

Eléments d'Anesthésiologie Pour Etudiants en Médecine



Dre Catherine Blanc
Dr Arnaud Rey
Dr Yann Bögli
Dr Florian Pinardon

Service d'anesthésiologie
CHUV
Lausanne

Sommaire

1. Introduction, organisation et objectifs d'apprentissage, lectures conseillées.....	4
2. Définitions	6
3. Evaluation du patient pour une anesthésie	9
3.1 Evaluation et risques anesthésiques et chirurgicaux	9
3.1.1 Evaluation du risque cardio-vasculaire	10
a. Les facteurs de risque liés au patient	10
b. La tolérance à l'effort ou la capacité fonctionnelle	11
c. Le type de chirurgie.....	12
3.1.2 Evaluation respiratoire et intubation difficile.....	14
3.1.3 Evaluation du risque de broncho aspiration	16
3.1.4 Evaluation de l'hémostase.....	16
3.1.4 Conclusion de l'évaluation du patient	17
3.2. Complications anesthésiques.....	19
3.3 Prémédication, jeûne, traitement préopératoire	21
4. Pharmacologie et médicaments d'anesthésie	22
4.1. Agents inhalés ou volatiles.....	22
4.1.1 Pharmacodynamique et pharmacocinétique	22
4.1.2 Le concept de MAC	23
4.1.3 Effet des halogénés	24
4.2 Les agents intraveineux.....	25
4.2.1 Généralités	25
4.2.2 Le thiopental	26
4.2.3 Le propofol.....	26
4.2.3 L'etomidate	26
4.2.4 La kétamine.....	26
4.3. Les curares	27
4.3.1 Rappel de physiologie de la jonction neuromusculaire	27
4.3.2 Curare dépolarisant : la succinylcholine	28
4.3.3 Curares non-dépolarisants	28
4.3.4 Monitoring de la curarisation	29
4.3.5 Antagonisation du bloc neuromusculaire ou décurarisation.....	31
4.4 Les opiacés.....	33
4.4.1 Ordre de grandeur des dose équi-analgésique par voie intraveineuse.....	34
4.4.2 La naloxone.....	34
4.5. Les anesthésiques locaux (AL)	34
4.6 Les médicaments cardiovasculaires	36
4.6.1 L'atropine.....	36
4.6.2 L'éphédrine	36
4.6.3 La phényléphrine.....	36
4.6.4 La noradrénaline.....	37
4.6.5 La dobutamine.....	37
4.6.6 L'adrénaline	37
4.7 Médicaments utilisés pour la prévention et le traitement des nausées et vomissement post-opératoire.....	37
4.7.1 Rappel de la physiologie des nausées et vomissements	37
4.7.2 Pharmacologie.....	39
4.7.3 Evaluation du risque de survenue des nausées et vomissements post-opératoire.....	39
5. Matériel, monitoring, sécurité.....	40
5.1 Monitoring Philips ® utilisé au CHUV	40
5.2 Station d'anesthésie Perseus ® utilisée au CHUV	41
5.3 Plateau de médicament de base	41
5.4 Matériel pour les voies aériennes	42
5.4.1 Canule de Wendel	43
5.4.2 Canule de Guedel	43
5.4.3 Tube endotrachéal	44
5.4.4 Laryngoscope	45
5.4.5 Masque laryngé	47
5.5 Contrôles de sécurité :	48
5.5.1 Check-list réalisée au CHUV et affichée dans chaque salle.....	Erreur ! Signet non défini.
6. L'anesthésie	49

6.1. L'analgosédation	49
6.2. L'anesthésie générale	51
6.2.1 L'induction de l'anesthésie générale	51
6.2.1.1 La préoxygénation.....	51
6.2.1.2 L'injection des médicaments.....	54
6.2.1.3 La ventilation au masque.....	54
6.2.1.4 Le contrôle des voies aériennes.....	56
6.2.2 Le maintien de l'anesthésie	61
6.2.2.1 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « A ».....	61
6.2.2.2 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « B ».....	61
ANNEXE : base de la ventilation mécanique	61
ANNEXE : base d'interprétation de l'EtCO ₂ (End-tidal CO ₂ ou CO ₂ téléexpiratoire).....	63
6.2.2.3 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « C ».....	65
6.2.2.4 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « D » / neuro.....	65
ANNEXE : le BIS® (Index Bispectral)	65
6.2.2.5 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « E »	66
6.2.3 Le réveil	67
6.2.4 La salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI ou salle de réveil).....	68
6.3 L'anesthésie locorégionale.....	69
6.3.1 Physiologie.....	69
6.3.2 Monitoring	70
6.3.3 Complications et contre-indications à une anesthésie locorégionale	72
6.3.4 Exemples de blocs tronculaires et de plexus	74
6.3.5 Blocs de la paroi abdominale	77
6.3.6 La rachianesthésie	79
6.3.7 L'anesthésie péridurale	81
6.3.8 Différences entre anesthésie rachidienne et péridurale :	83
7. Fluides, électrolytes et transfusion.....	84
7.1 Fluides.....	84
7.1.1 Buts de le l'administration liquidienne peropératoire	84
7.1.2 Choix des liquides.....	85
7.1.3 Evaluation des besoins	85
7.2 Produits sanguins labiles	87
7.2.1 But de la transfusion de concentrés érythrocytaires.....	87
7.2.2 Règes de comptabilité transfusionnelle pour les concentrés érythrocytaires	88
7.2.3 Transfusion de plasma frais congelé et de plaquettes.....	88
7.3 Hémovigilance	89
8. Les principes de l'analgésie post-opératoire.....	91
8.1 Notion de pharmacologie des antalgiques non opioïdes	93
8.2 Notion de pharmacologie des opioïdes utilisés en antalgie post-opératoire.....	93
8.3 Exemple de prescription post-opératoire selon les protocoles du service	94
9. Annexes.....	97
Annexe 1 : Feuille d'anesthésie	97
Annexe 2 : Feuille de consentement	98
Annexe 3 : Objectifs théoriques	99
Annexe 4 : Log-book pour stagiaires de 6 ^{ème} année.....	100
Annexe 5 : Marche à suivre pour présentation de cas en fin de stage	102

1. Introduction, organisation et objectifs d'apprentissage, lectures conseillées

Bienvenue dans le service d'anesthésiologie !

Durant votre stage vous allez être « associés » à un assistant ou à un chef de clinique, dans un secteur de notre service, sous la responsabilité du médecin-cadre responsable du secteur.

Le cours-bloc est un stage essentiellement d'observation, alors que les étudiants de 6^{ème} année seront amenés à pratiquer des gestes techniques sous supervision tels que pose de voie veineuse périphérique, ventilation au masque facial et intubation orotrachéale entre autres.

Les horaires du stage sont semblables aux horaires des assistants et chefs de clinique du service. Ils varient légèrement selon le secteur auquel vous êtes attirés. Les secteurs accueillant les stagiaires sont :

- La chirurgie viscérale et urologie
- La neurochirurgie et l'ORL
- L'orthopédie et chirurgie plastique
- La maternité
- L'hôpital orthopédique
- Le secteur AIGU (garde et urgences)
- L'antalgie

Vous êtes également tenu de participer aux colloques organisés par le service, à savoir le colloque de formation post-gradué du jeudi matin à 7h et le colloque Morbidité et Mortalité du vendredi à 16h.

Un planning vous sera fourni le jour de votre accueil. Il vous sera attribué un secteur par mois de stage. Un passage par le secteur AIGU (y compris la garde de nuit) ou l'antalgie est possible pour les stagiaires de 6^{ème} année intéressés.

Les objectifs théoriques du stage sont identiques pour les cours blocs et les stagiaires de 6^{ème} année. Ils sont listés dans l'annexe 3. Les objectifs pratiques concernant les stagiaires de 6^{ème} année font l'objet d'un log-book (annexe 4).

L'évaluation du stage se fera soit par le médecin responsable des stages ou son remplaçant. Elle se pratiquera selon les modalités suivantes :

- En fin de stage et en présence de tous les stagiaires du service.
- Chaque étudiant devra faire une présentation, en 15 minutes, d'un patient qu'il aura suivi durant la semaine de stage.
- Un document (annexe 5) propose une trame pour la présentation de cas en fin de stage. Le médecin responsable de l'évaluation pourra questionner l'étudiant sur l'anesthésie en général et en se basant sur les objectifs d'apprentissage du stage, afin de s'assurer que ces objectifs sont atteints.

Ce fascicule constitue une lecture de références des connaissances en anesthésie pour les étudiants en médecine de 4^{ème} comme de 6^{ème} année.

Autres lectures conseillées :

- Site intranet du service d'anesthésiologie : <https://tribu.chuv.ch/communauté?community=Anesthésiologie> , ou vous trouverez les recommandations de pratique et guidelines en vigueur dans notre service.
- Le « Manuel pratique d'anesthésie » E. Albrecht, J-P. Haberer, E. Buchser, V. Moret. Masson, 2020 ? : <https://www.sciencedirect.com/book/9782294731891/manuel-pratique-danesthesie> En libre accès avec le lien ci-dessus depuis les postes du CHUV. Un manuel d'anesthésie rédigé essentiellement par des anesthésistes du CHUV.
- <https://www.bjaed.org> Le site du British Journal of Anaesthesia Education. De nombreux articles de synthèse sur à peu près tous les sujets d'anesthésie. Egalement en libre accès depuis les postes du CHUV ou de l'UNIL.
- Swiss Society for Anesthesia and Perioperative Medicine (anciennement Société Suisse d'Anesthésie et Réanimation) <https://ssapm.ch/fr/>
- Société française d'anesthésie et de réanimation : www.sfar.org
- European Society of Anaesthesiologists : www.euroanesthesia.org
- American Society of Anesthesiologists : www.asahq.org
- Le Précis d'Anesthésie Cardiaque 5 : <https://www.pac5.ch/> pour tout savoir sur la physiologie cardio-vasculaire, la physiopathologie cardio-vasculaires, la pharmacologie cardio-vasculaire et l'anesthésie pour la chirurgie cardiaque. Site incroyable en très grande partie fait par des lausannois !

2. Définitions

Qu'est-ce qu'une anesthésie ?

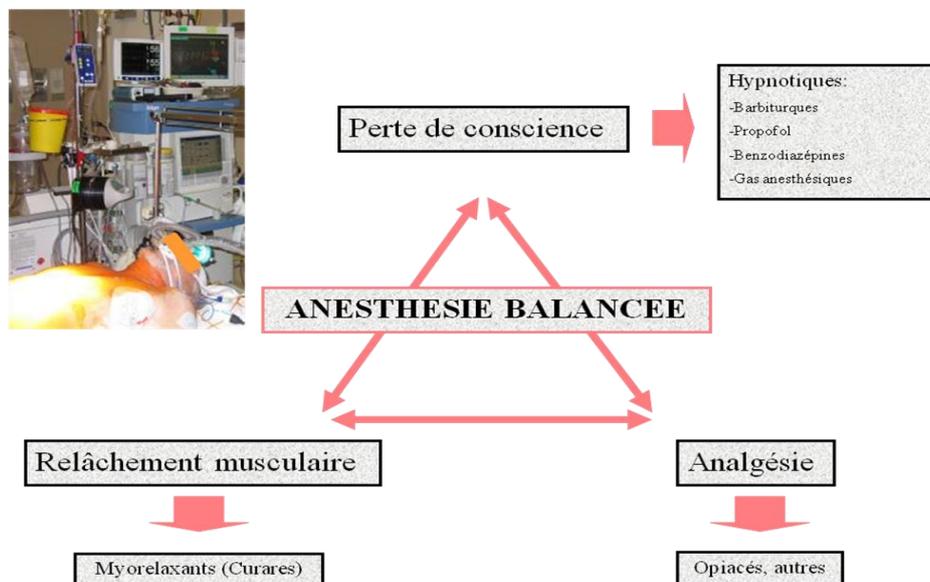
Le mot **anesthésie** provient du grec (αἰσθησις : faculté de percevoir par les sens). L'anesthésie peut viser un membre, une région ou l'organisme entier (anesthésie générale). L'anesthésie est la suppression des sensations (et en particulier la sensation de douleur).

Qu'est-ce qu'une anesthésie générale ?

L'anesthésie générale est un acte médical dont l'objectif principal est la suspension temporaire et réversible de la conscience et de la sensibilité douloureuse, obtenue à l'aide de médicaments administrés par voie intraveineuse et/ou inhalatoire. Elle a pour objectif de permettre et faciliter les actes chirurgicaux sans préjudice pour le patient.

De plus, l'agression chirurgicale de l'organisme induit des réponses de stress impliquant le système nerveux autonome-neurovégétatif, des réponses endocriniennes (axe hypothalamo-hypophysaire, résistance à l'insuline), inflammatoires et immunitaires. Ces réactions face à l'agression chirurgicale seront proportionnelles à l'intensité, la sévérité et la durée de l'agression chirurgicale. L'anesthésie a également pour but de minimiser la réponse au stress chirurgical et ses conséquences.

De nos jours, l'anesthésie est dite « balancée », à l'aide de trois classes de médicaments (hypnotiques, antalgiques et myorelaxants). En administrant ces médicaments, le patient présentera une perte de conscience et une amnésie, bénéficiera d'une analgésie et la plupart du temps un relâchement musculaire qui l'empêchera de bouger et de respirer par lui-même.



Qu'est-ce qu'une anesthésie locorégionale ?

L'anesthésie locorégionale (ALR) a l'avantage d'interrompre transitoirement la transmission des influx nociceptifs d'une partie du corps, tout en préservant l'état de conscience. La respiration et les réflexes de protection des voies aériennes sont maintenus. On l'accompagne parfois d'une sédation afin d'assurer un confort supplémentaire et une anxiolyse, par exemple à l'aide d'une benzodiazépine (midazolam par exemple), d'un hypnotique à faible dose (propofol, dexmédétomidine) ou encore d'un opiacés (par exemple le remifentanyl). Les médicaments utilisés pour l'anesthésie locorégionale sont des anesthésiques locaux, associés ou non à des adjuvants (par exemple opiacés, clonidine, dexaméthasone)

Quel type d'anesthésie choisir ?

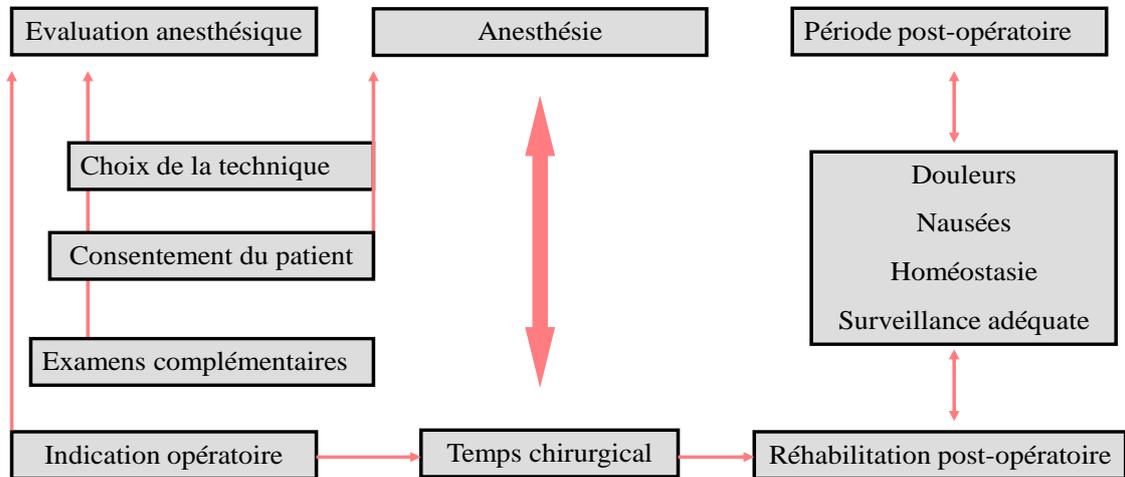
L'anesthésie générale et l'anesthésie locale (AL) ou locorégionale (ALR) peuvent se combiner en fonction de nombreux paramètres qu'il est difficile de détailler de manière exhaustive. Le tableau suivant offre un aperçu de comment anesthésie générale et anesthésie locale ou locorégionale peuvent se combiner à la lumière de quelques exemples.

Les « 3 composants » de l'anesthésie	Antalgie		Hypnose		Curarisation
	Opiacés	AL ou ALR	Anesthésie générale	Sédation	
1) AG « standard »	+	+/-	+	-	+/-
2) Anesthésie dite « combinée »	+	+	+	-	+/-
3) AL ou ALR pure	-	+	-	-	-
4) AL ou ALR avec sédation	+/-	+	-	+	-
5) Sédation pure	+/-	-	-	+	-

Par exemple :

- 1) Une cholécystectomie est réalisée en AG « standard ». Le chirurgien peut infiltrer les sites de trocarts avec de l'anesthésie locale en plus.
- 2) Une laparotomie xipho-pubienne est réalisée sous anesthésie combinée, car elle se réalise sous AG avec en plus une péridurale thoracique.
- 3) Une pose de pacemaker peut se réaliser en anesthésie locale pure, avec le chirurgien qui infiltre le site d'implantation du pacemaker. Une césarienne peut se réaliser sous rachianesthésie seule.
- 4) Un anesthésiste peut administrer en plus une sédation pour le confort du patient lors de la pose du pacemaker sous anesthésie locale. Une rachianesthésie pour une opération orthopédique aux membres inférieurs peut être complétée par une sédation pour le confort du patient.
- 5) Pour certains actes tels que les endoscopies digestives simples, seul des médicaments sédatifs (parfois complétés par des opiacés) sont administrés. Il n'y a dans ce cas précis par exemple pas de possibilité de réaliser une AL ou une ALR.

La prise en charge anesthésique:



Écritures et documents légaux :

Tout acte anesthésique est dûment consigné sur **la feuille d'anesthésie** (Annexe 1). Cela comprend hormis l'identité du patient et les heures de l'anesthésie et de l'intervention chirurgicale, le nom du ou des anesthésistes (médecin et infirmières) responsables, de la technique utilisée, de l'équipement et du monitoring installés, des médicaments administrés et des signes vitaux mesurés en permanence durant toute l'intervention, ainsi que des complications survenues s'il y a lieu.

C'est un document médico-légal qui se doit d'être le plus complet et le plus lisible possible ! Cette feuille sera prochainement intégralement informatisée.

3. Evaluation du patient pour une anesthésie

3.1 Evaluation et risques anesthésiques et chirurgicaux

L'objectif de l'évaluation préopératoire anesthésique d'un patient est de :

- Déceler des pathologies qui pourraient interférer avec l'intervention et en augmenter les risques
- Offrir au patient une préparation et une protection optimales en vue de diminuer les risques opératoires.

Ce bilan, parfois associé à des examens complémentaires, permet à l'anesthésiste d'évaluer le risque anesthésique, de choisir la technique anesthésique la plus appropriée, et d'informer le patient de la stratégie anesthésique peropératoire et d'en obtenir le consentement, au même titre que le consentement chirurgical. Elle a lieu idéalement 7-10 jours avant l'intervention, au plus tard le jour opératoire.

La consultation anesthésique préopératoire est un des éléments primordiaux de la sécurité en anesthésie

La première des informations à comprendre est la nature de l'acte (chirurgical, endoscopique, interventionnel, diagnostic) dont le patient va bénéficier.

- Voie d'abord (ouverte, par exemple laparotomie, versus minimalement invasive, par exemple laparoscopie)
- Différents temps opératoires
- Durée de l'opération
- Positionnement du patient pendant l'acte
- Risques associés à la procédure (notamment hémorragiques)

Une autre information capitale est de comprendre l'indication et le contexte de l'acte qui justifie une prise en charge anesthésiologique. Par exemple :

- Sigmoidectomie laparoscopique pour un adénocarcinome colique diagnostiqué après une colonoscopie de dépistage.
- Cure de hernie discale lombaire L4-L5 hyperalgique avec échec du traitement conservateur.
- Laparotomie de « second-look » à J2 d'une résection grêle en urgence pour volvulus.

On s'intéresse ensuite au patient :

- Etude du dossier médical :
 - Antécédents médicaux, chirurgicaux et anesthésiques
 - Anamnèse et examen clinique orientés
 - Médicaments, allergies, habitudes
 - Recherche de pathologie ayant des implications importantes pour la prise en charge péri-opératoire
 - Recherche anamnétique de la tolérance à l'effort
 - Examens cliniques ciblés, cardio-pulmonaire, rénal, hépatique
 - Évaluation des voies aériennes supérieures
- Examens et/ou évaluations spécialisées complémentaires à disposition et à prévoir
- Evaluation du score ASA, lié au risque de mortalité péri-opératoire
- Établissement de la stratégie anesthésique
- Information et obtention du consentement éclairé du patient

Toute maladie n'interagit pas forcément avec l'anesthésie. Les systèmes suivants nous intéressent particulièrement :

- Le système cardio-vasculaire et les facteurs de risque cardio-vasculaires
- Le système respiratoire et la recherche d'une potentielle difficulté de ventilation et/ou d'intubation
- Le système nerveux central et périphérique
- Les systèmes hépatiques et rénaux (métabolisme et excrétion des médicaments)
- Toutes maladies ou syndromes pouvant interférer avec les grands systèmes (maladie métabolique, musculaire, endocriniennes, etc...)

3.1.1 Evaluation du risque cardio-vasculaire

Les facteurs de risque cardio-vasculaires associés à un risque de complications cardiaques peropératoires sont basés sur trois éléments : a. les facteurs de risque liés au patient, b. sa capacité fonctionnelle et c. le type de chirurgie.

a. Les facteurs de risque liés au patient

Ils sont classiquement divisés en 3 catégories, cf tableau ci-dessous :

- risque mineur : simple probabilité de terrain favorable au développement d'une coronaropathie
- risque intermédiaire : maladie coronarienne stable sous traitement médical, insuffisance cardiaque stable, insuffisance rénale, diabète de type I
- risque majeur : cardiopathie instable

Tableau : Facteurs de risque liés au patient.

Entre parenthèse le pourcentage de risque de complication cardiaque.

Evènement coronarien= infarctus, nouvel angor, modification d'un ancien angor, dilatation, stent, pontages aorto-coronariens.

Prédicteurs mineurs : (0.7%)	<ul style="list-style-type: none"> - Revascularisation coronarienne et/ou infarctus de > 3 mois sans complication - Rythme non sinusal, BBG - Hypertrophie ventriculaire G - HTA non contrôlée - Syndrome métabolique - AVC>3 mois - Polyartériopathie - Tabagisme - Âge avancé - Anamnèse familiale positive
Prédicteurs intermédiaires (2-6%)	<ul style="list-style-type: none"> - Évènement coronarien > 6 semaines et < 3 mois sans complication, > 3mois avec complications - Angor stable I-II - Revascularisation entre 6 semaines et 3 mois, sauf stent actif - Épisode documenté d'ancienne ischémie ; patient asymptomatique avec traitement médical optimal - Ischémie silencieuse - Insuffisance cardiaque compensée - Valvulopathie compensée - Diabète de type I (glycémie > 11 mmol/l) - Insuffisance rénale (créatinine > 200 µmol/l) - AVC entre 6 semaines et 3 mois - Âge avancé

Risques majeurs : (9-20%)	<ul style="list-style-type: none"> - Événement coronarien ou revascularisation < 6 semaines - Stent actif < 12 mois - Angor instable (III-IV) - Nouvel angor ou changement de symptomatologie - Angor résiduel après infarctus ou revascularisation - Arythmie maligne - Valvulopathie décompensée ou sténose aortique symptomatique - Insuffisance cardiaque congestive
------------------------------	--

Un autre index de risque permettant d'estimer le risque de complication cardiaque peropératoire est le score de Lee.

Tableau : index de risque cardiaque selon Lee (Lee. Circulation 1999 ; 100 : 1043-9)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Chirurgie à risque majeur 2. Ischémie myocardique active: <ul style="list-style-type: none"> - infarctus ou revascularisation anamnestique - onde Q sur l'ECG - test d'effort positif - angor clinique - utilisation de dérivés nitrés 3. Insuffisance cardiaque: <ul style="list-style-type: none"> - anamnèse d'insuffisance congestive ou d'OAP - dyspnée à < 4 MET - orthopnée - râles de stase, galop (B3), redistribution vasculaire 4. Troubles neurologiques; anamnèse d'AVC ou d'AIT 5. Diabète insulino-requérant 6. Insuffisance rénale: créatininémie > 200 µmol/l

Nombre de facteurs de risque	Risque de complication cardiaque
0	0.5%
1	1.3%
2	4.0%
≥ 3	9.0%

OAP: oedème aigu du poumon. MET: équivalent métabolique; < 4 MET correspond à un étage d'escalier. AVC: accident vasculaire cérébral. AIT: accident ischémique transitoire

b. La tolérance à l'effort ou la capacité fonctionnelle

La tolérance à l'effort du patient est un marqueur de la réserve fonctionnelle du patient, qui intègre les fonctions cardiaques et pulmonaire. Elle est évaluée par la dépense énergétique nécessaire à l'accomplissement de diverses activités et évaluée en équivalent métaboliques (Duke activity status index). On considère un patient avec une bonne tolérance à l'effort si > 4-5 MET, et un patient avec un risque cardiaque augmenté si < 4 MET.

Tableau : Marqueur de la réserve du myocarde et de sa capacité fonctionnelle, mesurée en équivalent métabolique. Duke activity status index.

1 MET = consommation O₂ au repos d'un homme de 40 ans et 70 kg = 3.5 ml O₂ / kg / min	
1 - 4 MET	Activité de ménage Marche sur chemin plat, 500 m, max 4km/h
5 - 9 MET	Marche en montant ≥ 2 étages d'escaliers Travail lourd en position assise
> 9 MET	Sports modérés (natation, trekking, golf) Sports intensifs (tennis, cyclisme, course, escalade de rocher) Travail physique intense (travailleur de construction, abattage de bois)

c. Le type de chirurgie

Les risques cardio-vasculaires peropératoires dépendent aussi du type de chirurgie, de la durée opératoire, de l'urgence et des changements hémodynamiques associés.

Les types de chirurgie sont divisés en trois groupes selon leurs risques de complications cardio-vasculaires peropératoires : risque mineur, intermédiaire ou majeur.

Table 3 Surgical risk estimate according to type of surgery or intervention^{a,b}

Low-risk: < 1%	Intermediate-risk: 1-5%	High-risk: > 5%
<ul style="list-style-type: none">• Superficial surgery• Breast• Dental• Endocrine: thyroid• Eye• Reconstructive• Carotid asymptomatic (CEA or CAS)• Gynaecology: minor• Orthopaedic: minor (meniscectomy)• Urological: minor (transurethral resection of the prostate)	<ul style="list-style-type: none">• Intra-peritoneal: splenectomy, hiatal hernia repair, cholecystectomy• Carotid symptomatic (CEA or CAS)• Peripheral arterial angioplasty• Endovascular aneurysm repair• Head and neck surgery• Neurological or orthopaedic: major (hip and spine surgery)• Urological or gynaecological: major• Renal transplant• Intra-thoracic: non-major	<ul style="list-style-type: none">• Aortic and major vascular surgery• Open lower limb revascularization or amputation or thromboembolism• Duodeno-pancreatic surgery• Liver resection, bile duct surgery• Oesophagectomy• Repair of perforated bowel• Adrenal resection• Total cystectomy• Pneumonectomy• Pulmonary or liver transplant

CAS = carotid artery stenting; CEA = carotid endarterectomy.

^aSurgical risk estimate is a broad approximation of 30-day risk of cardiovascular death and myocardial infarction that takes into account only the specific surgical intervention, without considering the patient's comorbidities.

^bAdapted from Glance *et al.*¹¹

Tableau : Risques opératoires cardio-vasculaires selon le type de chirurgie

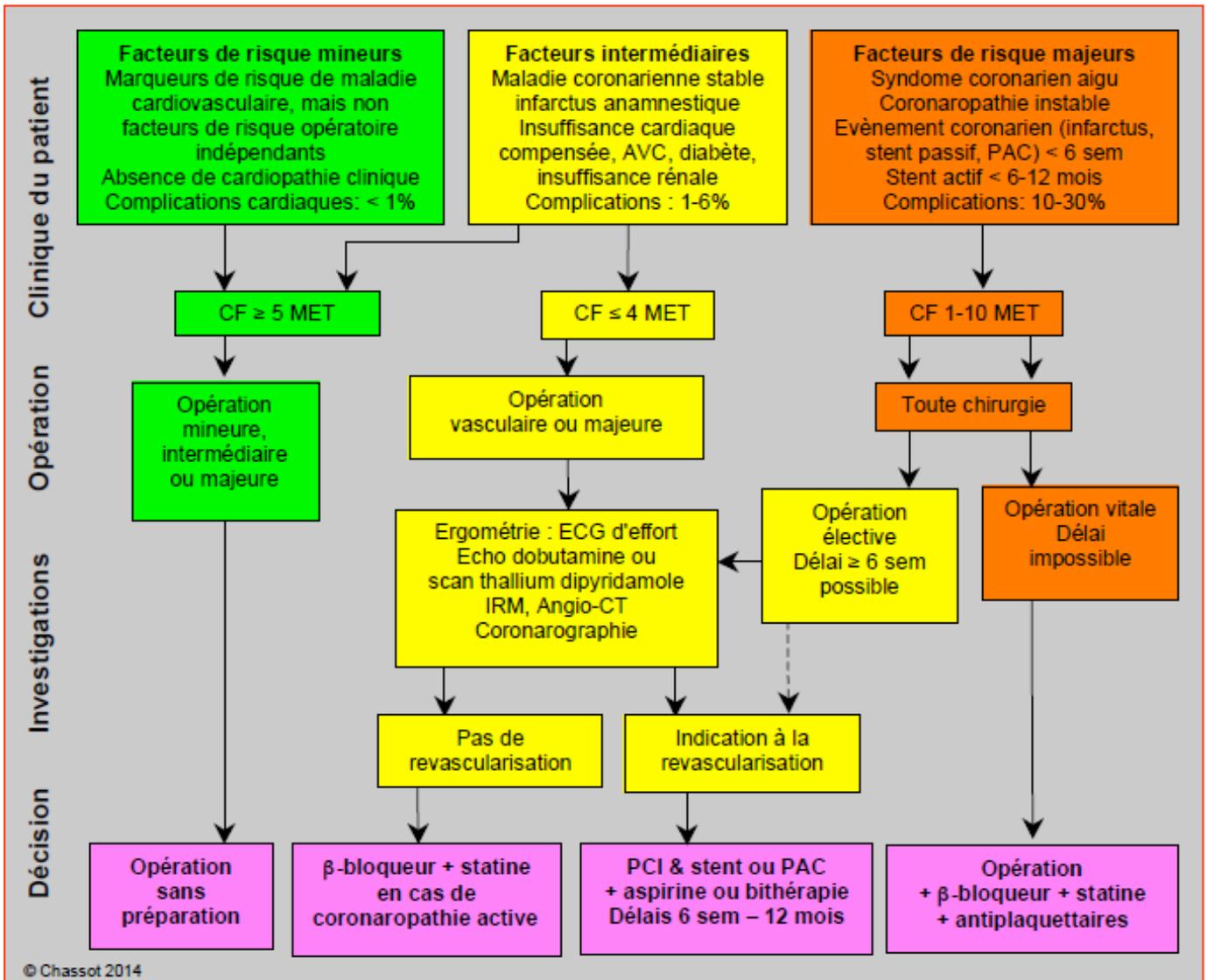
ESC/ESA Guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for non cardiac surgery.

European Heart Journal 2014; 35:2383-2431

Examens cardiaques complémentaires :

Après l'évaluation des facteurs de risque cardiovasculaires, de la tolérance à l'effort du patient et du type de chirurgie envisagée, la question est de savoir si le patient est suffisamment bien traité et suffisamment en forme pour subir la chirurgie planifiée.

Le tableau ci-dessous, adapté des guidelines 2014 du collège américain des cardiologues (*ACC/AHA 2014 Guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for non cardiac surgery*), et du Précis d'anesthésie cardiaque nous permettent de prescrire les examens complémentaires, d'optimiser la prise en charge médicale et de décider ou non de reporter voire d'annuler l'intervention si les risques cardiaques sont trop importants. A noter que ce tableau concerne uniquement les patients devant bénéficier d'une chirurgie non cardiaque.



3.1.2 Evaluation respiratoire et intubation difficile

Durant une anesthésie générale, la capacité du patient à respirer de lui-même est diminuée (anesthésie générale en ventilation spontanée) voire abolie (anesthésie générale avec intubation et curarisation).

L'état respiratoire du patient doit faire l'objet d'une attention particulière.

Les questions à se poser sont :

- Existe-t-il une pathologie respiratoire connue aigue (pneumonie, crise d'asthme, infection des voies aériennes supérieures) ou chronique (syndrome d'apnée du sommeil (SAOS), BPCO, tabagisme, syndrome restrictif, épanchement pleural, maladie neuromusculaire avec répercussions respiratoires) ?
- En cas de pathologie préexistante, est-ce que la situation respiratoire peut-être optimisée avant la prise en charge anesthésiologique (attente de la guérison d'une infection, sevrage du tabac, physiothérapie respiratoire, optimisation d'un traitement bronchodilatateur) ?
- Le patient est-il susceptible de nécessiter une surveillance ou un support respiratoire en post-opératoire (oxymétrie et oxygénothérapie en cas de SAOS non appareillé, physiothérapie intensive, ventilation non-invasive voire poursuite d'une ventilation mécanique invasive aux soins intensifs) ?

L'évaluation respiratoire se base essentiellement sur la sémiologie: présence de dyspnée, de toux, d'expectorations, auscultation pulmonaire. L'imagerie thoracique (radiographie et scanner) et les épreuves fonctionnelles respiratoires, bien que rarement effectuée en dehors d'une chirurgie thoracique, peuvent compléter le bilan.

Le SAOS est une pathologie importante pour l'anesthésiste, qui est parfois le premier à la dépister. En effet le SAOS est associé à la survenue de complications respiratoires peropératoires qui peuvent être majeures : ventilation au masque difficile, intubation difficile, obstruction des voies aériennes au réveil, risque majoré d'apnée et d'hypoxémie après administration d'opiacés. Lors de la consultation pré-anesthésique le score STOP-BANG permet d'évaluer le risque de SAOS.

TABLEAU 1 : Le Questionnaire STOP-BANG²²

Ronflement (<i>Snoring</i>)	Ronflez-vous plus fort que lorsque vous parlez ou suffisamment fort pour être entendu dans une autre pièce ?
Fatigue (<i>Tired</i>)	Est-ce que vous vous sentez souvent fatigué/somnolent pendant la journée ?
Apnée observée (<i>Observed apnea</i>)	Est-ce que quelqu'un a observé que vous vous arrêtez de respirer pendant votre sommeil ?
Tension (<i>Pressure</i>)	Avez-vous déjà été traité pour l'hypertension ?
Indice de masse corporelle (IMC) (<i>Body mass index</i>)	Est-ce que votre IMC est > 35 kg/m ² ?
Âge (<i>Age</i>)	Avez-vous > 50 an ?
Circonférence du cou (<i>Neck circumference</i>)	Est-ce que votre cou a une circonférence > 40 cm ?
Sexe (<i>Gender</i>)	Êtes-vous un homme ?
SCORE	≥ 3 réponses « oui » = POSITIF, risque élevé d'AOS

Chez les patients présentant une situation respiratoire précaire la question d'une anesthésie locorégionale seule doit se poser.

Durant l'anesthésie générale, le patient va être ventilé à l'aide d'un respirateur. La plupart du temps ceci se fait via un tube qui peut être oro- ou nasotrachéale et qui est mis en place en faisant ce qu'on appelle l'intubation. L'incapacité de ventiler et de placer ce tube dans la trachée du patient peut devenir une situation catastrophique pouvant mener au décès du patient. Cette situation gravissime est encore une des causes anesthésiologiques de décès de nos jours. De nombreuses sociétés savantes d'anesthésie proposent des algorithmes de prise en charge des voies aériennes difficiles. En Suisse romande les algorithmes de la Fondation Latine des Voies Aériennes (FLAVA) font autorité (cf chapitre 6.2.1.4).

L'examen physique du patient peut révéler des facteurs de risque de ventilation et/ou d'intubation difficiles, listés ci-dessous.

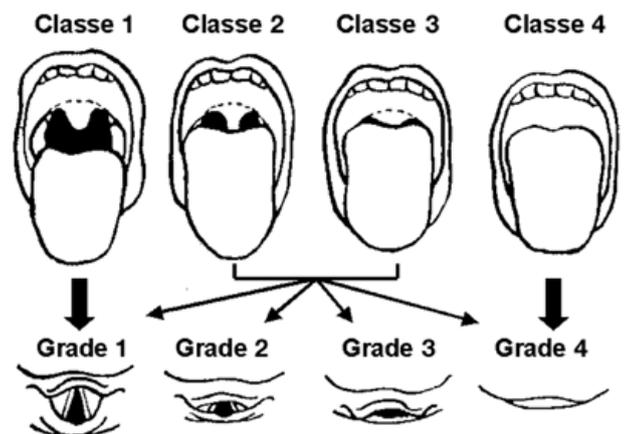
Ventilation difficile	Intubation difficile
Barbe	Raideur de nuque
Obésité	Pro- et rétrognatisme
Grand âge	Ouverture de bouche < 35 mm
Ronchopathie	Distance thyro-mentonnaire < 50 mm
Absence de dent	Mallampati ≥ 2
Radiothérapie au niveau du visage/cou	Obésité, SAOS
	Macroglossie, incisives proéminentes
	Antécédents d'intubation difficile
	Antécédents de chirurgie du larynx
	Radiothérapie du visage/ cou

Lors de la consultation anesthésique l'ouverture de la bouche, la distance thyro-mentonnaire et le score de Mallampati sont évalués et notifiés, ainsi que tout autre problème lié à une potentielle intubation difficile.

