاينة المباشرة، حيث تميز التسممات إلى فوق حادة مميتة خلال ساعات، وحادة بنسبة موت مرتفعة خلال يومين أو أكثر، وتحت حادة تنتهي بالموت أو الشفاء خلال أيام إلى أسابيع، ومزمنة تظهر بعد أسابيع أو أشهر أو أكثر من التعرض للسم.

التناذرات (المتلازمات) المرضية للتسمم :

أ . التناذرات العصبية: من التناذرات المركزية للتسمم السبات والإختلاج (عند التسمم بالمبيدات الحشرية الكلورينية أو النيكوتين) أو الكآبة والانحطاط، ثم السبات الهادئ (عند التسمم بالمخدرات والمنومات والمهدئات) والهباج (عند التسمم بالكحول و الأتروبين) أما التناذرات المحيطية فتكون على شكل آلام عصبية أو فقدان حس أو شلل حركي. ب . التناذرات الهضمية: وتشمل أعراض الغثيان، والمغص والإسهال (بتأثير الكاويات وأملاح المعادن الثقيلة) أو الإمساك (عند التسمم المزمن بالرصاص والزرنيخ). حيث تكون الإقياءات بروائح وألوان مميزة (أخضر - للنحاس، أزرق - لليود، أصفر - للمواد الأزوتية، بني مسود - لحمض الكبريت). ولها رائحة الثوم عند التسمم بالفوسفور أو الزرنيخ، ورائحة اللوز المر عند التسمم بالسيانيدات أو الكلوروفورم، ورائحة التبغ - للنيكوتين، ورائحة القرن المحروق - للنترات، فضلاً عما للتسمم بالخل والكحول والفينول من رائحة خاصة وما للتسمم بالفوسفور من إقياءات مضيئة في الظلام.

ت . التناذرات الكبدية: ومنها التضخم الكبدي وأعراض التهاب الكبد واليرقان عند التسمم بالزرنيخ والمبيدات الكلورينية والكلوروفورم والفوسفور.

ج . التناذرات التنفسية: كالسعال، وعسر التنفس والزراق والاحتقان ووذمة الرئة عند التسمم بالغازات والأبخرة المهيجة، وكلوريد الصوديوم. وبطء التنفس وهبوط الدوران بتأثير المخدرات والمنومات، وتسرع التنفس عند التسمم بالأتروبين والأسبيرين وثنائي أكسيد الكربون والسيانور.

د . التناذرات الكلوية: وتتجلى بقلة البول أو انقطاعه، والبول الزلالي أو المدمم، ووجود الرواسب عند التسمم بالزئبق وحمض الأكساليك، والزرب السكري عند التسمم بالمورفين والأسبيرين.

و . **التناذرات الدموية:** على شكل فاقة دم انحلالية أولاتسجنية، ويرقان وبيلة يحمورية وانحطاط عند التسمم بكبريتات النحاس وتشكل خضاب الدم المفحمن Hb-CO، أو المتبدل (الممغلب Hb-Met) في حالات أخرى.

ي . **التناذر المختلط:** وظهور أعراض موسكارينية (إلحاح، تشنج قصبات، بطء قلب إسهال)، ونيكوتينية (ارتجاف عضلي، تسرع قلب، ارتفاع ضغط مثلاً) عند التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية.

التغيرات التشريحية :

يتم التشريح بعد تهوية المكان واستبعاد أية مواد كيميائية يمكن أن تلوث الجثة، ووصف الزرقة الجفيفية التي تتلون بالأحمر الوردي عند التسمم بالسايانيدات، والبنّي عند التسمم بالنترات وصفرة الجلد عند التسمم بالفطور أوالأرسين. وتلاحظ سرعة التصلب عند التسمم بالستركنين والآثار الموضعية للكوايات. كما يلاحظ تضيق حدقة العين عند التسمم بالأفيون، وتوسعها - بالأثروبين. ويشاهد خط رمادي مسود على اللثة - عند التسمم بالرصاص. من المفيد التدقيق بمحتويات المعدة Seeds or tablets والروائح Smell الغريبة والتقرحات Ulcer، ولون الأنسجة (الرمادي المسود عند التسمم بالرصاص، والأصفر عند التسمم بالفوسفور) والتغيرات الدورانية والتكسية والنخرية في الأحشاء.

