# الباب خامس

# الامتصاص

تتم عملية الامتصاص للمواد الغذائية التي تم هضمها من تجويف مناطق القناة المعد معوية بعدد من آليات النقل والتي تتفاوت باختلاف طبيعة التركيب البنائي و الكيميائي للمكونات المراد نقلها وتركيز هذة المواد على جانبي الغشاء المنتقلة عبرة و كمية الطاقة اللازمة لذلك من قبل خلايا النسيج الناقل .

**ويتم الامتصاص هنا بإحدى الآليتين :**

**١-الانتشار السلبي ( Passive diffusion ) :**

وهى الآلية الشائعة للامتصاص بالقناة المعد معوية للمواد الغريبة كالسموم و الملوثات البيئية حيث يتم الامتصاص من تجويف الأمعاء -حيث تركيزها الأسموزى العالي- إلى الخلايا المبطنة للأمعاء والخملات حيث يكون التركيز الاسموزيى أقل وهنا يكون:

انتشار الريبوز > الجلوكوز > الفركتوز

وهنا لا تلعب الأغشية دورا في الانتقال كما أنه لا يستلزم الخلية بذل طاقة .

ويتأثر الانتشار السلبي بعوامل عديدة فتعد حواجز الامتصاص بالانتشار السلبي تركيب أو تركيبات طلائية من خلايا الأنتيروسيت (Enterocyte) تبعا للصفات الفيزيوكيمائية للمركب، حيث توجد طبقة مائية (Aqueous layer ) على سطح خلايا الأنتيروسيت تكون حاجز أولى (Constitutes) لامتصاص المواد الغريبة لداخل الدم وهذه الطبقة المائية ربما تكون عامل محدد للمواد ذات التركيب الهيدروفوبي (المحب للماء ) والمواد التي ترتبط بالميوسين ( Mucin ) . أما الغشاء القمي (Apical membrane) والتراكيب السيتوبلازمية والغشاء القاعدى و جدر الأوعية الشعيرية الدموية الليمفية فكلها تراكيب ليبيدية محبة للدهون ( Lipophillic ) لذا فهي أكثر نفاذية للمواد المحبة للدهون.

كذلك أظهرت الأغشية الخلوية أيضا أنها غير منفذة للعناصر الأيونية. والعامل المحدد للامتصاص بالقناة المعد معوية للمواد الغريبة هو إزالة المواد الغريبة (Xenobiotics removal) من مكان الامتصاص بالشعيرات الدموية أو بتصرفها (Drainge) من المصارف الليمفية (Lymph drainge) .

وربما يتحدد (Limited) معدل امتصاص الأمعاء للمواد الغريبة (المسوم) خلال الأغشية بالأوعية الدموية المنتشرة في الخملات .

و يعنى النضح الانتشاري (Perfusion) العالي نسبيا في الأمعاء الدقيقة بأن سرعة تدفق الدم ليست عادة هي العامل المحدد لامتصاص المواد الغريبة ومن أمثلة المواد الغريبة الممتصة بالانتشار السلبي الكحولات (الإيثانول) وأميدوبيرين (Amido pyrine) و الأنيلين.

وتسمح الثقوب المائية (Aqueous pores) المتمركزة في الجوانب القمية لعديد من خلايا الأنتروسيت بنفاذية سلبية (Passive penetration) و الذي يعتمد علي التدرج الأسموزي عبر الغشاء المخاطي (Mucosal membrane) أو أنتقال بين خلوي (Para cellular transport) حيث يتراوح قطر هذه الثقوب من ٠,٣-٠,٨ نانوميتر.

والانتقال البين خلوي هو الآلية الرئيسية لامتصاص الماء و الأليكتروليتات و عليه فالمواد الغريبة كالسموم والملوثات الموجودة في محاليل مائية يمكنها أيضا الامتصاص بهذه الطريقة مثل حمض أستيل ساليسيليك (الأسبرين ١٢٢-دالتون) والأنتيبيرين( ١٨٨دالتون A nti pyrine ) وهي ذات أوزان جزيئية منخفضة .

أما الانتقال من طبقة المخاط إلى الطبقة المصلية (Mucosa -to-Serosa layer) لمختلف الحجيرات يقل في وجود العديد من الجواهر الأسموزية وذلك لإنتفاخ الخلايا فتؤدى بدورها لصغر قطر الثقوب .

٢-الانتقال النشط (Active transport ) :

حيث ينتقل الجلوكوز والأحماض الأمينيـــة والأمـــلاح و أي جزئيـــات غريبة سامة ذائبة معها من تجويف الأمعاء ذو التركيز الأقل الـــي الـــدم ذو التركيز الأكبر :أنتقال ضد التدرج فـــي التركـــيز ( Against concentration-gradient) وهو ما يستدعى الخلية لبذل طاقة وهنا يكون نقل الجلوكـــوز مثـــلا أسرع من الجلاكتوز > الفركتوز > الريبوز . ومما يدل على ذلك زيـــادة استهلاك الأكسجين أثناء امتصاصها لتحرير الطاقة اللازمة للامتصـــاص ، شكل رقم (٥-١) .

