

ANATOMIE

Les voies aériennes

Les VAS :

- Os nasal
- Cartilage latéral du nez
- Cornet sup
- Cornet inf
- Maxillaire
- Sinus frontal
- Sinus sphénoïdal
- Sinus ethmoïdal
- Luvette
- Amygdale
- Végétations adénoïdes
- Ostium tubaire
- Pharynx
- Espace rétro-pharyngien
- Tubercule cunéiforme
- Tubercule corniculé
- Tympan
- Trompe d'eustache
- Labyrinthe cochléaire
- Labyrinthe vestibulaire
- Osselets
- Temporal
- Auricule
- Méat acoustique

Les VAI :

- Cartilage cricoïde
- Carène
- Bronche souche droite
- Bronche souche gauche
- Bronches lobaires

Le thorax :

La cage thoracique :

les éléments osseux :

- *Les vertèbres* : réalisent la limite osseuse axiale postérieure de la cage thoracique. Les vertèbres cervicales basses réalisent le mur postérieur de l'étage pharyngo-laryngé. Les vertèbres dorsales participent au mur postérieur de la cage thoracique à proprement parler.
- *Les côtes* : réalisent la limite osseuse essentielle de la cage : postérieurement, en venant s'articuler sur les vertèbres dorsales ; latéralement ; et antérieurement, en venant s'articuler sur le sternum.
Les côtes n'ont pas toutes la même forme dans l'espace, et ceci justifie leur mécanique différente (cf. infra).
- *Le sternum* : réalise la limite osseuse axiale antérieure de la cage thoracique. Les côtes viennent s'articuler sur le sternum par les cartilages sternochondrocostaux.
Chez l'enfant cet élément antérieur est essentiellement cartilagineux.

Les muscles de la respiration

Le diaphragme : muscle inspiratoire essentiel. Il sépare cavité abdominale et thoracique.

Il a la forme d'une coupole, vient se fixer postérieurement sur les corps vertébraux lombaires, sur les dernières côtes ; latéralement et antérieurement, sur les dernières côtes. Il possède des hernies physiologiques nécessaires au passage des paquets vasculonerveux, et de l'œsophage.

Les intercostaux : tendus entre les côtes, ils permettent, par leur contraction, de rigidifier la cage thoracique, en évitant la dépression lors de l'inspiration, et la hernie lors de l'expiration

Les muscles accessoires : ce sont des muscles moteurs du membre supérieur ou du cou, qui, à cause de leurs insertions, sont susceptibles d'intervenir partiellement dans la ventilation. Contrairement au diaphragme, ils sont extrêmement fatigables, et ne peuvent assurer seuls qu'environ 10 % des besoins ventilatoires.

Les abdominaux : formant la paroi de l'abdomen, en avant et sur les côtés, ce sont les antagonistes du diaphragme. Ils sont responsables de l'expiration forcée, et participent à la toux.

