


<http://www.capnography.com/>

- Disclaimers
Legal notice
- Contents**
- Web-site specifications
- Home Page
- ASA Guidelines
- Why Capnography?
- At a Glance
- Terminology
- Definitions
- Physics
- Physiology
- Clinical Uses
- Capno-Encyclopedia
- Capno-Types
- Capno-clippings/quiz
- Frequently Asked
Exam Questions
- C A P N O
Magic Screen
- Capnography in
Paediatrics
- Capnography &
Laparoscopy

CAPNOGRAPHY



Since the first infrared CO₂ measuring and recording apparatus was introduced in 1943 by Luft, capnography has evolved into an essential component of standard anesthesia monitoring at present status.

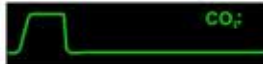
The primary goal of anesthesiologists is to prevent hypoxia, and capnography helps to identify situations that can lead to hypoxia if uncorrected.

If known, it also helps in the swift differential diagnosis of hypoxia before hypoxia can lead to irreversible brain damage.

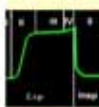
Because of these advantages, the utility of capnography has been extended outside of the operating room arena, in heart times, to emergency rooms, endoscopic suites, X-ray rooms and even on-site at emergency and trauma fields. Therefore, a section for emergency personnel has been included.

The subject matter is divided into several sections. You can double click on the section of your choice. Several operations have been used to explain underlying concepts. Each section is also accompanied by 'Highlights' for quick understanding. A section on 'Anesthesia breathing systems' has been recently included. There is also a section 'Capnographic screen' where several capnograms are arranged by name around a central screen. Placing the mouse cursor over the capnogram title brings up the relevant tracing on the central screen. A quiz is included to allow users to gauge their levels of understanding and learning.

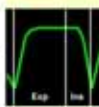
This site may undergo changes in content and format periodically to enhance the breadth and depth of the subject.

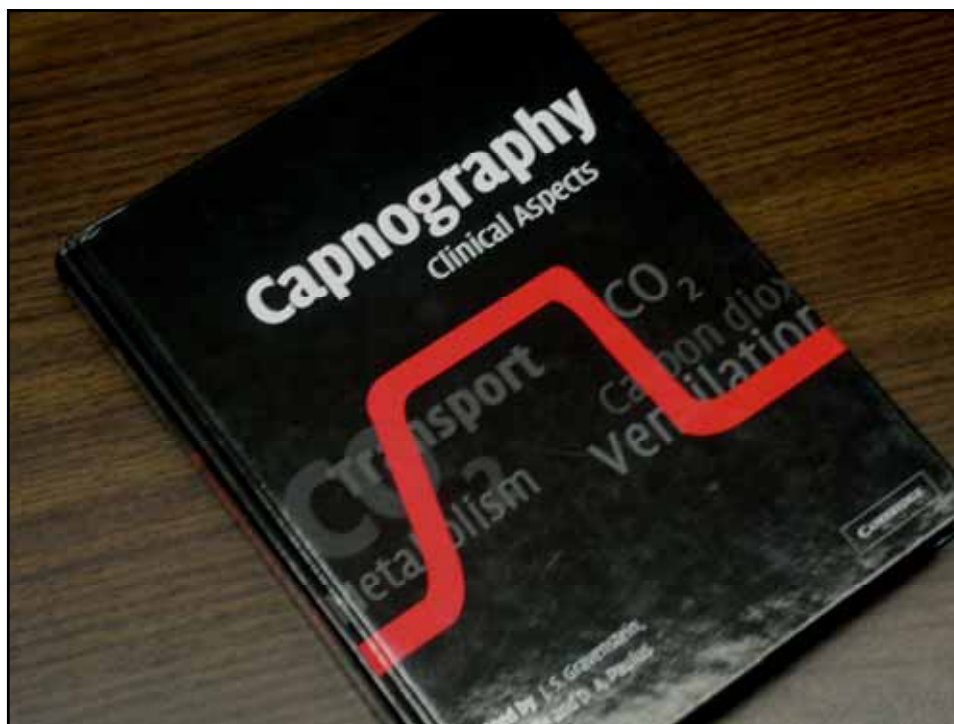


Phase of a
Capnogram



A Capnogram of
New Birth





Répertoire | Facultés | Unités de recherche | Services | Bibliothèques | Plan campus | Sites A-Z
Recherche avancée

Faculté de médecine

Département d'anesthésiologie

Personnel enseignant | Contact | Liens utiles | Actualités

Département

Actualités

Études

Recherche

Formation prof. continue

Ressources

Nos partenaires

Réalisation

Bienvenue au département!

Si vous voulez en savoir plus dans différents domaines je vous invite à communiquer personnellement avec le [Dr. François Girard](#), directeur du programme, pour toutes les questions touchant l'enseignement, avec le [Dr. François Dupont](#), directeur de la recherche, pour toutes les questions touchant la recherche et la formation complémentaire (fellowships), et avec le [Dr. Pierre Sciot](#), directeur de la formation continue, pour toutes les questions touchant nos activités scientifiques et de maintien de la compétence. Bien sûr, il me fera plaisir de recevoir vos commentaires, vos suggestions et de répondre à vos questions sur le plus grand Département d'anesthésiologie de langue française en Amérique du nord.

Jean-François Hardy,
Directeur du département

Nouvelles

Le site est en refonte majeure afin d'y inclure les informations du rapport annuel.
Ne vous étonnez pas de voir des pages en construction pour l'été.

Activités

Consultez les documents relatifs au bloc de cours: [physiologie respiratoire](#)
Voyez les présentations du [concours des résidents 2005](#)

Liens rapides

[Bottin des professeurs](#)
[Publications récentes](#)
[Liste des réunions EMC](#)

<http://www.anesth.umontreal.ca/>

Plan

- 1-Méthodes et système de mesure
- 2-Physiologie du CO₂
- 3-Courbes de CO₂
- 4-CO₂ volumétrique (à venir)
- 5-Autres applications

Capnographie: standards nord-américain

ASA: " To ensure adequate ventilation of the patient during all anesthetics ... every patients shall have the adequacy of ventilation continually evaluated"

AHA, Am Coll Emer Phys, ACLS: Capnography: "standard of care to determine endotracheal tube position in cardiopulmonary resuscitation"

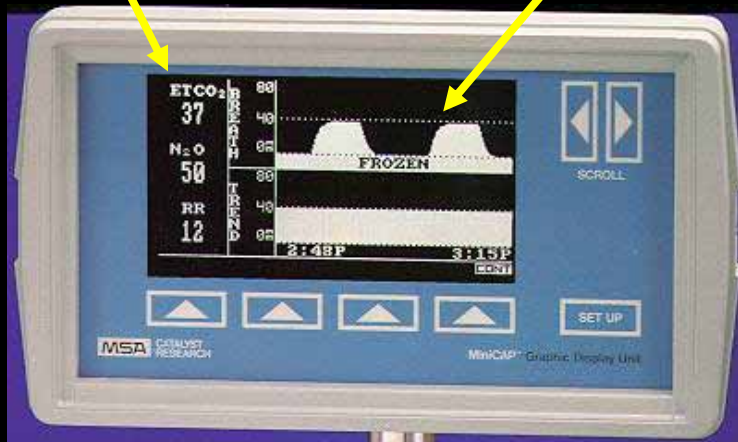
Guide de l'exercice de l'anesthésie (JCA Novembre 2005): Monitorage requis (utilisés sans interruption) "un capnographe lorsqu'un tube endotrachéal ou un capnographe est inséré"

Rôle de la capnographie

- A: « Airway » ou détecteur du le positionnement du TET
- B: « Breathing » ou détecte la présence d'une ventilation, sa fréquence, le type de ventilation, les anomalies V/Q, estime la PaCO₂ et la profondeur de l'anesthésie
- C: Circulation sanguine pulmonaire et systémique
- D: Diagnostique
- E: Espérance de survie