٣-وقد يتم النقل بالآليتين معا :

خاصة الآلية النشطة مع الجلاكتوز و الفركتوز لأهميتها.

٤-و بالنسبة لنقل الأحماض الدهنية :

لعدم قابلية الأحماض الدهنية للذوبان في الماء كذلك جزئيـــات الســـموم والمواد الغريبة المحبة للدهـــون ( الليبوفيليـــة ) فإنـــها لا تمتـــص إلا بعـــد استحلابها وهو ما يتم بعد اتحادها بعصارة بالصفراء .

٥-كذلك يتم امتصاص الفيتامينات الذائبة في الماء بسرعة (بإستثناء فيتامين ب ١٢ ذو الوزن الجزيئى الكبير (> ١٠٠دالتون) وهنا يلزمه بروتينات حاملـــة كبيرة الوزن لتقوم بنقله عبر جانبى الغشاء ثم تركه بالجانب الآخـــر والعـــودة مرة أخرى لإعادة الكرة.

٦-أما بالنسبة للماء والمواد الذائبة فيه :

خاصة جزئيات السموم ذات الوزن الجزيئي الصغير والمتراوح بين ١٠٠-٢٠٠دالتون فقدرتها على الحركة والانتقال من التجويف إلى الخلايا بطريقة الضغط الأسموزى الناشئ عن إنتقال المواد المهضومة بآلية النقل النشط. كذلك الأملاح المعدنية وأملاح المركبات السامة تنتقل بالانتشار إذا كان فرق التركيز مناسب أو بآلية الفعل النشط إذا ما كانت بمفردها.

وتنحصر أهمية ثابت التفكك (التأين) لجزئيات السموم القاعدية الضعيفة في اختلاف الأشكال المتأينة والغير متأينة لها من حيث درجة نفاذيتها و أمتصاصها وتوزيعها عبر الأغشية فجزئيات السموم القاعدية الضعيفة الغير متأينة تمر وتنفذ بسهولة عبر الأغشية ويلاحظ أن لقيمة اللوغاريتم السالب لثابت تأينها ( p Ka) لا تدل بمفردها على قاعدية الجزيئي فهي تعتمد أساسا على درجة تركيز أس أيون الهيدروجين بالوسط المحيط :

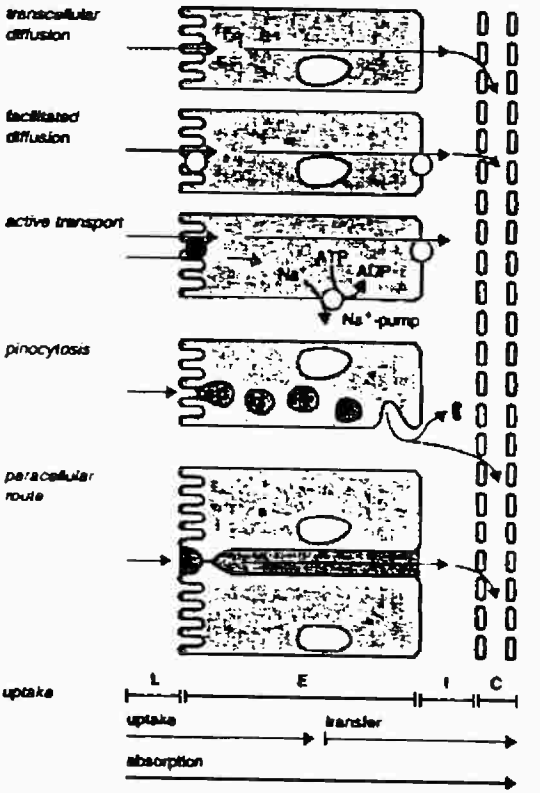
فعندما يكون أس تركيز أيون الهيدروجين لمحلول وسط الخلايا التي تمر فيها مساوي لقيمة اللوغاريتم السالب لثابت التأين (p Ka) لجزئيات مركب سام قاعدي فإن نصف عدد جزئياته تكون في صورة متأينة أما النصف الآخر في صورة غير متأينة والأخيرة هي التي يتاح لها فرصة الذوبان والامتصاص في ليبيدات الأمعاء بدرجة تمكنها من الامتصاص بالانتشار حيث أن الأمعاء القاعدية العصارة هي مكان امتصاص جزئيات السموم القاعدية الغير متأينة.

