الدكتور عبد الحميد الملقي

فيزيولوجيا التنفس ٢

تنظيم التنفس

- الهدف : استتباب التبادل الغازي و ملائمة المتطلبات الاستقلابية و الحاجة لل O_2 و طرح الفائض من CO_2

آليات التنظيم:

- مراكز عصبية في الجسر و البصلة
- مستقبلات كيميائية مركزية و محيطية

تنظيم التنفس

المراكز العصبية : ثنائية الجانب

- المجموعة الظهرية في البصلة (مركز الشهيق) : **ناظم التنفس**، ممتدة بشكل واسع في البصلة ضمن نواة السبيل المفرد التي تتلقى **تنبيهات حسية من المبهم و البلعومي اللساني**. يرسل سيالات منبهة **ذاتية متعاظمة** إلى الحجاب الحاجز عبر العصب الحجابي ← الشهيق، ثم تتوقف ← الزفير
- المجموعة البطنية في البصلة (مركز الزفير العميق): **تبقى غير فعالة في التنفس الاعتيادي الهادئ، و تملك عصبونات تثير الشهيق و أخرى للزفير**: ينبه العضلات المستقيمة البطنية أثناء التنفس القسري فقط

تنظيم التنفس

- المركز المثير للتنفس pneumotaxic center في المنطقة العلوية الظهرية من الجسر و ينظم عمق و معدل التنفس: يرسل سيالات دائمة إلى المجموعة الظهرية لنظم إيقاع تنبيهاتها. التنبيه القوي من هذا المركز **يثبط عمق الشهيق** و ينقص امتلاء الرئة **فيزيد تواتر الشهيق** و الدورة التنفسية و التنبيه الضعيف يعاكسه
- المركز الناهي Apneustic centreالمعاكس للمركز السابق و يقع أسفل الجسر، وظيفته غير معروفة بدقة، **يزيد عمق الشهيق** و امتلاء الرئة

