



réanimation 2025
PARIS 11-13 JUIN
Palais des Congrès de Paris - Porte Maillot

Prise en charge du patient blessé médullaire

Pr Hélène Prigent

*Service de physiologie et d'explorations fonctionnelles – GHU Paris Université de Saclay –
site Raymond Poincaré - Garches*

UVAD – GHU Paris Université de Saclay – site Raymond Poincaré - Garches

UMR1179 « End-i-Cap » - Inserm - UVSQ



Liens d'intérêt

- **Pour cette presentation: aucun**
- **Généraux:**
 - **Consultant ou orateur contractuel:**
Genzyme – Sanofi, Biogen – Sanofi, Roche, Resmed, SOS oxygène
ADEP Assistance, ASV santé, Isis Médical, Oxylis, Amicus, Lowenstein
 - **Bourses/soutien à la recherche:**
Resmed, SOS Oxygene, ADEP assistance, AFM théléton, Fonds Respiratoire

DISCLAIMER

Prise en charge *respiratoire* du
patient blessé médullaire

Epidémiologie de la lésion médullaire

- En France:
 - environ **1200** nouveaux cas par an
 - **50 000** blessés médullaires
- **75%** hommes, 25% femmes
- **Jeunes**: $\frac{1}{4}$ entre 18 et 25 ans
 $\frac{1}{4}$ entre 26 et 35 ans
- Causes **traumatiques**: AVP 40,5%, chutes 27,9%, agressions 15%, sport 8%
- **Autres**: vasculaires, tumorales, infectieuses, iatrogènes, tassement ostéoporotique



Mécanismes de l'atteinte neurologique

- Section, dilacération, compression, contusion
- Associé à des phénomènes ischémiques



Hétérogénéité clinique



INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL
CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY
(ISNCSCI)

Patient Name _____ Date/Time of Exam _____

Examiner Name _____ Signature _____

RIGHT

**MOTOR
KEY MUSCLES**

Elbow flexors	C5			
Wrist extensors	C6			
Elbow extensors	C7			
Finger flexors	C8			
Finger abductors (little finger)	T1			
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				
L1				
L2				
Hip flexors	L2			
Knee extensors	L3			
Ankle dorsiflexors	L4			
Long toe extensors	L5			
Ankle plantar flexors	S1			
S2				
S3				
S4-5				

(VAC) Voluntary Anal Contraction (Yes/No) ☐

RIGHT TOTALS (MAXIMUM) (50) (56) (56)

LEFT

**MOTOR
KEY MUSCLES**

Elbow flexors	C5			
Wrist extensors	C6			
Elbow extensors	C7			
Finger flexors	C8			
Finger abductors (little finger)	T1			
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				
L1				
L2				
Hip flexors	L2			
Knee extensors	L3			
Ankle dorsiflexors	L4			
Long toe extensors	L5			
Ankle plantar flexors	S1			
S2				
S3				
S4-5				

(DAP) Deep Anal Pressure (Yes/No) ☐

LEFT TOTALS (MAXIMUM) (56) (56) (50)

MOTOR SUBSCORES

UER ☐ + UEL ☐ = UEMS TOTAL ☐ LER ☐ + LEL ☐ = LEMS TOTAL ☐

MAX (25) (25) (50) MAX (25) (25) (50)

SENSORY SUBSCORES

LTR ☐ + LTL ☐ = LT TOTAL ☐ PPR ☐ + PPL ☐ = PP TOTAL ☐

MAX (56) (56) (112) MAX (56) (56) (112)

NEUROLOGICAL LEVELS

Steps 1-6 for classification

1. SENSORY

2. MOTOR

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NI)

4. COMPLETE OR INCOMPLETE?

Incomplete = Any sensory or motor function in S4-5

5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS)

6. ZONE OF PARTIAL PRESERVATION

ASIA Impairment Scale (AIS)

A = Complete. No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

B = Sensory incomplete. Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

C = Motor incomplete. Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments S4-5 by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the ipsilateral motor level on either side of the body. (This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C – less than half of key muscle functions below the single NIJ have a muscle grade ≥ 3 .

D = Motor incomplete. Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NIJ having a muscle grade ≥ 3 .

E = Normal. If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

Using ND: To document the sensory, motor and NIJ levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

Quels enjeux sur le plan respiratoire?

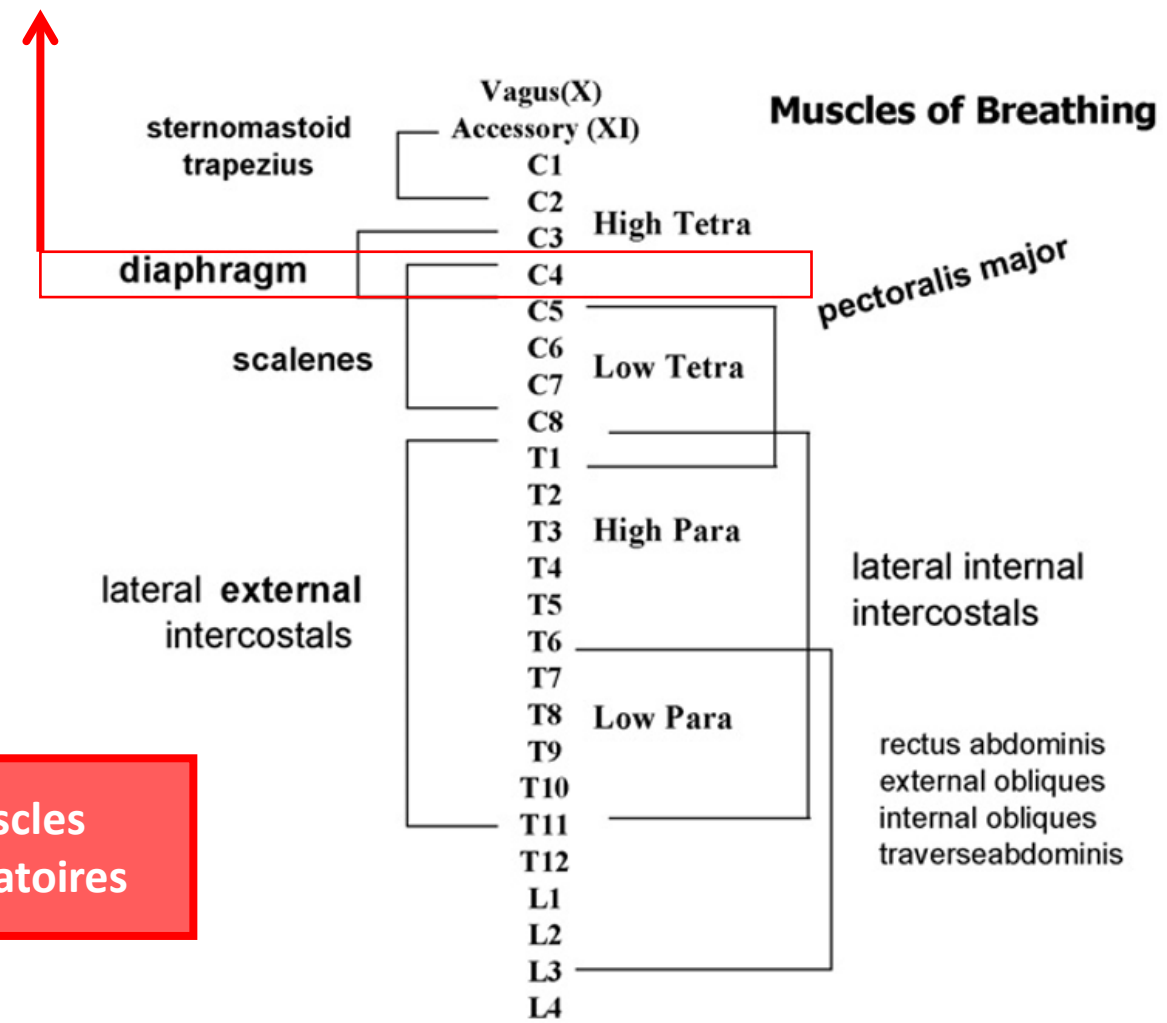
- ➔ La lésion peut être à l'origine d'une insuffisance respiratoire parfois sévère.
- ➔ Les principales causes de décès sont respiratoires

