



MEMOIRE PROFESSIONNEL

Ergonomie en laryngoscopie et Intelligence Artificielle :

Une nouvelle approche comparative entre LD et VL



verathon  

Mots clé : Laryngoscopie directe, vidéolaryngoscopie, troubles musculo-squelettiques, score REBA, intelligence artificielle

Etudiante :

Joséphine PETIT

Promotion 2022 – 2024

Directrice de Mémoire :

Dr Irène D'Agostino

MAR du CHU de Nice

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude au Docteur Irène D'Agostino, ma directrice de mémoire, pour son soutien constant, ses précieux conseils et son expertise qui ont largement contribué à la réalisation de ce travail.

J'exprime aussi toute ma reconnaissance à Gildescope pour le prêt du vidéolaryngoscope et à Nawo pour la mise à disposition du logiciel. Grâce à leur contribution et à leur assistance technique, nous avons pu mener cette recherche dans des conditions optimales. Je remercie également la statisticienne du CHU de Nice, Coralie Cruzel, pour son expertise qui a été essentiel à l'analyse de nos données.

Je tiens également à remercier tous les IADE et les MAR de l'étude pour leur participation, sans laquelle cette recherche n'aurait pas été possible.

Je remercie affectueusement ma compagne Ségolène pour son soutien indéfectible et sa patience qui m'ont été d'un grand réconfort.

Je souhaite adresser mes remerciements au personnel de l'école d'IADE, notamment à Stéphanie Gaudriault, Séverine Barantin et Serge Ronce, leur disponibilité et leur précieux apport pendant mon parcours de formation. Leur soutien logistique et pédagogique a grandement facilité mon apprentissage et ma progression au cours de ces deux années.

Un grand merci également à tous les IADE et les MAR qui ont croisé mon chemin et m'ont permis de grandir professionnellement au sein de cette formation. Leur partage d'expérience, leurs conseils et leur collaboration ont enrichi mon parcours et ma vision de la profession.

Je n'oublie pas non plus mes amis et ma famille, piliers essentiels tout au long de cette aventure. Leur soutien inconditionnel, leurs encouragements et leur présence ont été d'une importance capitale.

Enfin, je remercie mes amies de promotion, Céline et Claire. Leur amitié sincère, leur écoute attentive et leur soutien indéfectible ont illuminé les moments de doute et de fatigue. Leurs rires, leurs encouragements et leur présence bienveillante ont rendu cette expérience enrichissante et inoubliable.

Liste des abréviations

AT	Arrêt de Travail
ANACT	Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail
CHU	Centre Hospitalo-Universitaire
IA	Intelligence Artificielle
IADE	Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
IOT	Intubation Orotrachéale
LD	Laryngoscopie Directe
MAR	Médecin Anesthésiste-Réanimateur
MP	Maladie Professionnelle
NHS	National Health Service
REBA	Rapid Entire Body Assessment
RFE	Recommandations Formalisées d'Expert
SFAR	Société Française d'Anesthésie Réanimation
TMS	Trouble Musculo-Squelettique
VL	Vidéolaryngoscopie

Liste des figures

- Figure 1 Laryngoscope avec des lames Macintosh
- Figure 2 Verathon® Glidescope Go – Vidéolaryngoscope
- Figure 3 Position modifiée de Jackson
- Figure 4 Traction vers le haut et vers l'avant
- Figure 5 Vision de l'orifice glottique lors d'une laryngoscopie
- Figure 6 Score REBA
- Figure 7 Tableau des amplitudes articulaires des différentes articulations impliquées dans la laryngoscopie
- Figure 8 Tableau des zones à risque en fonction des angles articulaires
- Figure 9 Seuil de pénibilité extrait du décret n°2014-1159
- Figure 10 Répartition des TMS
- Figure 11 Caractéristiques des participants de l'étude
- Figure 12 Répartition de la population de l'étude par profession et par âge
- Figure 13 Analyse du logiciel Nawo en laryngoscopie directe
- Figure 14 Analyse du logiciel Nawo en vidéolaryngoscopie
- Figure 15 Scores REBA moyens des LD et VL selon les prises de vue
- Figure 16 Tableau récapitulatif des scores REBA selon les prises de vue
- Figure 17 Répartition des participants en fonction des zones de REBA en LD et VL selon les prises de vue
- Figure 18 Tableau des angles articulaires moyens
- Figure 19 Répartition des participants en fonction des zones de risque des articulations en LD et en VL lors des deux prises de vue.
- Figure 20 Scores REBA selon l'âge
- Figure 21 Scores REBA selon les classes d'âge
- Figure 22 Tableau récapitulatif des tests statistiques des scores REBA selon la profession
- Figure 23 Scores REBA selon la profession
- Figure 24 Scores REBA selon le sexe
- Figure 25 Scores REBA selon la taille des participants