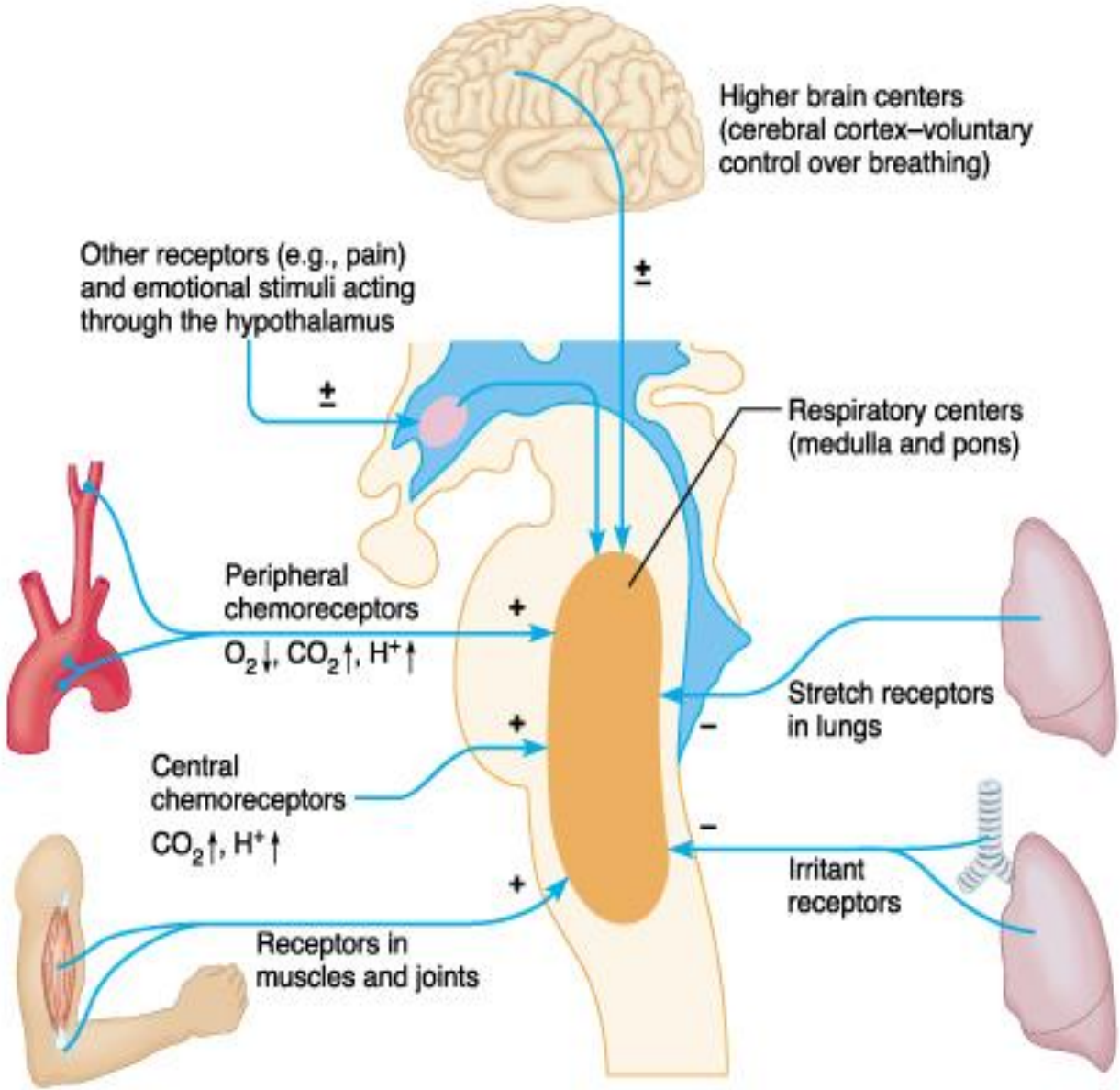
تنظيم التنفس

- يعتمد عمل المراكز العصبية على:

- مستقبلات مركزية حساسة بشكل أساسي ل H^+

- مستقبلات محيطية: المستقبلات الكيميائية، مستقبلات التمدد و التخريش والمستقبلات العضلية

- أوامر من قشر الدماغ و الوطاء



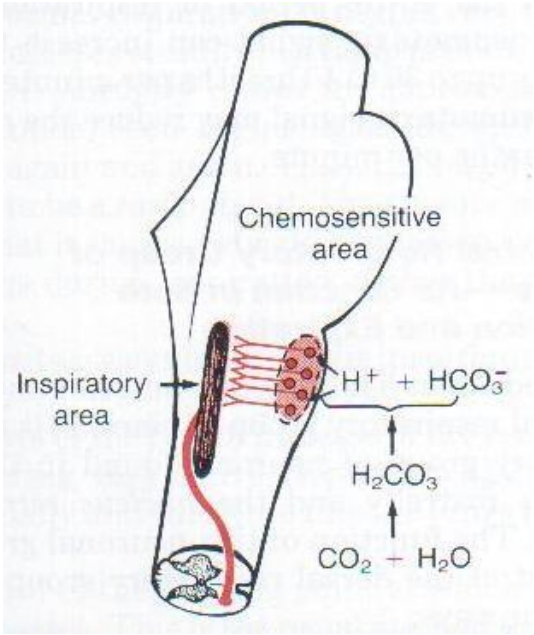
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

تنظيم التنفس

- المستقبلات المركزية الكيميائية :

تتأثر العصبونات المركزية بشكل كبير بمستوى H^+ (PH)، لكنها لا تعبر الحاجز الدماغي بسهولة

بينما يعبر CO_2 الحاجز الدماغي فيؤثر بشكل مباشر على العصبونات و بشكل غير مباشر **بشكل فعال جدا عبر تشكيل** H_2CO_3 لذلك يعد الناظم الأساسي لعمل العصبونات



تنظيم التنفس

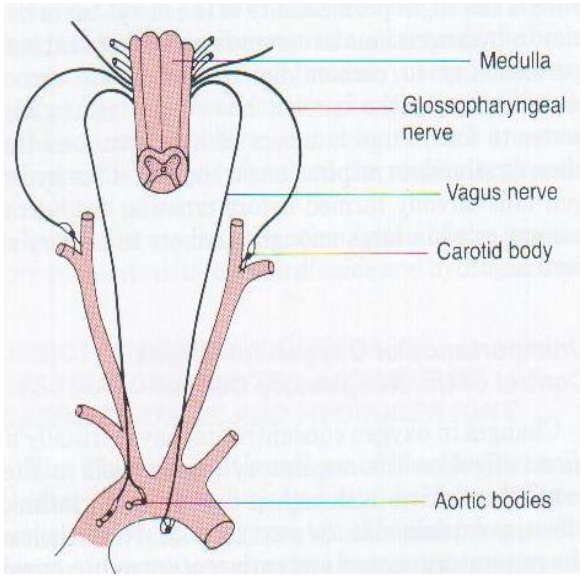
- المستقبلات المحيطية الكيميائية:

