

Prise en charge ventilatoire du tétraplégique : du bloc opératoire à la réanimation

Dr Hervé Quintard

Service de réanimation, hôpital Pasteur 2, 30, Voie Romaine, 06001 Nice, Cedex 1

CNRS U7275 Sophia Antipolis

Auteur correspondant : Dr Hervé Quintard

Email : quintard.h@chu-nice.fr

Aucun conflit d'intérêt.

Points Essentiels

- En France le nombre de traumatisés médullaires est de l'ordre de 2000 nouveaux cas par an, touchant des hommes souvent jeunes, et engendrant ainsi un réel impact de santé publique.
- La gravité de l'atteinte respiratoire est proportionnelle au niveau lésionnel, conduisant souvent à des échecs d'extubation pouvant nécessiter une trachéotomie.
- La difficulté de sevrage est associée à une augmentation de la morbidité et de la durée de séjour.
- 70% des patients ayant une lésion médullaire supérieure à C5 vont nécessiter une ventilation mécanique au décours de leur hospitalisation.
- L'intubation constitue une période à risque de déplacement au niveau cervical.
- L'intubation sur les lieux de l'accident, un ISS>16, des lésions complètes médullaires en C1-C4 ou C5-C7, un traumatisme facial ou thoracique associé constituent les facteurs de risque de difficulté de sevrage.
- L'utilisation de modes de ventilation assistée associant des volumes élevés avec une pression expiratoire positive pourrait faciliter le sevrage et diminuer le nombre de complications respiratoires.
- Le patient est apte pour être « déventilé » lorsqu'il est capable de tenir plus de 48h sans ventilation, et de maintenir une DEP> 2,7 l/s ou une pression inspiratoire négative à -20 cm H₂O.
- La trachéotomie précoce pourrait permettre de diminuer les complications respiratoires et les durées de sevrage.
- Les techniques de kinésithérapie manuelle ou avec matériel sont les pièces maitresses du succès du sevrage ventilatoire.

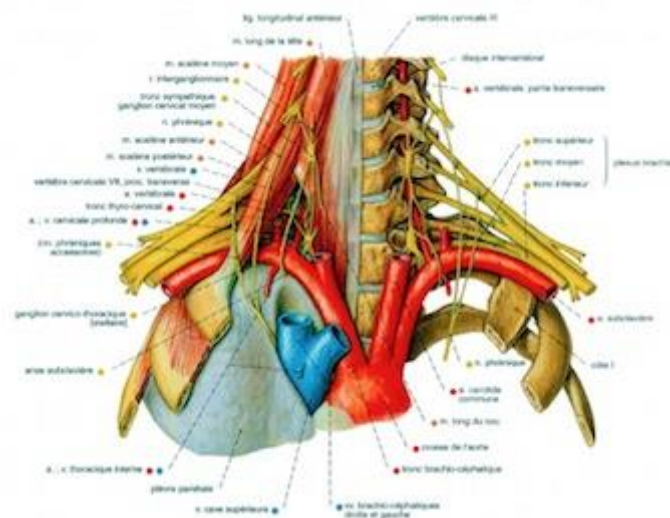
En France le nombre de traumatisés médullaires est de l'ordre de 2000 nouveaux cas par an, touchant des hommes souvent jeunes, et engendrant ainsi un réel impact de santé publique. Le problème ventilatoire est souvent au premier plan. Aux Etats-Unis, on dénombre 11 000 nouveaux patients annuels victimes de lésions spinales, au sein desquels la moitié vont présenter des déficits de type tétraplégie dont 4% resteront dépendant d'une ventilation mécanique [1]. Dans un travail rétrospectif français datant de 2015, sur 108 patients, les auteurs rapportent que la gravité de l'atteinte respiratoire est proportionnelle au niveau lésionnel, conduisant souvent à des échecs d'extubation, à la nécessité de réalisation d'une trachéotomie dans plus de 40% des cas [2]. Ils retrouvent une dépendance à la ventilation mécanique de l'ordre de 6,5% dans cette série. Cette dépendance ventilatoire est associée à une augmentation de la morbi mortalité avec une survie passant de 84% à 33% en cas de dépendance à la ventilation mécanique [1]. Ces difficultés de sevrage de la ventilation mécanique sont également associées à une dépendance physique, et à un réel problème de cout. En effet, si le niveau lésionnel est élevé (C1-C4), le cout moyen annuel est évalué de l'ordre de 775 000 \$, contre 500 000\$ en dessous de C5 [3]. L'atteinte respiratoire de ces patients est donc un réel problème, d'autant plus que 60% de ceux-ci présentent un traumatisme thoracique associé au décours de leur prise en charge initiale.