Table des matières

I.	Introduction.....	- 1 -
1.	Laryngoscopie.....	- 2 -
a.	La laryngoscopie directe.....	- 2 -
b.	La vidéolaryngoscopie.....	- 2 -
c.	Les étapes de la laryngoscopie en LD et VL.....	- 3 -
2.	L'ergonomie et la biomécanique.....	- 4 -
a.	Définition de l'ergonomie.....	- 4 -
b.	Méthodes d'évaluation ergonomique.....	- 6 -
c.	Définition de la biomécanique.....	- 8 -
d.	Rappels anatomiques et postures pénibles.....	- 8 -
e.	La biomécanique appliquée à la laryngoscopie.....	- 11 -
3.	Troubles Musculo-Squelettiques (TMS).....	- 12 -
a.	Statistiques.....	- 13 -
b.	Coût.....	- 14 -
c.	Prévention.....	- 14 -
d.	Les TMS et la laryngoscopie.....	- 15 -
4.	Question de recherche.....	- 15 -
II.	Matériels et méthode.....	- 16 -
1.	Objectif de l'étude.....	- 16 -
2.	Type d'étude.....	- 16 -
3.	Population cible.....	- 16 -
4.	Matériels.....	- 17 -
5.	Méthodes.....	- 18 -
III.	Résultats.....	- 21 -
1.	Score REBA.....	- 21 -
2.	Angle articulaire.....	- 23 -
3.	Age et expérience.....	- 26 -
4.	Profession et sexe.....	- 27 -
5.	Taille.....	- 28 -
IV.	Discussion.....	- 29 -
1.	Le score REBA et les angles articulaires.....	- 29 -
2.	L'intelligence artificielle.....	- 30 -
3.	Le vidéolaryngoscope.....	- 31 -
V.	Conclusion.....	- 32 -

Bibliographie	34
Annexes	I
Annexe 1 : Autorisation de la pré-enquête par le CHU	II
Annexe 2 : Questionnaire de la pré-enquête	III
Annexe 3 : Autorisation de l'enquête par le CHU.....	VII
Annexe 4 : Consentement des participants à l'étude.....	VIII
Annexe 5 : Feuille de calcul du score REBA	IX
Annexe 6 : Plan de l'organisation de la salle pour l'étude	X
Annexe 7 : Les articulation en fonction des zones à risque.....	XI
Abstract	XV
Résumé.....	XVI

I. Introduction

L'intubation oro-trachéale est une technique d'anesthésie qui requiert compétences et sollicitation musculaire sur un temps plus ou moins prolongé en fonction des caractéristiques anatomiques du patient. S'il existe des données scientifiques précises sur l'ergonomie à respecter au niveau du positionnement du patient et de l'organisation du poste de travail pour optimiser l'efficacité du geste, la littérature scientifique concernant l'ergonomie même du geste est « pauvre » (1).

Les soignants des blocs opératoires, tant du côté de l'anesthésie que de la chirurgie, peuvent être victimes de troubles musculo-squelettiques (TMS) (2,3). En anesthésie, lors de la laryngoscopie, un soignant sur 5 déclare ressentir des douleurs aux rachis et aux membres supérieurs (4).

Comme l'intubation oro-trachéale (IOT) est un geste pratiqué quotidiennement par les infirmiers anesthésistes diplômés d'Etat (IADE) et les médecins anesthésistes-réanimateurs (MAR), il est primordial d'optimiser la sécurité et la qualité de vie au travail des IADE et des MAR, et de diminuer le nombre d'arrêts de travail (AT) et de maladie professionnelle.