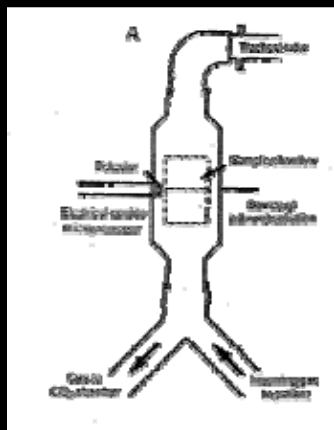
Capnométrie

Capnographie



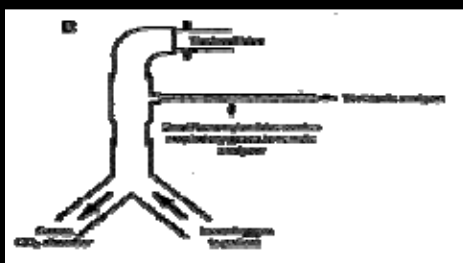
1-Moniteurs de la mesure du CO₂

Échantillonnage central



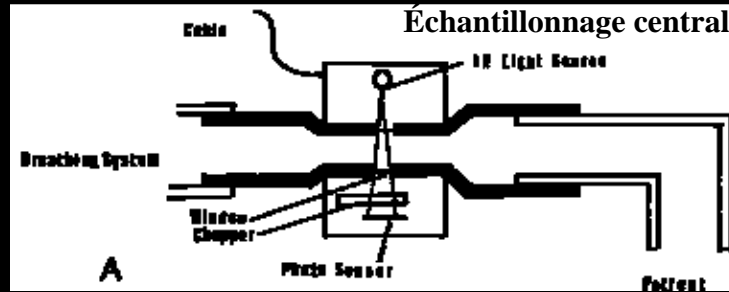
Moniteurs de la mesure du CO₂

Échantillonnage latéral

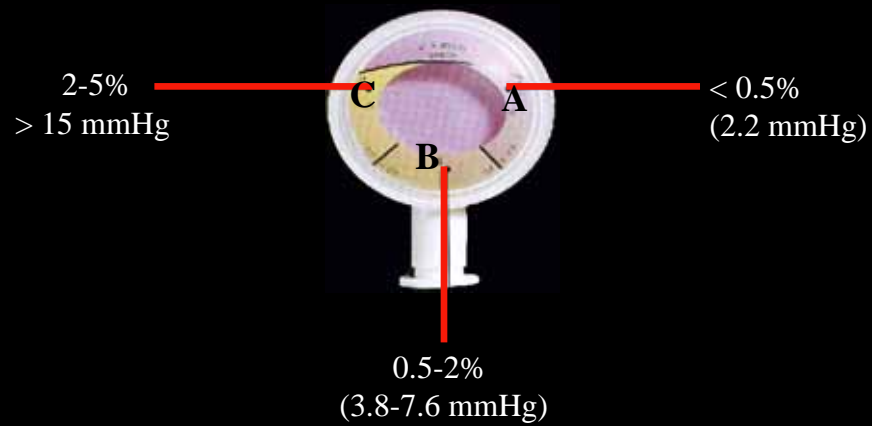


Cuvette

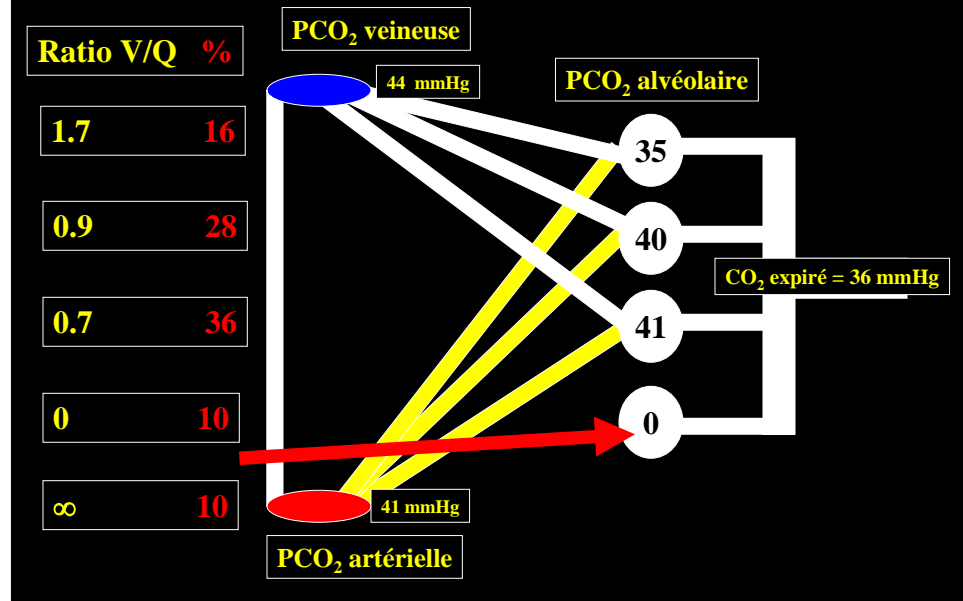
Échantillonnage central



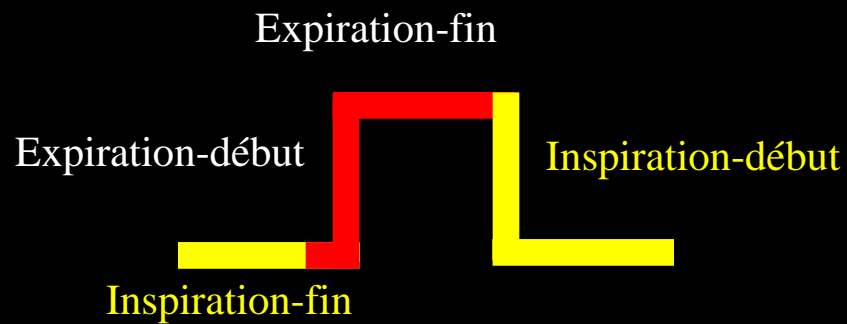
Détecteur chimique de CO₂



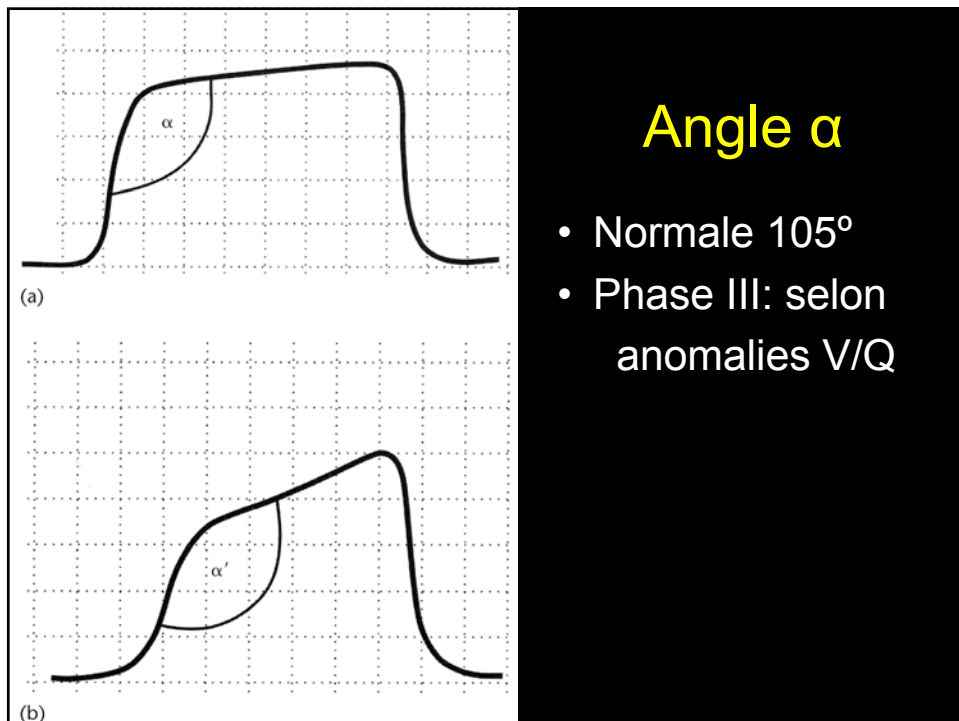
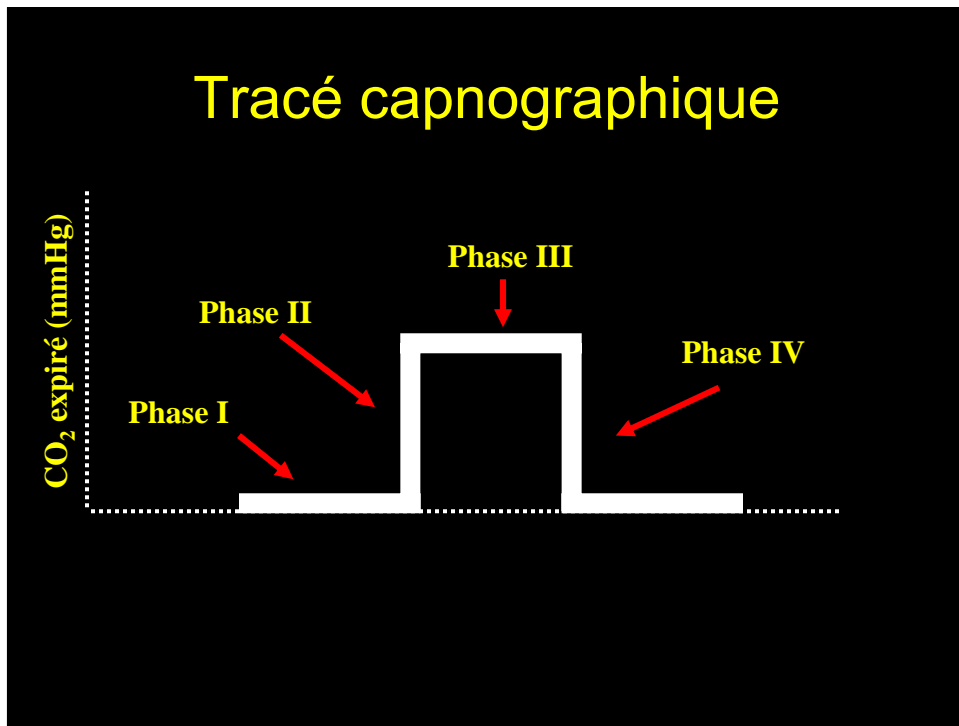
2-Physiologie CO₂: Anomalies ventilation/perfusion