PHYSIOLOGIE

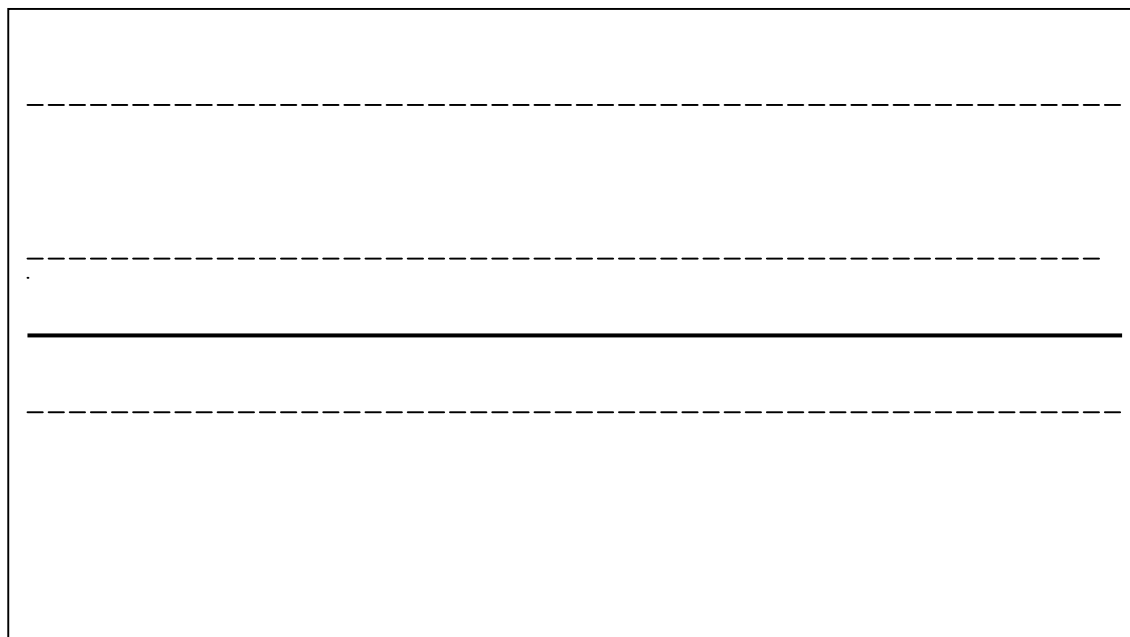
Ventilation :

- La commande ventilatoire : sous dépendance des centres respiratoires supérieurs
Cf schéma

- Le cycle : classiquement, l'inspiration est un phénomène actif, l'expiration s'effectuant sur la tension de relaxation du système thoraco-pulmonaire.
Le point d'équilibre entre les forces d'expansion thoraciques et les forces de rétraction élastique du poumon, liées grâce aux plèvres, situe le poumon à un niveau de volume qu'on appelle capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)
L'éloignement de ce point est consommateur d'énergie ; le retour à ce point emmagasine de l'énergie. (cf trt de l'asthme de l'adulte)
On distingue donc la phase inspiratoire et la phase expiratoire, dont on peut mesurer et apprécier le comportement au moyen des explorations fonctionnelles.

- Exploration fonctionnelle :
Elles regroupent les différentes techniques qui permettent d'explorer la fonction ventilatoire sur les plans qualitatif et quantitatif, ainsi que la qualité de l'hématose.

SPIROGRAMME :



- Analyse clinique :
On distingue deux grands types de troubles à partir de l'analyse de la spirométrie du sujet

Le trouble ventilatoire obstructif (TVO), défini comme la diminution du rapport VEMS/CV

Le trouble ventilatoire restrictif (TVR), défini par la diminution de la CPT

NB : certaines pathologies évoluent d'abord en créant un TVO, qui se complique ensuite d'un TVR (BPCO, asthme,...)

On définit donc ainsi le trouble ventilatoire mixte, associant TVO et TVR dans des proportions variables.

Hématose :

- L'hémoglobine : c'est elle qui se lie avec l'oxygène pour en assurer le transport.
On dit alors que l'oxygène est combiné.
La capacité de fixation de l'hémoglobine est de 1.34g/l
La teneur normale du sang est de 15 g d'hémoglobine par litre de sang
Le contenu en oxygène du sang est donc normalement d'environ 20 g/l
- Le transport de l'oxygène : l'oxygène est transporté de l'échangeur pulmonaire jusqu'à la périphérie pour son utilisation tissulaire sous forme combinée à l'hémoglobine, et donc non utilisable par les tissus.
C'est l'oxygène dissous dans le milieu intérieur qui est seul assimilable par les tissus. Le transfert d'une forme à l'autre s'effectue sous l'influence du gradient de pression partielle d'oxygène
160 mmHg air alvéolaire 100 mmHg capillaire pulmonaire
100 mmHg capillaire 40 mm Hg tissu

