

ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDALLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE FES



PLACE DE LA VNI EN REANIMATION
ETUDE PROSPECTIVE
(A propos de 176 CAS)

MEMOIRE PRESENTE PAR

Docteur **TEKNI ZOHEIR**

Né le 07 Décembre 1970 à Berkane

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE EN
Anesthésie Réanimation

Sous la direction de :

Professeur KANJAA NABIL

Mai 2014

A NOS MAÎTRES

*Pour ce don inestimable, nous vous restons à jamais
reconnaisants, sincèrement respectueux et toujours
disciples dévoués.*

PLAN

I-Introduction	6
II-Matériel et méthodes	6
III-Résultats	9
1. Age	9
2. Sexe	10
3. Indications de la VNI	11
3.1. Curative	11
3.2. Préventive	11
4. Répartition par mois	12
5. Motif d'hospitalisation	14
5.1. Chirurgie abdominale	14
5.2. Chirurgie vasculaire	14
5.3. Traumatisme thoracique	15
5.4. AUTRE	15
6. Antécédents	16
6.1. Cardiopathie	17
6.2. HTA	17
6.3. Diabète	17
6.4. BPCO	17
6.5. Asthme	17
6.6. Tabagisme	17
Radio de thorax	18

7. Matériel	19
8.1. Interface	19
8.2. Respirateur	19
8. Mode	19
9. Acceptation/refus	20
10. Durée D'hospitalisation	20
11. Gazométrie	21
12. Complications	24
13. Evolution	24
Discussion	25
1. Historique	28
2. EFFETS DE LA VENTILATION NON-INVASIVE	31
2.1. Effets de la pression expiratoire positive	31
3. Avantages et limites	33
3.1. Avantages.....	33
3.2. Limites	33
4. Indications	37
4.1. VNI et limitations thérapeutiques :.....	40
4.2. La VNI postopératoire :.....	40
4.3. Chirurgie thoracique	42
4.4. Chirurgie cardiaque.....	43
4.5. Chirurgie abdominale.....	45
5. Contre-indications	47
6. Modalités pratiques	49
6.1. Réglages, modalités ventilatoires et pièges à connaître.....	49

6.1.1 En mode volumétrique	49
6.1.2 En mode pression.....	50
6.2. Les réglages	51
6.3. Respirateurs	54
6.4. Masques.....	55
6.5. Système d'humidification des gaz	58
6.6. Monitoring et surveillance	59
7. Les thérapeutiques d'avenir	60
7.1. La ventilation assistée proportionnelle.....	60
7.2. Ventilation à l'hélium-oxygène	62
Conclusion	63
Résumé	65
Référence	68

I-INTRODUCTION

Technique d'assistance respiratoire délivrée par l'intermédiaire d'un masque nasal ou facial, la ventilation non invasive regroupe les méthodes de ventilation mécanique n'ayant pas recours à l'utilisation de sondes d'intubation ou de trachéotomie mais à des interfaces telles que le masque nasal, le masque facial ou le casque.

Ses principales indications au service de réanimation sont les décompensations de BPCO, l'œdème pulmonaire d'origine cardiogénique, l'hypoxie postopératoire, et la prévention des complications respiratoires postopératoires.

Actuellement, la ventilation non invasive fait partie intégrante de la prise en charge préhospitalière de l'œdème pulmonaire d'origine cardiogénique.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les indications, les complications et l'apport de la VNI au niveau du service de réanimation polyvalente A4 au CHU Hassan II de Fès.

II-MATERIELS ET METHODES

C'est une étude prospective étalée sur 11 mois allant du mois de juillet 2013 au mois de mai 2014 au sein du service de réanimation polyvalente du CHU Hassan II de Fès.

Les paramètres ont été recueillis selon une fiche d'exploitation :

FICHE D'EXPLOITATION

ETUDE PROSPECTIVE DE LA VNI

DATE :

IDENTITE :

AGE :

SEXE :

IP :

MOTIF D'HOSPITALISATION :

VNI

PREVENTIVE

CURATIVE

INDICATION :

① **PROPHYLACTIQUE** :

② **THERAPEUTIQUE** : → IRA :

● Traumatisme thoracique

● OAP

● PNEUMOPATHIE

● BPCO

● AUTRE

→ HYPOXIE POST-OPERATOIRE :

● CHIRURGIE THORACIQUE

● CHIRURGIE ABDOMINALE

● AUTRE

→ HYPOXIE POST-EXTUBATION :

③ **SYSTEMATIQUE APRES EXTUBATION** :

TERRAIN :

ATCDS : ● CARDIOPATHIE

● HTA

● DIABETE

● BPCO

● ASTHME

● TABAGISME

- AUTRE

MATERIEL :

INTERFACE : ● MASQUE FACIAL

NASAL

NASO- BUCCAL

● ADAPTE

NON ADAPTE

RESPIRATEUR : ● EVITA 2 DURA

● EVITA XL

● SAVINA

MODE : ● VS-AI-PEP

● CPAP

GAZOMETRIE :

	H0	H1	H2	H3	J1	J2	J3
PH							
PaO2							
PcO2							
HCO3-							

PARAMETRES :

	H0	H1	H2	H3	J1	J2	J3
FiO2							
PEP							
AI							

ACCEPTATION

REFUS

COMPLICATIONS :

- BALLONNEMENT ABDOMINAL
- LESION FACIALE
- SECHERESSE OCCULAIRE(CONJONCTIVITE)
- AUTRES :

EVOLUTION :

BONNE

MAUVAISE (INTUBATION)

DUREE :

RADIO DE THORAX :

III-RESULTATS

1. AGE :

Tableau I : Répartition des patients en fonction de l'âge

Age	Nombre	Pourcentage(%)
15-19	8	4.54
20-29	16	9.09
30-39	20	11.36
40-49	16	9.09
50-59	38	21.59
60-69	38	21.59
70-79	22	12.5
80-89	17	9.59
90-99	1	0.56
Total	176	100

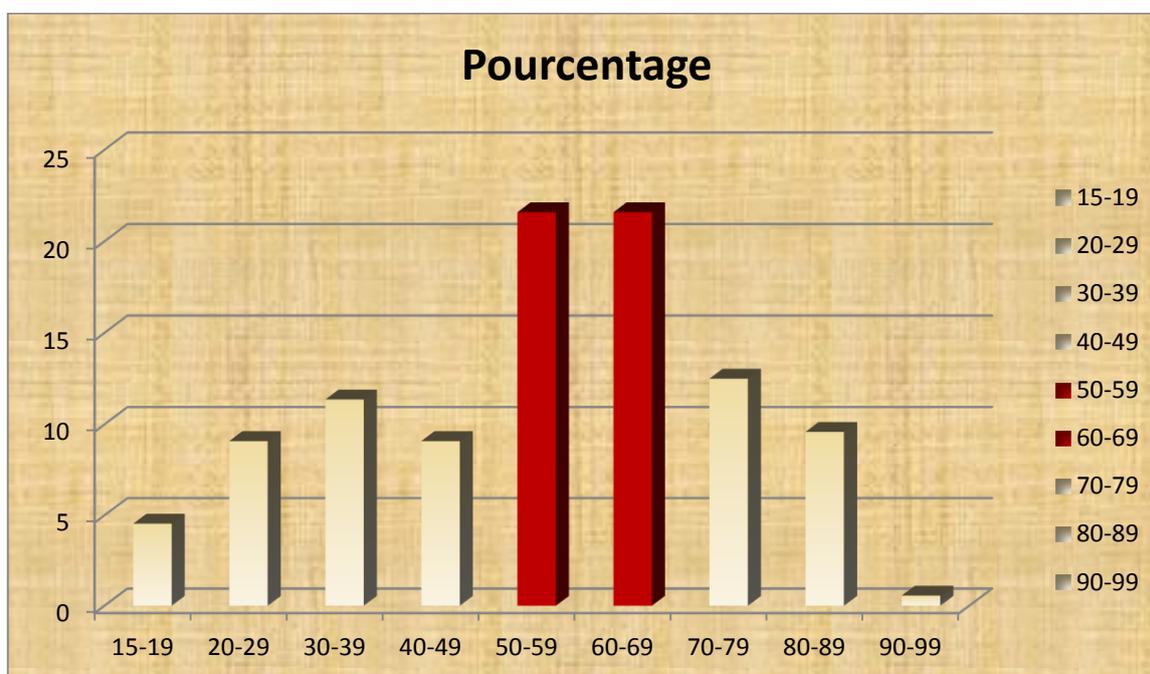


Fig. 1 : Répartition des patients en fonction de l'âge

Dans notre étude, la tranche d'âge prédominante des patients ayant bénéficié de la VNI dans notre service, est située entre **50 et 70 ans**.

2. SEXE :

Tableau II : Répartition des patients en fonction du sexe

Sexe	Nombre	Pourcentage(%)
Masculin	113	64.20
Féminin	63	35.80
Total	176	100

113 patients sont de sexe masculin, soit 64.20% des cas, avec un sexe ratio de 2.84.

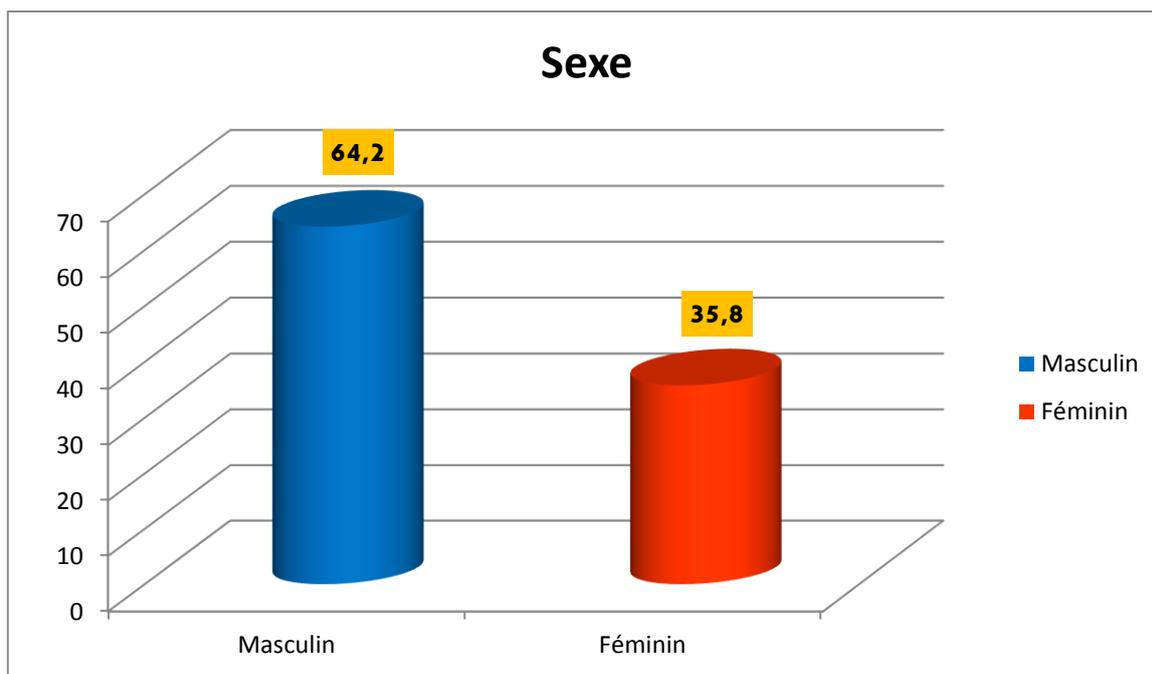


Fig. 2 : Répartition des patients en fonction du sexe

3. INDICATIONS DE LA VNI :

Tableau III : Indications de la VNI

Indication	Nombre	Pourcentage(%)
Préventive	107	60.80
Curative	69	39.20
Total	176	100