وكلما انخفضت قيمة (p Ka) لجزئيات المركب السام تزداد درجة تأينها والتي بدورها تؤدى لنقص النفاذية والانتشار والعكس صحيح.وباستخدام معادلة هندرسون وهازلبناخ فإن :

معامل(نسبة) التأين لقاعدة = pH + الجزء المتأين/الجزء المتأين

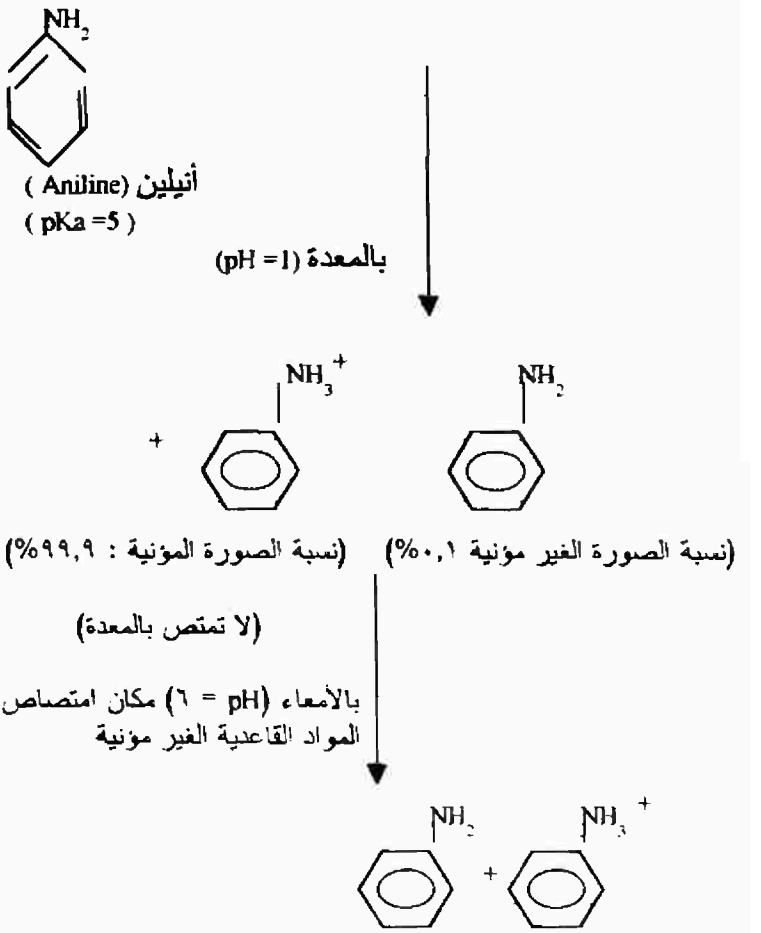
وهنا تكون القيمة أقل < ١.

وهو ما يمكن توضيحه عند أخذ قـــاعدة الأنيلين(Aniline:pKa=5) بـــالفم ووصولها للمعدة (درجة حموضة العصير المعدي=١ ) تبلغ نســبة الصـــورة الغير متأينة٠,١% وتمتص والصورة المتأينة ٩٩,٩% لاتمتص خلال وســط المعدة بل تتحرك للأمعاء الدقيقة حيث وسط العصير المعوي قاعدي فتتحـول نسبة كبيرة منها (٣١جزء) للصورة الغير متأينة فتمتص وتكون النسبة القليلـة جدا منها (١ جزء) في الصورة المتأينة لا تمتص ، شكل رقم (٥-١) :




شكل رقم (٥-١) :إمتصاص المواد الغريبة خلال مخاطية الأمعاء

○ تمثل الإنتقال النشط ○ النقل بالإنتشار الميسر




شكل رقم (٥-٢): تأثير درجة تركيز أس أيون الهيدروجين (pH ) لوسط الأمعاء على تأين القواعد الضعيفة.

ويمكن تصور تأثير درجة تركيز أيون الهيدروجين بكلا من وسطى المعدة الحامضي والأمعاء القاعدى على حمض السيلسليك (الأسبرين) وقاعدة الأنيلين معا عند تناولهما عن طريق الفم وهو ما يوضحه الشكل الاجمالي رقم(٥-٣).

ومن الأهمية بمكان في هذا الصدد الأخذ في الاعتبار تأثير عامل مساحة المسطح الكبير للأمعاء الدقيقة مقارنة بمثيلتها في المعدة هنا في عملية الامتصاص بجانب عامل التفكك وتأثره بدرجة تركيز أس أيون الهيدروجين و الذي في النهاية يؤدى بدورة لزيادة سعة النفاذية والامتصاص خاصة السعة الامتصاصية الكبيرة (Absorption capacity) بالانتشار البسيط للأمعاء ذلك إذا أخذنا في الاعتبار أيضا الانتشار بالأوعية الدموية وبغزارة على سطح هذا المسطح الكبير خاصة عند التدفق الدموي المستمر والغزير أثناء عمليتى الهضم والامتصاص.

كما أن هناك صفة أخرى خاصة بعض الشئ للامتصاص المعوي وهى حركة بعض الجزئيات الكبيرة السامة وبعمليات غير الانتشار البسيط أو الانتقال النشط ، فسموم البكتريا الخارجية (Bacteria exotoxins) وجزئيات صبغات الآزو (Azo dyes) ذات متوسط قطر ٣٠٠ أنجستزام ومركبات البولى ستيرين (Polystyrene) ذات البعد ٢٢٠٠ أنجستروم ومركب (Letex Carrageenens) ذو الجزئيات التي يبلغ وزنها الجزيئي التقريبي ٤٠,٠٠٠ تمتص خلال القناة المعوية بآلية مماثلة لآلية الالتقام (Pinocytosis) ويظهر أثر هذه العملية كثيرا بالمواليد حديثا عن الكبار.