Par ailleurs, si la généralisation des vidéolaryngoscopes au sein des blocs opératoires, constatée depuis plusieurs années, a généré beaucoup d'études sur le taux de réussite du geste, le délai d'intubation ou le coût (5-7), les répercussions sur celui ou celle qui les réalise sont rarement évoquées.

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine de recherche en pleine expansion. Ses applications, couvrant divers aspects des activités humaines, peuvent également être utilisées pour analyser l'ergonomie de la laryngoscopie. Cela permettrait de prévenir d'éventuels troubles musculo-squelettiques (TMS) chez les soignants, améliorant ainsi leur qualité de vie au travail.

Tout d'abord, nous présenterons la théorie de l'étude, englobant la laryngoscopie, l'ergonomie, la biomécanique et les TMS. Ensuite, nous détaillerons le matériel et la méthode utilisés dans cette étude. Par la suite, nous exposerons les résultats obtenus, pour conclure avec une discussion approfondie de ces résultats.

1. Laryngoscopie

La laryngoscopie peut être effectuée de deux manières distinctes soit à l'œil nu pour la laryngoscopie directe soit par le biais d'une caméra pour la vidéolaryngoscopie.

a. La laryngoscopie directe

Cette méthode permet la visualisation directe du larynx à l'aide d'un laryngoscope doté d'une lame courbe (Macintosh), d'une lame courbe avec une articulation distale (Mac Coy) ou d'une lame droite (Miller). La lame Macintosh est celle utilisée en première intention chez l'adulte.



Figure 1 : Laryngoscope avec des lames Macintosh

b. La vidéolaryngoscopie

La vidéolaryngoscopie est une méthode de visualisation indirecte du larynx au moyen d'une fibre optique située au bout de la lame du laryngoscope qui envoie l'image de la glotte sur un écran déporté ou intégré au laryngoscope.



Figure 2 : Verathon® Glidescope Go – Vidéolaryngoscope

Au regard des Recommandations Formalisées d'Expert (RFE) de 2017, la Société Française d'anesthésie Réanimation (SFAR) recommande le recours à la vidéolaryngoscopie uniquement pour les patients avec une ventilation difficile au

masque et deux critères d'intubation orotrachéale difficile. Une intubation est dite difficile si « *elle nécessite plus de deux laryngoscopies et/ou la mise en œuvre d'une technique alternative, après optimisation de la tête, avec ou sans manipulation laryngée externe.* » (8), selon la SFAR.

Néanmoins, la vidéolaryngoscopie améliore la visualisation du larynx (9), réduit la force de traction exercée (10) et augmente le taux de réussite des intubations au premier essai (5,11,12). De ce fait, plusieurs études montrent que la VL en première intention améliorerait la gestion des voies respiratoires (13–15).

c. Les étapes de la laryngoscopie en LD et VL

1. Prise en main du laryngoscope
2. Ouverture de la bouche par une légère extension du rachis cervical du patient
3. Introduction de la lame du laryngoscope (par la commissure labiale droite pour une laryngoscopie directe afin de refouler la langue vers la gauche ou au centre pour une vidéolaryngoscopie)

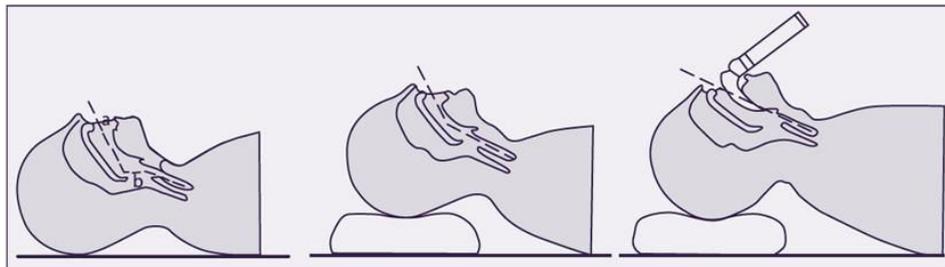


Figure 3 : Position modifiée de Jackson

4. Descente progressive de la lame, dans un plan médian, jusqu'à visualisation de l'épiglotte
5. Insertion de l'extrémité de la lame dans le repli glosso-épiglottique



