

الباب خامس

الامتصاص

obeikandi.com

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 الكيمائي للمكونات المراد نقلها وتركيز هذه المواد على جانبي الغشاء المنقلة عبرة و كمية الطاقة اللازمة لذلك من قبل خلايا النسيج الناقل .

ويتم الامتصاص هنا بإحدى الآليتين :

١- الانتشار السلبي (Passive diffusion) :

وهي الآلية الشائعة للامتصاص بالقناة المعد معوية للمواد الغريبة كالسموم و الملوثات البيئية حيث يتم الامتصاص من تجويف الأمعاء حيث تركيزها الأسموزي العالي - إلى الخلايا المبطنة للأمعاء والخملات حيث يكون التركيز السموزي 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 الفيزيوكيميائية 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 membrance) والتركيب السيتوبلازمية والغشاء القاعدي و جدر الأوعية الشعيرية الدموية الليمفية فكلها تراكيب ليبيدية محبة للدهون (Lipophilic) 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 بتصريفها (Drainage) من المصارف الليمفية (Lymph drainage) . 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 تتدفق الدم ليست عادة هي العامل المحدد لامتناسص المواد الغريبة ومن أمثلة المواد الغريبة الممتصة بالانتشار السلبي الكحولات (الإيثانول) وأميدوبيرين (Amido pyrine) و الأتيلين .

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

والانتقال بين خلوي هو الآلية الرئيسية لامتناسص الماء و الأليكتروليات و عليه فالمواد الغريبة كالمسوم والملوثات الموجودة في محاليل مائية يمكنها أيضا الامتناسص بهذه الطريقة مثل حمض أستيل ساليسيليك (الأسبرين ١٢٢-دالتون) والأنتيبيرين (١٨٨دالتون A ni 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 فتؤدي بدورها لصغر قطر الثقوب .

٢- الانتقال النشط (Active transport) :

حيث ينتقل الجلوكوز والأحماض الأمينية والأملاح و أي جزيئات غريبة سامة ذائبة معها من تجويف الأمعاء ذو التركيز الأقل السي الدم ذو التركيز الأكبر : أنتقال ضد التدرج في التركيز (Against concentration- gradient) وهو ما يستدعى الخلية لبذل طاقة وهنا يكون نقل الجلوكوز مثلا أسرع من الجلاكتوز < الفركتوز < الريبوز . ومما يدل على ذلك زيادة استهلاك الأوكسجين أثناء امتصاصها لتحرير الطاقة اللازمة للامتصاص ، شكل رقم (١-٥) .

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 جزيئات السموم والمواد الغريبة المحبة للدهون (الليوفيلية) فإنها لا تمتص إلا بعد استحلابها وهو ما يتم بعد اتحادها بعصارة بالصفراء .

٥- كذلك يتم امتصاص الفيتامينات الذائبة في الماء بسرعة (باستثناء فيتامين ب ١٢ ذو الوزن الجزيئي الكبير < ١٠٠٠ دالتون) وهنا يلزمه بروتينات حاملة كبيرة الوزن لتقوم بنقله عبر جانبي الغشاء ثم تركه بالجانب الأخر والعودة مرة أخرى لإعادة الكرة.

٦- أما بالنسبة للماء والمواد الذائبة فيه :

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

وتتحصر أهمية ثابت التفكك (التأين) لجزيئات السموم القاعدية الضعيفة في اختلاف الأشكال المتأينة والغير متأينة لها من حيث درجة نفاذيتها وامتصاصها وتوزيعها عبر الأغشية فجزيئات السموم القاعدية الضعيفة الغير متأينة تمر وتتفد بسهولة عبر الأغشية ويلاحظ أن لقيمة اللوغاريتم السالب لثابت تأينها (pKa) لا تدل بمفردها على قاعدية الجزيئي فهي تعتمد أساسا على درجة تركيز أس أيون الهيدروجين بالوسط المحيط :