ويساند الجهاز الدوري و بقوة مع عملية الامتصاص في القناة الهضمية (المبطنة بطبقة من الخلايا العمادية المفردة والتي يتم حمايتها بطبقة المخاط (Mucos) و التي لا تشكل عائق للنفاذية) حيث غشائها الملامس لأوعية تحتوى على ثقوب تتراوح أحجامها بين ٣٠-٥٠ ميكروميتر وعليه فبمجرد مرور جزئيات السم من النسيج الطلائي للقناة المعوية يدخل الشعيرات الدقيقة بسرعة ويكون لمعدل سريان الدم الوريدي أثره في امتصاص مثل

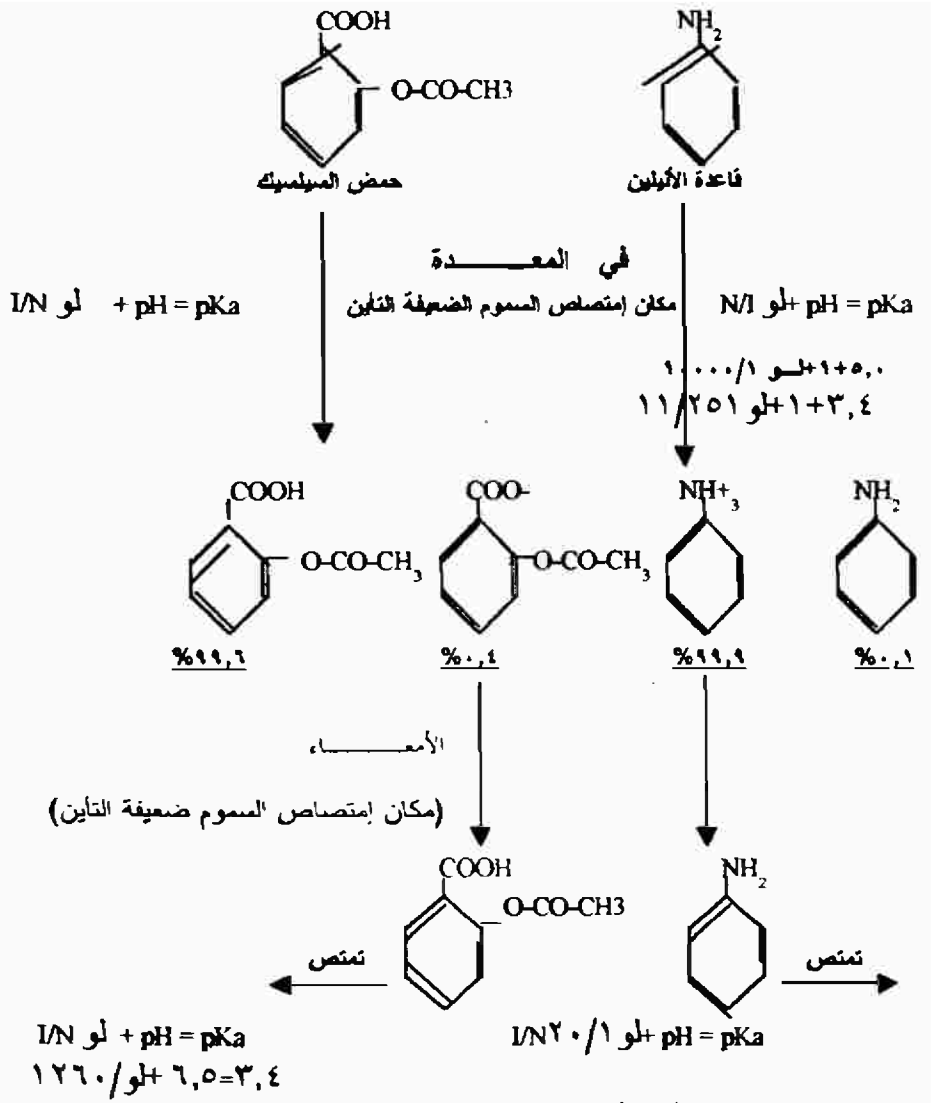
هذه المواد الغريبة وتجمعها في الوريد الكبدي البابي فالكبد الذي يقوم بـــهدم سميتها (Detoxication ).

كذلك لا يجب إغفال دور الخملات (Microvilli) و التـــي تـــؤدى لزيـــادة مساحة السطح الداخلي للأمعاء مما يؤدى بدوره لزيـــادة المســـطح الداخلـــي الممتص لجزئيات السموم و الذى قدر بمساحة ٢٠٠٠ قدم مربع بالأمعـاء الدقيقة أي بزيادة قدرها ٦٠٠ ضعف عما لو لـــم تحتـــوى الأمعـــاء علـــى الخملات.