Tracé capnographique



Tracé capnographique



3-Courbes de capnographie

- 1-CO₂ présent?
- 2-Forme de la phase I, II, III et IV
- 3-Valeur à la fin de l'expiration
- 4-Différence entre la PaCO₂ et CO₂ expiré
- 5-Différence entre la PvCO₂ et le CO₂ expiré

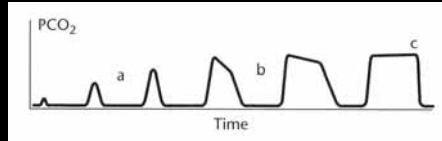
Intubation et capnographie



Time is brain!

Intubation et capnographie

- TET malpositionné en pré-hospitalier:
 - 7-25% (66% esophage et 33% hypopharynx)
(Silvestri 2003; Acad Emer med 10:445)
 - Intubation à l'aveugle

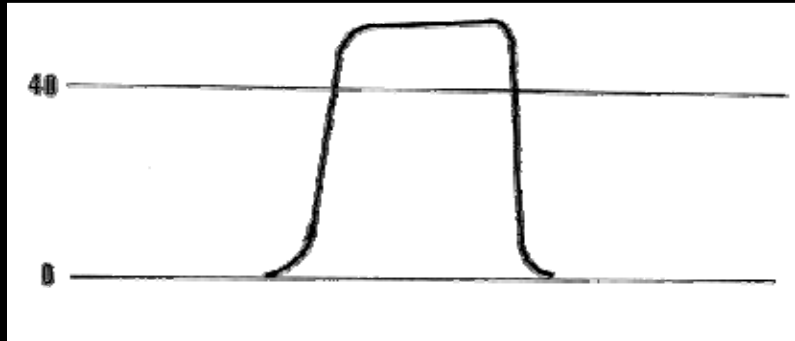


- Intubation esophage:
 - Mouvement epigastrique normal 90%
 - Condensation TET 85%

Que se passe-t-il?