Figure 4 : Traction vers le haut et vers l'avant

6. Mouvement de traction vers le haut et vers l'avant afin de visualiser l'orifice trachéal et les cordes vocales

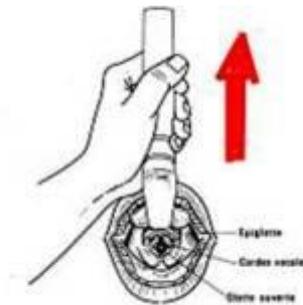


Figure 5 : Vision de l'orifice glottique lors d'une laryngoscopie

7. Introduction de la sonde d'intubation

Ces étapes théoriques s'inscrivent toutefois dans un quotidien des IADE et de MAR très fortement influencé non seulement par la configuration des lieux mais aussi par la morphologie des patients. C'est pourquoi il est important d'analyser ces étapes au regard de leur environnement et de s'attacher à l'ergonomie attachée à chacune d'elles.

2. L'ergonomie et la biomécanique

a. Définition de l'ergonomie

L'ergonomie est l'étude spécifique du travail humain afin de l'améliorer selon les critères de santé et de performance. L'objectif est de pouvoir identifier les contraintes imposées à l'opérateur et de prévenir les risques professionnels qui peuvent être engendrés.

Suivant la définition de l'Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de travail (ANACT), l'ergonomie « *rassemble des connaissances sur le fonctionnement de l'homme en activité afin de l'appliquer à la conception des tâches, des machines, des outillages, des bâtiments et des systèmes de production* » (16).

Une bonne ergonomie des postes de travail favorise la santé au travail, une préoccupation centrale de notre société, et est soumise à une réglementation claire.

D'après l'article L.4121-3 du Code du travail, l'employeur « *évalue les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, y compris dans le choix des procédés de fabrication, des équipements de travail, des substances ou préparations chimiques, dans l'aménagement ou le réaménagement des lieux de travail ou des installations, dans l'organisation du travail et dans la définition des postes de travail. Cette évaluation des risques tient compte de l'impact différencié de l'exposition au risque en fonction du sexe* (17) » et d'après l'article L. 4121-1 du Code du travail, « *l'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs* » (17).

Aujourd'hui, l'ergonomie est rarement prise en considération en matière d'anesthésie. C'est pourquoi cette étude va analyser l'ergonomie attachée aux laryngoscopies afin d'identifier les préconisations à mettre éventuellement en avant dans les formations pour le bien être des opérateurs (16). Il nous a paru essentiel pour cela d'étudier la biomécanique du corps humain sans laquelle une bonne ergonomie ne peut être obtenue.

Afin de mieux comprendre la laryngoscopie d'un point de vue ergonomique, il est primordial de comprendre les contraintes et les astreintes du geste.

Selon une étude anglaise (1), la position de l'IADE ou du MAR lors de la laryngoscopie devrait être la suivante :

- Position debout à la tête du patient,
- Alignement bucco-laryngo-pharyngien du patient entre la ligne bi-mamelonnaire et la ligne horizontale de ses deux coudes (bras le long du corps).

La contrainte correspond à « *l'ensemble des exigences du travail d'un poste de travail donné. La contrainte ne dépend pas des opérateurs qui occupent le poste, mais bien des facteurs qui composent les conditions de réalisation du travail* » (30). Celles de la laryngoscopie sont :

- Le poids du vidéolaryngoscope et du laryngoscope
- Le degré de liberté des articulations
- L'exposition au froid
- La confrontation à la mort

L'astreinte est « *la conséquence de la contrainte. C'est donc la réponse de l'organisme aux contraintes en fonction de la quantité de ressources mobilisées par l'opérateur pour réaliser son travail. L'astreinte peut être de nature physiologique, psychologique et/ou psychosociologique* » (30). Celles de la laryngoscopie sont :