كذلك يتأثر معدل الامتصاص لجزئيات المواد السامة والموجـــودة بداخـــل الأمعاء على طول الوقت الذي تبقاه جزئيات المركب في الأمعاء ( Deuration period ).

هذا بجانب عدد من العوامل الأخرى المؤثرة أصلا في عمليـــة امتصـــاص جزئيات السموم فالسموم يجب وأن تذاب قبل أن تبـــدأ عمليـــة الامتصـــاص وعليه يتأثر الامتصاص بمعدل ذوبانها فـــي العصـــائر الخلويـــة والمذيـــب المستخدم مع المركب السام وحجم الجزئيات

ومعدل الذوبان ووجود الكائنات الحية الدقيقـــة ومســـتوى تركـــيز أيـــون الهيدروجين بوسط الامتصاص ومعدل حركة الأمعاء ودرجة امتلائها بـــالمواد الغذائية ودرجة حرارة الغذاء والتأثيرات الصحية الأخرى و الإفرازات.




شكل رقم (٥-٣) : تأثير أس أيون الهيدروجين بالمعدة والأمعاء علي تأين حمض السيليسيك وقاعدة الأنيلين

وعموما تمتلك القناة المعدية أنظمة انتقال خاصة لامتصاص العناصر و الاليكتروليتات و التي يصاحب كل منها انتقال لمركب أو أكثر من المركبات السامة :

١- نظام انتقال حامل لامتصاص الجلوكوز و الجلاكتوز.

٢- ثلاثة أنظمة انتقال خاصة بالأحماض الأمينية.

٣- نظام نقل خاص لامتصاص البريميدينات (Pyrimidins) كما يمكن لهذا النظام نقل بعض جزئيات السموم مثل مركب ٥ - فلورو يوراسيل ثم يمتص بالقناة الهضمية.

٤- نظام نقل خاص لامتصاص الحديد و الذي يعتمد على مدى احتياج الجسم له ويتم في خطوتين فيدخل الحديد الخلايا المخاطية ثم يتحول للدم سريعا لينقله لداخل الخلايا ويتكون معقد حديد بروتيني : فريتين (Ferritin) وعندما ينقص الحديد بالدم فإنه يتحرر من مخازنه المخاطية وينفرد وتكون الأمعاء أكثر المناطق امتصاصا له وفي نفس الوقت يمتص معه الثاليوم (Thalium) والمنجنيز و الكوبلت.

**والامتصاص هنا معقد بعض الشئ :**

ففي الخطوة الأولى : تكون سريعة نسبيا

وفي الخطوة الثانية : تكون بطيئة و بالتالي يتراكم الحديد كثيرا في الخلايا المخاطية (Mucosal cells) في صورة معقد بروتين - حديد والمسمى بالفرنيين وعندما ينقص تركيزه ينفرد من المخازن المخاطية بالصورة (Ferritin-iron) وهى تمتص كثير من الحديد (ومعه الثاليوم و الكوبلت) من المعي حتى يتسنى (Mplenish) لهذه المخازن ، حيث يتنافسا الثاليوم و الكوبلت مع الحديد. ويلاحظ أن امتصاص

الكادميوم (ذو حجم جزيئى كبير) يقلل من امتصاص الزنك والنحاس كما أن امتصاص الزنك يقلل من امتصاص النحاس أما امتصاص الماغنسيوم فيقلل من امتصاص الفلوريد.

٥ -نظام نقل الكالسيوم ويمتص وينتقل معه فى نفس الوقت الرصاص السام وتزداد درجة إمتصاصه بزيادة الليبدات ونجد أيضا أن الكالسيوم يمتص على خطوتين : حيث يمتص أولا من تجويف البطن (Lumen) ثم يقذف إلى السائل البين معوى (Interstitial fliud) وتكون الخطوة الأولى سريعة عن الثانية ولذا يرتفع تركيز الكالسيوم بين الخلوى خلال الإمتصاص. ويحتاج لإمتصاص الكالسيوم فى كلا الخطوتين إلى فيتامين (د).

٦ -نظام نقل خاص لإمتصاص الصوديوم.

٧- أما امتصاص بعض المواد الغريبة و الذي يتم بواسطته عمليات الحمل بالمواد الوسطية الحاملة (Carrier mediated process) مثل مماكنات البيريميدينات (Pyrimidines) وأمينات البينسلين (Penicill amine) فتؤخذ بواسطة أنظمة نقل متخصصة. كذلك فالسموم (المبيدات) الكربامائية والتى تمثل فى خلايا الأنتيروسيت وممثلاتها تؤخذ إلى الجانب المصلى (Seracal side ) من الأمعاء بواسطة آلية نقل بوسطيات حاملة (Carrier mediated trasnport mechanism).