لكن وجود تسممات لا تترك تغيرات تشريحية دالة عليها (مثل التسمم بالغلوكوزيدات - الأثروبين - الديجيتالين - الأكونيتين) يجعل التحليل السمي الأهم تشخيصياً مع العلم أن اكتشاف أية تغيرات مرضية توضح سبب الموت كالنزف الخطير أو الورم الخبيث أو أمراض القلب والدم قد يلغي الإشتباه بتسمم.

الفحوصات المخبرية :

تعتبر الأهم تشخيصياً، وتحدد طرائقها بطبيعة السم المتوقع، ومنها الفحوصات الكيميائية تحرياً عن خضاب الدم المفحمن أوالممغلب، والاختبارات الفيزيائية والنسجية والجرثومية والحيوية. حيث تجرى الفحوصات الكيميائية السمية الشرعية Forensic chemistry على العينات المضبوطة في مكان الحادث (غسولات، إسهالات، أو محتويات أحشاء) في كل حالات الموت المشبوه. ويعتبر التحليل الكيميائي السمي رغم صعوبته الطريقة الوحيدة المؤكدة لتشخيص التسمم. يتم هذا التحليل على مرحلتين (أولاًها استخلاص السم وعزله، وثانيها كشف السم ومعايرته) ويمكن عند الضرورة رفده بالتقييم البيولوجي وحقن حيوانات التجارب بخلاصة العينات المفحوصة.

كشف السم وعيانه :

بعد استخلاص السموم الطيارة بالتبخير، والسموم العضوية بإضافة الكحول والإيتير الحامضي ومن ثم القلوي، واستخلاص السموم المعدنية بتخريب المواد العضوية. تتم معايرة الباربيتورات والقلوانيات وبعض المواد العضوية بقياس الطيف الضوئي Spectrophotometry وتحليل طيف الإمتصاص Absorption S. ، ويكشف عن المعادن وأشباهاها بتحليل طيف الإصدار Emission S. . كما يستخدم التخطيط الإستقطابي Polarography لعيار المعادن وأشباها القلويات والتفريق اللوني (الإستشراب) Chromatography بأنواعه (الغازي Gas-chr. والسائلي Liquid chr. وعلى الصفيحات الرقيقة Thinlayer chr. وعلى الورق Paper chr.) لكشف معظم المواد المهمة.

الكشف الطبي الشرعي في حالات التسمم :

يهدف هذا الكشف لتحديد ماهية الحالة عند الإشتباه بتسمم، وكشف نوع السم وجرعته وطريقة دخوله. ويجب ألا تتعارض المعطيات السريرية والتشريحية مع فرضية التسمم والسم المكتشف الذي ينبغي أن يكون بكمية

كافية. مع أن النتيجة الإيجابية لا تؤكد دائما حدوث التسمم (إذ يتواجد الفوسفور والرصاص والزرنيخ طبيعيا بكميات قليلة في الجسم، تدخله مع الغذاء أو كدواء) ويجب أن يكون بكميات زائدة عن الطبيعي حتى يعتبر تسمما.

كما أن النتيجة السلبية للكشف لا تستثني التسمم (لاحتمال التأخر في الفحص أو صغر الجرعة المستعملة أو الإطراح السريع للسموم الغازية والطيارة خلال ساعات والقلوانيات خلال يوم، أو لتحول السم إلى مركبات صعبة الكشف أو تخريبه، أو لعدم حساسية طريقة الفحص أو عدم دقة العمل وضياح بعض أثناء التحليل). وعلى الطبيب في حالات التسمم معرفة نوع السم من الأعراض، ومن التشريح وأخذ عينات دم، بول، غائط، وإقياءات وشعر وأظافر من الأحياء، وعينات من المعدة والأمعاء والدم والكلية والكبد والمخ، والشعر والأظافر من الجثث.