De Vivo MJ *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1999

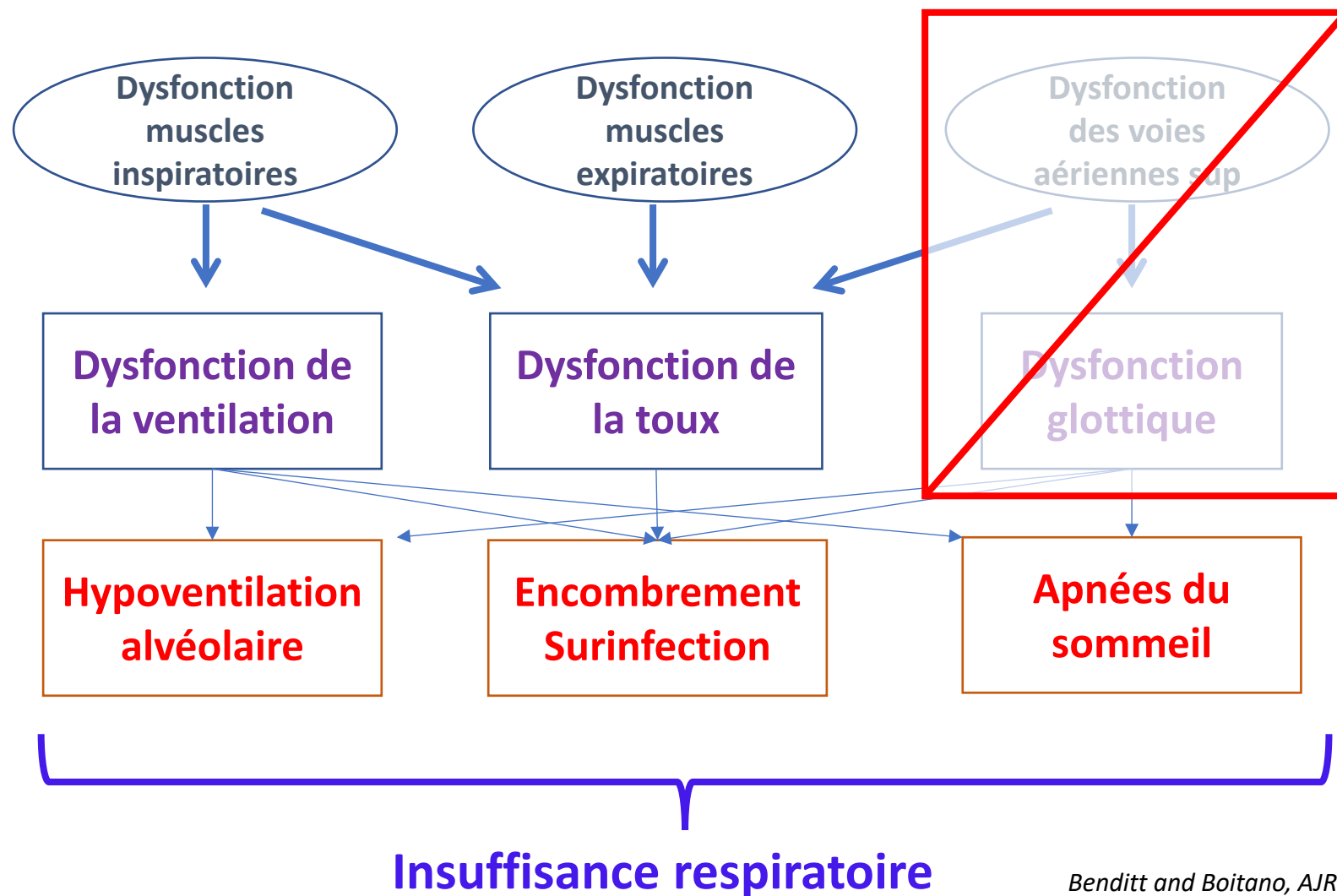
van den Berg ME *J Neurotrauma* 2010

Innervation des muscles respiratoires

Dépendance
respiratoire



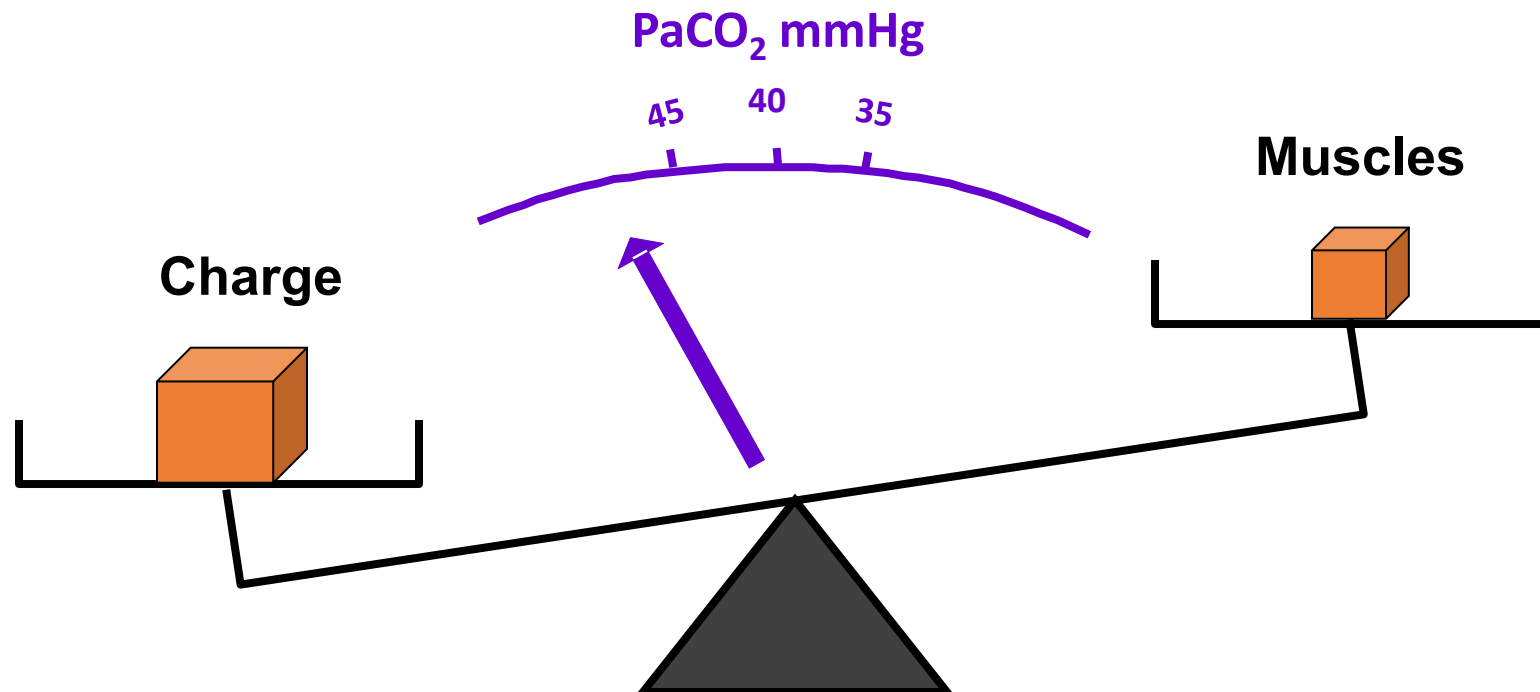
Atteinte respiratoire au cours des IRC restrictives



Rappels physiologiques

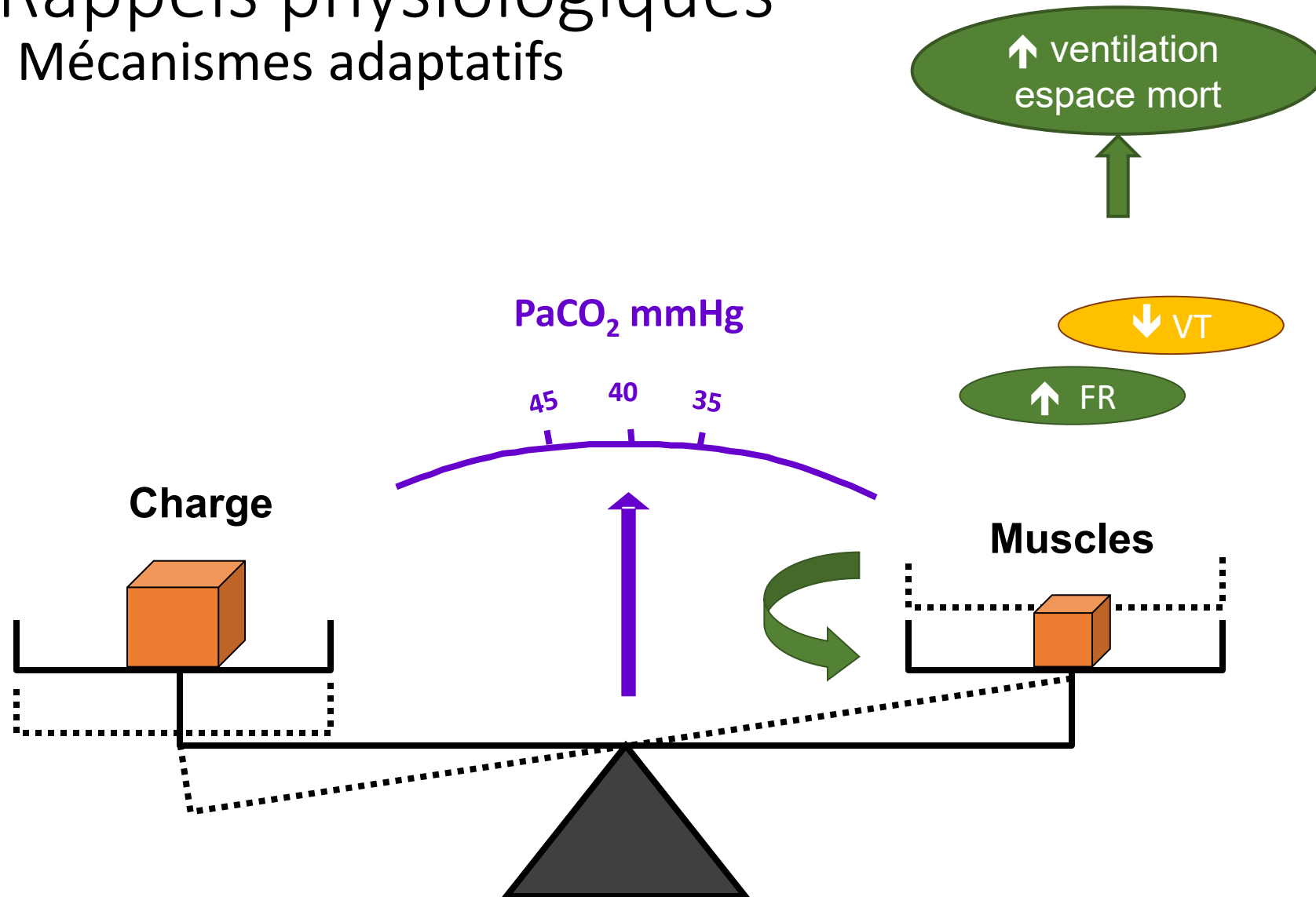
- Parésie/paralyse des muscles respiratoires
→ Défaillance de la pompe respiratoire

*Nava 1996, Misuri 2000, De Troyer 1980
Vitacca 1997, Brack 2002, Estenne 1993*

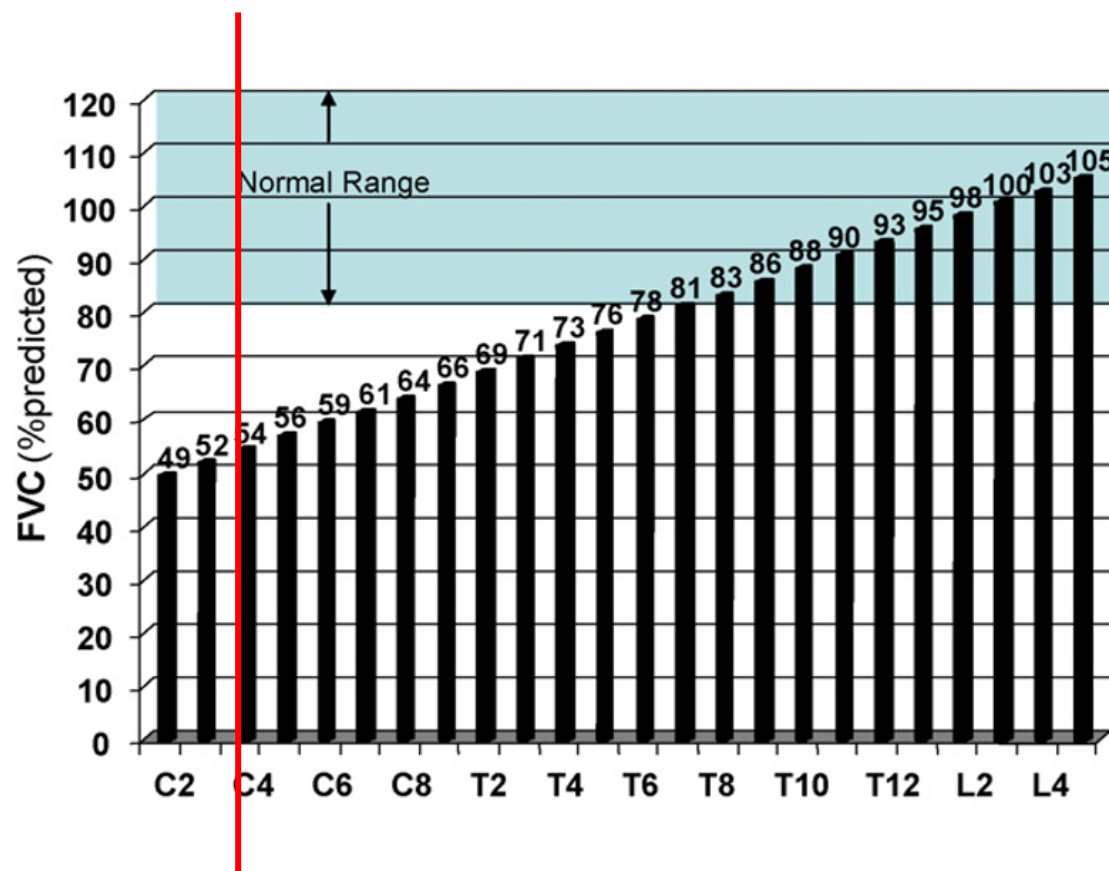


Rappels physiologiques

⇒ Mécanismes adaptatifs



Le niveau d'atteinte de la lésion permet-il au patient d'assurer sa ventilation au long cours ?