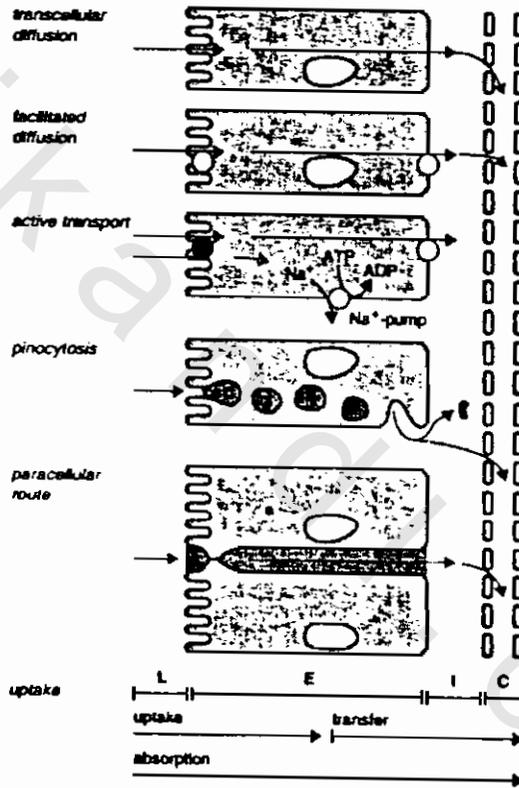
فعندما يكون أس تركيز أيون الهيدروجين لمحلول وسط الخلايا التي تمر فيها مساوي لقيمة اللوغاريتم السالب لثابت التأين (pKa) لجزيئات مركب سام قاعدي فإن نصف عدد جزيئاته تكون في صورة متأينة أما النصف الآخر في صورة غير متأينة والأخيرة هي التي يتاح لها فرصة الذوبان والامتصاص في ليبيدات الأمعاء بدرجة تمكنها من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

وكلما انخفضت قيمة (pKa) لجزيئات المركب السام تزداد درجة تأينها والتي بدورها تؤدي لنقص النفاذية والانتشار والعكس صحيح. وبإستخدام معادلة هندرسون وهازلبناخ فإن :

$$\text{معامل (نسبة) التأين لقاعدة} = \text{pH} + \frac{\text{الجزء المتأين}}{\text{الجزء المتأين}}$$

وهنا تكون القيمة أقل > ١.

وهو ما يمكن توضيحه عند أخذ قاعدة الأثيلين ($\text{Aniline: pKa}=5$) بالفم ووصولها للمعدة (درجة حموضة العصير المعدي = 1) تبلغ نسبة الصورة الغير متأينة 0,1% وتمتص والصورة المتأينة 99,9% لا تمتص خلال وسط المعدة بل تتحرك للأمعاء الدقيقة حيث وسط العصير المعوي قاعدي فتتحول نسبة كبيرة منها (٢١ جزء) للصورة الغير متأينة فتمتص وتكون النسبة القليلة جدا منها (١ جزء) في الصورة المتأينة لا تمتص ، شكل رقم (٥-١) :



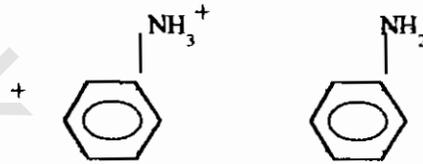
شكل رقم (٥-١): إمتصاص المواد الغريبة خلال مخاطية الأمعاء

○ تمثل الإنتقال النشط ○ النقل بالإنشطار الميسر



أنيلين (Aniline)
($pK_a = 5$)

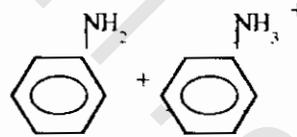
بالمعدة ($pH = 1$)



(نسبة الصورة الغير مؤينة 0.1%) (نسبة الصورة المؤينة : 99.9%)

(لا تمتص بالمعدة)

بالأمعاء ($pH = 6$) مكان امتصاص جزيئات
المواد القاعدية الغير مؤينة



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 القاعدي على حمض السيلسليك (الأسبرين) وقاعدة الألبين معا عند تناولهما عن طريق الفم وهو ما يوضحه الشكل الاجمالي رقم (٣-٥).