Exemple: à la fin d'une HAT

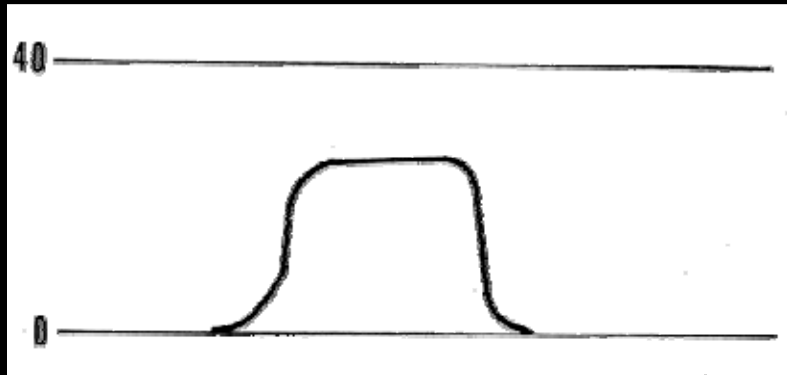


Exemple: à la fin d'une
prostatectomie



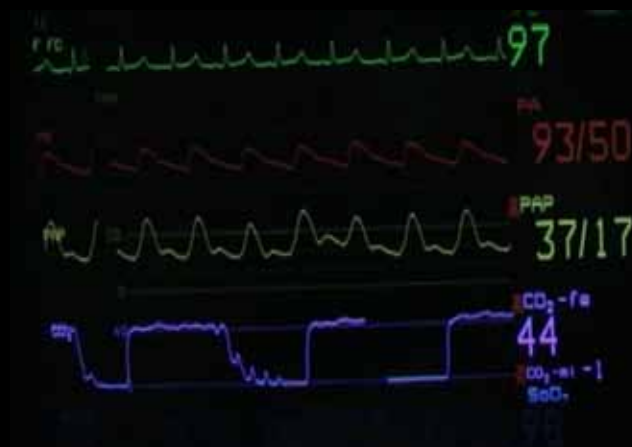
Photo Diagnosis 1996

Exemple: patiente de 85 ans



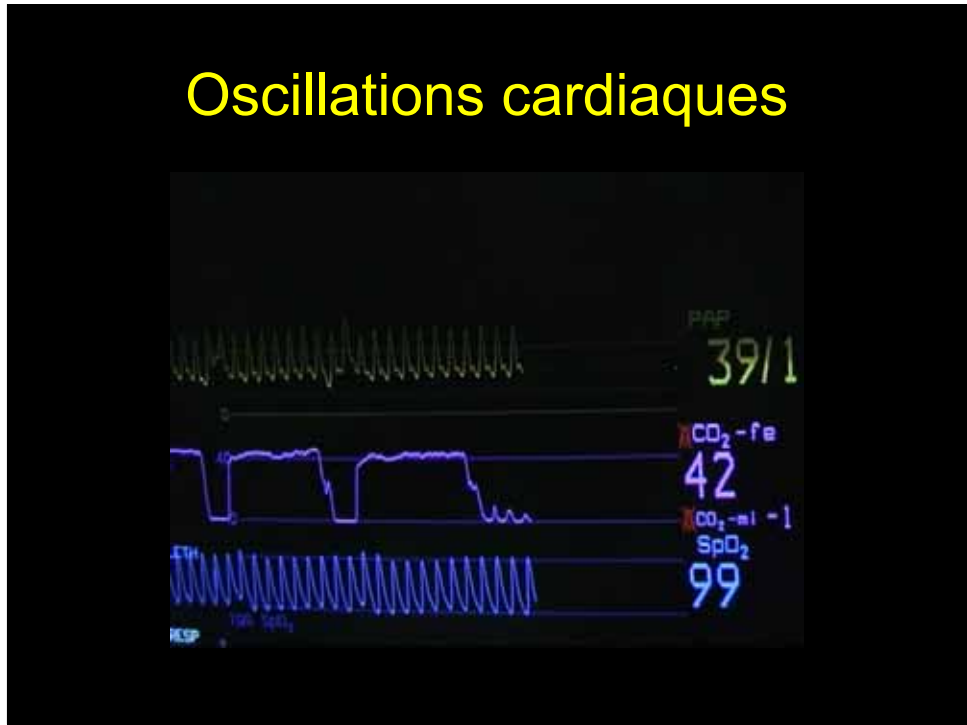
Différence PaCO₂-ETCO₂: 1.5 mmHg/décade

Quel est le diagnostique

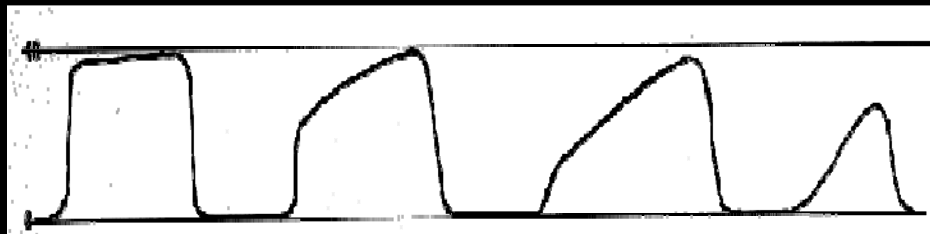


•10 ml de volume

Oscillations cardiaques



Exemple: les pressions de pointe augmentent
hypotension sévère!



Femme de 56 ans encéphalopathie hypercapnique et hypotendue après introduction de la ventilation mécanique



Femme de 56 ans encéphalopathie hypercapnique et hypotendue après introduction de la ventilation mécanique



Femme de 56 ans encéphalopathie hypercapnique et hypotendue après introduction de la ventilation mécanique



Femme de 56 ans encéphalopathie hypercapnique et hypotendue après introduction de la ventilation mécanique

Au début

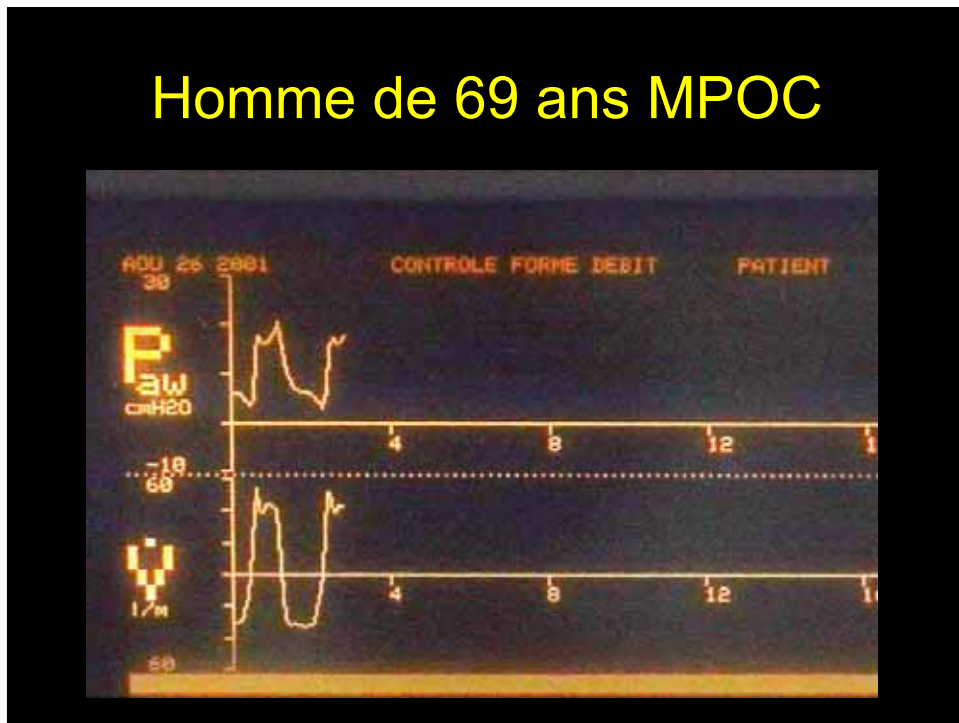
Post bronchodilatation et scopie



Homme de 69 ans MPOC



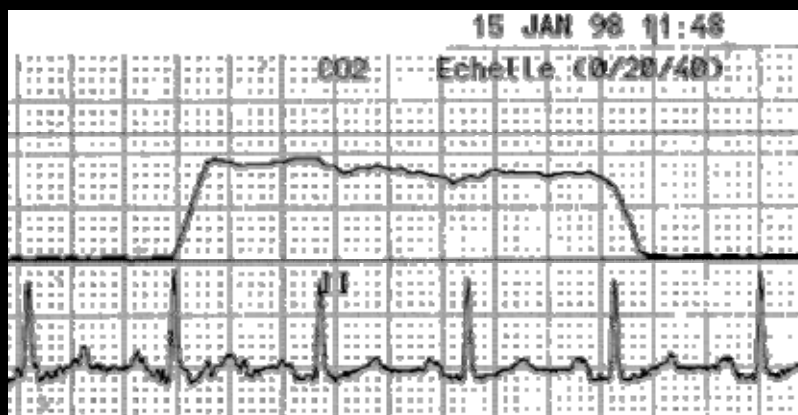
Homme de 69 ans MPOC



Homme de 68 ans MPOC

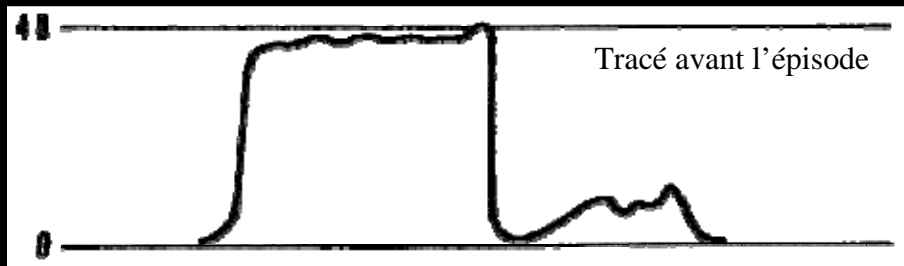


Exemple: CHUM-HND un soir.... Je suis inquiet!



Échantillonnage central

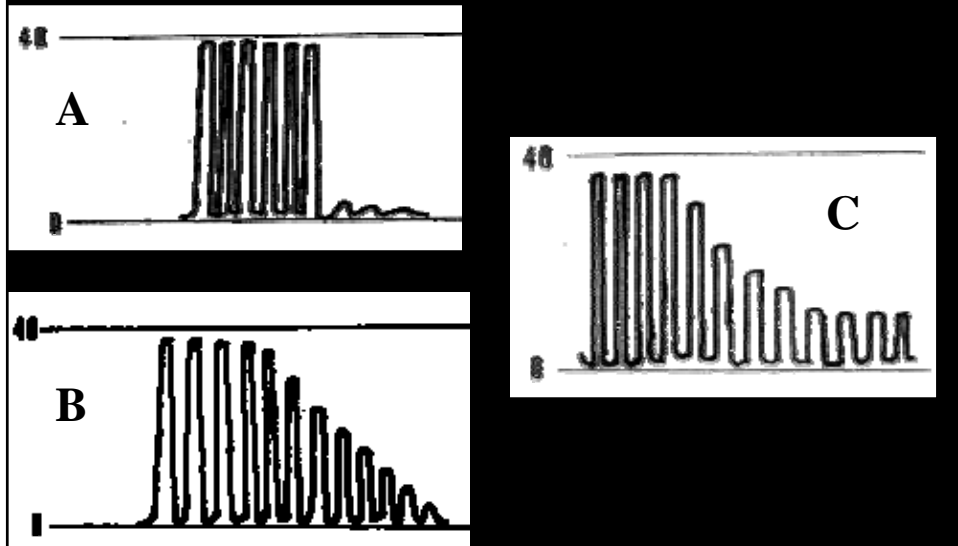
Désaturation et perte du CO2 intubation difficile



Pourquoi la pression artérielle et le CO2 expiré sont plus basses?