L'état dentaire (y compris la présence de prothèse) fait l'objet d'un examen, car il peut avoir une influence sur la difficulté d'intubation. De plus les lésions dentaires sont une complication possible de la laryngoscopie. Les prothèses dentaires doivent être enlevées avant l'anesthésie.

Classe de Mallampati associé au grade laryngé selon Mc Cormack-Lehan.

Intubation oro-trachéale et vision de la glotte





3.1.3 Evaluation du risque de broncho aspiration

Une fois l'anesthésie générale induite, le patient perd les réflexes de protection des voies aériennes supérieures (déglutition, fermeture glottique, toux). En cas de présence de contenu gastrique important (le terme consacré est « estomac plein ») et de régurgitation, le contenu gastrique est susceptible d'entrer dans les voies aériennes inférieures. On parle de bronchoaspiration. Il s'agit d'une complication rare mais redoutée de l'anesthésie, pouvant mener au décès du patient. L'évaluation du risque d'aspiration fait partie de l'évaluation pré-anesthésique et change la prise en charge peropératoire et détermine notamment la manière de sécuriser les voies aériennes (cf chapitre 6.2.1.4 induction à séquence rapide). Les facteurs suivants mettent le patient à risque d'être « estomac plein » et doivent être identifiés.

- Dernier repas solide dans les 6 heures et dernière prise de liquide claire dans les 2 heures (voir ci-après jeûne préopératoire)
- Toute prise en charge en urgence, particulièrement les urgences digestives (iléus, péritonite, appendicite)
- Risque de gastro parésie : opiacés au long cours, diabète, insuffisance rénale
- Pathologie œsophagienne connue : reflux gastro-œsophagien, hernie hiatale, cancer œsophagien
- Pathologie neurologique aiguë (hypertension intracrânienne par exemple) ou chronique (troubles de la déglutition, AVC)
- Grossesse dès la 12-14^{ème} semaine d'aménorrhée

3.1.4 Evaluation de l'hémostase

Avant toute prise en charge chirurgicale ou anesthésiologique on doit s'assurer de l'absence d'anomalie de la coagulation. Ceci est d'importance capitale en particulier en cas d'anesthésie neuraxiale (péridurale, rachianesthésie) où la formation d'un hématome peut avoir des conséquences gravissimes.

On s'assure d'absence d'anomalie de l'hémostase essentiellement par l'interrogation du patient.

- Antécédents d'hémorragie après intervention chirurgicale (extraction dentaire, accouchement)
- Saignements spontanés : épistaxis, hématurie, hématomes, ménorragies importantes
- Anamnèse familiale de troubles de l'hémostase
- Comorbidités favorisant coagulopathie (insuffisance hépatique, insuffisance rénale, hémopathies)

Là encore un interrogatoire structuré et un score (par exemple HEMSTOP) permettent d'évaluer la présence potentielle d'une diathèse hémorragique.

Table 1 HEMSTOP Questionnaire

1. Have you ever consulted a doctor or received treatment for prolonged or unusual bleeding (such as nosebleeds, minor wounds)?
 2. Do you experience bruises/hematomas larger than 2 cm without trauma or severe bruising after minor trauma?
 3. After a tooth extraction, have you ever experienced prolonged bleeding requiring medical/dental consultation?
 4. Have you experienced excessive bleeding during or after surgery?
 5. Is there anyone in your family who suffers from a coagulation disease (such as hemophilia, von Willebrand disease, etc.)?
- For females:
6. Have you ever consulted a doctor or received a treatment for heavy or prolonged menstrual periods (contraceptive pill, iron, etc.)?
 7. Did you experience prolonged or excessive bleeding after delivery?

HEMSTOP = Hematoma, hEmorrhage, Menorrhagia, Surgery, Tooth extraction, Obstetrics, Parents

L'anamnèse médicamenteuse est également capitale, notamment avec la multiplication des traitements à but antiplaquettaire (aspirine, clopidogrel, ticagrelor) ou anticoagulant (anti vitamine K, nouveaux anticoagulants oraux). L'indication au traitement devra être clairement identifiée. La gestion de ces traitements durant la période peropératoire est complexe et fait l'objet de nombreuses recommandations (sociétés savantes et recommandations institutionnelles). Plusieurs cas de figure sont possibles. Ces traitements peuvent :

- Etre poursuivis (c'est le cas généralement de l'aspirine)
- Etre interrompus dans un délai qui varie selon la molécule
- Faire l'objet d'un relai avec une molécule à durée d'action plus brève ou moins puissante (par exemple arrêt de l'anti-vitamine K quelque jours avant l'intervention et relai par une héparine qui sera arrêtée quelques heures avant l'intervention ou changement du clopidogrel pour l'aspirine pour la période peropératoire)
- Parfois être antagonisés activement (par exemple en cas d'hémorragie active sous traitement anticoagulant)

3.1.4 Conclusion de l'évaluation du patient

Après les évaluations cardiaque, respiratoire et la recherche de difficulté d'intubation, vous devez rechercher toutes autres maladies pouvant interférer avec une anesthésie générale ou locorégionale, ainsi que les habitudes du patient telles que la médication habituelle, les allergies, le tabagisme et la consommation d'alcool ou de substances illicites.

Fort de tous ces renseignements, dûment consignés sur le formulaire de consultation, un score ASA (Tableau 1) correspondant à l'état de réserve fonctionnelle du patient est établi, permettant d'évaluer le risque de mortalité péri-opératoire de chaque patient (Tableau 2).

Tableau 1 : définition du score ASA

I	Patient en bonne santé
II	Patient avec maladie systémique peu sévère et bien contrôlée
III	Patient avec maladie(s) systémique(s) sévère(s) induisant une incapacité fonctionnelle
IV	Patient avec maladie(s) systémique(s) sévère(s) qui menace en permanence sa vie
V	Patient moribond qui a peu de chance de survie avec ou sans opération
VI	Donneur d'organes

Tableau 2 : Mortalité péri-opératoire en fonction du score ASA

ASA	Mortalité péri-opératoire
I	0.06-0.08%
II	0.3-0.4%
III	2-4%
IV	8-23%
V	10-50%

Exemple de classification ASA :

- ASA 1 : sans aucune comorbidité, non-fumeur
- ASA 2 : HTA traitée asymptomatique sans complication d'organe, diabète de type II bien contrôlé, obésité modérée, tabagisme
- ASA 3 : cardiopathie compensée, BPCO non oxygène-dépendante, insuffisance rénale chronique dialysée
- ASA 4 : BPCO décompensé ou dépendant de l'oxygène, insuffisance cardiaque décompensée, évènement cardio-vasculaire datant de moins de 3 mois
- ASA 5 : dysfonction multi organique sur perforation digestive, anévrisme aorte abdominale rompu, hémorragie intracrânienne avec effet de masse
- ASA 6 : patient déclaré en mort cérébrale pris au bloc opératoire un prélèvement de ses organes

3.2. Complications anesthésiques

Avec les progrès des techniques anesthésiques, de la pharmacologie et des moyens de surveillance des fonctions des patients, les complications graves dues à une anesthésie restent extrêmement rares, comme le montre le tableau ci-dessous, tiré d'un document à l'attention des patients publié par le Royal College of Anaesthetists.

Common events and risks in anaesthesia

This summary card shows the common events and risks that healthy adult patients of normal weight face when having a general anaesthetic for routine surgery (specialist surgeries may carry different risks).

Modern anaesthetics are very safe. There are some common side effects from the anaesthetic drugs or equipment used which are usually not serious or long lasting. Risk will vary between individuals and will depend on the procedure and anaesthetic technique used. Your anaesthetist will discuss with you the risks that they believe to be more significant for you. You should also discuss with them anything you feel is important to you.

There are other less common risks that your anaesthetist will not normally discuss routinely unless they believe you are at higher risk. These have not been shown on this card.



VERY COMMON – MORE THAN 1 IN 10
Equivalent to one person in your family



Sickness



Shivering



Thirst*



Sore throat



Bruising



Temporary memory loss (mainly in over 60s)



COMMON – BETWEEN 1 IN 10 AND 1 IN 100
Equivalent to one person in a street



Pain at the injection site*



Minor lip or tongue injury



UNCOMMON – BETWEEN 1 IN 100 AND 1 IN 1,000
Equivalent to one person in a village



Minor nerve injury



RARE – BETWEEN 1 IN 1,000 AND 1 IN 10,000
Equivalent to one person in a small town



1 in 1,000
Peripheral nerve damage that is permanent



1 in 2,800
Corneal abrasion (scratch on eye)



1 in 4,500
Damage to teeth requiring treatment



1 in 10,000
Anaphylaxis (severe allergic reaction to a drug)



VERY RARE – 1 IN 10,000 TO 1 IN 100,000 OR MORE
Equivalent to one person in a large town



The risks we all take in normal life, such as road travel, are actually far higher than the risks below.



1 in 20,000

Awareness during an anaesthetic



1 in 100,000
Loss of vision



1 in 100,000
Death as a direct result of anaesthesia

More information on these risks and how to prepare for surgery can be found on our website here: www.rcoa.ac.uk/patientinfo/risks/risk-leaflets

*The first Sprint National Anaesthesia Project (SNAP-1) Study. Br J Anaesth 2016 [https://academic.oup.com/bja/article/117/6/758/267124].

RCoA
Royal College of Anaesthetists

Churchill House, 35 Red Lion Square, London WC1R 4SG
020 7092 1500 | patientinformation@rcoa.ac.uk | www.rcoa.ac.uk/patientinfo
@RCoANews f RoyalCollegeofAnaesthetists



September 2019

Cependant, les risques de complications associées à un décès restent présents et sont liés notamment aux facteurs suivants :

- Ventilation difficile / impossible
- Intubation difficile / impossible
- Choc anaphylactique
- Arrêt cardio-respiratoire

Il est dès lors capital pour un anesthésiste d'être capable de réagir immédiatement et efficacement dans une telle situation !

L'apprentissage des algorithmes de prise en charge des complications graves fait partie intégrante de la formation de l'anesthésiste, par des cours, entraînement sur simulateur, ateliers de formation, supervision, etc... De plus, l'apport d'un monitoring adéquat, de la vigilance de chacun, de l'anticipation, de l'établissement de protocoles et d'algorithmes, et de la connaissance du matériel permettent de réduire les risques d'incidents, simples ou graves. Les rapports d'incidents, le débriefing et les colloques morbidité et mortalité permettent d'apprendre de ces cas, qu'ils soient liés à des erreurs humaines ou de problèmes d'équipement.

Les risques inhérents liés à l'anesthésie, hormis le décès, sont les suivants :

- Lésions dentaires et de tout l'arbre trachéo-bronchique dues à la ventilation et à l'intubation
- Les lésions veineuses et artérielles, y compris les infections
- Les lésions cutanées et neurologiques dues à une mauvaise position du patient
- Les lésions neurologiques dues à une anesthésie locorégionale
- Le réveil pendant l'anesthésie (on parle d'« awareness »)
- Les risques liés à une transfusion de produits sanguins
- Les risques d'allergie aux produits utilisés
- Les erreurs de médicaments et en général les erreurs humaines
- Les risques de bronchoaspiration
- Les problèmes de dysfonction de matériel ou de mauvaise utilisation

Les complications liées à l'anesthésie dans la période post opératoire :

- Les nausées et vomissements post-opératoires (PONV)
- La douleur post-opératoire
- La rétention urinaire

Ces risques et complications, bien que peu fréquent, doivent être expliqués au patient lors de la consultation pré-anesthésique. L'obtention du consentement éclairé du patient ou de son représentant faite, le document doit être signé par le patient ou son représentant et par le médecin anesthésiste (Annexe 2).

En résumé, les patients à risque sont principalement :

- 1) Les patients coronariens : infarctus péri-opératoire
- 2) Les patients avec antécédents d'AVC / AIT : risque de récurrence en péri-opératoire
- 3) Les patients poly vasculaires : risques infarctus et AVC/AIT
- 4) Les diabétiques : dysglycémies, déshydratation, atteinte vasculaire, cardiaque, neuropathie (gastroparésie avec ralentissement de la vidange pour les solides → risque de bronchoaspiration)
- 5) Les BPCO sévères: risque de défaillance pulmonaire avec intubation prolongée
- 6) Les patients obèses : risque de défaillance cardio-pulmonaire, difficulté ventilatoire et d'intubation
- 7) Les patients avec des myopathies/ les paraplégies hautes : difficulté ventilatoires surtout en post-opératoire avec un risque d'intubation prolongée
- 8) Les patients avec des pathologies ORL : risque de ventilation et d'intubation difficile
- 9) Les patients ayant des fractures du rachis cervical : aggravation de leurs lésions pendant l'intubation

- 10) Les patients avec des brûlures de la face ou du cou ou ayant eu une radiothérapie de la sphère ORL ; des difficultés ventilatoires et d'intubation sont à prévoir

3.3 Prémédication, jeûne, traitement préopératoire :

Lors de la consultation et de la visite préopératoire du patient (jour avant l'intervention) il convient de prescrire les règles de jeûne, d'adapter le traitement du patient.

<u>Jeûne préopératoire</u> :	Solides : stop 6 heures avant l'anesthésie Liquides clairs : stop 2 heures avant l'anesthésie
<u>Prémédication</u> :	Une prémédication (en générale une benzodiazépine) peut être administrée, mais elle n'est plus administrée de routine comme par le passé.
<u>Traitement habituel</u> :	On retiendra que la majorité des traitements habituels du patient peut être continuée en peropératoire. Les exceptions notables sont notamment les inhibiteurs de l'enzyme de conversion, les sartans, les antidiabétiques oraux et les médicaments susceptibles d'altérer l'hémostase (cf 3.1.4). Certains médicaments ne doivent en aucun cas être interrompus en peropératoire. Il s'agit notamment des bêtabloqueurs.
<u>ERAS</u> :	ERAS est l'abréviation de « Enhanced Recovery After Surgery ». Il s'agit d'une série de mesures de bonne pratique et ayant démontré une efficacité pour diminuer les complications opératoires. L'administration de 400 ml de boissons hydratées 2 heures avant l'opération fait partie de ces mesures en vigueur dans certains secteurs du CHUV. Elle permet de diminuer la réponse au stress opératoire et de prévenir la déshydratation induite par le jeûne.

4. Pharmacologie et médicaments d'anesthésie

La pharmacopée anesthésique comprend principalement 3 classes de médicaments : les hypnotiques, permettant l'induction et le maintien du sommeil, les analgésiques traitant la douleur et les curares permettant la myorelaxation du patient. De plus, les médicaments permettant de contrecarrer les effets secondaires attendus ou fréquents des médicaments anesthésiants ainsi que les médicaments d'urgence font également partie de la pharmacopée de l'anesthésiste.

4.1. Agents inhalés ou volatiles

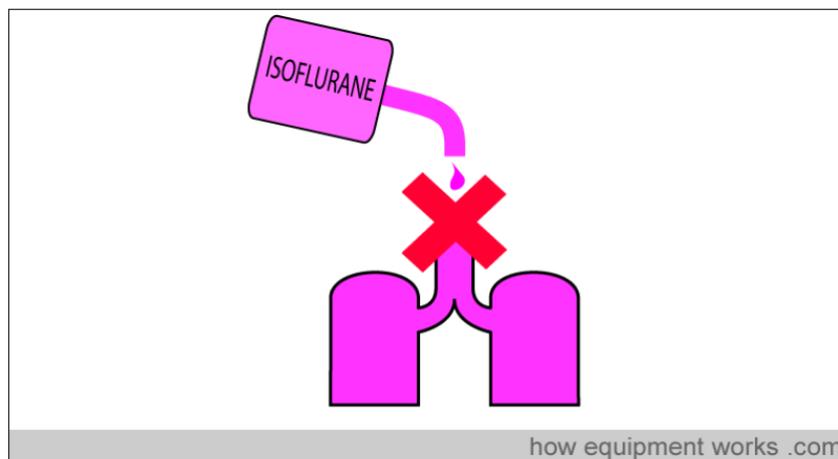
Parmi les agents inhalés on retrouve d'une part les agents halogénés et le protoxyde d'azote (N₂O). Parmi les halogénés il existe de nombreuses molécules (Desflurane, Isoflurane) mais au CHUV seul le Sevoflurane est utilisé.

4.1.1 Pharmacodynamique et pharmacocinétique

Les cibles de ces molécules sont le cerveau et la moelle épinière. Leur mécanisme d'action est encore mal connu à ce jour et on ne sait toujours pas très bien pourquoi le patient dort. Une des hypothèses est qu'ils stimulent l'activité inhibitrice post synaptique (GABA, glycine) et inhibent l'activité synaptique excitatrice (acétylcholine, sérotonine, glutamate). Une autre hypothèse est que ces molécules de par leur caractère liposoluble iraient se loger dans la membrane des neurones et perturberaient de manière générale et aspécifique la transmission des influx nerveux.

Comme leur nom l'indique ils sont administrés au patient par voie respiratoire.

Inhalational anaesthetic agents need to be delivered to the lungs for them to work. Of course one cannot simply pour them into the lungs !

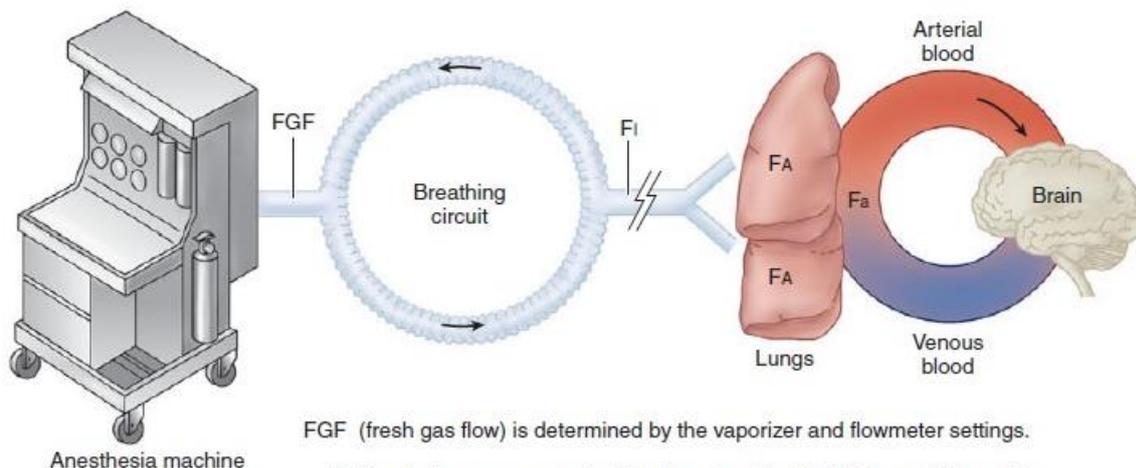


Malheureusement comme indiqué sur l'illustration ci-dessus il ne suffit pas de verser le liquide dans les poumons du patient pour le faire dormir. La machine d'anesthésie est là pour faire les choses correctement.

Le gaz anesthésiant est sous forme liquide dans un vaporisateur dans lequel le gaz anesthésiant est partagé en une phase liquide et une phase gazeuse. Une partie de l'oxygène et de l'air destiné au patient passe dans ce vaporisateur et se sature de gaz anesthésiant avant de rejoindre le circuit respiratoire. Par la suite le chemin vers le cerveau est encore long et dépend de plusieurs facteurs. La pharmacocinétique des halogénés est peu intuitive et l'auteur de ces lignes n'en a qu'une connaissance approximative. Retenir les aspects suivants est suffisant.

- Le patient doit avoir une ventilation alvéolaire. S'il ne ventile pas le gaz anesthésiant contenu dans la machine n'atteint pas les alvéoles. De même inversement le gaz utilisant le même chemin pour sortir si le patient ne respire pas il ne se réveille pas.

- Une fois dans l'alvéole le gaz anesthésiant doit passer dans le sang. Ce passage dépend du gradient de concentration du gaz entre l'alvéole et le sang et des propriétés physiques du gaz, notamment du coefficient de partition sang/air.
- Une fois dans le sang il faut que celui-ci circule pour arriver au cerveau et il faut donc un certain débit cardiaque et un certain débit sanguin cérébral.
- Une fois dans le cerveau il faut que le gaz arrive là où il fait effet, c'est-à-dire on ne sait pas très bien où mais près des neurones. Ce transfert dépend du gradient de concentration entre le sang et le cerveau et du coefficient de partition graisse/sang, qui est différent pour chaque halogéné.
- Lorsque la pression partielle de l'agent inhalé est égale dans tous les tissus, un état d'équilibre est atteint. On atteint donc un équilibre entre la concentration cérébrale, la concentration sanguine et la concentration alvéolaire. Cet équilibre peut être modifié par l'anesthésiste en modifiant la concentration inspirée d'halogéné et en modifiant la ventilation alvéolaire, ce qui permet soit l'approfondissement de l'anesthésie soit son allègement voire le réveil.
- La vitesse de changement de concentration (induction, réveil, modification de profondeur de la narcose) va donc dépendre de la concentration d'halogéné dans l'air inspiré, de la ventilation alvéolaire, du débit cardiaque, du débit sanguin cérébral du coefficient de partition de l'halogéné en question entre les différents compartiments (gaz, sang, graisse).
- Les halogénés ne sont que très peu métabolisés par voie hépatique (par exemple seulement 2% de métabolisation hépatique pour le Sevoflurane). Le réveil dépend donc uniquement de l'élimination par voie pulmonaire.



FGF (fresh gas flow) is determined by the vaporizer and flowmeter settings.

Fi (inspired gas concentration) is determined by (1) FGF rate; (2) breathing-circuit volume; and (3) circuit absorption.

FA (alveolar gas concentration) is determined by (1) uptake (uptake = $\lambda \cdot b/g \times C(A-V) \times Q$); (2) ventilation; and (3) the concentration effect and second gas effect:
 a) concentrating effect
 b) augmented inflow effect

Fa (arterial gas concentration) is affected by ventilation/perfusion mismatching.

4.1.2 Le concept de MAC

Comme expliqué précédemment les concentrations entre cerveau, sang et air alvéolaire atteignent un équilibre. A l'équilibre la concentration mesurée dans l'air alvéolaire est le reflet de la concentration cérébrale. Cette concentration alvéolaire est mesurée en continu par les machines d'anesthésie (via la mesure de la concentration du gaz expiré par le patient).

La MAC (pour *minimal alveolar concentration*) est une mesure de la puissance des anesthésiques volatils. Elle varie donc pour chaque halogéné. Elle correspond à la concentration alvéolaire, exprimée en pourcentage volumique, dans une situation d'équilibre entre alvéole, sang et cerveau, nécessaire à l'abolition d'une réponse

motrice à une incision chirurgicale chez 50% des patients en l'absence d'opiacés (et bien évidemment de curare !).

A titre d'illustration 1 MAC pour le Sevoflurane correspond à une concentration de 2%, alors qu'1 MAC pour le Desflurane est de 6%.

La MAC permet de comparer la puissance des halogénés et est une unité utilisée en pratique clinique pour désigner la dose d'halogéné mesurée ou administrée chez le patient. Elle ne dit rien sur l'état d'éveil ou de sommeil du patient que l'on prend en charge. Il s'agit d'une « dose efficace 50 » mesure basée sur une réponse nociceptive dans des conditions particulières. Toutefois, en condition d'anesthésie balancée chez un patient qui a reçu des opiacés on considère généralement que à 1 MAC le patient « dort » et n'est pas susceptible d'être victime de mémorisation peropératoire.

De nombreux facteurs sont susceptibles de modifier la MAC : administration d'autres hypnotiques ou opiacés, intoxication alcoolique, toxicomanie, hypo ou hyperthermie, âge.

4.1.3 Effet des halogénés

Anesthésiques :

- De manière générale les halogénés sont hypnotiques mais peu antalgiques. Un patient dormira et n'aura aucun souvenir mais il est susceptible de bouger ou de montrer une réponse sympathique en présence d'un stimulus nociceptif. D'où le concept d'anesthésie balancée qui associe des opiacés, qui sont de manière générale antalgiques mais pas hypnotiques.
- Inversement le N₂O est antalgique mais peu hypnotiques (MAC 102% !). Il s'agit du gaz hilarant parfois utilisé de manière isolée pour certains gestes douloureux en pédiatrie (pose de voie veineuse, suture en complément d'une anesthésie locale).

Respiratoires :

- Les halogénés maintiennent une respiration spontanée, avec une fréquence respiratoire augmentée mais des volumes courants diminués.
- Ils ont un effet favorable sur les résistances bronchiques et sont parfois administrés en cas de BPCO et d'asthme réfractaire.

Hémodynamiques :

- Comme de manière générale pratiquement tous les médicaments utilisés en anesthésie ils ont un effet dépresseur sur le système cardiovasculaire avec notamment un effet hypotenseur et bradycardisant.
- Les halogénés ont des propriétés protectrices sur le myocarde en cas d'ischémie myocardique.

Neurologiques :

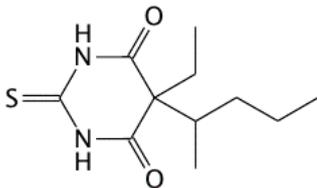
- De manière générale les halogénés augmentent le débit sanguin cérébral et la pression intracrânienne.
- Ils sont en général évités en neurochirurgie ou en cas d'hypertension intracrânienne.

4.2 Les agents intraveineux

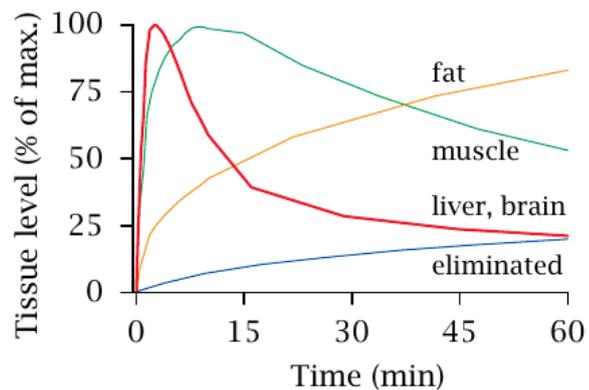
4.2.1 Généralités

Les agents intraveineux diffèrent selon leur pharmacocinétique (« ce que le corps fait du médicament », distribution, liaisons aux protéines, métabolisme, élimination) et leur pharmacodynamique (« ce que le médicament fait au corps »). Ils constituent un groupe plus hétérogène que les anesthésiques volatils.

Ils permettent après injection intraveineuse une induction rapide du sommeil via leur action sur le système nerveux central. Après injection en bolus unique leur effet s'estompe en raison d'un phénomène de redistribution entre les différents compartiments de l'organisme. En effet le cerveau est bien perfusé et la concentration d'hypnotique augmente rapidement à ce niveau. Par la suite, les inducteurs se redistribuent dans l'organisme en suivant leur gradient de concentration entre les différents compartiments à une vitesse qui dépend de la perfusion de ces compartiments. La concentration initialement élevée dans le système nerveux central diminue rapidement et augmente lentement par exemple dans les compartiments graisseux moins perfusés. Une fois la concentration cérébrale en dessous d'un certain seuil le patient se réveille, bien que le médicament n'ait pas encore fait l'objet d'une métabolisation par l'organisme. Ceci explique par exemple pourquoi les manuels indiquent une demi-vie de parfois plusieurs heures (thiopental par exemple) alors que le patient se réveille quelques minutes après un bolus unique.



Thiopental



Afin de maintenir une anesthésie de longue durée ces agents doivent donc être administrés de façon continue.

Seule la fraction libre des médicaments est active. Cette fraction libre dépend de nombreux facteurs : albuminémie, protéinémie, pH, liposolubilité, présence d'autres médicaments.

Les agents intraveineux ont, comme les halogénés, essentiellement un effet hypnotique et peu ou pas d'effet antalgique (à l'exception de la kétamine). Ils sont donc également administrés dans le cadre d'une anesthésie balancée en association avec des opiacés.

Ils agissent principalement par un mécanisme agoniste sur les récepteurs GABA (à l'exception de la kétamine encore une fois).

Il n'y a pas de moyen de mesurer la concentration de ces substances dans l'organisme au lit du malade contrairement aux halogénés dont la concentration alvéolaire est mesurable aisément en continu. En revanche il existe pour le propofol des modèles pharmacocinétiques (assez complexes...) qui permettent de prédire la concentration cérébrale en fonction des bolus administrés et des débits de perfusion d'une part, et, d'autre part, des caractéristiques du patient (poids, taille, âge, sexe). On parle d'anesthésie intraveineuse à objectif de concentration (AIVOC ou Target Control Infusion ou TCI en anglais).

4.2.2 Le thiopental

- Appartient à la classe des barbituriques.
- Délai d'action rapide puis redistribution en 3 à 5 minutes avec par la suite élimination par un métabolisme hépatique en 3-12 heures.
- Molécule utilisée pratiquement exclusivement pour l'induction à une dose de 3-5 mg/kg chez l'adulte.

4.2.3 Le propofol

- Il s'agit de l'hypnotique intraveineux le plus utilisé en pratique clinique.
- Délai d'action rapide puis redistribution très rapide et durée d'action courte avec par la suite un métabolisme hépatique et extra-hépatique. Son élimination reste rapide même après une administration prolongée.
- Induction 1-3 mg/kg et dose de maintien pour une anesthésie générale entre 6-12 mg/kg/heure et entre 2-6 mg/kg/heure pour une sédation.



4.2.3 L'etomidate

- Agent intraveineux utilisé exclusivement pour l'induction.
- Agent de choix pour les patients compromis sur le plan hémodynamique car provoque très peu de dépression cardio-vasculaire.
- 0.2-0.4 mg/kg pour l'induction.
- Pas utilisé pour le maintien de l'anesthésie car provoque une inhibition de la synthèse des hormones cortico-surréaliennes

4.2.4 La kétamine

- Agent intraveineux antagoniste des récepteurs NMDA.
- Procure une anesthésie « dissociative » avec effet antalgique puissant mais parfois des hallucinations visuelles et auditives. Il est également utilisé à des fins récréatives (vitamine K, spécial K, Calvin Klein en association avec cocaïne).
- Contrairement aux autres agents l'effet dépresseur respiratoire et cardiovasculaire est faible.
- Elle est utilisée en situations d'urgence pour l'induction de patients compromis sur le plan hémodynamique ou pour son effet antalgique puissant, parfois en association avec une benzodiazépine pour bloquer ses effets psychoactifs.
- Elle est de plus en plus fréquemment utilisée à doses « antalgiques » en peropératoire (par exemple 0.25 mg/kg/h) dans le cadre d'une stratégie d'épargne d'opiacés (à l'anesthésie balancée évoquée auparavant associant hypnotique et opiacés succède actuellement *l'opioid sparing anesthesia*).

Comme les agents inhalés, les inducteurs intraveineux ont des effets secondaires cardio-vasculaire, respiratoire et cérébraux, listés ci-dessous.

Agent	F.card.	TAm	DC	Ventil.	CBF	CMRO ₂	PIC
Thiopental	↑↑	↓↓	–	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓
Etomidate	0	↓	–	↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓
Ketamine	↑↑	↑↑	↑↑	(↓)	↑↑↑	↑	↑↑↑
Propofol	0	↓↓↓	(↓)	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓

F.card : fréquence cardiaque. TAm tension artérielle moyenne. DC débit cardiaque Ventil. Drive ventilatoire. CBF : cerebral blood flow. CMRO₂ consommation cérébrale en oxygène. PIC pression intracrânienne

4.3. Les curares

Les curares sont des myorelaxants, découverts au 16^{ème} siècle par les conquistadors, tués par des flèches empoisonnées par les indiens d'Amérique du Sud. En 1850, l'effet du curare sur la transmission neuromusculaire de la grenouille est découvert.



Ils agissent au niveau des récepteurs à l'acétylcholine au niveau de la jonction neuromusculaire soit par effet agoniste sur les récepteurs à l'acétylcholine en dépolarisant la cellule (curare dépolarisant) soit par inhibition compétitive de l'acétylcholine sans dépolariser la cellule (curares non-dépolarisant).

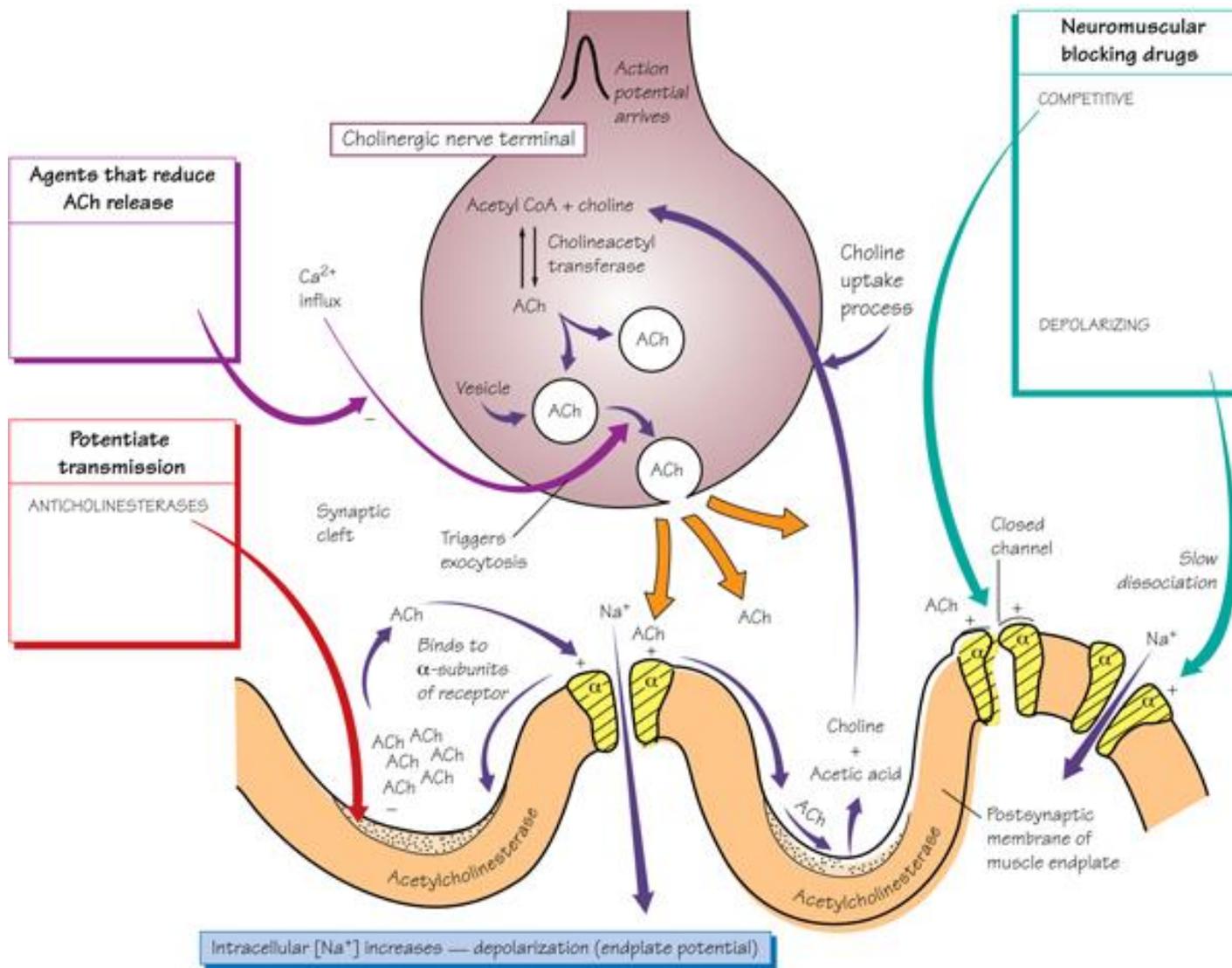
Le but de la curarisation est de faciliter l'intubation trachéale, notamment via l'ouverture des cordes vocales qu'elle provoque. La garantie de l'immobilité du patient est également nécessaire pour faciliter certain type de chirurgie, notamment la chirurgie laparoscopique. En effet un patient même « bien endormi » conserve un certain tonus musculaire qui est susceptible de gêner le travail du chirurgien.

Les curares sont des molécules particulièrement dangereuses. En effet un patient curarisé ne peut ni respirer ni bouger. Un défaut d'administration d'hypnotique chez un patient curarisé peut mener à un « awareness » curarisé particulièrement traumatisant.

4.3.1 Rappel de physiologie de la jonction neuromusculaire

La plaque neuromusculaire contient des récepteurs nicotiques ionotropes à l'acétylcholine. L'acétylcholine est libérée dans l'espace synaptique à la suite d'un potentiel d'action du motoneurone. La liaison entre l'acétylcholine et son récepteur induit l'ouverture du récepteur nicotinique (canal sodique) ce qui conduit à la dépolarisation de la membrane de la cellule musculaire. L'acétylcholine est par la suite lysée en acétate et choline par une acétylcholinestérase située sur la membrane post-synaptique.





4.3.2 Curare dépolarisant : la succinylcholine

- Elle se compose de deux molécules d'acétylcholine reliées ensemble (d'où son effet bradycardisant).
- Elle se lie aux récepteurs nicotiques provoquant initialement une stimulation de celle-ci et une dépolarisation de la cellule musculaire. Le patient présente cliniquement des fasciculations musculaires, correspondant à la contraction de tous les muscles striés. Par la suite apparaît la myorelaxation par blocage momentané de la conduction neuromusculaire.
- La curarisation est complète 60 secondes après l'injection. La durée d'action est de 4 à 6 minutes du fait de sa métabolisation par les pseudo cholinestérases plasmatiques.
- Comme effet secondaire on note l'histaminolibération. Les fasciculations peuvent provoquer une hyperkaliémie.
- Elle est formellement contre-indiquée en cas de maladie neuromusculaire, de paraplégie ou encore d'alitement prolongé. En effet dans ses conditions le muscle strié est plus sensible et on risque une hyperkaliémie et une rhabdomyolyse qui peuvent être fatales.