موجودة في الجيب السباتي و قوس الأبهر

حساسة بشكل كبير ل PO_2 لاسيما إذا أصبح<٦٠ممز

حساسة أيضا لPCO_2 و PH لكن حساسية المستقبلات المركزية>٧ مرات

تنبيه المستقبلات المحيطية أسرع، نقل عصبي عبر المبهم و اللساني البلعومي (استجابة سريعة للجهد)



- PO_2 ↓ ← تنبيه التنفس
- PCO_2 ↓ ← تثبيط التنفس
- PH ↑ ← تثبيط التنفس

تنظيم التنفس

- مستقبلات التمطط stretch المحيطية:

- منعكس رئوي: تمدد الأسناخ ← الزفير

انخماص الأسناخ ← الشهيق

(منعكس هيرنغ-برويرHering- Breur inflation reflex):تمطط الطرق الهوائية ينبه مستقبلات التمطط ← تنبيهات عبر **المبهم** إلى المجموعة الظهرية يوقف الشهيق (يثبط التنفس العميق) منعا من تمزق الرئة و ↑ معدل التنفس (مماثل للمركز المثير)

- منعكس من جدار الصدر: تمدده ← ينبه الشهيق

- سيالات عصبية إرادية تأتي من قشر الدماغ تثير أو تثبط مراكز التنفس فتتحكم بمعدل التنفس و شكله حسب الحاجة و لكن لمدة محدودة (أثناء الرياضة و الغناء....)

التنفس في المرتفعات

- > ٣٠٠٠م ← PO_2 <٦٠ممز ← تنبيه المستقبلات المحيطية ← تنبيه مركز التنفس ← ↑ معدل التنفس ← ↓ PCO_2 و↑ PH ← تثبيط التنفس ← ↓ O_2 (صداع و غثيان)
- بعد ساعات يتأقلم المركز العصبي مع ↓ PCO_2 فيتحسن التنفس و ↑ O_2 ثم تفرز الكلية الأريتروبيوتين ← ↑ الكريات الحمر

التنفس في المنخفضات

- أثناءالغطس (بسبب ↑ الضغط تحت سطح الماء) تنتشر كميات كبيرة من الأزوت الهوائي إلى الدم و تنحل في المصورة، و عند العودة إلى سطح الماء بسرعة تشكل فقاعات غازية ← صمات هوائية

- قصور التنفس هو عدم قدرة جهاز التنفس على القيام بتأمين تبادل غازي سوي بين الوسط الخارجي و الأسناخ ثم بين الأسناخ و الدم لتأمين O_2 و طرح CO_2
- قصور التنفس ← نقص أكسجة النسج و تعتمد الأذية الناتجة على:

- درجة نقص الأكسجة و مدته
- استقلاب النسج

- أكثر النسج تأثرا: القلب و الدماغ

نقص الأكسجة النسيجية

- عدم وصول الأكسجين بشكل كاف إلى النسج أو عدم قدرة النسج على الاستفادة منه
- أسبابه:

- ما قبل الرئة: ↓ O_2الهواء، نقص تهوية عصبية أو عضلية المنشأ
- رئوي: ↓ نفوذية الغشاء التنفسي، عدم التوافق بين التهوية و التروية، نقص تهوية رئوي المنشأ بسبب ↑ مقاومة الطرق الهوائية، آفات المتن الرئوي (التليف و النفاخ)، الريح الصدرية
- دوراني: التحويلة من اليمين إلى اليسار، نواسير شريانية وريدية، قصور دوراني
- دموي: فقر دم أو شذوذات الخضاب، الانسمام ب CO
- نسيجي: اضطرابات الإنظيمات التنفسية، عوامل سمية

