

MISE AU POINT / UPDATE

Faisabilité et place du décubitus ventral chez le patient non intubé de réanimation

Non intubated prone positioning in intensive care, feasibility and indications

Yonatan Perez¹ • Augustin Pasquet² • Mathieu Thepenier³ • Christophe Guervilly^{3,4} • Stephan Ehrmann^{2,5*}

Reçu le 11 mars 2022 ; accepté le 21 juillet 2022.

© SRLF 2022.

Résumé

La mise en décubitus ventral des patients non intubés a connu un développement exceptionnel durant la pandémie COVID-19. Dans cette mise au point, après avoir couvert le rationnel physiopathologique sous-tendant cette pratique, nous aborderons les indications, contre-indications ainsi que la faisabilité. Les données scientifiques issues de nombreuses études observationnelles mais aussi d'essais randomisés seront passées en revues avant d'envisager les aspects pratiques de la mise en décubitus ventral des patients non intubés de réanimation. Des données suggèrent un bénéfice en termes de réduction du recours à l'intubation chez les patients souffrant d'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique liées à la COVID-19 avec une bonne faisabilité de la technique et peu d'effets secondaires. Les indications sont larges chez ces patients et il convient de cibler une durée quotidienne de décubitus ventral d'au moins huit heures. Enfin, des travaux supplémentaires sont nécessaires pour évaluer l'intérêt de la technique chez d'autres groupes de patients.

Mots-clés : Décubitus ventral, décubitus ventral vigile, syndrome de détresse respiratoire aiguë, COVID-19

Abstract

Prone positioning of non-intubated patients has been widespread used during the COVID-19 pandemic. In this update, after covering the underlying pathophysiological rationale, we will discuss the indications, contraindications as well as the feasibility. We will review data from several observational studies but also from randomized trials and we will consider the practical aspects of placing non-intubated intensive care patients in the prone position. Strong data suggest a benefit in terms of intubation requirement reduction in patients with hypoxemic acute respiratory failure related to COVID-19 with a good feasibility of the technique and few side effects. In these patients, indications of awake prone positioning are broad, and daily session(s) totaling at least eight hours should be targeted. Further studies are needed to assess the potential benefits of the technique in other patients groups.

Keywords: Prone position, awake prone position, acute respiratory distress syndrome, acute respiratory failure, COVID-19

Introduction

La mise en décubitus ventral (DV) est un des éléments fondamentaux de la prise en charge du syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA). L'étude PROSEVA a démontré une réduction de la mortalité chez les patients intubés présentant des critères de SDRA [1] et

la mise en DV est intégrée aux recommandations les plus récentes [2].

La pandémie COVID-19 a induit une pression sans précédent sur les systèmes de santé et en particulier sur les services de réanimation. Dans ce contexte, on a noté dès le début de la pandémie un recours croissant à la technique de mise en DV chez le patient non intubé,

*Stephan Ehrmann

Médecine Intensive Réanimation, CHRU de Tours, Tours

✉ stephan.ehrmann@univ-tours.fr

La liste complète des auteurs est disponible à la fin de l'article.



l'objectif étant de diminuer le recours à l'intubation et le recours aux ressources de réanimation (lits de réanimation, respirateurs, sédatifs et curares). À cette époque, les données chez le patient non intubé étaient très limitées. Le DV a été utilisé de façon très large chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë due au SARS-COV-2 mais non intubés, avec différents dispositifs d'oxygénation (lunettes à oxygène, masque, oxygène à haut débit, CPAP [*continuous positive airway pressure*], ventilation non invasive [VNI]) et dans différents contextes (réanimation, unités de surveillance continue, mais aussi services d'hospitalisation conventionnelle).

Dans cette mise au point, après avoir considéré les aspects physiopathologiques, nous aborderons la faisabilité et la tolérance de la technique, ses contre-indications relatives et absolues, son efficacité en termes d'amélioration de l'oxygénation et de recours à l'intubation, ainsi que les aspects pratiques de la réalisation de la procédure de DV chez les patients non intubés.

Rationnel physiopathologique

L'amélioration de l'oxygénation lors de la mise en DV a fait l'objet de nombreuses publications ces 30 dernières années éclairant les nombreux mécanismes physiologiques pouvant être impliqués. Le physiologiste John West a décrit différentes zones pulmonaires en fonction des rapports ventilation/perfusion. En effet, le poids du parenchyme pulmonaire rend la ventilation à l'intérieur de celui-ci non homogène, les régions supérieures étant mieux ventilées, à l'inverse les régions inférieures sont mieux perfusées, cela est également dû à une moindre pression alvéolaire exercée sur les capillaires pulmonaires. En décubitus dorsal, une partie du parenchyme pulmonaire est située derrière le cœur et donc soumise à son poids, lors de la mise en décubitus ventral la levée de la contrainte liée au cœur va permettre de redistribuer la ventilation dans les territoires postérieurs dits dépendants de la gravité comme cela a été démontré avec l'utilisation de la tomodynamométrie notamment [3]. On assiste aussi la mise en DV à une diminution du gradient de pression pleurale dont la conséquence est d'améliorer la ventilation dans les zones postérieures [4]. On observe également un recrutement alvéolaire avec une ré-aération de certaines régions non ventilées et ce quel que soit le type d'atteinte (SDRA focal ou non focal) [5]. Par ailleurs, plusieurs travaux ont démontré à l'aide de l'utilisation du scanner à émission de positrons que la perfusion pulmonaire en décubitus ventral reste majoritairement distribuée aux zones dorsales. La résultante est une amélioration et une homogénéisation des rapports ventilation/perfusion, il s'agit du principal mécanisme d'amélioration de l'oxygénation en décubitus ventral [6]. Ces éléments sont résumés dans la **Figure 1**. Si ces données ont principalement été ob-

tenues chez des patients placés sous ventilation mécanique invasive, des travaux menés chez des patients non intubés et en ventilation spontanée semblent confirmer leur transposabilité que ce soit chez des patients sous ventilation non invasive ou sous oxygénothérapie à haut débit nasal [7, 8].

La baisse de la mortalité, y compris chez les patients ne montrant pas d'amélioration de l'oxygénation en DV, observée dans l'étude PROSEVA suggère que les effets bénéfiques du DV ne sont pas uniquement liés à l'amélioration des rapports ventilation/perfusion. Ainsi, un autre effet bénéfique du DV est l'amélioration de la mécanique ventilatoire. Lors du positionnement en décubitus ventral, les poumons se retrouvent dans un espace compris entre le sternum et les arcs costaux antérieurs dont la rigidité est augmentée, le rachis, et le diaphragme dont la course a été modifiée par l'augmentation de la pression intra-abdominale. Ainsi le volume courant se trouve distribué de manière plus homogène dans les territoires dépendants ou non de la gravité. La conséquence est une diminution de la déformation pulmonaire ou strain et une réduction des zones de cisaillement intra-parenchymateuses. Ainsi l'atténuation de lésions induites par la ventilation mécanique (barotraumatisme et volotraumatisme ou VILI pour *ventilator induced lung injury*), contribuerait à une meilleure protection pulmonaire en DV [9-11]. Cela a été confirmé sur le plan biologique avec par exemple une diminution de l'inflammation dans le poumon et une diminution des lésions histologiques d'apoptose [12, 13].

Chez les patients en ventilation spontanée de telles lésions pourraient également survenir. Récemment le concept de P-SILI (*Patient-self inflicted lung injury*) a émergé, découlant de données expérimentales et cliniques qui évoquent l'aggravation de lésions pulmonaires par des efforts respiratoires importants faisant suite à une commande respiratoire intense chez des patients en insuffisance respiratoire aiguë [14]. Ce phénomène dû à la majoration du strain pulmonaire lors de l'augmentation importante de la pression transpulmonaire avait même mené certains auteurs à proposer une intubation précoce chez les patients susceptibles de développer de telles lésions induites par une commande ventilatoire intense [15].

Le DV chez des patients non intubés pourrait diminuer ce type de lésion de par l'amélioration des échanges gazeux induite, susceptible de réduire la commande ventilatoire. Cependant, il n'existe à ce jour, aucune étude permettant de l'affirmer. Des données montrent une diminution de la fréquence respiratoire et une réduction de la dyspnée pouvant indirectement suggérer une diminution de la commande ventilatoire en DV.

Le décubitus ventral est susceptible d'augmenter le drainage des sécrétions bronchiques chez les patients

intubés et sous ventilation mécanique [16, 17]. Ce bénéfice théorique du DV vigile est à mettre en balance avec le risque de précipiter le recours à l'intubation trachéale d'un patient encombré et en détresse respiratoire.

Indications et contre-indications

Le DV pratiqué chez un patient non intubé avec ou sans support respiratoire pourrait être indiqué chez de nombreux patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë dès que la balance bénéfices attendus par rapport aux risques encourus paraît favorable et en l'absence de contre-indication absolue. De par l'absence de coûts directs, cette technique est réalisable et encouragée par l'OMS dans le contexte de la pandémie COVID-19, pour tout patient nécessitant une oxygénothérapie [18]. D'autres auteurs proposent de recourir au DV vigile en fonction d'un seuil d'oxygénation (rapport de saturation pulsée en oxygène sur fraction inspirée en oxygène (SpO_2 / FiO_2) < 315 mmHg, soit environ un seuil de 95 % de SpO_2 pour une oxygénothérapie à 3 L/min) [19].