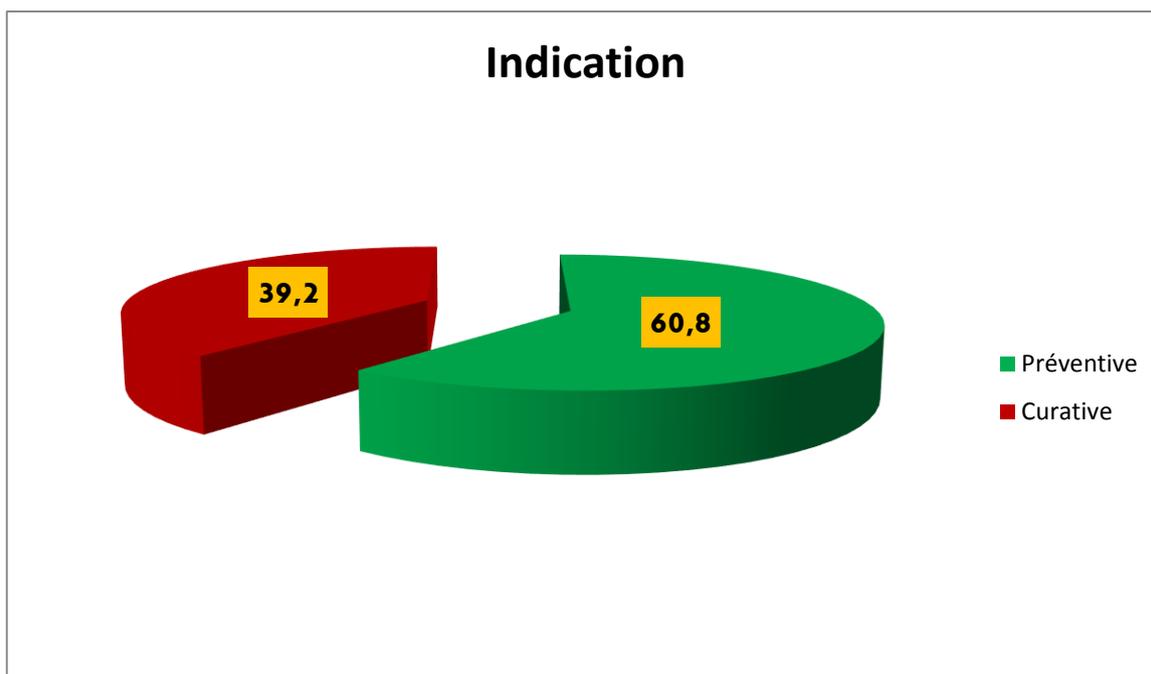


Fig. 3 : Indications de la VNI

Dans notre contexte, on a remarqué que la VNI a été pratiquée essentiellement dans un but préventif (60.8% des cas).

4. REPARTITION PAR MOIS :

Tableau IV : Répartition des patients par mois

Mois	Nombre	Pourcentage(%)
Juillet	7	3.97
Aout	8	4.54
Septembre	15	8.52
Octobre	15	8.52
Novembre	8	4.54
Décembre	17	9.66
Janvier	32	18.18
Février	20	11.36
Mars	26	14.77
Avril	15	8.52
Mai	13	7.38
Total	176	100

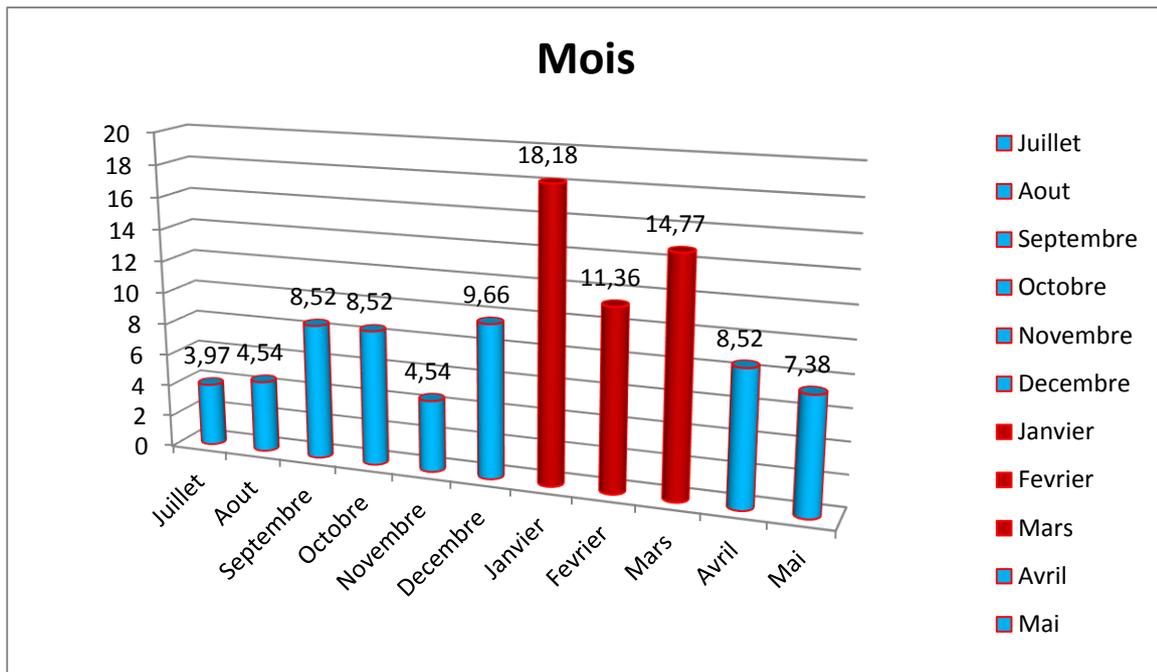


Fig. 4 : Répartition des patients par mois

Dans notre étude, on remarque un taux élevé de patients ayant bénéficié de la VNI, entre le mois de janvier et le mois de mars, avec un pourcentage respectif de 18.18% et 14.77%.

5. Motifs d'hospitalisation :

Tableau V : Différentes pathologies ayant nécessité la VNI

Pathologie	Nombre	Pourcentage(%)
Chirurgie abdominale		
DPC	16	9.09
Gastrectomie	14	7.95
Tumeur colorectales	24	13.63
Trauma de la VBP	1	0.56
Cholécystectomie	1	0.56
Pyocholecyste	1	0.56
Hépatectomie réglée	1	0.56
Métastasectomie hépatique	1	0.56
Cholangiocarcinome	2	1.14
Post-op KHF	2	1.14
Eviscération	1	0.56
Colectomie totale sur RCH	1	0.56
Plaie abdominale	4	2.27
PPU	3	1.70
Péritonite	11	6.25
Péritonite post-op	9	5.11
Fascéite nécrosante	1	0.56
Phéochromocytome	3	1.70
Volvulus	2	1.14
Hernie diaphragmatique	1	0.56
Hernie de la LB	1	0.56
Néphrectomie	2	1.14
Lymphangiome kystique	1	0.56
Choledocotomie	1	0.56
Chirurgie vasculaire		
Pontage aorto-bifémoral	4	2.27

Pontage fémoro–poplité	16	9.09
Fogartisation	2	1.14
Chirurgie thoracique		
Pneumectomie	4	2.27
Lobectomie	2	1.14
KHP	1	0.56
Thymectomie	2	1.14
Décortication+Talcage	2	1.14
Post–op Médiastinite		
Autres		
Abcès de poumon	3	1.70
Polytraumatisme	4	2.27
Traumatisme thoracique	3	1.70
OAP	2	1.14
Asthme aigu grave	1	0.56
Hémorragie digestive haute	1	0.56
Pancréatite grave	5	2.84
Angiocholite grave	3	1.70
Leptospirose	5	2.84
Œdème angioneurotique	1	0.56
IC sur CPC	1	0.56
DR après Thymectomie	1	0.56
Hépatite fulminante	1	0.56
Pneumopathie décompensant une BPCO	2	1.14
Pneumopathie sévère	7	3.97
Intoxication au CO	2	1.14
Noyade	1	0.56

Dans notre étude, on a noté un nombre élevé de patients opéré pour tumeurs colorectales (13.63%), gastrique (gastrectomie) (7.95%) ou pancréatique (DPC) (9.09%), chirurgie vasculaire (9.09%) puis les péritonites (6.25%).

6. Antécédents :

Dans les majorités des cas, on trouve des patients cardiaques (15,90%), hypertendus (15,34%) diabétiques (18,18%), porteurs d'hépatite C, déjà opérés, ayant des antécédents tumoraux, psychiatriques, tabagiques chroniques (14,77%), ou insuffisants respiratoires chroniques.

Tableau VI : Les antécédents des patients ayant bénéficié de la VNI

Pathologie	Nombre	Pourcentage(%)
Aucun	53	30.11
Diabète	32	18.18
Cardiopathie	28	15.90
HTA	27	15.34
Tabagisme	26	14.77
Hépatite c	5	2.84
Sd occlusif	6	3.40
Angiocholite	7	3.97
Cholécystectomie	5	2.84
Hernie inguinale opérée	5	2.84
Psychiatrique	5	2.84
AVCI	4	2.27
Ingestion de caustique	2	1.13
DPC opéré	2	1.13
Artérite	3	1.70
Asthme	3	1.70
Maladie de Crôhn	3	1.70
Alcoolisme	2	1.13
KHF opéré	2	1.13
Myasthénie	3	1.70
Coup de couteau	2	1.13
HTP	2	1.13
Embolie pulmonaire	2	1.13
VB lithiasique	3	1.70

7. Radio de thorax :

Tableau VII : Anomalies radiologiques des patients ayant bénéficié de la VNI

Anomalie	Nombre	Pourcentage(%)
RAS	88	50
Pneumopathie	26	14.77
Cardiomégalie	21	11.93
Sd alvéolo- interstitiel	12	6.81
Atélectasies	10	5.68
Epanchement pleural	8	4.54
Fracture de côte	5	2.84
NHA	4	2.27
Hémopneumothorax	2	1.13
Total	176	100

Les anomalies radiologiques révélées au cours de l'hospitalisation des patients ayant bénéficiés de la VNI étaient dominés par les foyers infectieux pulmonaires (14.77%), le syndrome alvéolo-interstitiel (6.81%) et les atélectasies (5.68%).

8. Matériel :

8.1. Interface :

La totalité des patients ont bénéficié de la VNI avec un masque facial.

Il était adapté au patient dans la majorité des cas.

8.2. Respirateurs :

Les principaux respirateurs disponibles au service sont :

+ Evita 2 dura[®],

+ Evita XL[®],

+ Savina[®].

9. Mode :

Le mode le plus utilisé dans notre service était mode **VS+AI+PEP**

(Ventilation spontanée + Aide inspiratoire + Pression expiratoire positive).

10. Acceptation ou refus :

Par ailleurs, il y a eu refus de la technique par les patients dans 2.27% des cas, sinon la majorité des patients ont accepté la technique.

