



Facteurs cliniques liés aux solutions de capnographie Philips

Cette note d'application précise les différents facteurs cliniques à prendre en compte lors de l'utilisation des solutions de capnographie Respirationics. Elle aborde les sujets suivants :

- **Sélection et gestion des technologies de détection les plus adaptées à l'environnement et aux applications cliniques.**
- **Analyse et interprétation des informations fournies par les capteurs de capnographie.**

Table des matières

Différentes options de capnographie adaptées aux patients et applications cliniques	2
Choisir entre technologie par voie aspirative ou directe	3
Choix de la ligne d'échantillonnage et de l'adaptateur aérien	5
Conseils de gestion de l'humidité	5
Comprendre le fonctionnement de la capnographie	6
Facteurs physiologiques et mécaniques ayant une incidence sur le CO_2 fe	6
Gradient entre $PaCO_2$ et CO_2 fe	7
Décryptage des courbes de capnographie	9
Phases et analyse des courbes	9
Exemples de courbes	10

Différentes options de capnographie adaptées aux patients et applications cliniques

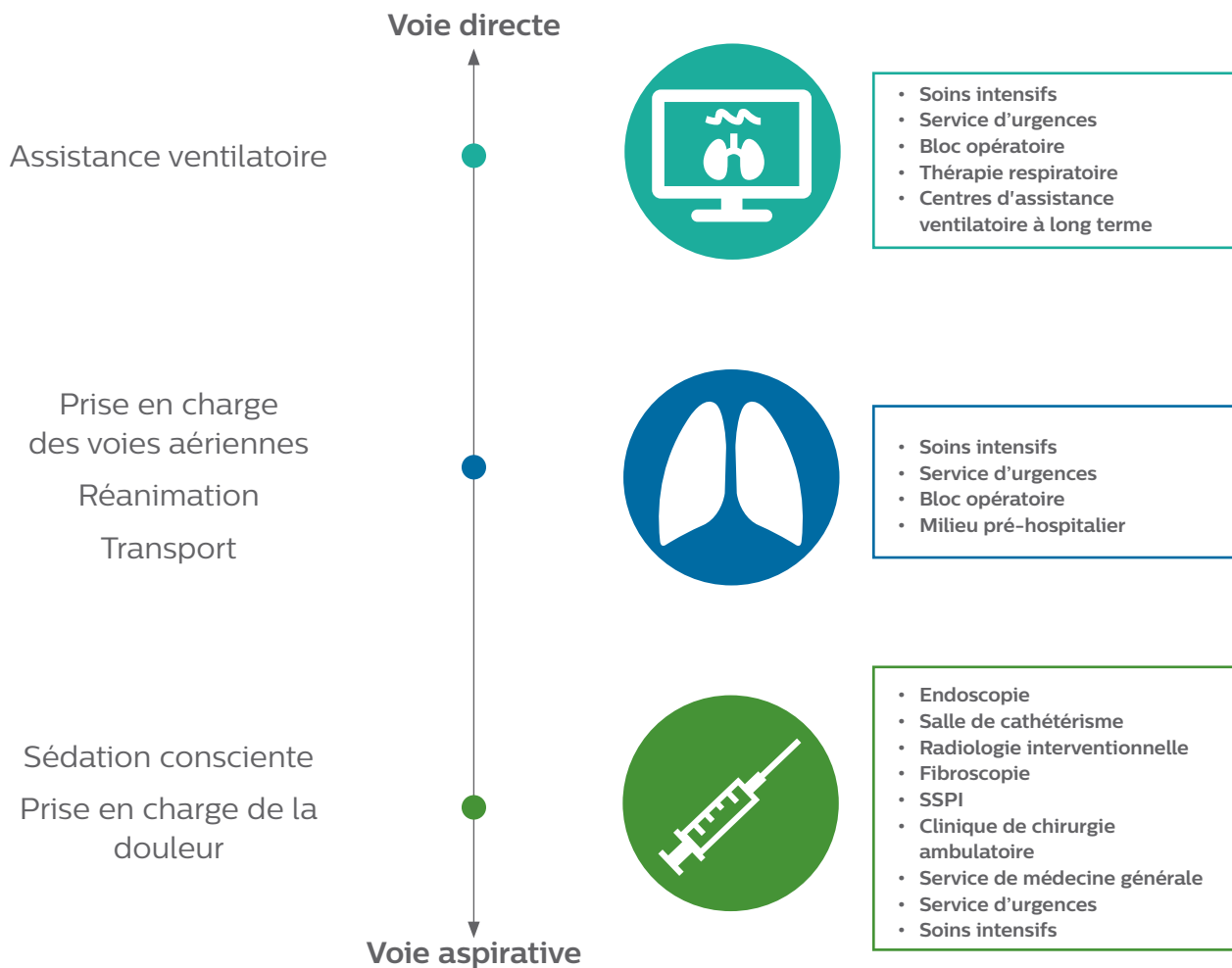
La surveillance par capnographie permet de mesurer et surveiller rapidement la perméabilité des voies aériennes, l'efficacité de la ventilation, l'activité métabolique, et la relation entre ventilation et perfusion. Le monitoring du CO₂ est recommandé, voire même établi comme mesure standard par de nombreuses organisations professionnelles, comme indiqué dans la "Global best practices list" (Liste des meilleures pratiques générales, en anglais uniquement ; référence Philips : 4522 991 32541).