الإسعافات العامة والعلاج في حالات التسمم :

ينبغي الكشف بسرعة وتمييز التسمم بالكاويات ، ومعالجة صدمة الألم وإعطاء الملطفات وتعويض السوائل، وفقر الرغامي عند الضرورة. والعلاج بعد استبعاد المواد المشبوهة وإيقاف إدخال المزيد من السم إلى جسم الضحية، ويشتمل الإسعاف في حالات التسمم على:

١. وقف أو تأخير امتصاص السم ثم إخرجه باستعمال الزلال الملطف والواقي Demulcents and protectives (المخفف للسم، المعيق لامتصاصه وإفراغ المعدة) عند التسمم بالكاويات وأملاح المعادن الثقيلة Heavy Metal Poisoning. أو استعمال معلق الطحين أو النشاء أو مسحوق الفحم Charcoal المنشط أو الترياق العام Universal antidote (جزئي فحم منشط، وجزء من أكسيد المغنيزيوم، وجزء حمض عفص بمعدل ملعقة كبيرة إلى كأس ماء) الماز لبعض المعادن والغازات وأشباه القلويدات.

يمكن للمساعدة على تفرغ المعدة إعطاء المقيئات Emetics مثل Apomorphine أو ماء الصابون، أو المحلول الملحي المركز. أو الغسيل المعدي Gastric lavage بمعلق الترياق العام خلال الساعات الست الأولى من التسمم الحاد باستثناء حالات التسمم بالكاويات. وإعطاء المسهلات Cathartics كمحلول سلفات المغنيزيوم MgSO4 المشبع أو زيت الخروع Castor oil. وفتح الكرش جراحيا في حالات إستثنائية. يتم التخلص من السموم بالإستقلاب الكبدي أو تنشيط التنفس أو استعمال المسهلات أو المدرات، أو تبديل الدم.

٢. المعالجة المساعدة أو حسب الأعراض Symptomatic treatment :

وتتم بسرعة بالتوازي مع الإسعافات الأولية إذ يعطى المورفين وريديا لمعالجة الألم الشديد ، والأتروبين للألم التشنج، وتعالج الصدمة cardiovascular-shock بالكورتيزون ١٠-٢٥ مغ/ كغ وزن خلال اليوم الأول من الإصابة، أو بالتسريب الوريدي للمصل الفيزيولوجي، ويعالج الهبوط الدوراني بمنشطات القلب ورافعات الضغط (أدرينالين، كافيين).

يعالج التشنج العضلي بالمرخيات والمهدئات Diazepam (Valium) ، وألكالسيوم وريديا، وتعالج الوذمة الرئوية بالكورتيزون Cortisone ، وارتفاع الضغط بنتريت الصوديوم. والفشل الكلوي نتيجة التسمم بالزئبق أو الفوسفور، والفشل الكبدي تسمما بالزرنيخ أو الباراسيتامول بالديلزة ونقل الدم. ويعالج الاختناق التسممي بالأكسجة Air Carbogen وتنشيط التنفس بالكارديازول، والهبوط الحراري بالعزل والتدفئة warming.

٣. إبطال مفعول السم ، باستعمال الترياقات (Antidotes)، المناسبة ذات الفعالية الخاصة المضادة لتأثير السم، التي تقلل من تأثيره أو توقف مفعوله ومنها:

أ . الترياقات الطبيعية Physicals antidotes :

كالتخفيف بالماء (باستثناء التسمم بحمض الأكراليك لأنه يزيد امتصاصه)، أو بالزلال أو الحليب المقشود Skim-milk أو الزيت النباتي الواقي Coater والملطف Demulcent. أو إعطاء الكاؤلين Kaolin ، أو مسحوق الفحم المنشط Activated-charcoal أو كربونات المغنيزيوم المازة Adsorbition لأشباه القلويات والغازات، ثم تعطى المسهلات لإخراج السم. ويستعمل الترياق المكون من ٢ جزء فحم منشط و ١ جزء حمض عفص Tannic acid و ١ جزء أكسيد مغنسيوم ضد السموم المعطاة هضمياً، ويتم استعماله عند ظهور أعراض التسمم بأن يتناول المريض معلقتي شاي من هذا الخليط في ١,٥ كوب ماء ١٠% Ethyl alcohol Glycerine عند التسمم بال-Phenol (carbolic acid).