Cette transformation de l'oxygène combiné en oxygène dissous (et inversement) n'est pas linéaire, mais est corrélée aux conditions locales de pH, température et teneur en CO₂.
La relation qui unit les deux valeurs suit une courbe sigmoïde, dite courbe de Sadoul.
- La courbe de dissociation : diagramme de Sadoul **cf schéma**
- La saturation oxyhémoglobinée : elle rend compte indirectement de l'état de l'hématose du sujet, puisqu'elle reflète, en quelque sorte, l'état des réserves d'oxygène du sujet.
Par sa mesure, on peut avoir, si la teneur en hémoglobine du patient est normale (15g/l), une bonne idée de la compétence du système respiratoire à assurer une bonne oxygénation périphérique.
- Eléments de surveillance et de contrôle :
Saturation artérielle vraie : elle est obtenue après ponction artérielle radiale (en général), le prélèvement est analysé automatiquement après calibration par rapport au taux d'hémoglobine du patient. Méthode fiable mais coûteuse : machine, entretien, consommables.
Saturation percutanée (SpO₂) : est obtenue par voie non invasive, par comparaison différentielle de l'absorption de deux signaux (un rouge, un infra rouge), par l'hémoglobine des tissus traversés. La corrélation est bonne entre SpO₂ et SaO₂.
Méthode non invasive, fiable, peu coûteuse, et relativement précise.

NB : la cyanose apparaît dès que la teneur en hémoglobine est inférieure à 5g/l de sang. De ce fait, **c'est un signe tardif d'hypoxémie**, et doit toujours être apprécié en tenant compte de la teneur en hémoglobine du sujet (15g/l) .
- Compensations :
Physiologiquement, la réponse à l'hypoxie met en œuvre la capacité du système respiratoire à resaturer l'hémoglobine : hyperventilation et tachycardie à court terme ; et polyglobulie à long terme.
Thérapeutiquement, la compensation est obtenue par l'apport d'oxygène : sous enceinte, sous cloche, au masque, à la lunette, à la sonde.

NB : concentration = 21+ 4* débit (en l /:mn).
Humidification (fonction du débit.)
Systèmes générateurs : concentrateur
Obus (gazeux) : s'assurer de la disponibilité suffisante pour

le traitement :

$$\text{Temps de traitement restant (mn)} = \text{Pression (bar)} * \text{Vol. obus(l)} / \text{débit (l/mn.)} - 10\%.$$

AUSCULTATION

C'est la technique la plus simple d'exploration de la ventilation, qui renseigne, à la fois sur la topographie ventilatoire, et donne les premiers éléments diagnostiques.

Le matériel :

Stéthoscope

Il en existe différents modèles, du simple tube initial de Laënnec, aux plus évolués (et chers) du marché. En pratique, il se compose d'une membrane, qui est l'élément vibrant, d'une caisse de résonance, qui joue le rôle d'amplificateur, de tuyau qui permet la transmission et d'une lyre, avec les embouts auriculaires. On peut disposer de deux tuyaux, un pour chaque oreille, qui donne une impression relative de stéréophonie (Rappaport), ou bien d'une lyre simple, comme sur le modèle spengler (Littman).

Principes d'acoustique simples

On n'entend que ce qui bouge !!! De sorte que c'est le déplacement de la colonne d'air, chargée plus ou moins de mucosités qu'on analyse dans l'auscultation.

Plus le bruit est grave, plus la fréquence est basse ; plus il est aigu, plus la fréquence est élevée.

L'oreille humaine ne perçoit que les sons dont la fréquence est comprise, au mieux, qu'entre 20 et 20 000 hertz (battement par seconde). Par exemple, la note LA de la gamme (tonalité du téléphone) a une fréquence de l'ordre de 400 à 440 Hz.

Méthodologie de l'auscultation

On prendra l'habitude de toujours procéder de la même façon, en explorant de façon comparative les héli-champs pulmonaires droit et gauche alternativement, d'abord au niveau du creux sous-claviculaire, puis sus-mammellaire, puis en bas et en arrière, sous la pointe de l'omoplate. On recherchera toujours le bruit de base, ainsi que le cyclage de la ventilation.