Chaque application et population de patients a des besoins spécifiques en matière d'assistance clinique. Les patients nécessitant une prise en charge des voies aériennes, une réanimation ou un transport ont généralement besoin d'une intubation et d'une assistance ventilatoire, tandis que les patients sous sédation consciente bénéficiant d'une prise en charge de la douleur ne sont pas intubés.

Lorsque vous choisissez la technologie de détection par capnographie à utiliser, veuillez prendre en compte les éléments suivants :

- application de capnographie
- population de patients
- pratique clinique

Un capteur adapté peut réduire le nombre de fausses alarmes, les interruptions de processus ainsi que les coûts liés à l'utilisation des accessoires.





Choisir entre technologie par **voie aspirative** ou **directe**

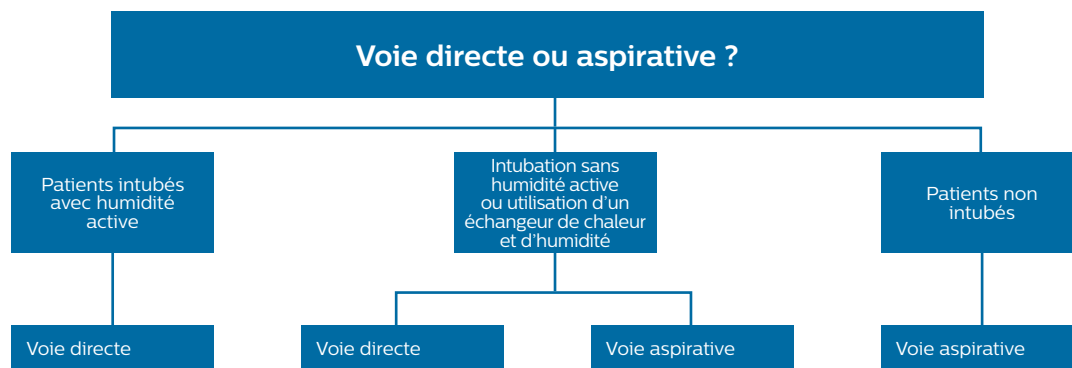
L'échantillonnage par voie aspirative et par voie directe sont deux méthodes standard utilisées par les capteurs de CO₂. Ces termes font référence à la position du dispositif de mesure infrarouge (IR) par rapport à la source du gaz échantillonné.

- La technologie par voie aspirative utilise un adaptateur aérien ou une ligne d'échantillonnage nasal/oro-nasal pour aspirer le CO₂ du patient afin d'être analysé sur un moniteur distant.
- La technologie par voie directe ne nécessite pas de ligne d'échantillonnage pour prélever l'échantillon de gaz CO₂ à analyser. En effet, le capteur par voie directe mesure directement le CO₂ lorsqu'il est expiré par le patient.
- La technologie par voie aspirative convient aussi bien aux patients intubés qu'aux patients non intubés. La technologie par voie directe est toutefois mieux adaptée à la plupart des patients intubés, notamment pour la surveillance à long terme et les patients gravement malades, en raison de l'humidité active.
- Les deux technologies utilisent des adaptateurs aériens pour les patients intubés, qui sont directement placés dans l'alignement du circuit de ventilation pour le prélèvement d'échantillons de gaz.

L'humidité active dans la pratique clinique

Les patients intubés reliés à un ventilateur mécanique dans le service de réanimation, d'urgences, de soins intensifs néonataux ou tout autre environnement de soins intensifs, reçoivent souvent de l'humidité active ou sont placés dans un environnement humide, comme un incubateur. L'utilisation d'humidité active est une pratique clinique courante. Une des conséquences de l'humidité active est la condensation.

- La ligne d'échantillonnage par voie aspirative et le filtre recueilleront la condensation et les autres matières particulaires provenant du patient. À terme, cela obstrue les lignes d'échantillonnage, ce qui entraîne des chutes de courbe, déclenche une alarme d'occlusion et nécessite une intervention du clinicien afin de résoudre le problème et éventuellement remplacer la ligne d'échantillonnage.
- La technologie par voie directe n'utilisant pas de ligne d'échantillonnage, il n'y a pas d'obstruction, ce qui réduit le risque de fausses alarmes associées.