Exemple: prothèse de genou: ↓TA après relâche du garrot

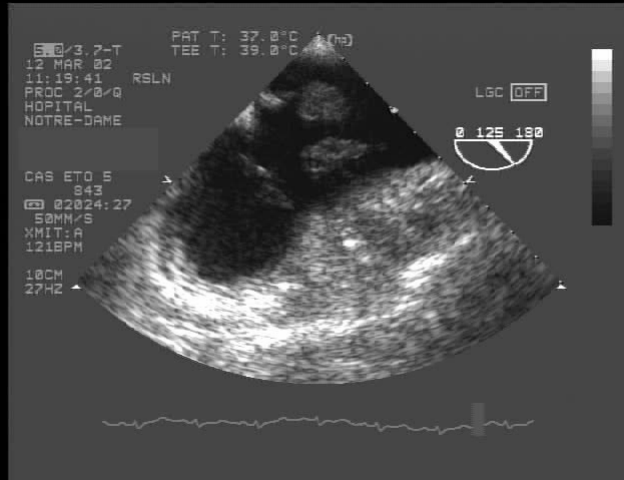


Pourquoi ce patient est instable hémodynamiquement?



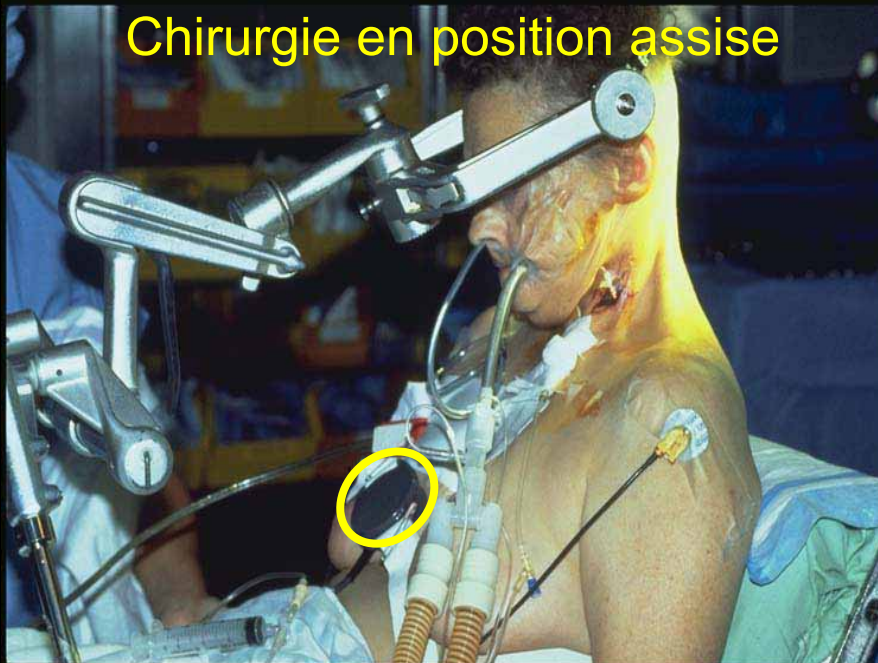
Denaut TEE Manual 2005

Embolie pulmonaire massive



Denault TEE Manual 2005

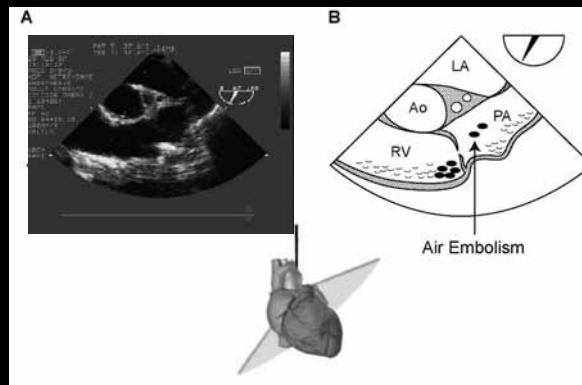
Chirurgie en position assise



Chirurgie en position assise

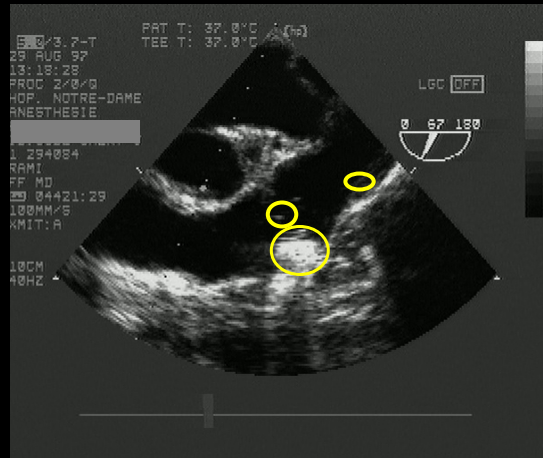


Hypotension lors d'une chirurgie de scoliose en position ventrale



Denault TEE manual 2005

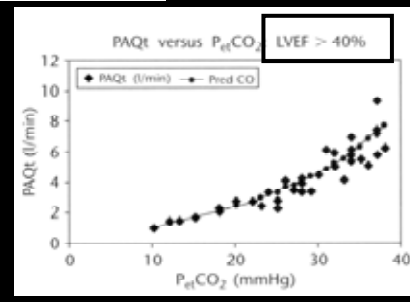
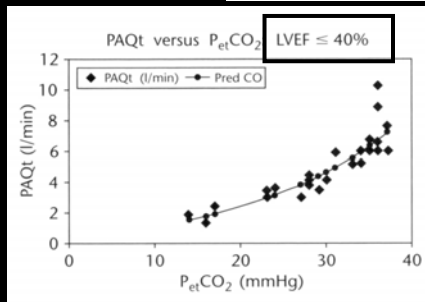
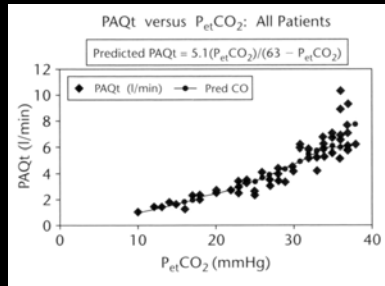
Hypotension lors d'une chirurgie de scoliose en position ventrale



Moniteur de débit cardiaque



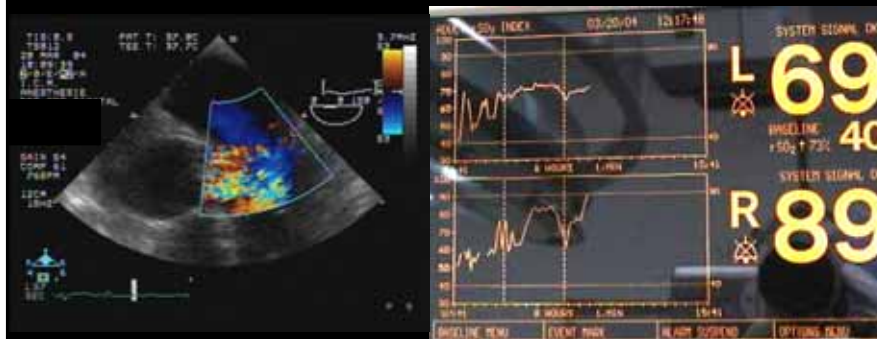
ETCO2 et fonction cardiaque



Maslow et al Anesth Analg 2001;92:306-313

Homme de 61 ans avec régurgitation aortique sur endocardite

	Pré-CEC	Post-CEC
Index cardiaque	1.8 L/m/m ²	3.2 L/m/m ²
Fraction d'éjection	20%	40%
ETCO2	31 mmHg	37 mmHg



Évolution post-opératoire typique

PERFUSIONS		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1 NTK 50/500		30	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2 LEVO 4/250		8	5	0%								
3 Propofol		20	15	15	10	10	10	10	10	10	10	0%
4 indoline 100/250		2	0%	1			50mg/20	5	5	5	5	5
5 morphine 20/100		→	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
6 Sopa 400/250					→	10	10	10	10	10	10	10
7 Nitroline 20/100					→	10	10	10	10	10	10	10
8 NTP 50/250							→	10	15	15	15	15
9 PAINEXIL		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
10 PCO2		19	19	18	19	21	24	22	22	22	22	31 33
SATURATION		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91 100

