الفصل الثالث

احتواء السموم

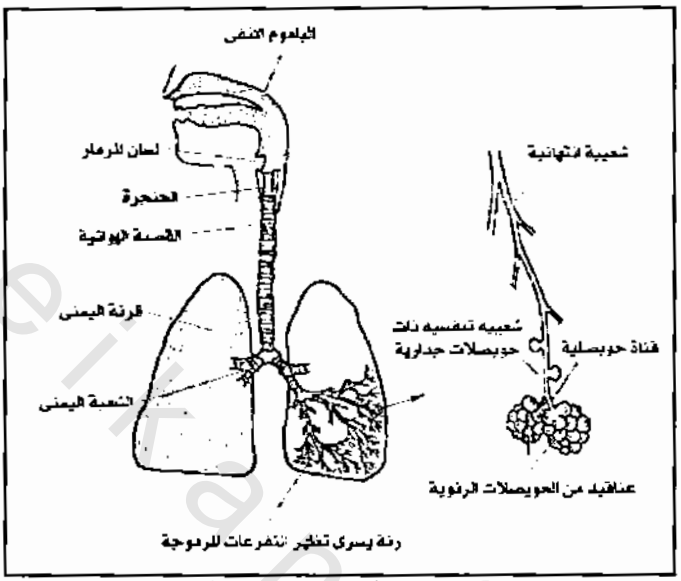
أولا : الاحتواء عن طريق الجهاز التنفسى

إن الرئتين بما تحتويان عليه من ممرات ودهاليز كثيرة وتفرعات كثيفة، حيث إنها بطبيعة تركيبها، تحتوى على جهاز وعائى كثيف ومتشابك، وذى أسطح وأغشية مخاطية، تتوفر فيها قنوات امتصاص عالية الكفاءة، للحالات الثلاثة للمادة: الغازية والسائلة والصُلبة، وخاصة حينما تكون فى حالة دقائق متناهية فى الصغر، وفى حالة انتشار وانتثار، كالأيروسولات والأتربة والمساحيق، وغيرها.

وجميع السموم القابلة للذوبان يمكن امتصاصها بسرعة فى تلك القنوات، فاستنشاق المواد السامة نتيجة لتلوث الهواء (من أمثلة ذلك الأكاسيد المعدنية، ومبيدات الحشائش والحشرات، المرشوشة على هيئة رذاذ فى الجو)، ذات خطورة بالغة للإنسان، وقد تكون أقل من ذلك أهمية بالنسبة للحيوانات.

أما على صعيد الحيوانات، فهناك بعض المواد، التى باستنشاقها وامتصاصها، من خلال أجهزتها التنفسية، مثل بخار الأمونيا، أو الزئبق، أو غاز أول أكسيد الكربون، أو بعض المواد المخدرة الطيارة، تشكل خطورة كبيرة على هذه الحيوانات.

والجهاز التنفسى، كما هو معروف، يشتمل على المجرى التنفسى العلوى (فتحتا الأنف – الفم – البلعوم – الحنجرة) والمجرى التنفسى السفلى (القصبة الهوائية – الشعبتان – الحويصلات الهوائية) والتجويف البللورى – والعضلات الرتبطة بهذا الجهاز (انظر شكل رقم ١).