Une bonne compréhension de la physiologie respiratoire associée à une stratégie ventilatoire adaptée est donc nécessaire chez ces patients pour tenter d'optimiser leur prise en charge.

Rappel physiologie respiratoire

Physiologiquement, la commande respiratoire médullaire centrale va régler le rythme et le volume mobilisé respiratoire. Cette commande automatique peut être modulée par une commande corticale mais également par des centres régulateurs stimulés par des chémorécepteurs centraux et périphériques. Cette commande va générer la coordination des

muscles diaphragmatiques, intercostaux et abdominaux. La commande de la contractilité du diaphragme nait au niveau des motoneurones phréniques. Les racines C3, C4, C5 se combinent en nerf phrénique qui chemine caudalement dans le thorax pour s'insérer sur le diaphragme. Les muscles intercostaux sont innervés eux, par les racines thoraciques, et les abdominaux par les racines provenant des niveaux T6 à L1 [4]. On comprend donc que plus l'atteinte médullaire est située haute, plus le risque de dysfonction diaphragmatique est important. Le diaphragme constitue le muscle respiratoire principal particulièrement pour son activité inspiratoire. Il assure à lui seul plus de 90% du travail inspiratoire. Les unités motrices qui le composent, sont classifiées en 4 sous types : Type I, Type IIa, Type IIx et Type IIb qui se distinguent par leur vitesse de contraction et leur « endurance ».



Anatomie du nerf phrénique

Muscle fiber types			
Type	Speed	Fatigability	Oxidative
Type I	Slow twitch	Resistant	Highly oxidative
Type IIa	Fast twitch	Resistant	Highly oxidative
Type IIx	Fast twitch	Intermediate	
Type IIb	Fast twitch	Fatigable	Glycolytic

En physiologie normale, les fibres résistantes sont stimulées de manière constante assurant la respiration de base qui peut être amplifiée par le recrutement des fibres de types IIb en cas de nécessité.

Les patients ventilés mécaniquement vont voir se modifier très rapidement cette répartition des fibres avec un appauvrissement des fibres à contraction rapide et de contraction lente de l'ordre de 50% après quelques heures de ventilation mécanique [5]. Ces modifications sont corrélées à la durée de ventilation mécanique.

Après une stimulation phrénique en électrophysiologie, la contraction diaphragmatique induit une mobilité verticale normale du diaphragme estimée à 3-4 cm. La composante du potentiel d'action musculaire diaphragmatique (CMAP) peut être monitorée au lit du malade permettant de suivre l'évolution de l'atteinte phrénique chez les traumatisés médullaires. Il est à noter qu'une évolution du CMAP a pu être observée jusqu'à 2 ans après le traumatisme dans certaines séries avec des CMAP très faibles initiales.

En ventilation spontanée, la contraction diaphragmatique induit une négativation des pressions intra thoraciques conduisant à l'inspiration d'un volume courant. Sa relaxation permet l'exhalation passive. La perte de la « ceinture » abdominale induite par le traumatisme médullaire, conduisant à une compliance excessive, est également associée à une augmentation du travail inspiratoire. A la phase expiratoire, la perte des muscles intercostaux et surtout abdominaux va conduire également à une inefficacité des mécanismes de clairance bronchiques (toux etc.)

Prise en charge ventilatoire du traumatisé médullaire

Face à l'atteinte médullaire, on comprend donc bien que la perte de la commande motrice conduit souvent à la nécessité d'une prise en charge rapide des voies aériennes supérieures pour assurer une ventilation efficace. 70% des patients ayant une lésion médullaire supérieure

à C5 vont nécessiter une ventilation mécanique au décours de leur hospitalisation [4]. Le score ASIA moteur pourrait être un marqueur prédictif d'IOT [6].

1. Accès aux voies aériennes : ne pas aggraver les lésions

Va alors se poser la question de l'accès aux voies aériennes. La *technique d'intubation* repose bien évidemment dans un contexte de traumatologie aigue sur l'utilisation d'une Crush induction pharmacologique. Une laryngoscopie standard est associée à un risque de déplacement du foyer de fracture. En effet Crosby et al. ont observé que même si l'insertion de la lame n'est pas associée à un déplacement majeur au niveau médullaire, la traction conduit à une rotation supérieure de C1 sur l'occiput et à une rotation inférieure de C2-C5, et lors de l'intubation on majore le risque de rotation supérieure de C1 sur l'occiput [7]. Différentes autres techniques d'intubation ont été comparées en termes de risque de mobilité du rachis cervical. Malheureusement toutes ont un potentiel impact sur le risque de déplacement [8]. La place des vidéolaryngoscopes est encore à définir dans ce contexte du fait de la faible nécessité de mobilisation du rachis, avec des résultats qui semblent encourageant [9]. L'intubation sous fibroscopie reste la référence en situation hospitalière permettant une intubation rapide avec une stabilité hémodynamique et respiratoire observée sur quelques séries [10].