11. Durée d'hospitalisation :

Tableau VIII : la durée d'hospitalisation des patients ayant bénéficiés de la VNI

Durée (jours)	Nombre	Pourcentage(%)
2	15	8.52
3	17	9.65
4	20	11.36
5	17	9.65
6	19	10.79
7	3	1.70
8	9	5.29
9	7	3.97
10	3	1.70
11	4	2.27
12	11	6.25
13	1	0.56
14	6	3.40
15	5	2.84
18	1	0.56
20	1	0.56
21	1	0.56
23	1	0.56

On note un maximum de séjour dans notre service entre quatre et six jours d'hospitalisation dans notre formation.

12. Gazométrie :

Dans notre étude l'évolution était marquée par une amélioration tant sur le plan clinique que gazométrique.

En effet, une gazométrie a été faite avant la VNI et une autre deux heures après où on a noté une normalisation du PH, de la PaCO₂, du PO₂, de la saturation ainsi que du rapport PaO₂/FiO₂ dans la plupart des cas sauf en cas d'aggravation.

Voici quelques exemples de gazométrie avant et après réalisation de la ventilation non invasive.

Tableau IX : Quelques cas de différents paramètres de la gazométrie avant et après VNI.

Paramètre	Avant VNI	Après VNI
PH	7.29	7.39
PaO ₂	171	192
PaCO ₂	40	39
HCO ₃ ⁻	18.8	22.8
PaO ₂ /FiO ₂	342	348

Paramètre	Avant VNI	Après VNI
pH	7.02	7.34
PaO2	148	194
PaCO2	67	38
HCO3-	16.8	20.1
PaO2/FiO2	296	388

Paramètre	Avant VNI	Après VNI
pH	7.52	7.42
PaO2	41	83
PaCO2	31	35
HCO3-	24.7	22.2
PaO2/FiO2	82	166

Paramètre	Avant VNI	Après VNI	Après VNI
PH	7.17	7.50	7.59
PaO2	72	83	152
PCO2	90	37	34
HCO3-	32.2	28.2	32
paO2/FiO2	144	166	304

Paramètre	Avant VNI	Après VNI
PH	7.45	7.45
PaO2	174	210
PCO2	29	40
HCO3-	32	27.4
paO2/FiO2	348	420

Tableau X : récapitulatif

Patient	PH avant	PH après	PaO2 avant	PaO2 après	PCO2 avant	PCO2 après	HCO3- avant	HCO3- après	paO2/FiO2 avant	paO2/FiO2 après
1	7.29	7.39	171	192	40	39	18.8	22.8	342	348
2	7.02	7.34	148	194	67	38	16.8	20.1	296	388
3	7.52	7.42	41	83	31	35	24.7	22.2	82	166
4	7.17	7.59	72	152	90	34	32.2	32	144	304
5	7.45	7.45	174	210	29	40	32	27.4	348	420

13. Complications :

On a noté par ailleurs des complications telle que 3 cas de ballonnement abdominal, 4 cas de lésions faciales et 1 cas de sécheresse oculaire.

Tableau XI : différentes complications liées à la VNI

Complication	Nombre	Pourcentage(%)
Ballonnement abdominal	3	1.70
Lésion faciale	4	2.27
Sécheresse oculaire	1	0.56
Total	176	100

14. Evolution :

L'évolution était bonne dans 85.22% des cas et mauvaise dans 14.7% des cas.

Ainsi, sur les 176 cas recensés, il y a eu 26 décès soit, 14.7% en rapport avec le terrain, la pathologie sous-jacente ou comorbidité qui était grave en plus de la lourdeur du geste.

DISCUSSION



Utilisation du Pulmotor



Ventilation par CPAP à l'aide de respirateur moderne.



Ventilation par VNI à l'aide de respirateur moderne.



Ventilation par CPAP à l'aide de respirateur moderne.

1. Historique :

- Concept de ressuscitation par ventilation par soufflet du 16^{ème} au 19^{ème} siècle.
- 1876 : Le spiropore d'Eugène Woillez : ventilateur par application externe d'une variation de pression(ancêtre du poumon d'acier).
- 1930–1950 : Poumon d'acier (épidémie de poliomyélite).
- Après 1950 : Ventilation sur trachéotomie.
- 1970 : Ventilation sur sonde d'intubation souple oro-trachéale.
- 1990 : Ventilation non invasive en pression positive avec des interfaces externes

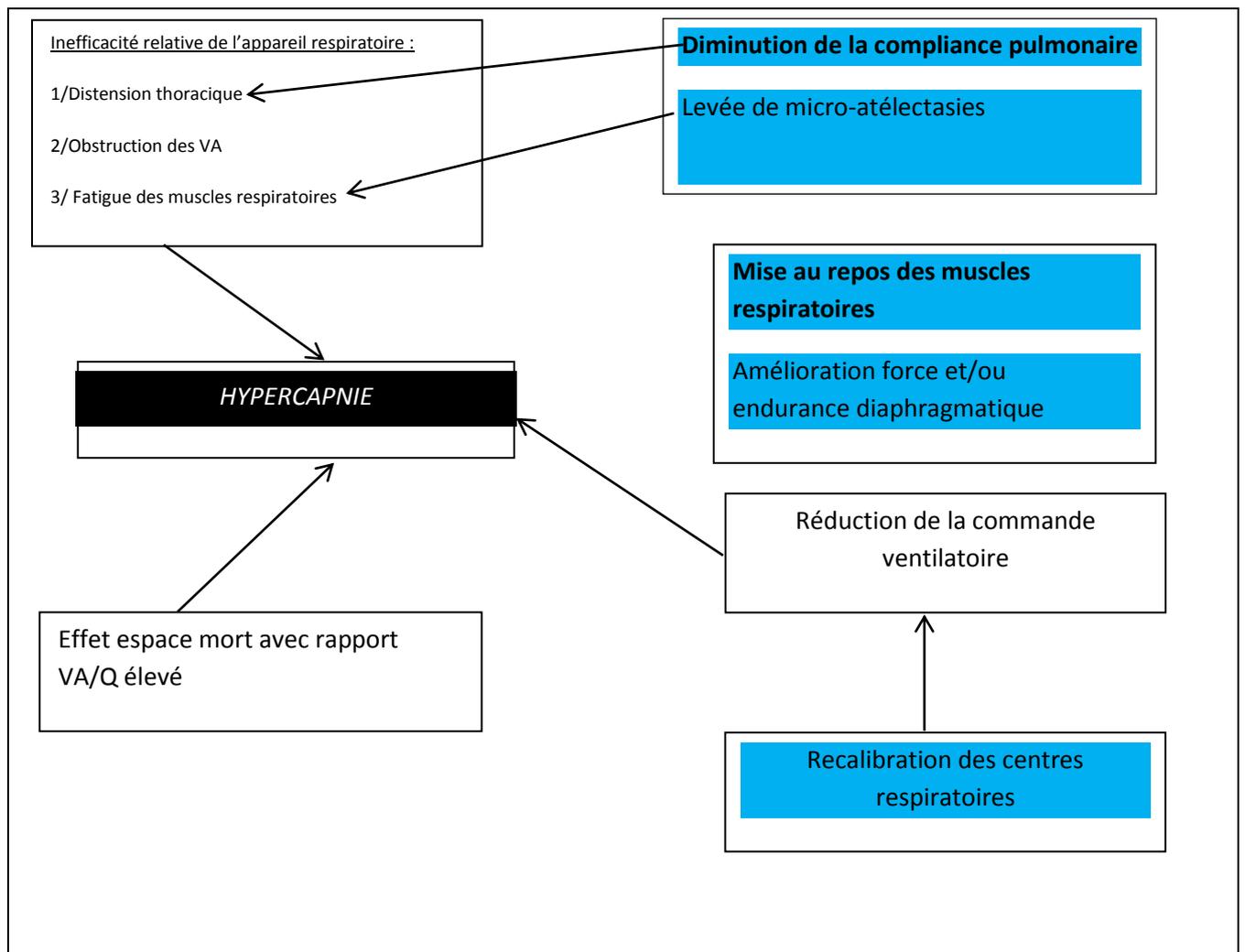
La ventilation non-invasive (VNI) est l'ensemble des techniques d'assistance respiratoire n'ayant pas accès aux voies aériennes inférieures par une sonde d'intubation endotrachéale ou une trachéotomie.

La ventilation non invasive (VNI) se définit comme une technique destinée à augmenter la ventilation alvéolaire sans utiliser de dispositif intratrachéal. Elle est réalisée grâce à une pression positive administrée dans les voies aériennes par l'intermédiaire d'un masque.

Les effets attendus de la VNI sont liés à :

- a) une pression expiratoire positive, qui diminue le travail inspiratoire des patients BPCO et contribue à l'homogénéisation des rapports ventilation/perfusion ;
- b) une pression inspiratoire positive qui entraîne une augmentation du volume courant et une diminution de la fréquence respiratoire ;

c) une absence de prothèse endotrachéale qui contribue à la diminution de ses complications, au confort du patient et rend plus facile l'instauration d'une ventilation et son arrêt.



Les méthodes de la ventilation non invasive (VNI) incluent les techniques de ventilation destinées à augmenter la ventilation alvéolaire sans employer de dispositif intratrachéal.

Elles utilisent la pression négative péri thoracique (1) , l'oscillation pariétale, et la pression positive administrée dans les voies aériennes par l'intermédiaire d'un masque.

Elle a connu récemment un essor considérable, et constitue la nouveauté majeure de ces dernières années en matière de ventilation.

Elle a été réalisée initialement par des appareils de ventilation à domicile, pour prendre en charge les patients en insuffisance respiratoire chronique (5,6). Progressivement au cours de décompensations aiguës, ces mêmes patients ont bénéficié de cette technique, introduisant la ventilation non invasive dans les unités de réanimation au début des années 1990.

Depuis, la méthode s'est développée dans deux directions :

D'une part, les appareils de ventilation à domicile ont été remplacés dans cette indication par des ventilateurs « lourds », fournissant une assistance plus finement adaptée à chaque cas particulier ;

D'autre part, ses indications ont été étendues aux autres types d'insuffisance respiratoire aiguë. Les effets physiologiques de la ventilation non invasive seront d'abord exposés, ensuite les aspects pratiques de sa mise en place, enfin les principales indications.

2. EFFETS DE LA VENTILATION NON-INVASIVE

La ventilation non invasive peut exercer deux effets dans les voies aériennes utilisés simultanément ou séparément :

- maintenir une pression expiratoire positive
- et créer une pression inspiratoire positive.

2.1. Effets de la pression expiratoire positive

Les effets de la pression expiratoire positive (PEP) dépendent de la pathologie pulmonaire justifiant sa mise en œuvre, qu'il s'agisse d'une bronchopathie chronique caractérisée par une limitation du débit aérien, d'une insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique ou d'un œdème aigu pulmonaire cardiogénique (8,9).

- La ventilation non-invasive (VNI) en pression positive consiste à délivrer une assistance respiratoire à travers un masque nasal ou facial.

- La VNI permet de diminuer les complications infectieuses ainsi que l'utilisation de sédatifs et d'améliorer le confort et la communication avec le patient.

- Au début des années 80, la VNI a été utilisée de façon efficace dans la prise en charge des décompensations aiguës d'insuffisance respiratoire chronique (BPCO). À partir des années 90, son utilisation s'est étendue à d'autres types d'IRA de causes variables.