كذلك فإمتصاص الأمعاء لمركبات الأمونيا الرباعية يتم أيضا بوسطيات حاملة فى صورتها الغير عضوية كذلك بعض المعادن الغير ضرورية مثل الرصاص والألومنيوم يمتص بأنظمة نقل متخصصة. كذلك يلاحظ أن مياه الآبار المحتوية على نسبة عالية من النترات (Nitrate) تسبب أضرار خطيرة بالأطفال لارتفاع حموضة معدتهم ووجود نسبة عالية من بكتريا كولاى (E. coli) والتي تحول النترات إلى نتريت (Nitrite) فتسبب ميثيموجلوبينميا (Methemoglobinemia) علاوة على تأثيرها المسرطن بالأمعاء و اضطراب الغدة الدرقية.

أما الامتصاص المعد معوى للمواد الغريبة المحبة للدهون ( الليبوفيلية ) والمواد المشابهة أو المماثلة لها فيتم بنفس طريقة امتصاص الليبدات (Dietary lipids ) وعمليات الامتصاص الليبيدى تتم خلال الخطوات التالية:

- تكوين الميسيلات: كريات موحدة النواه (Micelles formation) بأملاح الصفراء.
- إنتشار الميسيلات خلال الطبقة المائية على الأنتروسيت.
- تفرق الميسيلات (Micelles diffusion) وأخذ الليبيدات.
- تكوين كيلوميكرون (Chylomicrons formation) الخلوي وامتدادها وتحللها للغشاء القاعدي و امتدادها خلال نظام مصارف الكيماوية

وامتصاص الليبيدات في كل الحالات ليس بهذه الطريقة فبعض الأحماض الدهنية تأخذ بالخلايا ككيلوميكرونات فالعديد من المواد الدهنية مثل مبيد ددت ( DDT ) ، البيفينولات عديدة الكلور ( PCB.s ) تنقل خلال الأوعية اللميفية كذلك يلعب المذيب و الذى يذيب المادة الغريبة دورا هاما في عملية الامتصاص وهو ما يوضح كيفية الاستعداد الجهازى للمكونات الغير ذائبة فى الماء يمكن وان تختلف بإستخدام الزيت أو مذيبات الدهون .

كذلك بعض المواد يمكن وأن تمتص بواسطة شعيرات الدم الدقيقة فى الأمعاء وتمر أولا إلى الكبد قبل وصولها للدورة الدموية الجهازية فالعديد من المواد الغريبة تتمثل بقوة خلال مسارها الأول خلال الكبد وهو ما يطلق عليه:المرور الأول للتمثيل (First pass metabolism) أو التمثيل قبل الجهازى (Pre systemic metabolism).

والامتصاص فى الأوعية اللميفية يسمح للمواد الغريبة بتجاوز تمثيلها فى الكبد نتيجة للإستعداد الجهازي الكبدى.

٨-و تمتص الجزئيات الكبيرة (Macromolecules) مثل الهيبارين والأنسولين معويا وبدرجة قليلة. كذلك ربما يكون توكسين البوتيولينيم (Botulinum toxin) مميت وآلية إمتصاصة لم تتضح للأن ولكن ربما تكون من خلال عمليتي ألتقام (Pinocytosis) وألتهام (Phagocytosis) وهذه الآلية للإمتصاص كبيرة الأهمية للأمتصاص المعوى للجلوبيولينات المناعية عند حديثى الولادة.

كذلك تمتص المواد الصلبة بالألتهام (Phagocytosis) فعلى سبيل المثال نسبة ضئيلة من الياف الاسبستوس تؤخذ (Ingested) بالفئران ثم يتم إستعادتها من الليمف.

أما آلية الإمتصاص الثانية للجزيئات الكبيرة والمسماة (Persorption) حيث تتمكن المادة من التخلل لمحفظة الخملة (Lumen villus) عندما تموت خلية الأنتيروسيت على قمة الخملة تاركة فجوة (Gap).

وهناك آلية ثالثة للجزئيات الكبيرة أيضا يمكن أن تمتص بها وذلك عند حدوث تلف (Damage) لطلائية الغشاء.

وهناك آلية رابعة لإمتصاص الجزئيات الكبيرة مثل بعض المواد الكاتيونية المختلفة ذات السطوح النشطة (Surfactant) و التى لها تأثير إضطرابى على الغشاء المخاطى مما يسمح ويسهل بإمتصاصها بالأمعاء والمعدة مثل السيفالوسيور (Cephalospories) و التى إمتصاصها لا يكون سهل. ومهما كان الطريق المتبع من الطرق السابعة لآليات الإمتصاص للجزيئات الكبيرة ففى النهاية تنتقل للأوعية الليمفية إلى دورة الدم الجهازية (Systemic blood circulation).