- La charge physique
- La fréquence cardiaque
- Les TMS

b. Méthodes d'évaluation ergonomique

Il existe de nombreuses méthodes d'évaluation des sollicitations biomécaniques, chacune ayant leurs avantages et leurs inconvénients. Elles reposent sur l'analyse des facteurs biomécaniques, organisationnels, psychosociaux, individuels et environnementaux. L'exploitation des résultats se fait par l'intermédiaire de tableaux ou de grilles. Le principe de chaque méthode reste néanmoins le même :

1. Préparer la situation de travail à observer
2. Observer tous les éléments du poste de travail
3. Evaluer les postures critiques à l'aide des méthodes d'évaluation posturale
4. Analyser les données posturales de chaque partie du corps pour dresser la liste des priorités
5. Améliorer en fonction des résultats de l'analyse par des mesures correctives

Méthode REBA

Une des méthodes d'évaluation, la méthode REBA (Rapid Entire Body Assessment) est un outil d'évaluation du risque des TMS biomécaniques. Elle permet de quantifier les contraintes biomécaniques que subissent les travailleurs par l'intermédiaire de postures inconfortables, de mouvements répétitifs et de l'effort physique généré. Elle se base sur les angles articulaires du poignet, des avant-bras, du coude, des épaules, du cou, du tronc, des jambes et des genoux.

La méthode REBA ne tient compte ni de la durée de l'activité, ni de la période de récupération.

Le score REBA est un système de notation qui permet de définir un risque biomécanique et donc de TMS. Ce score s'étend de 1 à 11, et se lit comme suit :

Score	Zone	Niveau de risque
1	Zone 1	Risque négligeable : pas d'action nécessaire
2 – 3	Zone 2	Risque faible : un changement peut être nécessaire
4 – 7	Zone 3	Risque moyen : des améliorations sont à envisager
8 – 10	Zone 4	Risque élevé : intervention le plus rapidement possible
11 - 15	Zone 5	Risque très élevé : intervention immédiate

Figure 6 : Score REBA

Apport de l'Intelligence artificielle en matière d'ergonomie

Comme évoqué précédemment, une analyse détaillée des postes de travail est nécessaire en ergonomie pour évaluer les contraintes mécaniques subies par les opérateurs. Cependant, la méthode la plus couramment utilisée jusqu'à présent, basée sur l'observation manuelle, ne permet malheureusement pas d'atteindre une précision suffisante. L'introduction de l'Intelligence Artificielle (IA) en ergonomie permet en revanche une quantification automatique et objective des contraintes mécaniques. (18,19).

Avec le plein essor de l'IA depuis les années 2010 et son impact dans nos vies quotidiennes, ont ainsi été créés en effet de nouveaux outils (19) en ergonomie, et notamment la technique de l'Ergo Simulation. Cette technique permet de reproduire le mouvement humain sur un mannequin virtuel, enrichi en indicateurs ergonomiques et

biomécaniques, pour estimer les contraintes posturales, les efforts et les temps d'exposition associés à l'activité professionnelle (20).

c. Définition de la biomécanique

La biomécanique se définit comme étant « *l'application de la physique à l'étude de tout organisme vivant, à l'étude des forces générées ou subies par l'organisme et de leurs effets sur son mouvement ou ses déformations* » (21).

d. Rappels anatomiques et postures pénibles

Le degré de liberté d'une articulation, c'est-à-dire les mouvements possibles, est défini par l'organisation des surfaces articulaires. Il existe principalement trois degrés de liberté : flexion/extension, abduction/adduction et rotation interne/rotation externe.

Les articulations sollicitées lors de la laryngoscopie sont le rachis cervical et lombaire, l'épaule, le coude, le poignet, les hanches et les genoux. Les amplitudes de ces articulations sont indiquées dans le tableau suivant (22,23) :