ب . الترياقات الكيميائية Chemicals antidotes :

كالأحماض المخففة weak acid (ملعقتي حمض خل أو طرطير/ نصف لتر ماء) عند التسمم بالقلويات Alkalis، والقلويات الضعيفة weak alkali (كماء الكلس أو أكسيد المغنيزيوم) عند التسمم بالأحماض Acids، وقد نحيث البيكربونات NaHco3 كونها تؤدي لتفاعل ناشر للحرارة منتج لغاز CO2. بينما يرسب حمض العفص السموم المعدنية وأشباه القلويات ، وماء الجير - حمض الأوكزاليك . وتشكل كبريتات المغنيزيوم مع الفينول سلفوكربولات المغنيزيوم. وتؤكسد البرمنغنات Potassium-Permanganate 1/5000 أشباه القلويات (مورفين، ستركنين)، و Phosphorous & cyanide . والماء الأكسجيني Hydrogen peroxide وأزرق الميتيلين - السيانيدات.

ج . الترياقات الفيزيولوجية Physiologivals antidotes :

التي تعاكس التأثير الوظيفي للسم كالأثروبين المستعمل ضد الإيزرين، والميفينيزين Mephenisine المستعمل عند التسمم بالستركنين Strychnine، والكافئين ضد تأثير الباربيتورات، ونالوكسون naloxone — ضد المورفين Morphine. والأسيتيل سيستين N-Acetylcysteine عند التسمم بالباراسيتامول. تستعمل حالياً مواد خالبة chelators مثل British-Anti-Lewisite (BAL) أو Dimercaprol التي تتحد مع الشوارد المعدنية مشكلة مركبات ذوابة ثابتة غير سامة يسهل إخراجها عند التسمم بالزرنيخ والزنك والنحاس، لكن اتحاد BAL مع الحديد يعطي مركباً أشد سمية من الحديد نفسه. ويعطى Ethylene (EDTAc) DiamineTetra Acetic acid بجرعة ١ غ مرتين يومياً/ ٥ أيام عند التسمم بالرصاص فيخرجه من الأنسجة ويحل Ca مكانه. كما يعطى البنسيلامين Penicillamine عند التسمم بالنحاس، وديسفيرول Desferol - عند التسمم بالحديد ، وبراليدوكسيم Pralidoxime ، عند التسمم بالباراثيون ، وتنافس الأكسيمات المبيدات organophosphorus على مستقبلات الإنزيم كولين استيريز وتمنعها من الاتحاد معها.

٤. الإسراع بإطراح السموم Forced diuresis :

بتنشيط الإدرار عن طريق تسريب الأمصال أو المحاليل الملحية وريدياً وبإعطاء محلول بيكربونات الصوديوم عند التسمم بالساليصيات (بمعدل نصف لتر من كل محلول). أو حث الإدرار Diuresis بالمبيبات الثيازيدية أو لازيكس أو المانيتول ١٠%. وقد يلجأ للقطرة عند احتباس البول، أو الديليزة Dialysis الدموية. وتستخدم المعرقات أو يلجأ للأكسجة عند التسمم بالغازات أو الأبخرة السامة. ويلجأ للفصادة أو نقل الدم Haemoperfusion عند التسمم بحالات الدم أو المركبات الممغلبة للخصاب أو التسمم بالفوسفور والكولشيسين غير القابلة للديال.

السموم الكاوية أو الأكالة

Corrosives or Caustics poisons

معظم حوادث التسمم بها طارئة نتيجة التهاون في تخزينها والتعامل معها في المنازل وأماكن العمل، وقد تكون إنتحارية ، أما الجناية فنادرة بسبب طعمها اللاذع ورائحتها النفاذة وسرعة ظهور الأعراض. تسبب هذه السموم حروقاً موضعية شديدة، إضافة إلى التأثيرات الإمتصاصية العصبية والكلىة والتنفسية أحيانا (الشكل ١٦٠).