Les voies aériennes supérieures :

Rappel de fonction

Filter, réchauffer, humidifier

Exploration clinique

La têtée ; les fausses routes ; la toux ; le sommeil ; les ronflements ; le mode ventilatoire

Les bruits auscultatoires :

Les bruits normaux : murmure vésiculaire

Le cycle respiratoire : inspiration ; expiration rapport I/E

Les bruits sur-ajoutés : de haute ou basse fréquence (aigus ou grave), continu ou discontinu, sur quel temps respiratoire ?, dans quel territoire ?, modifié ou pas par la position,

Les sibilants : continu de haute fréquence

Les ronchi : continu de basse fréquence

Les crépitants : discontinu

Signification et interprétation : bronchospasme ; encombrement bronchique ou alvéolaire ;

Corrélation clinique

PHARMACOLOGIE

Les broncho-dilatateurs :

- Béta2-mimétiques : imitent l'action de l'adrénaline sur le tonus bronchique (relaxation)
Relâchent les muscles lisses
Action privilégiée sur les récepteurs béta de type 2
Bronchodilatation immédiate (1 à 2 mn) maintenue environ 6 h
Existents sous forme longue durée d'action, actifs sur 12 h
Salbutamol, Terbutaline, Fénotérol, Pirbutérol
Salmétérol, Formotérol
- Atropiniques : agissent en s'opposant à l'action cholinergique du système PS
Ils provoquent une diminution du tonus broncho-constricteur et limitent la sécrétion des glandes bronchiques
Ipratropium
- Théophyllines : longtemps utilisées comme broncho-dilatateurs, leur emploi est difficile, en raison de la proximité des doses thérapeutiques efficaces et des doses provoquant des effets secondaires. A type de nausées surtout, mais aussi de difficultés de concentration, elles trouvent une place limitée en pédiatrie.
- Synergies médicamenteuses : la possibilité d'associer ces thérapeutiques permet d'en augmenter l'action, au delà de la simple addition des effets : c'est la potentialisation. Ceci permet de proposer l'association de plusieurs principes actifs dans un même conditionnement
Ipratropium/Salbutamol ; Ipratropium/Fénotérol

Les anti-inflammatoires :

- Rappel de l'inflammation : cf schéma
- Le mastocyte : cf
- L'histamino-libération : c'est le point de départ de la réaction en chaîne (cf supra)
- La réponse cellulaire : immédiate et retardée
- Les AINS : ils s'opposent à la dégranulation du mastocyte, préalable à l'histamino-libération. Ils sont moins efficaces en pneumologie que dans d'autres spécialités, mais peuvent permettre le relais après le sevrage des corticoïdes.
Cromoglycate de Na, Nédocromyl, Kétotifène
- Les cortico-stéroïdes : ce sont les anti-inflammatoires les plus puissants. Utilisés par voie locale, ils ne semblent pas présenter les inconvénients de la voie générale, notamment sur la croissance, par blocage de l'axe hypothalamo-hypophysaire.
Budésonide, Béclométasone

Les antibiotiques :

- Rappel de l'infection
- Bactéries et virus
- Les familles antibiotiques : ils ne sont actifs que sur les infections bactériennes. Ils sont actifs sur les germes extra-cellulaires, sécréteurs de béta-lactamase, ou intra-cellulaire.
Amino-pénicillines et Macrolides
- Les résistances : l'utilisation inconsidérée (systématique) des antibiotiques peut induire des résistances des populations bactériennes, qui impose alors l'escalade thérapeutique.