وتتناسب درجة السمية لجزيئات ملوث بيئى أو مركب سام تناسبا طرديا مع معدل ذوبان هذه الجزيئات وفي نفس الوقت يتناسب معدل الذوبان تناسبا طرديا مع معدل الامتصاص( Absorption rate) فكلما زاد معدل الذوبان زاد معدل الامتصاص فجزيئات المركب الغير ذائبة ينعدم امتصاصها فجزيئاته تكون محدودة التماس مع طبقة المخاط بالقناة المعدة معوية . في نفس الوقت أيضا يتوقف معدل الذوبان ( وبالتالي معدل الامتصاص فمعدل السمية ) علي حجم جزيئات المركب السام ، حيث يتناسب معدل الزوبان تناسبا عكسيا مع حجم الجزيئات ، فكلما انخفض حجم الجزيئات كلما زاد معدل الزوبان وبالتالي معدل الامتصاص و الذي بدورة يؤدي لزيادة درجة السمية ، فالجزيئات كبيرة الحجم يصعب امتصاصها خاصة عن طريق آلية الانتشار، وعلية فكلما كان معدل الزوبان متناسب مع حجم الحبيبة كلما كان الامتصاص أكبر .

فجزيئات خامس أكسيد الزرنيخ السام والمجزأ بدقة أكثر سمية عن مثياة ذو الحبيبات الأكبر والتي يتم التخلص منها بدون ذوبان عن طريق البراز . أيضا مركب ثالث أكسيد الزرنيخ الناعم ( Finely sub-divided ) يكون أكثر سمية عن المسحوق الخشن ( Coarse powder ) والذي يزال من الجسم بسهولة ( Elimination ) مع البراز بدون ذوبان أو امتصاص ، كذلك الحال مع مركب الزئبق المعدني والغير سام عند تعاطيه بالفم وهو ما يشير الي اعتماد خاصية الامتصاص علي الصفات الطبيعية لجزيء المركب السام .

و يؤدي كذلك وجود المواد المخلبية (Chelated agnets) كالايدتا (EDTA) الي زيادة القابلية للذوبان و بالتالي زيادة الامتصاص لبعض المعادن وجزئيات السموم.

كما تؤدي حركة الأمعاء الدودية الى زيادة معدل عملية الإمتصاص خاصة لجزئيات السموم و الملوثات البيئية بطيئة الحركة وهو ما يرجع للسعة الامتصاصية العالية فالكمية الأكبر من مادة (Mucosalared)

موجودة بالربع الأول من الأمعاء الدقيقة لذا فإذا ما بقيت المادة السامة بالأمعاء لفترة أكبر فإنها تتيح الفرصة للامتصاص ، خاصة و أن مساحة هذه المنطقة (٤/١ المساحة الكلية) و تحتوى على أكثر من نصف المساحة المخاطية الكلية.

يؤدي أيضا خلو القناة المعد معوية من الغذاء الي زيادة السمية نتيجة زيادة الكمية الممتصة فوجود الكتلة الغذائية بالقناة المعد معوية تعمل على تخفيف الجرعة (التركيز) حيث تمتص الكتلة الغذائية بعض من جزئيات المركب السام لذا فتجويع الحيوانات(Starvation) قبل المعاملة بست ساعات تؤدى لزيادة السمية نتيجة زيادة الكمية الممتصة .

ولعمر الحيوان المعامل له تأثيره على معدل الامتصاص ، فالفأر عمر ساعتين يمتص ١٢% من جرعة الكادميوم المعامل بها و التي تقل بتقدم العمر.

أيضا لدرجة ثبات المركب بالنسبة لحموضة وسط المعدة وأنزيماتها المحللة كذلك بالنسبة لقاعدية وسط الأمعاء الدقيقة تأثيرهما و يعدا عاملان هامان فى تحديد مستوى امتصاص وثبات جزئيات المركب السام وممثلاته.

ولمحتوى الكائنات الحية الدقيقة (Fluora) بالأمعاء تأثيرها على اختزال مجموعات النيترو لأمينات حلقية (نيتروز أمين ذات التأثير المسرطن خاصة بواسطة تأثير بكتريا (Aerobactor acrogens) والتى تمثل جزئيات مركب ددت (DDT) إلى المماكن ددإ (DDE analogues). كذلك تحول الأمينات الثانوية بالأسماك و الخضراوات والفاكهة أو بالنسبة لإضافات الأغذية (Food addives) والتي تضاف لحفظ الأسماك المدخنة واللحوم خاصة النتريت وهو إحدى المواد المسرطنة.

وقد يعتمد امتصاص مركب على معدل امتصاص مركب آخر فامتصاص الكادميوم يقلل من امتصاص الزنك والنحاس كذلك امتصاص الزنك يقلل من امتصاص النحاس وامتصاص الماغنسيوم يقلل من امتصاص الفلوريد.