4.3.3 Curares non-dépolarisants

Il existe plusieurs curares non-dépolarisants, qui se différencient par leur délai et durée d'action ainsi que par leur métabolisme. Les molécules utilisées au CHUV sont les suivantes :

- Rocuronium : métabolisme hépatique et élimination rénale
- Atracurium : métabolisme par des estérases plasmiques non spécifiques et par la « voie de Hofmann » (élimination spontanée à température et pH corporel)
- Cisatracurium : isomère de l'atracurium, métabolisme uniquement par la « voie de Hofmann »

Ci-dessous, un tableau des différents curares dépolarisants et non-dépolarisants avec les doses à utiliser et les délais et durée d'action.

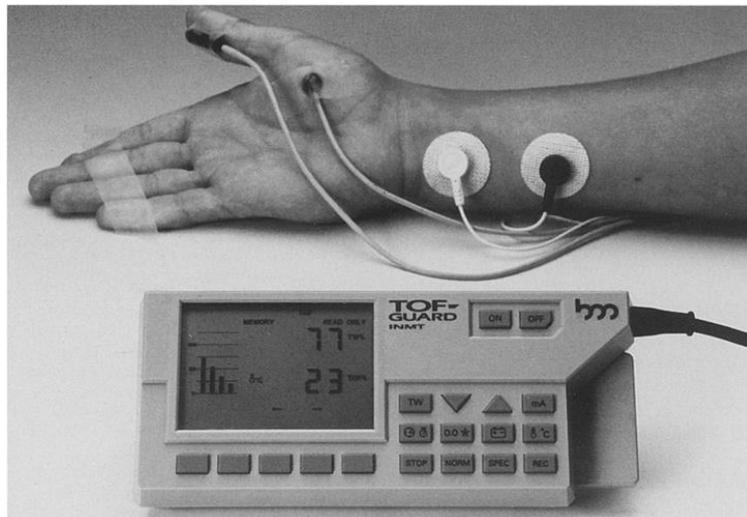
	Dose induction (mg/kg)	Délai installation (sec)	Durée clinique (min)	Bolus de répétition (mg/kg)	Perfusion mg/kg/h
Succinylcholine	1	60	8-10		
Atracurium	0.5	180-240	30-40	0.1-0.2	
Rocuronium	0.6	90-120	30-40	0.15	0.3-0.5
Cisatracurium	0.15-0.2	120-180	50-70	0.03	0.06-0.12

Comme pour tout médicament, le choix du curare est déterminé par le patient, ses comorbidités (fonction rénale et hépatique, maladie neuromusculaire), le délai d'entrée en action et la durée d'effet désirée.

4.3.4 Monitoring de la curarisation

Le degré ou profondeur de la curarisation se mesure à l'aide d'un monitoring neuromusculaire. Le site de choix pour cette mesure est l'adducteur du pouce. Le nerf ulnaire est stimulé par deux électrodes (entre 30 et 50 mA) à proximité du poignet et l'accélération du pouce est mesurée par un capteur. L'accélération est proportionnelle à la force de contraction selon la formule

$$\text{Force} = \text{masse (du pouce qui ne change pas)} \times \text{accélération.}$$



Il existe différentes modalités de stimulation qui permettent d'évaluer la profondeur du bloc neuromusculaire. Ces mesures sont réalisées régulièrement en peropératoire, et même très fréquemment (aux 30 secondes) en fin d'intervention lorsque l'on doit s'assurer que le patient est décurarisé avant d'être réveillé.

- Le train de quatre / train of four (TOF) : 4 stimulation à une fréquence de 2 Hz. Le nombre de réponse est compté ainsi que leur amplitude et le rapport en % entre l'amplitude de la 4^{ème} réponse et de la première réponse (T4/T1)
- Le compte post tétanique ou post-tetanic count (PTC) : stimulation à 50-100 Hz pendant 5 secondes (= tétanos) puis stimulation à 1 Hz pendant 10 à 20 secondes (nombre de contraction observée = compte

post-tétanique). Cette modalité de stimulation permet de montrer les blocs profonds des curares non-dépolarisants.

La figure suivante illustre l'évolution du TOF, du rapport T4/T1 et du PTC au cours de l'administration puis de l'élimination (voire de l'antagonisation) d'un curare non-dépolarisant.

Avant l'injection du curare (NMB sur figure = neuromuscular blocking drug) :

- Le TOF montre 4 réponses d'amplitude égales. Le rapport T4/T1 est de 100%.

Après l'injection du curare :

- On observe un « fading » avec d'abord une amplitude décroissante entre T1 et T4. Le rapport T4/T1 diminue progressivement. Par la suite une disparition de T4 (TOF 3/4), puis de T3 (TPF 2/4), puis de T2 (TOF 1/4) puis aucune réponse (TOF 0/4).

Bloc profond :

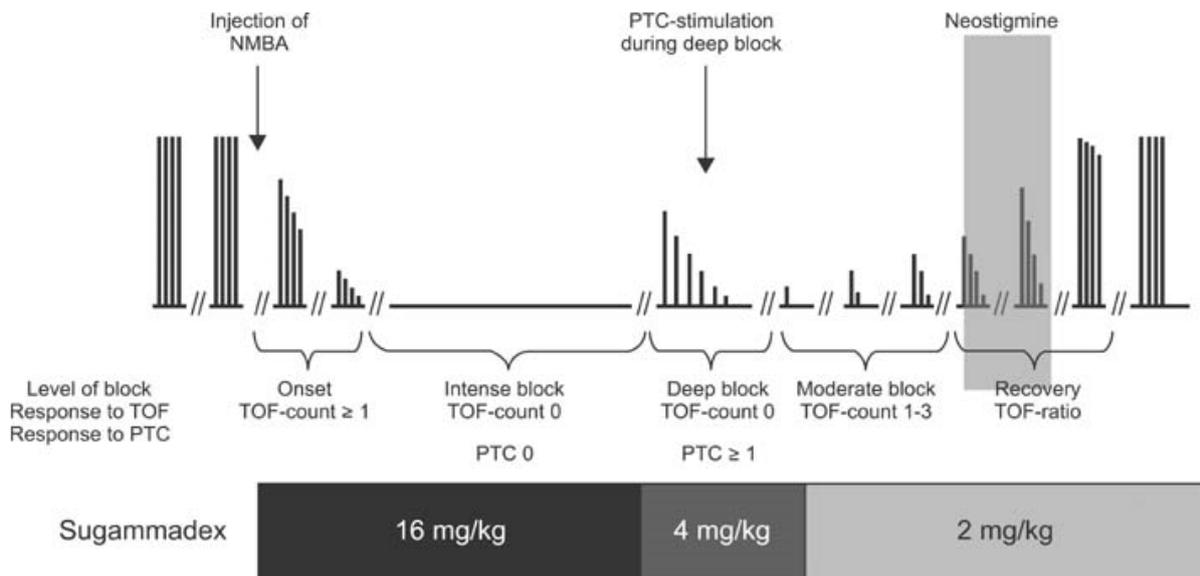
- Le TOF est de 0/4.
- Le PTC permet après une stimulation tétranique de « réveiller un peu » la jonction neuromusculaire. Un PTC de 0 signe un bloc très profond alors qu'un PTC de 10 signe un bloc qui est en train de se lever tout doucement.

Levée de la curarisation :

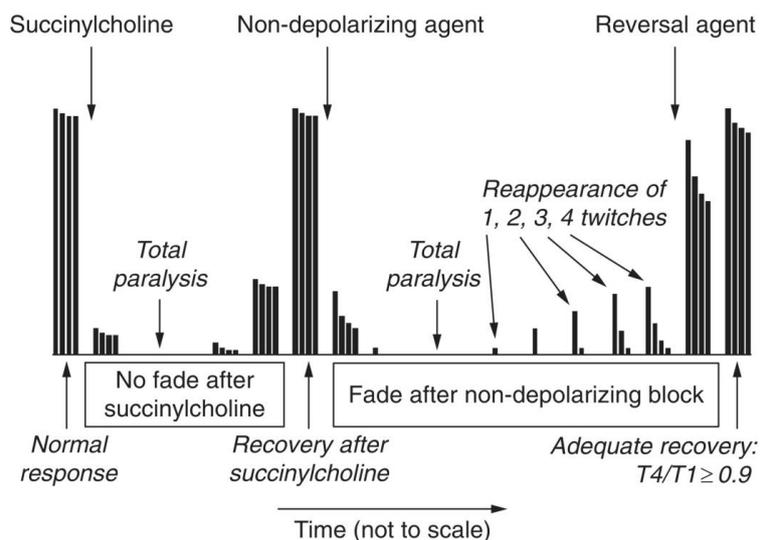
- Au fur et à mesure que le curare s'élimine la première réponse apparaît (T1 avec TOF 1/4) puis la deuxième, troisième et quatrième (TOF 4/4). Par la suite on observe un « fading » similaire à celui observée au moment de l'injection du curare.

Condition de réveil :

- Avant de réveiller le patient on doit s'assurer de l'absence de curarisation (soit par la métabolisation du curare, soit avec l'administration d'une décurarisation). Le rapport T4/T1 doit être > 90%.



Après l'administration de succinylcholine la réponse au TOF présente un aspect différent illustré sur la figure ci-après.



4.3.5 Antagonisation du bloc neuromusculaire ou décurarisation

Le monitoring neuromusculaire précédemment décrit permet de s'assurer que le degré de curarisation est adéquat pour la chirurgie mais également que le patient est complètement décurarisé avant d'être réveillé. La curarisation résiduelle est une complication qui ne devrait plus survenir à l'heure actuelle. Un patient avec une curarisation résiduelle en salle de réveil est à risque d'hypoxémie, d'aspiration, de détresse respiratoire.

Si le patient est encore curarisé en fin d'intervention le bloc neuromusculaire peut, sous certaines conditions, être antagonisés. Pour cela un certain degré de récupération spontanée est nécessaire (TOF 2/4 au minimum). La succinylcholine ne peut pas être antagonisés.

L'agent de choix est la néostigmine (50 ug/kg). Il s'agit d'un inhibiteur de l'acétylcholinestérase, ce qui a pour effet de ralentir l'élimination d'acétylcholine au niveau de la jonction neuromusculaire. L'acétylcholine s'accumule donc et entre en compétition avec le curare.

La néostigmine a un effet également parasympathomimétique puisque la concentration d'acétylcholine ne sera pas augmentée uniquement au niveau de la jonction neuromusculaire mais dans toutes les synapses cholinergiques situées hors du système nerveux central (nicotiques et muscariniques). La néostigmine administrée seule peut induire une bradycardie, une augmentation des sécrétions bronchiques et ORL ou encore une augmentation du péristaltisme. Pour ces raisons elle est systématiquement associée à un antimuscarinique comme l'atropine (20 ug/kg) ou le glycopyrrolate (10 ug/kg).



Au CHUV une solution associant les deux molécules est utilisée.

Il existe depuis quelques années une substance capable d'antagoniser rapidement un bloc, même profond, induit par le Rocuronium. Le Suggamadex (Bridion®) est capable de chélater le Rocuronium et ainsi d'atteindre en deux minutes un rapport T4/T1 > 90%. La dose à administrer est d'autant plus grande que le bloc est profond. Les dosages sont indiqués sur la figure ci-dessus. Les avantages du Suggamadex sont sa rapidité d'action, sa sécurité et l'absence des effets secondaires des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase. Les désavantages sont son prix élevé qui empêche son utilisation de routine et le fait que les curares non stéroïdiens (Atracurium, Cisatracurium) ne sont pas antagonisable avec cette molécule.

4.4 Les opiacés

Les opiacés sont des substances dérivées (au sens large) de l'opium et agissant sur les récepteurs aux opioïdes. Les opiacés d'origine synthétique (c'est-à-dire n'étant pas synthétisés à partir de l'opium) sont désignés sous le terme opioïdes. Le cerveau humain utilise certains opiacés naturels (les endorphines) comme neurotransmetteurs.



L'analgésie peropératoire est basée sur l'administration de puissants opiacés. Les plus courants sont le fentanyl, la morphine, le sufentanil, l'alfentanil et le remifentanil. Ils se différencient par leur puissance et leur pharmacocinétique.

Les récepteurs aux opiacés Mu (μ), Kappa (κ) et delta (δ) sont situés dans le cerveau, la moelle épinière et en périphérie. Hormis leur effet antalgique les opiacés ont des effets secondaires systémiques nombreux.

Certains effets secondaires sont particulièrement redoutés.

Les effets secondaires respiratoire doivent être soigneusement recherchés, notamment en cas d'administration de multiples médicaments susceptibles de provoquer une dépression respiratoire ainsi que chez les patients obèses, atteints d'un SAOS, hypercapniques ou chez les patients insuffisants rénaux chez qui l'élimination de certaines substances peut être ralentie.

Les effets secondaires digestifs sont désagréable, les nausées et vomissement étant un critère de non satisfaction du patient. Les opiacés contribuent également à l'aggravation des iléus post-opératoire après une chirurgie abdominale. L'iléus est grevé de complications qui peuvent être sévères en plus de prolonger la durée de séjour du patient.

Enfin le potentiel addictogène (longtemps sous-estimé) des opiacés administrés pour la prise en charge de la douleur post-opératoire ainsi que les phénomène d'hyperalgésie induite par les opiacés sont des éléments qui mènent au développement de stratégies d'épargne d'opiacés (anesthésie locorégionale, infiltration des incisions avec de l'anesthésie locale, magnésium, agonistes alpha-2, kétamine à dose subanesthésique, dexaméthasone).

Effets des opiacés sur les différents systèmes :	
Système nerveux central : Analgésie Dimension affective Nausées et vomissements Sédation Euphorie Myosis Dysphorie Perte du sommeil REM Tolérance Dépendance physique	Système respiratoire : dépression respiratoire Diminution du volume courant Diminution de la fréquence respiratoire Déplacement de la courbe CO ₂ vers la droite Obstruction des voies aériennes supérieures Diminution de la réponse à l'hypoxémie Synergie avec les agents anesthésiques
Système cardiovasculaire : Bradycardie Hypotension	Système urogénital : rétention urinaire Inhibition du voiding reflex Augmentation du tonus du muscle detrusor
Système gastro-intestinal : iléus Vidange gastrique réduite Augmentation du temps de transit intestinal Réduction des contractions intestinales propulsives Augmentation du tonus intestinal Augmentation du tonus du sphincter d'Oddi	Autre Prurit

Le dosage dépend de la substance, de la durée d'action recherchée, de la puissance de l'opiacé et de l'effet désiré. Le tableau ci-dessous résume quelques propriétés et dosage des différents opiacés utilisés fréquemment.

On retiendra que le fentanyl et le sufentanil ont des pharmacologies grossièrement comparables. Le remifentanil se distingue des autres opiacés par son pic d'action très rapide (de l'ordre d'une minute) et par sa demi-vie de 3 minutes. L'élimination du remifentanil se fait par des enzymes appelées estérases, dont l'activité dans le sang et les tissus est indépendante de la fonction rénale et hépatique. Il n'y a pas de métabolites actifs. Il nécessite le plus souvent d'être administré en iv continu en peropératoire. Il n'est, sauf rares exceptions, que peu utilisé pour l'analgésie post-opératoire.

Produit	Dose d'induction µg/kg	Dose d'entretien µg/kg/h	Bolus µg/kg	Pic d'action (minutes)	Durée d'action (minutes)
Fentanyl Sintényl®	2-5	0.5-5	0.5-1.5	3-5	30-60
Sufentanil Sufenta®	0.2-0.6	0.5-1.5	0.1-0.25	2-6	40-60
Alfentanil Rapifen®	10-40	0.5-2	5-10	90 sec	5-10
Remifentanil Ultiva®	0.2-1	0.1-0.5 ug/kg/min	-	60 sec	5-10

4.4.1 Ordre de grandeur des dose équi-analgésique par voie intraveineuse.

Morphine 10 mg iv
=
Alfentanil 1000 ug iv (10x plus puissant que morphine)
=
Fentanyl 100 ug iv (100 x plus puissant que morphine)
=
Sufentanil 10 ug iv (1000 x plus puissant que morphine)
=
Remifentanil 100 ug iv (100x plus puissant que morphine)

Il s'agit d'un ordre de grandeur. Ces chiffres varient parfois (largement) en fonction de la source consultée.

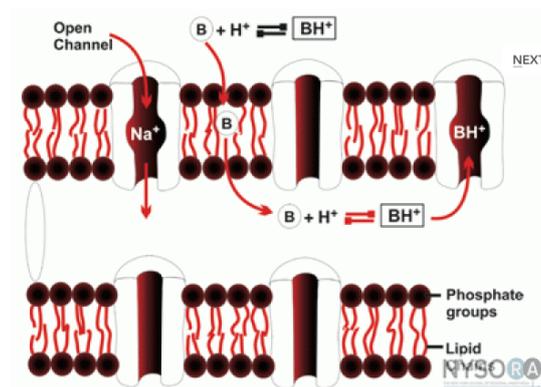
4.4.2 La naloxone

La naloxone est l'antagoniste des opiacés. Elle agit par effet antagoniste sur les récepteurs μ . Elle est rarement utilisée en anesthésie mais plutôt en médecine d'urgence pour antagoniser les effets des opiacés en cas d'overdose.

La demi-vie de la naloxone est généralement plus courte (environs 60 minutes) que la majorité des opiacés utilisés en pratique clinique.

4.5. Les anesthésiques locaux (AL)

Un **anesthésique local** est une base faible capable d'inhiber de façon réversible la propagation des signaux le long des nerfs. S'il est utilisé au niveau de voies nerveuses spécifiques, il est susceptible de produire des effets tels que l'analgésie et la paralysie. Les AL agissent en bloquant la conduction nerveuse par blocage des canaux sodiques voltage dépendants.



Les AL diffèrent quant à leurs propriétés pharmacologiques. Il en existe deux sortes : les esters (cocaïne, procaïne soit les noms qui contiennent une fois la lettre i) et les amides (bupivacaïne, lidocaïne, prilocaïne, ropivacaïne et levobupivacaïne, soit les noms qui contiennent deux fois la lettre i). Ils se différencient par leur liposolubilité qui conditionne la puissance, leur taux de liaison aux protéines qui conditionne la durée d'action et leur pKa qui conditionne leur durée d'action.

Les plus utilisés en pratique clinique sont les amides : bupivacaïne, lidocaïne, ropivacaïne et prilocaïne. Les esters ne sont pratiquement plus utilisés en raison de leur puissance moindre et d'un risque allergique plus élevé.

Comme tous médicaments il existe une toxicité aux anesthésiques locaux, dépendante largement de la dose injectée et des concentrations plasmatiques (puis cardiaques ou cérébrales) qui peuvent en découler.

La toxicité aux AL est la première cause de décès liée à une anesthésie locorégionale et due le plus souvent à une injection intravasculaire involontaire de l'AL, mais parfois aussi à une absorption systémique à partir du site d'injection. Les signes et symptômes d'une intoxication aux AL sont listés dans le tableau ci-après. En général les signes neurologiques précèdent les signes cardiaques.

Symptômes de toxicité aux AL :

Cardio-vasculaire	Neurologique	Système respiratoire
Arythmie	Goût métallique	Dépression respiratoire
Arrêt cardiaque	Paresthésies péri-buccales et	
Dépression myocardique	linguales	
Vasoplégie	Tinnitus	
	Vision floue	
	Vertige	
	Confusion	
	Convulsions	
	Coma	

Dès l'apparition de premiers symptômes d'une intoxication (goût métallique, paresthésies péri-buccales, bourdonnements d'oreille), l'injection de l'AL doit impérativement être stoppée et un traitement symptomatique débuté. En cas de symptômes neurologiques graves ou de manifestations cardiaques la prise en charge se base sur les protocoles de l'ACLS habituels avec en plus l'administration d'un antidote. L'antidote est l'INTRALIPID® 20% qui est une émulsion lipidique qui fixe l'AL en raison de la liposolubilité de celui-ci.

Pour limiter les risques d'intoxication aux AL, une dose limite ne doit pas être dépassée. Les AL sont parfois administrés avec de l'adrénaline qui a pour effet de diminuer l'absorption systémique, d'augmenter la durée d'action de l'AL et permet d'administrer une dose plus importante. Pour chaque patient, il convient donc de calculer la dose toxique est donc la dose injectable à ne pas dépasser.

AL	Dose toxique sans adrénaline	Dose toxique avec adrénaline
Bupivacaïne, Levobupivacaïne	2-3 mg/kg	3-4 mg/kg
Lidocaïne	4-5 mg/kg	7 mg/kg
Ropivacaïne	2-3 mg/kg	3-4 mg/kg

4.6 Les médicaments cardiovasculaires

L'anesthésiste est quotidiennement confronté à une perturbation de l'homéostasie cardio-vasculaire qui se manifeste souvent par une bradycardie et/ou une hypotension artérielle. L'instabilité hémodynamique peropératoire peut-être d'origine multiple :

- Médicamenteuse : effet cardio-dépresseur direct des agents anesthésiants, effet sympatholytique d'une anesthésie neuraxiale, anaphylaxie médicamenteuse.
- Liée à la ventilation mécanique : diminution du retour veineux induite par la ventilation en pression positive.
- Induit par la chirurgie en elle-même : positionnement opératoire, clampage et décapage vasculaire, hémorragie, laparoscopie, compression du retour veineux, pneumothorax, réflexe vagal.
- Lié au patient et à ses pathologies : choc septique, grossesse avec compression aorto-cave, cardiopathie sévère, saignement (hémorragie digestive, hématome à la suite d'une fracture du col du fémur).
- Déshydratation induite par le jeun préopératoire.
- Pertes liquidiennes qui peuvent être d'origine multiples : grand brûlé, laparotomie avec exposition d'une surface importante de péritoine, iléus.

Le but d'une « stabilité hémodynamique » est d'assurer un apport d'oxygène adéquat aux tissus via le maintien du débit cardiaque et de la pression de perfusion tissulaire. En plus des solutions de remplissage (cf chapitre 7.1) et des produits sanguins labiles (cf chapitre 7.2) l'anesthésiste dispose de molécules permettant de manipuler la fréquence cardiaque, la contractilité myocardique ainsi que le tonus vasculaire.

4.6.1 L'atropine

- Antagoniste des récepteurs muscariniques M1, M2 et M3
- Utilisé essentiellement en urgence en cas de bradycardie extrême
- Dose de 0.5 mg iv chez l'adulte (0,02 mg/kg chez l'enfant)
- Nombreux effets secondaires liés à l'effet anti-M : (tachycardie, flush atropinique, sécheresse des muqueuses, diminution des sécrétions bronchiques, mydriase, rétention urinaire)

4.6.2 L'éphédrine

- Produit naturel dérivée de la plante *Ephedra*.
- Sympathomimétique indirect qui agit par inhibition de la recapture des amines endogènes et stimulation de leur libération
- Effets diffus sur tous les récepteurs alpha et bêta : augmentation de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque, bronchodilatation
- Administration par bolus intermittents : 2.5-10 mg iv
- Dosage maximal de 150 mg/jour en raison de la déplétion des stocks d'amines endogènes

4.6.3 La phényléphrine

- Produit synthétique
- Effet agoniste uniquement sur les récepteurs alpha 1 : effet vasoconstricteur pur (artériel et veineux) avec augmentation de la pression artérielle, parfois bradycardie réflexe. L'effet sur le débit cardiaque est variable et dépend des conditions de précharge
- Administration par bolus intermittents de 50-100 µg, sans dose limite (contrairement à l'éphédrine) du fait de l'effet direct ou parfois en iv continu (par exemple lors des césariennes sous rachianesthésie, pour contrer à la fois la vasodilatation induite par la rachianesthésie et la diminution du retour veineux induit par la compression aorto-cave).

L'éphédrine et la phényléphrine sont deux agents utilisés quotidiennement.

Chez un patient hypotendu et bradycarde on préférera en général l'éphédrine du fait de son effet alpha (vasoconstricteur) et bêta (chronotrope positif et inotrope positif).

Chez un patient hypotendu et tachycarde (ou pour lequel une tachycardie n'est pas souhaitable comme un coronaropathe non revascularisé) on préférera la phényléphrine.

4.6.4 La noradrénaline

- Effet agoniste essentiellement sur le récepteur alpha 1 et dans une moindre mesure sur les récepteurs bêta
- Effet essentiellement vasoconstricteur périphérique, artériel et veineux
- Administration en iv continu à des doses allant de 0.05 ug/kg/minute à 1 ug/kg/minute
- Vasopresseur de première intention dans le choc vasoplégique, notamment le choc septique
- En peropératoire utilisé pour contrer la vasoplégie induite par une péridurale, ainsi que pour maintenir une pression artérielle moyenne chez les patients susceptibles de s'hypotendre significativement ou chez lesquels toute chute de la pression artérielle moyenne est particulièrement dangereuse (coronaropathie, artériopathie des axes pré-cérébraux, patients âgés, hypertension artérielle pulmonaire, sténose aortique sévère)

4.6.5 La dobutamine

- Effet agoniste bêta 1 et bêta 2
- Effet inotrope et chronotrope positif et vasodilatateur
- Administré en iv continu chez des patients en défaillance cardiaque avec bas débit systolique.

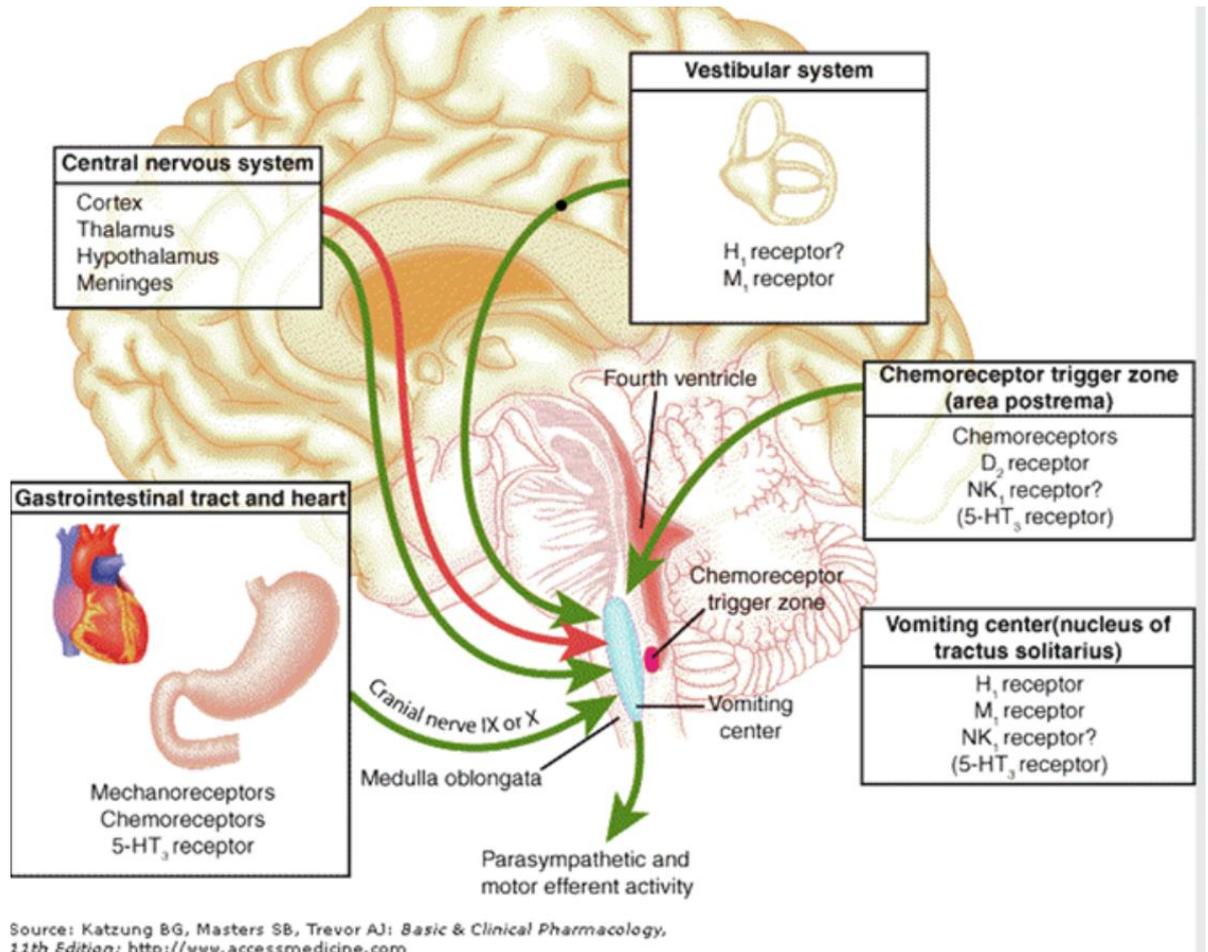
4.6.6 L'adrénaline

- Effet agoniste alpha 1, bêta 1 et bêta 2
- Effet inotrope et chronotrope positif et vasoconstricteur
- Administré en iv continu chez des patients en défaillance cardiaque avec bas débit systolique.
- Vasoconstricteur de choix pour la réanimation de l'arrêt cardiaque (ACLS) et pour la stabilisation hémodynamique du choc anaphylactique (par voie im ou iv)

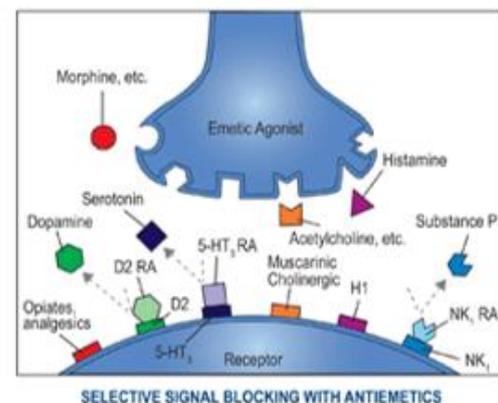
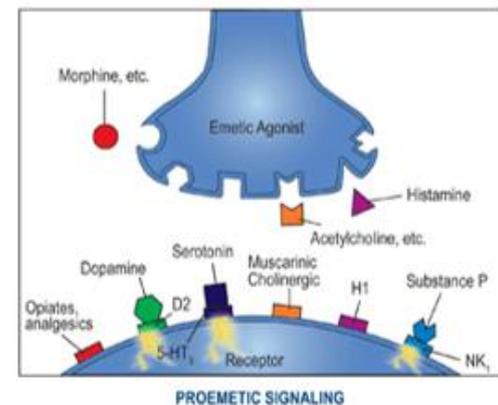
4.7 Médicaments utilisés pour la prévention et le traitement des nausées et vomissement post-opératoire

4.7.1 Rappel de la physiologie des nausées et vomissements

- Le centre du vomissement est situé au niveau de la moelle allongée et reçoit des afférences multiples : vagales à partir du tractus gastro-intestinal, vestibulaires et des nerfs crâniens (odeur, goût).
- Le centre du vomissement reçoit également des afférences de la zone chémosensible (Area postrema au niveau du 4^{ème} ventricule et en dehors de la barrière hémato-encéphalique).
- De nombreux récepteurs sont impliqués dans le vomissement : D2, 5HT3 et 5HT4, ACh, H1, Neurokinin (NK1). Ils sont la cible des médicaments antiémétiques.



- Antagonistes de la sérotonine, les sétrons
 - Ondansetron
 - Tropisetron / Granisetron / Dolasetron
 - Palonosetron
- Antagonistes dopaminergique
 - Butyrophénones - Dropéridol
- Antagonistes de la neurokinine-1 substance P
 - Aprépitant
- Corticostéroïdes
 - Dexamethasone
- Anticholinergiques => Scopolamine
- Benzamides - Métoclopramide
- Antihistaminiques => Prométhazine / Dimenhhydrinate



4.7.2 Pharmacologie

- Les « sétrons » (ondansétron ou Zofran® par exemple) sont des antagonistes du récepteur 5HT-3 à la sérotonine. L'ondansétron est administré à une dose de 4 mg en fin d'intervention en prévention ou en post-opératoire en traitement.
- Les anti-D2 (comme par exemple de dropéridol ou l'halopéridol) peuvent être administrés en prophylaxie ou en traitement. Le dropéridol est administré à une dose de 0.5-1 mg, en début ou en fin d'intervention en prévention, ou alors en post-opératoire en traitement.
- La dexaméthasone exerce un effet antiémétique par un mécanisme mal connu, possiblement indirectement par un effet antalgique et donc d'épargne d'opiacés. Elle est administrée à une dose de 0.15 mg/kg (entre 4-8 mg chez l'adulte). Du fait de son entrée en action retardée (quelques heures) et de son effet prolongé (jusqu'à 36 heures) elle doit être administrée en début d'intervention et n'est en général pas administrée en salle de réveil.
- Le propofol possède (contrairement aux opiacés et aux halogénés qui sont émétisants) un puissant effet antiémétique. Il fait partie intégrante de l'arsenal de la prévention des nausées et vomissements post-opératoire.

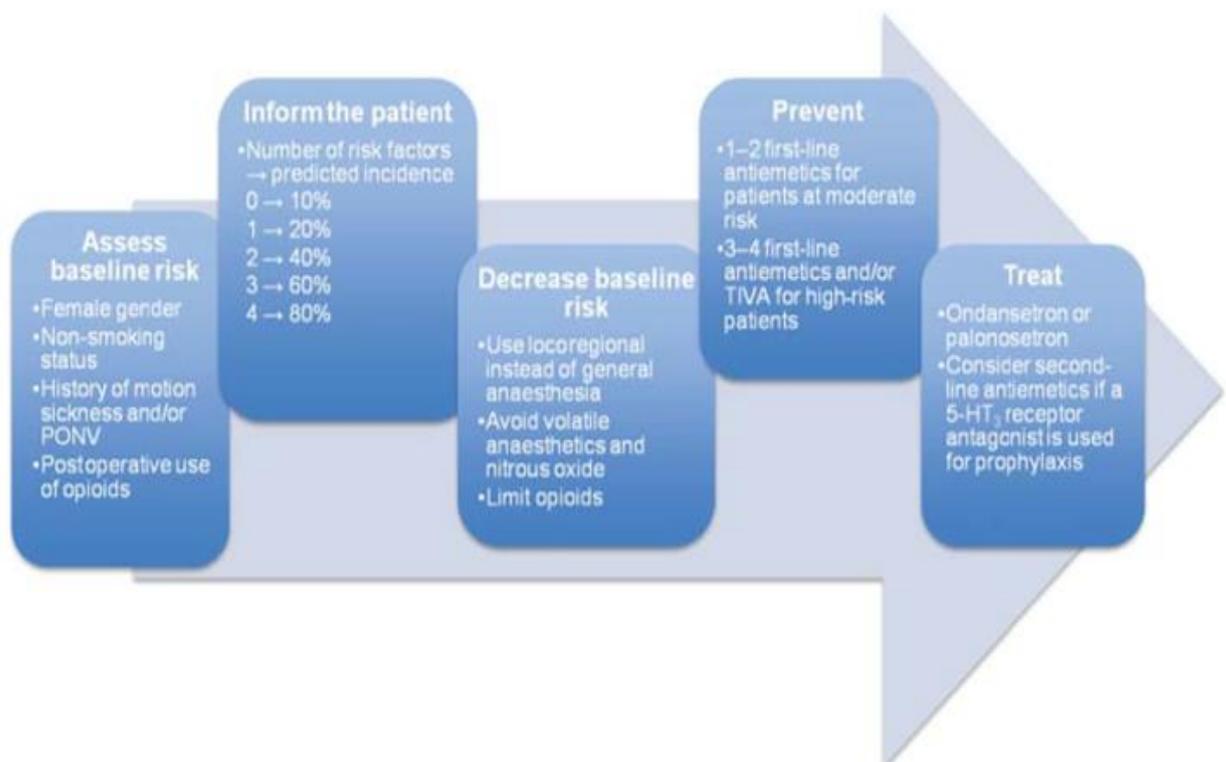
4.7.3 Evaluation du risque de survenue des nausées et vomissements post-opératoire

Plusieurs éléments sont des risques de survenue de nausées et vomissements post-opératoire :

- Lié au patient : sexe féminin, non-fumeur, antécédents de nausées et vomissements post-opératoire, antécédents de mal des transports.
- Lié à la chirurgie : gynécologique (sein, utérus), chirurgie de l'oreille interne et externe, chirurgie du strabisme.
- Liés à l'anesthésie : utilisation d'opiacés, utilisation d'halogénés (par opposition au propofol).

En fonction de ces éléments l'anesthésiste détermine si une ou plusieurs prophylaxies sont nécessaire.

J'aime aussi bien ce graphique des recommandations européennes d'anesthésie pour la prévention des PONV



Continuous Educ Anaesthesia Crit Care
2013

5. Matériel, monitoring, sécurité

Un patient anesthésié, que ce soit pour une anesthésie générale ou locorégionale, doit bénéficier d'une surveillance de ses fonctions vitales.