**Plus le niveau est bas
Moins sévère est l'atteinte**



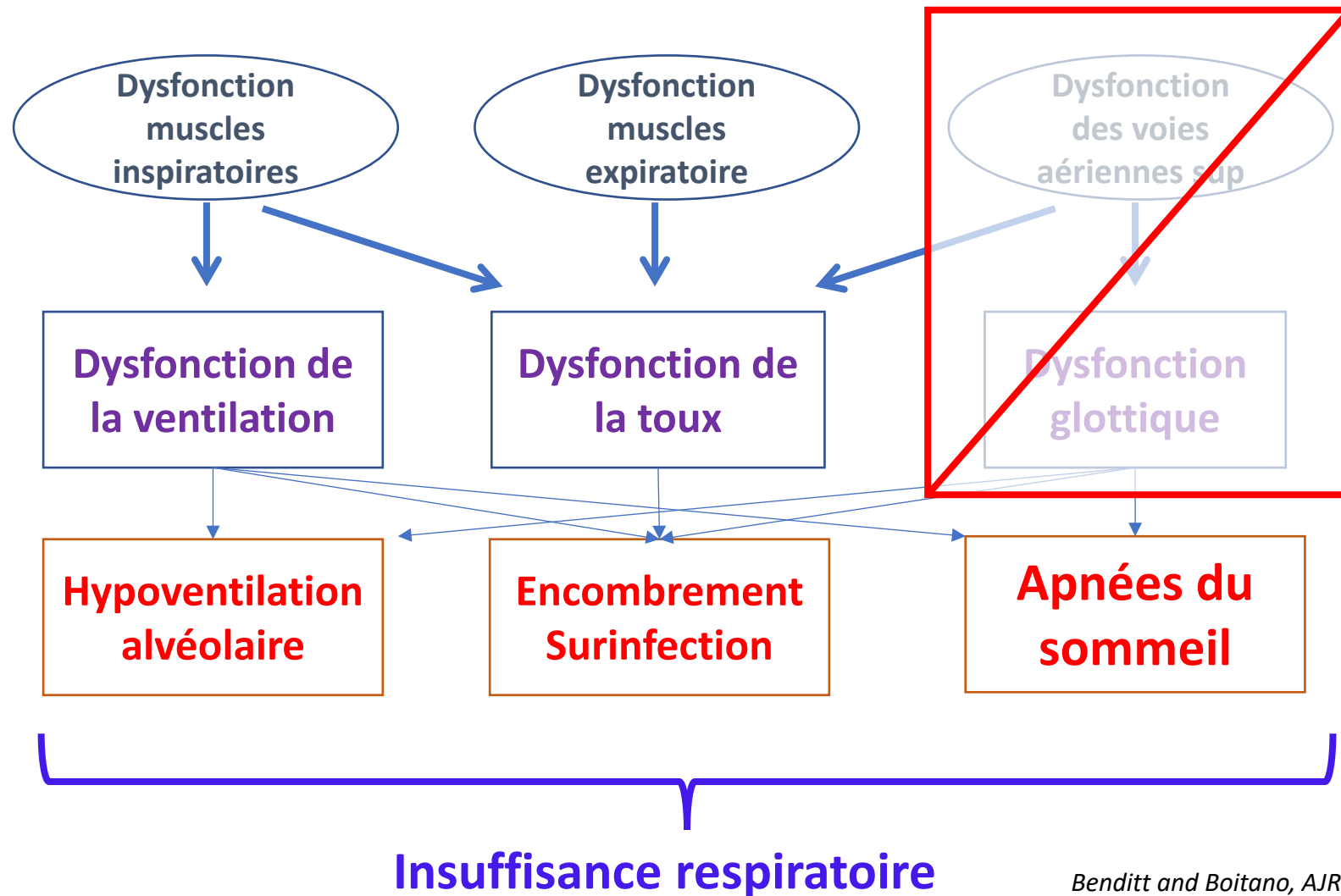
**Mais attention:
souvent polytraumatisme!!**

**Traumatisme thoracique?
Pneumo/hémothorax?
Pneumopathies, atélectasies?**



**Évaluation Fonctionnelle
systématique**

Atteinte respiratoire au cours des IRC restrictives



Prévalence du SAHOS

Spinal Cord (2021) 59:474–484
<https://doi.org/10.1038/s41393-020-00595-0>

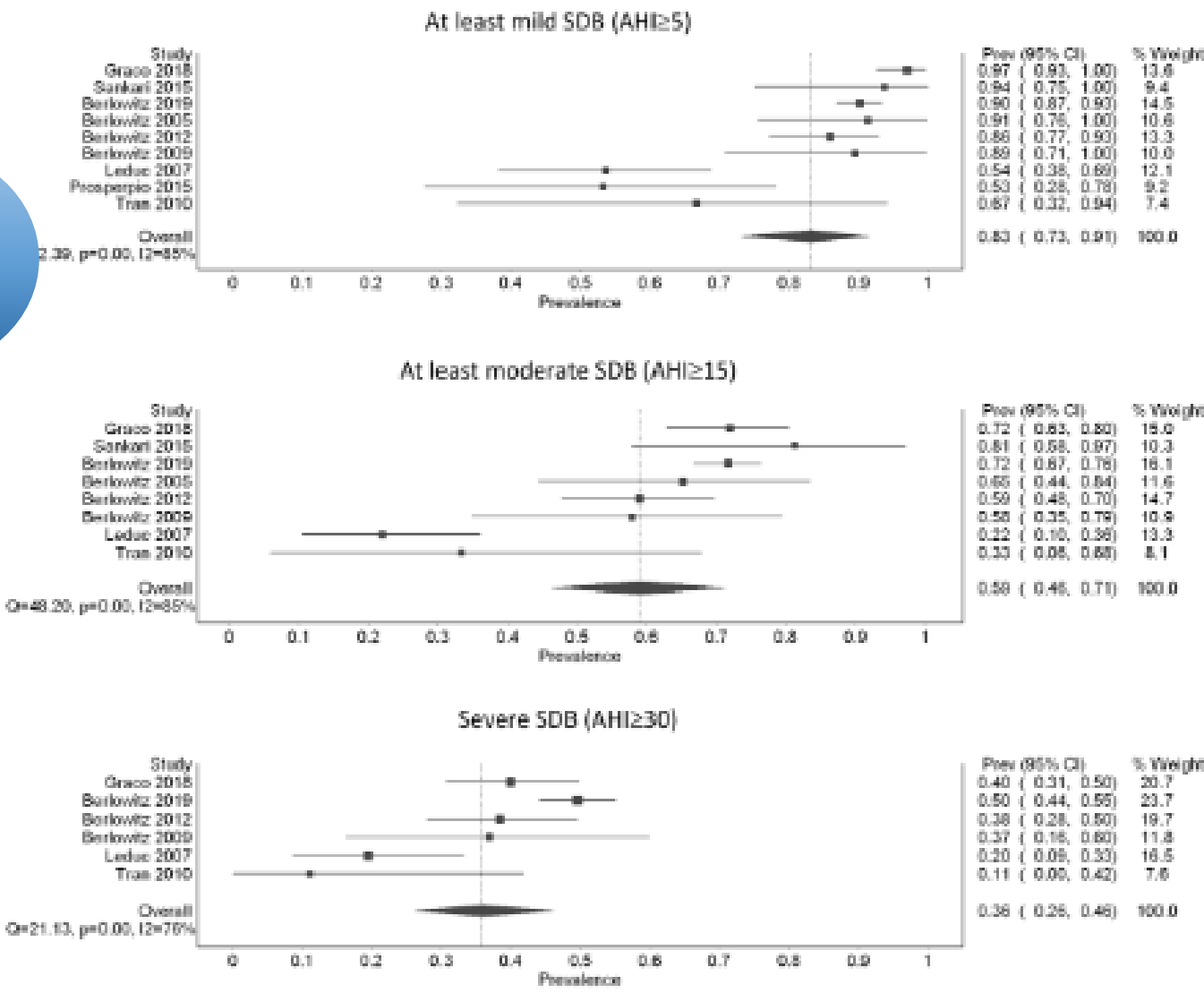
REVIEW ARTICLE

2021

Prevalence of sleep-disordered breathing in people with tetraplegia—a systematic review and meta-analysis

Marnie Graco^{1,2,3,4} · Luke McDonald⁵ · Sally E. Green⁶ · Melinda L. Jackson^{3,7} · David J. Berlowitz¹⁰

Tétraplégie **36%** de SAHOS sévères



Physiopathologie

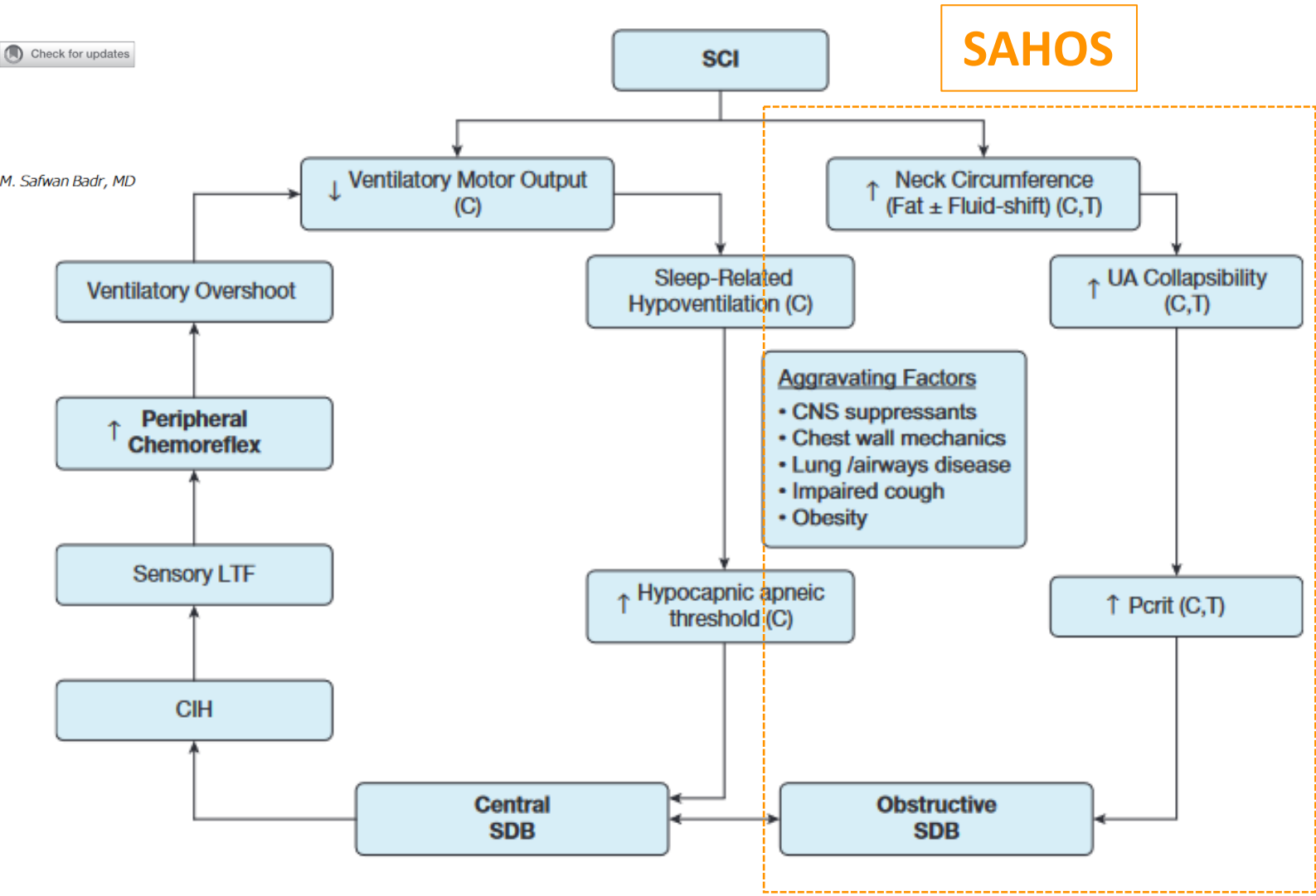
[Contemporary Reviews in Sleep Medicine]