Les solutions de capnographie Philips Respironics permettent des mesures par voie directe grâce au capteur de CO₂ CAPNOSTAT 5, et par voie aspirative grâce aux capteurs LoFlo et CapnoTrak. Vous disposez ainsi d'une solution complète de surveillance de la ventilation tout au long du parcours de soins : nouveau-nés, enfants, adultes, quelle que soit la sévérité de l'état du patient.

Pour les patients intubés nécessitant une surveillance à long terme ou une humidification active, ou pour les patients placés dans des environnements humides, la capnographie **par voie directe** peut permettre de réduire le nombre de fausses alarmes, les interruptions de processus ainsi que les coûts en utilisant des adaptateurs aériens réutilisables ou moins d'accessoires.

La surveillance **par voie aspirative** est recommandée pour la surveillance à court terme car la gestion de l'humidité n'est pas une préoccupation principale.



Capteur de CO₂ par voie directe CAPNOSTAT 5

Pour patients intubés

- contrôle et prise en charge des voies aériennes
- assistance ventilatoire
- réanimation
- transport



Capteur de CO₂ par voie aspirative LoFlo

Principalement destiné aux patients non intubés

Convient pour une surveillance à court terme de patients intubés

- contrôle et prise en charge des voies aériennes
- réanimation
- transport
- sédation consciente
- prise en charge de la douleur

Choix de la ligne d'échantillonnage et de l'adaptateur aérien

Les lignes d'échantillonnage et les adaptateurs aériens facilitent l'échantillonnage lors de l'expiration. En choisissant la technologie adaptée à l'environnement et aux applications cliniques, vous prolongerez la durée de vie de la ligne d'échantillonnage ou de l'adaptateur aérien et pourriez réduire le nombre de fausses alarmes, les interruptions de processus ainsi que les coûts.

Voici les critères à prendre en compte lorsque vous choisissez une ligne d'échantillonnage ou un adaptateur aérien :

1. La surveillance sera-t-elle effectuée sur des patients intubés ou non intubés ?
2. La surveillance s'effectuera-t-elle à court ou long terme ?
 - En cas de surveillance à court terme (sédation consciente) :
 - La déshumidification n'est généralement pas nécessaire pour la surveillance à court terme, avec un faible taux d'humidité.
 - Si vous devez effectuer un échantillonnage oro-nasal, vous aurez besoin de lignes d'échantillonnage oro-nasal.
 - En cas de surveillance à long terme (gestion du ventilateur et de la ventilation) :
 - La déshumidification est généralement nécessaire pour la surveillance à long terme ou dans un environnement humide.
3. Pour les patients non intubés, l'apport en oxygène (O₂) fait-il partie des pratiques cliniques lors de la surveillance par capnographie ?
 - Si tel est le cas, sélectionnez une ligne d'échantillonnage avec apport en O₂ intégré.
 - Sinon, sélectionnez une ligne d'échantillonnage sans apport en O₂ intégré.
4. Quelles populations de patients seront surveillées ?
 - adultes, enfants, nouveau-nés

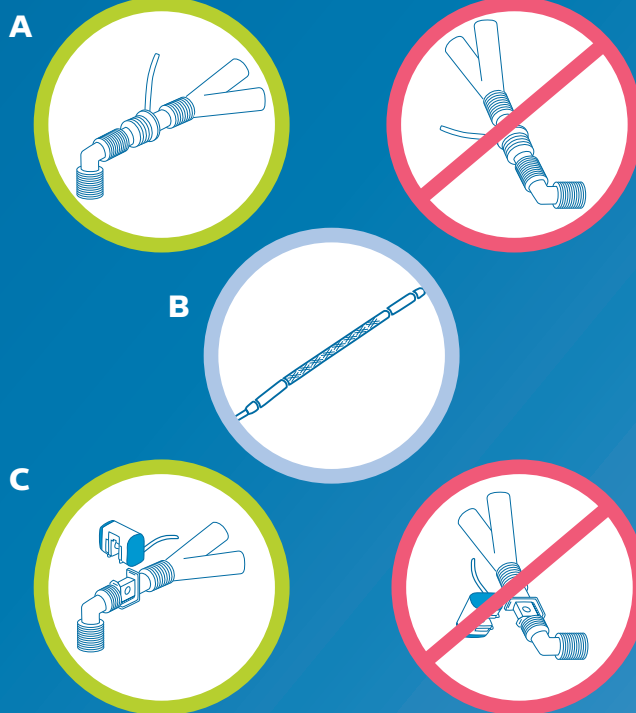
Conseils de gestion de l'humidité

Outre la sélection de la technologie, de la ligne d'échantillonnage ou de l'adaptateur aérien approprié(e), prenez les précautions suivantes pour prolonger la durée de vie de la ligne d'échantillonnage en limitant au maximum l'accumulation de condensation. Ces conseils contribuent également à réduire le nombre de fausses alarmes liées à la condensation excessive et à l'obstruction des lignes d'échantillonnage.