- Des études randomisées ont montré l'efficacité de la VNI dans les décompensations de BPCO, l'œdème aigu du poumon cardiogénique hypercapnique, l'IRA après transplantation d'organe solide, chez des patients immunodéprimés d'hématologie et en postopératoire de chirurgie thoracique (10).

- Son succès passe par la motivation des équipes soignantes après une formation théorique et pratique de la technique.

- La « ventilation à fuites » est l'une des caractéristiques principales de la VNI.

- L'utilisation de la VNI dans les services de réanimation chirurgicale s'est accrue ces dernières années, avec de plus en plus d'utilisation dans les IRA postopératoires.

- L'usage de la VNI, dans le but de prévenir la survenue d'une IRA postopératoire ou pour favoriser la récupération de la fonction pulmonaire (utilisation préventive) chez des patients à risques postopératoires, doit être distingué du recours à la VNI une fois que l'IRA postopératoire s'est développée (utilisation curative).

- La VNI fait aujourd'hui partie de l'arsenal thérapeutique dont dispose le clinicien pour la prise en charge de première intention de plusieurs types d'IRA.

- La VNI ne doit pas être opposée à la ventilation conventionnelle utilisant l'intubation oro-trachéale. Elle constitue une assistance ventilatoire qui peut être utilisée pour améliorer la préoxygénation pour l'intubation et pour raccourcir les durées de ventilation en permettant une extubation plus précoce.

- Le danger de la VNI est le retard à l'intubation lorsque l'effet de la technique a été mal réalisé. L'intubation ne doit pas être retardée chez un patient ne s'améliorant pas sous VNI.

3. AVANTAGES ET LIMITES

3.1. Avantages :

Les avantages de la VNI (tableau I) sont principalement la diminution des complications liées à la ventilation invasive, en particulier liées à la sonde d'intubation. La VNI permet de diminuer les complications infectieuses, principalement les pneumopathies et sinusites nosocomiales (14). Elle permet également de diminuer l'utilisation de sédatifs, d'améliorer le confort et la communication avec le patient, car son application se fait de façon discontinue par des séances de durée variable. Elle évite les traumatismes laryngés et trachéaux associés à l'intubation endotrachéale et la trachéotomie. Plusieurs études randomisées contrôlées réalisées dans différentes populations de patients présentant une IRA ont permis d'obtenir une réduction de la durée de ventilation, de la durée de séjour, du coût de la prise en charge et surtout une diminution de la mortalité (12,13). Plusieurs revues de la littérature et méta-analyses ont rapporté ces résultats.

3.2. Limites :

Les limites de l'utilisation, mais surtout du succès de la VNI, peuvent être schématiquement classées en deux catégories.

La première est celle représentée par les équipes soignantes, médecins compris. La pratique de la VNI ne peut se développer que s'il existe une véritable motivation. En effet, la technique n'est pas toujours facile à appliquer, et consomme du temps, en particulier à la phase initiale. Les échecs chez certains patients peuvent également freiner la motivation des équipes. Il est donc impératif que l'introduction et le développement de la technique se conçoivent dans un projet de service, avec des formations

répétées à tout le personnel soignant, l'élaboration de protocoles écrits et la désignation de « référents » (Médecin, IDE, IADE, kinésithérapeute...) de la technique, avec au mieux un « groupe de travail référent ». L'objectif à atteindre est de rendre la pratique de la VNI comme un « traitement usuel », et non comme « une pratique exceptionnelle ». Sa réalisation dans de mauvaises conditions (personnel non formé, matériel inadapté, mauvaise indication...) peut aggraver certains malades, soit en retardant une intubation qui risque alors d'être réalisée dans une situation précaire, soit en aggravant une insuffisance respiratoire initialement modérée nécessitant alors une intubation qui aurait peut être pu « être évitée ».

Tableau I. Principaux avantages de la ventilation non invasive.

- Diminution des pneumopathies et sinusites nosocomiales
- Diminution de la consommation de sédatifs
- Amélioration du confort du patient avec le patient
- Amélioration de la communication
- Absence de traumatismes laryngés et trachéaux
- Réduction de la durée de ventilation
- Réduction de la durée de séjour
- Diminution du coût de la prise en charge
- Diminution de la mortalité

La deuxième catégorie de limites liée à l'utilisation de la VNI est celle en rapport avec le patient. Il est inutile de tenter de la réaliser chez un patient opposant, non coopérant et ne comprenant pas l'intérêt de la thérapeutique. La pathologie sous-jacente associée et/ou à l'origine de l'IRA doit être prise en compte avant de poser son indication.

En effet, l'efficacité de la VNI est dépendante en grande partie de la cause de la défaillance respiratoire.

Les principales études montrent que les facteurs associés au succès de la VNI dans la prise en charge d'une IRA chez des patients sans antécédent d'insuffisance respiratoire chronique sont une bonne coopération du patient, une amélioration des échanges gazeux se maintenant dans le temps, une étiologie de l'IRA rapidement réversible, une sévérité de la pathologie sous-jacente modérée, une présence initiale d'une hypercapnie et la présence de fuites modérées.

Ce dernier point est fondamental car la VNI est une assistance ventilatoire avec des fuites obligatoires. C'est la valeur des fuites et leur tolérance qui influencent le confort du patient et le succès de la technique(16).

Il est le plus souvent inutile d'augmenter les niveaux d'assistance donc les niveaux de pressions d'insufflations dans le but d'améliorer la ventilation alvéolaire en présence de fuites importantes, car cette augmentation ne fera que majorer les fuites et donc l'inconfort et la mauvaise tolérance du patient conduisant le plus souvent à l'échec de la technique. Il faut tenter en priorité d'améliorer l'étanchéité du masque et/ou d'essayer de diminuer les niveaux d'assistance.

En ce qui concerne la VNI postopératoire à la phase précoce d'une chirurgie œsophagienne et/ou gastrique avec des anastomoses digestives hautes, son utilisation doit conduire à la plus grande prudence, car il existe un risque théorique de fragilisation des anastomoses lié à l'insufflation de gaz dans le tube digestif. Dans ce cas, il est préférable de privilégier plutôt la CPAP et/ou de limiter les pressions d'insufflations.

Il est inutile de dépasser des pressions d'insufflations supérieures à 25 cmH₂O (niveau d'aide inspiratoire + PEP), car au-dessus de ces valeurs les fuites sont le plus souvent mal tolérées et le risque de dilatation gastrique par insufflation de gaz devient majeur. En effet, la pression d'occlusion du sphincter supérieure de l'œsophage est habituellement entre 25–30 cmH₂O.

Dans ce cas, il est recommandé de mettre une sonde gastrique en aspiration douce en sachant que celle-ci peut parfois rendre plus difficile l'étanchéité de l'interface patient-ventilateur. Pour pallier ce problème, certaines équipes font passer la sonde gastrique au travers d'une pièce en T additionnelle placée entre le masque et le circuit de ventilation, munie d'un système d'obturation facilement amovible, et percée selon le diamètre de la sonde gastrique(17).

Par ailleurs, il est à noter que les durées moyennes des séances de VNI (15–60 min par séance) dans les études réalisées en période postopératoire sont beaucoup plus courtes que celles réalisées chez des patients ayant des antécédents de BPCO (45 min à 3 h, voire en continu).

Il en est de même pour la durée de la période d'application, de 1 à 6 jours en période postopératoire et plutôt 4 à 10 jours chez les BPCO.

Dans notre expérience, la réalisation de la VNI chez des patients BPCO en décompensation paraît plus aisée que chez des patients sans antécédent respiratoire.

4. INDICATIONS :

Le principal objectif de la VNI est le même que celui de la ventilation invasive, à savoir assurer une assistance ventilatoire efficace. Cette suppléance ventilatoire doit améliorer les échanges gazeux, la ventilation alvéolaire, et diminuer le travail des muscles respiratoires afin d'éviter la survenue d'une fatigue musculaire.

Les mécanismes d'action de la VNI, comparables à ceux de la ventilation invasive qui diminuent l'effort des muscles respiratoires, permettent de mieux comprendre que les meilleurs bénéfices de la technique aient été obtenus chez les patients ayant une BPCO avec une hypoventilation alvéolaire.

Ces dernières années, les indications de la VNI se sont élargies à des IRA d'origines variables et sont en permanence en cours d'évaluation dans de nouvelles indications (18, 19).

Le **tableau II** regroupe les principales indications où la VNI a été utilisée de façon efficace et de façon descriptive et/ou anecdotique dans certaines indications d'IRA.

Tableau II. Indications de la ventilation non invasive.

Études randomisées
<ul style="list-style-type: none">• Décompensation aiguë de BPCO• Œdème aigu pulmonaire cardiogénique• Immunodéprimés et transplantés d'organes solides• Sevrage de la ventilation mécanique chez le patient BPCO• Postopératoire de chirurgie thoracique
Études ouvertes
<ul style="list-style-type: none">• Pneumopathie infectieuse• Asthme• Mucoviscidose• Postopératoire de chirurgie cardiaque• Postopératoire de chirurgie abdominale• Syndrome restrictif aigu• Préoxygénation pour intubation en réanimation• Préhospitalier et aux urgences
Séries limitées et/ou cas cliniques
<ul style="list-style-type: none">• Fibroscopie bronchique• Traumatisme thoracique• Syndrome thoracique aigu du drépanocytaire• Refus de l'intubation endotrachéale• Syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA)• Pancréatite aiguë• Brûlés

Tableau III - Niveaux de recommandation pour les indications de la VNI	
Intérêt certain Il faut faire (G1+)	Décompensation de BPCO OAP cardiogénique
Intérêt non établi de façon certaine Il faut probablement faire (G2+)	IRA hypoxémique de l'immunodéprimé Post-opératoire de chirurgie thoracique et abdominale Stratégie de sevrage de la ventilation invasive chez les BPCO Prévention d'une IRA post extubation Traumatisme thoracique fermé isolé Décompensation de maladies neuromusculaires chroniques et autres IRC restrictives Mucoviscidose décompensée Forme apnéisante de la bronchiolite aiguë Laryngo-trachéomalacie
Aucun avantage démontré Il ne faut probablement pas faire (G2-)	Pneumopathie hypoxémiante SDRA Traitement de l'IRA post-extubation Maladies neuromusculaires aiguës réversibles
Situations sans cotation possible	Asthme Aigu Grave Syndrome d'obésité-hypoventilation Bronchiolite aiguë du nourrisson (hors forme apnéisante)

La VNI peut également être utilisée dans les situations suivantes :

- fibroscopie bronchique chez les patients hypoxémiques (G2+),
- pré-oxygénation avant intubation pour IRA (G2+)

4.1. VNI et limitations thérapeutiques :

La VNI peut être réalisée chez des patients pour lesquels la ventilation invasive n'est pas envisagée en raison du refus du patient ou de son mauvais pronostic (G2+).

Chez les patients en fin de vie, la VNI ne se conçoit que si elle leur apporte un confort.

L'utilisation de la VNI est faite tant dans un contexte chirurgical que médical (BPCO, OAP, pneumopathie communautaire...) qui a fait l'objet de plusieurs mises au point.

La VNI doit se faire en respectant les recommandations d'utilisation et être utilisée en pratique clinique dans les indications validées. Le danger est le retard à l'intubation lorsque l'effet de la technique a été mal réalisé. L'intubation ne doit pas être retardée chez un patient ne s'améliorant pas sous VNI.

