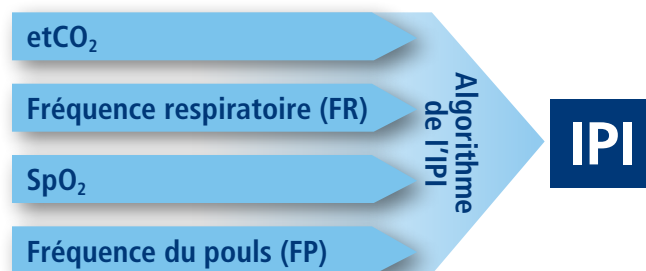


Précis technique sur l'Indice pulmonaire intégré (IPI^{MC})

L'IPI facilite l'évaluation du bilan respiratoire

L'Indice pulmonaire intégré (IPI^{MC}) simplifie le monitoring et la gestion du bilan respiratoire de vos patients.



L'algorithme de l'IPI regroupe en un seul chiffre quatre mesures respiratoires en temps réel qui forment un profil respiratoire inclusif : CO₂ de fin d'expiration (etCO₂), fréquence respiratoire (FR), fréquence du pouls et SpO₂. L'IPI est calculé selon une échelle de 1 à 10, où 10 indique un bilan respiratoire normal. Il donne une indication en temps réel de tout changement survenu au bilan respiratoire du patient qui risquerait de passer inaperçu en observant les valeurs courantes des quatre paramètres pris individuellement¹⁻³. L'IPI est saisi et analysé pour déceler les

Tableau 1 : Bilan du patient selon l'IPI

IPI	État du patient
10	Normal
8-9	Dans une plage normale
7	Près de la plage d'état normal; demande de l'attention
5-6	Demande de l'attention et susceptible d'exiger une intervention
3-4	Exige une intervention
1-2	Exige une intervention immédiate



Écran des tendances de l'IPI sous forme graphique

tendances à la hausse ou à la baisse et contribuer au monitoring des patients sur une période de temps plus longue.

Comment fonctionne l'IPI : examinons la « logique floue »