Compte tenu du faible coût et de la bonne tolérance, les indications sont potentiellement larges.

Les contre-indications au DV chez les patients non intubés sont :

- celles classiquement décrites chez le patient intubé :
 - instabilité rachidienne ou pelvienne
 - traumatisme crânien avec hypertension intracrânienne suspectée

- instabilité hémodynamique
- chirurgie trachéale ou sternotomie récente
- pneumothorax non drainé
- 3^{ème} trimestre de la grossesse (contre-indication relative)
- syndrome du compartiment abdominal
- hypertension oculaire

2. celles spécifiques au patient vigile non intubé :

- incompréhension de la procédure, défaut de coopération du patient (agitation, confusion)
- intubation difficile prévisible (contre-indication relative)
- lésions, brûlures de la face antérieure du corps, en particulier du visage
- impossibilité de se retourner seul en urgence (obésité morbide, handicap moteur) : contre indication relative, dans un service avec du personnel en nombre pouvant retourner le patient il ne s'agit pas d'une contre-indication (réanimation)
- épilepsie non contrôlée (contre-indication relative)

Que ce soit à la phase initiale ou durant la prise en charge, il convient de recourir à l'intubation des patients lorsque l'indication est retenue sur les critères habituels, ainsi l'indication à une intubation contre-indique le recours au décubitus ventral vigile.

Faisabilité et tolérance du DV chez le patient non intubé

Avant le début de la pandémie COVID-19, la réalisation de séances de DV chez le patient non intubé a été rapportée

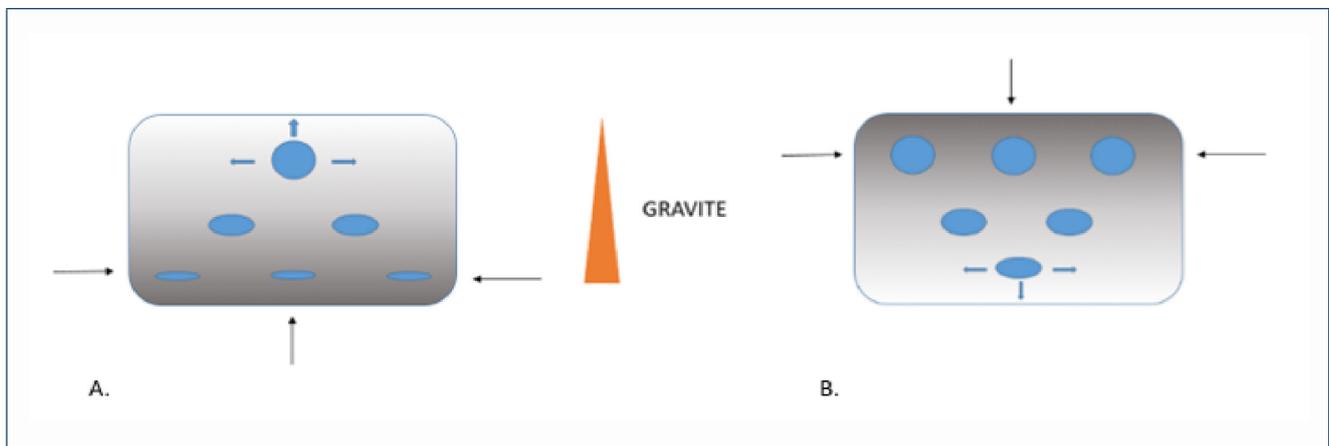


Figure 1 - Effets physiologiques du décubitus ventral

Sur cette figure le poumon étant schématisé par le rectangle, la vascularisation pulmonaire est représentée par l'échelle de gris, les cercles schématisent les alvéoles.

On voit les modifications de l'aération pulmonaire et de la répartition de la vascularisation en fonction de la position du malade (A : patient en décubitus dorsal, B patient en décubitus ventral).

On note également les forces de compressions exercées par la paroi thoracique (flèches fines) et ainsi les mouvements d'extension qui s'exercent sur la paroi alvéolaire lors de l'inspiration (flèches épaisses).

tout d'abord en pédiatrie dans un cas clinique chez un enfant noyé et une cohorte de 17 enfants [20, 21]. Dans les 2 expériences, une amélioration de l'oxygénation et de la compliance du système respiratoire a été rapportée. Chez l'adulte, avant la pandémie COVID-19, le DV vigile chez le patient non intubé a été évalué en combinaison à un support ventilatoire (haut débit nasal, VNI ou CPAP) chez des patients en insuffisance respiratoire aiguë dans 2 cohortes de 15 et 20 patients [7, 8]. L'intolérance de la position était de 13 et 10 %. La première étude, rétrospective, retrouvait une amélioration temporaire de l'oxygénation lors de la posture en DV, la seconde étude, prospective, réalisée chez des patients plus sévères retrouvait une amélioration de l'oxygénation et l'intubation considérée par les investigateurs comme évitée à court terme pour la moitié des patients.

L'expérience initiale chez les patients COVID-19 est plus large, principalement rapportée par des études rétrospectives avec des effectifs variés de patients (6 à 630). Les combinaisons possibles avec les supports respiratoires pouvant être 1/ une oxygénothérapie conventionnelle [22–25], 2/ une oxygénothérapie nasale à haut débit seule [26, 27] ou combinée à de la CPAP [28–30] ou bien 3/ la ventilation non invasive [31], la durée des séances allant de quelques minutes à 16 h par jour. Il faut noter le développement rapide du DV vigile dans tous les pays impactés par la pandémie avant une évaluation rigoureuse par des essais cliniques comparatifs. L'expérience princeps rapportée par Sun *et al.* [28] dès mars 2020 a mis en avant cette technique au sein d'un ensemble de mesures associant, le recours au haut débit nasal et à la VNI associés à une politique de restriction des apports hydriques, l'ensemble étant associé à un taux d'intubation très faible de l'ordre de 1 % pour 631 patients hospitalisés. L'ensemble de ces travaux montrent une amélioration des paramètres d'oxygénation lors de la mise en DV et documentent la bonne faisabilité générale de la technique.

Les principaux effets secondaires rapportés dans ces expériences étaient les douleurs dorsales, l'inconfort, les nausées/vomissements et la toux. Concernant des effets secondaires pouvant entraîner des complications sévères, des retraits accidentels de voies veineuses ont été rapportés (chez 3,5 % des patients dans l'étude de Padrao *et al.* [24]). Une revue systématique avec méta-analyse compilant les données de 25 études, rapporte les effets secondaires du DV vigile qui étaient colligés dans seulement 9 des 25 études [32]. Parmi elles, 4 études ne rapportaient aucun effet secondaire et 5 seulement des complications mineures, principalement des douleurs (dorsales, sternales ou périnéales), de l'inconfort ou une majoration de la toux ou de la dyspnée.

On peut raisonnablement craindre que ces études souffrent d'une sous-déclaration des effets secondaires

observés de par leur caractère le plus souvent rétrospectif. Néanmoins, la bonne tolérance du DV chez les patients non intubés sera confirmée dans les études randomisées d'efficacité (voir ci-dessous). Ainsi, dans le méta-essai randomisé international ayant inclus le plus grand nombre de patients à ce jour (n = 1121) [33], le nombre d'effets secondaires n'était pas différent entre les groupes (respectivement, 10 % et 8 %). Il s'agissait d'effets secondaires relativement bénins : de retraits accidentels de cathéter, de vomissements, de lésions cutanées de pression. Les arrêts cardiaques au cours du suivi étaient rares (3 événements dans chaque groupe). Il faut souligner qu'aucun arrêt cardiaque n'est survenu pendant le DV vigile ou les changements de position dans ce bras. Bien que les effets secondaires soient rares et plutôt bénins, le DV chez le patient non intubé nécessite la coopération du patient. Ainsi des effets secondaires comme des douleurs dorsales, bien que non graves peuvent significativement limiter la faisabilité de la technique. Par exemple, dans l'étude de Elharrar et collaborateurs, seuls deux tiers des patients étaient en mesure de tolérer une séance de 3h ou plus [26].

Pour résumer, la pratique du DV chez un patient non intubé et présentant une insuffisance respiratoire aiguë liée ou non à une pneumonie COVID-19 est faisable et n'engendre pas de risque d'effets secondaires majeurs quand les contre-indications habituelles sont respectées. Il faut noter l'absence de données cliniques rapportées pour la population pédiatrique atteinte de COVID-19.

Efficacité

Études observationnelles

Les premières séries descriptives, ne comportant en général pas de groupe contrôle, ont toutes montré une amélioration de l'oxygénation des patients durant les séances de DV et parfois au-delà. Pour évaluer des critères de jugement plus durs et centrés sur le devenir des patients comme le recours à l'intubation ou la mortalité, plusieurs équipes ont conduit des études comparatives (elles sont résumées dans le [Tableau 1](#)). Il faut noter que la nature observationnelle de ces travaux ne permet pas d'établir le lien de cause à effet entre DV et devenir des patients en raison de potentiels biais de confusion (facteurs associés à la fois à la mise en DV et à un meilleur pronostic par exemple). Malgré la mise en œuvre, dans certaines études, de méthodes d'ajustements destinées à rendre le plus comparable possible les groupes DV et contrôle, il est probable que des facteurs confondants résiduels persistent.