La VNI ne doit pas être opposée à la ventilation conventionnelle utilisant l'intubation oro-trachéale. Elle constitue une assistance ventilatoire qui peut être utilisée pour améliorer la préoxygénation pour l'intubation et pour raccourcir les durées de ventilation en permettant une extubation plus précoce.

4.2. La VNI postopératoire :

L'anesthésie, la chirurgie, ce d'autant que le site est plus près du diaphragme, et la douleur postopératoire vont entraîner des modifications de la fonction respiratoire(20).

Les principales modifications observées sont une diminution des volumes pulmonaires, avec apparition d'un syndrome restrictif associant une baisse de la capacité vitale et une diminution de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF).

Ces modifications des volumes pulmonaires sont maximales les premières heures suivant l'intervention et régressent habituellement en une à deux semaines.

Il apparaît également une modification du régime ventilatoire (breathing pattern), avec une diminution du volume courant (VT) de 20 à 30 %, et une augmentation de la fréquence respiratoire d'environ 20 %, afin de tenter de maintenir la ventilation alvéolaire nécessaire. Ces modifications des volumes pulmonaires sont souvent associées à une dysfonction diaphragmatique.

La réduction des volumes pulmonaires, les modifications du mode ventilatoire, la dysfonction diaphragmatique et la douleur postopératoire vont favoriser une ventilation à petits volumes pulmonaires pouvant conduire à une hypoventilation alvéolaire et à la constitution d'atélectasies.

La survenue d'une pneumopathie et d'hypoxémie sont bien corrélées à la baisse de la CRF, expliquée par la modification des rapports ventilation/perfusion.

L'utilisation de la VNI peut être envisagée afin de prévenir le risque de complications respiratoires en évitant l'apparition de l'IRA (préventif) ou pour prendre en charge l'IRA qui s'est constituée afin d'éviter le recours à l'intubation endotrachéale (curatif).

4.3. Chirurgie thoracique :

Dans une étude physiologique, les auteurs ont étudié les effets d'une séance d'une heure de VNI dans les suites opératoires d'une chirurgie de résection pulmonaire, chez 10 patients. La VNI a pu être réalisée sans aucune complication liée à la technique et a permis d'obtenir une amélioration de l'oxygénation, sans majoration des fuites autour des drains thoraciques chez le groupe étudié comparé à un groupe contrôle ne bénéficiant pas de la VNI. Rocco et al. ont rapporté leur expérience de la VNI en période postopératoire de transplantation pulmonaire chez 21 patients ayant développé une IRA. La tolérance de la VNI était bonne pour tous les patients ; 18 des 21 patients traités ont pu éviter le recours à l'intubation. Dans un travail prospectif randomisé, incluant deux groupes de 48 patients, une équipe a rapporté l'efficacité de la VNI au cours des IRA après résection pulmonaire. Dans ce travail, la VNI a permis, en comparaison au traitement standard, d'obtenir une diminution du nombre d'intubation (21 vs 50 %, $p = 0,035$) et de la mortalité (38 vs 13 %, $p = 0,045$). Les auteurs rapportaient également une amélioration de l'oxygénation dès la deuxième heure de VNI, qui était obtenue avec des faibles niveaux de pression d'aide inspiratoire d'environ 8 cmH₂O, et des niveaux de pression expiratoire positives (PEP) de 4 cmH₂O. Ce travail est la première étude prospective randomisée montrant l'efficacité de la VNI postopératoire de chirurgie thoracique en termes de diminution du nombre d'intubation et de mortalité.

4.4. Chirurgie cardiaque :

Le syndrome restrictif consécutif à la chirurgie cardiaque est habituellement moins important que celui observé en chirurgie thoracique ou abdominale.

En revanche, l'incidence de la dysfonction diaphragmatique est plus élevée.

Les premières études réalisées ont principalement comparées la CPAP à la prise en charge standard (oxygénothérapie + kinésithérapie). La plupart d'entre elles ont rapportés une amélioration de l'oxygénation et de certains paramètres ventilatoires. Toutes ces études n'ont retrouvé aucune diminution de l'incidence des atélectasies dans les groupes traités par VNI qui était principalement de la CPAP, à part une étude.

En chirurgie cardiaque, nous ne disposons actuellement que d'études évaluant les effets physiologiques de la VNI chez les patients présentant une IRA modérée dans les suites opératoires.

Gust et al. ont obtenu une diminution de l'eau extrapulmonaire lorsque la VNI était appliquée avec une CPAP seule ou avec une ventilation à deux niveaux de pression (Aide Inspiratoire + PEP).

Dans une étude incluant 96 patients, l'intérêt de l'utilisation « préventive » de la VNI dans les deux jours suivant la chirurgie a été évalué.

Trois stratégies ont été comparées chez trois groupes de patients après randomisation.

Le premier groupe recevait une heure de VNI à deux niveaux de pression (BiPAP) toutes les trois heures, avec des niveaux moyens d'aide inspiratoire de 12 cmH₂O et de 5 cmH₂O de PEP,

Le deuxième groupe bénéficiait d'une séance de 1 h de CPAP toutes les trois heures avec des niveaux moyens de PEP de 5 cmH₂O,

Et un troisième groupe qui effectuait 20 minutes de spirométrie incitative toutes les deux heures.

L'application de la VNI, qu'elle soit utilisée à un (CPAP) ou deux niveaux de pression (BiPAP), permettait d'obtenir une amélioration de l'oxygénation et une réduction de l'attribution des volumes pulmonaires.

Cependant, l'incidence des atélectasies était comparable (12–15 %) dans les trois groupes.

Plus récemment, la CPAP et la VNI à deux niveaux de pression (AI + PEP), appliquées systématiquement en période postopératoire (VNI-prophylactique) de chirurgie cardiaque sur la taille des atélectasies et l'oxygénation, ont été comparées.

La VNI permettait une amélioration significative du score radiologique des atélectasies comparée à la CPAP sans différence sur l'oxygénation. Cependant, il s'agissait d'un travail évaluant les effets physiologiques de la CPAP et de la VNI en AI + PEP chez des patients opérés ne présentant pas d'IRA.

Les effets bénéfiques de la VNI obtenus principalement pour les paramètres de ventilation et les échanges gazeux, sans effets délétères hémodynamiques rapportés, sont aujourd'hui bien démontrés.

Des études thérapeutiques comparant la VNI au traitement standard au cours des IRA dans les suites opératoires de chirurgie cardiaque sont actuellement en cours.

4.5. Chirurgie abdominale :

Peu d'évaluations de l'intérêt de la VNI dans le cadre des IRA survenant après chirurgie digestive ont été réalisées.

Des patients en situation d'IRA post-chirurgicale ont été inclus parmi d'autres types de patients dans des études comportant également des IRA de causes médicales, sans qu'il soit fait mention de différences de pronostic chez ces deux types de patients.

Deux études ont évalué, en l'absence d'IRA, les paramètres fonctionnels respiratoires après laparotomie sus-mésocolique.

La première a montré, après application d'une pression positive continue des voies aériennes (CPAP), une amélioration significative de la CRF, ainsi qu'une réduction significative du nombre d'atélectasies (en radiographie standard) par rapport à une prise en charge par spirométrie incitative.

La deuxième, dans les suites opératoires de gastroplasties pour obésité morbide (index de masse corporelle (IMC) > 40 kg/m²), il a été noté une réduction significative du syndrome restrictif et une amélioration significative de la SpO₂ avec une VNI appliquée pendant plus des 2/3 des 24 premières heures postopératoires.

L'amélioration de la capacité vitale forcée (CVF) notée par rapport au groupe témoin de cette étude était uniquement significative lors de l'application d'un niveau d'aide inspiratoire suffisamment important (12 cmH₂O), puisqu'un autre groupe de patient exposé à une pression d'assistance de 8 cmH₂O n'a pas présenté d'amélioration de la CVF significativement plus importante que le groupe témoin. Des résultats

similaires obtenus chez des patients obèses et/ou ayant un syndrome d'apnées du sommeil ont été rapporté par d'autres équipes.

Varon et al. ont montré la faisabilité de la VNI au cours des IRA dans les suites postopératoires chez 60 patients ayant un cancer (25 digestifs, 15 urogénitaux, 6 pulmonaires, 8 hémopathies malignes, 4 sarcomes, 2 tumeurs cutanées) : 70 % des patients inclus dans cette étude ont pu éviter la réintubation.

Dans une étude prospective non contrôlée, il a été montré que la CPAP permettait d'améliorer rapidement l'oxygénation et d'éviter la réintubation chez 20 patients dans les suites de chirurgie abdominale et/ou thoracique.

Plus récemment, une équipe a rapporté les bénéfices de l'application d'une CPAP chez des patients présentant une hypoxémie ($PaO_2/FiO_2 < 250$ mmHg) postopératoire de chirurgie digestive : 209 patients ont été inclus dans l'étude randomisée en un groupe recevant d'une CPAP de 7,5 cmH₂O à une FIO₂ de 50 % (n = 105) et en un groupe contrôle recevant une oxygénothérapie au masque facial (n = 104) [53]. Les patients recevant de la CPAP avaient significativement moins d'intubation (1 % vs 10 %, p = 0,005), de pneumopathie (2 % vs 10 %, p = 0,02) et de sepsis (2 % vs 9 %, p = 0,03) que les patients du groupe contrôle.

Récemment une étude menée dans une unité de réanimation chirurgicale afin d'évaluer la faisabilité et l'intérêt de la VNI en cas d'IRA après chirurgie digestive [30]. Tous les patients ayant eu au moins une séance de VNI pour une IRA postopératoire ont été inclus sur une durée de 24 mois. Les patients ayant bénéficié de la VNI en évitant le recours à l'intubation (groupe succès) ont été comparé à ceux ayant nécessité une intubation (groupe

échec) : 66 % des 72 patients inclus consécutivement ont évité l'intubation endotrachéale. Les patients du groupe échec étaient plus hypoxémiques que ceux du groupe succès. Les motifs d'admissions et les données démographiques étaient comparables entre les groupes. Cette étude a montré la bonne faisabilité de la VNI en cas d'IRA après chirurgie digestive avec une bonne tolérance. Une hypoxémie initiale plus sévère et une augmentation plus faible de la PaO₂ après VNI étaient observées en cas d'échec. La VNI a été réalisée avec succès dans notre population dans 66 % des cas. Ces résultats encourageants doivent être confirmés par des études randomisées comparant la VNI au traitement conventionnel au cours de l'IRA en postopératoire de chirurgie digestive.

Dans un travail physiologique, on a également montré que la VNI permettait une diminution de la taille des atélectasies en améliorant le recrutement alvéolaire en utilisant une reconstruction volumétrique au scanner thoracique et une diminution du travail respiratoire chez des patients présentant une IRA postopératoire de chirurgie digestive.

5. CONTRE-INDICATIONS :

Le succès de la VNI dépend essentiellement du bon choix de l'indication.

En effet, il s'agit d'une technique qui ne peut être réalisée que chez un patient coopérant sans trouble de la vigilance (21).

Tableau IV : Contre-indications de la VNI

Le succès de mise en œuvre de la VNI impose le respect de ses contre-indications (tableau IV).