نقص الأكسجة النسيجية

- في جميع الحالات ينقص P_aO_2، أما P_aCO_2 فلا يرتفع إلا في نقص التهوية لأن انتشار CO_2 > O_2 ب ٢٠ مرة و ↓ PCO_2 يحرض مراكز التنفس
- يفيد O_2 الصرف في الأسباب غير النسيجية
- يحدث الزراق في نقص الأكسجة عند وجود كميات كبيرة من الخضاب منزوع الأكسجين (> ٥ غ/ ١٠٠ مل) في شعيرات الجلد و الأغشية المخاطية بسبب فرط استخلاص النسج للأكسجين

نقص التأكسج بأسباب قبل رئوية

- P_aO_2 ↓ و P_vO_2
- نقص الأكسجين المستنشق: كما في الارتفاعات أو الحرائق الانسمام ب CO: ألفة الخضاب ل CO > ألفته ل O_2 ب ٢١٠ ← عدم ارتباط الخضاب ب O_2 على مستوى الرئة وعدم تركه على مستوى النسج و تشكيل كاربوكسي هيموغلوبين بطيء التخرب، يعالج بمزيج من الأكسجين بضغط عال مع ٥ % CO_2 لتنبيه مراكز التنفس
- أثناء الراحة تكون الأعراض خفيفة إذ يستطيع التبادل الغازي تأمين O_2 و طرح CO_2 و لكن يظهر القصور أثناء الجهد ← PO_2 ↓

نقص التأكسج رئوي المنشأ

- في نقص التهوية تنقص كمية الهواء الداخل إلى الأسناخ
- $PO_2 \downarrow$ و $PCO_2 \uparrow$ بشكل متعادل
- PO_2 الأسناخ = PO_2 الشرياني
- أما في أذية الغشاء التنفسي يكون الفارق بين PO_2 الأسناخ و PO_2 الشرياني كبيرا

عدم التوافق بين التهوية و التروية

- أهم أسباب نقص PO_2 الشرياني، و يحدث عند وجود أسناخ مهواة دون تروية مناسبة أو شعيرات دموية تروي أسناخا ناقصة التهوية
- نسبة التهوية/التروية V_a/Q:

- $V_a/Q \downarrow$ ← قسم من الدم لا يتأكسج (تحويلة فيزيولوجية)، كما في قاعدة الرئة
- $V_a/Q \uparrow$ ← قسم من الهواء لا يتبادل مع الدم (الحيز الميت الفيزيولوجي)، كما في قمة الرئة

- PCO_2 يرتفع في البداية ثم يصبح سويا

نقص التأكسج دوراني المنشأ

- الصدمة الدورانية
- الركودة الدموية المعممة أو الموضعية
- التحويلة من اليمين إلى اليسار :مرور الدم من القلب الأيمن إلى الأيسر دون أن يتأكسج

مرضيا: ناسور شرياني وريدي رئوي

بقاء القناة الشريانية الوريدية مفتوحة

- P_aO_2 و محتوى الدم من O_2 طبيعي بينما ينخفض P_vO_2 بشدة

نقص التأكسج دموي المنشأ

- فقر الدم: P_aO_2 ونسبة إشباع الخضاب ب O_2 طبيعية لكن محتوى الدم من O_2 قليل ← P_vO_2 ↓
- أكسدة حديد الخضاب من قبل بعض الأدوية و السموم و تشكل المتهيموغلوبين غير القادر على نقل O_2

نقص التأكسج نسيجي المنشأ

- عدم قدرة النسج على استخدام الأكسجين بسبب تثبيط الجهاز الإنظيمي المسؤول (السيتوكروم)
- الأسباب:

- التسمم بالسيانيد:

- الكحول و المخدرات:

P_aO_2 و محتوى الدم من O_2 طبيعي لكن عدم استخدام النسج للأكسجين ← P_vO_2 ↑

فرط الكربمية

- تعني ↑ PCO_2 الدم
- يحدث فقط عند وجود نقص تهوية سنخية أو قصور دوراني، إذ إن سرعة انتشار CO_2> O_2 ب٢٠مرة، و ↑ PCO_2 يحرض مراكز التنفس
- أسبابه:

- الآفات الرئوية المعيقة للتهوية
- اضطرابات حركية القفص الصدري: اضطرابات العضلات البدئية و الثانوية (الانهاك العضلي)، اضطرابات الشوارد، اضطرابات التغذية
- اضطرابات المراكز العصبية المنظمة