شكل رقم (١): يمثل تركيب الجهاز التنفسى

هذا، ويمكن تخيل خطورة التسمم عن طريق هذا الجهاز إذا عرفنا أن حجم الدم الوافد إلى الرئتين فقط يساوى حجم الدم الواصل إلى جميع أجزاء الجسم، فى أى لحظة من لحظات العمر، حيث إن حجم الدم الذى يضخه كل من البطين الأيمن يساوى تقريباً حجم ذلك الدم الذى يضخه البطين الأيسر فى تلك اللحظة، وعلى ذلك فلا بد أن منطقة الرئتين هى من أكثر مناطق الجسم من الناحية الوعائية، وبذلك فإنها من أكثرها كذلك امتصاصا. وهى بطبيعة وظيفتها قد تستقبل مع الهواء المستنشق مواد غريبة على هيئة غازات أو أبخرة أو دقائق صلبة ذات أبعاد متباينة، وقد يكون مصدر هذه المواد الانبعاثات الخارجة من المصانع أو عوادم السيارات أو رذاذ مبيدات الآفات أو عُلَبْ الأيروسولات أو حتى دخان السجائر. وامتصاص هذه المواد المتباينة، الذى قد يحدث فى أى منطقة من هذا الجهاز إنما يعتمد، فى المقام الأول على الخصائص الفيزيقية والكيميائية لهذه المواد كما يعتمد أيضاً على الخصائص الفسيولوجية والحركية الهوائية

للمواقع المختلفة بطول المجارى التنفسية. فهناك غازات كثيرة دهنية الذوبان وبذلك يمكنها النفاذ بسهولة عبر الغشاء الخلوى كى تصل إلى الدم.

أما امتصاص المواد، التى هى على شكل دقائق صغيرة، فهو جدُ مُعقد، إذ إن الدقائق الكبيرة نسبياً (أى تلك التى تزيد أقطارها عن عدة ميكرومترات)، فإنه يمكن ترشيحها، وفصلها عن طريق الشعيرات والمخاط فى منطقة الأنف. أما تلك التى يمكنها أن تمر عبر هذا الخط الدفاعى الأول، فسوف تتوغل أكثر خلال المجرى التنفسى؛ لتتسرب فى منطقة أخرى كالبلعوم – الحنجرة – القصبة الهوائية – الشعبتين – الحويصلات الهوائية. والذى يحدد أيًا من هذه المناطق يكون هدفا لهذه الدقائق هو سرعة الهواء، داخل هذه الممرات، وكذا شكل وحجم هذه الدقائق.

وعلى الرغم من أن الغازات والأبخرة، التى لم تمتص، قد تخرج ببساطة فى هواء الزفير، فإن طرد الدقائق التى لم تُمْتَص، هى عملية تشارك فيها الإفرازات المخاطية التى يقوم بإفرازها الغشاء الطلائى المهدب للمجرى التنفسى، إذ إن نشاط هذه الأهداب ينجم عنه حركة المخاط وبالتالى حركة الدقائق العالقة به، نحو منطقة البلعوم، حيث يمكن طردها عن طريق السعال، أو الابتلاع فى الجهاز الهضمى. إن هذا المخاط الذى قد يصل حجمه إلى حوالى ١٥٠سم٣، فى الأشخاص الأصحاء، يزيد إفرازه بكميات وفيرة، كرد فعل للمواد المهيجة؛ ولذلك فإن عدد الأهداب قد يصل إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠ فى كل خلية من خلايا الممرات العلوية، وهى تقوم بتحريك المخاط فى الاتجاه الخلفى والذى الجهة السفلية من الأنف لتصل إلى البلعوم، بينما تُحرك الأهداب، فى المناطق السفلية من القناة التنفسية، المخاط إلى أعلى جهة البلعوم. وهذا المصعد المخاطى الهدبى ذو فعالية كبيرة، فى نقل هذه المواد الدقيقة، فيساعد ذلك على إزالة الدقائق من المناطق البعيدة لأطراف الشعيبات، خلال عشرين ساعة تقريبا.

إن المخاطر الفعلية الشديدة، والمرتبطة بالتعرض للكيماويات، عن طريق الجهاز التنفسى هى أكثر وضوحاً فى المناطق الصناعية، حيث تتلوث الأجواء خاصة فى المناطق الحضرية الآهلة بالسكان، كمنطقة شبرا الخيمة وحلوان والمحلة الكبرى، وغيرها من المناطق الصناعية المزدحمة.