Les muco-modificateurs :

- Rappel de l'épuration muco-ciliaire : cf schéma de l'escalator muco-ciliaire
- Rôle du mucus : chargé de collecter et d'agglomérer les produits de dégradation cellulaire endo-bronchique, c'est également un niveau de protection supplémentaire de la bronche, grâce à ses composants. On peut définir ses caractéristiques dites rhéologiques, qui conditionnent son comportement dans la bronche, et les difficultés d'épuration. Ce sont la filance, l'adhésivité, la viscosité, l'élasticité.
- Les molécules : par voie locale ou générale, elles ont pour principe de rompre les ponts disulfure du mucus, ou d'en augmenter l'hydratation, afin de diminuer son adhésivité.
Acétyl-cystéine, N-Acétyl-cystéine, Carbo-cystéine, Bromhexine

Les voies d'administration privilégiées

En pneumologie, on privilégie l'administration par voie locale, qui permet d'augmenter le pouvoir thérapeutique, sans augmenter les effets systémiques.
D'un parfait désencombrement dépend la capacité des molécules à trouver leur site d'action.
De même, une technique d'administration parfaite garantit la pénétration des molécules jusqu'au plus profond de la bronche.

- Les nébulisations : réalisation d'un brouillard de particules en suspension, elles sont obtenues grâce à un appareil nébuliseur.
- Les nébuliseurs : deux technologies : ultrasoniques ou pneumatiques
Comparées en fonction du bruit, de la température de fonctionnement, de la compatibilité ou non avec les molécules administrées, de la nécessité de participation active du sujet ou pas.

Entretien et hygiène

- Les systèmes individuels : spray ou poudre sèche

Spray doseur, autohaler, turbuhaler, diskhaler, diskus, chambres d'inhalation

- Technique d'administration : elle fait partie de la prise en charge thérapeutique

Expiration profonde

Déclenchement et inspiration lente et profonde

Apnée inspiratoire maintenue quelques secondes

Expiration libre

Syndrômes bronchiques :

L'arbre bronchique :

Par division, à partir de la trachée, jusqu'aux bronchioles terminales (16° division). Les bronches lobaires ventilent les lobes, segmentaires, les segments.

3 lobes à droite (sup, moyen et inf), 2 lobes à gauche, avec culmen et lingula, et lobe inf.

schéma

La structure bronchique normale :

Deux tuniques : interne muqueuse, externe musculo-fibro-tendineuse

Les bronches extra-pulmonaires possèdent des anneaux cartilagineux non fermés en arrière

Les bronches intra-pulmonaires possèdent des plaques cartilagineuses, qui n'existent plus pour les bronches de calibre inférieur à 1mm.

schéma

L'épuration muco-ciliaire :

La muqueuse bronchique, comme pour l'ensemble du tractus respiratoire, est un épithélium de type pseudo-stratifié, faisant alterner des cellules ciliées et des cellules à mucus (Clara).

L'ensemble réalise un tapis, dénommé escalator muco-ciliaire, dont la fonction essentielle est d'assurer la protection de l'arbre bronchique et l'épuration des impuretés inhalées.

Au niveau des bronchioles et des alvéoles, ce tapis disparaît, pour laisser la place au surfactant et aux sécrétions des cellules de Clara.

schéma

L'inflammation :

La cellule initiale en cause est le mastocyte. C'est son irritation qui est le point de départ du processus inflammatoire, que l'origine soit allergique ou infectieuse. La formation à sa surface des complexes Ag/Ac déclenche la dégranulation mastocytaire, et la libération de médiateurs, à leur tour responsables d'une réaction « en chaîne », dont l'étape la plus marquante est la libération d'Histamine. Ces médiateurs sont nombreux : PAF, SRSA, LKT,....

La réaction immédiate est responsable de l'augmentation du tonus broncho-constricteur de la bronche, dont résulte une diminution de calibre bronchique et une extra-vasation capillaire péri-bronchique, responsable de l'oédème peri-bronchique, ainsi que d'une hyper-sécrétion des glandes muqueuses de la paroi bronchique et de la sous-muqueuse.

La réaction retardée, responsable de la perpétuation de l'inflammation fait intervenir les poly-nucléaires, essentiellement les neutro et éosinophiles.

schémas

La régulation de la broncho-motricité

Sous l'influence des systèmes sympathique et parasympathique ; le S agit par l'intermédiaire de médiateurs adrénergiques en relâchant le tonus musculaire lisse péri-bronchique ; le PS, par l'intermédiaire de l'Acétyl-choline, en augmentant le tonus musculaire et la sécrétion exocrine des glandes bronchiques.