Le monitoring de base pour toute anesthésie y compris pour une anesthésie locogégionale consiste en :

- Un ECG 3 ou 5 dérivations
- Une mesure de pression artérielle non invasive
- Une saturométrie
- Une mesure des gaz inspirés et expirés (halogénés, oxygène, CO₂, en particulier CO₂ expiré)
- Un monitoring de la curarisation le cas échéant
- Une mesure de la température corporelle

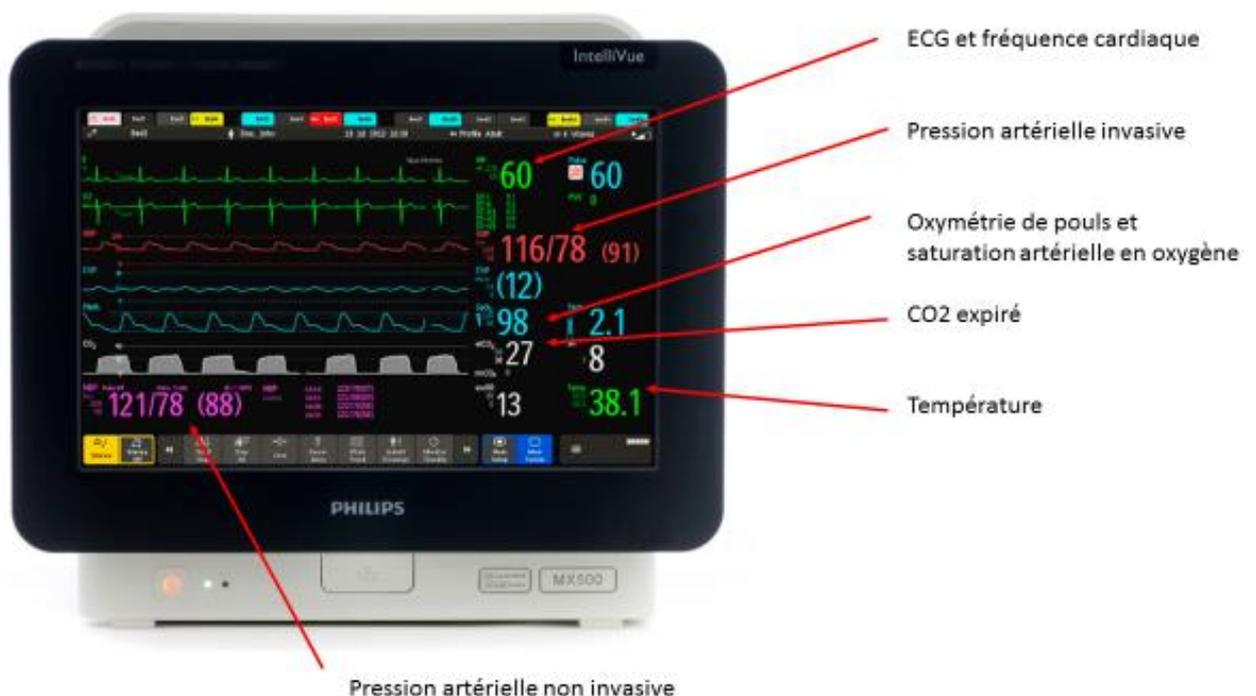
Le monitoring étendu, réservé à certaines situations (patients ou procédures) particulières peut comprendre :

- Une mesure de la pression artérielle invasive
- Une mesure de la pression veineuse centrale
- Une mesure du débit cardiaque
- Un EEG simplifié (Index Bispectral ou BIS) pour la mesure de la profondeur de l'anesthésie
- Une mesure de l'oxygénation cérébrale (par spectroscopie proche infrarouge ou NIRS)
- Une échographie transoesophagienne

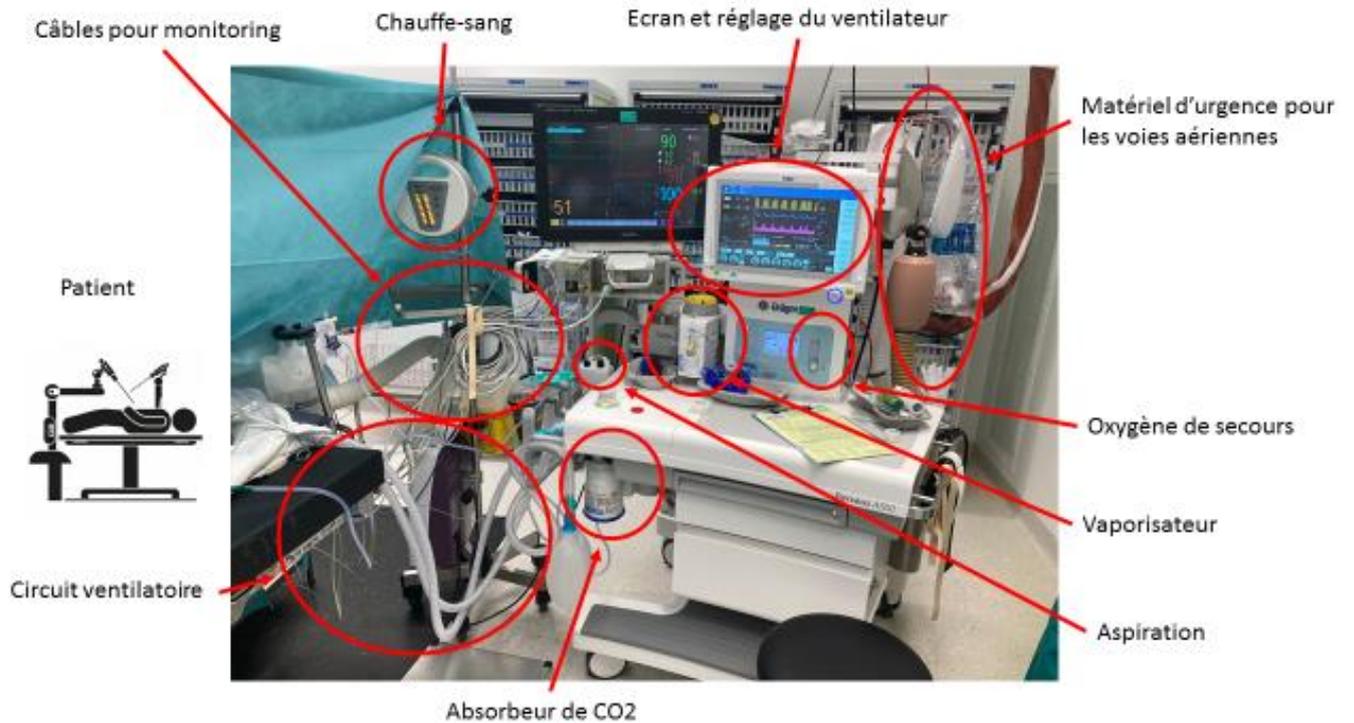
Le matériel de base pour toute anesthésie consiste en :

- Du matériel pour la prise en charge des voies aériennes (masque, masque laryngé, tube endo-trachéal)
- Une aspiration fonctionnelle
- Un plateau de médicaments (hypnotiques, opiacés, curares, vasopresseurs, médicaments d'urgence)
- Un ventilateur fonctionnel
- Du matériel pour la réalisation de l'anesthésie locorégionale
- Une voie veineuse périphérique fonctionnelle

5.1 Monitoring Philips® utilisé au CHUV

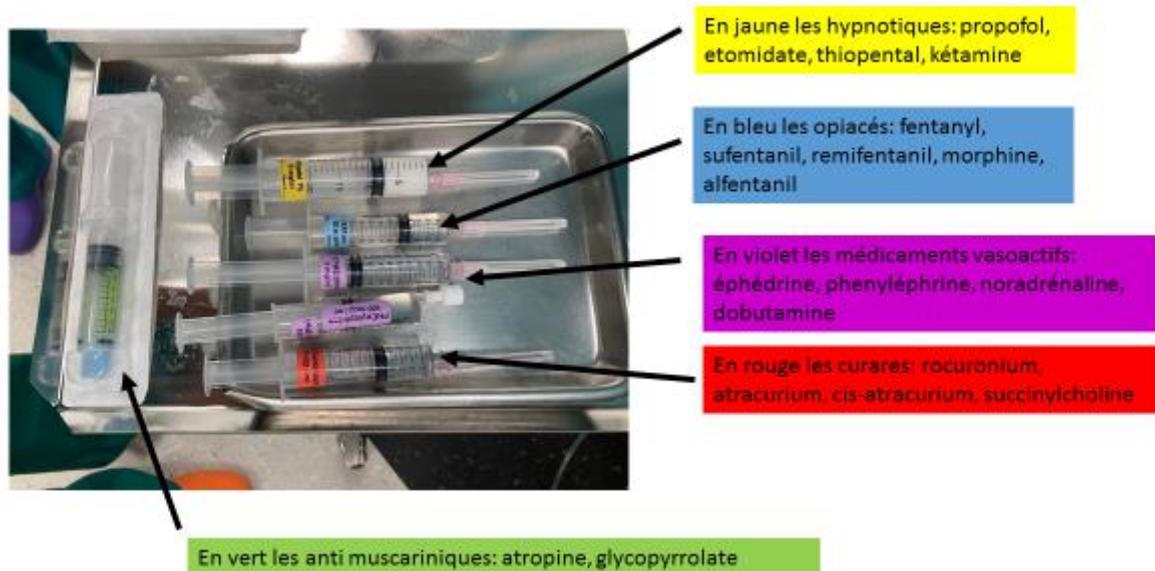


5.2 Station d'anesthésie Perseus[®] utilisée au CHUV



5.3 Plateau de médicament de base

Le plateau dit de base comprend un hypnotique, un opiacé, un curare ainsi que de l'éphédrine, de la phényléphrine et de l'atropine.



Afin d'éviter les erreurs médicamenteuses, les seringues sont étiquetées avec le nom du médicament et un code couleur correspondant à la classe de médicaments.

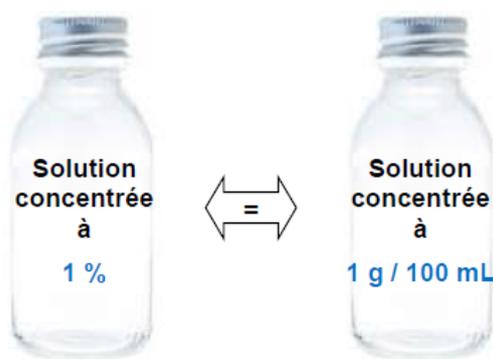
Petite parenthèse sur les concentrations des médicaments qui est parfois indiqué en mg/ml ou en % (tiré de <https://pharmacie.hug.ch/infomedic/utilismedic/calculs.pdf>)

EXPRESSION DES CONCENTRATIONS

Lorsque l'on parle de concentration, on considère la masse de principe actif contenu dans un volume, notamment des **mg/mL**.

Parfois, la concentration des médicaments est encore exprimée en pourcentage (comme le magnésium sulfate 20%, soit 200mg/mL).

Une solution concentrée à 1% contient 1 g de principe actif (PA) pour 100 mL de solution, soit 10 mg/mL.



1 g « pour cent » mL

1g ou 1000 mg de PA \Leftrightarrow 100 mL

Combien dans 1 mL ?

1000 mg \div 100 mL = 10 mg/mL

0.01 g ou 10 mg de PA \Leftrightarrow 1 mL

Une solution à 1% contient 10 mg par mL
Une solution à 10% contient 100 mg par mL
Une solution à 50% contient 500 mg par mL

Par exemple :

- Bupivacaïne 0.25% = 2.5 mg/ml
- Lidocaïne 1% = 10 mg/ml
- Thiopental 2.5% = 25 mg/ml

5.4 Matériel pour les voies aériennes

Le matériel pour le contrôle des voies aériennes doit être complet et vérifié avant de débiter l'anesthésie. Il comprend notamment :

Pour l'oxygénation :

- Une machine d'anesthésie fonctionnelle et contrôlée tous les jours
- Une source accessoire d'oxygène (bouteille ou débitmètre, en cas de dysfonction de la machine)

Pour la ventilation au masque :

- Une machine d'anesthésie fonctionnelle
- Un ballon de ventilation type AMBU® (en cas de dysfonction de la machine)
- Des canules oropharyngées (de Guedel)
- Des canules nasopharyngées (de Wendel)
- Des masques adaptés à la morphologie du patient et de différentes tailles
- Une aspiration fonctionnelle

Pour le contrôle de la voie aérienne :

- Un tube endotrachéal testé adapté à la taille du patient (ainsi que des tubes de taille supérieure et inférieure) ou un masque laryngé testé et adapté à la taille du patient
- Une seringue pour gonfler le ballonnet
- Un laryngoscope testé et adapté à la taille du patient

- Un manomètre pour vérifier la pression du ballonnet
- Une fixation (lacet ou ruban adhésif) pour fixer le tube
- Un stéthoscope et un monitoring du CO₂ expiré (pour vérifier la position du tube)
- A disposition immédiate en cas de difficulté : chariot d'intubation difficile

En résumé, le « truc mnémotechnique » pour se rappeler du matériel indispensable est le mot SOAP :

S pour **Succion** : aspiration

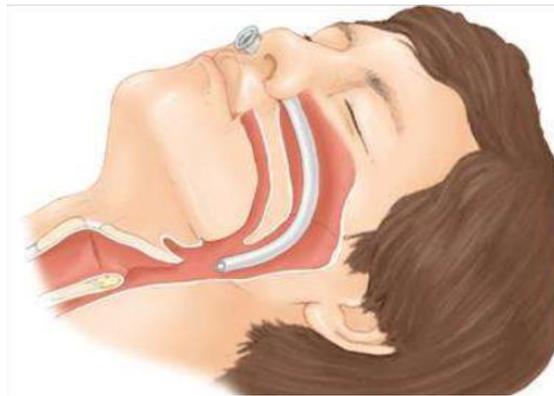
O pour **Oxygen** : source d'O₂ et moyen de ventiler

A pour **Airway** : masque, tube, laryngoscope, Guedel, Wendel

P pour **Perfusion** : Voie veineuse fonctionnelle, plateau de médicament complet

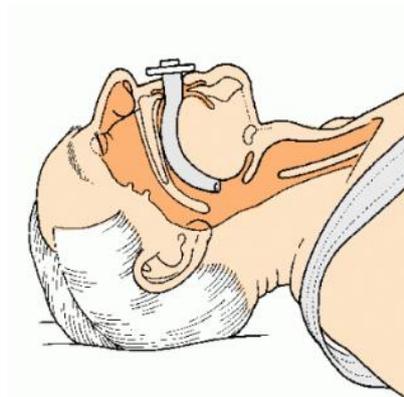
5.4.1 Canule de Wendel

La canule de Wendel est tout d'abord lubrifiée puis s'insère par le nez et descend en théorie jusque dans l'oropharynx avec le but de prévenir l'apposition de la langue contre la paroi pharyngée postérieure et donc de maintenir la perméabilité des voies aériennes à ce niveau. Elle est utilisée pour faciliter la ventilation au masque ou maintenir les voies aériennes perméables, notamment en post-opératoire immédiat. Elle est contre-indiquée en cas de coagulopathie au vu du risque d'épistaxis. Différentes tailles existent.



5.4.2 Canule de Guedel

La canule de Guedel a le même but que la canule de Wendel. Elle s'insère par la bouche. Du fait de sa position au fond de gorge et donc d'un effet émétisant important, elle est réservée aux patients présentant des troubles sévères de l'état de conscience ou après induction de l'anesthésie générale, alors que la canule de Wendel est tolérée chez le patient réveillé. Différentes tailles existent.



Les illustrations suivantes expliquent comment la taille de ces deux canules est choisie et comment elles sont insérées.

OROPHARYNGEAL AIRWAY INSERTION



1 For oropharyngeal airway insertion, first measure. An airway of correct size will extend from the corner of the mouth to the earlobe or the angle of the mandible.



2 Open the patient's mouth with your thumb and index finger, then insert the airway in an inverted position along the patient's hard palate.



3 When the airway is well into the mouth, rotate it 180°, with the distal end of the airway lying in the hypopharynx. It may help to pull the jaw forward during passage.



4 Alternatively, open the mouth widely and use a tongue blade to displace the tongue inferiorly, and advance the airway into the oropharynx. No rotation is required with this method.

NASOPHARYNGEAL AIRWAY INSERTION



5 For nasopharyngeal airways, a device of correct size will extend from the tip of the nose to the earlobe.



6 Generously lubricate the airway prior to insertion.



7 Advance the airway into the nostril and direct it along the floor of the nasal passage in the direction of the occiput. Do not advance in a cephalad direction!

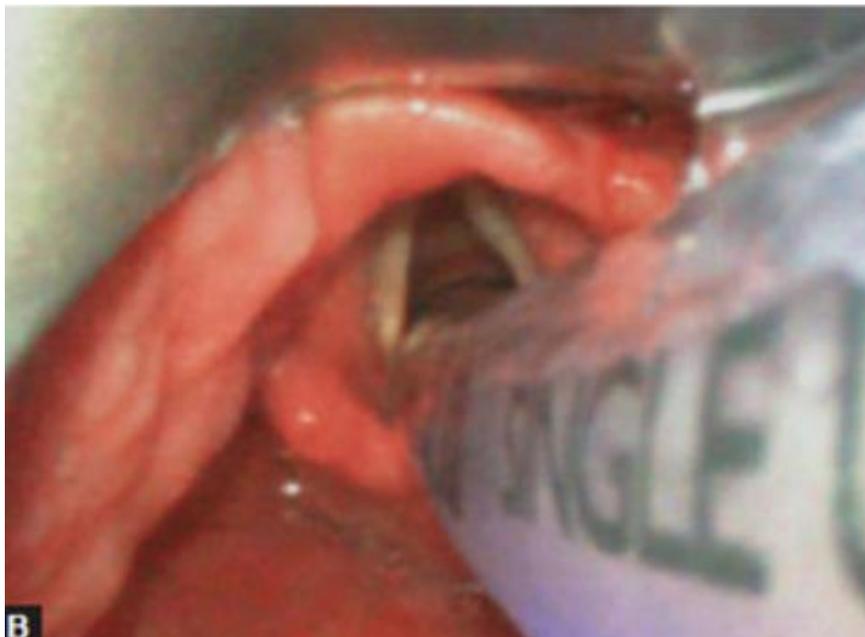
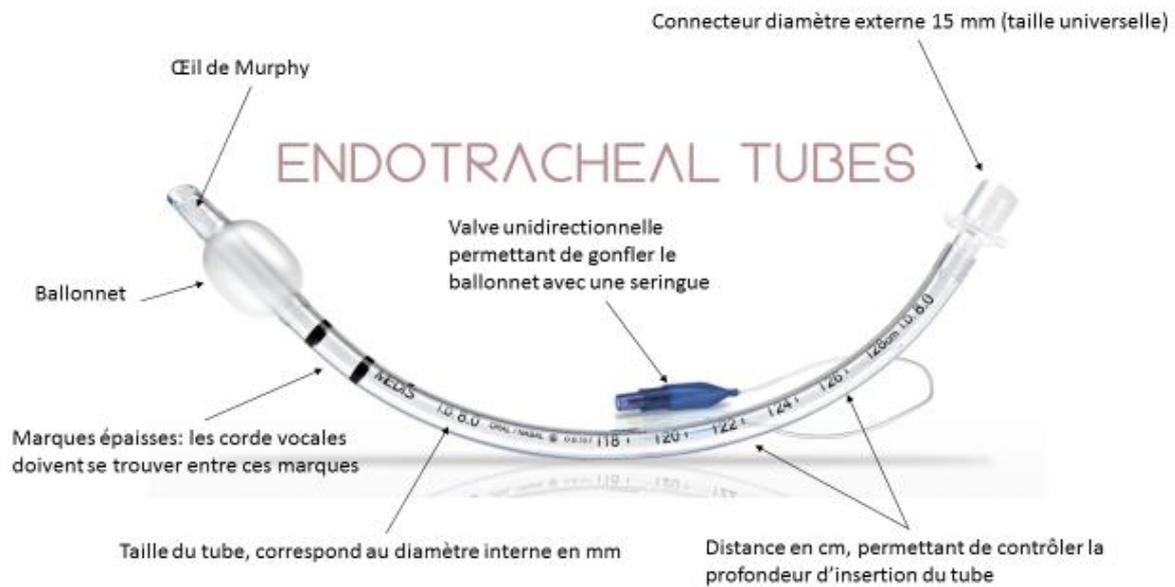


8 Advance the airway fully until the flared external tip of the device is at the nasal orifice.

5.4.3 Tube endotrachéal

La structure du tube endotrachéal est détaillée sur l'illustration suivante. L'intubation peut se faire par voie orotrachéale (le plus souvent) ou par voie nasotrachéale. Le tube est équipé d'un ballonnet, qui, lorsqu'il est gonflé correctement protège les voies aériennes inférieures des voies aériennes supérieures et du tractus digestif.

De manière générale on choisit une sonde d'intubation de 6.5 mm pour les femmes et de 7.5 mm pour les hommes.



5.4.4 Laryngoscope

Il s'agit de l'instrument permettant de visualiser l'ouverture glottique et qui permet donc la réalisation de l'intubation. Il est composé d'un manche (qui contient une pile et une source lumineuse) et d'une lame qui est insérée par la bouche du patient. Il existe différents designs de lame. Depuis quelques années les vidéolaryngoscope ont fait leur entrée dans la pratique clinique. Ce sont des lames de laryngoscope muni d'une caméra à leur extrémité qui permet une visualisation de la glotte sur un moniteur, donc visible par tous.

Le laryngoscope doit être testé (bon fonctionnement de la source lumineuse) avant chaque anesthésie.

Lame de de Mac Gill

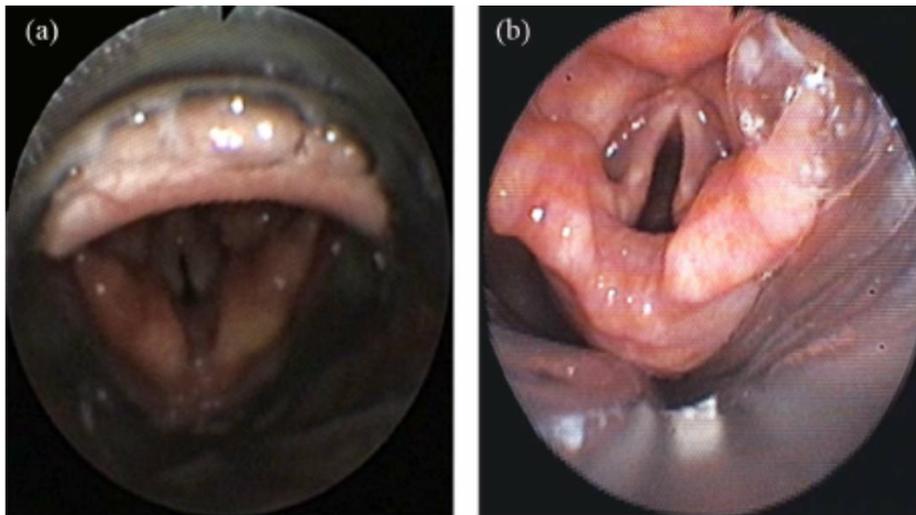


Vidéolaryngoscope

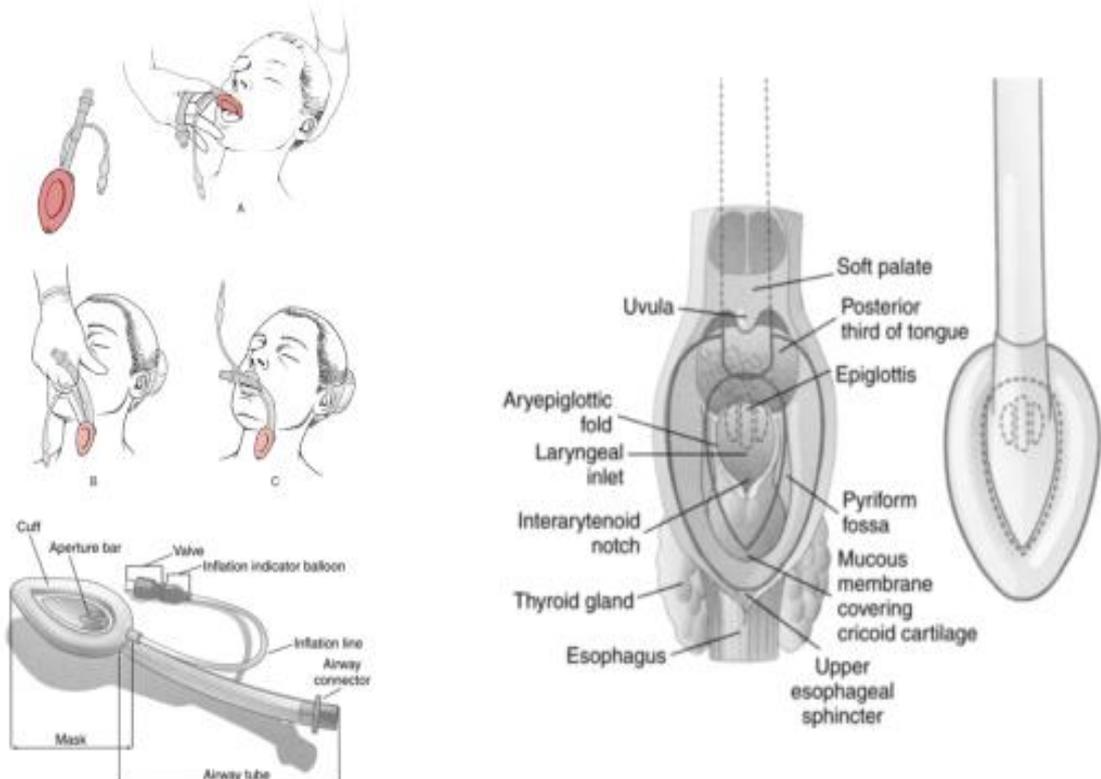


5.4.5 Masque laryngé

Il s'agit d'un dispositif qui s'insère par la bouche du patient et se « pose » sur la glotte. Le masque se place au niveau sus-glottique et repose sur l'ouverture laryngée. Il comporte parfois un système de gonflage pour renforcer l'étanchéité. Le masque laryngé est une alternative à l'intubation trachéale dans certaines situations électives (cf chapitre 6.2.1.4) et un outil qui fait partie des algorithmes en cas d'intubation ou de ventilation au masque difficile. Il faut garder en tête qu'un masque laryngé ne protège pas complètement (contrairement au tube endotrachéal) les voies aériennes d'une bronchoaspiration. Différentes tailles existent selon les fabricants en fonction du poids, du sexe et de la taille du patient.



Fiberoptic view of the supraglottic airway devices in situ. (a) i-GelTM; (b) LMA-SupremeTM.



5.5 Contrôles de sécurité :

Le matériel et le monitoring nécessaire pour une anesthésie d'un patient donné se prépare et se contrôle chaque matin et avant chaque anesthésie.

La machine d'anesthésie fait l'objet d'un autotest (étanchéité du circuit, recherche de fuites, fonctionnement des différentes valves) avant chaque mise en service. Ce test est complété par une check liste qui inclut également le contrôle du fonctionnement et de la présence des autres équipements indispensables (entre autres aspiration, ballon de ventilation, source d'oxygène accessoire, laryngoscope).

6. L'anesthésie

6.1. L'analgesédation

L'analgesie se définit comme l'ensemble des techniques et moyens médicamenteux permettant de supprimer ou de diminuer la douleur. La sédation constitue l'ensemble des moyens visant à diminuer ou supprimer les effets d'une agression quelle qu'en soit la nature (stress, agitation, angoisse...). L'analgesie peut entraîner une sédation du patient lorsque l'agitation liée au phénomène algique cesse, mais la sédation isolée d'un patient peut ne pas avoir d'effet antalgique. L'analgesédation se fait donc à l'aide d'un analgésique et un médicament sédatif, choisis selon les comorbidités du patient et l'effet recherché.

La douleur, l'anxiété et l'agitation peuvent avoir des effets psychologiques et des conséquences physiologiques délétères. La douleur altère la fonction respiratoire et circulatoire, augmente le risque de complications pulmonaires, et induit une réaction endocrino-métabolique liée à la réponse au stress.

L'anxiété, l'agitation peuvent être à l'origine de refus de soins et d'agressivité mettant en danger le malade et l'entourage. L'analgesie et la sédation diminuent la réponse au stress et améliorent le rapport apport/demande en oxygène. De nombreuses situations pré-hospitalières nécessitent une sédation- et /ou une analgesie afin de pouvoir effectuer des gestes ou procédure de réanimation pour le patient. La analgesédation peut s'avérer également nécessaire chez des patients de soins intensifs avec des atteintes sévères respiratoires (état de mal asthmatique, syndrome de détresse respiratoire), neurologiques (hypertension intracrânienne, état de mal épileptique) et circulatoires (choc cardiogène).

L'analgesie se réalise principalement au moyen de morphiniques. Elle est titrée, c'est-à-dire que la dose est déterminée en fonction d'un objectif d'efficacité (par exemple score de douleur < 3/10) et de tolérance. La posologie est individuelle et augmentée progressivement jusqu'à ce que l'objectif soit atteint sans dépasser les objectifs de sécurité ou de tolérance (dans le cas des morphiniques sédation ou dépression respiratoire). Chez le patient communicant l'antalgie peut être titrée avec une échelle visuelle analogue (EVA, notant la douleur d'une intensité de 0 à 10) et chez le patient non communicant à l'aide d'échelles observationnelles (par exemple le CPOT).

Critical Care Pain Observation Tool

Indicator	Description	Score	
Facial expression	No muscular tension observed	Relaxed, neutral	0
	Presence of frowning, brow lowering, orbit tightening, and levator contraction	Tense	1
	All of the above facial movements plus eyelid tightly closed	Grimacing	2
Body movements	Does not move at all (does not necessarily mean absence of pain)	Absence of movements	0
	Slow, cautious movements, touching or rubbing the pain site, seeking attention through movements	Protection	1
	Pulling tube, attempting to sit up, moving limbs/ thrashing, not following commands, striking at staff, trying to climb out of bed	Restlessness	2
Muscle tension Evaluation by passive flexion and extension of upper extremities	No resistance to passive movements	Relaxed	0
	Resistance to passive movements	Tense, rigid	1
	Strong resistance to passive movements, inability to complete them	Very tense or rigid	2
Compliance with the ventilator (intubated patients)	Alarms not activated, easy ventilation	Tolerating ventilator or movement	0
	Alarms stop spontaneously	Coughing but tolerating	1
	Asynchrony: blocking ventilation, alarms frequently activated	Fighting ventilator	2
OR			
Vocalization (extubated patients)	Talking in normal tone or no sound	Talking in normal tone or no sound	0
	Sighing, moaning	Sighing, moaning	1
	Crying out, sobbing	Crying out, sobbing	2

La sédation se réalise au moyen d'hypnotiques intraveineux (propofol, benzodiazépines, parfois dexmédétomidine). Elle doit être titrée également en fonction d'objectifs de cible et de sécurité. La titration en fonction des effets recherchés est actuellement la meilleure méthode pour éviter une sédation insuffisante ou un surdosage. A titre d'illustration l'échelle de Ramsay est décrite ci-après.

Niveau 1	Malade anxieux et agité	Niveau 4	Vive réponse à la stimulation de la glabella
Niveau 2	Malade coopérant, orienté et calme	Niveau 5	Faible réponse à la stimulation de la glabella
Niveau 3	Réponse seulement à la commande	Niveau 6	Aucune réponse à la stimulation de la glabella

La réalisation d'une analgosedation impose les mêmes mesures de sécurité (en terme de monitoring et d'équipement disponible pour la sécurisation des voies aériennes) que pour une prise en charge anesthésique. En effet un patient peut passer de manière rapide et inattendue d'un état agité (niveau 1) à un état comateux (niveau 6), ceci même après l'administration d'une dose de sédation minimale, avec possiblement une apnée et/ou une obstruction des voies aériennes qui peut nécessiter une prise en charge immédiate.

L'arrêt de la sédation est également délicat, notamment chez les patients aux réserves cardiaques ou respiratoires limitées, lié à une augmentation brutale de la demande en oxygène au moment de la levée de sédation. De même après une administration prolongée (jours ou semaines), le patient est exposé à un syndrome de sevrage, tant aux morphiniques qu'aux sédatifs.

6.2. L'anesthésie générale

Les indications à une anesthésie générale sont en général tous les actes chirurgicaux ne pouvant se faire sous anesthésie locorégionale ou si cette dernière est contre-indiquée ou refusée par le patient.

On distingue plusieurs catégories d'anesthésie générale, en fonction de la modalité de la ventilation du patient et de la modalité de contrôle des voies aériennes.

1. L'anesthésie générale en respiratoire spontanée, en général sans manœuvre sur les voies aériennes. Il s'agit d'une prise en charge possible par exemple pour des examens d'endoscopie digestive, de radiologie ou de cardiologie interventionnelle par voie endovasculaire. Il n'y a dans ce cas pas de sécurisation des voies aériennes.
2. L'anesthésie générale au masque ou au masque laryngé, en respiration spontanée, assistée ou contrôlée. Il n'y a dans ce cas pas de sécurisation des voies aériennes.
3. L'anesthésie générale avec intubation trachéale (orotrachéale, nasotrachéale, canule de trachéotomie). Elle permet une ventilation contrôlée (mais aussi spontanée et assistée) et assure une sécurisation des voies aériennes, via le tube situé dans la trachée et son ballonnet qui isole les voies aériennes inférieures des voies aériennes supérieures et du tractus digestif.

L'anesthésie générale avec intubation de la trachée est indiquée pour les situations suivantes :

- Chirurgie de longue durée
- Absence d'accès aux voies aériennes durant la chirurgie (neurochirurgie, ORL, position ventrale)
- Chirurgie lourde (cardiaque, viscérale, urologique, pulmonaire)
- Chirurgie laparoscopique
- En cas de risque d'aspiration du contenu gastrique (cf chapitre 3.1.3)

L'anesthésie générale au masque facial ou au masque laryngé est indiquée pour les situations suivantes :

- Patients sans risque de bronchoaspiration
- Chirurgie de courte durée ne nécessitant pas de curarisation (gynécologique, membres inférieures)
- Accès possible pour l'anesthésiste en tout temps à la tête et aux voies aériennes supérieures du patient

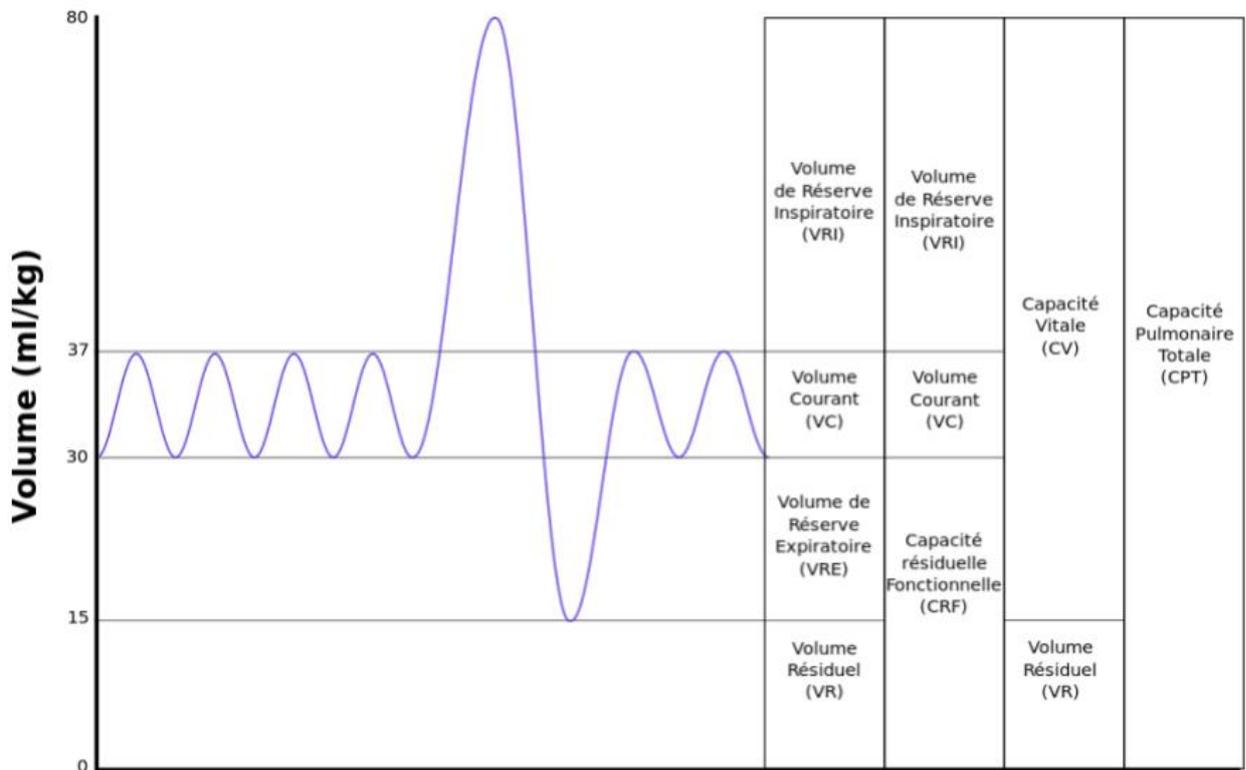
Après avoir décrit le matériel, les médicaments et le monitoring indispensable à l'anesthésie dans les chapitres précédents nous sommes prêts maintenant à décrire les différentes étapes de l'anesthésie générale. L'anesthésie générale comporte 3 phases qui sont l'induction, l'entretien et enfin le réveil.

6.2.1 L'induction de l'anesthésie générale

L'induction peut être divisée en 4 étapes : la pré-oxygénation, l'injection des médicaments, la ventilation au masque puis le contrôle des voies aériennes.