- ↑ PCO_2 ← الحماض التنفسي ، تعوض الكلية ← فتخفض PCO_2

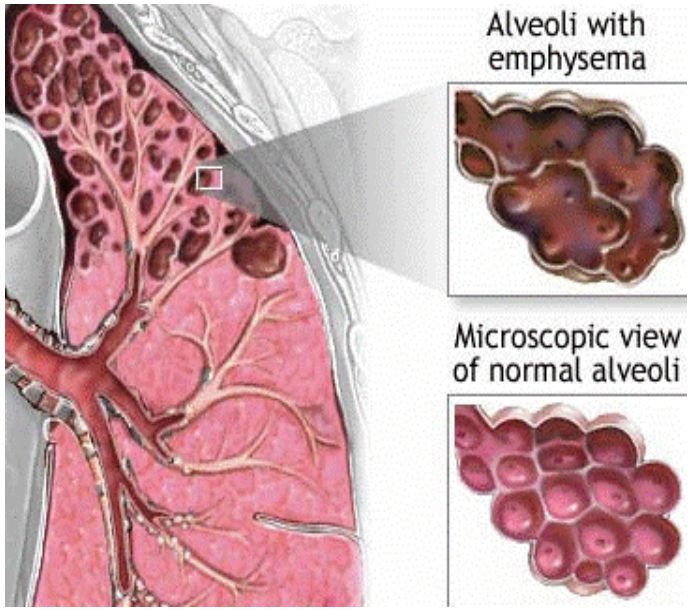
النفاخ الرئوي Pulmonary emphysema

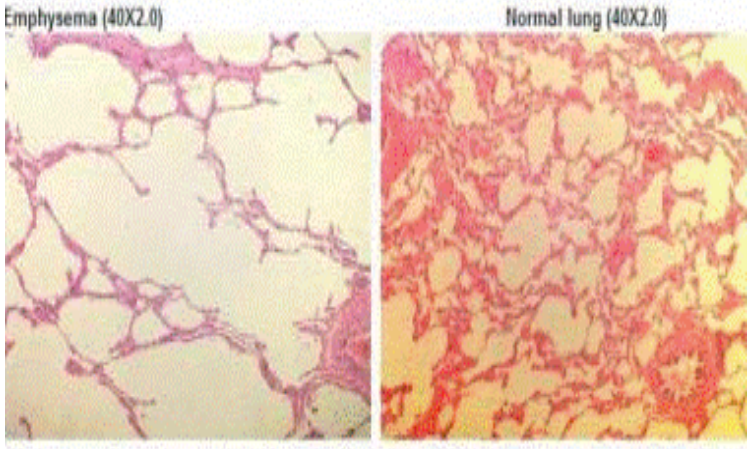
- تخرب **غير عكوس** للنسيج الرئوي و تليف جدران الأسناخ
- التدخين أهم العوامل، بعض الأخماج، التلوث (الأميانت)
- **الأذية سنخية بالدرجة الأولى**
- الآليات المرضية:

١- الخمج المزمن بسبب تأذي البطانة التنفسية ووظيفة الأهداب المنظفة بسبب التدخين

٢- انسداد الطرق التنفسية الصغيرة بفرط إفراز المخاط والوذمة الالتهابية

النفاخ الرئوي Pulmonary emphysema





٣- انتفاخ الأسناخ بسبب عدم القدرة على إخراج الهواء (الانسداد) و الخمج

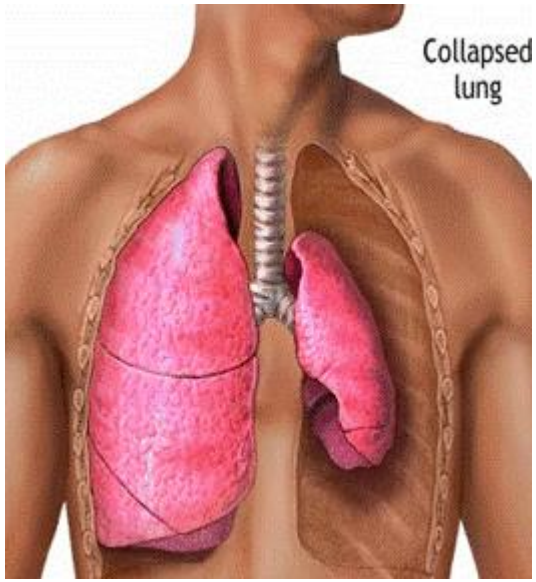
٤- تخرب جدر الأسناخ تحت تأثير إنظيمات الإلاستازو التربسين المفرزة من البالعات السنخية