Tableau IV – Contre-indications absolues de la VNI
• environnement inadapté, expertise insuffisante de l'équipe
• patient non coopérant, agité, opposant à la technique
• intubation imminente (sauf VNI en pré-oxygénation)
• coma (sauf coma hypercapnique de l'insuffisance respiratoire chronique [IRC])
• épuisement respiratoire
• état de choc, troubles du rythme ventriculaire graves
• sepsis sévère
• immédiatement après un arrêt cardio-respiratoire
• pneumothorax non drainé, plaie thoracique soufflante
• obstruction des voies aériennes supérieures (sauf apnées du sommeil, laryngo-trachéomalacie)
• vomissements incoercibles
• hémorragie digestive haute
• traumatisme crânio-facial grave
• tétraplégie traumatique aiguë à la phase initiale

6. Modalités pratiques :

6.1. Réglages, modalités ventilatoires et pièges à connaître :

Théoriquement, la VNI peut être délivrée avec les mêmes modalités ventilatoires que la ventilation mécanique ou la trachéotomie. Mais en pratique ce n'est pas tout à fait le cas, car l'une de ces principales caractéristiques est qu'il s'agit d'une « ventilation à fuites ».

La VNI est habituellement utilisée dans des modes partiels ou assistés, où chaque cycle respiratoire est initié par le patient et délivré par le ventilateur.

Rarement, un mode de ventilation totalement contrôlé est utilisé.

La VNI est utilisé soit en mode volumétrique(VAC) soit en mode pression (aide inspiratoire...) (22)

6.1.1. En mode volumétrique

Le volume courant est délivré en réglant le débit de pointe, la forme du débit et le temps inspiratoire. Malheureusement, certaines machines issues d'anciennes générations de ventilateurs n'avaient pas assez de puissance interne pour surmonter la charge d'aval(ou impédance externe) et le clinicien devait augmenter le temps inspiratoire pour délivrer le volume courant souhaité.

Sur les ventilateurs de dernière génération (ventilateurs de réanimation et certains ventilateurs à turbine), le réglage du débit de pointe est le plus souvent accessible et peut être maintenu quel que soit les conditions.

6.1.2. En mode pression

Le ventilateur maintient la pression prédéterminée constante après que le patient ait initié le cycle et s'arrête, soit lorsque le débit chute à un seuil donné, supposé indiquer la fin de l'effort inspiratoire du patient, soit à la fin du temps inspiratoire préréglé (pression assistée contrôlée). En tout cas une augmentation brutale de pression fera arrêter l'assistance.

L'utilisation d'un mode en pression en VNI présente plusieurs avantages :

- En cas de fuite, la pression sera maintenue et ce pour délivrer un volume courant approprié,
- Les fuites et leurs effets indésirables sont réduits du fait que la pression d'insufflation est limitée,
- La synchronisation patient-machine est bonne, justifiant l'utilisation des modes en pression pour améliorer l'effort respiratoire du patient,
- L'association d'une PEP à l'aide inspiratoire a montré son efficacité pour réduire l'effort et le travail respiratoire.

En effet, l'utilisation des modes en pression permet de limiter la pression dans le masque, jouant un rôle à la fois dans les fuites, dans le risque d'insufflation gastrique et dans la tolérance de la ventilation. De plus, l'existence de fuites liées à des pressions élevées impose une fixation plus serrée du masque, source d'effets indésirables (lésions cutanées...). Ces effets expliquent probablement la meilleure tolérance subjective retrouvée avec les modes en pression par comparaison aux modes en volume (23).

Protocole d'initiation de la ventilation non invasive	
<ul style="list-style-type: none"> • Equipe entraînée et disposant d'une gamme de matériel (ventilateurs, interface) suffisante • Présentation de la procédure au patient pour obtenir la meilleure coopération • Monitoring des signaux vitaux et des échanges gazeux, si possible de manière non invasive (SpO₂, PtcCO₂) • Installation confortable du patient au lit ou au fauteuil avec une inclinaison > 30° • Choix de l'interface (taille, modèle) • Application manuelle du masque puis ajustement du harnais, masque modérément serré (à la limite des fuites) • Connexion au circuit sans filtre et sans raccord annelé pour réduire l'espace mort instrumental • Réglage de la PEP (obligatoire en circuit monobranché avec fuite intentionnelle pour réduire l'inhalation de CO₂, optionnelle en circuit double-branche): augmentation progressive pour contrebalancer la PEP intrinsèque dans la BPCO (facilite déclenchement de l'inspiration) ou supprimer les apnées/hypopnées obstructives 	
Mode barométrique = VNDP	Mode volumétrique
Application initiale de pressions modérées: AI entre 8 et 12 cmH ₂ O, PEP entre 3 et 5 cmH ₂ O La fréquence machine doit être modérée afin que le malade puisse choisir sa propre fréquence tout en évitant d'induire une hyperinsufflation dynamique ou des cycles manqués	Application initiale d'un volume courant de 6 à 10 ml/kg, PEP entre 3 et 5 cmH ₂ O (pas systématique) La fréquence machine doit être modérée afin que le malade puisse choisir sa propre fréquence tout en évitant d'induire une hyperinsufflation dynamique
Augmentation progressive de l'AI (par paliers de 2 cmH ₂ O, de 10 à 20 cmH ₂ O) selon la tolérance pour augmenter le V _T et atteindre 6-10 ml/kg de poids idéal	Augmentation progressive du V _T (par paliers de 50 ml) selon la tolérance pour augmenter le V _T
<ul style="list-style-type: none"> • Réglage de la FiO₂ pour obtenir une SaO₂ > 90% • Vérification des fuites, le masque peut être serré davantage si nécessaire* • Ajout d'un humidificateur si nécessaire • Monitoring de l'impact sur les gaz du sang diurnes et la SpO₂/PtcCO₂ nocturnes 	

Figure 1 : Protocole d'initiation de la VNI

6.2. Les réglages :

recommandés lors de la mise en route de la VNI sont l'utilisation comme mode ventilatoire de l'aide inspiratoire avec initialement un faible niveau d'assistance (*5-10 cmH₂O*) qui sera mieux toléré et accepté par le patient et qui sera progressivement augmenté jusqu'à 15-20 cmH₂O jusqu'à obtenir un volume courant expiré entre 7 et 10 ml/kg avec une fréquence respiratoire entre 15 et 25 c/min et le confort du patient. L'adjonction d'une PEP de 5 à 10 cmH₂O est recommandée en cas d'hypoxémie majeure et pour contrebalancer l'effet délétère de la présence d'une PEP intrinsèque importante avec hyperinflation dynamique.

Le réglage du déclenchement de l'inspiration (*trigger inspiratoire*) est également important en VNI.

En ventilation assistée, le patient initie le cycle respiratoire et reçoit une assistance prédéterminée par le réglage du clinicien, alors qu'il continue

son effort. Le système de déclenchement représente un des déterminants de cet effort inspiratoire. Deux systèmes sont classiquement utilisés sur les ventilateurs (24,25). Le premier («*trigger en pression*») est le système classique fondé sur le principe d'une valve fermée dite « *à la demande* », contre laquelle le patient doit développer un effort pour atteindre une dépression mesurée dans le circuit du respirateur.

Ces systèmes ont été remplacés par des mécanismes plus sensibles, ouverts, et reposant sur le signal de débit. Ces « *triggers en débit* » (*flow-by*) fonctionnent en détectant le début de l'effort inspiratoire du patient, comme étant la différence entre le débit de base (*débit d'entrée*) délivré en continu dans le circuit du respirateur et le débit de retour (*débit de sortie*) mesuré dans le bloc expiratoire.

La plupart des études comparant les deux systèmes de déclenchement (24) ont pratiquement toutes rapporté un avantage des systèmes en débit : effort lié au système de déclenchement plus faible avec les triggers en débit qu'avec les triggers en pression, et ce d'autant plus que le patient présentait une hyperinflation dynamique et une pression expiratoire positive intrinsèque (*PEPi*). Les respirateurs modernes ont considérablement amélioré la performance de leur système de déclenchement(13).

Du fait de cette amélioration, le bénéfice supplémentaire apporté par les systèmes de déclenchement en débit est relativement modeste par rapport à celui des systèmes actuels de déclenchement en pression, mais persiste. On a donc tout intérêt également en VNI, à obtenir un système de déclenchement le plus sensible possible. Cependant la présence de fuites

peut entraîner un autodéclenchement, qu'il faudra savoir évoquer devant une augmentation inopinée de la fréquence respiratoire.

La présence de fuites lors de l'utilisation d'un système en pression, entraînera l'impossibilité ou la difficulté pour la machine de maintenir le niveau de PEP externe souhaité, avec une chute de la pression dans le circuit qui sera faussement interprétée comme un appel inspiratoire du patient, entraînant des cycles d'autodéclenchement.

Dans le cas d'un système en débit, un autodéclenchement pourra également survenir, mais la PEP externe pourra être maintenue. La baisse du seuil de sensibilité du système de déclenchement, c'est à dire l'augmentation du seuil du débit de déclenchement permettra de maintenir le niveau de PEP externe et éliminera l'autodéclenchement. Cet aspect représente un avantage potentiel des systèmes en débit.

Une autre raison pour le patient de ne pas déclencher le respirateur peut être l'apparition d'efforts inefficaces liés à un niveau de PEPi important et/ou à un réglage inadéquat de la ventilation. En général, cela survient lors de pressions d'insufflations trop élevées, à l'origine de volumes insufflés excessifs.

La vidange de ces «trop grands volumes» va nécessiter des temps expiratoires plus prolongés que ceux dictés par la fréquence respiratoire propre du patient, entraînant le déclenchement de l'effort suivant bien avant le retour à la position d'équilibre du système respiratoire.

La présence de fuites en VNI peut également entraîner une absence de cyclage de fin d'inspiration en aide inspiratoire et une désynchronisation majeure

patient-machine comme cela a été récemment montré (27). Il est donc très important d'essayer de minimiser ces fuites. Dans le cas spécifique de l'aide inspiratoire lorsque le seuil de déclenchement expiratoire ne peut être atteint, plusieurs solutions sont possibles: augmenter le seuil de déclenchement expiratoire (*trigger expiratoire*), fixer une limite de temps inspiratoire maximum (*Ti max*) courte de l'ordre de 1 seconde, voire passer dans un mode assisté en pression contrôlée, qui permet d'emblée de régler le temps inspiratoire. Il est fondamental de bien expliquer la méthode au patient, de le rassurer en lui présentant l'ensemble du matériel nécessaire à la pratique de la VNI (*masque, respirateur, monitoring...*).

Lors des premières séances de VNI, il est nécessaire que le masque facial soit initialement appliqué à la main et tenu lors des premières minutes de VNI. Le masque sera ensuite fixé avec des sangles autour de la tête, dès l'obtention des bons réglages.

6.3. Respirateurs :

A la phase aiguë, la plupart des équipes utilisent les respirateurs lourds de réanimation qui possèdent d'excellentes performances pneumatiques ainsi qu'une bonne qualité de l'aide inspiratoire et des triggers (26).

Les respirateurs spécifiquement dédiés à la VNI en particulier pour les patients appareillés de façon chronique à domicile possèdent pour la plupart de bonnes performances pour les modes ventilatoires proposés (26,28).

On trouve entre autres des appareils fonctionnant avec une turbine, des ventilateurs mixtes à turbine et des ventilateurs volumétriques à soufflet.