6.2.1.1 La préoxygénation ou dénitrogénéation

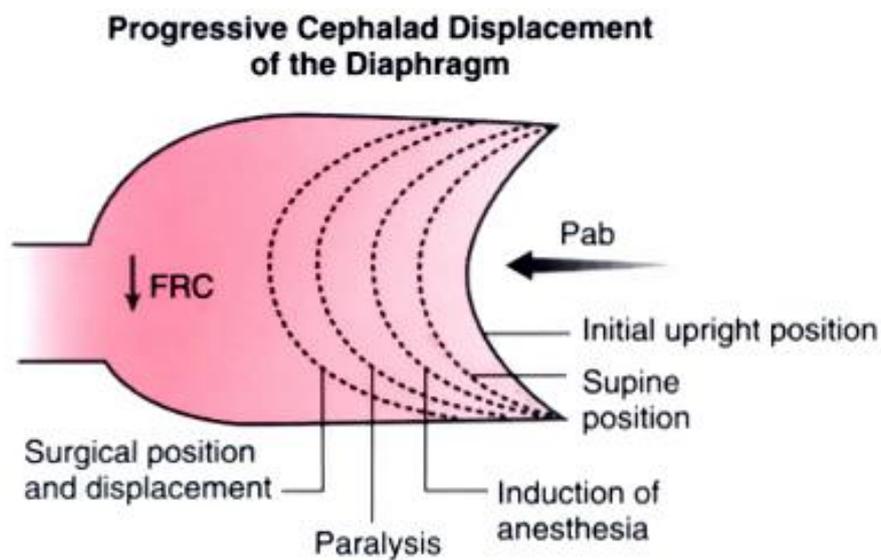
La capacité résiduelle fonctionnelle ou CRF (volume d'air présent dans les poumons après expiration normale, environs 2500 ml chez adulte sain) est capitale en anesthésie. C'est le volume pulmonaire qui va servir de réservoir d'oxygène à partir du moment où le patient cesse de respirer spontanément après l'induction de l'anesthésie. Ces réserves permettent le maintien de l'oxygénation entre l'apnée et le moment où le patient est ventilé par l'anesthésiste.



Volumes Pulmonaires en spirométrie

De nombreuses conditions diminuent la CRF et donc la possibilité de faire des réserves d'oxygène :

- Pathologies pulmonaires
- Pression abdominale augmentée : pathologie digestive, ascite, grossesse
- Positionnement en décubitus dorsal



L'importance de la préoxygénation est illustrée par les calculs suivants :

- Les réserves pulmonaires d'oxygène en l'absence de pré oxygénation sont de :

$$2500 \text{ ml (CRF)} \times 21\% (\text{FIO}_2 \text{ dans l'air ambiant}) = 500 \text{ ml d'oxygène}$$

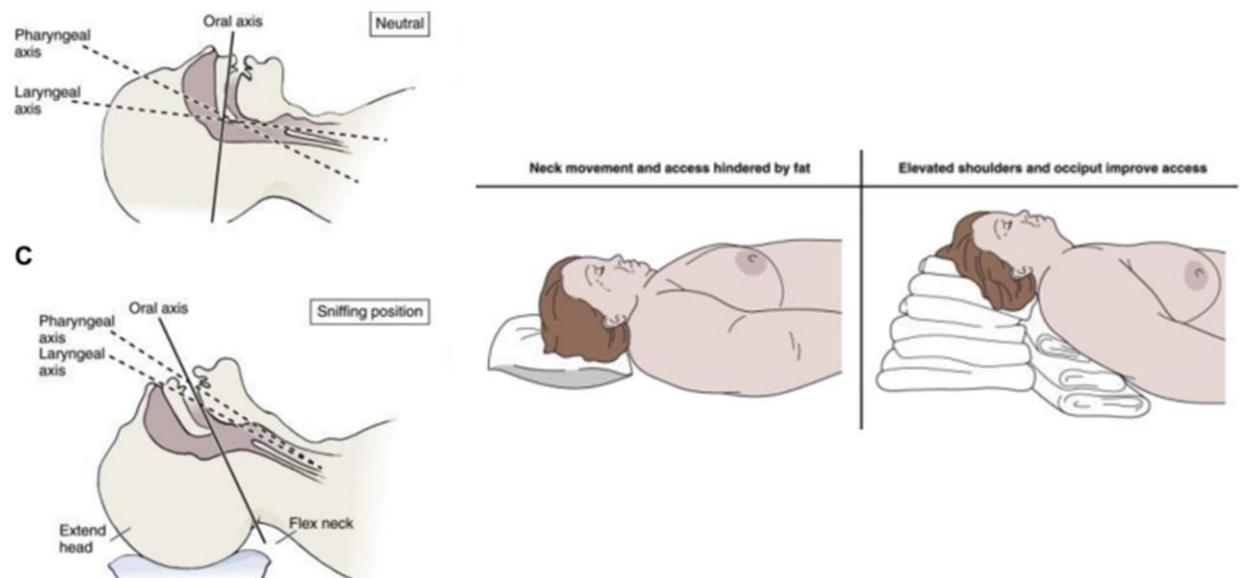
- La consommation d'oxygène au repos est d'environ 3.5 ml/kg/minute (= 1 MET, cf chapitre XXX) soit environs 250 ml/minute pour un adulte moyen.
- Nous avons donc à peu près 2 minutes de réserve d'oxygène sans préoxygénation.
- En augmentant la FIO₂ à 100% on majore les réserves d'oxygène :

$$2500 \text{ ml (CRF)} \times 100\% (\text{FIO}_2 \text{ en cas de préoxygénation}) = 2500 \text{ ml d'oxygène}$$

- La réserve d'oxygène est donc augmentée à environs 8-10 minutes avec une préoxygénation.

La préoxygénation (encore appelée dénitrogénéation car le processus consiste à remplacer l'azote par de l'oxygène) se fait avec un masque facial appliqué de manière étanche sur le visage du patient (cf chapitre 6.1.2.2 ventilation au masque) avec de l'oxygène à 100% et un débit de gaz frais suffisant. Le patient est réveillé durant cette phase et ventile spontanément. L'analyse en continu des gaz inspirés et expirés permet d'objectiver une préoxygénation suffisante. Une mesure d'une fraction expirée d'oxygène > 90% témoigne d'une préoxygénation suffisante. 3 à 5 minutes sont souvent nécessaires pour une préoxygénation suffisante. Si nécessaires des manœuvres supplémentaires visant à augmenter la CRF peuvent être appliquées : position proclive, administration de pression positive continus (CPAP ou continu positive airway pressure) voire d'une aide inspiratoire (ventilation non-invasive).

Une attention particulière au positionnement du patient est portée déjà à ce moment, en vue de faciliter la ventilation au masque puis l'intubation. Alignement des voies aériennes supérieures par la position de la tête, coussin, etc...



Ci-dessus : Mesures d'installation du patient visant à améliorer la maîtrise des voies aériennes, recherche de la « sniffing position »

6.2.1.2 L'injection des médicaments

Dans la majorité des cas (l'exception notable étant la pédiatrie où l'induction inhalatoire est fréquente) l'induction de l'anesthésie se fait par l'injection de médicaments par voie intraveineuse.

Un opiacé et un hypnotique sont injectés ce qui provoque la perte de connaissance du patient et le plus souvent une apnée. En cas d'intubation un curare est également injecté. Le choix des molécules est dicté par les comorbidités du patient ainsi que, notamment par la durée de l'intervention et la profondeur d'anesthésie souhaitée.

Le timing d'administration du curare fait encore débat. Historiquement il n'était administré qu'après s'être assuré que le patient était ventilable au masque, en considérant qu'un patient non ventilable au masque avait des chances de recommencer à respirer avant de devenir hypoxémique alors qu'un patient non ventilable curarisé allait de toute façon rester apnéique et décéder. Actuellement, certaines données suggèrent d'administrer le curare immédiatement après l'opiacés et l'hypnotique car le curare facilite la ventilation au masque (ouverture des cordes vocales, relaxation de la musculature thoracique), et qu'un antidote existe pour le Rocuronium. Cette tendance n'est actuellement pas la norme au CHUV, car on préfère toujours vérifier la ventilation avant de curariser.

Pour l'induction inhalatoire, plusieurs stades de profondeur de l'anesthésie sont décrits (stades de Guedel). Ces stades ne s'observent pas en cas d'induction intraveineuse. Ils peuvent se voir par contre « dans le sens inverse » au moment du réveil.

- Le stade 1 correspond à un état semi-conscient
- Le stade 2 correspond à un état d'excitation « paradoxal ». A ce stade on observe des mouvements, une agitation, une salivation, une tachycardie. Il s'agit d'un stade délicat, entre le réveil et le stade d'endormissement au cours duquel le patient est très « sensible » à toute stimulation et durant lequel des complications à type d'apnée, de bronchospasme et de laryngospasme peuvent survenir.
- Le stade 3 correspond à l'état d'anesthésie chirurgicale.
- Le stade 4 est la mort (ou juste avant...)

STAGE	PUPIL		RESP	PULSE	B.P.
1 ST INDUCTION	USUAL SIZE 	REACTION TO LIGHT 		IRREGULAR	NORMAL
2 ND EXCITEMENT	 OR 			IRREGULAR AND FAST	HIGH
3 RD OPERATIVE				STEADY SLOW	NORMAL
4 TH DANGER				WEAK AND THREADY	LOW

6.2.1.3 La ventilation au masque

C'est une phase cruciale de l'anesthésie générale. En effet après l'induction de l'anesthésie le patient ne respire plus... c'est nous qui le mettons en apnée... pas lui !! Et il doit être ventilé afin d'assurer une oxygénation.

SI LE PATIENT N'EST PAS VENTILABLE IL EST EXPOSE A UN RISQUE D'HYPOXEMIE ET DONC DE DECES. LA VENTILATION AU MASQUE EST DONC UN GESTE ESSENTIEL POUR L'ANESTHESISTE ET POUR TOUT MEDECIN. LA SECURISATION DES VOIES AERIENNES (INTUBATION PAR EXEMPLE) EST ESSENTUELLE MAIS SECONDAIRE.



La technique de maintien du masque sur le visage du patient est illustrée ci-dessus. Une canule de Guedel ou de Wendel peut être insérée afin de faciliter la ventilation.

L'efficacité de la ventilation au masque doit être assurée par le contrôle des éléments suivants :

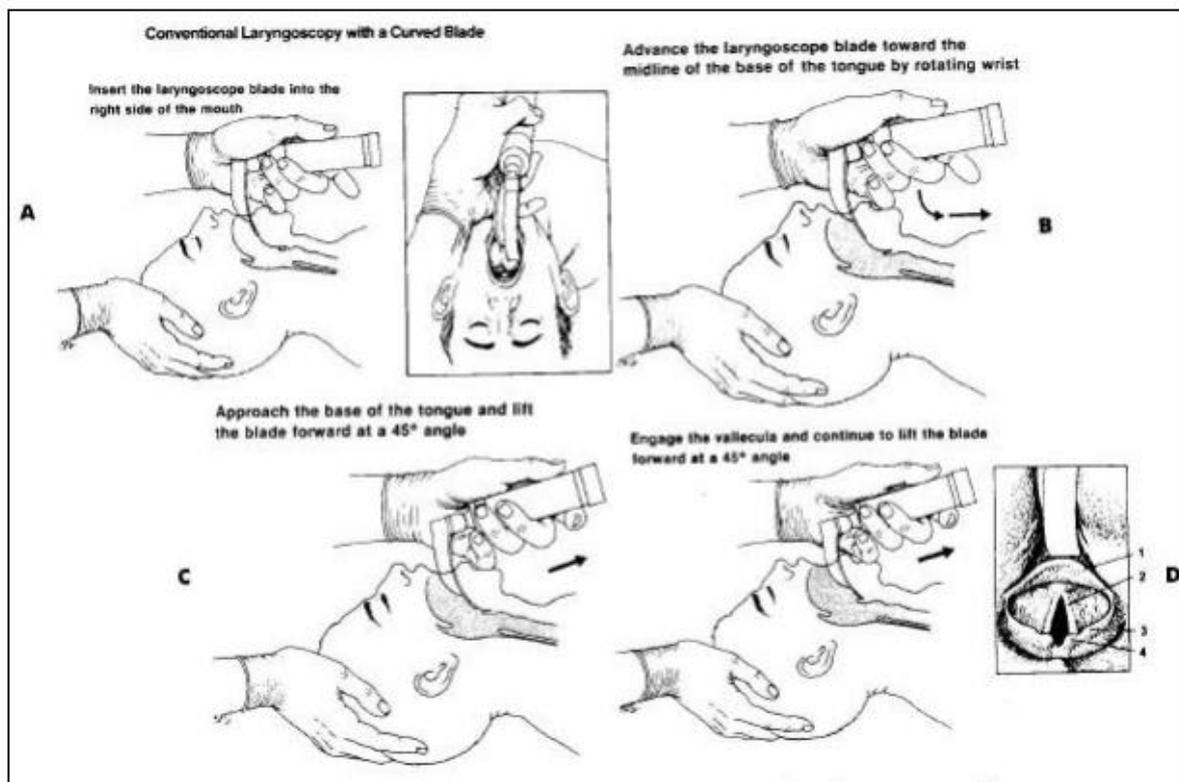
- Absence de fuite : le ballon se gonfle à l'expirium, absence de fuite audible autour du masque.
- Mouvement du thorax : le thorax se soulève à l'inspirium.
- Présence de « buée » dans le masque à l'expirium témoignant de sortie d'air en provenance des poumons.
- Présence de CO₂ expiré identifié (cf annexe base de l'interprétation de l'EtCO₂) par l'analyseur de gaz, témoignant de sortie d'air en provenance des poumons.
- **Une saturation qui se maintient n'est pas un signe de ventilation au masque efficace et ne doit pas être rassurante en soi.** En effet comme démontré au chapitre précédent sur la préoxygénation, la réserve d'oxygène dans la CRF est suffisante pour 8-10 minutes en cas de préoxygénation adéquate. La survenue d'une hypoxémie est tardive et annonce une catastrophe dans les secondes à venir.

6.2.1.4 Le contrôle des voies aériennes

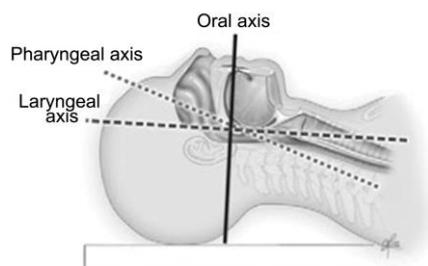
Intubation :

Une fois le curare administré et ayant déployé ses effets on peut procéder à l'intubation. Le curare est nécessaire afin d'obtenir des conditions idéales d'intubation (ouverture de bouche, mobilité cervicale, ouverture des cordes vocales).

La technique d'intubation est difficile à décrire en mots. Elle est illustrée ci-après.



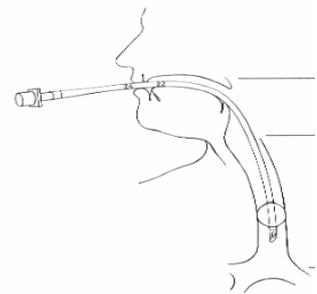
A



L'intubation se fait à l'aide d'un laryngoscope et d'un tube endotrachéal. Après visualisation des cordes vocales, le tube est inséré dans la trachée à une distance de 20-22 cm à l'arcade dentaire. Les cordes vocales doivent se trouver entre les deux repères prévus (cf illustration chapitre 5.4.2). Le ballonnet est gonflé et sa pression vérifiée à l'aide d'un manomètre. La pression du ballonnet ne doit pas excéder 25 cmH₂O (pression qui correspond à la pression de perfusion capillaire) pour éviter une ischémie de la muqueuse trachéale.



Après réalisation de l'intubation il s'agit de s'assurer, par divers moyens, que le tube est bel et bien en place dans la trachée (et pas dans l'œsophage ni dans une bronche souche ni dans le fond de gorge). Les moyens de s'assurer que le tube est « en place » sont les suivants :



- Visualisation du tube qui passe entre les cordes vocales (parfois visualisation difficile, raison pour laquelle d'autres moyens doivent être mis en œuvre).
- Ampliation symétrique du thorax (intubation sélective).
- Auscultation symétrique (intubation sélective).
- Absence d'auscultation dans le creux épigastrique (intubation œsophagienne).
- Présence de CO₂ expiré.
- En cas de doute fibroscopie bronchique à travers le tube endotrachéal afin de s'assurer qu'il est bien dans la trachée et au-dessus de la carène

Tous ces mesures ont leurs limites. L'auscultation est parfois difficile. La laryngoscopie est parfois difficile. En cas d'arrêt cardio-respiratoire il n'y a pas de débit cardiaque, donc pas de débit dans l'artère pulmonaire, donc pas de CO₂ qui arrive au poumons, donc pas de CO₂ expiré. Si le patient vient de boire des boissons gazeuses on peut retrouver du CO₂ dans l'estomac. La visualisation de la bonne position du tube endotrachéal à l'aide d'une fibroscopie est donc le seul moyen fiable.

Ces contrôles de « bonne position » du tube doivent être faits et répétés régulièrement durant toute l'anesthésie, à chaque changement de position du patient et lors de tous problèmes.

Masque facial ou masque laryngé

De même que pour l'induction d'une anesthésie générale avec intubation, le patient est pré-oxygéné avant l'administration des médicaments. L'anesthésie au masque facial ou laryngé a la particularité de pouvoir endormir le patient tout en gardant une ventilation spontanée. Cependant, il est parfois difficile de maintenir une ventilation spontanée et on peut alors ventiler le patient de manière contrôlée (en l'absence d'effort inspiratoire du patient) ou assistée (en présence d'une respiration spontanée mais insuffisante). Le maintien d'une respiration spontanée n'est pas obligatoire. Pour maintenir le patient en ventilation spontanée, les médicaments administrés ne doivent pas déprimer trop la respiration et bien sûr le patient ne doit pas être curarisé.

L'induction à séquence rapide :

C'est une séquence d'intubation particulière utilisée lorsqu'un patient présente des risques de bronchoaspiration (cf chapitre 3.1.3, évaluation du risque de bronchoaspiration).

Cette séquence a pour but de sécuriser les voies aériennes le plus rapidement possible, avec un délai raccourci entre la perte des réflexes de protection des voies aériennes du patient (déglutition, toux, fermeture glottique) et l'intubation. En effet lors de la séquence « normale » il se passe quelques minutes (3 minutes environ) entre l'induction (injection de l'hypnotique, de l'opiacé et du curare) et l'intubation, ceci en raison du délai d'entrée en action des curares. Pendant cette période le patient est ventilé au masque et les voies aériennes ne sont pas protégées.

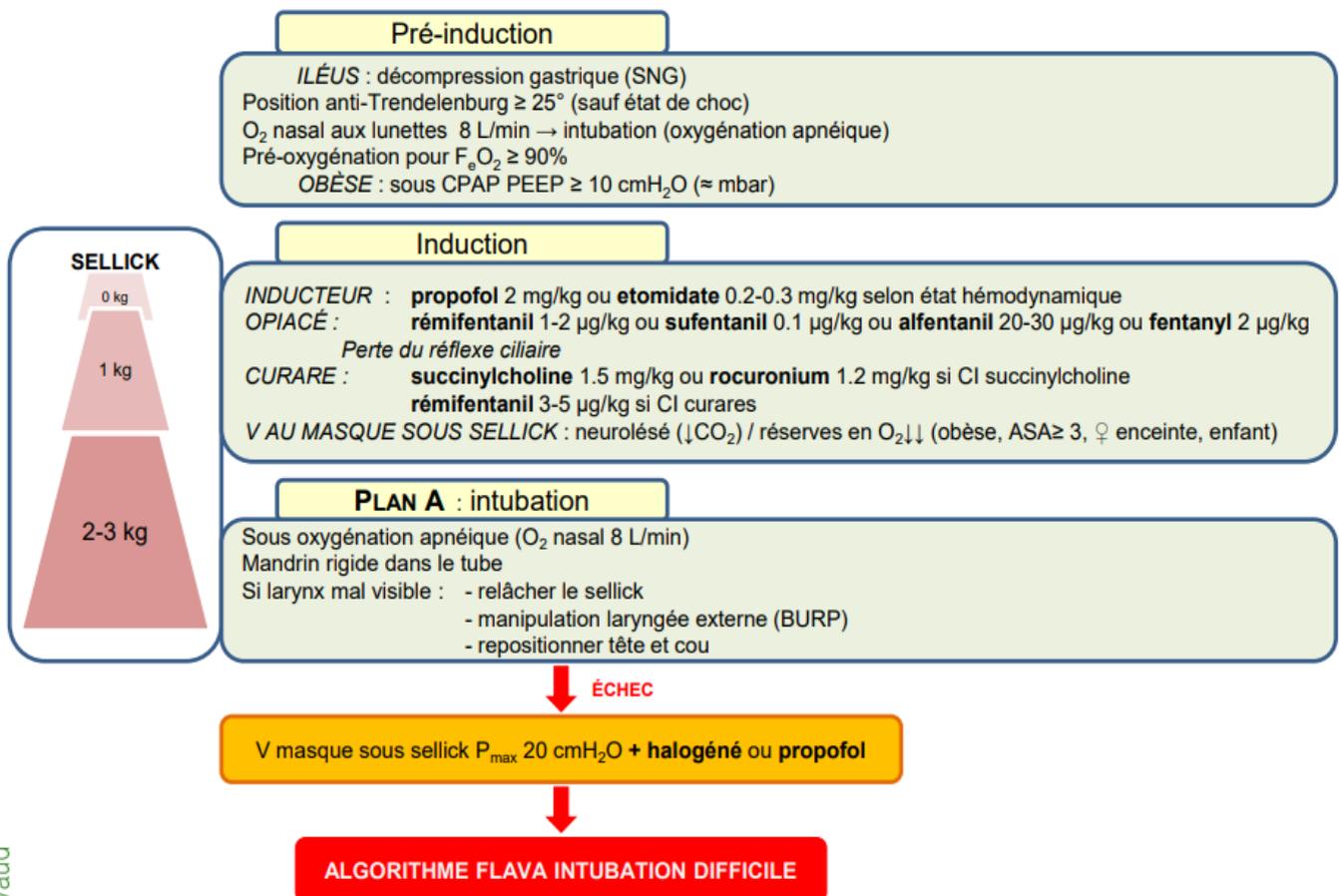
Lors de l'induction à séquence rapide, on procède à une préoxygénation puis à l'induction (traditionnellement hypnotique seul sans opiacés) avec une injection de curare à action rapide, puis à l'intubation, en général sans ventilation au masque. Le renoncement à la ventilation au masque a pour but d'éviter de ventiler l'estomac et de risquer le reflux gastro-œsophagien (augmentation de la pression dans l'estomac par les gaz insufflés et risque d'ouverture du cardia et de reflux du contenu de l'estomac vers l'œsophage et la trachée).

Les curares utilisés sont la succinylcholine (cf chapitre 4.3.2) ou le rocuronium « double dose » (0.9-1.2 mg/kg) qui offrent des conditions d'intubation suffisance en environ 60 secondes. L'induction à séquence rapide est une procédure risquée.

Plusieurs manœuvres viennent possiblement s'ajouter à la séquence (oxygénation apnéique, pression cricoïdienne, injection d'opiacés). La réalisation de l'induction à séquence rapide fait l'objet d'une recommandation interne au service illustrée ci-après.



INDUCTION INTUBATION EN SÉQUENCE RAPIDE (IISR) ADULTE – ALGORITHMHE 2018

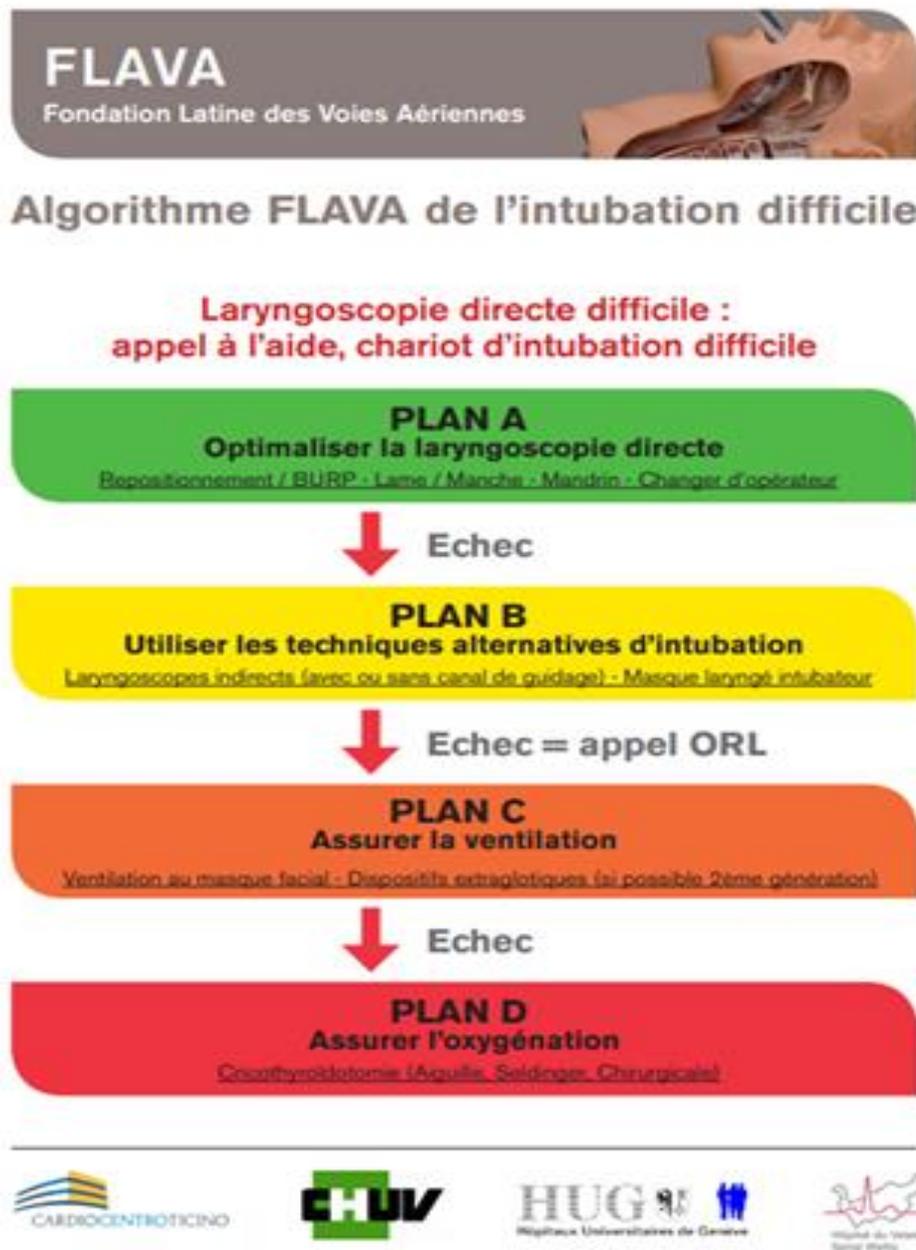


APPROUVÉ PAR MC ALG CHUV
MCR/FG/JDR 04/2018

L'intubation difficile :

Les difficultés de ventilation au masque ou d'intubation restent des complications majeures en anesthésie contemporaine. Des algorithmes orientent la prise en charge de ces situations critiques. L'algorithme FLAVA en vigueur au CHUV est présenté à titre d'illustration.

DANS TOUTS LES CAS LE MAINTIEN DE LA VENTILATION ET DE L'OXYGENATION PRIME SUR L'INTUBATION.



FLAVA

Fondation Latine des Voies Aériennes



Algorithme FLAVA : commentaires importants

A chaque étape de l'algorithme, envisager le réveil du patient

Echec d'intubation lors d'urgence vitale avec chirurgie salvatrice courte (p.ex. césarienne avec détresse fœtale, clampage aortique, ...): envisager le maintien de l'anesthésie générale au masque sous Sevoflurane pour la durée de la chirurgie salvatrice

L'algorithme FLAVA de l'intubation difficile est une stratégie conçue pour la gestion de l'intubation endotrachéale difficile imprévue

En cas de difficultés prévisibles, une stratégie individualisée sera élaborée et adaptée à chaque patient. Cette stratégie tiendra compte entre autre:

- de la possibilité d'un retour à une ventilation spontanée
- d'envisager le réveil du patient en cas de chirurgie non urgente

Après une intubation difficile, l'élaboration d'une stratégie pour l'extubation sécurisée doit être mise en place (par ex: examen ORL, mandrin d'extubation, dispositif extraglottique)

Le matériel du chariot d'intubation difficile et son organisation (trois A, B, C, D) doivent refléter les plans (A, B, C, D) de l'algorithme. L'algorithme doit être facilement disponible et clairement visible (plan de travail du chariot)

Le choix précis des outils d'intubation dans une catégorie donnée (mandrins, laryngoscopes indirects, dispositifs extraglottiques, technique d'oxygénation) est laissé au libre choix de chaque institution

Le choix des outils est moins important que les stratégies de formation et de diffusion mises en œuvre pour les promouvoir au sein de l'institution



6.2.2 Le maintien de l'anesthésie

Le maintien de l'anesthésie est la phase durant laquelle le patient est endormi et durant laquelle la procédure ayant mené à l'anesthésie à lieu. Le rôle de l'anesthésiste est, en plus d'assurer le sommeil, d'assurer le maintien des fonctions vitales du patient. Le monitoring le plus important durant cette phase est la vigilance de l'anesthésiste. Cette phase est parfois ressentie comme ennuyeuse, après l'excitation de l'induction et l'attente du réveil, mais la vigilance reste entièrement de mise pour éviter des catastrophes. Le rôle de l'anesthésiste pendant le maintien de l'anesthésie est illustré par la suite selon le schéma ABCDE.



6.2.2.1 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « A »

Durant toute la phase opératoire, même après une intubation ou la pose réussie d'un masque laryngé, l'anesthésiste doit vérifier constamment que la voie aérienne est sécurisée et que rien n'a changé, ceci passe notamment par le contrôle régulier des points suivant :

- Vérifier position du tube (absence de coudage) et fixation du tube.
- Vérifier la pression du ballonnet.
- Vérifier la présence de CO₂ expiré (ou End-tidal CO₂ / EtCO₂).
- Anticipation des modifications possible en peropératoire (œdème des voies aériennes par exemple)

6.2.2.2 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « B »

L'anesthésiste doit assurer l'oxygénation et la ventilation du patient. Ceci passe par les vérifications régulières suivantes :

- Suivi de la saturation.
- Vérification de la disponibilité de l'oxygène (bouteilles, pipelines, FIO₂ mesurée).
- Vérification et adaptation du mode ventilatoire et des réglages (pression des voies aériennes, volume courant, PEEP, fréquence respiratoire, FIO₂) en fonction de la situation clinique.
- Assurer une ventilation minute suffisante (EtCO₂, PaCO₂ si gazométrie disponible).
- Anticipation des modifications possibles (capnopéritoine réduisant la compliance pulmonaire, risque de pneumothorax, risque d'intubation sélective, risque de bronchospasme)

Les ANNEXES suivantes présentent les bases de la ventilation mécanique ainsi que les bases d'interprétation et d'utilisation du monitoring du CO₂ expiré.

ANNEXE : base de la ventilation mécanique

But de la ventilation mécanique :

Lors de l'anesthésie générale, la ventilation spontanée du patient est le plus souvent insuffisante (bradypnée induite par les opiacés) voire carrément abolie (après curarisation par exemple). Le but de la ventilation mécanique est d'une part d'assurer l'oxygénation et l'élimination du CO₂, mais également de protéger le poumon du traumatisme que peut induire la ventilation mécanique en elle-même. L'interface qui permet la ventilation mécanique peut être un tube trachéal, un masque laryngé ou une canule de trachéotomie. La ventilation non invasive, réalisée parfois en salle de réveil ou aux soins intensifs n'est pas traitée ici.

Modes ventilatoires :

Différentes modalités d'administration de la ventilation existent.

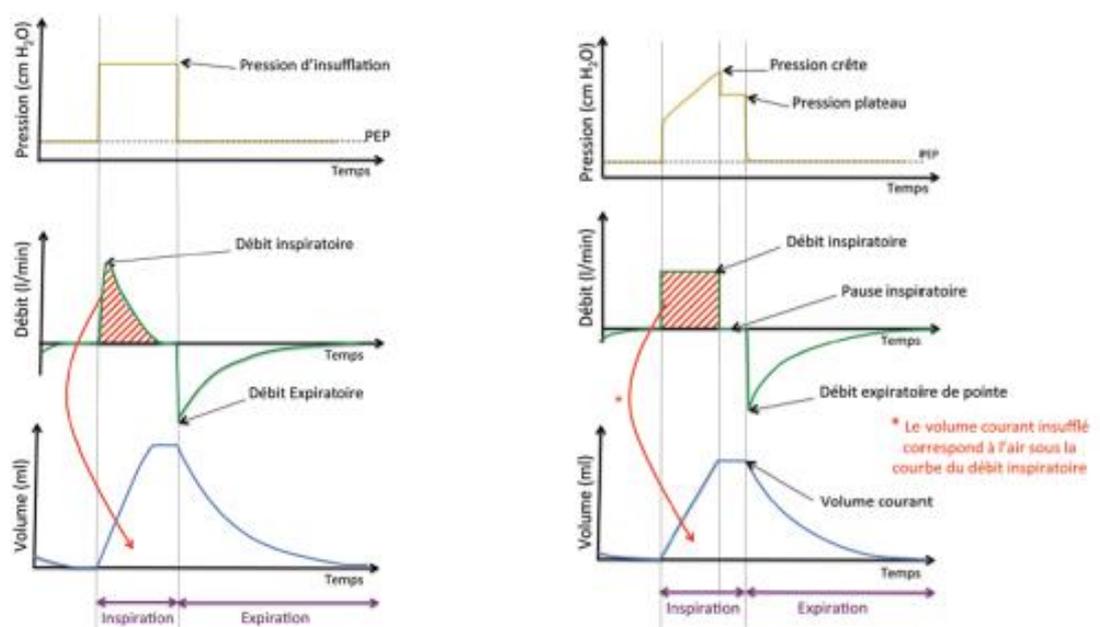
On distingue les modes ventilatoires en volume et les modes ventilatoires en pression.

- Lorsqu'on choisit de ventiler un patient en mode volume, le volume courant est sélectionné. La pression qui en découle dans les voies aériennes doit être monitorée pour s'assurer de l'absence de barotraumatisme (exposition du poumon à des pressions trop importantes).
- Lorsque on choisit de ventiler un patient en mode pression, la pression inspiratoire est sélectionnée. Le volume qui entre dans les poumons doit être monitoré pour s'assurer d'une part de l'administration d'un volume et d'une ventilation minute suffisante, et, d'autre part, pour s'assurer de l'absence de volotrauma (administration de volume trop important).

Les modes se distinguent également en fonction de la contribution du patient à la ventilation mécanique.

- Les modes contrôlés sont le plus souvent utilisés en intra-opératoire. L'entier de la ventilation mécanique est déterminée par les réglages du ventilateur.
- Les modes assistés permettent une contribution du patient lorsque celui-ci est capable de déclencher le ventilateur. Un exemple est le mode VS/AI (ventilation spontanée / aide inspiratoire) qui est parfois utilisé en fin d'intervention une fois la curarisation levée et l'anesthésie allégée.

Aspect des courbes de pression, de débit et de volume (en pression contrôlée à gauche et en volume contrôlé à droite) :



Exemple de réglages de base de la ventilation mécanique contrôlée :

Indépendamment du mode choisi, différents réglages doivent être effectués :

- Une FIO₂ pour obtenir une saturation suffisante (en général 94%).
- Une pression positive télé expiratoire (PEEP) de 5 cmH₂O.
- Un volume courant de 6-8 ml/kg de poids idéal avec une pression inspiratoire ou pression de plateau < 28 cmH₂O.
- Une fréquence respiratoire (FR), qui associée au volume courant (VT) assure une ventilation minute (VM = FR x VT) suffisante, c'est-à-dire une VM qui permet de maintenir une pression partielle de CO₂ (ou capnie) dans la cible. Une VM normale est de l'ordre de 0.1 litre/kg/minute, soit 7 litres/minute pour un adulte de 70 kg.
- Un réglage des temps inspiratoire et expiratoire (par exemple rapport I:E) permettant un temps expiratoire suffisant.

ANNEXE : base d'interprétation de l'EtCO₂ (End-tidal CO₂ ou CO₂ télé-expiratoire)

Principe :

Une ligne est spécialement dédiée aux prélèvements et à l'analyse des gaz à proximité du tube trachéal. Cette ligne permet de mesurer les concentrations inspirées et expirées de l'oxygène, des gaz anesthésiants et du du CO₂.

Rappel physiologique :

De manière simplifiée le CO₂ est le produit du métabolisme cellulaire. Il passe dans la circulation, rejoint le cœur droit, passe dans l'artère pulmonaire puis dans l'alvéole puis est expiré si les voies aériennes sont perméables ou sécurisées par un tube en bonne place.

La mesure de l'EtCO₂ dépend donc de tous ces paramètres. La présence d'EtCO₂ est un argument fort en faveur d'un tube bien positionné. Les variations d'EtCO₂ peuvent également avoir des origines non-respiratoires. Par exemple une embolie pulmonaire massive ou une diminution brusque du débit cardiaque (en présence d'une ventilation minute inchangée) se manifestera par une chute de l'EtCO₂. De même en cas d'arrêt cardiaque l'EtCO₂ est nul. Une augmentation rapide de l'EtCO₂ pendant des manœuvres de réanimation peut signer le succès de la réanimation.