ومن الأهمية بمكان في هذا الصدد الأخذ في الاعتبار تأثير عامل مساحة المسطح الكبير للأمعاء الدقيقة مقارنة بمثلتها في المعدة هنا في عملية الامتصاص بجانب عامل التفكك وتأثره بدرجة تركيز أس أيون الهيدروجين و الذي في النهاية يؤدي بدوره 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 عمليتي الهضم والامتصاص.

كما أن هناك صفة أخرى خاصة بعض الشيء للامتصاص المعوي وهي حركة بعض الجزيئات الكبيرة السامة وبعمليات غير الانتشار البسيط أو الانتقال النشط ، فسموم البكتريا الخارجية (Bacteria exotoxins) وجزيئات صبغات الأزو (Azo dyes) ذات متوسط قطر ٣٠٠ أنجسترام ومركبات البولي ستيرين (Polystyrene) ذات البعد ٢٢٠٠ أنجستروم ومركب (Letex) Carrageenens) نو الجزيئات التي يبلغ وزنها الجزيئي التقريبي ٤٠,٠٠٠ تمتص خلال القناة المعوية بألية مماثلة لألية 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 تقوب تتراوح أحجامها بين ٣٠-٥٠ ميكرومتر وعليه فبمجرد مرور جزيئات السم من النسيج الطلاني للقناة المعوية يدخل الشعيرات الدقيقة بسرعة ويكون لمعدل سريان الدم الوريدي أثره في امتصاص مثل

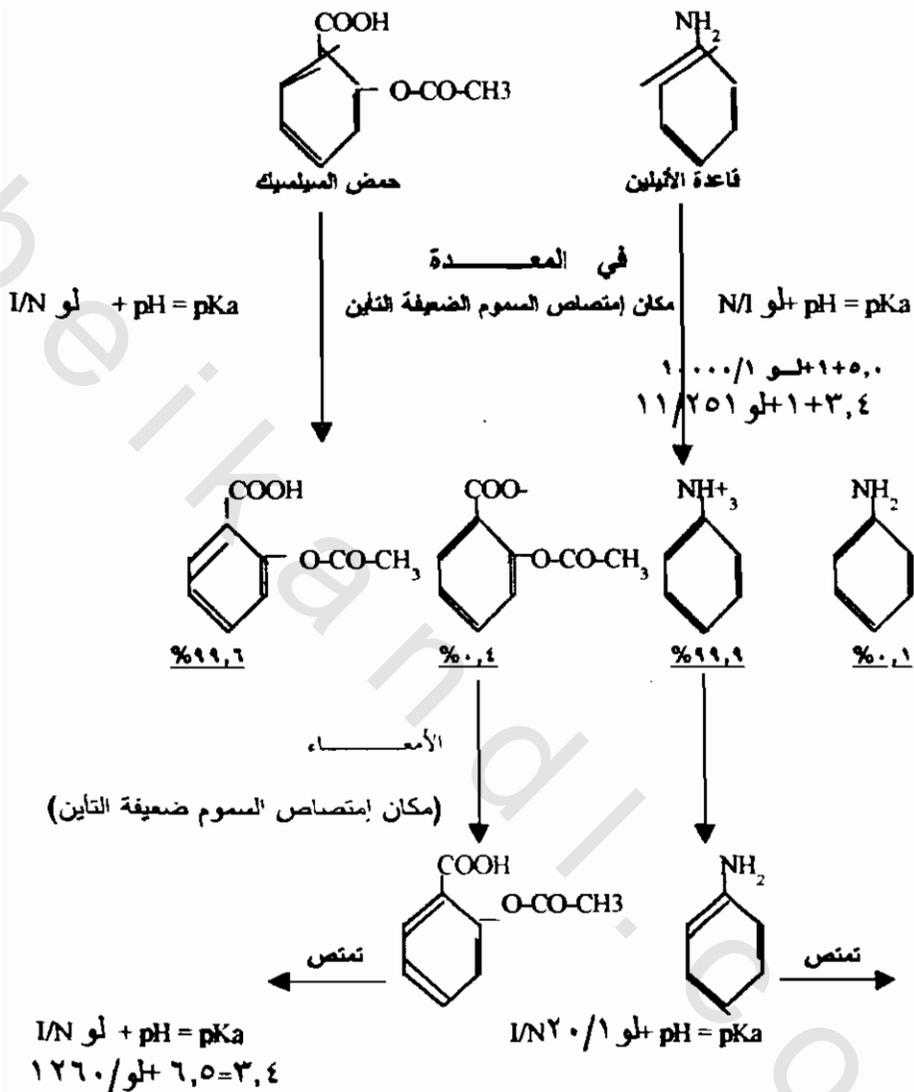
هذه المواد الغريبة وتجمعها في الوريد الكبدي البابي فالكبد الذي يقوم بهدم سميتها (Detoxication).