ويلاحظ أن تناول المواد المانعة للقئ (Anti-vomitting) كالبزموت لبقاء جزئيات المركب فترة أطول بداخل القناة مما يساعد على زيادة الكمية الممتصة منه وعليه تعد إحدى عمليات المساعدة الأولية للتخلص من جزئيات السموم المعدية إعطاء المصاب مواد مقيئة فتسرع من إخراج محتوى القناة المعد معوية من الغذاء الملوث لها عن طريق القيء ويعد إفراز اللعاب (Saliva) أو العرق (Sweet) أقل أهمية من الناحية الكمية في إزالة جزيئات السموم ولكنها تعتبر أيضا إحدى المسارات التى يتخلص بواسطتها الجسم من جزئيات السموم ويعتمد الإفراز هنا على معدل ذوبانه في الدهون وعلى إنتشار جزيئاته الغير متأينة.و في حالة العرق حيث تعمل الغدد العرقية على التخلص من العديد من أيونات الأملاح المعدنية و التي قد يكون بعضها سام ويصاحبها بعض جزئيات السموم القطبية ، بينما خلايا تحت الجلد تفرز الزيوت للمحافظة على نعومه وطراوة ملمس الجلد (Soft & pliable) فتنفذ منها جزئيات السموم المحبة للدهون في نفس الوقت ينفذ أي جزئيات للبيفينيل عديد الكلور (بالشعر) كذلك فالخلايا المسئولة عن الشعر والريش والأظافر مسئولة عن إزالة السيلينوم والزئبق والزرنيخات.

**ويرجع ظهور العديد من السموم في البراز إلى :**

١- عدم الامتصاص الكامل لجزئيات هذه المواد الكيمائية بعد التغنية.

٢- إفرازها إلي الصفراء.

٣- إفرازها بالجهاز التنفسي عن طريق الكحة أو السعال فتطرد وهنا قد تبتلع.

٤- إخراجها باللعاب الذى قد يبتلع مرة أخرى ليعاد الامتصاص بالأمعاء.

٥-إخراج جزئيات هذه السموم باللعاب أو السائل المعـــوى عـــن طريـــق البنكرياس

**العوامل المؤثرة على الأمتصاص :**

تتضافر بعض العوامل والتي من شأنها أن تزيد من الســـعة الامتصاصيـــة خلال القناة المعد معوية ومن هنا تزداد درجة السمية ومن أمثلة هذة العوامـــل ما يلي :

١-**مكـــان الامتصـــاص ( Site depended )**: حيـــث يختلـــف معـــدل الامتصاص تبعا لمكان الامتصاص في القناة المعد معوية حيـــث توجـــد اختلافات واضحة فى مورفولوجية المناطق المختلفة للقناة المعد معويـــة ولهذا يعتمد امتصاص المواد الغريبة على المكان الحادث به الامتصاص وهناك عدة أسباب لذلك:

٢-**الحموضة( Acidity )** : فمثلا امتصاص تركيبه لمادة غريبة متأينـــة (Ionized) بالانتشار الســـلبي (Passive diffusion) يعتمـــد علـــى جزئيـــة( غضوب : Fraction) التركيبة (Fraction strucure) أولا والموجودة في شكل غير أيوني (Non-ionized) وهذا يحـــدد بواســـطته ثـــابت التـــأين (Ka) وبالأصح بواسطة لوغاريتم ثابت التأين (p Ka) للتركيبة ومســـتوى أس تركيز أيون الهيدروجين (pH) لسوائل القناة المعد معوية . وعليه يكـــون أمثل امتصاص للمواد الحامضية (pKa ≥ ٤) في المعـــدة ( pH=١-٢) و أمثل امتصاص للمواد القلوية (p Ka) في الأمعاء (pH= ٦-٧).

٣ -**السطح المخـــاطي (Mucosal surface )**: حيـــث يتناســـب معـــدل الأمتصاص مع مساحة سطح الغشاء الممتص ولذا فالأمعاء الدقيقة لـــها أكبر سعة امتصاصية بالانتشار طالما أن الخملات والخملات الدقيقـــة ( الميكرو ) تزيد وتضخم من مساحة السطح فالخملات المريضة بالأمعـــاء ( ضمور الخملات : Vilus atrophy) تؤدى لتعفن كبير في مساحة ســـطح

الأمعاء وهو ما يقود بدوره لنقص في عملية الامتصاص للمواد المختلفة.

٤-**درجة ملئ المعدة Gasteric emptying**: تتحدد كمية الامتصاص بالقناة المعد معوية أيضا بدرجة خلو المعدة ، فالمعدة الفارغة تمر فيها المواد الغريبة لمكان الامتصاص النزولي وهي الأمعاء الدقيقة. فوجود كتلة الغذاء يؤدى لتغير في فسيولوجية القناة المعد معوية حيث يؤثر وجود الغذاء على معدل أمتصاصها بواسطه :

- إنفراد الأفرازات المعدية.
- زيادة الحركة المعوية لتقليب الغذاء مما يؤدى لزيادة ملاصقة كتلة الغذاء المهضومة وما تحملة من ملوثات لجدرها الداخلية فتعطى فرصة أكبر للأنتشار .
- زيادة النضح (Perfusion) المعوى.
- إمتصاص كتلة المادة الغذائية نفسها للمواد الغريبة كالسموم مما يؤدى لخفض تركيزها الموجود، كما أن أخذ الغذاء قد ينتهى لإنفراد الصفراء في الأمعاء وهو ما يسمح بزيادة إمتصاصها مؤخرا.