CHEST

Sleep-Disordered Breathing and Spinal Cord Injury A State-of-the-Art Review

Abdulghani Sankari, MD, PhD; Sarah Vaughan, PhD; Amy Bascom, PhD; Jennifer L. Martin, PhD; and M. Safwan Badr, MD

2019



Physiopathologie

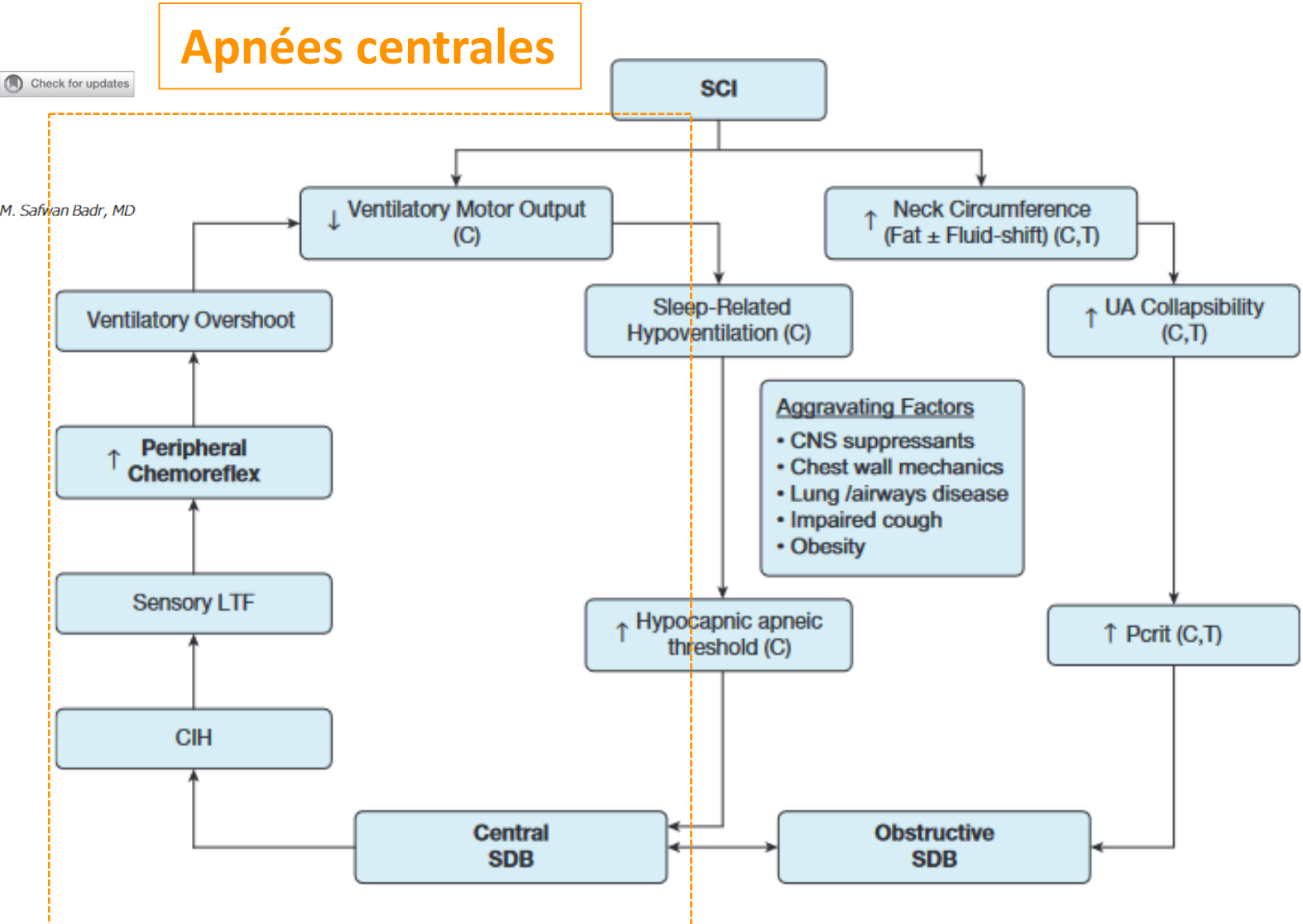
[Contemporary Reviews in Sleep Medicine]

CHEST

Sleep-Disordered Breathing and Spinal Cord Injury A State-of-the-Art Review

Abdulghani Sankari, MD, PhD; Sarah Vaughan, PhD; Amy Bascom, PhD; Jennifer L. Martin, PhD; and M. Saifan Badr, MD

2019



Prévalence de l'HVA ?

Prevalences of sleep-related breathing disorders and severity factors in chronic spinal cord injury and abled-bodied individuals undergoing rehabilitation: a comparative study

Patrícia Souza Bastos, MD, MS, Tatiana Leal Dutra Amaral, PT, MS, Hani Camille Yehia, EE, PhD, Almir Tavares, MD, PhD

2019

Evaluations incomplètes

- N=123 control, 40 tétra, 48 para
- HVA = 15,4% des tétraplégiques
- HVA = 15,8% des paraplégiques
- 3,2% chez contrôles

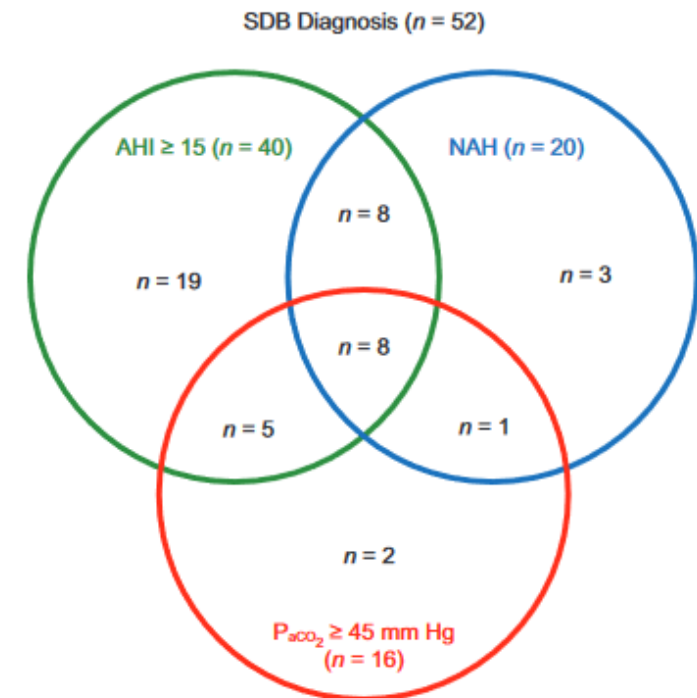
Screening Strategies for Sleep-Disordered Breathing in Patients With Spinal Cord Injury in a Tertiary Care Rehabilitation Center

Julie Di Maria, Sarah Hartley, Jonathan Levy, Isabelle Bossard, Laure Messirejean, Frédéric Lofaso, Djamel Bensmail, Hélène Prigent, and Antoine Léotard

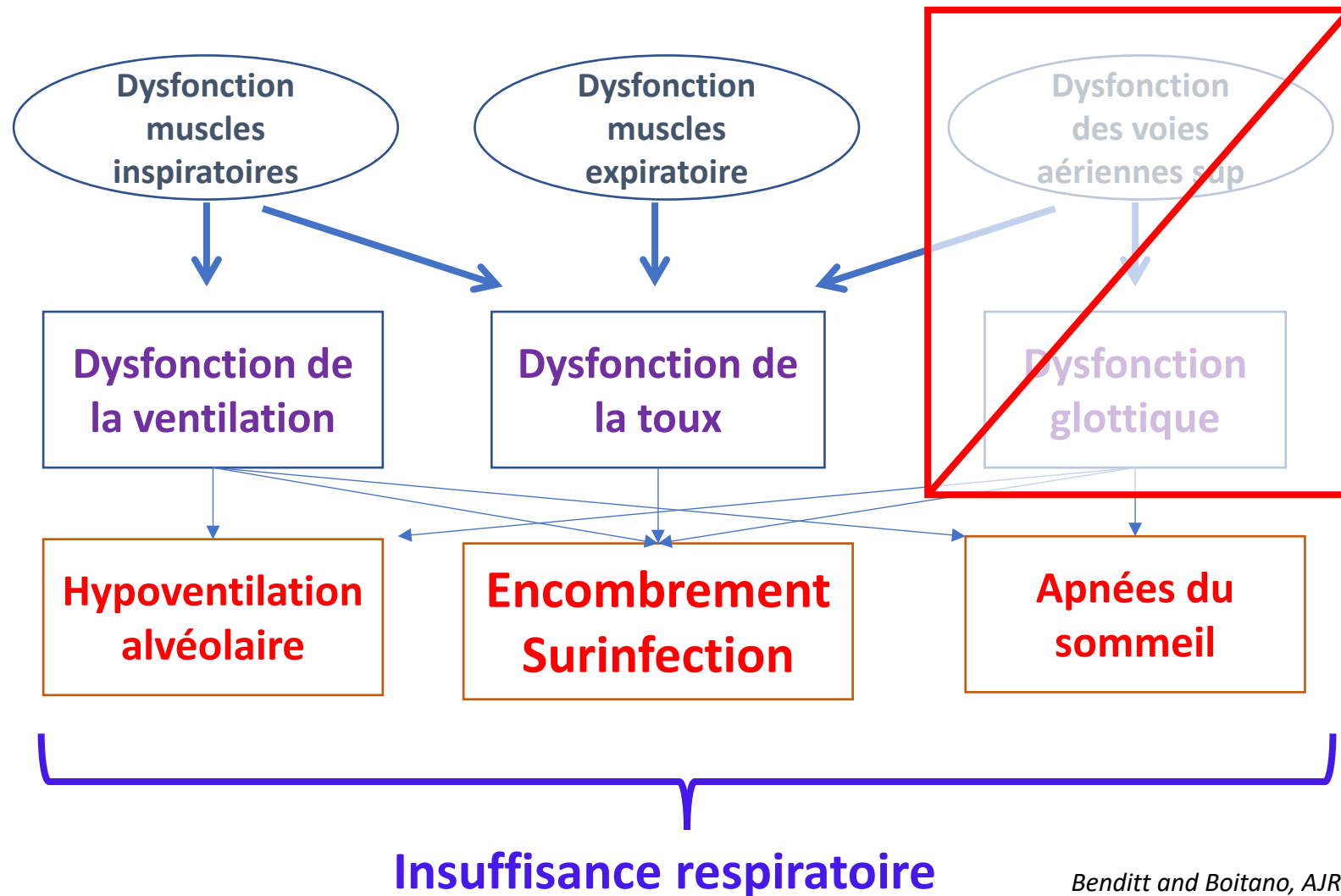
2024

- N=46, 19 tétra, 27 para
- HVA = 38,5%

SLEEP-DISORDERED BREATHING IN SCI



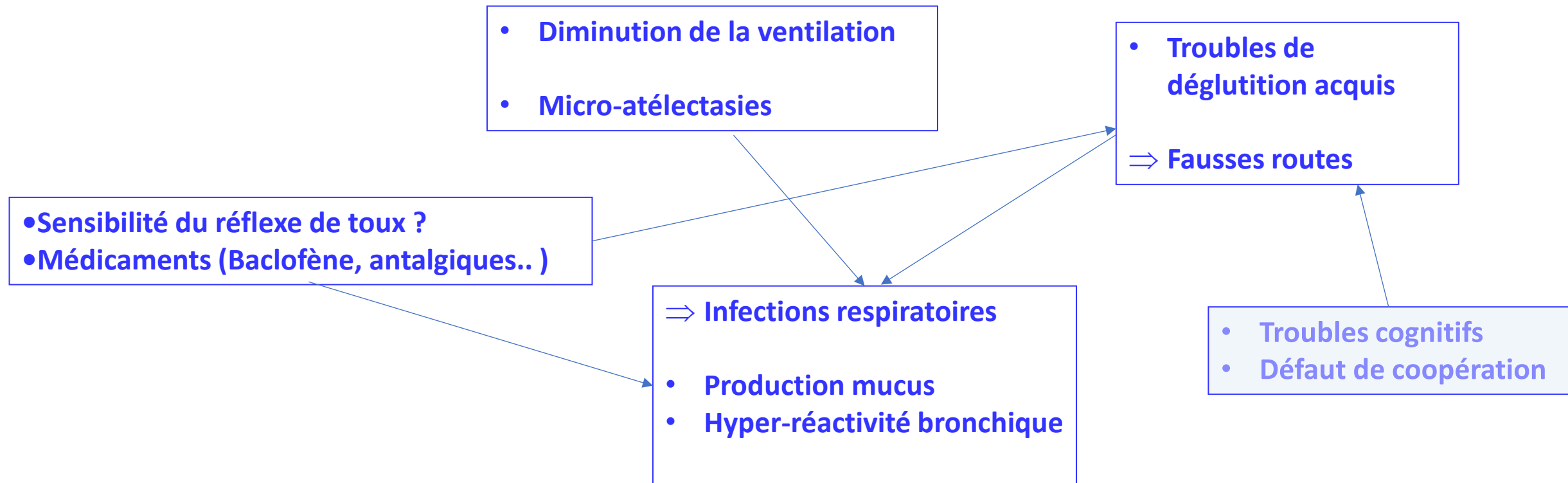
Atteinte respiratoire au cours des IRC restrictives