Il existe un très grand nombre d'études de ce type, de taille variable et plusieurs méta-analyses ont tenté d'en synthétiser les résultats. Les études de plus grande

envergure ont montré des résultats discordants. Ainsi une étude espagnole multicentrique ayant comparé prospectivement 55 patients COVID-19 sous haut débit nasal en réanimation mis en DV à 144 patients contrôles, n'a pas mis en évidence de différence, tant sur le recours à l'intubation que sur la mortalité [27]. Une étude brésilienne monocentrique et rétrospective a comparé les données de 57 patients COVID-19 nécessitant une supplémentation en oxygène d'au moins 3L/min aux urgences et placés en DV aux données de 109 patients contrôles. La réduction du recours à l'intubation (49 % vs 58 %) n'était pas statistiquement significative [24]. À l'inverse, dans l'étude de Jouffroy et collaborateurs [34], ayant inclus rétrospectivement, dans 4 services de réanimation, 379 patients souffrant de COVID-19 sous haut débit nasal, CPAP ou VNI, le recours à l'intubation (71 % vs 40 %) et la mortalité (28 % vs 10 %) étaient significativement réduits dans le groupe de patients mis en DV. De façon similaire, Perez-Nieto et collaborateurs ont comparé de façon rétrospective multicentrique aux urgences 505 patients sous oxygénothérapie standard ou haut débit nasal et DV à 322 patients contrôles et ont également observé une réduction significative du recours à l'intubation (40 % vs 23 %) et de la mortalité (37 % vs 20 %) [35]. Enfin, Prud'homme et collaborateurs ont comparé de façon rétrospective 48 patients hors réanimation et sous oxygénothérapie conventionnelle, mis en DV, à 48 patients contrôles appariés, et ont observé une réduction de l'escalade thérapeutique en termes de modalité d'oxygénothérapie (haut débit nasal, VNI, intubation) significative dans le groupe DV (52 % vs 31 %) [36]. Néanmoins le recours à l'intubation et la mortalité étaient similaires dans les deux groupes.

En dépit des difficultés méthodologiques à combiner des données d'études non randomisées, deux méta-analyses ont tenté de synthétiser les données disponibles dans ces travaux. Reddy et collaborateurs ont analysé 25 études, pour la majorité ne comportant pas de groupe contrôle, et rassemblant 758 patients et ont confirmé les effets favorables sur l'oxygénation (augmentation du rapport pression partielle artérielle en oxygène sur fraction inspirée en oxygène ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) de 40 mmHg environ et de la SpO_2 de 5 points de pourcentage environ) [32]. Ils observaient également une diminution significative bien que de faible amplitude de la fréquence respiratoire (baisse de 3 cycles par minute) en faveur d'une réduction de la commande ventilatoire. Une autre méta-analyse a tenté de mettre en œuvre une méthodologie comparative avec un groupe contrôle issu d'études observationnelles sur la même population de patients souffrant de la COVID-19 mais non mis en DV [37]. 921 patients placés en DV (issus de 27 études) ont été comparés à 870 patients non placés en DV (issus de 17 études). Les résultats confirment l'effet favorable

sur l'oxygénation, mais ne montrent pas de différence significative sur le recours à l'intubation ou la mortalité.

L'ensemble des cas cliniques, séries de patients et études observationnelles publiés ne permettent pas de conclure quant à l'efficacité du DV chez les patients non intubés au-delà des effets bénéfiques observés sur l'oxygénation. Mais chez plusieurs milliers de patients COVID-19 non intubés mis en DV vigile et rapportés dans ces travaux, il ne semble pas y avoir de signal d'alerte de sécurité et la faisabilité apparaît bonne en conditions réelles à large échelle.

Essais randomisés

Si le recours au DV chez les patients non intubés souffrant de la COVID-19 n'a pas attendu la publication de travaux avec un haut niveau de preuve, nous disposons maintenant de 7 essais randomisés sur le sujet, leurs caractéristiques sont décrites dans le **Tableau 2**. Trois essais ont inclus des patients uniquement en service d'hospitalisation conventionnelle [38–40], 2 exclusivement des patients en réanimation [41, 42], enfin 2 essais comportent des patients dans les deux types d'unités [33, 43]. Les modalités d'oxygénation étaient variables d'une étude à l'autre : oxygène standard, VNI ou haut débit nasal. Les objectifs de temps passé en DV étaient variables d'une étude à l'autre (**Tableau 2**). L'étude avec le plus gros effectif ($n = 1121$), présente un design original de méta-essai international, c'est-à-dire d'une méta-analyse prospective de données issues de plusieurs essais nationaux [33]. Les auteurs ont combiné les données en temps réel pour réaliser des analyses intermédiaires à l'échelle du méta-essai international durant les vagues épidémiques permettant un gain de puissance et d'efficacité en période pandémique [44–46]. Il s'agit de la seule étude ayant montré un bénéfice en termes de réduction du recours à l'intubation. Les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique induite par la COVID-19 ($\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 315$ ou $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ mmHg) et traités par oxygène à haut débit nasal ont été randomisés pour être placés en DV le plus longtemps possible chaque jour jusqu'au sevrage du haut débit nasal ou bien recevoir des soins standards. Le critère de jugement principal était l'échec de traitement défini comme le recours à l'intubation ou le décès à 28 jours de l'inclusion. Le recours à ce critère composite était motivé par l'éventualité d'une limitation des thérapeutiques sur l'intubation, non décidée à l'inclusion (critère de non inclusion) pouvant conduire secondairement au décès de patients sans intubation. À l'inclusion, la presque totalité des patients étaient hospitalisés en réanimation ou en unité de surveillance continue (> 95 %). Confirmant les travaux observationnels, les paramètres d'oxygénation

Tableau 1 - Études non randomisées avec groupe contrôle (1/4)

Auteur, année	Altinay, 2021	Alsharif, 2021	Barker, 2021	Fazzini, 2021	Ferrando, 2020
Pays	Turquie	Arabie saoudite	Royaume-Uni	Royaume-Uni	Espagne
Design	Monocentrique, rétrospectif	Monocentrique, prospectif	Monocentrique, rétrospectif	Monocentrique, prospectif	Multicentrique, prospectif
Contexte*	Réanimation	NC	Réanimation	Hospitalisation conventionnelle	Réanimation
Intervention/ Groupes/ Contrôles	Soins standards (MHC) Soins standards (MHC) + DV	Soins standards (CPAP) Soins standards (CPAP) + DV	Soins standards (VNI) Soins standards (VNI) + DV	Soins standards (MMC, OHD, CPAP) + DV <1h Soins standards (MMC, OHD, CPAP) + DV >1h	Soins standards (OHD) Soins standards (OHD) + DV
n	23 25	48 31	10 10	12 34	144 55
Objectif de temps passé en DV	18h/j par intermittence	NC	Autant que possible	Autant que possible	> 16h/j
Temps passé en DV	NC	NC	NC	NC	NC
IMC (kg/m²)	26,6 ± 3,1 25,1 ± 2,5	NC	NC	NC	27,3 (25,1-29,4) 26,8 (24,8-31,2)
PaO₂/FiO₂ ou SpO₂/FiO₂**	167,6 (159,5-213,5) 175,7 (156,8-193,2)	NC	NC	NC	111,0 (83,0-144,0) 125,0 (99,0-187,0)
Intubation (n, %)	19 (82,6) p = 0,001 8 (32,0)	12 (25,0) p = 0,035 2 (6,5)	5 (50) p = 0,65 6 (60)	10 (83) p = 0,001 10 (29)	60 (41,7) p = 0,60 22 (40)
Mortalité (n, %)	16 (69,6) p = 0,020 9 (36,0)	5 (10,4) p = 0,395 1 (3,2)	4 (40) p = 0,12 1 (10)	5 (42) p = 0,325 9 (26)	17 (11,8) p = 0,92 8 (14,5)

Les données sont présentées en moyenne ± écart type ou médiane (IQR).

CPAP : *continuous positive airway pressure* ; DV : décubitus ventral ; IMC : indice de masse corporelle ; IOT : intubation oro-trachéale ; j : jour ; MHC : masque à haute concentration ; MMC : masque à moyenne concentration ; NC : non connu ; OHD : oxygène à haut débit ; O₂ : oxygène ; USC : unité de surveillance continue ; VNI : ventilation non invasive ; n : nombre de patients par groupe. *: à l'inclusion

Tableau 1 - Études non randomisées avec groupe contrôle (suite 2/4)

Auteur, année	Jagan, 2020	Jouffroy, 2021	Loureiro-Amigo, 2021	Meredith, 2021
Pays	USA	France	Espagne	USA
Design	Monocentrique, rétrospectif	Multicentrique, rétrospectif	Multicentrique, rétrospectif	Monocentrique, rétrospectif
Contexte*	NC	Réanimation	Hors Réanimation	Réanimation
Intervention/ Groupes/ Contrôles	Soins standards (lunettes à O ₂ , MMC, MHC, OHD, CPAP, VNI) Soins standards (lunettes à O ₂ , MMC, MHC, OHD, CPAP, VNI) + DV (1h00 en continu la journée + 1h00 en continu la nuit avec 5 essais par jour)	Soins standards (lunettes à O ₂ , MMC, OHD, CPAP, VNI) Soins standards (lunettes à O ₂ , MMC, OHD, CPAP, VNI) + DV	Soins standards Soins standards + DV	Soins standards Soins standard + DV
n	65 40	339 40	103 60	87 26
Objectif de temps passé en DV	Au moins 1h00 en continu la journée + 1h00 en continu la nuit avec 5 essais par jour	3h-6h par session 2 fois par jour	NC	NC
Temps passé en DV	NC	NC	NC	NC
IMC (kg/m ²)	28,0 (24,9-34,4) 31,3 (26,4-37,5)	28 (25-32) 28,5 (26-31)	NC	NC
PaO ₂ /FiO ₂ ou SpO ₂ /FiO ₂ **	NC	138 (98-196) 90 (71-125)	400 (241,7-438,1) 409,5 (306,3-438,1)	NC
Intubation (n, %)	18 (27,7) p = 0,031 4 (10)	240 (71) p = 0,419 16 (40)	NC	14 (16,1) p = 0,572 3 (11,5)
Mortalité (n, %)	16 (24,6) p < 0,001 0 (0)	96 (28,3) p = 0,178 4 (10,0)	64 (62,1) p = 0,023 26 (43,3)	NC

Les données sont présentées en moyenne ± écart type ou médiane (IQR).