6.4. Masques :

Il est bien établi que la qualité de l'interface entre le patient et le ventilateur est un élément clé du succès de la VNI. Les interfaces actuellement disponibles incluent les masques (nasal, naso-buccal ou facial et facial total), les embouts buccaux et le casque de ventilation ou « helmet ». L'embout buccal n'est plus utilisé au cours des insuffisances respiratoires aiguës mais est parfois utilisé chez les patients ventilés à domicile. Ces dernières années des progrès significatifs ont été réalisés permettant d'obtenir un compromis acceptable entre étanchéité et confort.

Certaines équipes réalisent des masques moulés sur mesure sur le patient.



Figure 1

Différents types de masques industriels utilisés lors de la ventilation non invasive

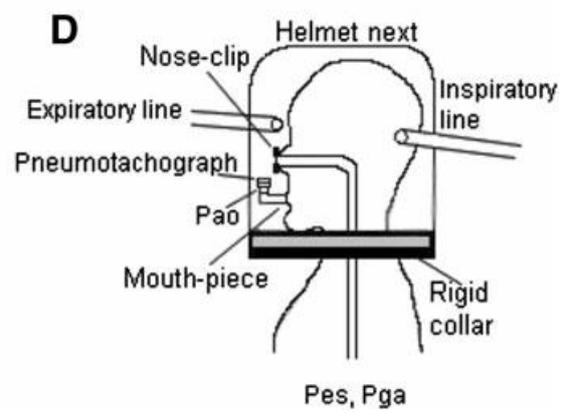
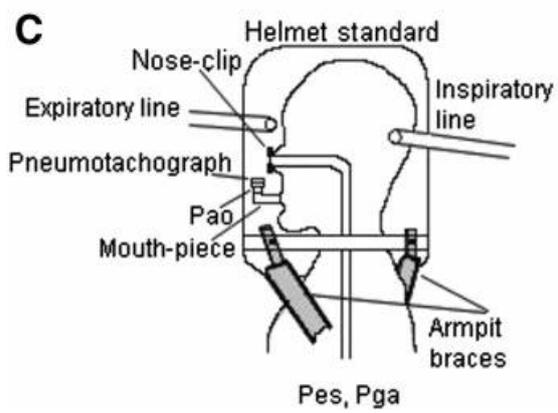
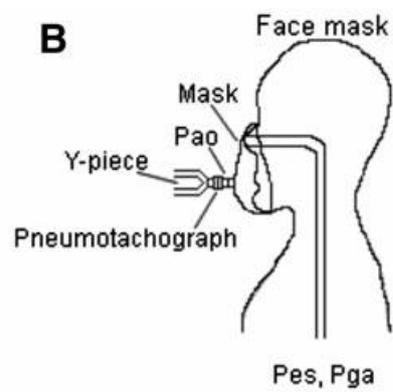
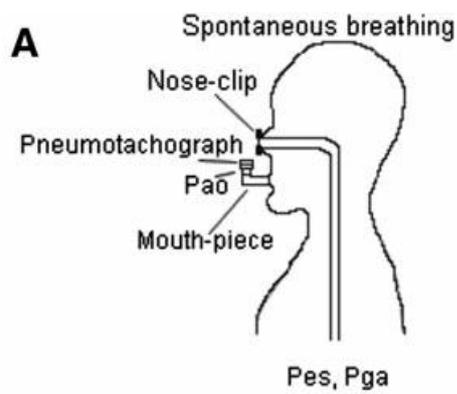
A. Masque narinaire ; B. Masque nasal ; C. Masque bucco-narinaire ; D. Masque facial ; E. Embout buccal ; F. Masque facial avec harnais.



Masque facial complet



Casque type Helmet



6.5. Système d'humidification des gaz :

En VNI au masque facial, l'inspiration se pratique indifféremment par le nez, la bouche ou par les deux. Si l'inspiration se pratique préférentiellement par la bouche, les gaz inspirés ne sont pas réchauffés et humidifiés. Si l'inspiration se pratique par le nez, la fonction de réchauffement et d'humidification des gaz inspirés du naso-pharynx peut dans certaines situations (*demande ventilatoire élevée*) être dépassée par un gaz trop froid et trop sec. Nous avons récemment démontré que l'utilisation d'un échangeur de chaleur et d'humidité (*ECH*), d'un volume interne de 85 ml, entraînait par rapport à l'utilisation d'un humidificateur chauffant (*HC*) une augmentation de la ventilation minute ($14,8 \pm 0,8$ vs $13,2 \pm 4,3$ l/min; $p < 0,001$). Cette augmentation minute se faisait au dépend d'une augmentation de la fréquence respiratoire ($26,5 \pm 10,6$ vs $24,1 \pm 9,8$ cycles / min; $p = 0,002$), alors que le volume courant n'était pas significativement modifié entre les deux systèmes d'humidification.

La PaCO₂ était significativement plus élevée avec le filtre qu'avec l'humidificateur chauffant ($43,4 \pm 8,9$ vs $40,8 \pm 8,2$ mmHg; $p < 0,005$) sans changement significatif des paramètres d'oxygénation.

Des résultats similaires ont été rapportés par l'équipe de Créteil sur une population de patients BPCO en décompensation aiguë (29).

L'étude multicentrique Française (30) réalisée dans 15 centres et incluant 247 patients évaluant l'impact du système d'humidification utilisé au cours de la VNI n'a pas montré de différence significative sur le pronostic des patients, en particulier sur le taux de recours à l'intubation entre les deux groupes (30.6% pour le groupe filtre et 37.6% pour le groupe humidificateur chauffant, $p = 0.31$).



Humidificateur chauffant



humidificateur Filtre

6.6. Monitoring et surveillance :

Quelque soit le mode ventilatoire utilisé, il est fondamental de s'assurer de l'efficacité de la VNI, qui dépendra essentiellement de la capacité de l'assistance ventilatoire à augmenter la ventilation alvéolaire. Celle-ci dépendra d'une bonne adaptation du patient à l'assistance ventilatoire et du niveau de fuites.

Le paramètre le plus important à monitorer est le volume courant expiré.

Une ventilation adéquate est le plus souvent obtenue par l'application combinée d'une aide inspiratoire à une PEP. Les niveaux de pressions de l'aide inspiratoire et de la PEP seront réglés de façon à obtenir le meilleur volume courant expiré. Habituellement, les durées des séances de VNI varient de 30 min à 3 h répétées toutes les 2 à 6 heures en essayant de respecter au mieux le cycle nyctéméral du patient.

7. Les thérapeutiques d'avenir :

7.1. La ventilation assistée proportionnelle(PAV) :

La ventilation assistée proportionnelle(PAV) est un support ventilatoire partiel dans lequel le respirateur délivre une pression(P_{aw}) proportionnelle à l'effort du patient(P_{mus}).Ce mode ventilatoire développé au début des années 90 par Magdy younes constitue au moins en théorie, le moyen le plus approprié pour décharger les muscles respiratoires d'une manière totalement adaptée à leur besoin. Ainsi la PAV diffère totalement des modes précédents.

Puisque aucun des réglages traditionnels (*volume, débit, pression, fréquence*) n'est disponible ni nécessaire, en dehors du système de déclenchement, de la PEP et de la FIO_2 . Le seul réglage à effectuer est le degré d'assistance souhaité (*de 0 à 100%*), qui va dépendre de la mécanique respiratoire du patient que doit intégrer le respirateur. Celui-ci analyse les signaux de débit et de volume venant du patient, ce qui lui permet de calculer l'effort effectué par le patient s'il connaît la résistance (R) et l'élastance (E) (*inverse de la compliance*) du système respiratoire.

Pour mieux appréhender le principe de la PAV, il est indispensable de rappeler l'équation de mouvement du système respiratoire. Si l'on assume la linéarité de R et de E , la pression totale (P_{appl}) nécessaire à la mobilisation d'un certain volume (V) et d'un certain débit (V') dans le système respiratoire est la somme de la pression nécessaire pour produire ce débit, c'est à dire pour vaincre les forces résistives et de la pression nécessaire pour produire le volume c'est à dire pour contre balancer les forces de rétraction élastique.

Ainsi :

$$P_{appl} = P_{aw} + P_{mus} = (E \times V) + (R \times V').$$

P_{appl} est générée exclusivement par le ventilateur (P_{aw}) quand les muscles respiratoire sont paralysés ($P_{mus} = 0$). Cette pression est exclusivement générée par le patient ($P_{appl} = P_{mus}$) lors de la ventilation totalement spontanée ($P_{aw} = 0$). Enfin, cette pression sera une combinaison des deux comme cela arrive lors de la ventilation en PAV ou dans d'autres modes de ventilation assistée. Suivant ces principes, en PAV l'utilisateur devra rentrer dans la machine les gains respectifs de l'assistance en volume (VA) et en débit (DA).

Ainsi, le respirateur s'adapte en permanence au cours du cycle pour délivrer une assistance directement proportionnelle au besoin du patient. En d'autres termes, l'assistance ventilatoire va s'adapter en continue à des changements de demande ventilatoire (*douleur, fièvre, sommeil...*), ce qui constitue la singularité et l'avantage théorique de ce mode (31). Peu d'études ont été réalisées en PAV au cours de la VNI. Le premier travail est celui de

Patrick et coll. (32), qui ont utilisé la PAV en VNI chez un groupe de 11 patients présentant des insuffisances respiratoires aiguës rapidement réversibles

(*Asthme, œdème aigu du poumon...*) et chez qui l'intubation semblait nécessaire très rapidement.

Les auteurs ont observé une rapide diminution de la fréquence respiratoire après l'initiation de la PAV et ont été capable d'éviter l'intubation chez 8 de ces 11 patients. Les paramètres de dyspnée étaient également très rapidement améliorés. Des travaux récents montrent que cette modalité ventilatoire est applicable chez le patient atteint de BPCO, aussi bien à l'état stable (33), qu'au cours d'une décompensation aiguë (34). Une étude récente

multicentrique (35) comparant la PAV à l'aide inspiratoire au cours de la VNI chez des patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë, concluait à une efficacité comparable des deux modes ventilatoires, cependant, les auteurs rapportaient un plus grand confort avec une meilleure tolérance de la VNI en mode PAV comparé à l'aide inspiratoire. La PAV est donc un mode ventilatoire prometteur, encore en cours de développement.

7.2. VENTILATION À L'HELIUM-OXYGÈNE :

L'hélium (*He*) est un gaz rare, inerte et dénué d'effet biologique. Sa faible densité (*sept fois inférieure à celle de l'air*) permet une diminution des résistances des voies aériennes. L'utilisation combinée de la VNI avec l'hélium (*VNI-HeO₂*) employé comme gaz vecteur à la place de l'azote, a été évaluée au cours de deux études chez des patients BPCO en décompensation aiguë et/ou subaiguë. Dans un travail randomisé croisé, Jolliet et coll. (36) ont comparé les effets de la VNI-HeO₂ (70-30) à ceux obtenus en VNI-AirO₂ chez 20 patients BPCO en décompensation aiguë. Comparée à l'aide inspiratoire conventionnelle, la VNI en HeO₂ améliorait la tolérance de la technique, diminuait la dyspnée, augmentait le temps expiratoire permettant une meilleure vidange pulmonaire et augmentait l'élimination du CO₂. Dans un autre travail physiologique, l'effet de l'hélium et de son association à la VNI a été évalué chez 10 patients insuffisants respiratoires chroniques obstructifs hospitalisés pour décompensation aiguë (37). La VNI-HeO₂ a permis une réduction de 50% de l'effort respiratoire vs 35% avec la méthode standard (*VNI-AirO₂*). La plus grande diminution de PaCO₂ était obtenue avec la VNI-HeO₂. Cette nouvelle modalité d'assistance respiratoire pourrait améliorer la tolérance de la VNI et renforcer son efficacité en améliorant le travail respiratoire et les échanges gazeux lors des décompensations de BPCO.