Dans les IRC restrictives

⇒ **Prise en charge kinésithérapeutique**

⇒ Majoration du risque d'encombrement et de surinfection

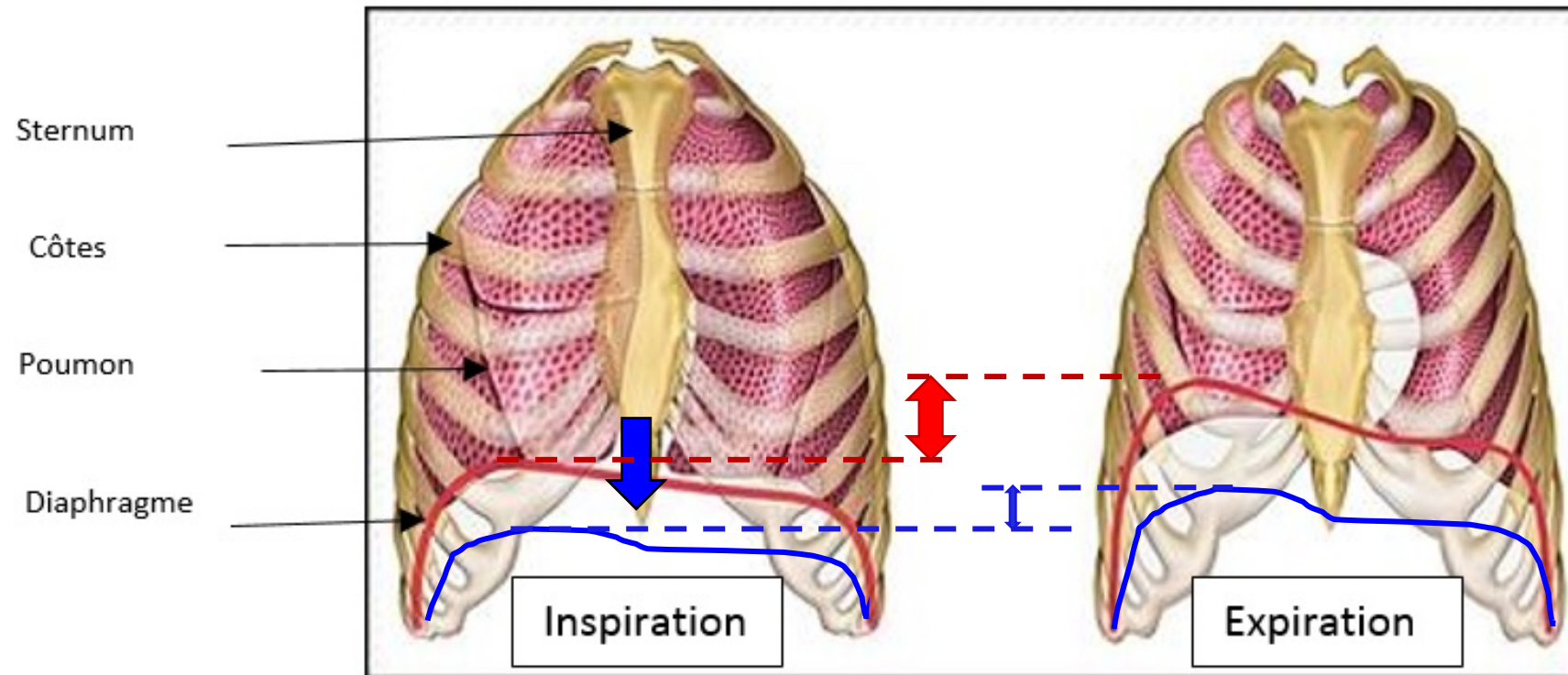


Le cas « paradoxal » du blessé médullaire

BOUCLE DEBIT-VOLUME			Assis		Decubitus dorsal		
			A _{théo.}	+/-	Mes.	%Théo.	% Chg.
CVF	Litres		5.20	0.92	1.45	28	2.67 51 84
VEMS	Litres		4.32	0.84	1.37	32	2.21 51 61
VEMS/CVF	%		81	12	94	116	83 102 -12
VEMS/CVL	%		81		86	106	83 102 -4
DEM 25-75	L/sec		4.82	1.71	1.68	35	3.18 66 89
DEM 75%	L/sec		8.43	2.81	2.52	30	5.22 62 107
DEM 50%	L/sec		5.48	2.17	1.89	34	4.17 76 121
DEM 25%	L/sec		2.53	1.28	0.95	38	1.13 45 19
D.P.E	L/sec		9.83	1.99	2.70	27	5.41 55 100
VIMS	Litres						

VOLUMES PULMONAIRES							
CV	Litres		5.43	0.92	1.59	29	2.67 49 68
VRE	Litres		1.79		0.07	4	0.13 7 79
CRF N2	Litres		3.41	0.99	3.46	101	2.78 81 -20
VR	Litres		1.83	0.67	3.36	183	2.55 139 -24
VR/CPT	%		26	9	68		49
CI	Litres		3.59		1.49	42	2.44 68 64
CPT	Litres		7.30	1.15	4.95	68	5.22 71 6

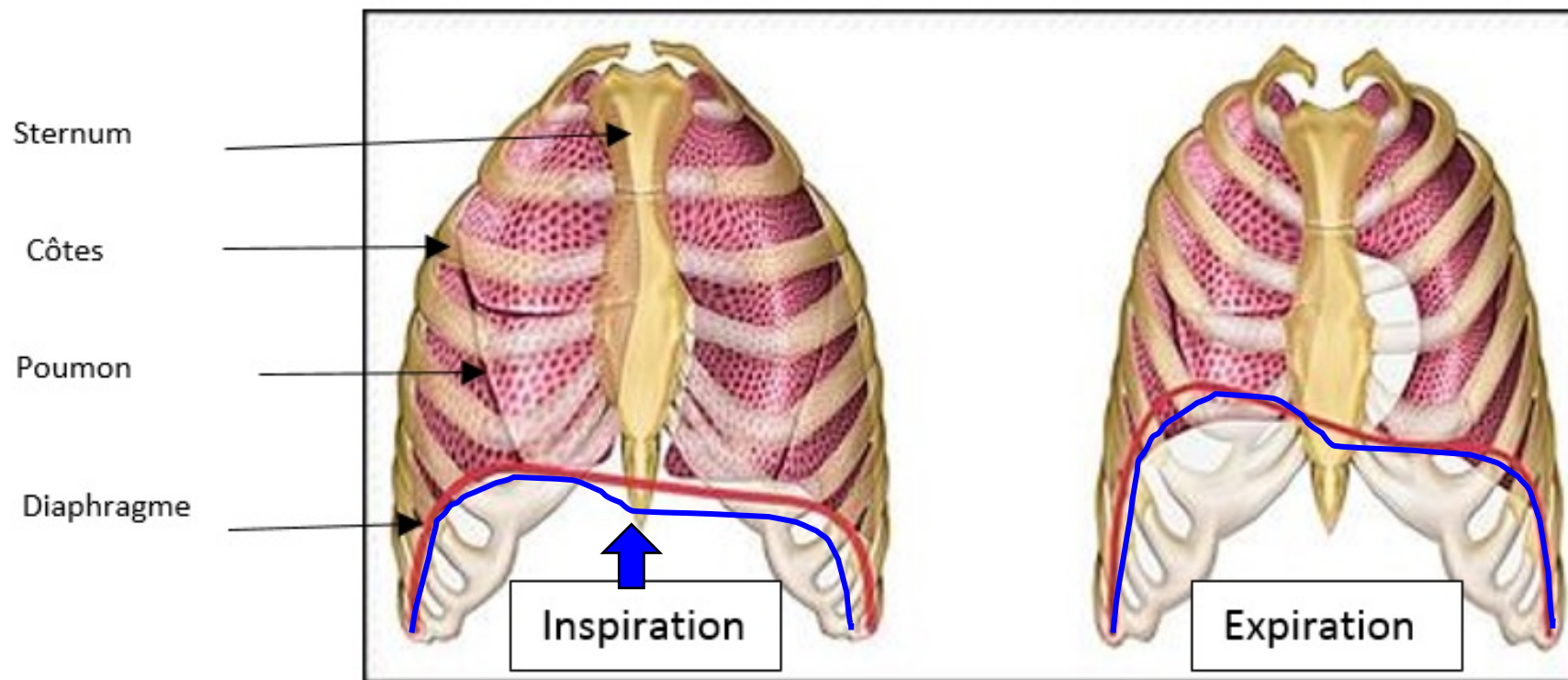
Le cas « paradoxal » du blessé médullaire



Déficit des muscles abdominaux

- ⇒ Augmentation de la compliance de la paroi abdominale
- ⇒ Aplatissement du diaphragme et diminution des zones d'apposition costales
- ⇒ Diminution de l'efficacité de la contraction diaphragmatique

Le cas « paradoxal » du blessé médullaire

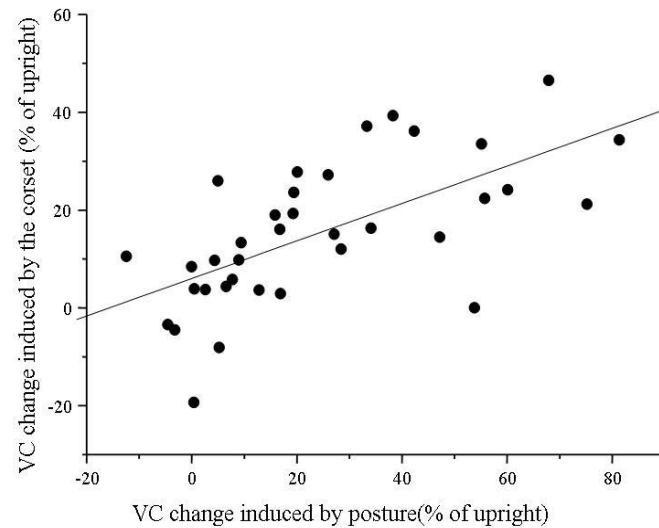


En position couchée

⇒ Pression du contenu de la cavité abdominale met le diaphragme dans une position plus favorable