CPAP : *continuous positive airway pressure* ; DV : décubitus ventral ; IMC : indice de masse corporelle ; IOT : intubation oro-trachéale ; j : jour ; MHC : masque à haute concentration ; MMC : masque à moyenne concentration ; NC : non connu ; OHD : oxygène à haut débit ; O₂ : oxygène ; USC unité de surveillance continue ; VNI ventilation non invasive ; n : nombre de patients par groupe. *: à l'inclusion

Tableau 1 - Études non randomisées avec groupe contrôle (suite 3/4)

Auteur, année	Ni, 2020	Padrao, 2020	Perez-Nieto, 2021	Pierucci, 2021	Prud'homme, 2021
Pays	Chine	Brésil	Mexique, Équateur	Italie	France
Design	Monocentrique, prospectif	Monocentrique, rétrospectif	Multicentrique, rétrospectif	Monocentrique, rétrospectif	Multicentrique, rétrospectif
Contexte*	Réanimation	Urgences	Urgences	USC	Hors Réanimation
Intervention/ Groupes/ Contrôles	Soins standards Soins standards + DV	Soins standards (lunettes à O ₂ , masque Venturi, MHC) Soins standards (lunettes à O ₂ , masque Venturi, MHC) + DV	Soins standards (lunettes à O ₂ , MHC, OHD) Soins standards (lunettes à O ₂ , MHC, OHD) + DV	Soins standards (OHD, CPAP, VNI) Soins standards (OHD, CPAP, VNI) + DV	Soins standards (lunettes à O ₂ , MHC, OHD, VNI) Soins standards (lunettes à O ₂ , MHC, OHD, VNI) + DV
n	35 20	109 57	322 505	16 16	48 48
Objectif de temps passé en DV	≥ 4h/j pendant 10 jours	≥ 4h lors de la 1ère session puis 2 fois par jour	NC	Autant que possible	≥ 3h/j pendant 3 jours consécutifs. Sessions de 1h-12h.
Temps passé en DV	NC	NC	12h (8-24) au total	NC	NC
IMC (kg/m ²)	NC	NC	NC	NC	28 ± 5 27 ± 5
PaO ₂ /FiO ₂ ou SpO ₂ /FiO ₂ **	128 ± 60 147 ± 51	NC	201,1 ± 89,8 182,4 ± 75,4	179 ± 18 226 ± 74	299 ± 45** 279 ± 84**
Intubation (n, %)	1 (2,9) 0 (0)	53 (49) p = 0,69 33 (58)	130 (40,4) p < 0,0001 119 (23,6)	3 (18,7) 2 (12,5)	8 (16,7) p = 0,779 7 (14,6)
Mortalité (n, %)	NC	22 (20) p = 0,50 6 (11)	120 (37,3) p < 0,0001 100 (19,8)	3 (18,7) 0 (0)	6 (12,5) p = 0,740 4 (8,3)

Les données sont présentées en moyenne ± écart type ou médiane (IQR).

CPAP : *continuous positive airway pressure* ; DV : décubitus ventral ; IMC : indice de masse corporelle ; IOT : intubation oro-trachéale ; j : jour ; MHC : masque à haute concentration ; MMC : masque à moyenne concentration ; NC : non connu ; OHD : oxygène à haut débit ; O₂ : oxygène ; USC unité de surveillance continue ; VNI ventilation non invasive ; n : nombre de patients par groupe. *: à l'inclusion

Tableau 1 - Études non randomisées avec groupe contrôle (suite 4/4)

Auteur, année	Simioli, 2021	Sryma, 2021	Tonelli, 2021	Vianello, 2021	Zang, 2020
Pays	Italie	Inde	Italie	Italie	Chine
Design	Monocentrique, rétrospectif	Monocentrique, prospectif	Multicentrique, rétrospectif	Monocentrique, prospectif	Monocentrique, prospectif
Contexte*	USC	NC	Réanimation	USC	Réanimation
Intervention/ Groupes/ Contrôles	Soins standards (OHD, CPAP) Soins standards (OHD, CPAP) + DV	Soins standards (oxygénothérapie conventionnelle, OHD, VNI) Soins standards (oxygénothérapie conventionnelle, OHD, VNI) + DV	Soins standards (OHD, CPAP, VNI) Soins standards (OHD, CPAP, VNI) + DV	Soins standards (OHD) Soins standards (OHD) + DV	Soins standards (MMC) Soins standards (MMC) + DV
n	11 18	15 30	76 38	43 50	37 23
Objectif de temps passé en DV	NC	≥ 2h par session, avec pour objectif 8h/j	≥ 3h par session avec pour objectif 1-4 sessions/j	Séances ≥ 2h00 2 fois/j	NC
Temps passé en DV	3h/j ≥ 10h/j	NC	NC	NC	13,43h ± 8,04
IMC (kg/m ²)	28 ± 5 28 ± 2	NC	28 (20-37) 26 (19-36)	28,3 (22,9-33,3) 26,9 (20,8-41,5)	NC
PaO ₂ /FiO ₂ ou SpO ₂ /FiO ₂ **	95 ± 92 96,5 ± 35	NC	153 (84-232) 141 (73-223)	92,4 (52,4-240,9) 107,2 (6,8-300,0)	NC
Intubation (n, %)	2 (18) 1 (5,5)	5 (33,3) p = 0,02 2 (6,7)	30 (39,5) p = 0,04 7 (18)	12 (28) p = 0,014 4 (8)	4 (10,8) p = 0,54 8 (34,8)
Mortalité (n, %)	3 (27) 0 (0)	4 (26,7) p = 0,06 2 (6,7)	17 (23) p = 0,4 5 (13)	7 (16) p = 0,047 2 (4)	28 (75,7) p = 0,01 10 (43,5)

Les données sont présentées en moyenne ± écart type ou médiane (IQR).

CPAP : *continuous positive airway pressure* ; DV : décubitus ventral ; IMC : indice de masse corporelle ; IOT : intubation oro-trachéale ; j : jour ; MHC : masque à haute concentration ; MMC : masque à moyenne concentration ; NC : non connu ; OHD : oxygène à haut débit ; O₂ : oxygène ; USC unité de surveillance continue ; VNI ventilation non invasive ; n : nombre de patients par groupe. *: à l'inclusion

Tableau 2 - Essais randomisés (1/2)

Auteur, année	Taylor et al, 2020	Kharat et al, 2021	Gad, 2021
Pays	USA	Suisse	Égypte
Design	Monocentrique	Monocentrique	Monocentrique
Critères d'inclusion	≥ 18 ans, PCR Covid-19+ de moins de 7 jours ou suspicion de pneumonie Covid-19, SpO ₂ < 93 % en AA ou besoins en O ₂ ≥ 3L/min	≥ 18 ans, pneumonie Covid-19, O ₂ 1-6L/min pour obtenir une SpO ₂ entre 90 et 92 %	≥ 18 ans, PCR Covid-19+, SpO ₂ < 90 % sous O ₂ 5-10 L/min au masque à moyenne concentration, PaO ₂ /FiO ₂ < 200 mmHg, FR > 24 cycles/min, atteinte bilatérale au scanner, sujet coopérant
Critères d'exclusion	CI au DV (incapacité à se positionner seul en DV, instabilité rachidienne, fractures de la face ou du pelvis, thoracotomie ou laparotomie, trouble de la vigilance, intubation difficile prévisible, signes d'épuisement respiratoire, fin de vie)	Prise en charge en réanimation ou USC, O ₂ > 6L/min ou FiO ₂ > 40 % au masque Venturi pour obtenir une SpO ₂ entre 90 et 92 %, grossesse, fin de vie, incapacité à se positionner seul en DV	Indication d'intubation, signes de lutte respiratoire, PAS < 100 mmHg, incapacité ou refus d'être placé en DV ou sous VNI
Contexte*	Hospitalisation conventionnelle	Hospitalisation conventionnelle	Réanimation
Intervention	Soins standards (AA, lunettes à O ₂ , OHD, VNI) Soins standards (AA, lunettes à O ₂ , OHD, VNI) + DV	Soins standards (lunettes à O ₂) Soins standards (lunettes à O ₂) + DV	Soins standards (Masque à réserve) + VNI Soins standards (Masque à réserve) + DV
n	13 27	17 12	15 15
Objectif de temps passé en DV	NC	12h/j Changement de position / 4h	1-2h toutes les 3h
Temps effectivement passé en DV (heures)	NC	0,11h ± 0,48 (24 premières heures) 4,9h ± 3,6 (24 premières heures)	NC
IMC (kg/m²)	31 (28-38) 29 (26-39)	27,3 ± 4,2 29,7 ± 5,3	NC
PaO₂/FiO₂ ou SpO₂/FiO₂**	NC	336 (303-388)** 318 (284-341)**	111 (97-175) 126 (88-164)
Intubation	0 (0 %) 0 (0 %)	0 (0 %) 0 (0 %)	3 (20 %) 3 (20 %)
Mortalité	0 (0 %) 0 (0 %)	0 (0 %) 0 (0 %)	3 (20 %) 3 (20 %)

Les données sont présentées en moyenne ± écart type ou médiane (IQR).