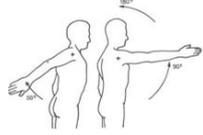
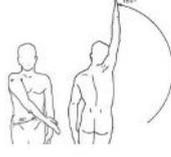
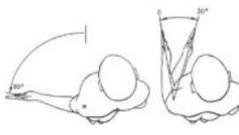
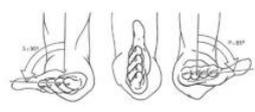
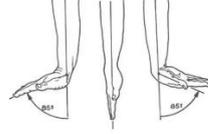
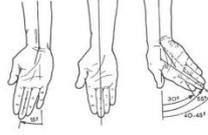
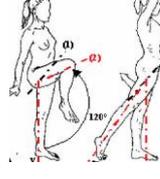
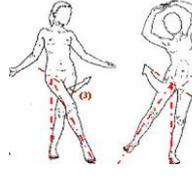
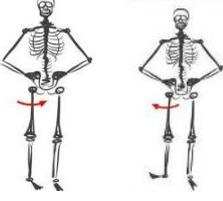
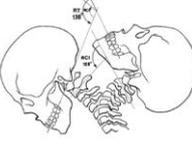
	Plan sagittal		Plan frontal		Plan transversal	
	Extension	Flexion	Adduction	Abduction	Rotation interne	Rotation externe
Epaule						
	0° - 50°	0° - 180°	0° - 30°	0° - 180°	0° - 80°	0° - 30°
Coude						
	0°	0° - 145°			Supination	Pronation
					0° - 90°	0° - 85°
Poignet						
	0° - 85°	0° - 85°	0° - 15°	0° - 45°		
Hanche						
	90° - 120°	0 - 30°	10° - 50°	30° - 60°	10° - 50°	30° - 80°
Rachis cervical			Inclinaison		Rotation	
						
	50° - 90°	45° - 70°	0 - 70°		0 - 70°	

Figure 7 : Tableau des amplitudes articulaires des différentes articulations impliquées dans la laryngoscopie

Au sein des amplitudes articulaires présentées précédemment, l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) a défini différentes zones : la zone de confort, la zone à risque et la zone à éviter car elle peut être dangereuse. Elles sont détaillées dans le tableau suivant en fonction des articulations (8,24,25).

Articulations	Mouvements	Zone 1 : confort	Zone 2 : à risque	Zone 3 : à éviter
Epaule	Flexion	0 – 20°	20 – 60°	60 – 180°
	Extension		0 – 20°	20 – 50°
	Abduction	0 – 20°	20 – 60	60 – 180°
	Adduction	0 – 10°	10 – 30°	30 -50°
Coude	Flexion	-30 – 10°	10 – 80°	80 – 145°
	Pronation	0 – 10°	10 – 60°	60 – 85°
	Supination	0 – 10°	10 – 60°	60 – 90°
Poignet	Flexion	0 – 15°	15 – 45°	45 – 90°
	Extension	0 – 15°	15 – 45°	45 – 90°
	Abduction	0 – 15°	15 – 20°	20 -40°
	Adduction	0 – 10°	10 – 15°	15 – 30°
Tronc	Flexion	0 – 20°	20 – 60°	60 – 90°
	Rotation droite ou gauche	0 – 10°	10 -20°	> 20°
	Inclinaison Droite ou gauche	0 -10°		> 10°
Nuque	Flexion	0 – 40°	40 – 70°	70 – 90°
	Rotation Droite ou gauche	0 – 10°	10 – 70°	> 70°
	Inclinaison Droite ou gauche	0 – 10°	10 – 70°	> 70°

Figure 8 : Tableau des zones à risque en fonction des angles articulaires

La notion de posture pénible a été défini comme une position forcée ou prolongée des articulations qui induit généralement des angles articulaires extrêmes (26). Le premier alinéa de l'article D.4161-2 du Code du travail, extrait du décret

n°2014-1159 du 9 octobre 2014, fixe les seuils d'exposition pour le facteur postures pénibles (27) :

Seuil de pénibilité		
Action ou situation	Intensité minimale	Durée minimale
- Maintien des bras en l'air à une hauteur située au-dessus des épaules - Position du torse en torsion à 30 degrés ou positions du torse fléchi à 45°		900 heures par an

Figure 9 : Seuil de pénibilité extrait du décret n°2014-1159

Après avoir évoqué les angles articulaires et leurs implications pour les zones à risque des articulations, il importe maintenant d'appréhender la biomécanique de la laryngoscopie, afin de comprendre comment ces mouvements articulaires interagissent avec les aspects pratiques et cliniques de ce geste.

e. La biomécanique appliquée à la laryngoscopie

La biomécanique permet de comprendre les forces appliquées à l'organisme lors du mouvement et de déterminer le meilleur moyen de le réaliser avec la plus grande efficacité.