وتزيد هذه المخاطر بالنسبة للعمال أنفسهم، الذين يتعرضون بشكل مباشر، لمصادر التلوث هذه وبشكل دائم لمدة ٨ ساعات يومياً، طالما أنهم منخرطون فى العمل. وعلى ذلك فقد تضع بعض الدول المتقدمة كالولايات المتحدة، ضوابط معينة وقوانين مُلزمة، حتى لا تتجاوز المواد الملوِّثة، المنبعثة فى الهواء نسباً معينة، ومن ثمّ لا تُشكل خطورة بالغة على العمال والمواطنين (انظر الجدول رقم ٢).

جدول (٢) : يبين قيم الحدود الحرجة، لبعض الكيماويات الشائع وجودها فى البيئة، والتى لا ينبغى تجاوزها

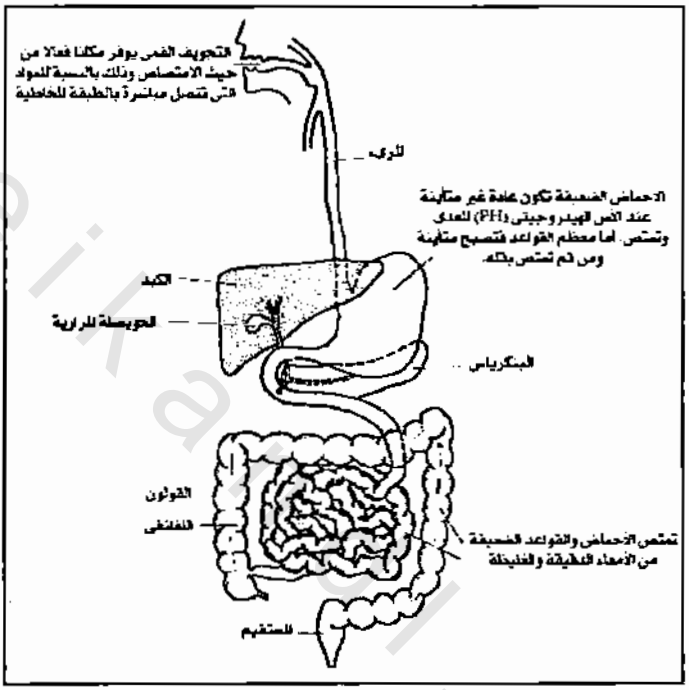
المـــــادة	التركيز (جزء/ مليون) PPM	ملج/ م٣
– الأمونيا	٢٥	١٨
– ثانى أكسيد الكربون	٥٠٠٠	٩٠٠٠
– أول أكسيد الكربون	٥٠	٥٥
– الكحول الايثدلى	١٠٠٠	١٩٠٠
– الكحول الميثلى	٢٠٠	٢٦٠
– الأوزون	٠,١	٠,٢
– ثانى أكسيد الكبريت	٥	١٣

ثانيا: الاحتواء عن طريق القناة الهضمية

تأخذ كثير من المواد الغريبة - بما فى ذلك العقاقير الطبية من جميع الأنواع، والمضافات الغذائية، والمواد الملوّثة - بدون قصد لطعامنا وشرابنا - طريقها إلى أجسامنا من خلال ثلاث بوابات رئيسية، هى قناة الهضم والجهاز التنفسى والجلد، كما أشرنا من قبل.

أما بالنسبة للقناة الهضمية، فتمثل الطريق المعهود لعمليات الانتحار أو التسمم الحادث بدون قصد (التسمم العارض)؛ ولأن الظروف الفيزيوكيمائية الموجودة فى المناطق المختلفة للقناة الهضمية، مختلفة جدا بطبيعتها، فإن المُتَوَقع أن

يختلـف معدل امتصاص، ومن ثمّ وصول هذه المـواد إلى الدم، من جزء فى القناة الهضمية إلى جزء آخر تبعا لذلك (انظر شكل رقم ٢).