Le port de la gaine abdominale reproduit l'effet de la position couchée

⇒ Pression du contenu de la paroi abdominale met le diaphragme dans une position plus favorable



n=36 patients

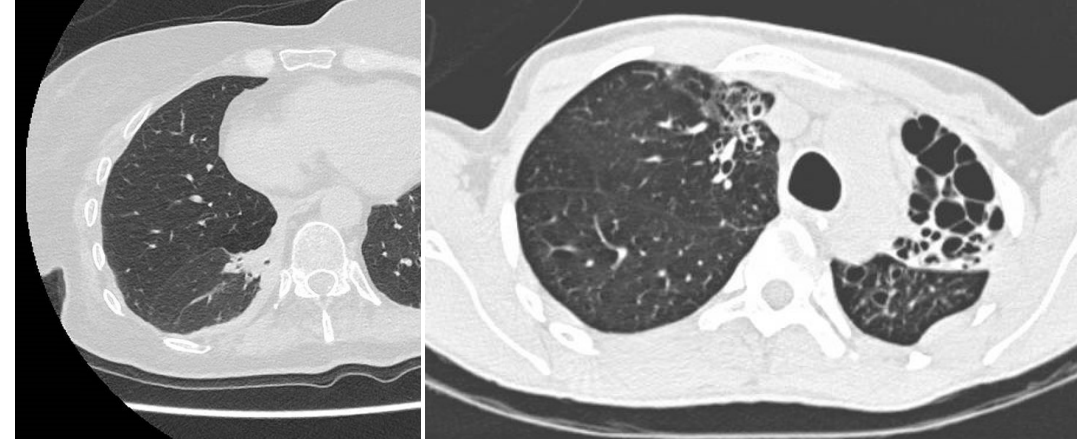
Prigent et al, ERJ 2010

➔ Attention à la tolérance respiratoire aux premiers levers

Les principes de traitement

- Prise en charge symptomatique:
 - Défaillance de muscles inspiratoires et de la pompe respiratoire
Hypoventilation alvéolaire = ventilation mécanique
TRS – SAHO = appareillage respiratoire (PPC)
 - Défaillance des muscles expiratoires = **assistance à la toux**
+/- gaine abdominale
 - Défaillance de la commande = **stimulation phrénique**

Enjeux sur la phase aiguë



- Intubation nécessaire:
 - 95% des patients tétraplégiques et avec un niveau lésionnel >C5
 - 68% avec niveau C5-T1

Velmahos, G.C *Am. Surg.* 2003
Hassid V, *J Trauma* 2018

- Limiter les complications :
 - pneumopathies
 - atélectasies
 - syndromes de détresse respiratoire

Diminution de la ventilation
Défaillance msc expiratoires
Hypersécrétion <= hyperactivité vagale

Chen D, *Arch Phys Med Rehabil*, 1999
Jackson, *Arch Phys Med Rehabil*, 1994
McKinley *Arch Phys Med Rehabil*, 2004

➔ kinésithérapie intensive précoce (pré/per/post extubation)



Actualisation de recommandations

**Prise en charge des patients présentant, ou à risque,
de traumatisme vertébro-médullaire**

Management of patients with, or at risk of spinal cord injury

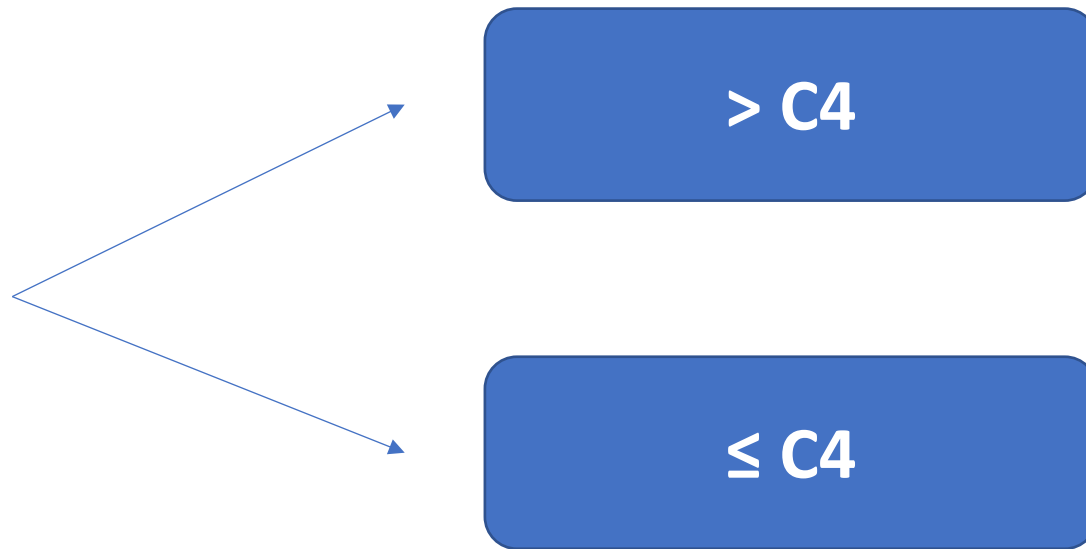
2019

R9.2 – Les experts suggèrent la réalisation d’une trachéotomie pour accélérer le sevrage ventilatoire dans les 7 premiers jours en cas d’atteinte du rachis cervical haut (C2-C5), et uniquement après échec d’une ou plusieurs tentatives d’extubation réalisées dans des conditions optimales en cas d’atteinte du rachis cervical bas (C6-C7), y compris en cas d’atteinte complète

Avis d’experts

Enjeux au décours de la phase aiguë

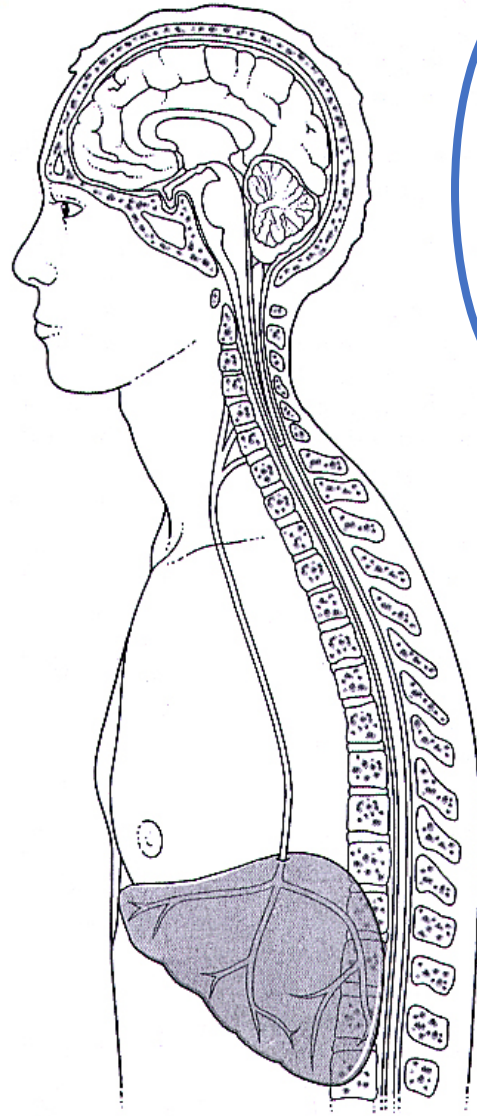
- En fonction du niveau lésionnel:



En fonction du niveau lésionnel: > C4

- Dépendance à la ventilation
- Trachéotomie dans un premier temps

➔ Après stabilisation, évaluation de l'indication potentielle d'une stimulation phrénique



Système nerveux centra

Système nerveux périphérique

Muscles

Atteintes du tronc cérébral ou de la moelle cervicale haute
Blessés médullaires
Syndrome d'Ondine

Accidents vasculaires cérébraux, AVC du TC
Maladie de Parkinson
Sclérose en plaque



Intégrité de l'effecteur neuromusculaire

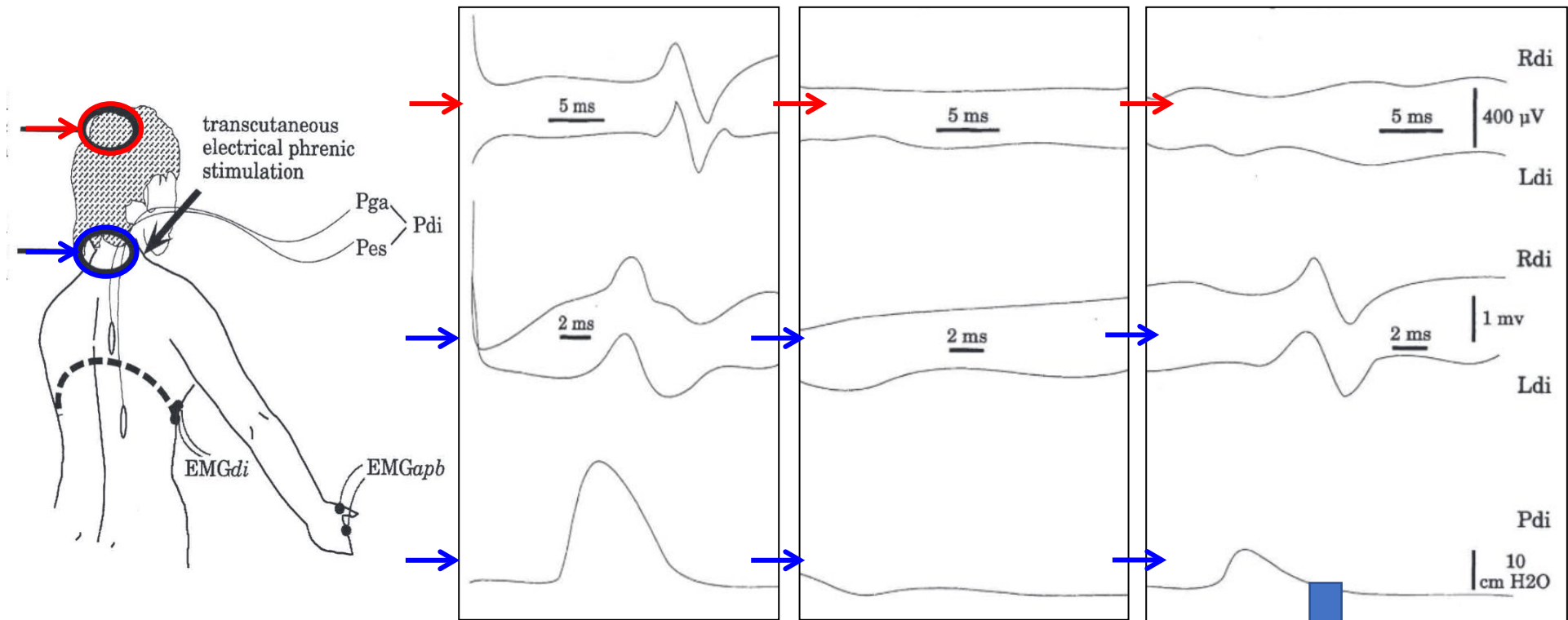
Chez les patients dépendants de la ventilation



Possibilité de stimulation phrénique

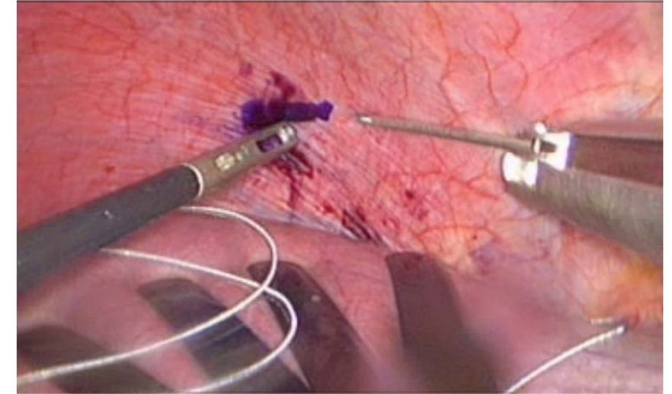
Stimulation phrénique

- Préalable:
 - Réponse EMG et en pression à la stimulation du nerf phrénique
 - Pas de réponse à la stimulation transcorticale