كذلك لا يجب إغفال دور الخملات (Microvilli) والتي تؤدي لزيادة مساحة السطح الداخلي للأمعاء مما يؤدي بدوره لزيادة المسطح الداخلي الممتص لجزيئات السموم و الذي قدر بمساحة ٢٠٠٠ قدم مربع بالأمعاء الدقيقة أي بزيادة قدرها ٦٠٠ ضعف عما لو لم تحتوى الأمعاء على الخملات.

كذلك يتأثر معدل الامتصاص لجزيئات المواد السامة والموجودة بداخل الأمعاء على طول الوقت الذي تبقاه جزيئات المركب في الأمعاء (Deuration period).

هذا بجانب عدد من العوامل الأخرى المؤثرة أصلا في عملية امتصاص جزيئات السموم فالسموم يجب وأن تذاب قبل أن تبدأ عملية الامتصاص وعليه يتأثر الامتصاص بمعدل ذوبانها في العصائر الخلوية والمذيب المستخدم مع المركب السام وحجم الجزيئات

ومعدل الذوبان ووجود الكائنات الحية الدقيقة ومستوى تركيز أيون الهيدروجين بوسط الامتصاص ومعدل حركة الأمعاء ودرجة امتلائها بالمواد الغذائية ودرجة حرارة الغذاء والتأثيرات الصحية الأخرى و الإفرازات.



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

وعموما تمتلك القناة المعد معوية أنظمة انتقال خاصة لامتصاص العناصر و الايكترووليات 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 الشيء :

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 و المسمى بالفرنيتين وعندما ينقص تركيزه ينفرد من المخازن المخاطية بالصورة (Ferritin-iron) وهي تمتص كثير من الحديد (ومعه الثاليوم و الكوبلت) من المعى حتى يتسنى (Mplenish) لهذه المخازن ، حيث يتنافس الثاليوم و الكوبلت مع الحديد. ويلاحظ أن امتصاص

الكاديوم (نو حجم جزيئي 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 في نفس الوقت الرصاص السام وتزداد درجة إمتصاصه بزيادة اللييدات ونجد أيضا أن الكالسيوم يمتص على خطوتين : حيث يمتص أولا من تجويف البطن (Lumen) ثم يقذف إلى السائل بين معوى (Interstitial fluid) وتكون الخطوة الأولى سريعة عن الثانية ولذا يرتفع تركيز الكالسيوم بين الخلوى خلال الإمتصاص. ويحتاج لإمتصاص الكالسيوم في 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 مأكانات البيريميديئات (Pyrimidines) وأمينات البنسلين (Penicill amine) فتؤخذ بواسطة أنظمة نقل متخصصة. كذلك فالسموم (المبيدات) الكاربامائية والتي تمثل فى خلايا الأنتيروسيت وممثلاتها تؤخذ إلى الجانب المصلى (Seracal side) من الأمعاء بواسطة آلية نقل بوسطيات حاملة (Carrier mediated transport 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 الأبار المحتوية على نسبة عالية من النترات (Nitrate) تسبب أضرار خطيرة بالأطفال لارتفاع حموضة معدتهم ووجود نسبة عالية من بكتريا كولاي (coli E.) والتي تحول النترات إلى نترت (Nitrite) فتسبب ميثيموجلوبينيميا (Methemoglobinemia) علاوة على تأثيرها المسرطن بالأمعاء واضطراب الغدة الدرقية.

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

• تكوين الميسيلات: كريات موحدة النواه (Micelles formation) بأملح الصفراء.