- A. La tubulure de la ligne d'échantillonnage LoFlo ou CapnoTrak ne doit pas être pliée et doit être placée à la verticale.
- B. Sélectionnez le matériau à utiliser pour la déshumidification (Nafion). Cela élimine la vapeur d'eau de l'échantillon de gaz expiré par le patient, facilite la gestion de l'humidité et réduit l'obstruction des lignes d'échantillonnage par voie aspirative.
- C. Positionnez l'adaptateur aérien à la verticale de façon à éviter toute accumulation d'eau sur les fenêtres de l'adaptateur.

Lors de l'aspiration, de l'instillation d'une solution saline dans la sonde endotrachéale ou d'un traitement par nébulisation, prenez les précautions suivantes :

- Ne faites PAS passer une sonde d'aspiration à travers l'adaptateur aérien.
- N'instillez PAS de médicaments ou d'aérosols via l'adaptateur aérien.
- Pour les lignes d'échantillonnage LoFlo et CapnoTrak : mettez la pompe d'échantillonnage des gaz en pause ou, si cette option n'est pas disponible, déconnectez la ligne d'échantillonnage du capteur.



Illustrations du positionnement correct de l'adaptateur aérien.

Comprendre le **fonctionnement de la capnographie**




Facteurs physiologiques et mécaniques ayant une incidence sur le CO₂fe

Pour interpréter les tendances et alarmes de CO₂fe, il est essentiel de comprendre les facteurs physiologiques et mécaniques pouvant influencer sur le CO₂fe. L'analyse et l'interprétation des courbes jouent également un rôle important.

produit du métabolisme – est produit. Le CO₂ pénètre ensuite dans le système sanguin, où il est transporté (perfusion) vers les poumons. Le CO₂ se diffuse à travers la membrane alvéolaire afin d'être expiré (ventilation) dans l'atmosphère. Si l'un de ces processus physiologiques est défaillant, les valeurs de CO₂fe auront tendance à augmenter ou à diminuer.

Facteurs physiologiques


La respiration cellulaire (métabolisme) utilise l'oxygène (O₂) pour produire de l'énergie. Pendant ce processus, du CO₂ – un sous-

Facteurs physiologiques	Augmentation du CO ₂ fe	Diminution du CO ₂ fe
 <p>Métabolisme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Métabolisme des aliments en énergie • Consommation d'O₂ • Production de CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperthermie maligne • Douleur • Tremblement • Perfusion de bicarbonate 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'administration par voie orale • Hypothermie • Sédation • Anesthésie • Myorelaxants
 <p>Perfusion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transport de l'O₂ et du CO₂ entre les cellules et les capillaires pulmonaires • Diffusion d'O₂ et de CO₂ vers et depuis les alvéoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du débit cardiaque 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du débit cardiaque • Hypovolémie • Hypotension • Embolie pulmonaire • Arrêt cardiaque
 <p>Ventilation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilation du CO₂ entre les alvéoles et l'atmosphère 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du volume minute (hypoventilation) • Efficacité du traitement médicamenteux contre le bronchospasme 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du volume minute (hyperventilation) • Obstruction des voies aériennes • Polypnée

Facteurs mécaniques

Outre l'évaluation des facteurs physiologiques susceptibles d'influer sur le CO₂fe, vous devez également prendre en compte les facteurs mécaniques. Des voies respiratoires artificielles pliées ou partiellement obstruées, des valves expiratoires défectueuses, une étanchéité insuffisante autour de la sonde endotrachéale

ou une obstruction de la branche expiratoire du circuit de ventilation peuvent également avoir un impact sur le niveau de CO₂fe. En créant des tendances sur le niveau de CO₂fe et en observant la morphologie de la courbe, vous pourrez évaluer l'incidence des facteurs mécaniques.

Facteurs mécaniques	Augmentation du CO ₂ fe	Diminution du CO ₂ fe
 <p>Ventilateur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valve expiratoire défectueuse • Diminution du volume minute (réglages) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuite ou obstruction partielle au niveau du circuit • Augmentation du volume minute (réglages) • Mauvaise technique d'échantillonnage