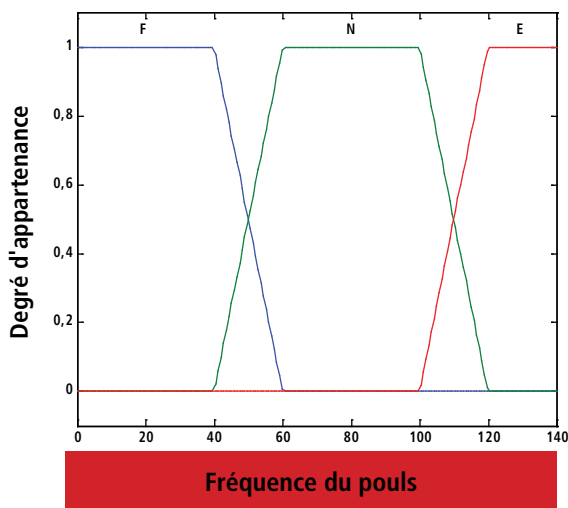
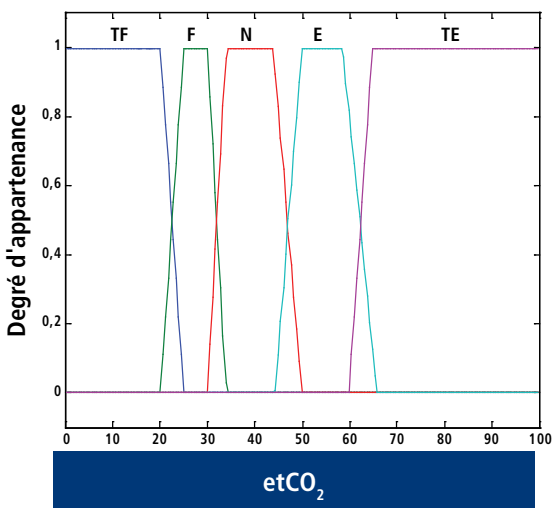
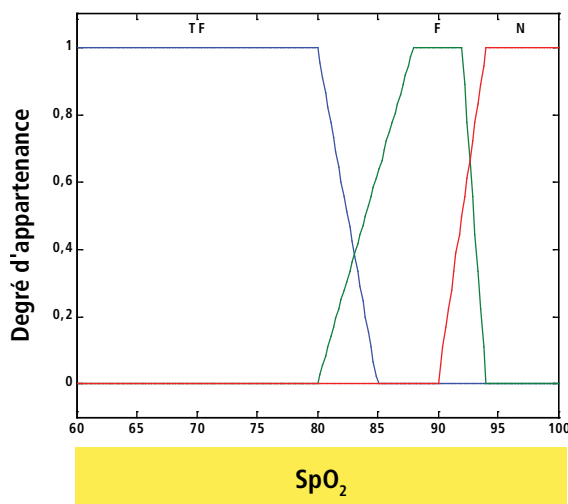
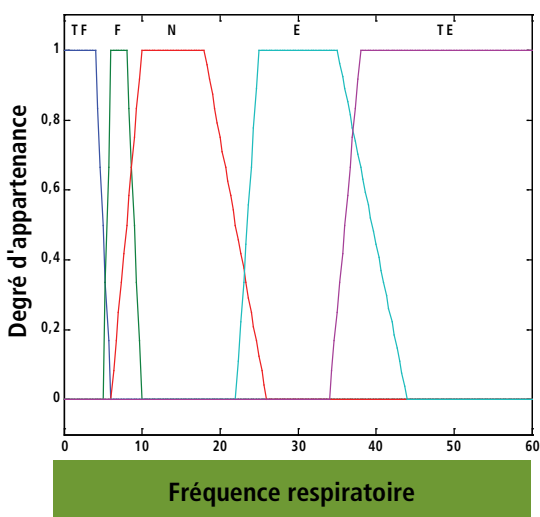
L'IPI est un algorithme basé sur un modèle mathématique de « logique floue ». Ce modèle imite la pensée logique de l'humain en procédant par approximation au lieu de déduction précise. La logique floue utilise des descripteurs verbaux pour définir des variables, comme normal, élevé, faible et des fonctions logiques comme et, ou et si-alors.

La conception de l'algorithme de logique floue repose sur l'opinion de 30 experts du monde médical. Ces derniers ont évalué les paramètres mesurés auprès de 235 patients pour leur assigner une valeur IPI en se basant sur l'échelle prédéfinie au Tableau 1. Ce panel d'experts comprenait des cliniciens agréés, soit des anesthésistes, des infirmières, des inhalothérapeutes et des physiologistes.

Fonctions d'appartenance floues

L'IPI a recours à des fonctions d'appartenance floues pour décrire chaque paramètre physiologique en plages définies : très faible (TF), faible (F), normal (N), élevé (E) et très élevé (TE). Les plages sont différentes pour les divers paramètres.

Fonctions d'appartenance floue de chaque paramètre de l'IPI



La fréquence d'appartenance floue prend en considération le chevauchement entre les plages, en fournissant des degrés d'appartenance pour chaque plage. Cela aide à construire la logique utilisée pour définir l'IPI de façon précise et sensible aux variations des divers paramètres.

L'IPI assigne des fonctions d'appartenance floues à divers groupes d'âge pour tenir compte des différences dans les paramètres physiologiques :

- Fonctions d'appartenance pédiatriques de 1 à 3 ans
- Fonctions d'appartenance pédiatriques de 3 à 6 ans
- Fonctions d'appartenance pédiatriques de 6 à 12 ans
- Fonctions d'appartenance chez les adultes

Par exemple, la fonction d'appartenance floue appliquée à la fréquence du pouls compte 80 comme valeur normale, ce qui donne une appartenance de 100 % à 100 % du groupe normal. Une fréquence de pouls de 55 est aussi considérée comme normale, mais légèrement plus faible. Elle appartient au groupe normal à 80 % et affiche une appartenance de 20 % au groupe faible.