2. Ventilation mécanique : lutte contre les atélectasies et la dysfonction diaphragmatique

L'utilisation d'une ventilation standard de réanimation, basée sur de petits volumes courants (6mL/kg) à la prise en charge des traumatisés médullaires n'a aucune spécificité à la phase initiale.

Cependant la stratégie ventilatoire doit avoir comme objectif la lutte contre les atélectasies. En effet, du fait de l'atteinte médullaire et de l'absence de contraction diaphragmatique et abdominale efficaces, ces patients sont à risque augmenté d'atélectasie et donc d'échec de sevrage ventilatoire. De plus, chez les patients traumatisés médullaires, ont été également observé une diminution du surfactant avec une augmentation de l'activité bronchospastique et de la production de sécrétions par diminution du tonus vagal, favorisant l'encombrement et le développement d'atélectasies.

Afin de limiter cette dépendance au ventilateur, la nécessité d'une ventilation mécanique doit rapidement faire envisager la nécessité d'utilisation de *mode assistée* permettant de maintenir une activité spontanée diaphragmatique. Afin d'essayer d'optimiser le recrutement, l'utilisation de *volumes courant élevés* a été proposé dans la littérature [11]. Fenton et al. ont comparé 2 stratégies ventilatoires sur une période de sevrage de 14 jours, V_t 10mL/kg vs 20 mL/kg pour optimiser le recrutement. Malheureusement cette étude n'a pu inclure le nombre de patients nécessaires pour conclure sur l'efficacité d'une telle stratégie mais ne montre pas d'aggravation des patients [12]. L'utilisation d'une telle stratégie a été également observée dans différentes études rétrospectives. Petterson observe une diminution de la durée de ventilation de l'ordre de 21 jours chez les patients ventilés avec des volumes >20ml/kg [13]. L'utilisation d'une *PEEP* limitée, basée sur le monitoring de la pression de plateau est également proposée pour optimisation du recrutement [14]. Dans ce même concept de recrutement, les *techniques percussives* associant inspiration et expiration actives ont montré un intérêt potentiel sur la limitation des durées de ventilation et d'hospitalisation [15].

Nous avons vu précédemment que l'atteinte médullaire était associée à un risque important de bronchospasme. Dans ce contexte l'utilisation de *théophylline* a été évaluée pour son action bronchodilatatrice, mais également anti inflammatoire. Elle pourrait ainsi optimiser la contractilité diaphragmatique [14].

La *kinésithérapie* est une pièce maitresse du succès du sevrage ventilatoire par son action sur la désobstruction et la lutte contre l'atélectasie. Les techniques manuelles traditionnellement utilisées sont progressivement aidées par le développement de nouveaux matériels. Des techniques telles que le « *Cough Assist* » dont le principe est basé sur une alternance entre pression d'insufflation à 40cm d'H₂O / expiration en un temps extrêmement bref (<0,02s) générant un flux capable de ramener des sécrétions très distales, ont montré un intérêt en terme de lutte contre l'atélectasie en diminuant le nombre de fibroscopies nécessaires, en diminuant la durée de sevrage et les complications respiratoires [16]. La kinésithérapie s'intéressant à la stimulation des muscles respiratoires n'a pas retrouvé d'effet significatif sur les durées de sevrage [17].

3. Sevrage ventilatoire : critères et moyens

Les facteurs de risque d'échec de sevrage doivent être recherchés de manière systématique. Les facteurs de risque retrouvés dans la littérature sont: l'intubation sur les lieux de l'accident, un ISS>16, des lésions complètes médullaires en C1-C4 ou C5-C7, un traumatisme facial ou thoracique associé [18]. Plus récemment le caractère complet de la lésion et le tabagisme actif ont été rapportés comme facteurs de risque d'échec [19].