Pacemaker et capnographie



Homme de 76 ans post remplacement aorte ascendante

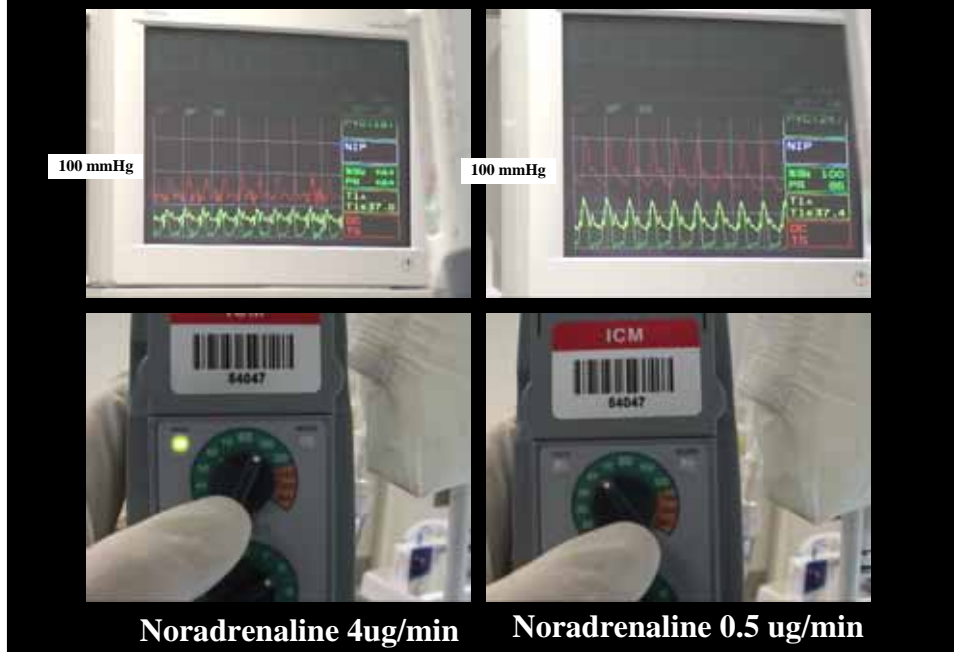
- Retour d'urgence en SOP pour saignement médiastinal



Homme de 76 ans instable après chirurgie cardiaque Effet de la fréquence cardiaque



Homme de 70 ans instable après RVA



Applications spéciales:

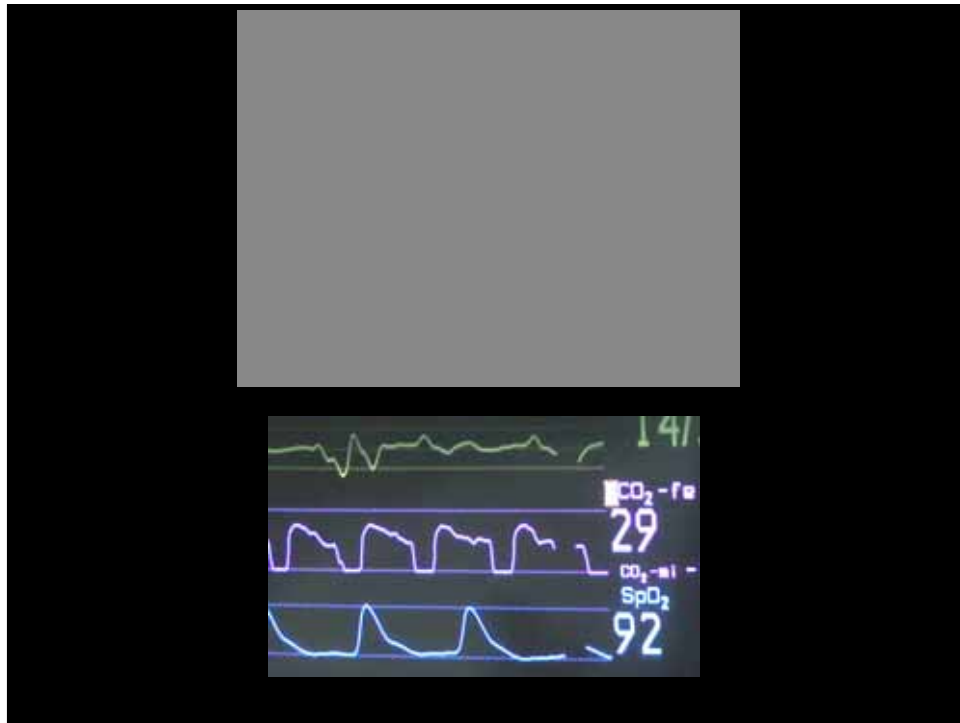
- Valeur diagnostique
- Effet neurologique de l'hypercapnie
- Effet hémodynamique de l'hypercapnie
- Valeur pronostique en ARDS
- Valeur pronostique en réanimation

Quel type de chirurgie?



Pourquoi avons-nous un problème de saturation?





Pourquoi avons-nous un problème de saturation?



Pourquoi avons-nous un problème de saturation?



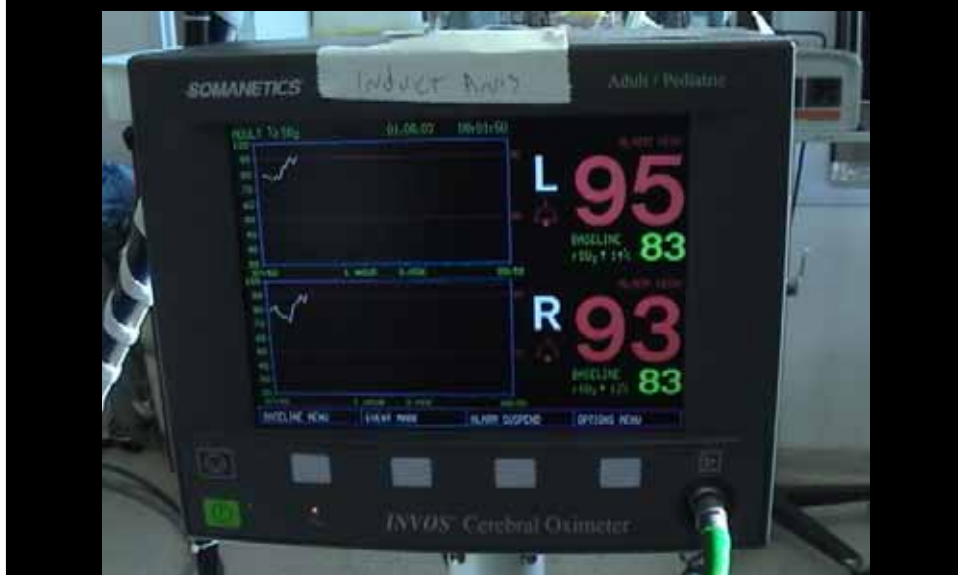
Homme de 24 ans: fermeture CIA



Hyperventilation éveillée

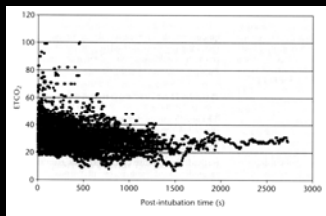


Intubation difficile



Mortalité et hyperventilation

- Aucune indication d'hyperventilation sauf hernie intra-cérébrale imminente (PaCO_2 40-45 mmHg)
- 50% des intubation avec $\text{ETCO}_2 < 25$ mmHg (Davies et al 2004 Neu. Crit Care)



- Hyperventilation prévient réanimation dans les arrêt cardiaque. (Aufderheide et al. Circulation 2004;1960) « Unrecognized and inadvertent hyperventilation may be contributing to the currently dismal survival rates from cardiac arrest »

Homme de 47 ans obèse morbide



pH = 7.37
PCO₂ = 98 mmHg

Jour 2



pH = 7.34
PCO₂ = 83 mmHg

Jour 3



Prescription	Rate	pH	PCO ₂	PO ₂	HCO ₃	CO ₂	SAO ₂
			mmHg	mmHg	mmol	mmHg	%
		7.37	35/45	80/110	21/28	22/29	92/98
		7.43	mmHg	mmHg	mmol	mmHg	%
Jour 1		7.27	98	78	45	48	91
Jour 2		7.31	83	55	45	48	0.94
		7.32	71	64	43	46	0.92
		7.27	96	67	45	48	0.92
		7.32	89	71	46	49	0.91
Jour 3		7.40	75	58	46	48	0.90
		7.36	80	75	45	47	0.94
		7.35	76	60	42	44	0.90

Homme de 59 ans MPOC décompensé



Effet neurologique de CO₂

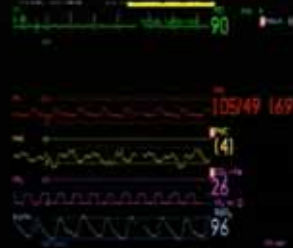


55:55:35 - Lovell: "Houston, we've had a problem.
We've had a main B bus undervolt.«

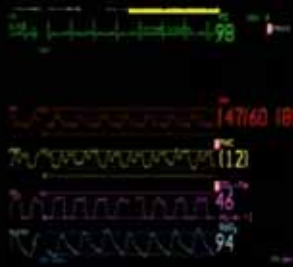
...a warning light showed that the carbon dioxide had built
up to a dangerous level.