Chaque paramètre ayant été doté d'une fonction d'appartenance floue, des règles si-alors ont pu être créées pour imiter les scores d'IPI des experts pour des valeurs de paramètres spécifiques établies. Par exemple :

Si etCO_2 est TE et que FR est TE, et SpO_2 est N, et FP est E,
Alors (IPI se situe à 2) = la situation exige une intervention immédiate

Matrice des règles

Une matrice (Tableau 2) illustre la démarche utilisée par la logique floue pour déterminer un score unique d'IPI en évaluant de façon simultanée les valeurs d' etCO_2 et de FR, alors que celles de SpO_2 et de FP sont établies à des valeurs normales. Le score d'IPI est le point d'intersection des valeurs de FR et d' etCO_2 .

L'effet de SpO_2 , de la fréquence de pouls et de l'alarme « absence de respiration » sur l'indice IPI

Les valeurs de SpO_2 qui sortent de la plage normale influencent le score d'IPI comme suit :

- Si SpO_2 est dans la plage FAIBLE, on soustrait alors 1 de la Matrice. Par exemple, si etCO_2 est TE, FR est N et SpO_2 est F, l'IPI passe de 4 à 3.
- Si SpO_2 est TRÈS FAIBLE (<85 %), alors le score IPI tombe automatiquement à 1.

Les valeurs de fréquence de pouls (FP) qui sortent de la plage normale influencent le score d'IPI comme suit :

- Si FP est F, etCO_2 est E/TE et FR est E/TE, on soustrait alors 1 de la Matrice.
- Si FP est E, etCO_2 est F/TF et FR est F/TF, on soustrait alors 1 de la Matrice.
- Si FP est E ou F, et que SpO_2 est <95, la valeur plus faible parmi les paramètres influencés individuellement sur la Matrice est alors appliquée.

Tableau 2 : Matrice (adulte)

Si $\text{etCO}_2 = 70$ mmHg (TE 100 %) et FR = 4 bpm (TF 100 %) et $\text{SpO}_2 = 100$ % (N 100 %) et FP = 80 bpm (N 100 %), alors IPI = 2

Plages de valeurs d' etCO_2 , mmHg	SpO ₂ est normale FP est normale	Plages de valeurs de Fréquence de respiration (FR), bpm								
		Très élevée (TE 100 %) 34-36	TE-E 34-36	Élevée (E 100 %) 25-35	E-N 21-24	Normale (N 100 %) 10-20	N-F 9-11	Faible (F 100 %) 7-8	F-TF 6	Très faible (TF 100 %) ≤5
Très élevée (TE 100 %) ≥70		2		5		4		3		2
TE-E 61-69										
Élevée (E 100 %) 50-60		3		8		7		5		3
E-N 45-49										
Normale (N 100 %) 35-45		4		8		10		7		6
N-F 31-34										
Faible (F 100 %) 25-30		5		6		8		4		2
F-TF 21-24										
Très faible (TF 100 %) ≤20		3		3		4		2		2

Lorsqu'un paramètre a des appartenances partielles à des plages adjacentes, la logique floue devient plus complexe. Par exemple : Si $\text{etCO}_2 = 48$ mmHg (N 40 %; E 60%), FR = 17 (N 100 %), $\text{SpO}_2 = 97$ % (N 100 %) et FP = 70 bpm (N 100 %), alors IPI = 8

Tableau 3: Influence de l'absence de respiration

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Valeur de SpO ₂ , %	Valeur de l'IPI basée sur l'effet de SpO ₂ (FP normale)									
95 – 100	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
94	9	9	8	7	6	5	3	3	2	1
92 – 93	9	9	7	7	5	4	3	2	1	1
91	7	7	6	6	4	3	3	2	1	1
90	6	6	5	5	3	3	3	2	1	1
89	5	5	4	4	3	2	2	1	1	1
88	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1
87	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1
86	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
≤85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lorsque l'alarme qui signale l'absence de respiration est déclenchée, le score IPI égale 1, sans égard aux valeurs des autres paramètres.