النتيجة الإجمالية: $PO_2 \downarrow$ و $PCO_2 \uparrow$ تدريجيا

الانخماص Atelectasis

- انخماص الأسناخ في جزء من الرئة أو في فص أو كامل الرئة
- أسبابه:

١- انسداد الطرق الهوائية: المفرزات المخاطية، ورم، جسم أجنبي ← ارتشاف الهواء من الأسناخ و امتلائها جزئيا بالسوائل ← ↑ المقاومة الوعائية في المنطقة المنخمصة فيتحول الجريان إلى بقية المناطق فتتحسن أكسجة الدم بشكل معاوض



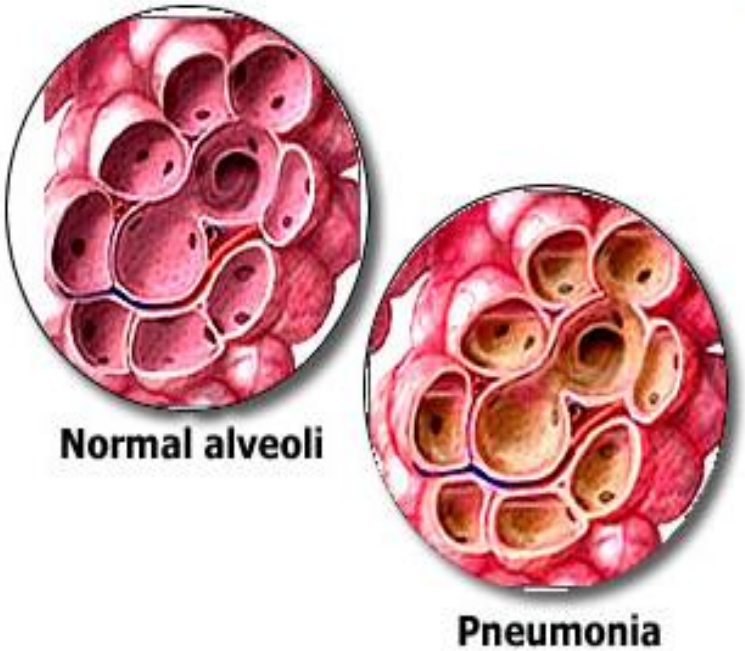
٢- نقص الفعال بالسطح (السورفاكتانت): (داء الأغشية الهلامي)

ذات الرئة Pneumonia

- التهاب النسيج الرئوي: خمجي، شعاعي، كيميائي
- يصاب النسيج الرئوي بالوذمة بسبب ↑ النفوذية الشعرية وانسلال الخلايا الالتهابية البيضاء إلى النسيج الخلالي والأسناخ وقد تشمل الإصابة فصاً أو كامل الرئة
- تسبب ↑ ثخانة الغشاء التنفسي

و↓ مساحته

- ↓ التهوية/التروية



الربو

- فرط فعالية العضلات الملساء في القصبات يترافق مع التهاب القصبات بسبب أرجي غالبا. يتفاعل الضد IgE المرتبط بالخلايا البدينة مع مستضده (بيئي أو داخلي) ← تنشيط الخلايا البدينة ← إطلاق الوسائط الالتهابية (الهيستامين، البراديكينين، و اللوكوترينات) ← تفعيل الخلايا الالتهابية الأخرى و لاسيما الحمضات ←

- وذمة موضعية في جدران القصبات
- فرط إفراز المخاط
- تشنج العضلات الملساء القصبية

- الأذية قصبية بالدرجة الأولى، **عكوسة**

الربو

- أثناء الشهيق : القصبات متوسعة بسبب الضغط السلبي داخل القفص الصدري ← لا يوجد صعوبة
- أثناء الزفير : ↑ الضغط داخل الرئة ← ↓قطر القصبات بشكل طبيعي، عند وجود تشنج قصبي ← ↑المقاومة لإخراج الهواء ← صعوبة زفيرية ← تطاول الزفير و ازدياد الحجم المتبقي ← الصدر البرميلي عند تفاقم الحالة