La mesure de l'EtCO₂ est également un outil précieux en sédation procédurale, en l'absence de sécurisation des voies aériennes chez le patient en respiration spontanée. Il offre un moyen en plus de l'observation clinique de s'assurer de la perméabilité des voies aériennes supérieures et du maintien de la respiration spontanée.

Exemple de courbe normale et quelques exemples de courbes pathologiques :

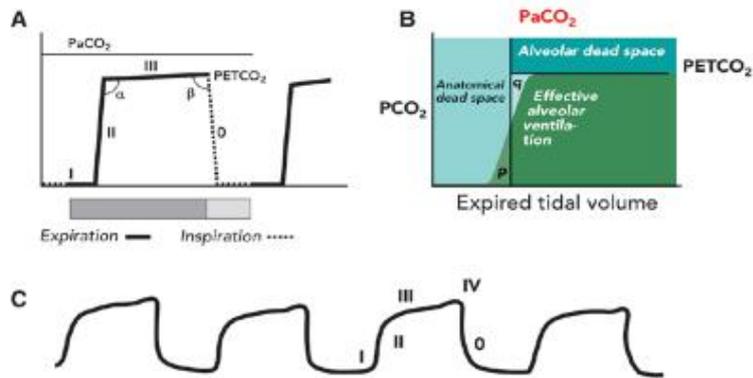


Fig. 1. A, Time capnogram showing segments, phases and angles. Inspiratory segment is phase 0, and expiratory segment is divided into three phases: I, II, and III. Maximum value of carbon dioxide at the end of the breath is designated as PETCO₂. It is lower than PaCO₂ by about 5 mmHg because of alveolar dead space. The angle between phase II and phase III is α angle, and between phase III and inspiratory downstroke is β angle. B, Volume capnogram (PCO₂ vs. expired volume): Volume capnogram showing subdivisions of tidal volume. Area under the carbon dioxide curve is effective alveolar ventilation. Area above the carbon dioxide curve and below the arterial PaCO₂ line indicates physiological dead space. A vertical line is drawn across phase II such that the two triangles p and q are equal in area. This divides physiological dead space into anatomic and alveolar dead space. C, A time capnogram recorded during cesarean delivery general anesthesia showing phase IV (For details of phase IV, refer to reference 4). PETCO₂ = end-tidal PCO₂.

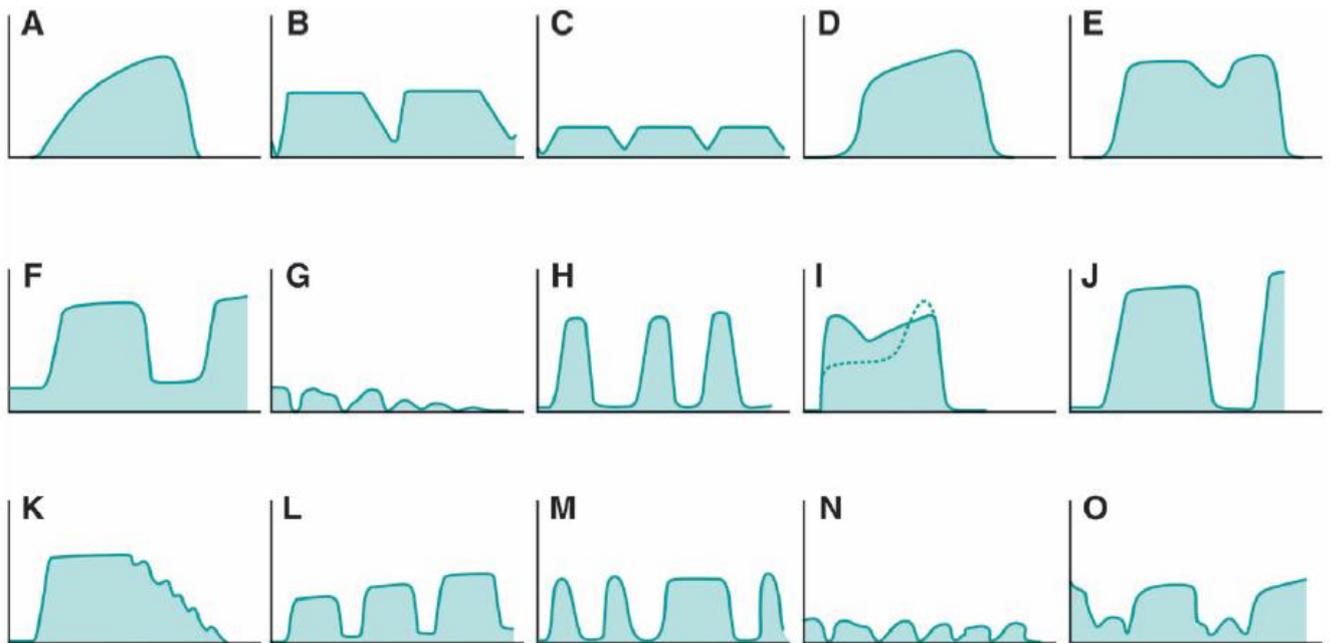


Fig. 2. A, Prolonged phase II, increased α angle, and steeper phase III suggest bronchospasm or airway obstruction. B, Expiratory valve malfunction resulting in elevation of the baseline, and the angle between the alveolar plateau and the downstroke of inspiration is increased from 90° . This is due to rebreathing of expiratory gases from the expiratory limb during inspiration. C, Inspiratory valve malfunction resulting in rebreathing of expired gases from inspiratory limb during inspiration (reference 5 for details). D, Capnogram with normal phase II but with increased slope of phase III. This capnogram is observed in pregnant subjects under general anesthesia (normal physiologic variant and details in reference 9). E, Curare cleft: Patient is attempting to breathe during partial muscle paralysis. Surgical movements on the chest and abdomen can also result in the curare cleft. F, Baseline is elevated as a result of carbon dioxide rebreathing. G, Esophageal intubation resulting in the gastric washout of residual carbon dioxide and subsequent carbon dioxide will be zero. H, Spontaneously breathing carbon dioxide waveforms where phase III is not well delineated. I, Dual capnogram in one lung transplantation patient. The first peak in phase III is from the transplanted normal lung, whereas the second peak is from the native diseased lung. A variation of dual capnogram (steep sign capnogram – dotted line) is seen if there is a leak around the sidestream sensor port at the monitor. This is because of the dilution of expired PCO_2 with atmospheric air. J, Malignant hyperpyrexia where carbon dioxide is raising gradually with zero baseline suggesting increased carbon dioxide production with carbon dioxide absorption by the soda lime. K, Classic ripple effect during the expiratory pause showing cardiogenic oscillations. These occur as a result of to-and-for movement of expired gases at the sensor due to motion of the heartbeat during expiratory pause when respiratory frequency of mechanical ventilation is low. Ripple effect like wave forms also occur when forward flow of fresh gases from a source during expiratory pause intermingles with expiratory gases at the sensor. L, Sudden raise of baseline and the end-tidal PCO_2 ($PETCO_2$) due to contamination of the sensor with secretions or water vapor. Gradual rise of baseline and $PETCO_2$ occurs when soda lime is exhausted. M, Intermittent mechanical ventilation (IMV) breaths in the midst of spontaneously breathing patient. A comparison of the height of spontaneous breaths compared to the mechanical breaths is useful to assess spontaneous ventilation during weaning process. N, Cardiopulmonary resuscitation: capnogram showing positive waveforms during each compression suggesting effective cardiac compression generating pulmonary blood. O, Capnogram showing rebreathing during inspiration. This is normal in rebreathing circuits such as Mapleson D or Bain circuit.

6.2.2.3 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « C »

L'anesthésiste doit s'assurer de la « stabilité hémodynamique du patient » dans le but de maintenir la pression de perfusion des organes nobles (coronaires, cerveau, rein) et leur apport en oxygène. Ceci passe par la vérification régulière des points suivants :

- Mesure en continu de la fréquence cardiaque
- Surveillance de l'ECG (y compris analyse en continu du segment ST)
- Mesure régulière de la pression artérielle non invasive (en général aux 2-3 minutes) ou en continu de la pression invasive
- Administration de vasopresseurs et/ou de solution de remplissage
- Estimation des pertes sanguines (champ opératoire, aspiration, compresses, sol), surveillance de l'hémoglobine et transfusion le cas échéant
- Surveillance de la diurèse si sonde vésicale en place comme paramètre « hémodynamique »

6.2.2.4 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « D » / neuro

Est-ce que le patient dort ? Est-ce qu'il dort bien ? Les trois composants de l'anesthésie que sont l'hypnose, l'antalgie et la curarisation doivent être surveillés constamment.

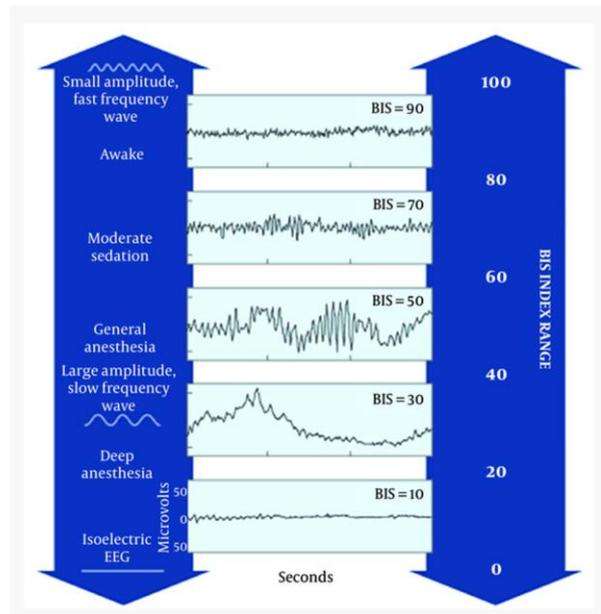
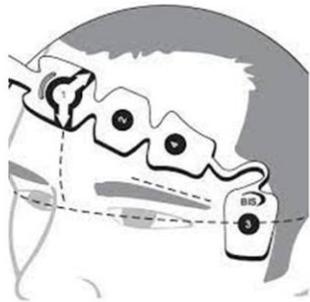
Hypnose :

- Dose d'hypnotique adéquate (débit de propofol, concentration expirée d'halogéné)
- Recherche de signes d'anesthésie trop superficielle (tachycardie, hypertension, sudation, mouvements, reprise d'une respiration spontanée, mydriase)
- Recherche de signe d'anesthésie trop profonde (bradycardie, hypotension, myosis séché, apnée)
- Monitoring de la profondeur de l'anesthésie par monitoring BIS® le cas échéant

ANNEXE : le BIS® (Index Bispectral)

Le BIS est un monitoring de l'EEG simplifié. L'interprétation de l'EEG étant inaccessible au commun des mortels, le BIS donne, à partir de 4 électrodes frontales, un chiffre (sans dimension) entre 0 (EEG isoélectrique) et 100 (patient réveillé). Il renseigne sur le degré d'hypnose du patient. Un chiffre entre 40 et 60 est généralement considéré comme une hypnose de profondeur adéquate. En dessous de 40 on considère que l'anesthésie est

trop profonde et au-dessus de 60 que l'anesthésie est trop superficielle avec un risque de mémorisation peropératoire (awareness). Le bénéfice et l'intérêt de l'utilisation du BIS de routine sont débattus.



Antalgie :

- Dose d'opiacé suffisante pour la stimulation actuelle ou future
- En cas d'anesthésie locorégionale le bloc est-il adéquat ?
- Examen des pupilles
- Anticipation de l'analgésie post-opératoire (cf chapitre 8)

Curarisation :

- Degré de curarisation adéquat pour la procédure
- Profondeur de la curarisation (cf chapitre 4.3.4) via contrôle réguliers du TOF

6.2.2.5 Maintien de l'anesthésie : contrôle du « E »

La lettre E est parfois utilisée pour environnement. On y met un peu tout ce qui reste en plus de l'environnement du patient au sens propre.

- Surveillance et maintien de la température corporelle (thermomètre œsophagien, couverture chauffante, chauffe-perfusion)
- Surveillance du positionnement du patient (points d'appui, positionnement de la tête et des membres supérieurs, fermeture oculaire)
- Maintien d'une normo glycémie
- Contrôle du matériel : plateau complet / perfusions suffisamment pleines / vaporisateur suffisamment plein / appareils en charge (machine d'anesthésie, perfuseurs)

Le contrôle de la température corporelle et le maintien d'une normothermie est capitale durant la période peropératoire. En effet tout au bloc opératoire contribue au refroidissement du patient : il est presque nu dans une atmosphère à 19-20° pour ne pas que les chirurgiens transpirent trop, il est vasodilaté par les médicaments anesthésiques, on lui administre des solutions de perfusion qui sont à température ambiante, les frissons sont abolis par l'anesthésie. L'hypothermie ($T^{\circ} < 35.5^{\circ}$) - en plus d'être désagréable au réveil si le patient frissonne - a de nombreuses conséquences dangereuses pour le patient : augmentation des saignements, augmentation des infections du site opératoire, augmentation de la consommation d'O₂ au réveil, ralentissement de l'élimination des curares. Elle doit donc être prévenue et évitée à tout prix.

6.2.3 Le réveil

A la fin de l'intervention chirurgicale, le patient doit être réveillé et si possible extubé avant son transfert en salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI) ou communément dit la salle de réveil. Il faut donc se préparer à réveiller le patient lorsque la procédure chirurgicale se termine (diminution puis arrêt du débit de perfusion du propofol ou du dosage des volatils). La curarisation doit être complètement reversée si nécessaire (cf chapitre 4.3.5). Le traitement de la douleur post-opératoire est anticipé (cf chapitre 8) ainsi que la prophylaxie des nausées et vomissements post-opératoire administrée le cas échéant (cf chapitre 4.7).

Le réveil est un acte complètement électif qui se prépare soigneusement et qui peut être repoussé si l'on considère qu'il est trop risqué. Les conditions d'extubation doivent être les mêmes que les conditions d'intubation (préparation du matériel, positionnement du patient).

Les critères de réveil puis d'extubation d'un patient sont les suivants :

A / Voies aériennes

- Les voies aériennes doivent être perméables. Des changements peuvent survenir durant la période intra opératoire (œdème, saignements, remplissage important).
- En cas de doute un test de fuite ou un examen fibroscopique devra être réalisé. Le test de fuite consiste à dégonfler le ballonnet après une aspiration préalable chez un patient qui respire spontanément, afin de vérifier cliniquement en écoutant si un passage d'air est possible autour du tube.
- Les réflexes de protection des voies aériennes doivent être récupérés (toux, déglutition).
- Les difficultés d'extubation doivent être anticipées (préparation du matériel et des médicaments pour une ré-intubation le cas échéant).

B / Respiration

- Respiratoire spontanée suffisante avec PEEP ou aide inspiratoire minimale (fréquence 10-20/minute et volume courants 6-8 ml/kg).
- Oxygénation suffisante (saturation, FiO₂).
- Capnie similaire à l'état préopératoire.

C / Hémodynamique

- Fréquence cardiaque normale.
- TA normale, éventuellement soutient vasopresseur minimal.
- Absence d'instabilité hémodynamique (haute doses d'amines, choc, hyperlactatémie).
- Absence de saignement actif.

D / Neurologique

- Elimination des hypnotiques (ouverture des yeux, mouvement spontané, parfois réponse aux ordres).
- Antagonisation complète de l'effet des curares (TOF ratio > 90%)

E / Environnement et autres

- Normothermie (Les frissons augmentent massivement l'inconfort et la consommation d'oxygène, ce qui peut être dangereux chez les patients avec peu de réserves).
- Absence de complication chirurgicale évidente.
- Pas de projet de reprise chirurgicale dans les prochaines heures / jours.

Globalement le réveil et l'extubation sont des procédures tout aussi risquées que l'intubation et l'induction.

INTUBATION IS A SKILL, EXTUBATION IS AN ART

De nombreuses complications peuvent survenir durant la période de l'extubation ou durant la période suivant immédiatement l'extubation : tachycardie, hypertension, toux, laryngospasme, bronchospasme, apnée, agitation.

6.2.4 La salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI ou salle de réveil)

« Les patients ayant bénéficié d'une procédure chirurgicale, diagnostique ou interventionnelle, effectuée sous anesthésie générale, anesthésie locorégionale ou Monitored Anaesthesia Care (MAC) avec ou sans analgésédation, peuvent présenter après l'intervention des complications liées aux effets résiduels des médicaments administrés, à l'acte pratiqué ainsi qu'aux comorbidités préexistantes »

SSAMP, surveillance et soins post-anesthésiques, Recommandations 2014.

La SSPI est un lieu où les patients ayant eu une anesthésie quel qu'elle soit sont admis pour surveillance. Ils sont donc réveillés et extubés, mais leur état de « post-anesthésique » mérite encore une surveillance appropriée des paramètres vitaux (oxygénation, ventilation, fréquence cardiaque, tension artérielle, état de conscience).

L'antalgie est adaptée (titration morphinique, adaptation du dosage d'une péridurale) et les complications sont reconnues et traitées (par exemple nausées et vomissements post-opératoires).

Les critères de sortie de la salle de réveil sont énumérés dans le tableau suivant. Ils varient en fonction de l'organisation de l'établissement et de la destination du patient (chirurgie ambulatoire, chambre, soins intermédiaires).

A	<ul style="list-style-type: none">• Perméabilité des VAS
B	<ul style="list-style-type: none">• Toux efficace, grands mouvements respiratoires possibles• Fréquence respiratoire 10-20 / minute• Pas de dyspnée• Saturation O₂ > 92%
C	<ul style="list-style-type: none">• Pas de troubles du rythme nouveau• TA +/- 20% des valeurs préopératoires• Fréquence cardiaque < 100/minutes• Pas d'hémorragie
Neurologie	<ul style="list-style-type: none">• Patient réveillé ou très facilement réveillable• Orienté aux 3 modes, capable de comprendre les instructions• Si rachianesthésie récupération du bloc moteur, sensibilité thermique descendue au niveau de L2
Confort	<ul style="list-style-type: none">• VAS < 3/10, plus de 20-30 minutes après dernière dose d'opiacé iv• Absence de nausées et vomissements
Autre	<ul style="list-style-type: none">• Normothermie• Diurèse > 0.5 ml/kg/heure• Glycémie dans la norme

6.3 L'anesthésie locorégionale

L'anesthésie locorégionale consiste à injecter des anesthésiques locaux au voisinage d'un nerf ou de la moelle épinière, afin d'insensibiliser une région donnée. L'état de conscience du patient est conservé. L'anesthésie locorégionale est également appliquée dans le cadre d'anesthésies dites combinée, qui combinent une anesthésie générale avec une anesthésie locorégionale.

L'anesthésie locorégionale se pratique à tous les niveaux du système nerveux en fonction de la région à anesthésier.

Il existe différents types d'anesthésies locales :

- Anesthésie topique = de surface : l'anesthésique, sous forme de gel ou de pommade, est déposé sur la muqueuse ou sur la peau. Un exemple est la crème EMLA® (qui contient un mélange de lidocaïne et de prilocaïne) qui s'applique sur la peau par exemple pour prévenir la douleur liée à une ponction veineuse.
- Anesthésie par infiltration : l'anesthésique est injecté dans la zone concernée par l'intervention.

Il existe deux grandes classes d'anesthésie locorégionale :

Les blocs centraux ou péri médullaires (on parle aussi d'anesthésie neuraxiale) :

- Rachianesthésie (ou anesthésie rachidienne, anesthésie spinale, spinal block...) : injection d'un anesthésique local dans le liquide céphalo-rachidien, en dessous du cône médullaire au niveau lombaire, qui permet une anesthésie du bas du corps.
- Epidurale ou péri-durale : injection d'un anesthésique local au niveau de l'espace épidural, qui permet une anesthésie au niveau des métamères adjacents au niveau d'injection.
- Bloc caudal (ne sera pas détaillé plus spécifiquement, utilisé essentiellement en pédiatrie).

Les blocs périphériques :

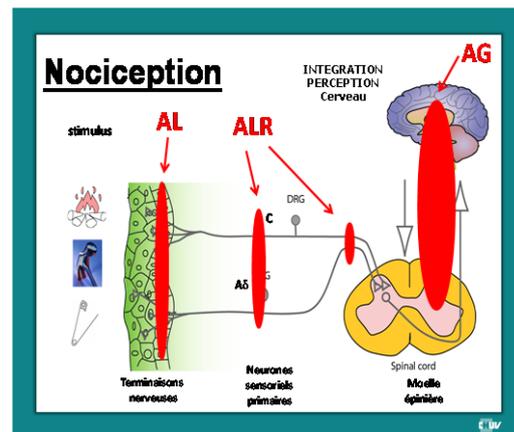
- Blocs tronculaires : consistent à infiltrer un tronc nerveux pour obtenir l'anesthésie de son territoire ; par exemple le bloc du nerf cubital entraîne l'anesthésie du bord interne de la main.
- Blocs de plexus : consistent à infiltrer un plexus (ensemble de nerfs) pour obtenir une anesthésie d'une région entière. Par exemple, l'infiltration du plexus brachial entraîne une anesthésie de tout le membre supérieur.

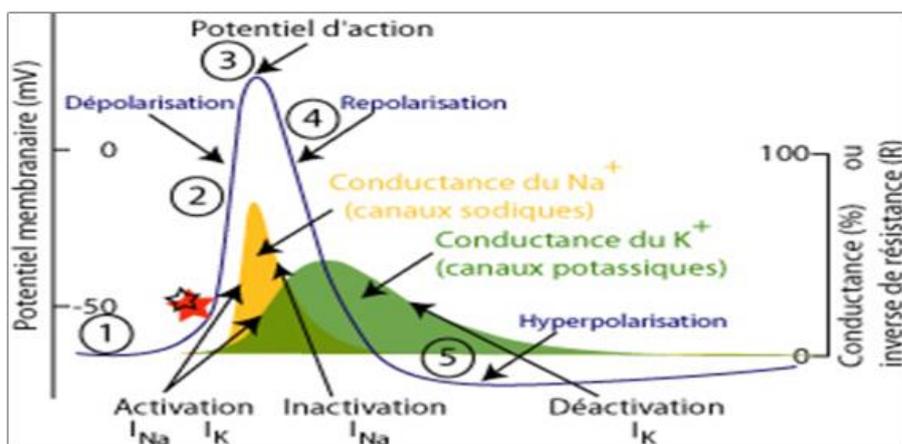
Le choix du bloc est dépendant de l'intervention et de l'incision chirurgicale. Ceci implique de connaître précisément la nature du geste chirurgical et l'innervation sensitive des régions cutanées, musculaire et osseuses concernées.

6.3.1 Physiologie

L'anesthésie locorégionale s'effectue en utilisant des anesthésiques locaux qui vont bloquer la conduction nerveuse et empêcher la propagation des potentiels d'action.

Le potentiel d'action est dû à des mouvements ioniques passifs transmembranaires avec un courant entrant de Na^+ qui produit une dépolarisation de la membrane suivie d'un courant sortant de K^+ d'intensité comparable permettant la repolarisation de la membrane. Un potentiel d'action a une durée totale de 1 ms. La vitesse de propagation varie selon le diamètre de la fibre (plus la fibre est large plus la conduction est rapide) et selon son degré de myélinisation (les fibres myélinisées ayant une conduction saltatoire plus importante).





Les fibres nerveuses diffèrent selon les modalités sensorielles ou motrices et selon leur diamètre et degré de myélinisation. De manière générale les petites fibres sont plus rapidement et plus facilement inhibées par les anesthésiques locaux.

Rappel des différents types de fibres nerveuses :

Classification	Diamètre (µm)	Myéline	Vitesse conduction m/s	Fonction
A-alpha	10-20	+	100	Motoneurone et proprioception
A-beta	5-10	+	50	Toucher et pression
A-gamma	2-5	+	25	Motoneurone efférent (maintien du tonus) "Spindle" muscle
A-delta	2-5	+	25	Douleur aiguë, toucher, température
B	3	+ / -	10	Autonome préganglionnaire
C	1	-	1	Autonome postganglionnaire Douleur sourde, température, prurit, froid

Après injection d'un anesthésique local le bloc concerne en premier les fibres autonomes (sensation de chaleur, vasodilatation, chute de pression artérielle si bloc neuraxial), puis les fibres sensibles qui concernent les sensations thermo-algiques, puis les fibres sensibles qui concernent les sensations du toucher et mécanique et enfin en dernier les fibres motrices.

6.3.2 Monitoring

Tout patient qui bénéficie d'une anesthésie locorégionale doit être monitorisé exactement comme un patient qui bénéficie d'une anesthésie générale. Il doit également être équipé d'une voie veineuse périphérique et les médicaments d'urgence doivent être immédiatement disponibles.

Ces éléments sont nécessaires notamment pour les raisons suivantes :

- Les anesthésiques locaux peuvent avoir une toxicité cardiaque et induire des troubles du rythme allant jusqu'à l'ACR. Une voie veineuse en place permet d'administrer un traitement d'urgence.
- Les anesthésies neuraxiales (rachianesthésie et péridurale) induisent un bloc sympathique systématique à l'origine d'une hypotension qui doit être reconnue (voire anticipée) et traitée par l'administration de remplissage et de vasopresseurs, ce qui nécessite une voie veineuse.
- Une complication fréquente de l'anesthésie locorégionale est son échec (partiel ou complet). Une conversion rapide en anesthésie générale nécessite donc une voie veineuse.

Équipement spécifique pour la réalisation de l'anesthésie locorégionale :

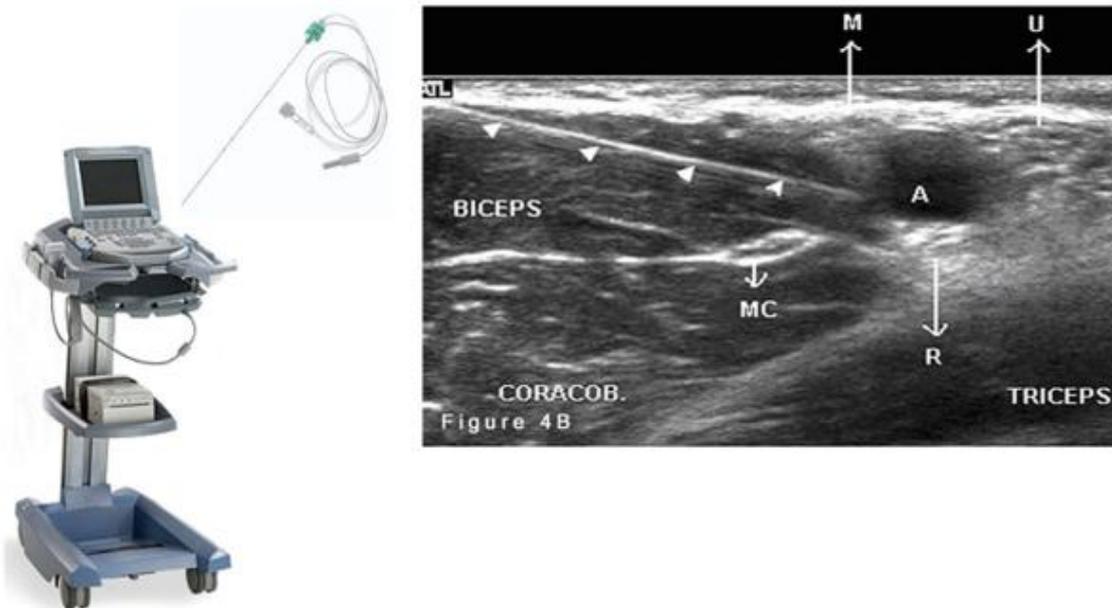
- Anesthésique local (choix et attention à porter au dosage, donc à la concentration et au volume).
- Eventuellement adjuvants à l'anesthésie locale (stéroïdes, clonidine, opiacés, adrénaline).
- Aiguille spécifique (rachianesthésie, aiguille de péridurale, aiguille pour ponction guidée par ultrason).
- Matériel pour l'asepsie : solution de désinfection (en général chlorhexidine alcoolique colorée), champs, masque.
- Tenue stérile pour l'opérateur : blouse stérile, gants stériles, charlotte.
- Machine d'ultrason fonctionnelle et fourre stérile pour sonde d'ultrason.

LA RÉALISATION D'UNE ANESTHÉSIE LOCALE, EN PARTICULIER AU NIVEAU NEURAXIAL OU LORSQUE UN CATHETER EST LAISSÉ EN PLACE, IMPOSE LA RÉALISATION DU GESTE DANS DES CONDITIONS D'ASEPSIE STRICTE.

Echographie :

Actuellement l'anesthésie locorégionale se fait pratiquement systématiquement sous guidage échographique. L'exception est l'anesthésie neuraxiale pour laquelle l'échographie reste l'exception. Cette technique offre de nombreux avantages, notamment la visualisation des structures nerveuses cibles, ainsi que des structures à éviter (vaisseaux, plèvre). Historiquement les nerfs étaient recherchés à l'aide de technique de neurostimulation.

L'illustration suivante montre la vision obtenue à l'ultrason lors de la réalisation d'un bloc du plexus axillaire. On identifie les différents nerfs cibles (M = médial, U = ulnaire, MC = musculo-cutané, R = radial) ainsi que l'artère axillaire (A) et l'aiguille (triangles blancs).



6.3.3 Complications et contre-indications à une anesthésie locorégionale

Complications :

Les complications de l'anesthésie locorégionales ont plusieurs origines :

- Complications mécaniques ou liées à la ponction : lésions de structures adjacentes (vaisseaux, nerfs, plèvre, brèche durale), infection, hématome.
- Complications liées aux effets secondaires des anesthésiques locaux : intoxication aux anesthésiques locaux.
- Complications physiologiques attendues : bloc sympathique (bradycardie et hypotension) ou rétention urinaire dans le cadre d'une anesthésie neuraxiale. Bloc moteur prolongé ou étendu (ouvrant le diagnostic différentiel d'une lésion nerveuse !).

Enfin l'échec partiel ou complet de l'anesthésie locorégionale reste une complication relativement fréquente.

Contre-indications absolues :

En général les deux contre-indications absolues sont la coagulopathie franche et l'infection au site de ponction. Les autres contre-indications sont relatives et dépendent d'une évaluation soigneuse du rapport risque-bénéfice. Le refus du patient constitue également une contre-indication absolue.

Contre-indications relatives :

- Difficultés anatomiques (scoliose ou fixation du rachis dans le cas d'une rachianesthésie par exemple).
- Déficit neurologique préexistant.
- Coagulopathie ou administration de traitement anti thrombotique ou anticoagulant (dépend beaucoup du bloc : un bloc superficiel écho guidé est moins risqué qu'une périurale qui expose en cas d'hématome à une myélopathie compressive).
- Pour l'anesthésie neuraxiale, des recommandations claires existent en ce qui concerne les limites considérées comme sûres en terme de compte plaquettaire, de TP et de PTT pour la réalisation de la ponction. Il existe également des recommandations de délai à respecter entre administration de médicaments anticoagulants ou anti thrombotique et la ponction. Un exemple est présenté ci-après.
- Infection systémique.
- L'hypertension intracrânienne (dans le cas de bloc péri médullaires).

Table 2 Recommended time intervals before and after neuraxial puncture or catheter removal^a

	Time before puncture/catheter manipulation or removal	Time after puncture/catheter manipulation or removal	Laboratory tests
Unfractionated heparins (for prophylaxis, ≤15 000 IU per day)	4-6 h	1 h	Platelets during treatment for more than 5 days
Unfractionated heparins (for treatment)	i.v. 4-6 h s.c. 8-12 h	1 h 1 h	aPTT, ACT, platelets
Low-molecular-weight heparins (for prophylaxis ^b)	12 h	4 h	Platelets during treatment for more than 5 days
Low-molecular-weight heparins (for treatment)	24 h	4 h	Platelets during treatment for more than 5 days
Fondaparinux (for prophylaxis, 2.5 mg per day)	36-42 h	6-12 h	(anti-Xa, standardised for specific agent)
Rivaroxaban (for prophylaxis, 10 mg q.d.)	22-26 h	4-6 h	(PT, standardised for specific agent)
Apixaban (for prophylaxis, 2.5 mg b.i.d.)	26-30 h	4-6 h	?
Dabigatran (for prophylaxis, 150-220 mg)	Contraindicated according to the manufacturer	6 h	?
Coumarins	INR ≤1.4	After catheter removal	INR
Hirudins (lepirudin, desirudin)	8-10 h	2-4 h	aPTT, ECT
Argatroban ^c	4 h	2 h	aPTT, ECT, ACT
Acetylsalicylic acid	None	None	
Clopidogrel	7 days	After catheter removal	
Ticlopidine	10 days	After catheter removal	
Prasugrel	7-10 days	6 h after catheter removal	
Ticagrelor	5 days	6 h after catheter removal	
Cilostazol ^c	42 h	5 h after catheter removal	
NSAIDs	None	None	

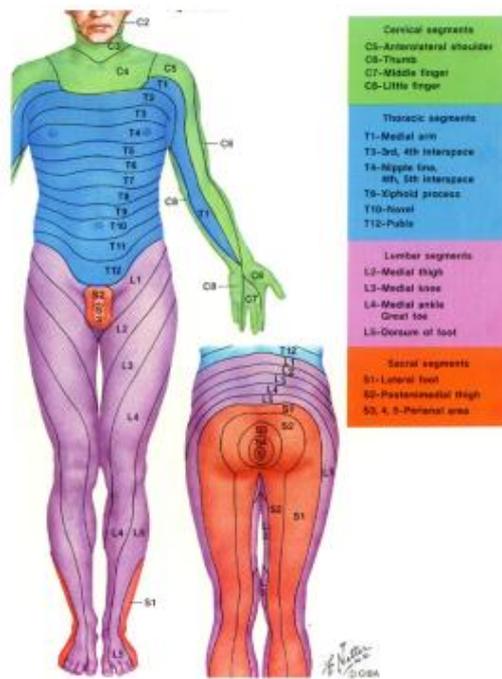
ACT, activated clotting time; aPTT, activated partial thromboplastin time; b.i.d., twice daily; ECT, ecarin clotting time; INR, international normalised ratio; IU, international unit; i.v., intravenously; NSAIDs, non-steroidal anti-inflammatory drugs; s.c., subcutaneously; q.d., daily. ^aAll time intervals refer to patients with normal renal function. ^bMaximum prophylactic dosages for low-molecular-weight heparins are listed in Table 3. ^cProlonged time interval in patients with hepatic insufficiency.]

Surveillance :

Afin de diagnostiquer rapidement une complication neurologique, infectieuse ou hémorragique, le patient doit être revu et examiné non seulement durant l'intervention chirurgicale, mais également dans la phase post-opératoire jusqu'au lendemain. Dans le cas où un cathéter est laissé en place le patient doit faire l'objet d'une surveillance rapprochée tant que celui-ci est en place.

En règle générale les patients restent en salle de réveil jusqu'à la levée du bloc moteur. Ceci est obligatoire pour tous les blocs centraux (péridurale et rachianesthésie). Si le bloc moteur n'est pas levé après 4-6 heures depuis la dernière dose d'anesthésique local injectée, la possibilité d'une complication neurologique doit être évoquée. La complication la plus redoutée est la myélopathie compressive sur un hématome. La décision d'effectuer des examens complémentaires doit être prise rapidement dans ce cas, afin de drainer un potentiel hématome dans les meilleurs délais pour éviter au maximum le risque de lésions médullaires définitives.

Pour l'anesthésie neuraxiale le niveau du bloc sensitif est évalué par l'application de froid sur la peau (les fibres responsables de la transmission du signal douloureux étant les mêmes que celles impliquées dans la transmission thermique). Le niveau est décrit en terme de dermatomes anesthésiés. On parle par exemple pour une péridurale d'un bloc T12-T4 bilatéral.



Repères clés pour identification des dermatomes:

- C6: pouce
- C8: petit doigt
- T4: tétons
- T6: rebord costal
- T10: ombilic
- T12: pubis
- L4: face médiale du pied
- S1: talon

Pour l'anesthésie neuraxiale le degré de bloc moteur est évalué selon le score de Bromage.