La stimulation du système S peut également être initiée par le froid (relatif), l'air sec, l'hyperventilation, l'infection, certaines substances inhalées.

❑ LA BRONCHIOLITE DU NOURRISSON

Affection le plus souvent virale, VRS dans 90% des cas

Atteint, par définition, l'enfant de moins de deux ans

Caractérisée par l'association d'un syndrome infectieux des VAS (rhino), peu fébrile le plus souvent, et des signes d'obstruction bronchiolaire dont témoigne le weehzing (sibilants audibles), aux deux temps, associé à des crépitants de fin d'inspiration, ce qui la fait parfois qualifier de « bhonchio-alvéolite ».

Comme les affections virales, elle est le plus souvent résolutive spontanément, et c'est l'aggravation du tableau clinique qui impose la thérapeutique.

On associera, outre les antipyrétiques habituels, l'hydratation, la désobstruction rhinopharyngée, et le drainage des sécrétions bronchiques, en vue de limiter les risques de surinfection bactérienne.

Les thérapeutiques broncho-dilatatrices, les corticoïdes par voie générale, les antibiotiques n'ont pas fait à ce jour la preuve de leur capacité à réduire la durée de l'évolution ou limiter les conséquences anatomiques ou fonctionnelles.

La conduite à tenir est essentiellement symptomatique, basée d'abord sur la surveillance du tableau clinique, qui, chez le tout-petit nourrisson, peut évoluer vers la détresse respiratoire aiguë, avec un risque léthal non nul.

❑ L'ASTHME DU NOURRISSON

Contrairement à l'asthme de l'adulte, la définition de l'asthme du nourrisson ne repose pas sur un diagnostic spirométrique mais clinique. On le définit comme le troisième épisode de bronchiolite ou bronchite sifflante. On considère alors qu'il existe une susceptibilité particulière du sujet, qui l'expose à des récurrences multiples d'épisodes bronchospastiques, hyper-sécrétants ou pas, accompagné d'éventuelles autres manifestations de type allergiques, comme l'eczéma ou les conjonctivites.

Le principe du traitement repose sur la gestion symptomatique des épisodes spastiques, en évitant les surinfections, et la mise en route d'un traitement de fond de l'hyper-réactivité bronchique, à base d'anti-inflammatoires stéroïdiens d'abord, puis non stéroïdiens ensuite, si possible (cromones). Si on suspecte une atopie, on accompagnera de mesures d'évictions des allergènes en cause.

Cliniquement, l'asthme du nourrisson peut ne se révéler que par l'existence d'une toux sèche, intermittente, qualifiée de toux spasmodique, dont l'équivalence nosologique avec un asthme vrai est confirmée par la sédation à l'administration d'un bêta₂mimétique.

L'association avec une rhinorrhée chronique n'est pas rare, et peut permettre de proposer un traitement de la muqueuse rhinopharyngée sur le même modèle thérapeutique que la bronche.

On peut discuter la responsabilité d'un reflux gastro-oesophagien dans l'entretien du tableau clinique, ou dans le déclenchement des épisodes spastiques. Le test thérapeutique aux antiH₂ permettra de lever le doute.

Le devenir après deux ans n'est pas univoque, l'asthme du nourrisson pouvant guérir à cet âge. Il s'agit donc bien de protéger l'arbre bronchique des conséquences structurelles d'une obstruction plus ou moins sévère, en limitant les surinfections et les épisodes de détresse respiratoire éventuels.