شكل رقم (٢)
تركيب الجهاز التنفسى

منطقة الفم:

هـذا الجزء من القنـاة الهضمية، ذو أهميـة قليلة بالنسـبة لامتصاص المواد الغذائية؛ والسـبب فى ذلك، لا يرجع إلى صفة متأصلة فى التجويف الفمى تمنع احتواء هذه المغذيات ولكنه يرجع إلى أن القليل جدا من المواد الغذائية، يتم هضمه، بشـكل يؤهله للامتصاص عبر أغشية هذا الجزء من القناة الهضمية. وفى الواقع، فإن الفم يمثل مكانا مثاليا للامتصاص السريع للمواد الكيماوية، حينما توجد فى صورة مناسـبة لذلك؛ لأن الغشـاء المخاطى المبطِن لهذه المنطقة دائم الرطوبة، عن طريـق الإفرازات اللعابية، التى يمكن أن تذوب فيهـا المواد الغذائية، فضلا عن

احتـواء هـذه المنطقة على أوعية دموية كثيرة، قريبة من سـطحه، فالمواد توجد بتركيـز عال وبصورة نقية نسـبيا ولم يتم تخفيفها بعـد، وربما لم تتحول (أى تتغير كيمائيا) عن طريق الإفرازات أو النشاط البكتيرى، بطول القناة الهضمية، بالإضافة إلى ذلك فإن المواد تعْبُر إلى الدم مباشـرة من هذه المنطقة، دون أن تدخل إلى الكبـد (وهو يعتبر عضو التخلص من السـموم)، ومن ثم فقد تصل إلى الأعضاء المسـتهدفة، دون أن يتم تغييرها مطلقا، ولهذا فإن السـموم غير المتأينة والقابلة للذوبان فى الدهون عند أس هيدروجينى (pH) يشـبه الأس الهيدروجينى للعاب (حوالى ٧) قد تُمتص بمعدل أسرع، وقد تمثل خطورة عالية، لاسيما إذا ما كانت كميتهـا كبيرة. إن درجة تفككها وبالتالى احتواؤها يمكن أن يتغير بتغيير الأس الهيدروجينى للعاب؛ وعلى سـبيل المثـال فإن مضغ أوراق الكوكا، للحصول على الكوكايين فى وجود الصودا، التى تُقلل من تأيّن السم القاعدى، وذلك برفع درجة الأس الهيدروجينى للعاب، يزيد من كمية الامتصاص.

المعدة The stomach:

فى الوقت الذى تمتـص فيه المعدة الحد الأدنى من المغذيات فإن المواد الغريبة الموجودة فى صورة مقبولة ربما يمكن امتصاصها بسـهولة. هذا ومن بين الظروف الموجودة فى المعدة، والتى يمكن أن تؤثر كثيراً فى عملية الامتصاص انخفاض درجة الأس الهيدروجينـى (pH) والحركة المعدية. فتؤثر درجـة الأس الهيدروجى، وتؤثر على تفكك واحتواء المواد الغريبة عن طريق الانتشار البسيط.

فعنـد ربط معدة قط مُخَدَّر فى منطقة الاختناق البوابى، لكى يمنع محتوياتها من العبور إلى منطقة الاثنى عشر، فى الوقت الذى أعطى فيه القط جرعة كبيرة من مادة الاسـتركنين، عن طريق الأنبوبة المِعْدِية، فإن العصارة المعدية الحمضية قد سببت تأيناً كبيراً لمادة الاستركنين القلويدية، وبذلك أصبحت غير قابلة للذوبان فـى الدهون وبالتالى غير قابلة للعبور إلى جدار المعدة، وبهذا فإن القط لم يبدِ أية تأثيرات ضارة أو مَرَضِية، وعندما زيدت درجة الأس الهيدروجينى (pH)، وذلك

بإضافة محلول قلوى، فإن العقار يستعيد صورته الجزيئية، القابلة للذوبان فى الدهون ويصبح لديه القدرة على عبور الغشاء المخاطى للمعدة إلى تيار الدم؛ وبذلك يلقى الحيوان حتفه على الفور.