AA : air ambiant ; CI : contre-indication ; DV : décubitus ventral ; FR : fréquence respiratoire ; IMC : indice de masse corporelle ; LAT : limitations et arrêt des thérapeutiques ; NC : non connu ; OHD : oxygène à haut débit ; O₂ : oxygène ; PAS : pression artérielle systolique ; USC unité de surveillance continue ; VNI ventilation non invasive.

*Données relevées à l'inclusion

Tableau 2 - Essais randomisés (suite 2/2)

Jayakumar, 2021	Rosen et al, 2021	Johnson et al, 2021	Ehrmann et al, 2021
Inde	Suède	USA	Canada, France, Irlande, Mexique, USA, Espagne
Multicentrique	Multicentrique	Monocentrique	Multicentrique
≥ 18 ans, O ₂ ≥ 4L/min pour une SpO ₂ ≥ 92 % ou PaO ₂ /FiO ₂ entre 100-300 et PaCO ₂ < 45 mmHg	≥ 18 ans, PCR Covid-19 +, insuffisance respiratoire aiguë, OHD ou VNI, PaO ₂ /FiO ₂ < 150 mmHg (ou SpO ₂ /FiO ₂ équivalent) pendant > 1h	≥ 18ans, symptômes de Covid-19 et test covid-19 + ou en cours	≥ 18 ans, insuffisance respiratoire aiguë sur pneumonie Covid-19 prouvée par PCR ou hautement probable en attente de confirmation microbiologique, oxygénation par OHD, SpO ₂ /FiO ₂ ≤ 315 ou PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 300
Grossesse, noradrenaline ≥ 0,1 µg/kg/min, GCS < 15, indication d'intubation, CI au DV (instabilité rachidienne, arythmie sévère)	Supplémentation en oxygène par un dispositif autre que OHD ou VNI, incapacité à être placé en DV, indication d'intubation, instabilité hémodynamique sévère, antécédent d'intubation pour pneumonie Covid-19, grossesse, espérance de vie estimée < 1 an, LAT sur l'intubation, incapacité à consentir	Grossesse, incapacité à se positionner seul en DV, patient incarcéré, hospitalisation en réanimation ou transfert imminent, ventilation mécanique, fin de vie	Incapacité à consentir, refus de consentement, instabilité hémodynamique, IMC > 40 kg/m ² , grossesse, CI au DV
Réanimation	Hospitalisation conventionnelle, Réanimation	Hospitalisation conventionnelle	Hospitalisation conventionnelle, Urgences, USC, Réanimation
Soins standards (lunettes à O ₂ , Masque simple ou réserve, OHD, VNI) Soins standards (lunettes à O ₂ , Masque simple ou réserve, OHD, VNI) + DV	Soins standards (OHD, VNI) Soins standards (OHD, VNI) + DV intensif	Soins standards (AA, lunettes à O ₂) Soins standards (AA, lunettes à O ₂) + DV	Soins standards (OHD) Soins standards (OHD) + DV
30 30	39 36	15 15	557 564
≥ 6h /j	≥ 16h/j	Séances de 1-2h ou tant que toléré Changement de position / 4h	Le plus de temps possible chaque jour
NC	Temps moyen par jour : 3,4h (1,8-8,4) Temps moyen par jour : 9h (4,4-10,6)	Temps cumulé sur 72h : 1,6h	Temps moyen par jour : 5h (1,6-8,8)
25,8 ± 2,6 28,2 ± 5,7	29 (27-33) 28 (25-30)	29,3 (24,4-32,9) 32,9 (27,5-39,4)	29,7 ± 4,6 29,7 ± 4,6
185 ± 126 201 ± 118	115,5 (93,75-129,75) 115,5 (86,25-130,5)	NC	117,3 ± 37,2 119,3 ± 43,3
4 (13,3 %) 4 (13,3 %)	13 (33 %) p = 0,99 12 (33 %)	1 (6,7 %) p = 1,000 2 (13,3 %)	223 (40 %) p = 0,0038 185 (33 %)
2 (6,7 %) p = 1 3 (10 %)	3 (8 %) p = 0,30 6 (17 %)	0 (0 %) p = 0,483 2 (13,3 %)	132 (24 %) p = 0,27 117 (21 %)

Les données sont présentées en moyenne ± écart type ou médiane (IQR).

 AA : air ambiant ; CI : contre-indication ; DV : décubitus ventral ; FR : fréquence respiratoire ; IMC : indice de masse corporelle ; LAT : limitations et arrêt des thérapeutiques ; NC : non connu ; OHD : oxygène à haut débit ; O₂ : oxygène ; PAS : pression artérielle systolique ; USC unité de surveillance continue ; VNI ventilation non invasive.

*Données relevées à l'inclusion

($\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$, fréquence respiratoire, ROX index) ont été améliorés au cours de la 1^{ère} séance de DV et cette amélioration persistait au moins une heure après remise en décubitus dorsal. Le ROX-index est le ratio entre le rapport $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ et la fréquence respiratoire. C'est un score purement clinique combinant en un seul chiffre les 3 principaux paramètres de la surveillance d'un patient en insuffisance respiratoire aiguë. Chez un patient présentant une insuffisance respiratoire aiguë et placé sous OHD, un score $> 4,88$ à la 12^{ème} heure est prédictif d'un succès de la technique avec un risque moins élevé d'intubation. À l'inverse, un score $< 3,85$ à la 12^{ème} heure est prédictif d'un échec de la technique [47, 48]. Ces données, établies avant la pandémie COVID ont par la suite été confirmées chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë liée au COVID. Ainsi Zucman *et al.* [49], retrouvent un risque d'intubation abaissé chez les patients COVID sous OHD et présentant un ROX-index $> 5,37$ à la 4^{ème} heure. Dans une méta-analyse colligeant 8 articles [50], le ROX-index présente une bonne valeur discriminante pour la prédiction de l'échec de l'OHD chez les patients COVID. Dans le meta-essai évaluant le DV vigile, l'échec de traitement (intubation ou décès) est survenu chez 40 % des patients du groupe DV contre 46 % des patients du groupe contrôle (risque relatif 0,86 ; intervalle de confiance à 95 % 0,75–0,98). Le recours à l'intubation à 28 jours était significativement réduit : 33 % *versus* 40 % (hazard ratio 0,75; intervalle de confiance à 95 % 0,62-0,91). La réduction de mortalité à 28 jours n'était pas statistiquement significative : 21 % *versus* 24 % (hazard ratio 0,87 ; intervalle de confiance à 95 % 0,68-1,11). Les effets secondaires étaient pour l'essentiel bénins et de fréquence identique dans les deux groupes. À noter que le devenir des patients intubés était identique dans les deux groupes, tant en termes de survie que de durée de ventilation mécanique invasive, il n'y avait donc pas de signal en faveur d'un effet potentiellement délétère d'une intubation plus tardive dans le groupe DV. Ce méta-essai international apporte les arguments les plus forts en faveur d'un rapport bénéfice risque très favorable de la mise en DV des patients vigiles non intubés souffrant de la COVID-19. Les autres essais randomisés, de plus petite envergure ou incluant des patients en dehors du contexte de réanimation ou soumis à une oxygénothérapie standard n'ont pas retrouvé ce bénéfice.

Plusieurs méta-analyses ont inclus des panels variés d'études randomisées et non randomisées et ont montré des résultats contradictoires. La méta-analyse la plus récente et la plus complète, comportant les 7 essais randomisés actuellement disponibles ainsi que les données de 3 essais randomisés encore en cours de publication confirme les données du méta-essai [51].

Cette méta-analyse montre sur un effectif de près de 2 000 patients inclus dans des essais randomisés une réduction significative du recours à l'intubation grâce au DV, sans effet significatif sur la mortalité. À noter que le bénéfice est restreint aux patients inclus dans un contexte de réanimation ou de surveillance continue et soumis à un support d'oxygénation intensif (haut débit nasal ou VNI) et n'est pas observé en hospitalisation conventionnelle ou chez les patients sous oxygénothérapie standard.

Ainsi, les données actuelles plaident en faveur d'une mise en DV des patients souffrant de la COVID-19, hospitalisés en réanimation et soumis au haut débit nasal ou à la VNI, les données étant moins nombreuses avec cette dernière modalité. Si la technique a été largement utilisée en dehors de la réanimation, il faut rappeler que les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë et placés en DV sont à risque d'intubation et doivent pouvoir bénéficier d'une surveillance adaptée.

Il existe des arguments en faveur d'une mise en DV précoce de ces patients, dans la mesure où une analyse post-hoc d'un des essais randomisés retrouvait un bénéfice de mortalité chez les patients mis en DV dans les 24 heures suivant l'initiation du haut débit nasal [52].