Syndrômes pulmonaires :

- Le poumon : organe de la respiration, il est responsable de l'hématose
Deux poumons, trois lobes à droite, deux à gauche
Organe élastique, il possède une capacité de rétraction, qui est compensée dans le thorax par la composante d'expansion du thorax, par l'intermédiaire des plèvres.
Richement vascularisé, il peut être assimilé à la juxtaposition d'unités élémentaires, possédant chacune un pédicule vasculo-nerveux fonctionnel.
La structure en alvéole permet d'accroître la surface d'échange entre le lit capillaire, sans augmenter la taille apparente.
- L'alvéole et l'unité fonctionnelle : c'est le modèle fonctionnel du poumon, plus petite unité élémentaire qui permet les échanges gazeux

cf schéma

- Barrière alvéolo-capillaire
Elle permet l'échange gazeux par gradient de pression gazeuse entre l'alvéole et le capillaire. La qualité des échanges dépend de son « épaisseur », ainsi que du temps de contact de part et d'autre. (cf fibroses pulmonaires)
- L'infection pulmonaire : bien que protégé par le tapis mucociliaire, le poumon n'est pas indemne d'infection. Elles intéressent la portion la plus profonde (pneumopathie ou pneumonie). Elles peuvent s'accompagner d'infection bronchique concomitante, sans qu'il s'agisse forcément du même germe infectieux.

Syndrômes des VAS :

- Anatomie des VAS : **cf schéma**
- Fonction des VAS : filtrer, humidifier, réchauffer
- Rhino-pharyngites et conséquences fonctionnelles :
La muqueuse rhino-pharyngée est sensible de la même manière à l'inflammation et/ou l'infection que la muqueuse bronchique puisque de type respiratoire.
Plus exposée, son inflammation est la pathologie la plus fréquente du nourrisson, dont la symptomatologie peut prétendre à confusion avec une pathologie respiratoire basse.
Les signes fonctionnels regroupent l'obstruction nasale, gênant la respiration et l'alimentation du tout petit, la toux, la fièvre, souvent modérée, et la rhinorrhée purulente ou pas.
Le traitement visera à désobstruer la filière respiratoire, y compris au niveau du cavum, grâce au reniflement.
Le lavage des fosses nasales au soluté physiologique représente la mesure la plus élémentaire d'hygiène respiratoire du nourrisson.

L'apprentissage aux mères de gestes simples d'hygiène rhino-pharyngée peut permettre d'espérer réduire la consommation médicamenteuse, notamment antibiotique

Détresse respiratoire aiguë :

Les signes : ils associent les signes de défaillance ventilatoire et circulatoire

Hyperventilation (polypnée- 40 ; 50 ; 60 /mn)

Tirage intercostal, sus et sous claviculaire

Entonnoir xyphoïdien

Balancement thoraco-abdominal

Battement des ailes du nez

Cyanose périphérique et phanères (langue ++)

Sudation

Troubles de la vigilance (hypercapnie)

Hypoventilation

Arrêt ventilatoire

Arrêt circulatoire

La signification : fatigue musculaire des muscles respiratoires

Diminution des échanges gazeux

Hypoxémie

Hypercapnie

Acidose

La conduite à tenir : elle vise à assurer une hématose correcte

Assurer la liberté des voies aériennes supérieures

S'assurer de la vacuité bronchique

Augmenter la FiO₂ = oxygène nasal ou au masque

Attention a l'hypoventilation secondaire

Suppléer la fonction musculaire ventilatoire par inflation au ballon

Compenser l'acidose

Hydrater

Broncho-dilater

LIMITES ET CONTRE-INDICATIONS

Coqueluche : relative

Caractérisée par une toux en quintes, avec reprise inspiratoire évoquant le chant du coq

Corps étranger : absolue

Notion de syndrome de pénétration (alimentation, jeu) CAT Rx en inspi et en expi

Pneumothorax : absolue

Silence auscultatoire en regard de la zone, avec douleur vive, et tympanisme à la percussion

Possible asymétrie du thorax

Malformation cardiaque : relative

Surveillance accrue des signes de tolérance des manœuvres

Cf choc, fatigue intense, détresse respiratoire et/ou défaillance circulatoire

Bronchospasme : relative

Alterner les manœuvres de drainage et l'administration de broncho-dilatateurs

Respecter le frein à l'écoulement expiratoire

Détresse respiratoire : absolue

Mettre en œuvre les manœuvres de réanimation décrites ci-dessus