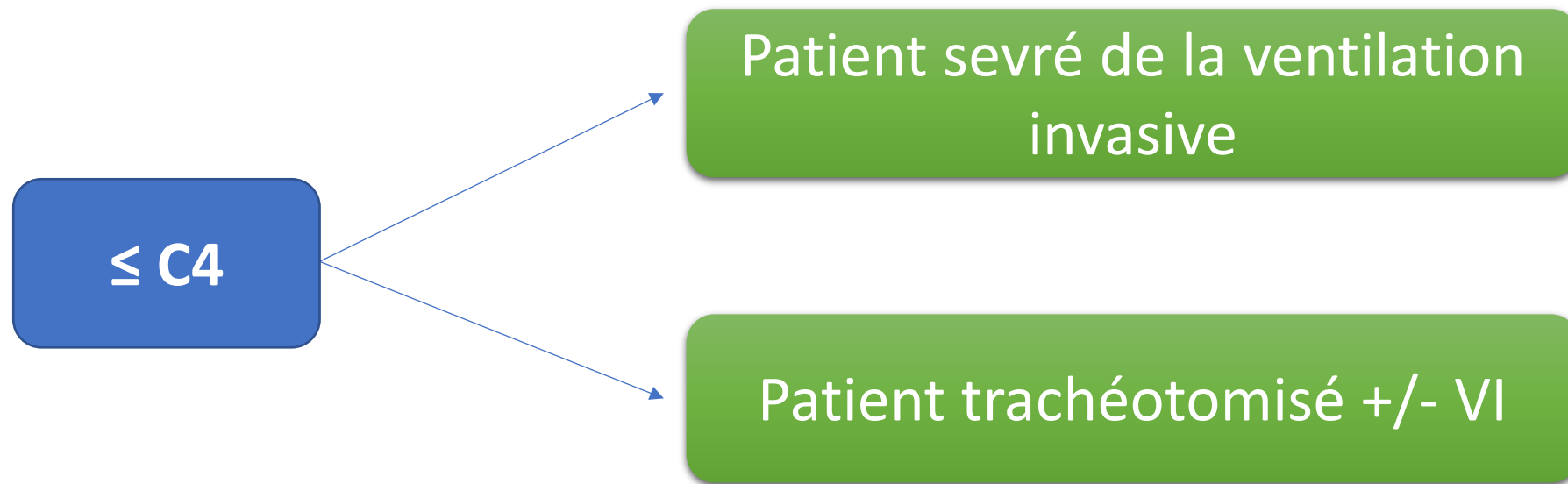


Stimulation phrénique

- Préalable:
 - Réponse EMG et en pression à la stimulation du nerf phrénique
 - Pas de réponse à la stimulation transcorticale
- Intervention:
 - Implantation d'électrodes au niveau de l'insertion du n. phrénique sur la coupole diaphragmatique
 - Stimulation per opératoire pour choisir la localisation
- Post-op:
 - Période de **reconditionnement**
 - Sevrage partiel ou totale de la VI



En fonction du niveau lésionnel: $\leq C4$



En fonction du niveau lésionnel: $\leq C4$

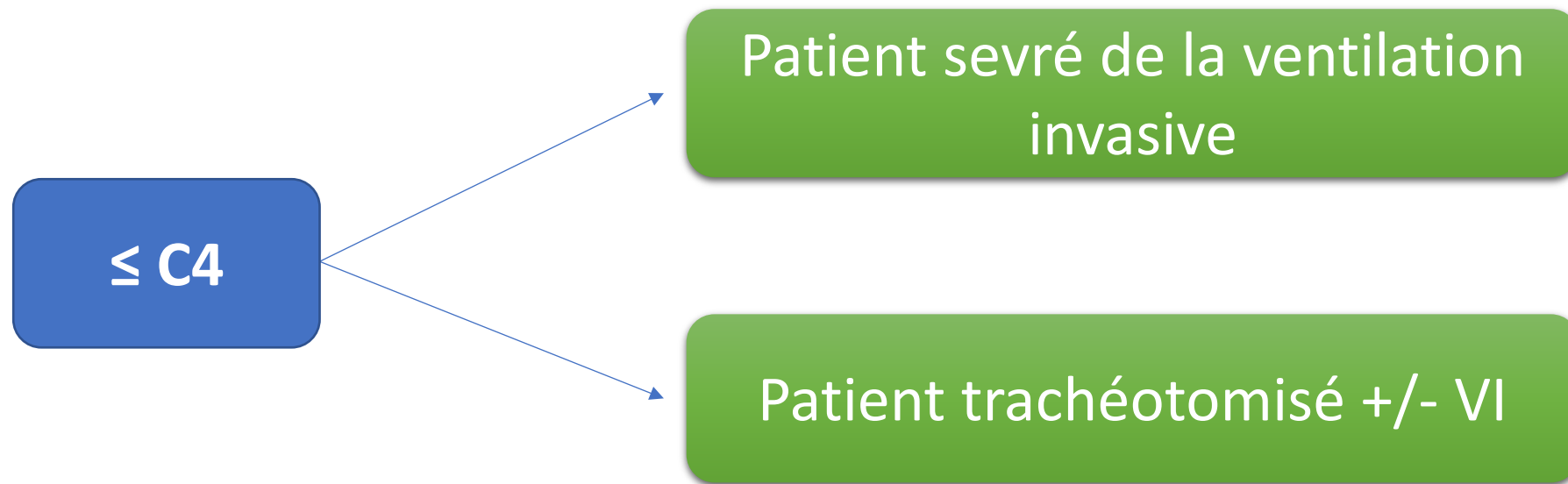
$\leq C4$

Patient sevré de la ventilation
invasive



- Évaluation Fonctionnelle respiratoire **systématique** (EFR + GDS)
- Recherche de troubles respiratoires au cours du sommeil : **SAOH?**
- Prise en charge de la **défaillance des muscles expiratoires** (aide à la toux +/- gaine)

En fonction du niveau lésionnel: $\leq C4$



En fonction du niveau lésionnel: $\leq C4$

$\leq C4$
Patient trachéotomisé +/- VI

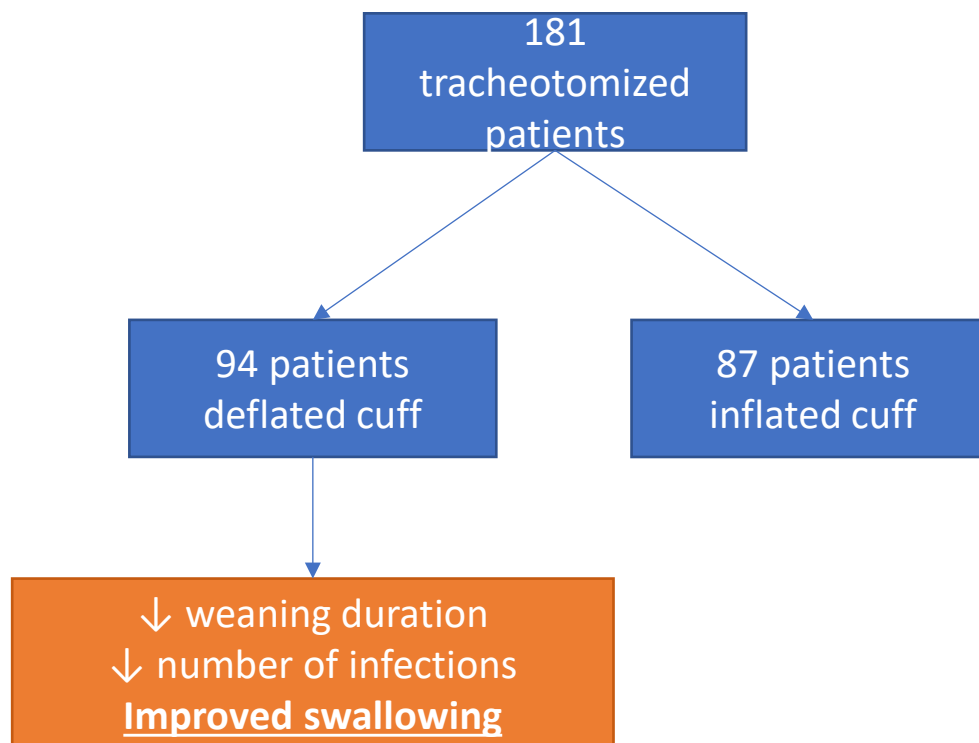
Sevrage de la ventilation

Sevrage de la trachéotomie

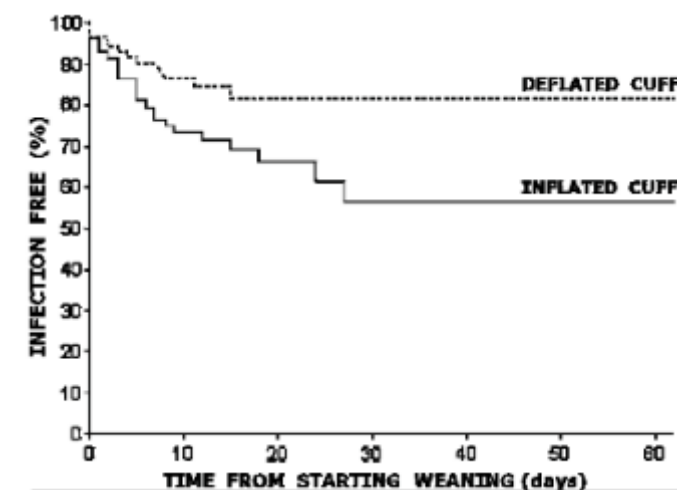
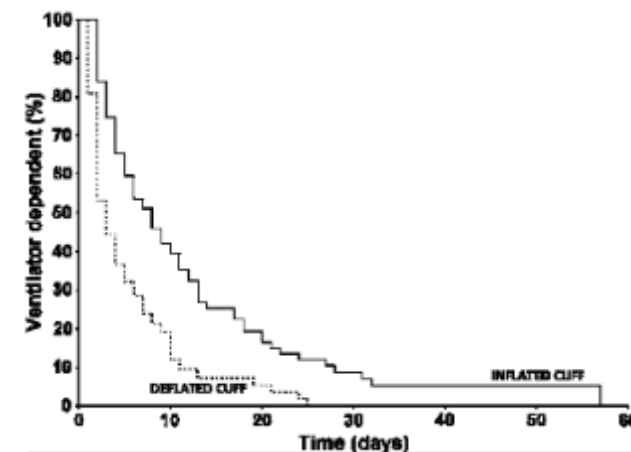


- Évaluation Fonctionnelle respiratoire **systématique** (EFR + GDS)
- Recherche de troubles respiratoires au cours du sommeil : **SAOH/HVA**
- Prise en charge de la **défaillance des muscles expiratoires** (aide à la toux +/- gaine)