Par ailleurs, il existe des arguments importants pour viser un temps passé en DV chaque jour le plus long possible. Si le temps médian passé en DV dans le méta-essai international était de 5 heures, il y avait des variations importantes entre les essais nationaux (de 1,6 heures à 8,6 heures quotidiennes). L'échec du traitement (critère de jugement principal : intubation ou décès à 28 jours) survenait chez 48 % des patients passant moins de 8h quotidiennes en DV et chez 17 % de ceux y passant plus de 8 heures. Une étude observationnelle portant sur 187 patients ayant observé une réduction du recours à l'intubation dans un groupe de patients mis en DV 6 heures par jour comparativement à un groupe contrôle (odds ratio global 0,36) a montré une relation dose-réponse [53]. En effet, l'odds ratio de réduction du recours à l'intubation était de 0,29, 0,16 et 0,08 pour les patients passant respectivement plus de 8h, 12h et 16h en DV. Bien entendu, les patients avec un meilleur pronostic initial pourraient être susceptibles de mieux tolérer le DV et de faire des séances plus longues. Malgré ce facteur confondant difficile à éliminer méthodologiquement, ces résultats s'ajoutent aux arguments indirects issus des données connues chez les patients intubés pour lesquels une relation dose-effet est également assumée.

À ce jour, il n'existe pas de données sur l'influence du fractionnement du temps passé en DV. De nouveaux travaux seraient nécessaires pour déterminer si 8h00 continues passées en DV sont équivalentes à 2 fois 4h00 ou 4 fois 2h00 en termes d'amélioration de l'oxygénation et de réduction du recours à l'intubation.

Mettre en DV un patient non intubé en pratique

La mise en DV d'un patient non intubé est illustrée dans la **Figure 2**. Trois temps peuvent être identifiés, avant, pendant et après la séance de DV et faire l'objet d'une *check-list* comme proposée dans le **Tableau 3**.

Avant la mise en DV

On s'assurera de l'absence de contre-indication. Il semble essentiel d'expliquer la technique (rationnel, bénéfices attendus, durée prévisionnelle de la séance) au patient de façon à obtenir son adhésion. Expliquer qu'il existe une morbi-mortalité importante associée à l'intubation et à la ventilation mécanique et qu'il a été prouvé de façon scientifique que le DV chez le patient non intubé, réduit le recours à l'intubation peut être une source de motivation importante. Certains patients n'ayant pas l'habitude de dormir sur le ventre tolèrent parfaitement la technique et il ne semble pas y avoir lieu de la réserver à ceux qui auraient cette habitude avant hospitalisation.

Les patients admis en réanimation pour une insuffisance respiratoire aiguë grave sont fréquemment placés sur des matelas à air. Le placement en DV d'un patient non intubé sur ce type de matelas peut être difficilement toléré et il peut être utile d'en changer pour un matelas classique. Chez le patient de réanimation, on propose que le retournement soit encadré par 2 soignants au minimum, en particulier pour les premiers retournements, incluant aides-soignants, infirmiers, kinésithérapeutes ou médecins, l'un assurant le leadership. L'accompagnement du patient par l'équipe soignante semble être un point important pour le succès de la technique, les études ayant évalué la mise en DV autonome par le patient (« *self proning* »), essentiellement dans des services d'hospitalisation conventionnelle ayant donné des résultats plutôt décevants quant à la mise en oeuvre effective de la technique.

Sous haut débit nasal ou VNI, la FiO_2 peut être majorée à 100 % quelques minutes avant le retournement. Comme chez le patient intubé, il est important de sécuriser les dispositifs invasifs (cathéters, sonde vésicale) et le support respiratoire. Les électrodes ventrales sont retirées avant le retournement.

Pendant le DV

Si le patient est capable de se retourner seul, on le laisse se retourner comme il le souhaite. S'il a besoin d'aide, on pourra suivre les 4 étapes décrites chez le patient intubé : translation latérale, mise en décubitus latéral, retournement, réinstallation [54].

La sécurisation des dispositifs invasifs (cathéters, sonde vésicale) et la continuité du support respiratoire

doivent être assurés pendant la phase de retournement. Les électrodes sont placées sur le dos une fois le patient retourné.

Les bras peuvent être placés en avant, le long du corps ou en position de nageur selon la préférence du patient. Il peut être utile de placer des coussins, oreillers ou traversins sous le thorax, sous la tête et sous les chevilles : il est important de prendre le temps d'échanger avec le patient, d'essayer plusieurs positionnements de coussins et traversins pour améliorer son confort. Chez les patients sous haut débit nasal, des canules amovibles peuvent limiter la gêne occasionnée par les canules fixes lors du positionnement latéral de la tête.

L'accès du patient à son téléphone portable ou à tout moyen de distraction (tablette, musique, livres...) doit être facilité car facteur d'adhésion à la technique permettant de prolonger les séances.

Avant de quitter la chambre, on s'assure de l'accès du patient à la sonnette.

L'objectif doit être de passer un maximum de temps chaque jour en DV, il est donc important d'évaluer régulièrement la tolérance durant la séance tout en effectuant du renforcement positif envers le patient.

Que faire en cas d'intolérance ? On peut commencer par réinstaller le patient et tenter d'optimiser le confort. L'évaluation de la douleur liée à la position doit être régulière avec le recours à des antalgiques si nécessaire.

La présence de la famille peut permettre d'augmenter la durée des séances en encourageant le patient et en réduisant son anxiété. Certaines équipes ont eu recours à des molécules à visée anxiolytique et/ou sédatrice comme les benzodiazépines ou la dexmédétomidine [55, 56], mais leur utilité et sécurité dans ce contexte n'a pas été évaluée formellement.

Si les patients ne tolèrent pas la séance malgré ces mesures additionnelles, il semble contre-productif de poursuivre. On peut alors proposer d'écourter la séance et en proposer une nouvelle plus tard dans la journée. Certains patients, en répétant des séances multiples sur la journée, totalisent *in fine* des durées de DV importantes.

Chez les patients ne tolérant pas le DV, une alternative a été proposée dans la littérature. Rauseo et collaborateurs [57] rapportent le cas d'un patient présentant une insuffisance respiratoire aiguë liée au COVID, placé sous CPAP et ne tolérant pas les séances de DV. Le patient est placé en position « tripode » c'est-à-dire assis sur un fauteuil, le thorax penché vers l'avant, la tête et les membres supérieurs reposant sur un support plat. Les auteurs rapportent une amélioration de l'oxygénation ainsi qu'une intubation évitée. Coppo et collaborateurs [58] ont utilisé la même technique et l'ont dénommée « position du penseur de Rodin » en référence à la sculpture « Le penseur » d'Auguste Rodin (1840-1917). Cette sculpture représente un homme assis, le thorax courbé vers l'avant.



Figure 2 - Mise en décubitus ventral d'un patient non intubé

- A : patient en décubitus dorsal.
- B : translation latérale.
- C : position latérale.
- D : retournement en décubitus ventral.
- E : réinstallation.
- F : position des bras en nageur.
- G : position des bras le long du corps.
- H : positionnement d'un coussin sous le thorax.

Le positionnement de coussins sous la tête, les bras ou les jambes, en fonction des préférences du patient peut aider à améliorer la tolérance.

Tableau 3 - Exemple de « *check-list* » pour la réalisation d'une séance de DV chez un patient non intubé

	Avant	Pendant	Après
Patient	<p>Explications de la procédure (rationnel, bénéfices attendus, durée prévisionnelle de la séance)</p> <p>S'assurer de la compréhension et recueillir le consentement oral</p>	<p>1. Le patient se retourne seul 2. Le patient est aidé</p> <p>S'assurer de son confort</p> <p>Relever la position choisie (ventrale, latérale) et la position des bras (croisée sous la tête, le long du corps, position du nageur..) pour les futures séances</p>	<p>Relever nombre de séances et durée de façon quotidienne</p>
Matériel	<p>Monitoring continu fonctionnel (SpO₂, ECG, PNI, fréquence respiratoire)</p> <p>Coussins, oreillers, traversins Aspiration fonctionnelle</p> <p>Chariot d'urgence (avec nécessaire pour intubation en séquence rapide) à proximité</p>	<p>Monitoring continu fonctionnel (SpO₂, ECG, PNI, fréquence respiratoire)</p>	
Surveillance	<p>Signes vitaux : SpO₂, FC, PNI, fréquence respiratoire</p> <p>Voie veineuse de bon calibre fonctionnelle</p> <p>Le cas échéant : monitoring fœtal</p> <p>Augmenter transitoirement les apports en O₂ avant le retournement</p>	<p>Interruption transitoire du monitoring continu</p> <p>S'assurer de la continuité de l'apport en O₂ (prolongation préalable des tubulures si nécessaire)</p> <p>Puis reprise de la surveillance des signes vitaux : SpO₂, FC, PNI, FR</p> <p>Voie veineuse fonctionnelle</p> <p>Le cas échéant : monitoring fœtal</p> <p>S'assurer de l'accès et du bon fonctionnement du système d'appel des soignants</p> <p>Critères d'arrêt du DV (intolérance, désaturation...)</p>	

Exemple de checklist, inspirée d'après [19]

Dans cette étude rétrospective, 25 patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë liée au COVID et placés sous CPAP ont été inclus. Il est rapporté une augmentation significative de la PaO₂ pendant la session ; celle-ci persistant au décours de la séance (dans les 3h00). Cette technique n'a pas encore été évaluée dans un essai randomisé.