• إنتشار الميسيلات خلال الطبقة المائية على الأنترووسيت.

• 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 دنت (DDT) ، البيفينولات عديدة الكلور (PCB.s) تنقل خلال الأوعية الليمفية كذلك يلعب المذيب و الذى يذيب المادة الغريبة دورا هاما فى 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 الليمفية يسمح للمواد الغريبة بتجانس تمثيلها فى الكبد نتيجة للإستعداد الجهازى الكبدى.

٨- وتمتص الجزيئات الكبيرة (Macromolecules) مثل الهيبارين والأستولين معويا وبدرجة قليلة. كذلك ربما يكون توكسين البوتيولينيم (Botulinum toxin) مميت وآلية إمتصاصه لم تتضح لأن ولكن ربما تكون من خلال عمليتي التقام (Pinocytosis) والتهام (Phagocytosis) وهذه الآلية للإمتصاص كبيرة الأهمية للإمتصاص المعوي للجلوبولينات المناعية عند حديثي الولادة.

كذلك تمتص المواد الصلبة بالالتهام (Phagocytosis) فعلى سبيل المثال نسبة ضئيلة من الياف الاميبستوس تؤخذ (Ingested) بالفتران ثم يتم إستعادتها من الليمف.

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

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

وهناك آلية رابعة لإمتصاص الجزيئات الكبيرة مثل بعض المواد الكاتيونية المختلفة ذات السطوح النشطة (Surfactant) و التي لها تأثير إضطرابي على الغشاء المخاطي مما يسمح ويسهل بإمتصاصها بالأمعاء والمعدة مثل السيفالوسبور (Cephalosporics) و التي إمتصاصها لا يكون سهل. ومهما كان الطريق المتبع من الطرق السابعة لآليات الإمتصاص للجزيئات الكبيرة ففي النهاية تنتقل للأوعية الليمفية إلى نورة الدم الجهازية (Systemic blood circulation).

وتتناسب درجة السمية لجزيئات ملوث بيئي أو مركب سام تتناسباً طردياً مع معدل نوبان هذه الجزيئات وفي نفس الوقت يتناسب معدل النوبان تناسباً طردياً مع معدل الامتصاص (Absorption rate) فكلما زاد معدل النوبان زاد معدل الامتصاص فجزيئات المركب الغير ذائبة يتعدم امتصاصها فجزئياته تكون محدودة التماس مع طبقة المخاط بالقناة المعد معوية . في نفس الوقت أيضا يتوقف معدل النوبان (وبالتالي معدل الامتصاص فمعدل السمية) علي حجم جزيئات المركب السام ، حيث يتناسب معدل الزوبان تناسباً عكسياً مع حجم الجزيئات ، فكلما انخفض حجم الجزيئات كلما زاد معدل الزوبان وبالتالي معدل الامتصاص و الذي بدوره 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 مثيأة نو الحبيبات الأكبر والتي يتم التخلص منها بدون نوبان 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 نوبان أو امتصاص ، كذلك الحال مع مركب الزئبق المعدني والغير سام عند تعاطية 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 للنوبان و بالتالي زيادة الامتصاص لبعض المعادن وجزيئات السموم.

كما تؤدي حركة الأمعاء الدودية الي زيادة معدل عملية الإمتصاص خاصة لجزيئات السموم و الملوثات البيئية بطيئة الحركة وهو ما يرجع لسعة 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 وأن 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 فتجوع الحيوانات (Starvation) قبل المعاملة بست ساعات تؤدي لزيادة السمية نتيجة زيادة الكمية الممتصة .

ولعمر الحيوان المعامل له تأثيره على معدل الامتصاص ، فالغار عمر ساعتين يمتص ١٢% من جرعة الكاديوم 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 في تحديد مستوى امتصاص وثبات جزئيات المركب السام وممثلاته.