Bromage Score



Bromage 3 (complete)
Unable to move feet or knees



Bromage 2 (almost complete)
Able to move feet only



Bromage 1 (partial)
Just able to move knees

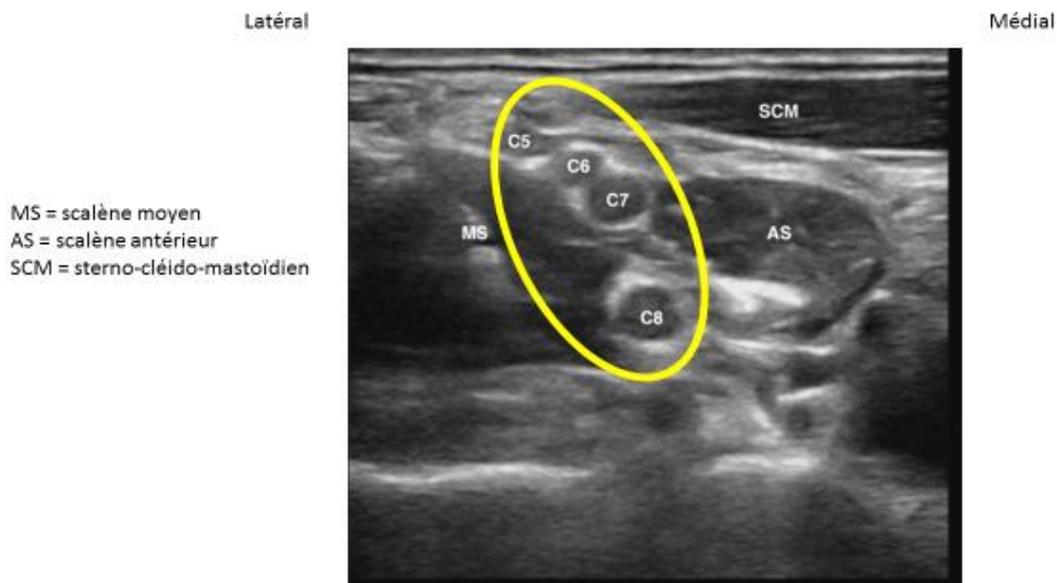


Bromage 0 (none)
Full flexion of knees and feet

6.3.4 Exemples de blocs tronculaires et de plexus

Bloc interscalénique :

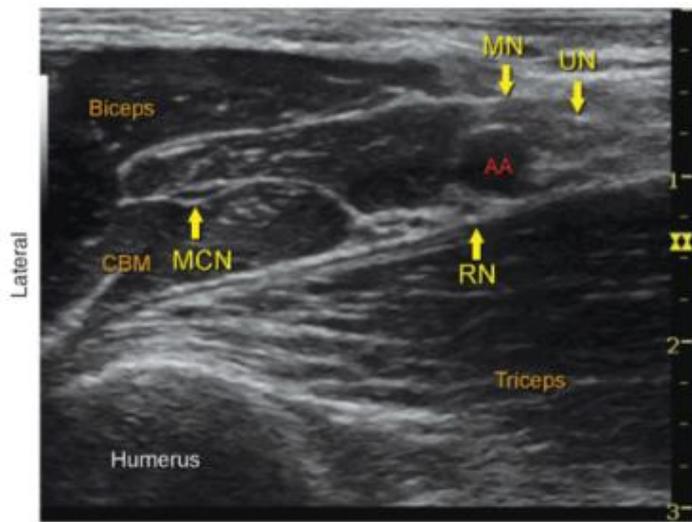
- Principe : injection d'anesthésique local au niveau des troncs supérieur, moyen et inférieur du plexus brachial, avec anesthésie des territoires C5-C7.
- Indication : chirurgie de l'épaule et de l'humérus.
- Complication : paralysie phrénique ipsilatérale (donc contre-indiqué en cas d'insuffisance respiratoire sévère), syndrome de Horner par migration d'anesthésie locale vers les ganglions sympathiques cervicaux, paralysie du nerf laryngé récurrent, risque d'injection intraartérielle (artère vertébrale avec risque d'épilepsie), pneumothorax.
- Illustration US :



Bloc axillaire :

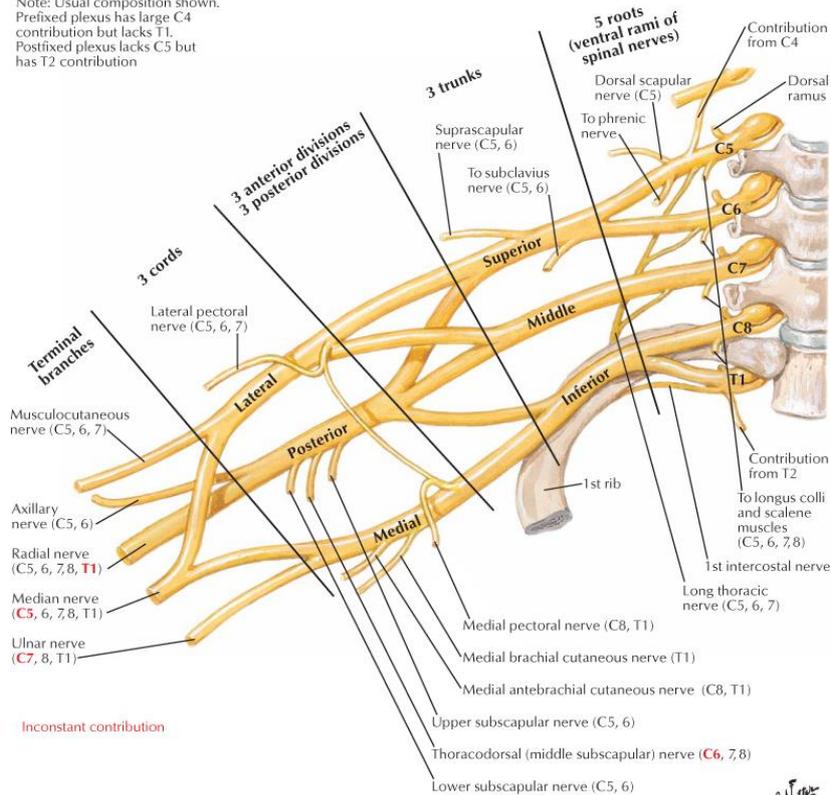
- Principe : injection d'anesthésique local au niveau des 4 nerfs responsables de l'innervation du coude et de l'avant-bras, c'est-à-dire le nerf musculo-cutané, le nerf médian, le nerf radial et le nerf ulnaire.
- Indication : chirurgie de l'avant-bras et de la main.
- Complications : essentiellement lésions vasculaires (plexus veineux important à ce niveau), difficultés techniques liées aux nombreuses variations anatomiques.
- Illustration US :

MN = nerf médian
 UN = nerf ulnaire
 MCN = nerf musculo-cutané
 RN = nerf radial
 AA = artère axillaire
 CBM = muscle coracobrachial



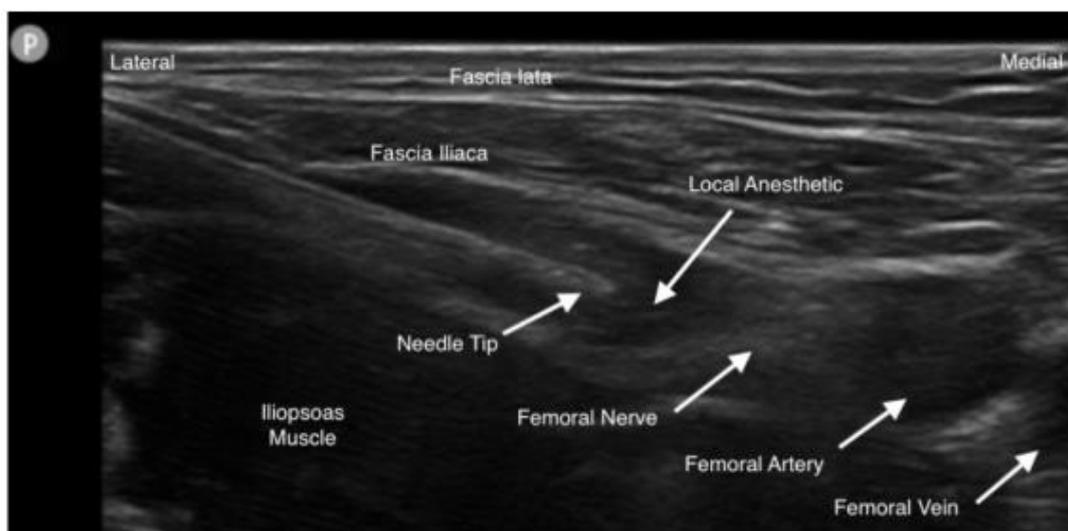
B Axillary brachial plexus with anatomical structures labeled

Note: Usual composition shown.
 Prefixed plexus has large C4 contribution but lacks T1.
 Postfixed plexus lacks C5 but has T2 contribution



Bloc fémoral :

- Principe : injection d'anesthésique local au niveau du nerf fémoral dans le pli inguinal, parfois en incluant le nerf cutané latéral de la cuisse et le nerf obturateur (bloc 3 en 1 ou ilio-fascial).
- Indication : chirurgie du fémur et du genou
- Complications : lésion vasculaire, bloc moteur du quadriceps avec risque de chute
- Illustration US :

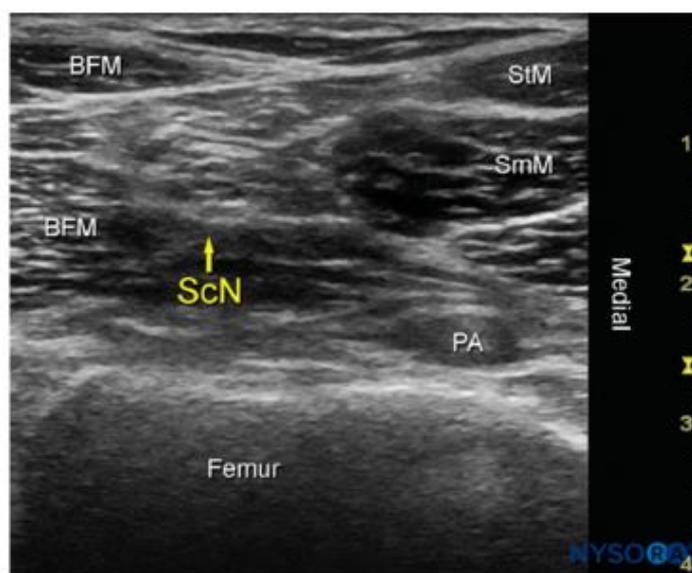


Se rappeler du moyen mnémotechnique **IVAN**: de l'Intérieur: **V**eine, **A**rtère, **N**erf

Bloc poplité :

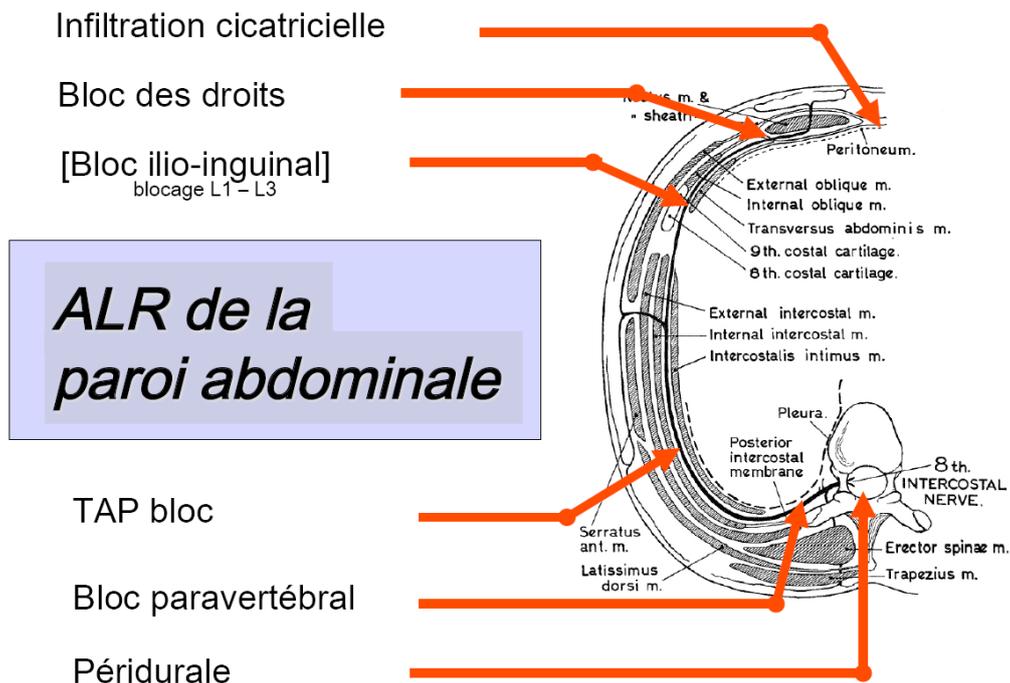
- Principe : injection d'anesthésique local à proximité du nerf sciatique au niveau de la partie haute du creux poplité, juste avant sa séparation en nerf péronier et nerf tibial.
- Indication : chirurgie du pied (attention l'innervation sensitive de la partie médiale du pied dépend du nerf saphène dépendant du nerf fémoral !)
- Complications : lésion vasculaire
- Illustration US :

SCN = nerf sciatique
 BFM = muscle biceps fémoral
 StM = muscle 1/2 tendineux
 SmM = muscle 1/2 membraneux
 PA = artère poplitée



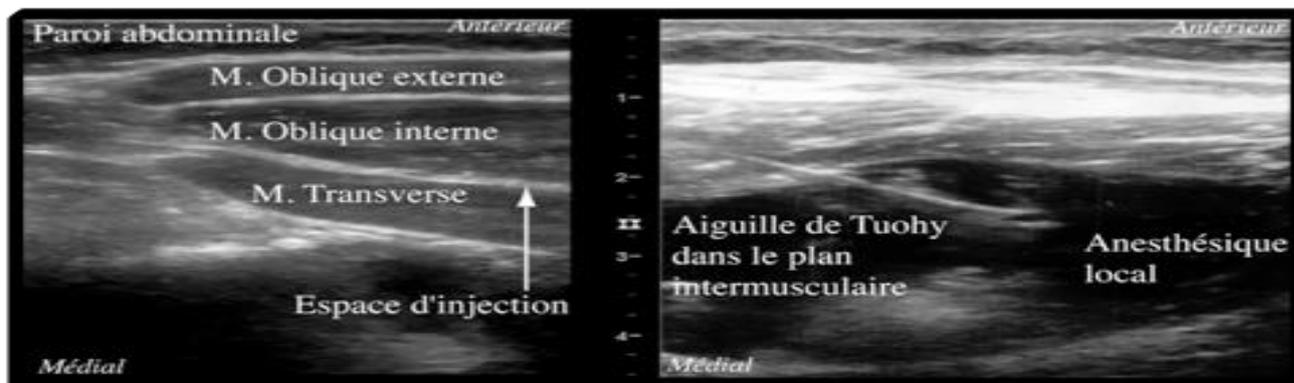
6.3.5 Blocs de la paroi abdominale

La paroi abdominale peut être anesthésiée à plusieurs niveaux comme illustré ci-après. On détaillera ici exclusivement le bloc TAP.



Bloc TAP (Transversus Abdominis Plane) :

- Principe : La paroi abdominale (peau, muscle, péritoine pariétal) est innervée par les nerfs intercostaux T6-T12 et par la première racine lombaire L1. Après leur émergence rachidienne, ils abandonnent une branche postérieure, une branche latérale, généralement situé au niveau de la ligne médio axillaire et se terminent par une branche antérieure. Celle-ci va s'unir sur la ligne blanche avec les branches de l'hémicorps controlatéral. Seules les branches antérieures (T6-L1) et les branches latérales (T8-T12) participent à l'innervation de la paroi abdominale. Ces nerfs passent systématiquement dans un espace situé entre le muscle oblique interne et le muscle transverse de l'abdomen. Leur course dans cet espace est plus au moins longue allant de quelques millimètres (T6) à quelques dizaines de centimètres (T12). Il y a un fascia entre le muscle oblique interne et transverse qui s'étend jusqu'à la ligne semi-lunaire. Les nerfs sont séparés du muscle oblique interne par le fascia profond qui les colle contre le muscle transverse. C'est ce fascia qu'on appelle transversus abdominis plane ou TAP. En résumé le TAP est un espace neuro-vasculaire limité en avant par le muscle oblique interne, en arrière par le muscle transverse de l'abdomen, latéralement ou postérieurement par la fusion des aponévroses des muscles oblique interne, transverse et carré des lombes, médialement ou antérieurement par la ligne semi-lunaire, en haut par le rebord costal et en bas par la crête iliaque et le tendon conjoint.
- Indication : chirurgie essentiellement infra ombilicale (hernie inguinale, ombilicale, incision selon Pfannenstiel pour césarienne ou hystérectomie, fermeture d'iléostomie).
- Complications : lésion des organes intraabdominaux
- Illustration US :



6.3.6 La rachianesthésie

Principe :

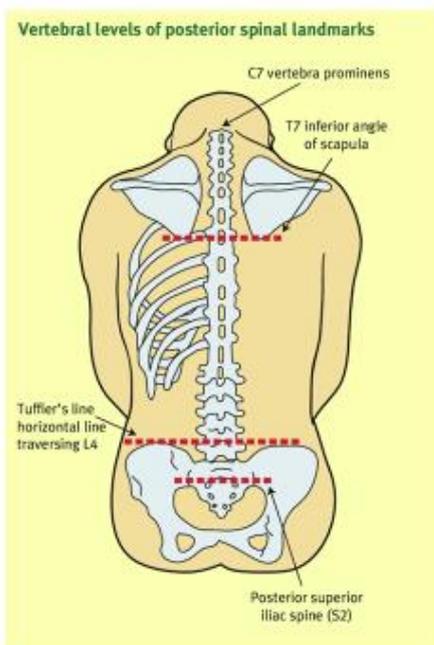
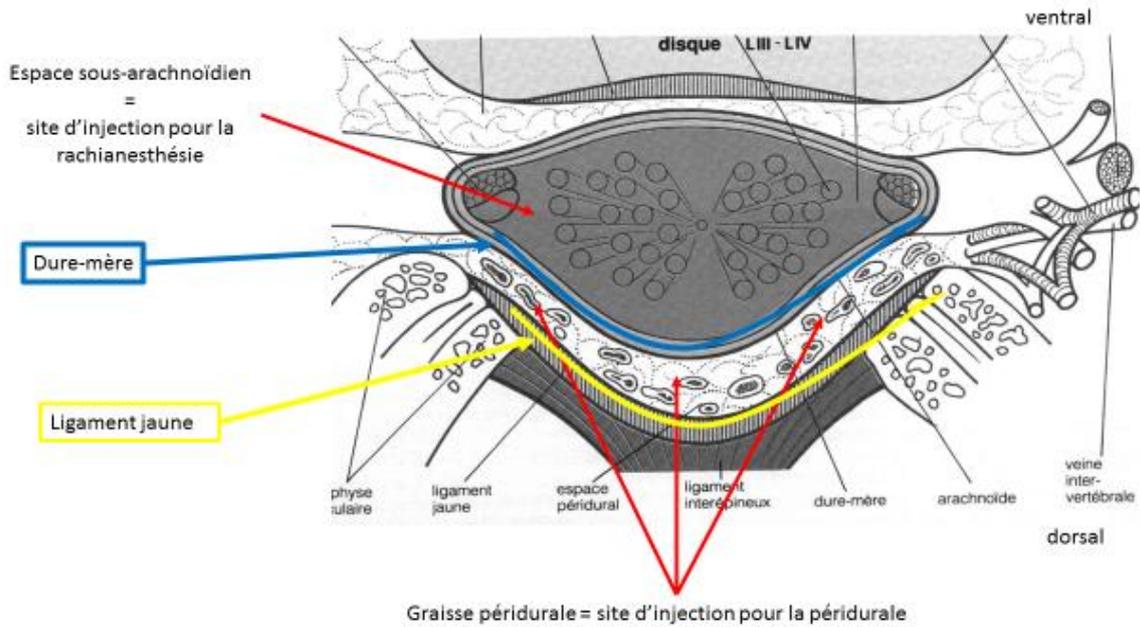
La rachianesthésie consiste en l'injection d'anesthésie locale dans l'espace sous-arachnoïdien c'est-à-dire dans le sac dural contenant du liquide céphalo-rachidien (LCR) au niveau de la queue de cheval. Le site d'injection est donc situé plus distalement que l'extrémité distale de la moelle (cône médullaire situé en principe au niveau de L2) afin d'éviter toute lésion médullaire.

Afin d'identifier le niveau de ponction on doit localiser les crêtes iliaques. La ligne horizontale qui relie les crêtes iliaques passe par le processus épineux de la vertèbre L4. Le niveau au-dessus correspond donc en général à l'espace L3-L4 et le niveau en-dessous à l'espace L4-L5. Il s'agit des deux espaces traditionnellement utilisés (l'espace L5-S1 est également utilisable).

Avant d'atteindre l'espace sous-arachnoïdien l'aiguille traverse successivement la peau, le ligament supra-épineux, le ligament inter-épineux, le ligament jaune, l'espace péri-dural puis enfin la dure-mère. Il s'agit exactement du même geste que celui effectué pour réaliser une ponction lombaire.

Après confirmation de la position de l'aiguille dans l'espace sous-arachnoïdien par observation d'écoulement de LCR une dose d'anesthésique local (avec le plus souvent un adjuvant comme du fentanyl, de la morphine ou de la clonidine) est injectée. L'anesthésie locale se répand dans l'espace sous-arachnoïdien et provoque un bloc sympathique, sensitif et moteur jusqu'à un niveau (entre T12 et T4) qui dépend notamment du volume et de la baricité de l'anesthésique local, de la vitesse d'injection et de la position du patient.

Les figures suivantes illustrent les notions anatomiques décrites ci-dessus.



Inferior Spinal Cord, Dural Sac, and Filum Terminale

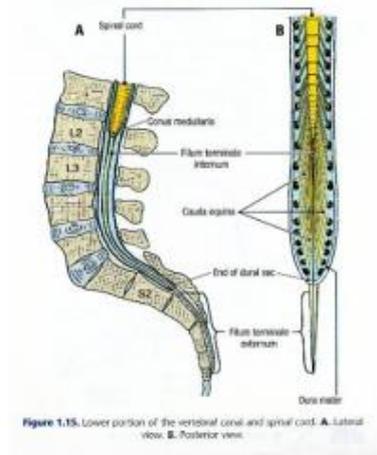


Figure 1.15. Lower portion of the vertebral canal and spinal cord. A. Lateral view. B. Posterior view.

Indications : chirurgie infra ombilicale de moins de 120-180 minutes, par exemple :

- Gynécologie et obstétrique : césarienne, curetage
- Urologie : résection trans-urétrale de prostate ou de vessie, hydrocèle
- Proctologie : cure d'hémorroïdes, abcès périnéal
- Digestive : cure de hernies inguinales
- Interventions orthopédiques ou traumatologies aux membres inférieurs
- Intervention vasculaire aux membres inférieurs : pontage, cure de varice

Contre-indications :

Elles sont identiques à celles mentionnées précédemment.

Complications :

En plus des complications mentionnées précédemment on notera que l'effet secondaire pratiquement systématique et d'apparition rapide est l'hypotension artérielle liée au bloc sympathique. Cette complication impose d'avoir une voie veineuse périphérique fonctionnelle, de mesurer la pression artérielle aux minutes dès l'injection terminée, voire d'administrer prophylactiquement des vasopresseurs (éphédrine ou phényléphrine).

Une autre complication redoutée est l'apparition d'une bradycardie (pouvant aller jusqu'à l'arrêt cardio-respiratoire) en cas de bloc « montrant très haut » et provoquant une inhibition des nerfs sympathiques cardio-accélérateurs au niveau thoracique ou un réflexe dit de « Bezold-Jarisch ».

La ponction de la dure-mère peut provoquer une fuite de LCR et une diminution du volume de LCR notamment intracrânien. Ce phénomène est à l'origine d'une hypotension intracrânienne et de la « céphalée post-PL ». Cette complication est rare après une rachianesthésie du fait du petit diamètre des aiguilles utilisées. La « céphalée post-PL » se manifeste classiquement par des céphalées orthostatiques, majorées en position assise et debout, et s'améliorant en position couchée.

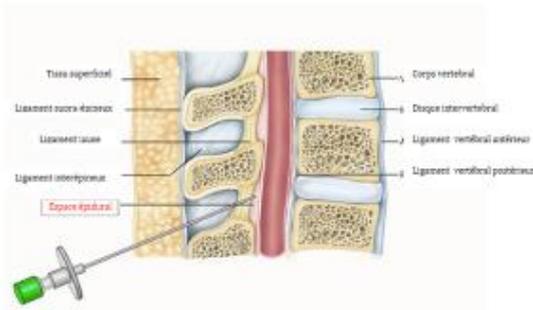
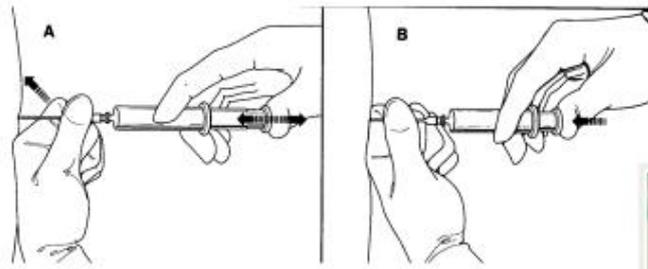
6.3.7 L'anesthésie péridurale

Principe :

L'anesthésie péridurale ou épidurale est l'injection de l'anesthésique local dans la graisse péridurale, ce qui est possible à tous les niveaux du rachis. Il n'y a pas de franchissement de la dure-mère. L'approche peut se faire par différents moyens comme illustré ci-dessous. Elle se fait avec un équipement spécialisé, une aiguille (dite aiguille de « Tuohy »), une seringue à basse résistance, et un système permettant de laisser en place un cathéter afin d'administrer des anesthésiques locaux en perfusion continue.

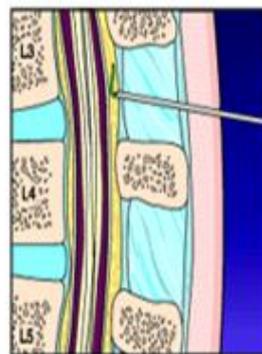
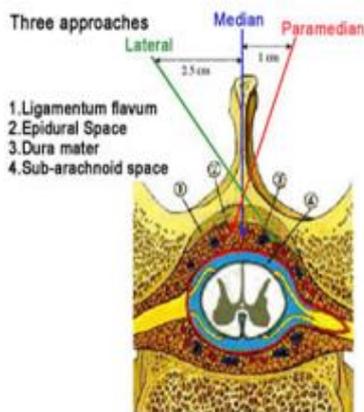
Le repérage de l'espace péridural se fait à l'aide d'une technique dite de « perte de résistance ». Pour ce faire l'anesthésiste procède comme suit (exemple de l'approche médiane) :

- L'aiguille est enfoncée de quelques centimètres (2-3 au maximum) dans l'espace choisi jusqu'à sentir une structure ligamentaire qui correspond au ligament inter épineux.
- Une seringue remplie de NaCl est connectée à l'aiguille.
- On fait ensuite progresser l'aiguille en exerçant une pression uniquement sur le piston de la seringue.
- Tant que l'aiguille rencontre une résistance (ligaments inter épineux puis ligament jaune) le piston de la seringue de ne s'enfonce pas et l'aiguille continue de progresser.
- Une fois le ligament jaune passé on observe ladite « perte de résistance » et le piston de la seringue s'enfonce et l'aiguille ne progresse plus. Ceci est dû au fait qu'une pression infra atmosphérique règne dans l'espace péridural.
- Un cathéter est passé à travers l'aiguille de Tuohy, l'aiguille est retirée et le cathéter est fixé avec un pansement stérile.
- De l'anesthésie locale, parfois avec des adjuvants (opiacés, clonidine, adrénaline) est injectée selon différentes modalités (débit continu, bolus intermittent, bolus contrôlés par le patient).
- Le cathéter peut rester en place plusieurs jours.



Seringue à basse résistance

Aiguille de Tuohy graduée (ici 9 cm)



Indications :

- L'avantage de la péridurale par rapport à la rachianesthésie, est de pouvoir réinjecter des anesthésiques locaux associés ou non à des opiacés, d'une part si la chirurgie est plus longue que prévue, et d'autre part pour le traitement au long court des douleurs post-opératoires ou d'origine cancéreuse.
- Analgésie pour le travail et l'accouchement par voie basse.
- Toutes interventions thoracique ou abdominale avec potentiellement des douleurs postopératoires importante (thoracotomie, laparotomie supra-ombilicale).
- Fractures de côtes.

Contre-indications et complications :

- Identiques à celles mentionnées en général et pour la rachianesthésie.

- En cas de ponction accidentelle de la dure-mère, le risque de céphalée par hypotension intracrânienne est nettement plus important qu'après une rachianesthésie, du fait du diamètre de l'aiguille de Tuohy et de l'écoulement important de LCR.

6.3.8 Différences entre anesthésie rachidienne et péridurale :

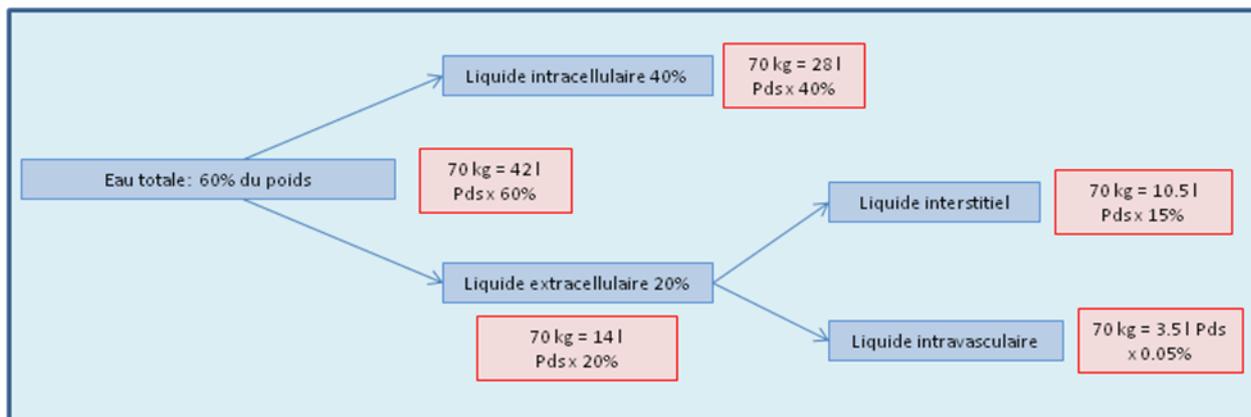
	Péridurale	Rachidienne
Localisation	Cervical à lombaire	Lombaire
Cathéter	Le plus souvent	En général single-shot
Quantité d'anesthésie locale	Grande (risque d'intoxication)	Minime (risque d'intoxication faible)
Echec	Fréquent	Rare
Début de l'effet	Lent	Rapide
Durée	Longue	Limitée
Qualité de l'anesthésie	Bonne	Excellente
Bloc moteur	Peu important	Excellent
Bloc sympathique	Peu important	Très rapide et important
Céphalées	Seulement si ponction durale	< 1% si aiguille 25-29G
Risque infectieux	Selon durée du cathéter	Très rare

7. Fluides, électrolytes et transfusion

7.1 Fluides

Commençons par un bref rappel sur les différents compartiments liquidiens de l'organisme.

L'eau constitue 60 % du poids corporel, réparti dans les compartiments intra- et extravasculaires. Le liquide extravasculaire est divisé en une partie interstitielle et intravasculaire. Le tableau suivant donne un ordre de grandeur pour un adulte de 70 kg.



La composition de ces différents compartiments diffère. On retiendra les éléments suivants :

- L'endothélium laisse passer les ions, l'eau, mais pas les protéines et les molécules de plus de 35 kDa qui restent dans l'espace intra vasculaire.
- La membrane cellulaire est perméable pour l'eau, mais pas pour les ions.
- Dans le liquide extracellulaire on retrouve principalement du Na⁺ et du Cl⁻.
- Dans le liquide intracellulaire on retrouve principalement du K⁺, du P⁻ et du Mg⁺⁺.
- 98 % du K⁺ est intracellulaire.

Le bilan liquidien quotidien d'un individu de 70 kg est approximativement le suivant :

- Apports : 2500 ml
- Pertes urinaires : 1500 ml
- Evaporation par la peau : 400 ml
- Pertes respiratoires : 400 ml
- Sudation : 100 ml
- Selles : 100 ml

7.1.1 Buts de le l'administration liquidienne peropératoire

Comme décrit précédemment au chapitre 4.6, l'« instabilité hémodynamique » est très fréquente durant la période peropératoire. En plus de l'administration de médicaments à but inotrope ou vasoconstricteur, en cas de déficit liquidien une substitution liquidienne doit être administrée.

Le but de la perfusion d'un soluté en anesthésie est de traiter une hypovolémie, délétère à une perfusion d'organe adéquate du patient, incapable sous anesthésie d'assurer ses besoins liquidiens.

7.1.2 Choix des liquides

Les solutés de choix pour le remplacement liquidien sont les cristalloïdes, dont le principal est le Ringer-Lactate, soluté isotonique et le plus physiologique. Il contient principalement du NaCl, du potassium et du lactate et son pH est entre 5-7. La demi-vie intravasculaire de ces solutés électrolytiques est de courte durée, et ils ont donc un pouvoir d'expansion volumique faible. En effet, 20-30 minutes après leur administration, 75% du volume perfusé est passé dans l'espace interstitiel.

Le NaCl 0.9 % (appelé à tort sérum physiologique) est tout sauf physiologique et n'a en général pas sa place dans la réanimation liquidienne, sauf situations très particulières (hypertension intracrânienne par exemple).

Le glucose 5% n'est pas utilisé comme solution de remplissage en anesthésie. En effet, en raison de la métabolisation rapide du glucose, cela reviendrait à administrer de l'eau libre. Il n'est utilisé que pour la correction d'une hypoglycémie et pour la préparation de certains médicaments qui ne peuvent se diluer dans des solutions électrolytiques.

Les colloïdes (albumine ou colloïdes de synthèse) sont des solutions de remplissage parfois utilisés dans certaines situations, mais le bénéfice de l'utilisation de colloïdes versus cristalloïdes est controversé.

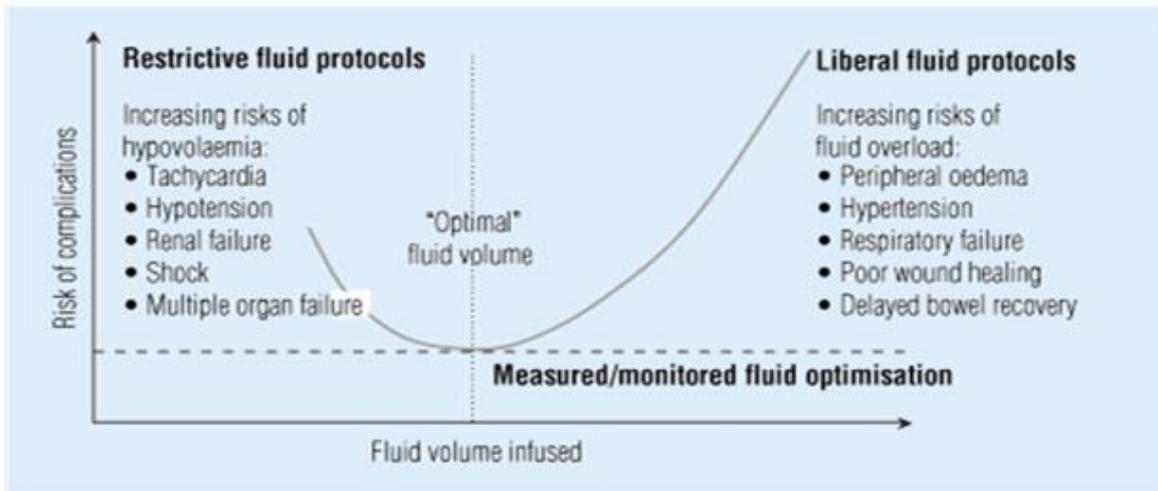
7.1.3 Evaluation des besoins

Les solutions liquidiennes sont comme tous les médicaments. Ils ont des indications, des contre-indications et des effets secondaires.

Les stratégies de substitution liquidienne changent au fil de l'évolution des connaissances. A l'heure de la rédaction de ce document la mode est plutôt à un apport restrictif de liquide, par opposition à une stratégie libérale. Ceci est particulièrement bien établi en chirurgie digestive majeure ou en chirurgie thoracique où les effets délétères de la surcharge hydrique sont démontrés. Ces mesures d'administration des fluides de type « goal directed » s'intègrent dans les prises en charge de type ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) ou réhabilitation améliorée après chirurgie. La définition de restrictif et libéral est malheureusement peu claire. Le jeûne préopératoire est limité afin d'éviter la déshydratation préopératoire et une reprise précoce d'une hydratation orale est encouragée.

Il est difficile de donner des chiffres, ceux retrouvés dans la littérature ou les études allant du simple au quintuple. Les avis divergent également entre clinicien, le premier estimant qu'on a « déjà bien rempli le patient » et le deuxième estimant qu'on est « en retard sur le remplissage ».

Les effets d'une sous-réanimation liquidienne comme d'une sur-réanimation liquidienne sont délétères. Ces effets sont résumés dans la figure suivante.

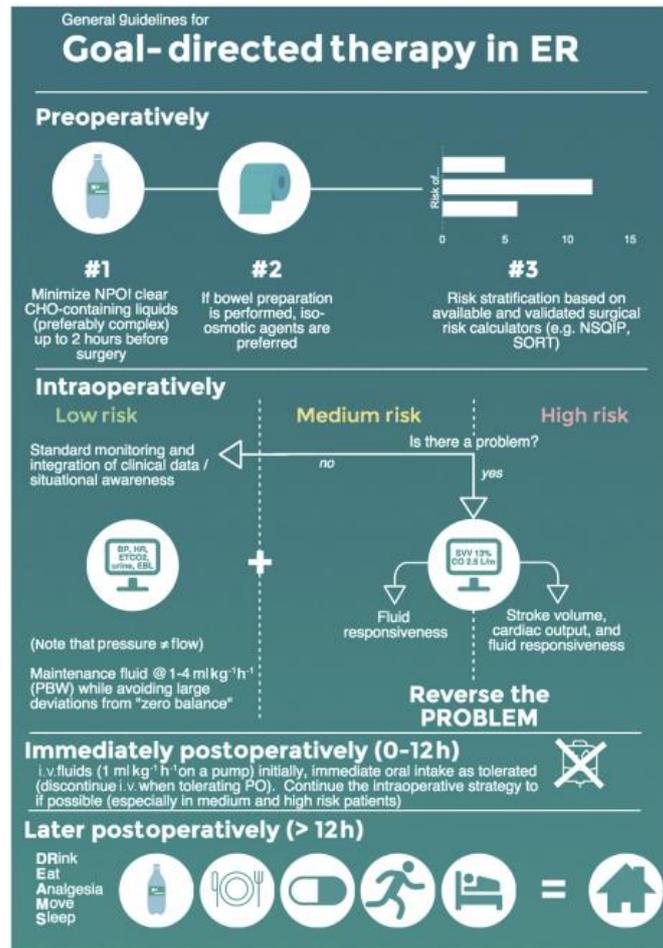


Afin d'optimiser l'administration peropératoire de liquide on peut s'appuyer sur les éléments suivants, qui ont tous de grandes limitations et ne sont que des reflets très indirects du status volémique du patient. L'intégration de plusieurs de ces facteurs permet cette optimisation complexe.