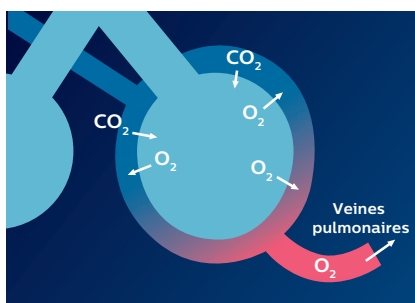
Gradient entre PaCO₂ et CO₂fe

La pression partielle de dioxyde de carbone en fin d'expiration (PETCO₂) – également appelée CO₂fe – est un outil de création de tendances pour la pression partielle en gaz carbonique du sang artériel (PaCO₂). La PaCO₂ est calculée à l'aide d'un test de gaz du sang artériel qui mesure l'acidité (pH), ainsi que les taux d'oxygène

et de dioxyde de carbone dans le sang prélevé dans une artère. Ce test sert à vérifier l'efficacité des poumons à envoyer l'oxygène dans le sang et à éliminer le dioxyde de carbone du sang. Pour utiliser cet outil de façon efficace, vous devez savoir qu'avec des poumons normaux, les tendances de PaCO₂ et CO₂fe

sont très proches. Cependant, plus le déséquilibre du ratio ventilation-perfusion s'accroît pour le patient, plus le gradient augmente. Les valeurs de PaCO₂ normales se situent entre 35 et 45 mmHg et les valeurs normales de CO₂fe, entre 30 et 43 mmHg.

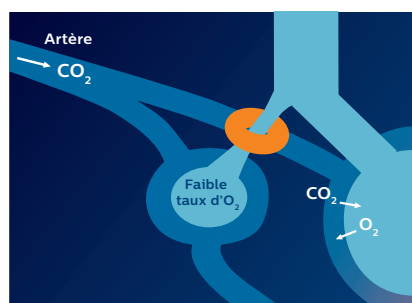
Déséquilibre normal du ratio ventilation-perfusion (\dot{V} / \dot{Q}).



Avec un poumon sain, le gradient entre le PaCO₂ et le CO₂fe est créé par le déséquilibre du ratio ventilation-perfusion (\dot{V} / \dot{Q}). La ventilation (\dot{V}) correspond au débit de gaz entre les alvéoles et l'atmosphère. La perfusion (\dot{Q}) se rapporte au débit sanguin allant du corps vers le lit capillaire pulmonaire. La ventilation et la perfusion sont les principaux moyens utilisés par le corps pour transporter le CO₂. Des poumons sains et normaux auront un ratio \dot{V} / \dot{Q} d'environ 0,8, soit un gradient PaCO₂ - CO₂fe entre ≈ 2 et 5 mmHg. Le gradient des patients dont la maladie altère la ventilation ou la perfusion sera plus élevé.

Un déséquilibre croissant du ratio \dot{V} / \dot{Q} peut indiquer un effet de shunt ou une ventilation de l'espace mort.

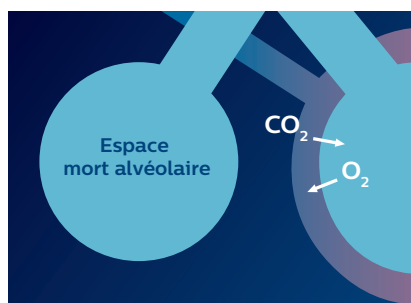
Effet de shunt



L'effet de shunt fait référence aux alvéoles qui sont perfusées mais peu ventilées. Ce déséquilibre se traduit par un faible ratio \dot{V} / \dot{Q} et un gradient PaCO₂-CO₂fe plus élevé.

L'effet de shunt peut survenir en cas de bouchon muqueux, d'atélectasie, de pneumonie, d'œdème pulmonaire ou d'intubation endobronchique.

Ventilation de l'espace mort



La ventilation de l'espace mort se produit lorsque les alvéoles sont ventilées mais pas suffisamment perfusées. L'espace mort désigne également toute partie de l'anatomie ou du circuit de ventilation qui ne participe pas à l'échange gazeux.

La ventilation de l'espace mort n'indique pas une anomalie de ventilation. Le problème vient de la perfusion, et l'échange d'O₂ et de CO₂ est réduit.

Ce déséquilibre se traduit par un ratio \dot{V} / \dot{Q} élevé et un gradient PaCO₂-CO₂fe plus élevé.

Une ventilation de l'espace mort peut survenir en cas d'altération du débit cardiaque, de diminution du débit sanguin pulmonaire, d'embolie pulmonaire, d'hypovolémie, d'arrêt cardiaque et de choc. L'ajout de composants dans le circuit de ventilation augmentera également l'espace mort.

Calcul du gradient PaCO₂-CO₂fe du patient

La création de tendances du gradient de PaCO₂-CO₂fe fournit de précieuses informations cliniques sur l'état ventilatoire et le statut de perfusion du patient. Veuillez suivre les étapes suivantes :