Sevrage ventilatoire et trachéotomie



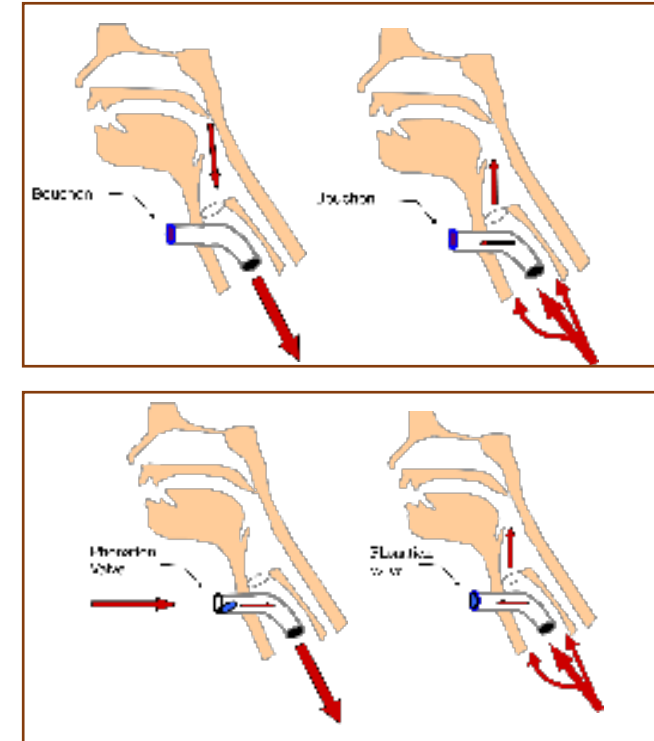
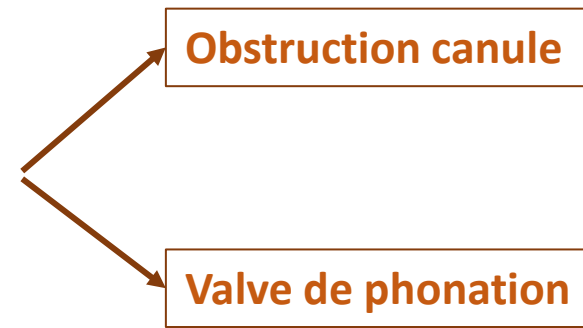
Hernandez et al ICM 2013



Quand déventilation obtenue ? Avant décanulation

- Evaluation de la perméabilité VAS
Sténose sous jacente ?
- Evaluation de la déglutition
- Evaluation des capacités de désencombrement
- Tolérance de l'occlusion de la canule
VS sur canule = -30% de travail respiratoire

Chadda et al ICM 2002



Faut-il adapter la canule de trachéotomie?

- Diminution du diamètre externe
- Intérêt d'une canule fenêtrée
- Intérêt d'une canule sans ballonnet

REVIEW

The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: a systematic review

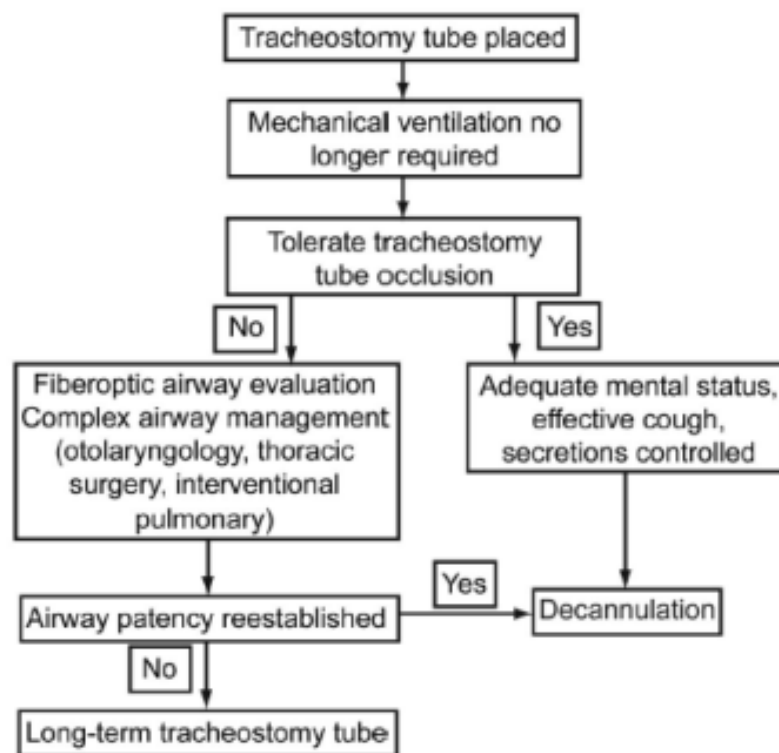


Fig. 1. Decannulation assessment.

O'Connor et al Respir Care (2010)

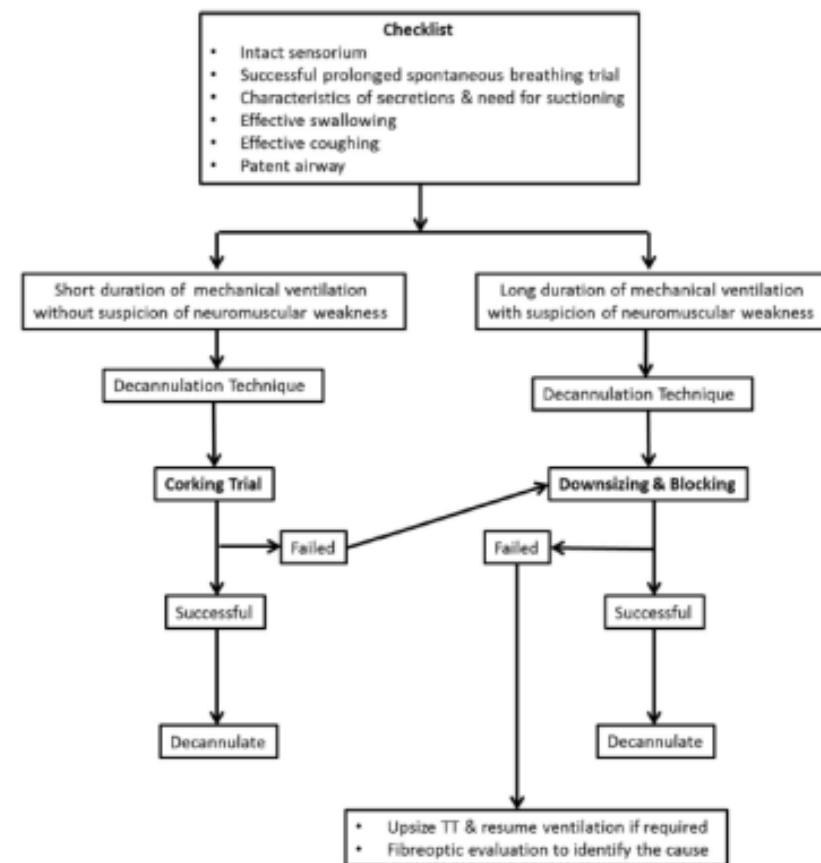


Fig. 2 Decannulation algorithm

Singh et al. Journal of Intensive Care (2017)

Attention en post trachéotomie

- Trachéotomie = traitement historique des SAHO
- Blessé médullaire = incidence accrue des SAHO

➔ Il faut **impérativement** évaluer si **SAHO**
après fermeture/ occlusion/retrait de la trachéotomie



Mesures préventives

- Vaccinations (IRC restrictive) :

- Grippe
- COVID 19
- Pneumocoque
- VRS

Grepi 2024

- Education du patient (et de son entourage)
- Surveillance au cours du temps pour ajustement de la prise en charge

Au cours du temps

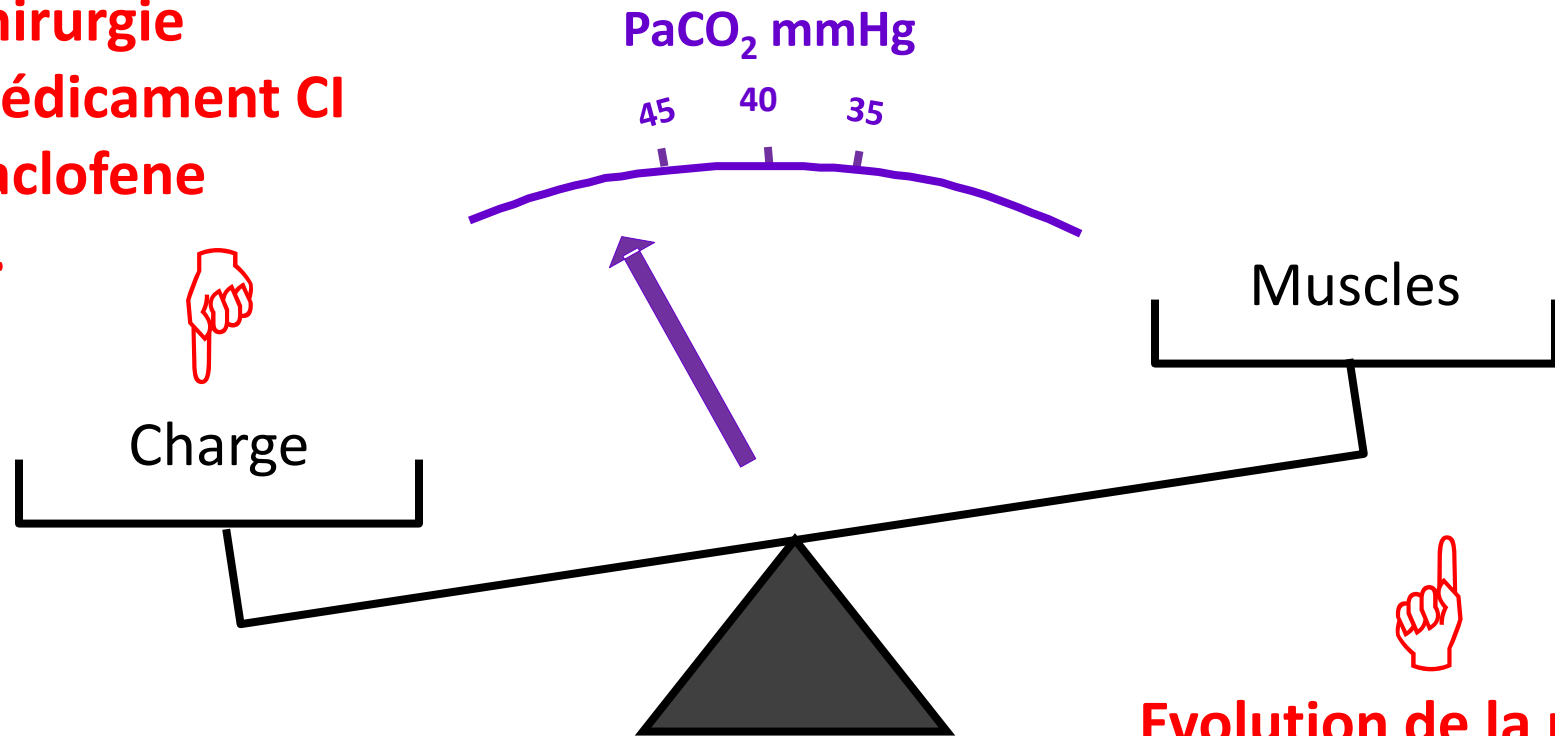
Infection

Chirurgie

Médicament CI

Baclofene

....



Aggravation
faiblesse
musculaire

→ Syringomyélie

→ Vieillesse

→ ...

Prise de poids chez
patient immobilisé

➔ Insuffisance respiratoire hypercapnique

Conclusions

- Atteinte respiratoire liée au niveau de blessure médullaire (pouvant être majorée par un traumatisme thoracique associé)
- Complications respiratoires = 1^{ère} cause de mortalité
- Prise en charge symptomatique par suppléance:
 - Défaillance de muscles inspiratoires = **ventilation mécanique /PPC**
 - Défaillance des muscles expiratoires = **assistance à la toux +/- gaine abdominale**
 - Défaillance de la commande = **stimulation phrénique**
- Prévalence accrue des SAHO
- Evaluation initiale et suivi respiratoire indispensables
 - Vieillissement
 - Complications

Merci de votre attention