CONCLUSION

La VNI représente aujourd'hui une technique de ventilation couramment utilisée dans les services de réanimation. Cette approche permet d'améliorer le pronostic des malades dans des situations cliniques de plus en plus variées. Les résultats très prometteurs rapportés dans les essais prospectifs, confrontés à ceux observés dans les études épidémiologiques qui reflètent la vraie pratique, suggèrent qu'un effort important doit être réalisé par tous pour permettre une utilisation plus large de la VNI.

RESUME

INTRODUCTION

Technique d'assistance respiratoire délivrée par l'intermédiaire d'un masque nasal ou facial, la ventilation non invasive regroupe les méthodes de ventilation mécanique n'ayant pas recours à l'utilisation de sondes d'intubation ou de trachéotomie mais à des interfaces telles que masque nasal, masque facial ou casque. L'objectif de cette étude est d'évaluer les indications, complications et apport de la VNI au service de réanimation polyvalente au CHU Hassan II de Fès.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons procédé à une étude prospective étalée sur 12 mois allant du mois d'aout 2013 au mois de juin 2014 au sein du service de réanimation polyvalente du CHU Hassan II de Fès à propos de 176 cas.

RESULTATS

Sur les 176 cas recensés 113 cas sont de sexe masculin soit 64.20% ,avec des tranches d'âge allant de 15 à 99 ans ;la plupart des patients qui ont bénéficié de la VNI ont été admis pour prise en charge postopératoire d'une chirurgie abdominale soit 48 cas (60%), 5 cas de chirurgie thoracique ; 5 cas de pontage aorto-bifemoral ; 2 cas de polytraumatisés ; 3 cas de traumatisme thoracique ; 4 cas de leptospirose grave ; 3 cas de pancréatite aiguë grave ; 2 cas d'angiocholite grave ; 5 cas d'insuffisance respiratoire aiguë sur pneumopathie ;2 cas d'OAP ; 1 cas d'hépatite fulminante et un cas d'asthme aigu grave.

L'indication de la VNI était préventive dans 60.8% des cas et curative dans 39.2% des cas. La plupart des patients étaient sous masque avec mode VS/PEP .On a noté par ailleurs des complications telle que 3 cas de ballonnement abdominal, 4 cas de lésions faciales et 1 cas de sécheresse oculaire.

Dans notre étude l'évolution était marquée par une amélioration tant sur le plan clinique que gazométrique dans 82.5% cas. Et sur les 176 cas recensés il y a eu 17.5% de décès à cause du terrain ou de la pathologie sous-jacente qui était grave.

CONCLUSION

La VNI représente aujourd'hui une technique de ventilation couramment utilisée dans les services de réanimation, car elle permet d'éviter l'intubation de certains patients, de limiter les complications en particulier nosocomiales liées à l'intubation, et même de diminuer la durée d'hospitalisation et la mortalité des décompensations aiguës de BPCO par exemple.

REFERENCES

1. Drinker P, McKhann C (1929) – The use of a new apparatus for the prolonged administration of artificial respiration. – A fatal case of poliomyelitis. JAMA 92:1658.
2. Collier R, Affeldt J (1954) Ventilatory efficiency of the cuirass respirator in totally paralyzed chronic poliomyelitis patients. J. Appl. Physiol 48:80–94.
3. Stauffer JL, et al. (1981) –Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. Am J Med 70:65–76.
4. Rideau Y. – Prolongation of life in Duchennes’s muscular dystrophy. Acta Neurol 5:118–124.
5. Brochard L, Harf A (1990) – Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask. N Engl J Med 323:1523–1530.
6. Brochard L, Harf A (1995) – Noninvasive Ventilation for Acute Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. New England Journal of Medicine 333:817–822.
7. Meduri GU (1989)– Non invasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. Chest 95:865–870.
8. Nava S, et al. (2003) – Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema. Am J Respir Crit Care Med 168:1432–1437.
9. Masip J, Ballús J (2000) – Non–invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomized trial. Lancet 356:2126–2132.
10. Auriant I. (2001) – Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following Lung resection. Am J Respir Crit Care Med 164:1231–1235.

11. Meduri GU (1996) – Noninvasive positive pressure ventilation via face mask: first line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest* 109:179–193.
12. Mehta S , Hill N (2001) Noninvasive Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 163:540–577.
13. (2001) International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Acute Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med* 163:283–291.
14. Guérin C, Girard R, Chemorin C, Fournier G (1997) – Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. *Intensive Care Med* 23:1024–1032.
15. Antonelli M, Meduri GU (2001) – Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Intensive Care Med* 27:1718–1728.
16. Soo Hoo GW, (1994) – Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med* 22:1253–1261.
17. Duprez F, Marcovitch O , Vermeersch F (1999) – Ventilation non invasive en présence d’une sonde gastrique. *Actualité en Kinésithérapie de Réanimation Elsevier, Paris*:135–136.
18. Jaber S, Delay J, Perrigault P , Eledjam J (2005) Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* in press.
19. Garfield M , (2000) – Noninvasive ventilation for thoracic trauma. *Br J Anaesth* 85:788–790.
20. Dureuil B, Cantineau JP , Desmots JM (1987) – Effects of upper or lower abdominal surgery on diaphragmatic function. *British Journal of Anaesthesia* 59:1230–1235.

21. Wood K, Lewis L, Von Harz B , Kollef M (1998) – The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. *Chest* 113:1339–1346.
22. Jaber S, Brochard L (2002) – Modes ventilatoires. Mise en place de la ventilation non invasive en réanimation (M. Wisocky) Collection d'anesthésie, de réanimation et d'urgences:139–154.
23. Girault C, Bonmarchand G (1997) – Comparative physiologic effects of noninvasive assist-control and pressure support ventilation in acute hypercapnic respiratory failure. *Chest* 111:1639–1648.
24. Aslanian P, Corsi D, Harf A, Lemaire F , Brochard L (1998) – Effects of flow triggering on breathing effort during partial ventilatory support. *Am J Respir Crit Care Med* 157:135–143.
25. Nava S, (1997) – Physiological effects of flow and pressure triggering during non-invasive ventilation. *Thorax* 52: 249–254.
26. Richard JC, Harf A , Brochard L (2002) – Bench testing of pressure support ventilation with three different generations of ventilators. *Intensive Care Medicine* 28:1049–1057.
27. Calderini E, Stella L , Gregoretti C (1999) – Patient-ventilator asynchrony during noninvasive ventilation: the role of expiratory trigger. *Intensive Care Med* 25:662–667.
28. Tassaux D, (2002) Comparative bench study of triggering, pressurization, and cycling between the home ventilator VPAP II and three ICU ventilators. *Intensive Care Medicine* 28:1254–1261.
29. Lellouche F, Pigeot J, Harf A , Brochard L (2002) – Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Medicine* 28:1582–1589.

30. Lellouche F, Brochard L (2005) – Impact of the humidification device on intubation rate during NIV. Intensive Care Medicine Abstract: Amsterdam–Congres ESICM.
31. Younes M (1992) – Proportional assist ventilation. Theory. Am Rev Respir Dis 145:114–120.
32. Patrick W, et al. (1996) Noninvasive positive–pressure ventilation in acute respiratory distress. Am J Respir Crit Care Med 153:1005–1011.
33. Polese G, et al. (2000) Nasal proportional assist ventilation unloads the inspiratory muscles of stable patients with hypercapnia due to COPD. Eur Respir J 16:491–498.
34. Vitacca M (2000) – Effects of early administered mask proportional assist ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. Crit Care Med 28:1791–1797.
35. Gay P, (2001) – Randomized prospective trial non invasive pressure ventilation and proportional assist ventilation to treat acute respiratory insufficiency. Am J Respir Crit Care Med 164:1606–1611.
36. Jolliet P, Chevrolet (1999) – Beneficial effects of helium–oxygen vs. air–oxygen noninvasive Pressure Support in decompensated COPD patients. Crit Care Med 27:2422–2429.
37. Jaber S, Brochard L (2000) Noninvasive ventilation with helium–oxygen in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 161:1191–1200.

38. Hui Li MM, Chunlin Hu MD, Jinming Xia MM,(2013) A comparison of bilevel and continuous positive airway pressure noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. American Journal of Emergency Medicine 31 :1322–1327
39. Peter J. Sterk Dept. Respiratory Medicine, Academic Medical Centre, University of Amsterdam, The Netherlands ASSESSING INFLAMMATION IN COPD: (NON-)INVASIVE METHODS Respiratory Medicine (2013) 107, S2eS3.
40. Jan Hendrik Storre, Philipp Bohm,(2009) Clinical impact of leak compensation during non-invasive ventilation Respiratory Medicine –103, 1477e1483
41. Miquel Ferrer , Roberto Cosentini , Stefano Nava(2012) The use of non-invasive ventilation during acute respiratory failure due to pneumonia European Journal of Internal Medicine 23– 420–428 .
42. Changyang Lin, Dr, Huapeng Yu(2014) The efficacy of noninvasive ventilation in managing postextubation respiratory failure: A meta-analysis Heart & Lung 43– 99e104.
43. Col D Bhattacharyya*, Brig BNBM Prasad(2011) Recent advances in the role of non-invasive ventilation in acute respiratory failure MJAFI 2011;67:187–191.
44. F.M. Struik , Y. Lacasse ,(2014) Nocturnal noninvasive positive pressure ventilation in stable COPD: A systematic review and individual patient data meta-analysis –Respiratory Medicine (2014) 108, 329e337.
45. Bhavesh Popat Andrew T Jones (2012) Invasive and non-invasive mechanical ventilation RESPIRATORY FAILURE ELSEVIER MEDICINE 40:6 – 298–304.

46. Bülent Serhan Yurtlu , Bengü Köksal, (2014) Non-invasive mechanical ventilation and epidural anesthesia for an emergency open cholecystectomy Rev Bras Anesthesiol. BJANE-239; No. of Pages 3.
47. F.M. Struik_, M.L. Duiverman,(2008) Effects of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) in stable chronic obstructive pulmonary disease (COPD) R E S P I R ATORY ME D ICINE : COPD UPDAT E 4 (2008) 94 - 100.
48. M.A. Soliman, M.I. El-Shazly, (2014) Effectiveness of non-invasive positive pressure ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis (2014) 63, 309-312.
49. Sameer Mal, MD, FRCPC*; Shelley McLeod, MSc (2014) Effect of Out-of-Hospital Noninvasive Positive-Pressure Support Ventilation in Adult Patients With Severe Respiratory Distress: A Systematic Review and Meta-analysis 607.e1 Annals of Emergency Medicine Volume 63, no. 5 : May 2014.
50. Col D Bhattacharyya, Brig BNBM Prasad ,(2011) Early predictors of success of non-invasive positive pressure ventilation in hypercapnic respiratory failure, *MJAFI* Vol 67 No 4 2011;67:315-319.