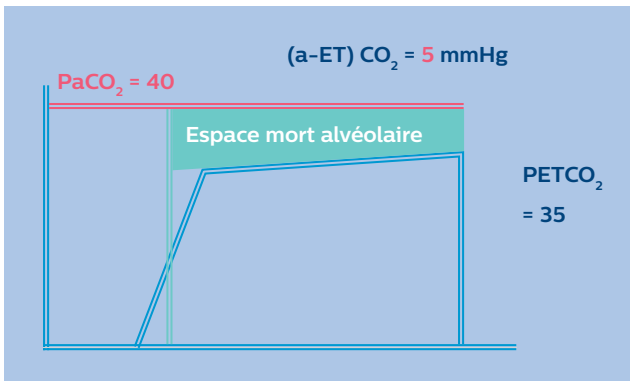
1. Vérifiez que votre courbe de CO₂fe est nette et stable, et que votre valeur de CO₂fe est stable.
2. Prélevez l'échantillon de gaz du sang artériel sur le patient et enregistrez la valeur de CO₂fe en même temps. Si vous ne parvenez pas à obtenir les informations simultanément, il se peut que le résultat ne soit pas représentatif de la relation entre PaCO₂ et CO₂fe.
3. Lorsqu'une valeur de PaCO₂ est disponible, utilisez-la dans la formule PaCO₂ - CO₂fe pour calculer votre gradient.
4. La valeur des gaz du sang artériel correspond à l'état actuel et à l'état précédent immédiat du patient, tandis que la valeur de CO₂fe représente le moment actuel, avec les tendances futures.

Évaluation du gradient PaCO₂-CO₂fe

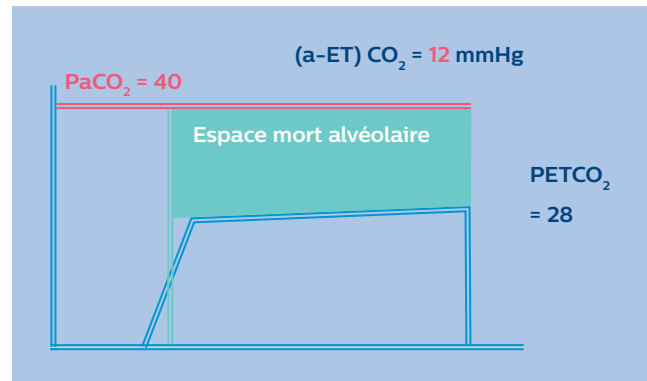
- A** Un gradient se situant dans des limites normales indique un statut \dot{V} / \dot{Q} efficace.
- B** Un gradient qui augmente indique une dégradation du statut \dot{V} / \dot{Q} .
- C** Un gradient qui diminue indique une amélioration du statut \dot{V} / \dot{Q} .

En cas de baisse soudaine du CO₂fe sans modification de la ventilation, effectuez un test des gaz du sang artériel. Cela indique généralement un problème de perfusion.

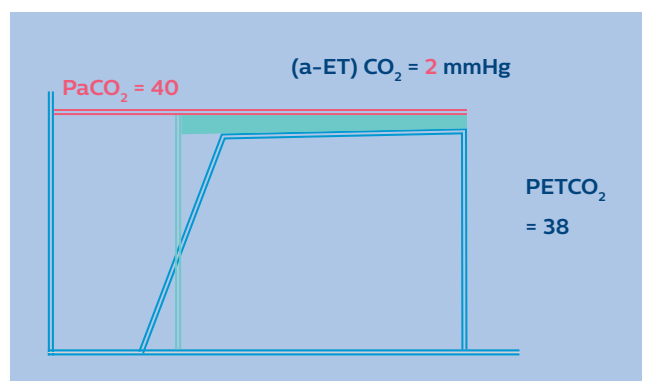
A



B



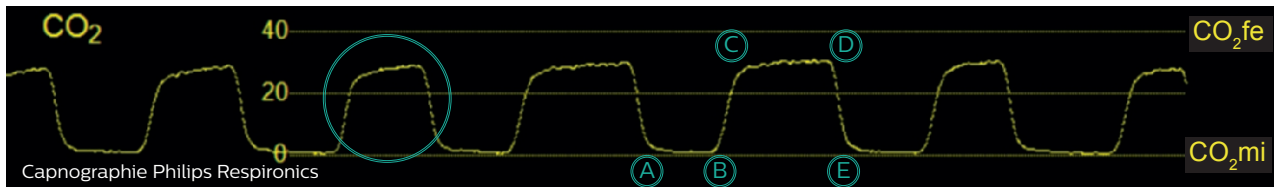
C



Décryptage des courbes de capnographie

Phases et analyse des courbes

Le capnogramme ou la courbe générée par le moniteur de CO_2fe est l'un des outils les plus utiles pour évaluer la ventilation et l'état des voies aériennes d'un patient. Il fournit également des informations sur le métabolisme et la perfusion.



Une courbe est-elle présente ?

- En cas d'absence de courbe, une évaluation immédiate du patient doit être effectuée.
- La présence d'une courbe indique que les voies aériennes sont dégagées et que le patient respire. Les prochaines étapes aideront à déterminer l'efficacité de la ventilation.

La courbe est-elle de forme globalement carrée (entourée) ?