Apollo XIII Ron Howard 1995

Homme de 68 ans ARDS Effet hémodynamique de l'hypercapnie



Avant le retrait de ventilation 2^{re}



Après le retrait de ventilation 2^{re}

ARDS et espace-mort

PULMONARY DEAD-SPACE FRACTION IN ARDS

PULMONARY DEAD-SPACE FRACTION AS A RISK FACTOR FOR DEATH IN THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

THOMAS J. NUCKTON, M.D., JAMES A. ALONSO, R.R.T., RICHARD H. KALLET, R.R.T., M.S., BRIAN M. DANIEL, R.R.T.,
JEAN-FRANÇOIS PITTET, M.D., MARK D. EISNER, M.D., M.P.H., AND MICHAEL A. MATTHAY, M.D.

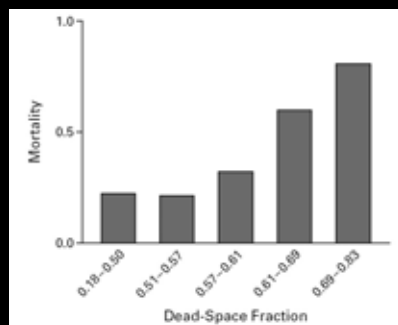
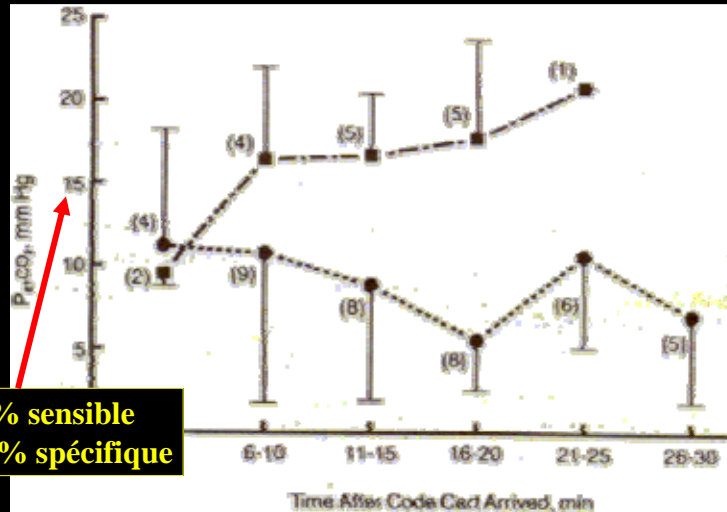


Figure 1. The Observed Mortality According to the Quintile of Dead-Space Fraction in 179 Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome.

« Elevated value are associated with an increase risk of death »

NEJM 2002;346:1281-6

Capnographie et réanimation



71% sensible
98% spécifique

Falk JL Adv Anesthesia 1993:10



The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

[Previous](#)

Volume 337:301-306 July 31, 1997 Number 5

[Next](#) ▶

End-Tidal Carbon Dioxide and Outcome of Out-of-Hospital Cardiac Arrest

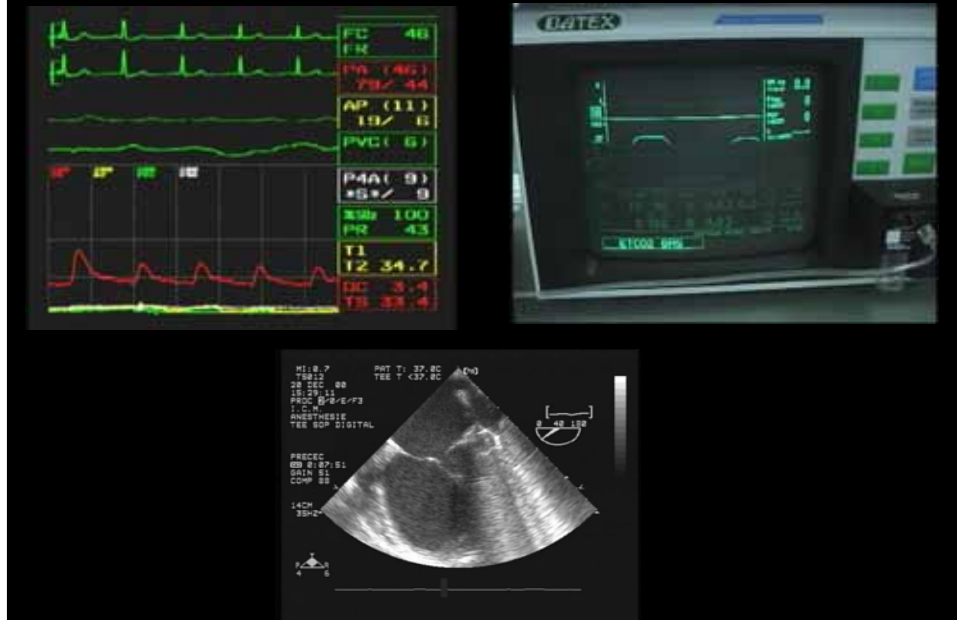
Robert L. Levine, M.D., Marvin A. Wayne, M.D., and Charles C. Miller, Ph.D.

1-After 20 minutes of advanced cardiac life support, end-tidal carbon dioxide (\pm SD) averaged 4.4 ± 2.9 mm Hg in nonsurvivors and 32.8 ± 7.4 mm Hg in survivors ($P < 0.001$).

2-A 20-minute end-tidal carbon dioxide value of 10 mm Hg or less successfully discriminated between the 35 patients who survived to hospital admission and the 115 nonsurvivors.

3-When a 20-minute end-tidal carbon dioxide value of 10 mm Hg or less was used as a screening test to predict death, the sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value were all 100 percent.

Femme de 82 ans...pronostique?



Autre applications de la capnographie

1-Ventilatoire

- ventilation spontanée
- ajustement du débit de gaz frais
- guider l'intubation à l'aveugle
- ajustement du PEEP
- tube double lumière
- ventilation par jet
- sevrage du ventilateur

2-Circulatoire

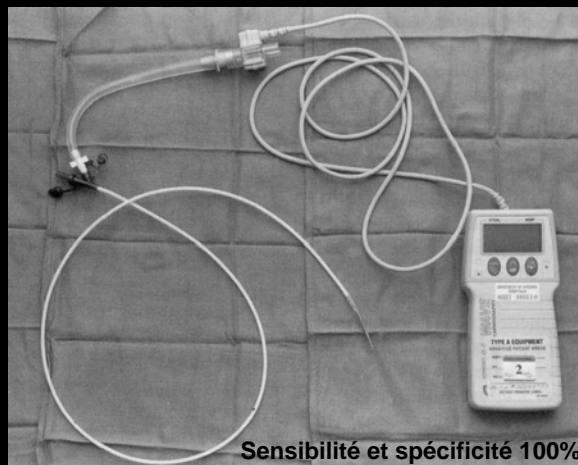
- moniteur de débit cardiaque
- sevrage de CEC
- détection d'embolie pulmonaire et gazeuse
- réanimation

