الباب الثامن

سبل تخلص الحويصلات الهوائية

من السموم البيئية و ملوثات الهواء المستنشق

سبل تخلص الحويصلات الهوائية من السموم وملوثات الهواء البيئية:

تتعدد طرق أو سبل تخلص الحويصلات الهوائية (الوحدة الوظيفية للرئة) من ملوثات الهواء المستنشق و التي يمكن تلخيصها في أي من إحدى الآليات التالية حيث تعتمد مقدرتها في التخلص على :

- درجة قطبية جزيئات السموم والملوثات البيئية ٠
- معدل ذوبان جزيئات السموم والملوثات البيئية في الدم والماء ٠
- معدل تدفق الدم بالرئتين ٠
- معدل التنفس / دقيقة و نمط التنفس ٠
- الضغط البخاري للملوثات والتهوية الشديدة في المكان ٠

فعلى سبيل المثال :

يتم التخلص من معظم ملوثات الهواء الغازية بالانتشار البسيط (Simple Diffusion) كإحدى طرق النقل السلبي مع السوائل المفرزة حيث يكون بصورة متوازنة مع الظهور الفوري الغازي للملوث وضغطة البخاري فأي ملوثات غازي بالدم الرئوي تكون درجة تطايره كافية ليمر من الدم لهواء الزفير إن لم يتفاعل مع خلايا أنسجة الرئة مباشرة مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت ٠ وتظهر اعرضها كآثاره (Excitation) ثم تشنجات (Convulsions) ثم الموت (Death) وبدون ظهور اعرض الشلل٠

كما يتم التخلص من معظم الملوثات ذات معدل الذوبان العالي كالكلوفورم والمواد المخدرة مثل النالوثان (Nalothae) و الميثوكس فلوران(methoxy fluran) ببطيء لقدرته العالية على الذوبان بدهون الدم حيث يستغرق الاتزان ٢-٣ أسبوع وربما تخرج بطريقة أخري غير الرئتين (كالبول) ٠

وغالبا ما يتزن جزيئات السموم و الملوثات البيئية الغازية لحظيا مع تيار الدم المار بالأوعية الدموية الرئوية (Pulmonary capillary) حيث يعتمد تركيز الغاز على :

قدرة(درجة) ذوبان الغاز = تركيز الغاز بالدم / تركيز الغاز بالوسط عند الاتزان

فالزمن اللازم لكي يحدث الاتزان مع ماء الجسم كبير عما في حالة الغازات الملوثة للهواء و المنخفضة الذوبان وتزداد أكثر لو كان للغاز درجة ذوبان بالأنسجة ٠

فغاز الآيثلين المنخفض الذوبان (٠,١٤) تبقى منه نسبة بسيطة بالرئة ويمكن إزالتها بالدم حيث يزداد معدل انتقال الغاز بزيادة ضخ القلب و لكي يحدث اتزان بين الدم والغاز الغير ذائب يلزم ٨ – ١٢ دقيقة آي أنه مع الغازات الملوثة المنخفضة الذوبان فأن معدل انتقاله يعتمد على سرعة سريان الدم خلال الرئة بالانتشار فالاثيلين ينتشر بالتوازن الطبيعي في ماء الجسم وقد تطول مدة اخراجة لقابليتة للذوبان في الدهون لذا فإن :

% لتركيزه = نسبة تركيزه بالدم الذائب / تركيزه في الطور الغازي

وكلما زادت قابلته للذوبان زادت نسبته المئوية في الدم ٠

وتنقسم السموم التنفسية الى :

١–سموم تنفسية مخدرة (N arcotic Respiratory Poisons) :

وهى السموم التى لها القدرة على الذوبان بدهون جدر خلايا الرئة فتصل لحالة التشبع بالدم ثم تنقل ذائبة للأنسجة يكون انتشارها بمعدلات مختلفة التركيز مثل رابع كلوريد الكربون (CCl_4) و الكربون داى سلفيد (CS_2) وحمض الهيدروسيانيك (HCN) فتسبب إثارة (Excitation) ثم الشلل (Paralysis) فالموت (Death) ٠

٢– سموم تنفسية مهجنة (Irritant Respiratory Poisons) :

وهى السموم التي لها القدرة على الدخول عبر الفتحات التنفسية وتنطلق منها أحماض سامة بالداخل فتؤثر على حركة القلب : معدل ومدى النبض (Amplitude beat) نتيجة تحكمها وسيطرتها على التحكم العصبي (على الأسيتيل كولين) وهو ما يؤدى بدورة الى زيادة معدل النبض ، مثل الكلور بكرين والمثيل بروميد و ثاني أكسيد الكبريت ٠

أما الملوثات ذات معدل الذوبان المنخفض كالإيثيلين فتتخلص منها الرئة بسرعة في حين ينتشر كربونيك النيكل ذو الضغط البخاري العالي بتجويف الحويصلات مسببا تحرا بها فيؤدى لاستسقاء الرئة أما عند تحوله لنيكل فانه يسبب تلف خلوي.

في حين أن ملوثات الهواء الغازية ذات معدل التطاير العالي (الأثير) فتتخلص منه بسرعة وبمساعدة التهوية الشديدة (Hyper ventilation) فيخرج مع هواء الزفير ٠

كذلك فملوثات الهواء السائلة ذات معدل الذوبان المنخفض والضغط البخاري العالي مثل الزيلين والبيركلوروايثيلين فيتم التخلص منها من خلال التحول الحيوي بواسطة السيتوكروم ب- ٤٥٠.

وقد تحتوى هذه الإفرازات (السائل المبطن للحويصلات والمتكون من ترسب الليف مع إفرازات دهنية ومواد أخرى تكون من طبقة الأيبيسيلوم بالحويصلات) على خلايا ملتهمة كبيرة (Macrophages) و التي تتخلص من بعض الملوثات خاصة الميكروبية حيث يوجد بالحويصلة خلايا دموية خلايا دموية أكولة ملتهمة تزيل جزئيات البكتريا والفيروس والمواد العضوية والغير عضوية كما تحتوى الخلايا الملتهمة على أنزيمات تحليل مائي تقوم بالتحليل المائي للأحماض كذلك تقوم بالتحليل المائي لجدران الحويصلة بأنزيم البروتياز الذي تفرزه و الذي قد يساعد على حدوث التمدد الرئوي ٠

وقد تقوم أنسجة الرئة بتجزيئي الملوثات وتمررها لمسار النظام الليمفاوي (Lymphatic route) و التي تعد كمخزن للغبار (Dust lymphatic Depot)

كما يتم التخلص من جزئيات الملوثات الغير قابلة للذوبان في الدهون وبمعدلات تتناسب مع تركيزها من خلايا تقوب الغشاء الحويصلي الدقيق (Thin & Profusely membrane)

أما الملوثات العالية الذوبان في الدهون مثل مركبي الليبتوفوس (Lyptophos) و الددت فيتم التخلص منها بمعدلات بطيئة تبلغ فترة نصف العمر لها ($t_{0.5}$) : ٣٠٠ دقيقة فمعامل تجزيئها في دهون غشاء الرئة هو العامل المحدد لامتصاصها بجانب وزنها الجزيئي ٠