إن حركة المعدة اللاإرادية تساعد على مزج الطعام وخلطه بالعصارة المعدية، كما تساعد على إمرار الكيموس خلال الاختناق البوابى إلى الاثنى عشر وبذلك تنظم وقت بقائه واحتجازه فى منطقة المعدة. هذه الحركة المزجية تؤثر على المواد الغريبة الموجودة فى القناة الهضمية، كما تضمن اتصال هذه المواد مباشرة بمخاطية المعدة، فتزيد بذلك من عملية الاحتواء (الامتصاص). إن زمن الاحتجاز المعدى هذا، له أهمية قُصوى بالنسبة للسموم على وجه الخصوص. فلو كانت الطبيعة الكيميائية للمادة السامة تساعد على امتصاصها بكفاءة فى المعدة، بينما هذه الطبيعة نفسها تجعلها تُمتص بقلة فى منطقة الأمعاء، فإن سميتها سوف تقل كثيراً، لو أنها مرت بسرعة خلال منطقة المعدة إلى المنطقة التى تليها من قناة الهضم، وبالتالى فإن أى ظروف من شأنها أن تقلل من بقاء المادة فى المعدة، وذلك بزيادة الحركة المعدية، سوف يكون مفيداً فى تقليل تأثير تلك المادة السامة. وعلى النقيض من ذلك، فإن بعض العوامل الأخرى التى تطيل مدة بقاء المادة فى المعدة، كالوجبة عالية الدسم مثلاً، سوف تحفز امتصاص مثل هذه المواد السامة.

الأمعاء الدقيقة:

تستقبل الأمعاء الدقيقة إفرازات الكبد والبنكرياس؛ ولذلك فإنها تعتبر المكان الرئيسى لهضم وامتصاص المواد الغذائية، فهى توفر فى حالة الإنسان مساحة فعالة، قد تصل إلى ٢٠٠م٢، وهى أيضاً تمثل مكاناً مثالياً لامتصاص المواد الغذائية، فالأحماض الضعيفة والقلويات الخفيفة تُمتص هنا بسهولة كبيرة، وتدفع بها إلى الأمام خلال قناة الهضم. وللأمعاء الدقيقة تأثير على المواد الغريبة يشبه ما قمنا بوصفه فى حالة المعدة.

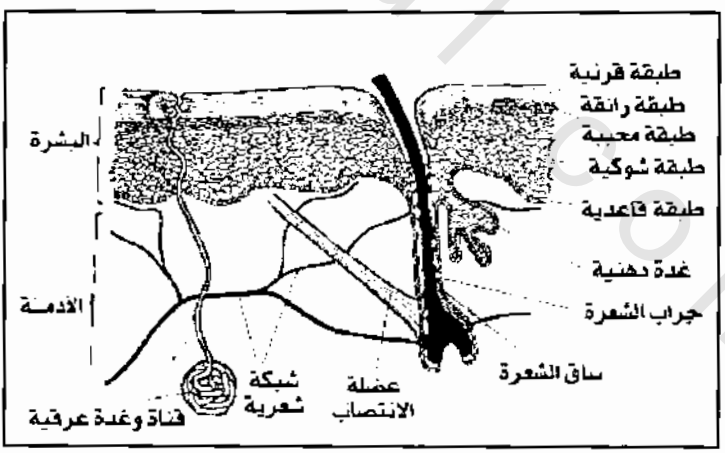
الأمعاء الغليظة والمستقيم:

تشـبه الأمعاء الغليظة الأمعاء الدقيقة بالنسـبة لامتصاص المواد الغريبة من الأحماض ومن القلويات الضعيفة، التى يمكن احتواؤها من خلال خاصِّيَّة قابليِّة ذوبان المواد المتأينة فى الدهون.

هذا ويشـبه المسـتقيم الفم فى كثير من الاعتبارات، كالخواص الامتصاصية، وكون المواد الممتصة تمر مباشـرة إلى تيار الدم بسرعة، دون مرورها على الكبد. بـل إن هناك عقاقير معينة لا توصف للمرضى، إلا على شـكل أقماع شـرجية، لاسيما فى الأحوال التى يتعذر فيها استخدام العقاقير عن طريق الفم، والمعروف تاريخيا أن «أبو قراط» قد أوصى بعلاج مرضى الربو عن طريق الأقماع الشرجية ، وذلك لسهولة امتصاص المواد العلاجية فى هذه المنطقة.