(الشكل ١٦٠) حروق موضعية في المريء واليد والعين

تشتمل هذه السموم على أحماض عضوية مثل (حمض الخليك acetic acid وحمض الأوكزاليك Oxalic acid والفينول أو حمض الكربوليك carbolic acid، وحمض الهيدروسيانيك hydrocyanic acid وحمض البوريك) وأحماض لاعضوية قوية (مثل حمض الكبريتيك Sulphuric acid (H₂SO₄)، وحمض الهيدروكلوريك Hydrochloric acid (HCL)، وحمض الآزوت Nitric acid (HNO₃)، وقلويات قوية (كاوية) مثل الصودا والبوتاس الكاوي Sod. hydroxide (NaOH) & Pot. hydroxide (KOH)، وهيدروكسيد الأمونيوم وبعض الأملاح المعدنية الأكالة مثل كلوريد الزئبق وكلوريد الباريوم وبرمنغنات البوتاسيوم، إضافة إلى أملاح الهيدروسيانيك ونترات الفضة وكلوريد الأنثيمون وغيرها.

من خواص هذه السموم تأثيرها الأكال والمنخر الموضعي للأنسجة الحية، حيث تسبب (باستثناء الفينول) ألماً حارقاً في الفم يمتد حتى المعدة، وإقياء متكرراً مسود اللون Acidic Haematin ، وإمساك Constipation عند التسمم بالأحماض وإقياء صابونياً Alkaline Haematin والإسهال Diarrhea في حالة التسمم بالقلويات، وشعوراً بالعطش وصدمة دموية نتيجة التجفاف Dehydration، وصعوبة البلع Dysphagia مع تنفس سريع سطحي. Shallow rapid Resp. ، وتشنج عضلي عند التسمم بحمض الأوكزاليك، وقد تتحل كريات الدم الحمراء ويحدث الهبوط العام وإنهاك وضعف، وقلة بول Oliguria مع بيلة زلالية يحمورية. وسرعان ما تظهر أعراض الصدمة الثانوية كالوهن وهبوط الحرارة وضعف النبض وتسارعه Rapid weak Pulse والتعرق الغزير.

تأخذ الحروق الكيماوية على الجلد شكل خطوط متوازية متجهة للأسفل ، تترك بشفائها ندبا مشوهة. وقد تنتقب المعدة Perforation ويلتهب البريتون محدثا الموت ، إضافة لعسر التنفس والسعال المعند بسبب التهاب الرئة ، وتوذم الحنجرة عند التسمم بحمض الآزوت وحمض كلور الماء HCL ، والموت اختناقاً بالتهاب الشعب الهوائية الحاد أو بالصدمة العصبية Neurogenic Sh. قد يحدث الموت المتأخر بانكماش وتضيق المريء أبواب المعدة ، أو بتليف الرئة. يضاف إلى ما سبق التهاب الكلى وتتكس الكبد والكلى والقلب ، والعمى أحيانا.

أما التسمم بحمض الخل فيتميز بتأثيرات عامة وتنفسية بسبب أبخرته النفاذة ، وهو حال لكريات الدم الحمراء ، منخر للكبد يسبب الكلاء الخضابي فضلاً عن التهاب الرئة وانتقاب المعدة .

ولحمض الأكزاليك تأثير مشنج عضلي بترسيبه كالكسيوم الدم، وشال عصبي للمراكز المخية نتيجة تبلر الأكزالات في أنسجة المخ أو استبدال الكالسيوم بالمغنيزيوم، أو أنه يسبب الموت السريع باضطراب القلب وتوقفه Cardiac Arrest، مع أعراض اعتلال الكلى وانسداد النيبات الكلوية Obstructive ببلورات أكزالات الكالسيوم والزرام، والتهاب البريتون الحاد (Acute-peritonitis) ، والتهاب الرئة ، وتكسبات حشوية. وقد تؤدي الأكزالات لتكسير كريات الدم الحمراء، من أعراض انخفاض كالكسيوم الدم (الصداع وفقدان الشهية والرعاش والتنفس السطحي وتتميل الأطراف وضعف العضلات وتقلصها، والاختناق بتقلص العضلات التنفسية). إضافة لأعراض الزراق والتعرق البارد وتوسع حدقتي العينين، وإلحاح وسيلان أنفي، وضعف النبض المضطرب وانخفاض ضغط الدم والغيبوبة.