- Déshydratation préopératoire : jeûne prolongé ? iléus ? diarrhée ? vomissements ?
- Surcharge volémique pré-opératoire : ascite ? œdèmes déclives ? œdème pulmonaire ?
- Présence de saignement : hématome après fracture du col ? hémorragie digestive haute ? saignement peropératoire ?
- Paramètres monitorés suggestifs d'une hypovolémie : hypotension artérielle ? tachycardie ? diminution de la diurèse ?

Le risque d'un remplissage excessif doit également être évalué, notamment chez les patients avec une fonction cardiaque diminuée ou une pathologie pulmonaire aigüe.

On s'aide parfois de paramètres ou monitoring avancé dans certaines situations complexes : mesure de la variation de pression pulsée, mesure du débit cardiaque, gazométrie artérielle et/ou veineuse centrale.



7.2 Produits sanguins labiles

7.2.1 But de la transfusion de concentrés érythrocytaires

De la même manière que la réanimation volémique a pour but de maintenir la perfusion des organes et donc l'apport en oxygène, la transfusion a pour but de maintenir les apports en oxygène par le maintien d'une quantité suffisante de « transporteur d'oxygène », c'est-à-dire de globules rouges contenant de l'hémoglobine.

Un peu de mathématiques :

La DO₂, c'est-à-dire l'apport d'oxygène à l'organisme est exprimée par l'équation suivante :

$$DO_2 = \text{Débit cardiaque (DC)} \times \text{Contenu artériel en } O_2 \text{ (CaO}_2\text{)}$$

$$\text{Débit cardiaque} = \text{Volume d'éjection systolique (VES)} \times \text{Fréquence cardiaque}$$

$$\text{Contenu artériel en } O_2$$

=

$$\text{Hémoglobinémie (g/l)} \times \text{Saturation en } O_2 \times 1.34 \text{ (mlO}_2\text{/g Hb)} + \text{PaO}_2 \times 0.03 \text{ mlO}_2\text{/l/mmHg}$$

L'apport d'O₂ aux tissus est donc dépendante du taux d'hémoglobine mais également de la saturation artérielle en oxygène et du débit cardiaque. Ce n'est pas un taux d'hémoglobine qui dicte la réalisation d'une transfusion mais la nécessité de traiter un déficit de transport en oxygène. Les éléments suivants peuvent signer un transport d'oxygène insuffisant :

- Hyperlactatémie.
- Extraction périphérique d'oxygène élevée (saturation veineuse centrale abaissée).

- Modifications du segment ST (signant une ischémie myocardique).
- Tachycardie (signe de tentative de maintien de l'apport d'oxygène en augmentant le débit cardiaque).

Lors d'hémorragie massive et aigue le recours aux produits sanguins est plus précoce que lors d'hémorragie ou d'anémie chronique. En dehors de situation d'hémorragie aigue le seuil transfusionnel est en règle général aux environs de 70 g/l d'hémoglobine.

La transfusion a de nombreuses complications possibles (risque d'incompatibilité, immunosuppression, surcharge volumique, toxicité pulmonaire (transfusion related acute lung injury), transmission d'agents infectieux) et ne doit pas être réalisée sans indication formelle.

7.2.2 Règles de comptabilité transfusionnelle pour les concentrés érythrocytaires

Rappel des phénotypes :

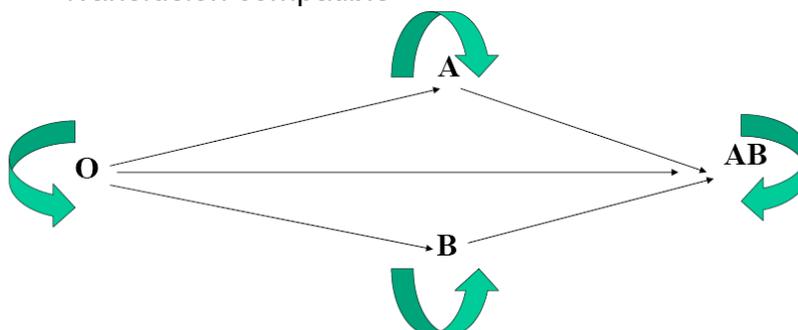
Phénotype	Génotype	Antigène	Anticorps	Fréquence (France)
A	AA ou AO	A	Anti B	45%
B	BB ou BO	B	Anti A	9%
AB	AB	A et B	Aucun	3%
O	O	aucun	Anti A et Anti B	43%

Pour les transfusions de concentrés érythrocytaires se poser les questions :

- Quels sont les anticorps présents chez le receveur ?
- Quels sont les antigènes que je transfuse ?
- O négatif = donneur universel

LE SYSTEME DE GROUPE ABO REGLES TRANSFUSIONNELLES DES CGR (1)

- Transfusion isogroupe
- Transfusion compatible



EFS-Alsace

7.2.3 Transfusion de plasma frais congelé et de plaquettes

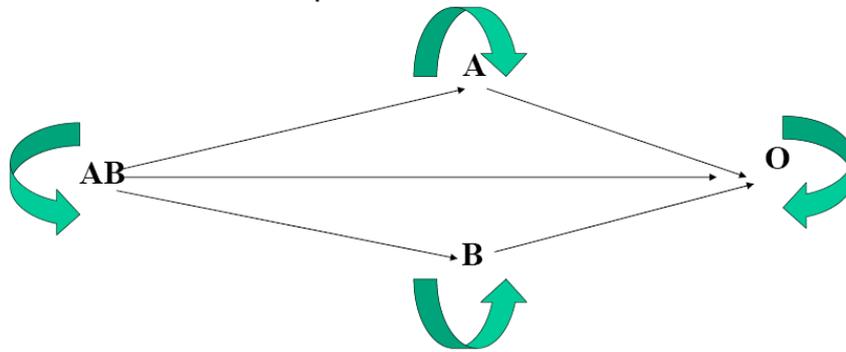
Les indications à l'administration de plasma frais congelé et de concentrés plaquettaires, sont le saignement actif, la transfusion massive, la coagulation intravasculaire disséminée. Les règles de compatibilité transfusionnelle pour les plasmas frais congelés sont illustrées ci-après. La compatibilité pour le système ABO concernant les plaquettes n'est pas requise.

Pour les transfusions de plasma frais congelé se poser les questions :

- Quels sont les anticorps que je transfuse ?
- Quels sont les antigènes présents chez le receveur ?
- AB = donneur universel

LE SYSTEME DE GROUPE ABO REGLES TRANSFUSIONNELLES DU PLASMA

- Transfusion isogroupe
- Transfusion compatible



7.3 Hémovigilance

L'hémovigilance est l'ensemble des procédures qui permettent de recueillir toutes les informations utiles depuis le prélèvement chez le patient donneur jusqu'à la transfusion au receveur.

En anesthésie, les contrôles pré-transfusionnels se font au lit du patient, c'est-à-dire en salle d'opération et par deux personnes. Ils consistent à vérifier les points suivants :

- Aspect des produits sanguins
- Date d'échéance
- Date des tests pré transfusionnels du laboratoire, visa du laboratoire
- Groupe sanguin ABO et rhésus du receveur et des produits à administrés
- Concordance entre les données administratives : Feuille de détermination du groupe sanguin confirmé (1), étiquette de compatibilité (2), identité du patient

- Concordance entre le groupe du produit sanguin (3), étiquette de compatibilité (2) et feuille de résultat du groupe confirmé (1)

Les règles de conservation des produits sanguins varient selon le type de produit et doivent être scrupuleusement respectées.



Toute discordance dans le contrôle des produits sanguins doit être expliquée, annoncée et résolue avant l'administration du produit.

Tout incident transfusionnel doit être déclaré, à l'aide du formulaire ad hoc de l'unité de médecine transfusionnelle.



8. Les principes de l'analgésie post-opératoire

Définition de la douleur selon l'International Association for Study of Pain (IASP) :

« La douleur est une sensation désagréable et une expérience émotionnelle, en réponse à une atteinte tissulaire réelle ou potentielle, ou décrite en ces termes. »

La qualité d'analgésie et l'amélioration du confort des patients au repos et à l'effort est le premier objectif des techniques d'analgésie postopératoire.

La douleur post-opératoire dépend de l'importance de la lésion tissulaire, en d'autres termes, de l'importance et du site de l'intervention post-chirurgicale. Sur le plan physiopathologique, la réponse de l'organisme à une lésion tissulaire se fait sur plusieurs niveaux : neuronal, humoral, métabolique. Le but du traitement de la douleur post-opératoire est de diminuer non seulement le ressenti douloureux du patient, mais vise également à diminuer la réponse physiopathologique au stress de la lésion.

Les avantages d'une analgésie post-opératoire efficace, hormis le confort du patient, sont la diminution des complications pulmonaires, la diminution du séjour en soins intensifs, une mobilité précoce et l'amélioration du travail des physiothérapeutes, une reprise du transit et un retour à une alimentation normale plus rapide, une diminution des complications thromboemboliques. De plus, la douleur aiguë mal gérée est probablement un des facteurs de risque de douleur chronique.

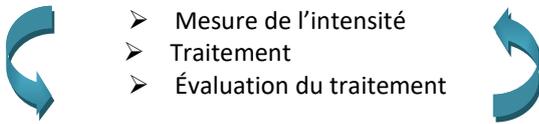
En résumé la douleur aiguë post-opératoire traitée efficacement prévient :

- L'activation du système sympathique (tachycardie, HTA, consommation d'O₂, phénomènes ischémiques cardiaques)
- Le retard de la mobilité (problèmes respiratoires, thromboses, physiothérapie)
- Les altérations neuroendocriniennes (hormone de stress, glycémie, immunité, coagulopathie)

La puissance algogène et la durée de la douleur aiguë dépend du type de chirurgie, comme le montre le tableau ci-dessous :

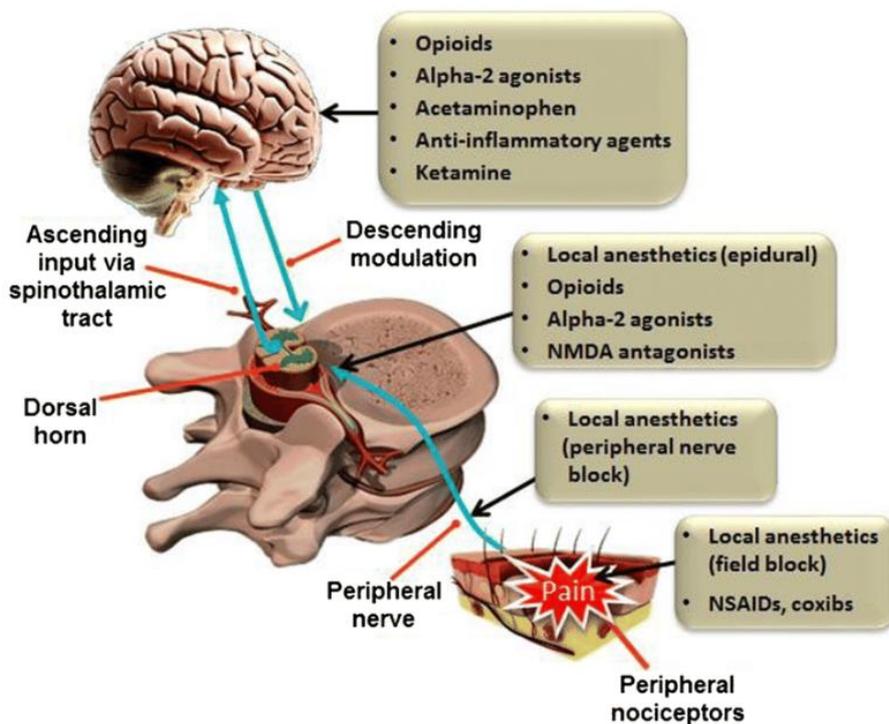
	Durée inférieure à 48 heures	Durée supérieure à 48 heures
Douleur forte	Cholécystectomie (laparotomie) Adénomectomie prostatique (voie haute) Hystérectomie (voie abdominale) Césarienne	Chirurgie abdominale sus- et sous-mésocolique Oesophagectomie Hémorroïdectomie Thoracotomie Chirurgie vasculaire Chirurgie rénale Chirurgie articulaire (sauf hanche) Rachis (fixation) Amygdalectomie
Douleur modérée	Appendicectomie Hernie inguinale Vidéo-chirurgie thoracique Hystérectomie vaginale Chirurgie gynécologique mineure Çœlioscopie gynécologique Mastectomie Hernie discale Thyroïdectomie Neurochirurgie	Chirurgie cardiaque Hanche Chirurgie ORL (larynx, pharynx)
Douleur faible	Cholécystectomie coelioscopique Prostate (résection transurétrale) Chirurgie urologique mineure Circoncision IVG/curetage Chirurgie ophtalmologique	

L'intensité de la douleur est mesurée à l'aide de l'échelle visuelle analogique ou VAS, qui permet de mesurer l'intensité de la douleur sur une échelle de 1 à 10, 10 étant la pire douleur imaginable. Après l'évaluation de la douleur, un traitement est administré et une réévaluation de l'intensité de la douleur est à nouveau faite, le traitement ensuite est adapté. Le traitement de la douleur est donc une évaluation constante et en boucle de l'intensité de la douleur et de l'efficacité du traitement administré.

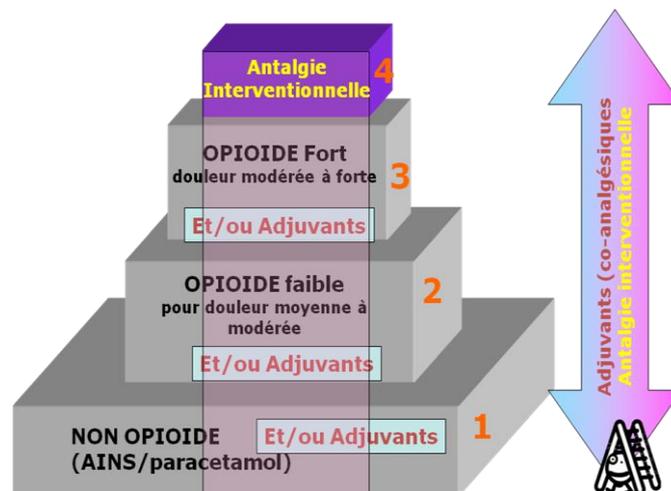


L'analgésie post-opératoire est basée sur les principes des paliers de l'OMS, allant de 1 à 3, le palier 4 étant l'analgésie dite interventionnelle.

De plus, l'association de plusieurs antalgiques, dite analgésie multimodale ou balancée, permet une synergie des effets antalgiques propres à chaque substance, avec une diminution des effets secondaires propres à chaque substance.



les paliers de l'OMS, les adjuvants et le palier 4



8.1 Notion de pharmacologie des antalgiques non opioïdes

Le paracétamol :

- Mécanisme d'action encore inconnu à ce jour.
- Effet antalgique et fébrifuge, mais pas d'effet anti-inflammatoire.
- En l'absence de contre-indication administré de routine en peropératoire.
- Contre-indication : insuffisance hépatique et rénale sévère, allergie.
- Dosage : 500 mg - 1g 3-4x/j, per os, iv ou suppositoire.
- CAVE : le paracétamol reste une source importante de toxicité hépatique et d'insuffisance hépatocellulaire en cas de dépassement des doses. Il ne s'agit donc pas d'une substance à banaliser.

Les anti-inflammatoires non-stéroïdiens :

- Mécanisme d'action par inhibition de l'enzyme cyclo-oxygénase et diminution de la synthèse des prostaglandines.
- Effet antalgique, anti-inflammatoire et fébrifuge.
- Contre-indication et effet secondaire : ulcère gastrique et duodéal, insuffisance rénale, hémorragie active.

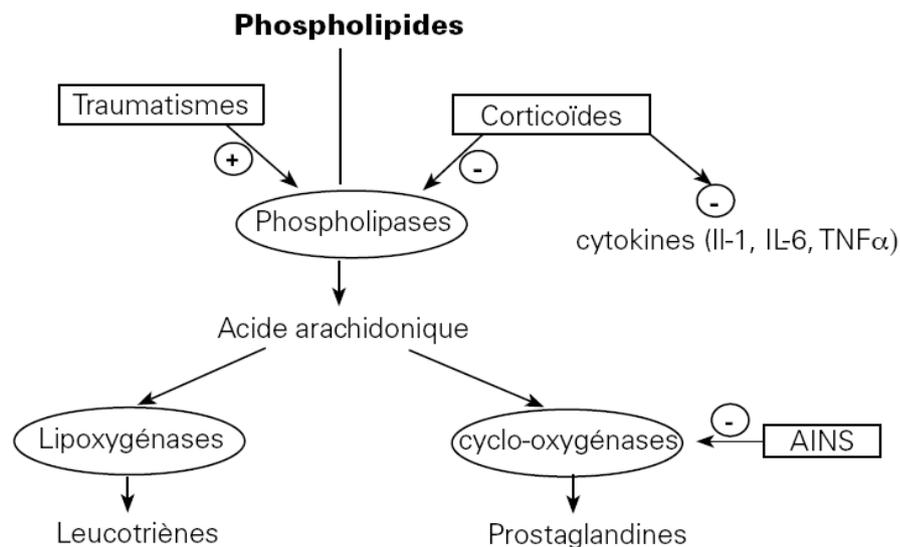


Figure 1: sites d'action des AINS et des glucocorticoïdes [9]

8.2 Notion de pharmacologie des opioïdes utilisés en antalgie post-opératoire

Temps d'action nécessaire pour soulager la douleur	
Opiïdes PO	15 - 30 min
Opiïdes SC	5 - 10 min
Opiïdes IV	3 - 5 min
Durée de l'antalgie	
Opiïdes PO à libération rapide	3 - 5 h
Opiïdes PO à libération retardée	8 - 12 h
Opiïdes transdermiques	48 - 72 h
Opiïdes SC ou IV	2 - 4 h
Fentanyl SC ou IV	30 - 40 min

Les opiacés sont indiqués en cas de douleurs intenses. La morphine reste l'opiacé de référence. Le mode d'administration d'un opiacé va également dépendre de son temps d'action nécessaire pour soulager la douleur et de sa durée d'action. Dans le post-opératoire immédiat, c'est-à-dire en salle de réveil, les opiacés sont administrés par voie intraveineuse, car d'une part l'effet souhaité doit être rapide et efficace, et d'autre part, le patient n'est pas toujours à même d'absorber per-os un médicament. Au transfert du patient dans l'unité de soins adaptée, les opiacés sont administrés soit per os, soit sous cutané.

Substance	Dosage	Mécanisme d'action
Morphine	0.1-0.2 mg/kg aux 3-4 heures iv ou sous-cutané	Agoniste pur
Oxycodone (Oxycontin®)	2 x 10-20 mg/j per os	Agoniste pur
Oxycodone (Oxynorm®)	5 mg 4-6x/j per os	Agoniste pur
Oxycodone/naloxone (Targin®)	10-20 mg/j per os	Agoniste pur et naloxone
Buprénorphine (Temgésic®)	0.2 mg aux 6-8h per os, 0.1-0.3 mg aux 6-8h iv ou im	Agoniste partiel
Tramadol (Tramal®)	50-100 mg aux 6h, max 400 mg/j iv ou per os	Agoniste mu faible

En résumé

- Une antalgie postopératoire devrait être prévue en préopératoire, en tenant compte du type de chirurgie, de l'état du malade, de l'emploi d'une antalgie per-opératoire et des techniques anesthésiques locorégionales.
- Une douleur importante non soulagée à des effets secondaires physiologiques et psychologiques néfastes.
- Une évaluation correcte de la douleur implique la participation du patient, des évaluations répétées de l'intensité de la douleur et de la prescription d'analgésiques.
- Un traitement efficace de la douleur nécessite flexibilité et une adéquation individualisée du traitement plutôt que l'application rigide de formules.
- Une douleur est traitée plus efficacement si l'on intervient avant qu'elle ne devienne sévère.

8.3 Exemple de prescription post-opératoire selon les protocoles du service

A titre d'illustration les protocoles d'analgésie post-opératoire standards du service sont présentés ci-après.

Antalgie adulte post-opératoire CHUV

Ces recommandations élaborées par le Centre d'antalgie ont été validées par la Commission permanente des médicaments du CHUV et sont sous la responsabilité du Dr M. Cachemaille.

Antalgie conventionnelle pour douleurs mineures / modérées

Paracétamol, AINS et Métamizole

- Paracétamol : 1g 4x/j po/iv (2g/j si poids < 50kg ou si patient avec insuffisance hépatique légère à modérée). C.I si insuffisance hépatique sévère (Child C) ou hépatite aiguë.
- AINS (analgésique, antipyrétique, anti-inflammatoire) : Ibuprofen 400-600mg 3-4x/j po.
 - ! C.I : IRA, IRC, ulcères gastro-duodénaux, insuffisance hépatique sévère (Child C).
 - ! Pas d'association systématique avec un IPP sauf si comorbidités avec risques de saignements gastriques, prise d'antiagrégants, d'anticoagulants ou de corticostéroïdes.

Si C.I. chirurgicales (hauts risques de saignements, cal osseux) ou protocole ERAS :

Métamizole (Minalgine®) (analgésique, antipyrétique, spasmolytique) : 500-1000mg 4x/j po/iv. Limité à 7j puis passage aux AINS. C.I : porphyries, leucopénies.

- ! Pas de combinaison AINS + Métamizole : pas d'effets bénéfiques clairs et augmentation potentielle d'effets secondaires (saignements).

Opioides

- Tramadol : 50mg 4x/j (1-2 mg/kg 4x/j po/iv). Max 400mg/j, 200mg/j si patient âgé.
 - ! Si insuffisance rénale modérée (clearance 30-60ml/min) :
- Tramadol (baisse de 50% de la dose totale, max 200mg/j)
- Buprénorphine : 0.2-0.4mg 3-4x/j + R sublingual (3-4x/j)
 - ! Si insuffisance rénale sévère (clearance < 30 ml/min) :
- Buprénorphine : 0.2-0.4mg 3-4x/j + R sublingual (3-4x/j)

Antalgie conventionnelle pour douleurs majeures (en dehors d'une prise en charge interventionnelle comme PCEA, cathéters périmerveux et incisionnels)

(Par ex. chirurgies à risques : abdominale sus-ombilicale, thoracique, articulaire, rachis (fixations), etc.)

Paracétamol, AINS et Métamizole

Idem que pour « antalgie conventionnelle pour douleurs mineures / modérées »

Opioides:

- 1^{er} choix : Morphine : MST Continus® (retard) 20mg 2x/j po + Sevredol® 10 ou 20mg max 6x/j en R (Sur la base du poids : Morphine 0.3mg/kg ret 2x/j + 0.3mg/kg 6x/j en R).
Si C.I. po : Morphine 0.1mg/kg 6x/j + 6x/j en R sc.
- 2^e choix (si prurit, état confusionnel sur morphine): Hydromorphone : Palladon® 4mg ret 2x/j po + Palladon® 1.3 ou 2.6mg max 6x/j en R).
(Sur la base du poids : Hydromorphone 0.05mg/kg ret 2x/j + 0.05mg/kg 6x/j en R).
Si C.I. po : Hydromorphone 0.02mg/kg 6x/j + 6x/j en R sc.
- 3^e choix (dernier choix, seulement si patient sous ce traitement préalable ou dans le but d'une rotation d'opiacés) :
Oxycodone : Oxycotin® 10mg ret 2x/j po + Oxynorm® 5-10mg 6x/j en R.

- Si insuffisance rénale modérée (clearance 30-60ml/min) :
 - Morphine (baisse de 50% de la dose totale)
 - Hydromorphone (pas d'adaptation nécessaire des doses)
- Si insuffisance rénale sévère (clearance < 30 ml/min) :
 - PCA de fentanyl avec bolus de 10-20µg aux 5-8 min (max 400µg/4h)
- Si insuffisance hépatique :
 - Légère à modérée (Child A-B) : réduction de 50% de la dose des opioïdes
 - Sévère (Child C) : éviter les opioïdes ou surveillance stricte (soins intermédiaires)
- Si patient dépendant aux opioïdes avec douleurs chroniques préalables (à fort risque de douleurs aiguës très intenses en postopératoire), après explications comprises par le patient évaluer l'indication à une:
 - PCA de morphine avec bolus de 2mg aux 10min (max 40mg/4h)
Si intolérance à la morphine :
 - PCA de fentanyl avec bolus de 10-20µg aux 5-8 min (max 400µg/4h)

POUR TOUTE PRESCRIPTION DE PCA, TRANSMETTRE AU CENTRE D'ANTALGIE

Antalgie conventionnelle pour douleurs majeures avec prise en charge interventionnelle (PCEA, cathéters périmerveux et incisionnels)

Paracétamol, AINS et Métamizole

Idem que pour « antalgie conventionnelle pour douleurs mineures / modérées »

- PCEA : ne pas y associer d'opioïdes. Si couverture analgésique insuffisante, évaluer des opioïdes en R (molécules et voie d'administration selon la situation clinique).
- Cathéters périmerveux : prescription d'un opioïde retard + en R sur 24h-48h en fonction de la couverture de l'analgésie interventionnelle.
- Cathéters incisionnels : prescription d'un opioïde en R.

Conduite pour la prescription des opioïdes en postopératoire :

- ! N'utiliser qu'une seule molécule sur ses différentes formulations rapides et retard (ne pas mélanger différents opioïdes).
- ! Associer d'office paracétamol + AINS (ou métamizole), si pas de CI.
- ! Réduction des doses des opioïdes chez le patient âgé et polymorbide.
- Référer le patient au Centre d'antalgie si à fort risque de douleurs aiguës nécessitant un suivi rapproché (68772) et/ou une PCA.
- Si patient au préalable sous opioïdes, majorer le même opioïde de 20-30% pour le postopératoire. Revoir le patient à 24h et le transmettre si besoin au Centre d'antalgie.
- Si patient hospitalisé, prescription des opioïdes pour maximum 48h à réévaluer par le médecin responsable du patient.
- Revoir tous les patients à 24h et réévaluer l'antalgie (dose efficace très variable individuellement).
- Pour toute prescription à la sortie de l'hôpital, accompagner obligatoirement l'ordonnance par la brochure d'information patient et prévoir un suivi par le médecin traitant ou le chirurgien.

Document rédigé par Dr M. Cachemaille, validé par les médecins cadres du Centre d'antalgie et du Service d'anesthésiologie, ainsi que par Pr M. Roth-Kleiner (DIM), M. V. Adatte (DSO), Pr F. Sadeghipour (PHA) et Pr T. Buclin (PCL).



La responsabilité du CHUV ne peut être engagée en cas d'utilisation de cette directive en dehors du cadre de l'institution.

CHUV/DCI/ALG/ALGA

V1_01/11/2021

2/2

Annexe 2 : Feuille de consentement



Service d'Anesthésiologie
Préhospitalisation Chirurgicale
BH 07-700
Rue du Bugnon 46
CH-1011 Lausanne

Consultations du Service d'Anesthésiologie
et Centre de Préhospitalisation Chirurgicale

Tél: +41 21 314 03 62/23
Fax: +41 21 314 23 86

CPC.337@chuv.ch
www.chuv.ch



AMT0780

Etiquette patient à coller ici
(sans masquer le code-barre)

Consentement anesthésique

OPERATION :

INDICATION :

Le patient a été informé des points suivants :

• PERIODE PREOPERATOIRE

jeûne préopératoire arrêt tabac médicaments à poursuivre ou arrêter

• PERIODE OPERATOIRE

Anesthésie proposée :

anesthésie générale anesthésie locorégionale anesthésie locale avec sédation

Transfusion : CE, PFC, Thrombocytes Cell saver Autre :

Risques liés à la procédure

gestes invasifs pour le monitoring gestes invasifs pour l'analgésie
 gestes invasifs pour l'anesthésie autres :

Risques liés au patient :

• PERIODE POSTOPERATOIRE

complications éventuelles lieu de transfert postopératoire

• INFORMATION

Documents transmis en plus de l'entretien

Brochure d'information « Anesthésie et visite pré-anesthésique » Autre :

Lieu et date :

Témoins :

Signature du patient ou de son représentant légal :

Nom (lisible) et signature du médecin :

Jour opératoire (à ne remplir que si le formulaire de consentement ci-dessus n'est pas rempli ou introuvable): le médecin anesthésiste soussigné, responsable de la prise en charge anesthésique, atteste que le patient a reçu toutes les informations nécessaires pour le bon déroulement de l'anesthésie et y consent.

Lieu et date :

Signature du médecin anesthésiste :



Annexe 3 : Objectifs théoriques

1) Lecture obligatoire :

Le document interne du service distribué aux stagiaires à leur arrivée (« Eléments d'Anesthésiologie Pour Etudiants en Médecine ») constitue le minimum théorique dont le stagiaire doit prendre connaissance durant son stage. Il s'agit donc d'une lecture obligatoire.

2) Connaissance théoriques :

En fin de stage, l'étudiant sera capable :

1. D'expliquer les principes de base de l'évaluation préopératoire d'un patient.
2. D'identifier les risques d'un patient en vue d'une anesthésie.
3. De définir les bases du consentement éclairé.
4. De définir une stratégie anesthésique pour le patient.
5. D'expliquer le déroulement d'une anesthésie générale ou locorégionale.
6. D'énumérer les principaux agents pharmacologiques utilisés en anesthésie.
7. D'expliquer les principes de base de la surveillance clinique et du monitoring standard d'un patient lors d'une anesthésie.
8. D'expliquer les principes de base de la surveillance d'un patient dans la période post-anesthésique (salle de surveillance post-interventionnelle).
9. D'expliquer les principes de base de la prise en charge de la douleur post-opératoire et les différentes modalités du traitement de la douleur aiguë.

3) Connaissances et habiletés pratiques (concerne en priorité les stages de 6^{ème} année) :

En fin de stage, l'étudiant en médecine en 6^{ème} année aura accompli et fait validé les différents objectifs pratiques listés dans le document intitulé « Log-book pour stagiaire de 6^{ème} année ».

Les objectifs théoriques sont identiques pour les cours blocs et pour les stages de 6^{ème} année. En revanche les cours blocs constituant un stage d'observation, ils n'ont pas d'objectifs pratiques formels. Cependant les actes mentionnés dans le log-book peuvent, le cas échéant, être réalisés par les stagiaires de cours blocs.

4) Présentation de fin de stage :

En fin de stage, l'étudiant présente au responsable du stage un cas auquel il a été confronté, selon les instructions du document « Présentation de cas pour l'évaluation de fin de stage ».

5) Evaluation:

La validation du stage sera effectuée en fin de stage par le responsable de l'accueil des stagiaires ou son remplaçant. L'évaluation du stage se fait essentiellement sur la base de la présentation de fin de stage et sur la présentation d'un log-book complet. Il n'est pas délivré (sauf circonstances exceptionnelles) de lettre de recommandation de la part du service.

Annexe 4 : Log-book pour stagiaires de 6^{ème} année

Nom :

Prénom :

Mois :

Année :

Ce log-book permet de définir les objectifs pratiques du stage. Il s'adresse en premier lieu aux stagiaires mais également aux superviseurs (infirmiers, médecin-assistant, CDC et médecin cadres), dans le but de faciliter la réalisation des objectifs. Certains items devront avoir été réalisés un nombre minimal de fois afin que le stage soit validé. Chaque item effectué devra être daté et faire l'objet d'une validation par une signature du superviseur. Certains gestes, mentionnés en fin de document, peuvent être effectués par les stagiaires mais ne constituent pas des objectifs du stage et ne nécessitent pas un nombre minimal de réalisation. Ils peuvent cependant être documentés.

Durant le mois de de stage l'étudiant aura réalisé les objectifs suivants :

Participation à la préparation de la salle avec l'infirmier anesthésiste (plateau de médicament, perfusions, matériel pour la gestion des voies aériennes, test de la machine): 8x/mois.

Date									
Signature									

Etude d'un dossier en vue d'une prise en charge anesthésique, visite préopératoire (anamnèse anesthésiologique et status ciblé), formulation de propositions puis discussion de la stratégie de prise en charge anesthésiologique avec le superviseur : 8x/mois.

Date									
Signature									

Participation à l'installation du patient et à la mise en place du monitoring de base : 8x/mois.

Date									
Signature									

Préoxygénation et ventilation au masque (ou tentative) : 8x/mois.

Date									
Signature									

Assister à une vidéo-laryngoscopie : 2x/mois.

Date		
Signature		

Pose de sonde naso/orogastique (ou tentative) : 2x/mois.

Date		
Signature		

Pose de voie veineuse périphérique (ou tentative) : 8x/mois.

Date									
Signature									

Formulation de propositions puis discussion concernant les prescriptions et la prise en charge post-opératoire : 8x/mois.

Date									
Signature									

Transmission de cas à l'infirmier de salle de réveil : 8x/mois.

Date									
Signature									

Assister à la préparation du matériel et à la mise en place d'un cathéter artériel : 2x/mois

Date		
Signature		

Assister à la préparation du matériel et à la mise en place d'une voie veineuse centrale : 2x/mois

Date		
Signature		

Assister à la préparation du matériel et à la réalisation d'une anesthésie locorégionale : 2x/mois

Date		
Signature		

Autres actes réalisables (qui ne constituent pas des objectifs) :

Pose de masque laryngé (ou tentative) :

Date								
Signature								

Intubation orotrachéale (ou tentative) :

Date								
Signature								

Réalisation d'une gazométrie artérielle :

Date								
Signature								

Assister aux contrôles pré transfusionnel au lit du patient :

Date								
Signature								

Présentation de cas en fin de mois de stage :

Sujet :

Validation du log-book par le responsable du stage :

Lausanne, le

Signature du responsable du stage :

Annexe 5 : Marche à suivre pour présentation de cas en fin de stage

Vous devez lors de l'évaluation de fin de stage présenter une prise en charge anesthésique dont vous avez été témoin durant votre passage dans le service. La qualité de la présentation est un élément important de l'évaluation du stage. La forme de la présentation est libre : orale, power point ou autre. La durée est d'environ 15-20 minutes. Vous devez tout d'abord présenter le cas de la même manière que vous le feriez à un superviseur (en n'oubliant pas les éléments pertinents listés ci-après) puis décrire tout d'abord la stratégie proposée puis la prise en charge anesthésiologique (en incluant la phase pré, intra et post-opératoire).

1) Le patient : sexe, âge

2) La chirurgie ou la procédure : voie d'abord, positionnement, durée

Par exemple : cholécystectomie laparoscopique, lobectomie supérieure droite en décubitus latéral gauche

3) L'indication à la chirurgie ou la procédure : diagnostic, circonstances générales ayant mené à l'intervention

Par exemple : lithiase vésiculaires diagnostiquées dans un contexte d'épigastalgies, masse lobaire supérieure droite découverte dans un contexte de suivi d'un carcinome mammaire chez une patiente à 2 ans d'une tumorectomie du sein gauche pour un carcinome canalaire

4. Comorbidités et antécédents importants pour la prise en charge anesthésique :

Cardiaques et facteurs de risque cardio-vasculaires / Pulmonaires / Rénal / Hépatique / Neurologiques / Endocrinologiques / Allergies / Tabagisme / OH

5. Liste des traitements :

Ainsi que leurs indications

6. Anamnèse dirigée pour l'anesthésie :

- Cardiaques : dyspnée, DRS, palpitations, syncopes, dyspnée nocturne paroxystique, œdème des membres inférieurs
- Pulmonaire : toux, dyspnée, sibilances
- Tolérance à l'effort : en MET
- Symptômes suggestifs de SAOS
- Symptômes suggestifs d'une diathèse hémorragique
- Symptômes suggestifs d'un reflux gastro-œsophagien
- Antécédents anesthésiques personnels et familiaux

7. Status dirigé :

- Poids, taille, BMI
- Status cardiaque et respiratoire
- Status neurologique et examen du point de ponction si anesthésie locorégionale envisagée
- Recherche de risques d'intubation et ventilation au masque difficile

8. Examens complémentaires :

- Examens de laboratoire
- Autres bilan (cardiaque, pulmonaire, crase, imagerie)

9. Score ASA :

10. Stratégie anesthésique :

11.1 : préopératoire :

- Gestion des médicaments
- Consignes de jeun
- Autres (ERAS ?)

11.2 : intra opératoire :

- AG / ALG / combinée / stand-by
- Prise en charge des voies aériennes et de la ventilation
- Equipement
- Monitoring
- Choix des médicaments : induction et maintient / hypnotiques, antalgiques, curares
- Prophylaxie antibiotique
- Difficultés ou complications anticipées (hémodynamiques, respiratoires, chirurgicales, saignements...)

11.3 : post-opératoire :

- Modalités et lieu de prise en charge post-opératoire
- Anticipation antalgie post-opératoire et prévention nausées et vomissements post-opératoire

12. Déroulement de l'anesthésie :

La stratégie proposée a-t-elle pu être mise en œuvre ?

Est-ce que tout s'est passé comme prévu ? Dans le cas contraire décrire les événements inattendus ou complications.

Suivi du patient dans la phase post-opératoire immédiate (salle de réveil et J1) puis à plus long terme (complications secondaires ? sortie de l'hôpital).