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

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

ويلاحظ أن تناول المواد المانعة للقيء (Anti-vomiting) كاليزموت لبقاء جزيئات المركب فترة أطول بداخل القناة مما يساعد على زيادة الكمية الممتصة منه وعليه تعد إحدى عمليات المساعدة الأولية للتخلص من جزيئات السموم المعدنية 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 التي يتخلص بواسطتها الجسم من جزيئات السموم ويعتمد الإفراز هنا على معدل نوبانه 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 جزيئات السموم القطبية ، بينما خلايا تحت الجلد تفرز الزيوت للمحافظة على نعومه وطراوة ملمس الجلد (Soft & pliable) فتتخذ منها جزيئات السموم المحبة للدهون في نفس الوقت ينفذ أي جزيئات الليفيينيل عديد الكلور (بالشعر) كذلك فالخلايا المسنولة عن الشعر والريش والأظافر مسنولة عن إزالة السيلينيوم والزنق والزرنيخات.

ويرجع ظهور العديد من السموم في البراز إلى :

- ١- عدم الامتصاص الكامل لجزيئات هذه المواد الكيميائية بعد التغذية.
- ٢- إفرازها إلى الصفراء.
- ٣- إفرازها بالجهاز التنفسي عن طريق الكحة أو السعال فتطرد وهنا قد تبتلع.
- ٤- إخراجها باللعاب الذي قد يبتلع مرة أخرى ليعاد الامتصاص بالأععاء.

٥- إخراج جزئيات هذه السموم باللعاب أو السائل المعوي عن طريق البنكرياس

العوامل المؤثرة على الامتصاص :

تتضافر بعض العوامل والتي من شأنها أن تزيد من السعة الامتصاصية خلال القناة المعد معوية ومن هنا تزداد درجة السمية ومن أمثلة هذه العوامل ما يلي :

١- مكان الامتصاص (Site depended) : حيث يختلف معدل الامتصاص تبعاً لمكان الامتصاص في القناة المعد معوية حيث توجد اختلافات واضحة في مورفولوجية المناطق المختلفة للقناة المعد معوية ولهذا يعتمد امتصاص المواد الغريبة على المكان الحادث به الامتصاص وهناك عدة أسباب لذلك :

٢- الحموضة (Acidity) : فمثلاً امتصاص تركيبه لمادة غريبة متأينة (Ionized) بالانتشار السلبي (Passive diffusion) يعتمد على جزئية (غسوب : Fraction) التركيبية (Fraction structure) أولاً والموجودة في شكل غير أيوني (Non-ionized) وهذا يحدد بواسطة ثابت التأين (Ka) وبالأصح بواسطة لوغاريتم ثابت التأين (p Ka) للتركيبية ومستوى أس تركيز أيون الهيدروجين (pH) لسوائل القناة المعد معوية . وعليه يكون أمثل امتصاص للمواد الحامضية ($pKa \geq 4$) في المعدة ($pH = 1-2$) و أمثل امتصاص للمواد القلوية (p Ka) في الأمعاء ($pH = 6-7$).

٣- السطح المخاطي (Mucosal surface) : حيث يتناسب معدل الامتصاص مع مساحة سطح الغشاء الممتص ولذا فالأمعاء الدقيقة لها أكبر سعة امتصاصية بالانتشار طالما أن الخملات والخملات الدقيقة (الميكرو) تزيد وتضخم من مساحة السطح فالخملات المريضة بالأمعاء (ضمور الخملات : Vilus atrophy) تؤدي لتعفن كبير في مساحة سطح

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

٤-درجة ملئ المعدة Gastric 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 يؤدي لتغير في فسيولوجية القناة المعد معوية حيث يؤثر وجود الغذاء على معدل امتصاصها بواسطة :

- إنفراد الإفرازات المعدية.
- زيادة الحركة المعوية لتقليب الغذاء مما يؤدي لزيادة ملاصقة كتلة الغذاء المهضومة وما تحمله من ملوثات لجدرانها الداخلية فتعطى فرصة أكبر للانتشار .
- زيادة النضح (Perfusion) المعوي.
- امتصاص كتلة المادة الغذائية نفسها للمواد الغريبة كالمسوم مما يؤدي لخفض تركيزها الموجود، كما أن أخذ الغذاء قد ينتهي لإنفراد الصفراء في الأمعاء وهو ما يسمح بزيادة امتصاصها مؤخرًا.