أما الفينول أو حمض الكربوليك ذو الرائحة المميزة النفاذة، فيسبب حروقا موضعية بيضاء . بنية (نخر تخثري Coagulative necrosis) غير مؤلمة (بتأثيره المخدر Local anaesthesia للأعصاب الحسية)، ونادرا ما يسبب الإقياء بسبب تأثيره المثبط لمركز الإقياء في المخ، كما أن له تأثير منبه مؤقت ثم مثبط وشال للجملة العصبية المركزية مسببا الاختناق Central Asphyxia، ومثبطا لعضلة القلب . يسبب الفينول تضخم واحتقان الكلى (التهاب الكبيبات الكلوية وتنكس النيبات)، حيث يلاحظ سريريا التوفز العصبي والتشنجات العضلية وزراق وتضييق حدقتي العينين، وانخفاض الحرارة وضغط الدم، وتراجع وظائف القلب والكلى كما تشم في البول الذي يتلون بالأخضر Urine Green color رائحة الفينول (وفساد حليب ولحم الحيوان المصاب). يحدث الموت السريع بالصدمة أو خلال يومين بالتهاب الرئة الحاد، وبلا نظمية Arrhythmia وتنشيط عضلة القلب، أو بعد أسابيع بالفشل الكلوي أو تضيق المريء .

بينما يسبب حمض البوريك حمامية وتقشر الجلد والموت العاجل بتنشيط الجهاز العصبي المركزي والقلب والتنفس، أو الأجل بفشل الكلى والكبد (الشكل ١٦١) .



(الشكل ١٦١) حمض البوريك وحمامية الجلد

تتشابه أعراض التسمم بالقلويات الكاوية Alkalies مع مثيلاتها بالأحماض Acides باستثناء انتقاب المعدة ، والألم. بينما يثبط التسمم بمركبات الأمونيوم الاستقلاب الخلوي في مخ المجترات، ويسبب الإرتجاع والتأرجح، وتسرع التنفس والوذمة الرئوية إضافة للمغص الشديد. قد يحدث الموت بالصدمة نتيجة الألم والإقياء والضعف، والتجفاف أو انسداد المريء بتندب مكان القرحة.

العلاج :

تعالج العين المصابة بالأتروبين، وتغسل الحروق الجلدية بالماء الجاري، أما الحمض المبتلع فبإعطاء الماء والملطفات Demulcent كالحليب. يسكن الألم بالمورفين ٥-١٠ مغ وريديا أو المخدرات الموضعية، وتعوض السوائل وريديا أو شرجيا، ويوسع المريء المتضيق أو تقعر الرغامى (Tracheostom)، إضافة للأكسجة وإعطاء المضادات الحيوية والمنبهات ومركبات الكورتيزون. كما تعطى لأكثات الكالسيوم ١% فميا أو يعوض الكالسيوم بإعطاء Dicalcium phosphate أو بحقن كلوريد الكالسيوم خلال عدة ساعات من التسمم بـحمض الأكراليك. تغسل المعدة بالكحول 10 % Alcohol أو الغليسرين لإذابة Dissolvent الفينول ثم التخلص منه بالماء وزيت الخروع . لا تستعمل أملاح الكربونات أو البيكربونات عند التسمم بالأحماض خشية تمدد جدار المعدة بالغاز الناتج وانتقابها، ولا يستعمل الأنبوب المعدي تحاشيا لتمزق المعدة. كما لا يعادل القلوي بـحمض تجنباً للحرارة المرتفعة الناتجة عن ذلك.