- Si la courbe n'est pas de forme globalement carrée, cela révèle un problème de perfusion, de ventilation ou mécanique.

La courbe commence-t-elle et se termine-t-elle au niveau "zéro" de la ligne de base (A-B), le long de l'axe horizontal ?

Ce segment représente le début de l'expiration.

- Le premier gaz présent au point d'échantillonnage est le dernier gaz ayant été inspiré dans les voies aériennes conductrices.
- Ce gaz n'a pas fait l'objet d'échanges gazeux et ne contient presque pas de CO_2 . Il reste donc au niveau zéro de la ligne de base.
- Cette ligne de base représente le gaz occupant l'espace mort anatomique.
- L'espace mort anatomique correspond au volume interne des voies aériennes supérieures dans lesquelles aucun échange gazeux ne se produit. Elles comprennent le nez, le pharynx, la trachée et les bronches.
- Chaque courbe doit revenir au niveau zéro de la ligne de base.
- Une augmentation continue par rapport à la ligne de base horizontale indique une ré-inspiration du CO_2 expiré ou des problèmes mécaniques chez les patients ventilés.

Y-a-t-il une montée expiratoire (B-C) et une descente inspiratoire (D-E) significatives ?

La montée expiratoire (B-C) représente une zone de transition, avec des gaz composés en partie du volume dans les voies aériennes conductrices et en partie du volume dans les alvéoles (échange gazeux).

- On constate ici une augmentation à la fois de la concentration en CO_2 et du volume.
- Une absence de montée expiratoire indique une ventilation inefficace, due soit à un volume courant/une polypnée faible, soit à une obstruction partielle des voies aériennes.

L'inspiration (D-E) est représentée par une baisse rapide du capnogramme.

- Cette descente inspiratoire correspond au gaz frais, qui ne contient presque pas de dioxyde de carbone qui traverse le capteur de CO_2 pendant l'inspiration.
- Le capnogramme restera ensuite au niveau zéro de la ligne de base tout au long de l'inspiration.
- Une diminution de la montée expiratoire et de la descente inspiratoire indique une réduction des niveaux de CO_2fe . Déterminez s'il existe des problèmes de métabolisme, perfusion, ventilation ou mécaniques.

Existe-t-il un plateau alvéolaire (C-D) ?

Tous les gaz passant par le capteur de CO_2 sont des gaz alvéolaires qui entraînent l'aplatissement du capnogramme.

- La perte du plateau alvéolaire démontre une ventilation inefficace car le CO_2 ne dégage pas les voies aériennes, généralement à cause d'une polypnée ou d'une obstruction partielle. Suivez le protocole de pratique clinique en matière d'évaluation et d'assistance du patient souffrant d'une éventuelle insuffisance respiratoire.

Concentration en fin d'expiration (D)

La valeur du CO_2fe affichée sur le moniteur correspond à la valeur la plus élevée mesurée lors de l'expiration ; elle se produit généralement juste avant l'inspiration.

Exemples de courbes

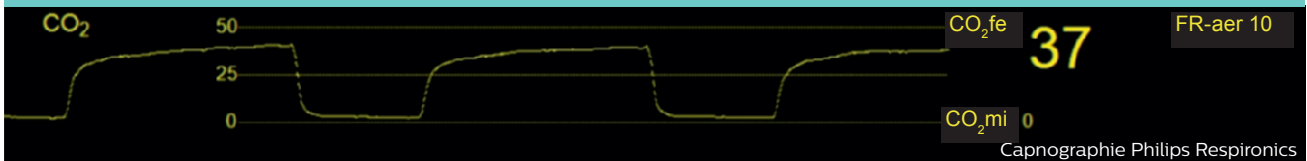
Hypoventilation

Caractéristiques

- augmentation du CO_2fe
- diminution de la FR-aer
- plateau alvéolaire prolongé
- forme rectangulaire

Évaluation des paramètres suivants chez le patient :

- insuffisance respiratoire



Capnogramme 14 sur 50, adulte, intubé, $\text{CO}_2\text{fe} = 37$ FR = 10

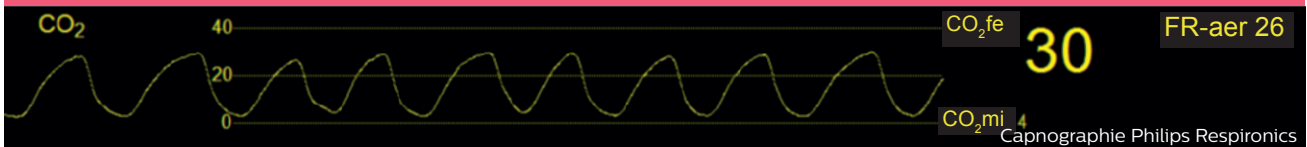
Hyperventilation et ré-inspiration

Caractéristiques

- FR-aer élevée
- non-retour à la ligne de base
- perte du plateau alvéolaire

Évaluation des paramètres suivants chez le patient :