3-Autre: états hypermétaboliques

Duotube pulmonaire



Positionnement du duotube



Burns SM et al Crit Care Med 2001;29;936-939

Redo plastie mitrale et CIA: fin



23 Février 2005

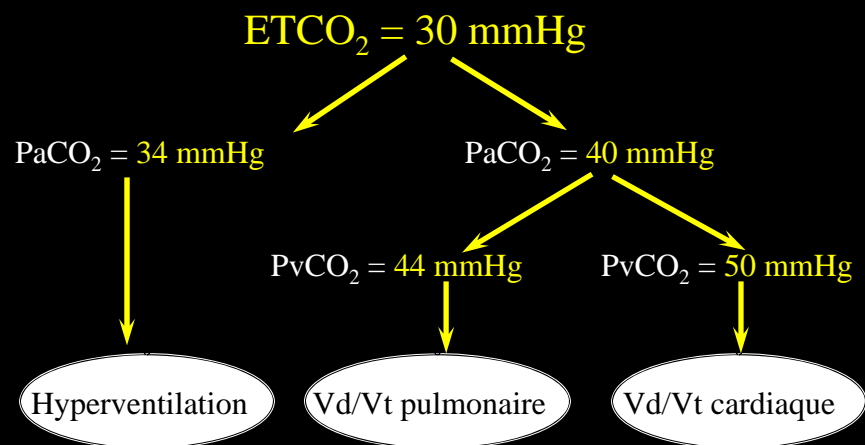
Redo plastie mitrale et CIA



Limitations de la capnographie

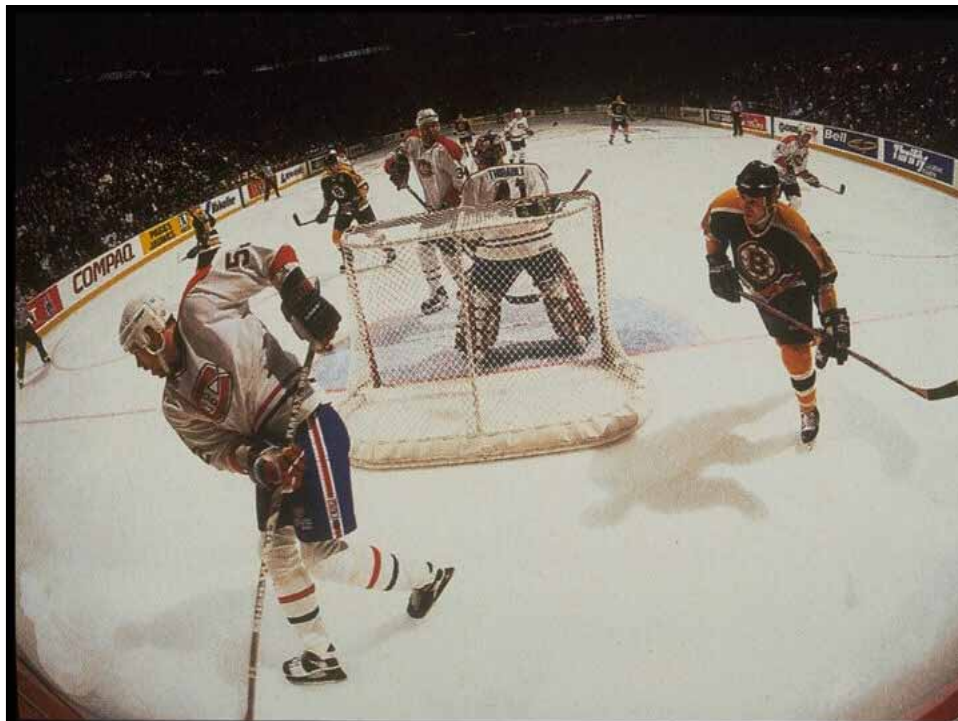
- 1-Calibration et vérification
- 2-TET dans le pharynx (œil de Murphy)
- 3-Si intubation difficile: air riche en CO_2 dans l'estomac (sphincter GE incompetent) et si TET esophagien ETCO_2 positif initialement
- 4-Hypoventilation: débit expiratoire < débit d'aspiration
- 5-Choisir le type de capnographe ou capnomètre
- 6-Mal interpréter le CO_2 expiré
- 7-Si TET endobronchique: ETCO_2 normal (15%), diminue (6%) et augmente (5%)
- 8-Tachypnée: cycle respiratoire > temps de réponse du capnographe (problème si > 30/min)

Capnographie et gradient AV PCO_2



Résumé: Rôle de la capnographie

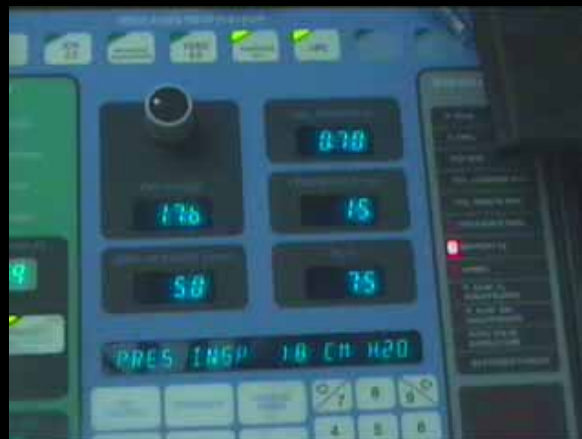
- A: « Airway » ou détecteur du le positionnement du TET
- B: « Breathing » ou détecte la présence d'une ventilation, sa fréquence, le type de ventilation, les anomalies V/Q, estime la PaCO₂ et la profondeur de l'anesthésie ou de la sédation
- C: Circulation sanguine pulmonaire et systémique: moniteur de débit cardiaque et des interventions hémodynamiques
- D: Diagnostique: MPOC, le CO₂ dans le circuit d'anesthésie (intrinsèque ou extrinsèque), fuite du ballonnet, fistule broncho-pleurale, extubation imminente, duotube pulmonaire
- E: Espérance de survie dans l'ARDS et arrêt cardiaque

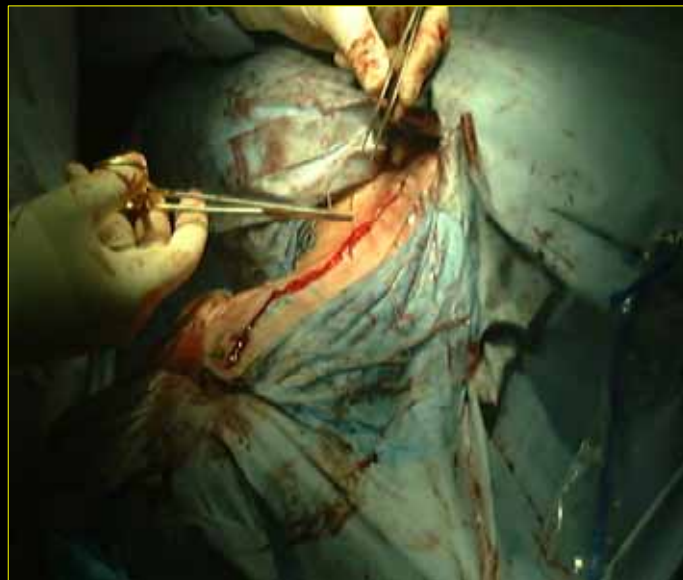
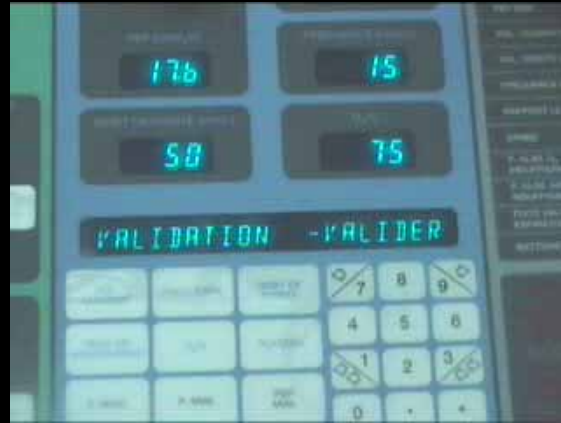


Évaluation

Déterminants de la taille du tracé







Paramedic