Après la séance de DV

Le patient est replacé sur le dos en suivant la même procédure. Le nombre de séances et leurs durées doivent

être relevés quotidiennement. Des dispositifs électroniques placés sur le patient sont capables de détecter en temps réel sa position (dorsale, ventrale, latérale droite ou gauche) et de mesurer le temps passé dans chaque position. Ces dispositifs de petite taille (environ la taille d'une boîte d'allumettes) se collent sur le thorax ou se fixent sur les vêtements du patient. Ils utilisent le principe de l'accélérométrie. Certains ont la capacité d'émettre des vibrations et d'envoyer des alertes vers un ordinateur. Ils pourraient ainsi être utilisés à visée interventionnelle pour signaler au patient et/ou à l'équipe paramédicale qu'il est temps de démarrer une nouvelle

séance de DV. Leur intérêt en pratique n'a pas encore été évalué dans le cadre d'études.

Les équipes paramédicales ont une place centrale dans la mise en place quotidienne en DV des patients non intubés. Il n'y a à ce jour pas de données sur la charge en soins liée au DV du patient non intubé mais celle-ci semble élevée en particulier pour les patients COVID et lorsque de multiples séances sont réalisées sur la journée. Il semble donc essentiel d'expliquer aux équipes l'intérêt de la technique. La pratique du DV chez le patient non intubé ne doit pas être « improvisée » mais faire l'objet d'un protocole de soins avec apprentissage pratique et assimilation par les équipes soignantes. Les équipes doivent être entraînées à la technique en la sécurisant au maximum, en particulier lorsqu'une sédation légère est utilisée. La réalisation d'une *check-list* est souhaitable (Tableau 3).

Conclusion : quelle place en pratique ?

Les risques liés à la mise en DV des patients non intubés semblent faibles, il convient donc d'avoir des indications larges chez un nombre élevé de patients souffrant d'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique, en particulier lorsque les patients tolèrent bien la technique tout en respectant les contre-indications. Les données chez les patients souffrant de la COVID-19 montrent un bénéfice important en termes de réduction du recours à l'intubation chez les patients de réanimation sous haut débit nasal humidifié, il convient donc de mettre en œuvre systématiquement la technique chez ces patients, et ce, le plus rapidement possible, en mettant tout en œuvre pour favoriser la bonne tolérance, avec comme objectif une durée quotidienne en DV la plus longue possible, dépassant au moins 8 heures par jour. En dehors de ce contexte précis des études ultérieures sont nécessaires pour préciser les indications formelles du DV chez les patients non intubés souffrant d'autres pathologies que de la COVID-19.

Conflits d'intérêts

Yonatan Perez, Augustin Pasquet, Mathieu Thepenier et Christophe Guervilly déclarent ne pas avoir de lien d'intérêts.

Stephan Ehrmann déclare des soutiens financiers de projets de recherche ainsi que des remboursements de frais de transport par AEROGEN LTD et FISHER & PAYKEL HEALTHCARE, ainsi que de défraiements d'activités de consultant par AEROGEN LTD.

Affiliations

¹Service de Médecine Intensive-Réanimation, Haute-pierre, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, Strasbourg, France

²Médecine Intensive Réanimation, CHRU de Tours, INSERM CIC1415, CRICS-TriggerSEP F-CRIN research network, Tours, France

³Assistance Publique-Hôpitaux de Marseille, Hôpital Nord, Médecine

Intensive Réanimation, Hôpital Nord

⁴Aix-Marseille Université, Faculté de Médecine
Centre d'Etudes et de Recherches sur les Services de Santé
et qualité de vie EA 3279
Marseille, France.

⁵Centre d'Etude des Pathologies Respiratoires (CEPR)
INSERM U1100, Université de Tours
Tours, France

Références

- Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al (2013) Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*;368: 2159-2168. DOI : [10.1056/NEJMoa1214103](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1214103)
- Papazian L, Aubron C, Brochard L et al (2019) Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care* 9: 69. DOI : [10.1186/s13613-019-0540-9](https://doi.org/10.1186/s13613-019-0540-9)
- Malbousson LM, Busch CJ, Puybasset L, et al (2000) Role of the heart in the loss of aeration characterizing lower lobes in acute respiratory distress syndrome. CT Scan ARDS Study Group. *Am J Respir Crit Care Med* 161: 2005-2012 DOI : [10.1164/ajrccm.161.6.9907067](https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.6.9907067)
- Tawhai MH, Nash MP, Lin CL, et al (2009) Supine and prone differences in regional lung density and pleural pressure gradients in the human lung with constant shape. *J Appl Physiol* 107: 912-920. DOI : [10.1152/jappphysiol.00324.2009](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00324.2009)
- Cornejo RA, Diaz JC, Tobar EA, et al (2013) Effects of prone positioning on lung protection in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 188: 440-448. DOI : [10.1164/rccm.201207-1279OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201207-1279OC)
- Henderson AC, Sa RC, Theilmann RJ, et al (2013) The gravitational distribution of ventilation-perfusion ratio is more uniform in prone than supine posture in the normal human lung. *J Appl Physiol* 115: 313-324. DOI : [10.1152/jappphysiol.01531.2012](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01531.2012)
- Ding L, Wang Li, Ma W, He (2020) Efficacy and safety of early prone positioning combined with HFNC or NIV in moderate to severe ARDS: a multi-center prospective cohort study. *Crit Care* 24: 28
- Scaravilli V, Grasselli G, Castagna L, et al (2015) Prone positioning improves oxygenation in spontaneously breathing nonintubated patients with hypoxemic acute respiratory failure: A retrospective study. *J Crit Care* 30: 1390-1394. DOI : [10.1016/j.jccr.2015.07.008](https://doi.org/10.1016/j.jccr.2015.07.008)
- Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, et al (2006) Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 354: 1775-1786. DOI : [10.1056/NEJMoa052052](https://doi.org/10.1056/NEJMoa052052)
- Chiumello D, Carlesso E, Cadringer P et al (2008) Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 178: 346-355. DOI : [10.1164/rccm.200710-1589OC](https://doi.org/10.1164/rccm.200710-1589OC)
- Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D et al (1998) Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 157: 387-393. DOI : [10.1164/ajrccm.157.2.97-04023](https://doi.org/10.1164/ajrccm.157.2.97-04023)
- Papazian L, Bregeon F, Gaillat F et al (1998) Respective and combined effects of prone position and inhaled nitric oxide in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 157: 580-585. DOI : [10.1164/ajrccm.157.2.9705046](https://doi.org/10.1164/ajrccm.157.2.9705046)