Sensibilité de l'IPI aux variations

d'etCO₂ et de SpO₂

L'IPI procure une indication des variations ressenties dans le bilan respiratoire du patient qui risquent de passer inaperçues dans les valeurs courantes des quatre paramètres pris individuellement, comme l'illustre le Tableau 4. Ces exemples démontrent l'utilité de l'IPI comme indice des tendances du bilan respiratoire.

Tableau 4 : Sensibilité de l'IPI à des variations subtiles de paramètres

Exemple 1

Temps (sec.)	0	30	60	90
etCO ₂	41	41	46	49
FR	16	20	17	16
SpO ₂	97	98	98	98
FP	69	72	71	71
IPI	10	9	8	7

Exemple 2

Temps (sec.)	0	30	60	90
etCO ₂	29	29	27	26
FR	16	21	17	14
SpO ₂	97	99	92	88
FP	68	72	68	64
IPI	8	7	5	4

Validation clinique

Les résultats conférés par le modèle de l'IPI ont présenté une corrélation marquée avec le score moyen auquel sont parvenus les experts médicaux, avec des différences absolues médianes = 0,64±0,5 sur l'échelle de l'IPI. En comparant l'ensemble des données obtenues par les experts médicaux et tirées des divers cas, la différence absolue moyenne entre les experts médicaux et le modèle se situait à 1±0,35 sur l'échelle de l'IPI¹.

L'indice a pu être validé dans le cadre de bon nombre d'études cliniques. L'une d'entre elles a révélé une corrélation de 100 % entre l'IPI et le bilan respiratoire de 57 patients pédiatriques ayant subi une sédation profonde².

Les investigateurs de deux études ont conclu^{1,2}:

- L'indice de l'IPI présente une corrélation avec le bilan respiratoire.
- La simple valeur numérique de l'IPI peut s'avérer particulièrement utile pour faire valoir le bien-fondé de déceler la détresse respiratoire aussitôt que possible.
- L'IPI simplifie le monitoring des patients dans des milieux cliniques occupés.

Dans une autre étude, les 30 patients de phase post-chirurgicale inscrits à l'étude ont présenté des indices d'IPI en corrélation avec le bilan respiratoire de patients adultes en phase post-chirurgicale ayant subi une anesthésie générale³.

1. A Novel Integrated Pulmonary Index (IPI) Quantifies, Heart Rate, EtCO₂, Respiratory Rate, and SpO₂%. A. Taft, M. Ronen, et al. American Society of Anesthesiologists (ASA), October 2008. Abstract.

2. The Integrated Pulmonary Index: Validity and Application in the Pediatric Population. D. Gozal, Y. Gozal. Society for Technology in Anesthesia (STA), January 2009. Page 2; American Society of Anesthesiologists, October, 2009.

3. Reliability of the Integrated Pulmonary Index Postoperatively. Y. Gozal, D. Gozal. Society for Technology in Anesthesia (STA), January 2009. Page 8; European Journal of Anaesthesiology. Volume 26, Supplement 45, 2009.

L'appellation anglaise Integrated Pulmonary Index est une marque de commerce de Oridion Medical 1987 Ltd. La composante de capnographie de ce produit est protégée en vertu des brevets américains suivants : 6,428,483; 6,997,880 ; 6,437,316; 7,488,229; 7,726,954 et leurs équivalents à l'étranger. Indications additionnelles en instance de brevet.

COVIDIEN, COVIDIEN et son logo et le logo de Covidien sont des marques déposées américaines et internationales de Covidien AG. Toutes les autres marques sont des marques de commerce d'une compagnie de Covidien. © 2013 Covidien.

CDN-R00169-F (MN36112) Rev. 2013/07