Lors de la **phase de sevrage**, il va être essentiel de définir l'état de la fonction respiratoire du patient. Celle-ci pourra se baser sur différents paramètres comme la capnométrie, la présence d'une toux efficace, la mesure de la pression inspiratoire maximale négative et dans de rares cas sur un enregistrement électromyographique du diaphragme. Les techniques échographiques se basant sur les mesures de course diaphragmatique ou d'épaississement ont été validées sur sujet sain. Afin de faciliter la course diaphragmatique au décours de l'épreuve en ventilation spontanée, l'épreuve pourra être réalisée en décubitus

dorsal ou en léger Trendelenburg [14]. Il n'existe pas de recommandations sur la manière optimale de réalisation de cette épreuve de sevrage mais il semble que des épreuves progressives de déventilation progressivement allongées soient à privilégier. On considère que le patient est apte pour être « déventilé » lorsqu'il est capable de tenir plus de 48h sans ventilation et de maintenir une DEP > 2,7 l/s ou une pression inspiratoire négative à -20 cm H₂O [20]. L'utilisation de ventilation non invasive en relais d'extubation est justifiée dans ce contexte ou le risque de réintubation est élevé [21].

Cependant même si le patient est capable d'initier une ventilation spontanée, le risque d'encombrement avec toux inefficace impose très souvent le recours à la trachéotomie, particulièrement chez ces patients où la réserve respiratoire est limitée. De nombreuses études se sont intéressées à identifier les facteurs de risque pouvant conduire à la réalisation de ce genre de technique : l'atteinte rostrale de niveau C2-C4, âge > 45 ans, existence de comorbidités (particulièrement respiratoire), tabagisme, l'altération de la conscience, un score ISS élevé > 16, un traumatisme thoracique associé, ou la présence d'une pneumopathie [18,19]. Le délai de réalisation de cette trachéotomie est très discuté dans la littérature. Une trachéotomie précoce permettant d'envisager un sevrage plus rapide de la ventilation mécanique. La réalisation d'une trachéotomie précoce, dans les 7 premiers jours pourrait permettre de raccourcir la durée de ventilation et d'hospitalisation. La présence de 2 des signes suivants : lésion complète, un ISS > 32, ou la présence d'un rapport PaO₂/FiO₂ < 300 pourrait aider à la décision de cette trachéotomie précoce. La réalisation d'une trachéotomie percutanée est tout à fait justifiée dans ce contexte, cependant le délai de réalisation par rapport à une chirurgie de fixation du rachis reste discuté et dans ce cas particulier, il semble qu'un délai de 1 à 2 semaines soit raisonnable. Au cours des périodes de sevrage respiratoire, la déflation du ballonnet pourrait être un bon moyen de faciliter l'activité diaphragmatique,

tout en diminuant en parallèle l'incidence des pneumopathies acquises et en diminuant la quantité de sécrétions produites.

Place des stimulateurs diaphragmatiques

Devant l'atteinte de la commande diaphragmatique, une stimulation externe du diaphragme peut être envisagée. L'avantage de ce genre de stimulation repose sur un aspect beaucoup plus physiologique, mais est également mieux tolérée par les patients. Les critères de pacing sont définis dans la littérature : lésion au-dessus d'un niveau C3 associé à une absence de ventilation spontanée, une capacité vitale < 10 mL/kg, et une pression max < 20 cmH₂O [3]. Cette technique ne permet cependant pas de moduler le rythme respiratoire et n'a pas d'action sur la phase expiratoire, rendant le patient toujours potentiellement limité par un encombrement important et l'absence de toux efficace. Des techniques de stimulation expiratoires sont actuellement en étude.

La prise en charge ventilatoire des patients présentant un traumatisme médullaire est un vrai challenge. L'optimisation de la prise en charge de la ventilation et de la phase de sevrabilité repose sur une connaissance des mécanismes physiopathologiques induits par cette pathologie. L'orientation vers des centres spécialisés est donc à encourager, permettant d'envisager au cas par cas les indications de nouvelles techniques de suppléances respiratoires [22].