13. Nakos G, Batistatou A, Galiatsou E et al (2006) Lung and 'end organ' injury due to mechanical ventilation in animals: comparison between the prone and supine positions. *Crit Care* 10: R38. DOI : 10.1186/cc4840
14. Carreaux G, Parfait M, Combet M et al (2021) Patient-Self Inflicted Lung Injury: A Practical Review. *J Clin Med* 10: 2738. DOI : 10.3390/jcm10122738
15. Brochard L, Slutsky A, Pesenti A (2017) Mechanical Ventilation to Minimize Progression of Lung Injury in Acute Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med* 195: 438-442. DOI : 10.1164/rccm.201605-1081CP
16. Gillart T, Bazin JE, Guelon D, et al (2000) Effect of bronchial drainage on the improvement in gas exchange observed in ventral decubitus in ARDS. *Ann Fr Anesth Reanim* 19: 156-163. DOI : 10.1016/s0750-7658(00)00199-4
17. Zanella A, Cressoni M, Epp M, et al (2012) Effects of tracheal orientation on development of ventilator-associated pneumonia: an experimental study. *Intensive Care Med* 38:677-685. DOI : 10.1007/s00134-012-2495-2
18. World health organization. Living guidance for clinical management of COVID-19. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2021-2>, consulté le 8 mars 2022
19. Stilma W, Akerman E, Artigas A et al (2021) Awake Prone as an Adjunctive Therapy for Refractory Hypoxemia in Non-Intubated Patients with COVID-19 Acute Respiratory Failure: Guidance from an International Group of Healthcare Workers. *Am J Trop Med Hyg* 104: 1676-1686. DOI : 10.4269/ajtmh.20-1445
20. Chaisupamongkollarp T, Preuthipan A, Vaicheeta S et al (1999) Prone position in spontaneously breathing infants with pneumonia. *Acta Paediatr* 88: 1033-1034. DOI : 10.1080/08035259950168586
21. Tulleken JE, van der Werf TS, Ligtenberg JJ et al (1999) Prone position in a spontaneously breathing near-drowning patient. *Intensive Care Med* 25: 1469-1470
22. Caputo ND, Strayer RJ, Levitan R (2020) Early Self-Prone in Awake, Non-intubated Patients in the Emergency Department: A Single ED's Experience During the COVID-19 Pandemic. *Acad Emerg Med* 27: 375-378. DOI : 10.1111/acem.13994
23. Koeckerling D, Barker J, Mudalige NL, et al (2020) Awake prone positioning in COVID-19. *Thorax* 75: 833-834. DOI : 10.1136/thoraxjnl-2020-215133
24. Padrao EMH, Valente FS, Besen BAMP, et al (2020) Awake Prone Positioning in COVID-19 Hypoxemic Respiratory Failure: Exploratory Findings in a Single-center Retrospective Cohort Study. *Acad Emerg Med* 27: 1249-1259. DOI : 10.1111/acem.14160
25. Ng Z, Tay WC, Ho CHB (2020) Awake prone positioning for non-intubated oxygen dependent COVID-19 pneumonia patients. *Eur Respir J* 56: 2001198. DOI : 10.1183/13993003.01198-2020
26. Elharrar X, Trigui Y, Dols AM, et al (2020) Use of Prone Positioning in Nonintubated Patients With COVID-19 and Hypoxemic Acute Respiratory Failure. *JAMA* 323: 2336-2338. DOI : 10.1001/jama.2020.8255
27. Ferrando C, Mellado-Artigas R, Gea A, et al (2020) Awake prone positioning does not reduce the risk of intubation in COVID-19 treated with high-flow nasal oxygen therapy: a multicenter, adjusted cohort study. *Crit Care* 24: 597. DOI : 10.1186/s13054-020-03314-6
28. Sun Q, Qiu H, Huang M Yang Y (2020) Lower mortality of COVID-19 by early recognition and intervention: experience from Jiangsu Province. *Ann Intensive Care* 10:33. DOI : 10.1186/s13613-020-00650-2
29. Coppo A, Bellani G, Winterton D, et al (2020) Feasibility and physiological effects of prone positioning in non-intubated patients with acute respiratory failure due to COVID-19 (PRON-COVID): a prospective cohort study. *Lancet Respir Med* 8: 765-774. DOI : 10.1016/S2213-2600(20)30268-X
30. Halifax RJ, Porter BMI, Elder PJD, et al (2020) Successful awake proning is associated with improved clinical outcomes in patients with COVID-19: single-centre high-dependency unit experience. *BMJ Open Respir Res* 7: e000678. DOI : 10.1136/bmjresp-2020-000678
31. Sartini C, Tresoldi M, Scarpellini P, et al (2020) Respiratory Parameters in Patients With COVID-19 After Using Noninvasive Ventilation in the Prone Position Outside the Intensive Care Unit. *JAMA* 323: 2338-2340. DOI : 10.1001/jama.2020.7861
32. Reddy MP, Subramaniam A, Afroz A, et al (2021) Prone Positioning of Nonintubated Patients With Coronavirus Disease 2019-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med* 49: e1001-e1014. DOI : 10.1097/CCM.0000000000005086
33. Ehrmann S, Li J, Ibarra-Estrada M, et al (2021) Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. *Lancet Respir Med* 9: 1387-1395. DOI : 10.1016/S2213-2600(21)00356-8
34. Jouffroy R, Darmon M, Isnard F, et al (2021) Impact of prone position in non-intubated spontaneously breathing patients admitted to the ICU for severe acute respiratory failure due to COVID-19. *J Crit Care* 64: 199-204. DOI : 10.1016/j.jccr.2021.04.014
35. Perez-Nieto OR, Escarraman-Martinez D, Guerrero-Gutierrez MA, et al (2022) Awake prone positioning and oxygen therapy in patients with COVID-19: the APRONOX study. *Eur Respir J* 59: 2100265. DOI : 10.1183/13993003.00265-2021
36. Prud'homme E, Trigui Y, Elharrar X, et al (2021) Effect of Prone Positioning on the Respiratory Support of Nonintubated Patients With COVID-19 and Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Retrospective Matching Cohort Study. *Chest* 160: 85-88
37. Pavlov I, He H, McNicholas B, et al (2021) Awake Prone Positioning in Non-Intubated Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure Due to COVID-19. *Respir Care*. DOI : 10.4187/respcare.09191
38. Taylor SP, Bundy H, Smith WM, et al (2021) Awake Prone Positioning Strategy for Nonintubated Hypoxic Patients with COVID-19: A Pilot Trial with Embedded Implementation Evaluation. *Ann Am Thorac Soc* 18: 1360-1368. DOI : 10.1513/AnnalsATS.202009-1164OC
39. Kharat A, Dupuis-Lozeron E, Cantero C, et al (2021) Self-prone in COVID-19 patients on low-flow oxygen therapy: a cluster randomised controlled trial. *ERJ Open Res* 7: 00692-2020. DOI : 10.1183/23120541.00692-2020
40. Johnson SA, Horton DJ, Fuller MJ, et al (2021) Patient-directed Prone Positioning in Awake Patients with COVID-19 Requiring Hospitalization (PAPR). *Ann Am Thorac Soc* 18: 1424-1426. DOI : 10.1513/AnnalsATS.202011-1466RL
41. Gad S (2021) Awake prone positioning versus non invasive ventilation for COVID-19 patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Egypt J Anaesth* 37: 85-90. DOI : 10.1080/11101849.2021.1889944
42. Jayakumar D, Ramachandran Dnb P, Rabindrarajan Dnb E, et al (2021) Standard Care Versus Awake Prone Position in Adult

- Nonintubated Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure Secondary to COVID-19 Infection-A Multicenter Feasibility Randomized Controlled Trial. *J Intensive Care Med* 36: 918-924. DOI : [10.1177/08850666211014480](https://doi.org/10.1177/08850666211014480)
43. Rosen J, von Oelreich E, Fors D, et al (2021) Awake prone positioning in patients with hypoxemic respiratory failure due to COVID-19: the PROFLO multicenter randomized clinical trial. *Crit Care* 25: 209. DOI : [10.1186/s13054-021-03602-9](https://doi.org/10.1186/s13054-021-03602-9)
 44. Li J, Pavlov I, Laffey JG, et al (2020) Meta-trial of awake prone positioning with nasal high flow therapy: Invitation to join a pandemic collaborative research effort. *J Crit Care* 60: 140-142. DOI : [10.1016/j.jcrc.2020.07.020](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.07.020)
 45. Tavernier E, Trinquart L, Giraudeau B (2016) Finding Alternatives to the Dogma of Power Based Sample Size Calculation: Is a Fixed Sample Size Prospective Meta-Experiment a Potential Alternative? *PLoS One* 11: e0158604. DOI : [10.1371/journal.pone.0158604](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158604)
 46. Tavernier E, McNicholas B, Pavlov I, et al (2020) Awake prone positioning of hypoxaemic patients with COVID-19: protocol for a randomised controlled open-label superiority meta-trial. *BMJ Open* 10: e041520. DOI : [10.1136/bmjopen-2020-041520](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041520)
 47. Roca O, Messika J, Caralt B, et al (2016) Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *J Crit Care*;35:200-205. DOI : [10.1016/j.jcrc.2016.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.022)
 48. Roca O, Caralt B, Messika J, et al (2019) An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. *Am J Respir Crit Care Med*;199:1368-1376. DOI : [10.1164/rccm.201803-0589OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201803-0589OC)
 49. Zucman N, Mullaert J, Roux D, et al (2020) Contributors. Prediction of outcome of nasal high flow use during COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure. *Intensive Care Med*;46:1924-1926. DOI : [10.1007/s00134-020-06177-1](https://doi.org/10.1007/s00134-020-06177-1)
 50. Prakash J, Bhattacharya PK, Yadav AK, et al (2021) ROX index as a good predictor of high flow nasal cannula failure in COVID-19 patients with acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*;66:102-108. DOI : [10.1016/j.jcrc.2021.08.012](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2021.08.012)
 51. Li J, Luo J, Pavlov I, et al (2022) Awake prone positioning for non-intubated patients with COVID-19-related acute hypoxaemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Resp Med*. In Press
 52. Kaur R, Vines DL, Mirza S, et al (2021) Early versus late awake prone positioning in non-intubated patients with COVID-19. *Crit Care* 25: 340. DOI : [10.1186/s13054-021-03761-9](https://doi.org/10.1186/s13054-021-03761-9)
 53. Esperatti M, Busico M, Fuentes NA, et al (2022) Impact of exposure time in awake prone positioning on clinical outcomes of patients with COVID-19-related acute respiratory failure treated with high-flow nasal oxygen: a multicenter cohort study. *Crit Care* 26: 16. DOI : [10.1186/s13054-021-03881-2](https://doi.org/10.1186/s13054-021-03881-2)
 54. Bringer M, Gay L, Gorun C, et al (2019) Le décubitus ventral : de la théorie à la pratique. *Méd. Intensive Réa* 28: 52-59 DOI : [10.3166/rea-2018-0065](https://doi.org/10.3166/rea-2018-0065)
 55. Cruz Salcedo EM, Rodriguez L, Patel J, et al (2020) Use of Dexmedetomidine in Early Prone Positioning Combined With High-Flow Nasal Cannula and Non-Invasive Positive Pressure Ventilation in a COVID-19 Positive Patient. *Cureus* 12: e10430. DOI : [10.7759/cureus.10430](https://doi.org/10.7759/cureus.10430)
 56. Taboada M, Rodriguez N, Riveiro V, et al (2020) Short-term outcomes of 50 patients with acute respiratory distress by COVID-19 where prone positioning was used outside the ICU. *J Clin Anesth* 67: 110028. DOI : [10.1016/j.jclinane.2020.110028](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.110028)
 57. Rauseo M, Mirabella L, Caporusso RR, et al (2021) SARS-CoV-2 pneumonia successfully treated with cpap and cycles of tripod position: a case report. *BMC Anesthesiol*;21:9. DOI : [10.1186/s12871-020-01221-5](https://doi.org/10.1186/s12871-020-01221-5)
 58. Coppo A, Winterton D, Benini A, et al (2021) Rodin's Thinker: An Alternative Position in Awake Patients with COVID-19. *Am J Respir Crit Care Med*;204:728-730. DOI : [10.1164/rccm.202104-0915LE](https://doi.org/10.1164/rccm.202104-0915LE)