- douleur
- fièvre
- position de la tête et du cou



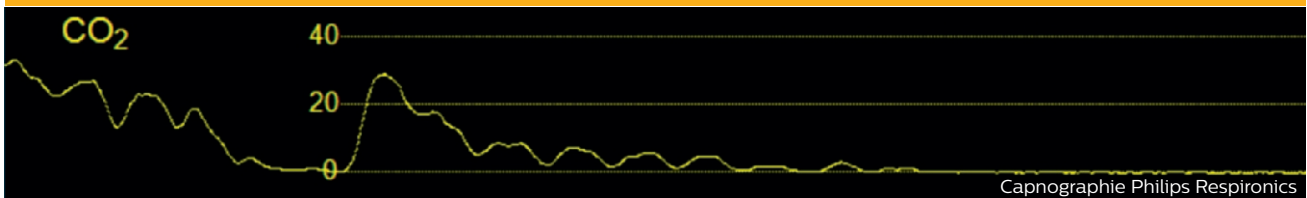
Polypnée et apnée

Caractéristiques

- absence de courbe
- absence de montée expiratoire et de descente inspiratoire
- perte du plateau alvéolaire

Évaluation des paramètres suivants chez le patient :

- insuffisance respiratoire



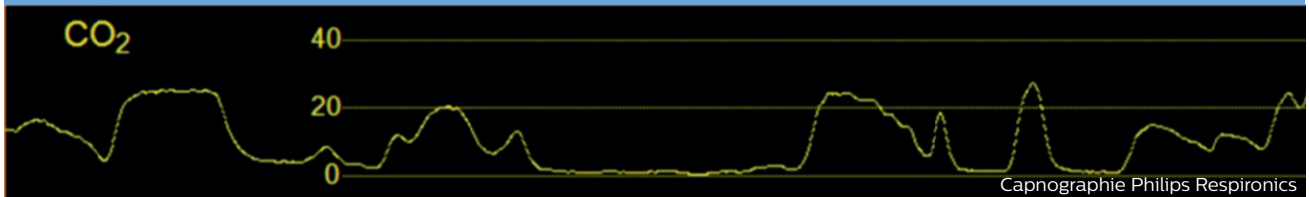
Courbe irrégulière

Caractéristiques

- perte du plateau alvéolaire
- forme de courbe irrégulière

Évaluation des paramètres suivants chez le patient :

- élocution
- obstruction partielle
- respiration par la bouche avec ligne d'échantillonnage nasal uniquement



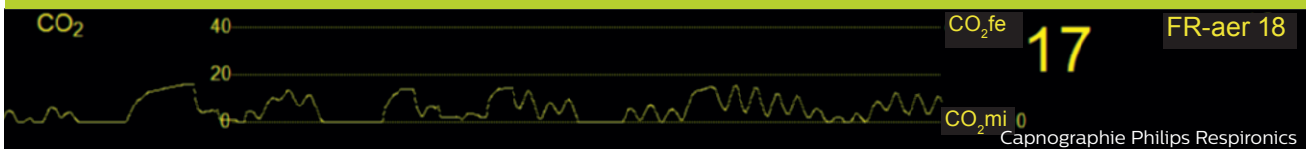
RCR

Caractéristiques

- CO₂fe cible : > 10 mmHg

Évaluation des paramètres suivants chez le patient :

- retour à la circulation spontanée (RACS)
- positionnement des voies aériennes





Nafion est une marque déposée de The Chemours Company FC, LLC

Les informations cliniques contenues dans ce document proviennent de Capnography, 2nd Edition, rédigé par Gravenstein, J., Jaffe, M., Gravenstein, N., & Paulus, D., publié par Cambridge University Press. (doi:10.1017/CBO9780511933837)

Le capteur CO2 Sidestream est un dispositif médical de classe IIb fabriqué par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié TUV SUD CE0123. Il est destiné au monitoring du CO2 par voie aspirative.

Le capteur CO2 Mainstream est un dispositif médical de classe IIb fabriqué par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié TUV SUD CE0123. Il est destiné au monitoring du CO2 par voie directe. Les actes de monitoring sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations.

Les canules CapnoTrak sont des dispositifs médicaux de classe IIa fabriqués par Respirationics et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié BSI CE2797. Ils sont destinés à la mesure de CO2 par voie aspirative. Les actes effectués avec ces dispositifs sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations.

Les lignes d'échantillonnage CapnoTrak sont des dispositifs médicaux de classe IIa fabriqués par Respirationics et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié BSI CE2797. Ils sont destinés à la mesure de CO2 par voie aspirative. Les actes effectués avec ces dispositifs sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations. Lisez attentivement les notices d'utilisation. Juin 2020