ثالثا: الاحتواء عن طريق الجلد

يشـكل الجلد، الذى تصل مسـاحته حوالى ٢م٢ فى الإنسـان، أحد الحواجز الرئيسية أمام الكيماويات، التى تستخدم فى الصناعة أو فى المنزل أو فى الزراعة، وغيرها. والجلد كما يتضح من الشـكل المرافق (شكل رقم ٣) يتكون من ٥ طبقات



شكل رقم (٣): تركيب الجلد فى الإنسان

تؤلف البشرة، مع ما يتصل بها من الغدد والزوائد (كالشعر والأظافر) أما الطبقة الداخلية منه، فتمثلها طبقة الأدمة ولا يوجد بها أى من هذه الزوائد أو المشتقات (مثل الشعر والأظافر)، كما تحتوى على الأعصاب الهامة والأوعية الدموية. وطبقة الأدمة مع ما يقع تحتها من أنسجة، هى طبقة منفذة لمعظم المواد سواء أكانت ذائبة فى الدهون أم غير ذائبة فيها، متأينة أم غير متأينة. وعلى ذلك، فإن الكيماويات التى تصل هذه المنطقة تستطيع أن تنفذ بسهولة إلى تيار الدم كى تنتشر منه إلى جميع أجزاء الجسم. إلا إن طبقة البشرة، على النقيض من ذلك، فهى غير منفذة. إذ إن طبقتها الخارجية التى تسمى بالطبقة القرنية، تتألف من خلايا قرنية ميتة وهى لذلك تحول دون قيام أى نوع من النقل النشط، وهى أيضا تحتوى على نوع من البروتين الليفى يسمى كيراتين، ومغطاة بإفرازات دهنية تأتى من الغدد الدهنية؛ وعلى ذلك فإن هذه الطبقة (القرنية) تعمل كحاجز كيراتينى/ دهنى، بحيث يمكن مرور المواد الذائبة فى الدهون صغيرة الحجم وذلك عن طريق النفاذية المباشرة من طبقة البشرة، بينما يمتنع مرور المواد غير الذائبة فى الدهون خلال هذا المسار، بيْد أن هناك بالطبع مسارا بديلا، وهو عن طريق الغدد العرقية والدهنية وأجربة الشعر، وهذا يعرف بالمسار الزوائدى، حيث تعبر المواد طبقة البشرة، لكى تنتقل مباشرة إلى الشبكة الشعيرية لمنطقة الأدمة.

إن المدى الذى يصل إليه استعمال هذا النظام من الامتصاص الأدمى ليس واضحاً، بيْد أن أهميته لا ينبغى الإفراط فى تأكيدها؛ لأن فتحات الغدد العرقية وأجربة الشعر لا تمثل أكثر من ١٪ من المساحة الكُلية لسطح الجلد فى الإنسان.

إن مواد التنظيف القوية، وكذلك المواد الأخرى التى تتمكن من تذويب الدهون يمكن أن تزيل طبقة الدهون السطحية من الجلد، بل إن دوره الوقائى يمكن أن يختل وذلك بإيذائه أو جرحه بقطعه أوكشطه؛ ذلك أن الأنسجة الواقعة تحته يمكن أن تكون فى هذه الحالة على اتصال مباشر مع السموم الموجودة فى البيئة. هذا، وقد ثبت من تقارير علمية أن إزالة طبقة البشرة خلال عملية الحلاقة

يمكن أن تزيد مـن امتصاص المركبات الغريبة. كذلك فإن الظروف البيئية، مثل درجة الحرارة والرطوبة والملابس الضيقة والضمادات الطبية المُحْكَمة تؤثر أيضاً على معدل الامتصاص.

□□□

obeikandl.com