Références :

- [1] DeVivo MJ, Go BK, Jackson AB. Overview of the national spinal cord injury statistical center database. *J Spinal Cord Med.* 2002;25(4):335- 8.
- [2] What are the perspectives for ventilated tetraplegics? A French retrospective study of 108 patients with cervical spinal cord injury. *Ann Phys Rehabil Med* Apr 2015;58(2):74-7.
- [3] Dalal K, DiMarco AF. Diaphragmatic pacing in spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* août 2014;25(3):619- 29.
- [4] Como JJ, Sutton ERH, McCunn M, Dutton RP, Johnson SB, Aarabi B, et al. Characterizing the need for mechanical ventilation following cervical spinal cord injury with neurologic deficit. *J Trauma.* oct 2005;59(4):912- 6; discussion 916.
- [5] Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet J-P, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med.* 1 févr 2011;183(3):364- 71.
- [6] Montoto-Marqués A, Trillo-Dono N, Ferreiro-Velasco ME, Salvador-de la Barrera S, Rodriguez-Sotillo A, Mourelo-Fariña M, et al. Risks factors of mechanical ventilation in acute traumatic cervical spinal cord injured patients. *Spinal Cord.* 2018;56(3):206- 11.
- [7] Crosby ET. Airway management in adults after cervical spine trauma. *Anesthesiology.* juin 2006;104(6):1293- 318.
- [8] Kılıç T, Goksu E, Durmaz D, Yıldız G. Upper cervical spine movement during intubation with different airway devices. *Am J Emerg Med.* juill 2013;31(7):1034- 6.
- [9] Bellazzini MA, Repplinger MD. Videolaryngoscope-assisted nasotracheal intubation for the difficult airway in trauma. *Air Med J.* août 2009;28(4):198- 200.
- [10] Gill N, Purohit S, Kalra P, Lall T, Khare A. Comparison of hemodynamic responses to intubation: Flexible fiberoptic bronchoscope versus McCoy laryngoscope in presence of rigid cervical collar simulating cervical immobilization for traumatic cervical spine. *Anesth Essays Res.* déc 2015;9(3):337- 42.
- [11] Wong SL, Shem K, Crew J. Specialized respiratory management for acute cervical spinal cord injury:: a retrospective analysis. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2012;18(4):283- 90.
- [12] Fenton JJ, Warner ML, Lammertse D, Charlifue S, Martinez L, Dannels-McClure A, et al. A comparison of high vs standard tidal volumes in ventilator weaning for individuals with sub-acute spinal cord injuries: a site-specific randomized clinical trial. *Spinal Cord.* mars 2016;54(3):234- 8.
- [13] Peterson WP, Barbalata L, Brooks CA, Gerhart KA, Mellick DC, Whiteneck GG. The effect of tidal volumes on the time to wean persons with high tetraplegia from ventilators. *Spinal Cord.* avr 1999;37(4):284- 8.

- [14] Galeiras Vázquez R, Rascado Sedes P, Mourelo Fariña M, Montoto Marqués A, Ferreiro Velasco ME. Respiratory management in the patient with spinal cord injury. *BioMed Res Int.* 2013;2013:168757.
- [15] Crew JD, Svircev JN, Burns SP. Mechanical insufflation-exsufflation device prescription for outpatients with tetraplegia. *J Spinal Cord Med.* 2010;33(2):128- 34.
- [16] Pillastrini P, Bordini S, Bazzocchi G, Belloni G, Menarini M. Study of the effectiveness of bronchial clearance in subjects with upper spinal cord injuries: examination of a rehabilitation programme involving mechanical insufflation and exsufflation. *Spinal Cord.* oct 2006;44(10):614- 6.
- [17] Sheel AW, Reid WD, Townson AF, Ayas NT, Konnyu KJ, Spinal Cord Rehabilitation Evidence Research Team. Effects of exercise training and inspiratory muscle training in spinal cord injury: a systematic review. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(5):500- 8.
- [18] Branco BC, Plurad D, Green DJ, Inaba K, Lam L, Cestero R, et al. Incidence and clinical predictors for tracheostomy after cervical spinal cord injury: a National Trauma Databank review. *J Trauma.* janv 2011;70(1):111- 5.
- [19] Nakashima H, Yukawa Y, Imagama S, Ito K, Hida T, Machino M, et al. Characterizing the need for tracheostomy placement and decannulation after cervical spinal cord injury. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* juill 2013;22(7):1526- 32.
- [20] Bach JR, Saporito LR. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. A different approach to weaning. *Chest.* déc 1996;110(6):1566- 71.
- [21] Quintard H, l'Her E, Pottecher J, Adnet F, Constantin J-M, De Jong A, et al. Intubation and extubation of the ICU patient. *Anaesth Crit Care Pain Med.* oct 2017;36(5):327- 41.
- [22] Richard-Denis A, Feldman D, Thompson C, Albert M, Mac-Thiong J-M. The impact of a specialized spinal cord injury center as compared with non-specialized centers on the acute respiratory management of patients with complete tetraplegia: an observational study. *Spinal Cord.* 2018;56(2):142- 50.