Afin de constater les implications biomécaniques de la laryngoscopie, un mémoire IADE a présenté en 2019 une étude angulaire des membres supérieurs lors d'une laryngoscopie directe. Cette étude a conclu que les articulations du coude, du poignet et de l'épaule sont proches des amplitudes maximales (28).

Une autre étude de 2015 a montré par ailleurs que les angles articulaires lors d'une VL sont moindres que ceux lors d'une LD (29). Néanmoins, comme la hauteur de la table utilisée pour les besoins de l'étude n'était pas variable, cela a imposé une posture plus ou moins ergonomique selon l'opérateur, ce qui constitue un biais à l'étude.

Plusieurs études ont également mis en évidence des différences de postures en fonction de l'expérience de l'opérateur (30,31).

En reliant ces connaissances des angles articulaires à la biomécanique de la laryngoscopie (LD ou VL), on peut explorer comment les mouvements articulaires influent sur les techniques et les risques associés à cette procédure médicale.

3. Troubles Musculo-Squelettiques (TMS)

Les troubles musculosquelettiques sont l'ensemble des atteintes de l'appareil locomoteur (muscles, tendons, nerfs, articulations), d'après Santé Publique France. Ils se manifestent progressivement et peuvent entraîner des douleurs et des gênes lors de la réalisation du travail.

Selon l'INRS, le secteur hospitalier est à risque de TMS (32). Les soignants sont ainsi considérés comme fortement à risque de développer ces troubles dans la mesure où ils peuvent réaliser des actes physiques auprès des patients, qui sollicitent de manière non physiologique les muscles et les articulations (33).

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) souligne l'importance de la prévention des TMS sur les lieux de travail, ce qui se traduit par la mise en place de nombreux programmes de prévention dans les établissements de santé des pays développés (33).

D'après l'Assurance Maladie, la répartition des TMS est la suivante :

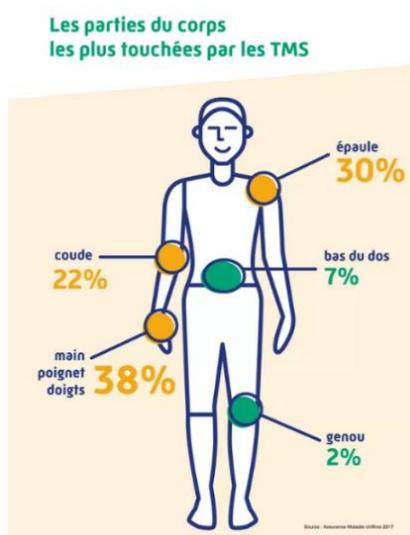


Figure 10 : Répartition des TMS

Les TMS touchent sensiblement plus les femmes que les hommes à partir de 45 ans (32).

Les TMS sont d'origine multifactorielles (34) :

- Facteurs biomécaniques. Ils se définissent par quatre paramètres principaux qui sont la posture, la force, la répétition et la durée d'activité.
- Facteurs environnementaux comme les chocs, les vibrations, le froid, le bruit.
- Facteurs organisationnels comme, par exemple, les éléments liés aux contraintes de temps, aux cadences et à la clarté de la tâche.
- Facteurs psychosociaux comme l'insatisfaction du travail effectué, la tension générée par la pression du temps, le manque de reconnaissance et l'insécurité.

Au bloc opératoire, le niveau sonore peut atteindre 75 à 90 décibels, ce qui équivaut au bruit d'une autoroute (35). De plus, les salles d'opérations sont souvent situées dans des environnements sombres. Selon une étude turque de 2013, 88% des MAR déclarent travailler dans un bruit excessif et 46.5% des MAR signalent un éclairage insuffisant (36). Les MAR peuvent souvent être confrontés à des situations entraînant une posture inadéquate, un travail en position statique, de la monotonie, de la répétition et du stress (35).

a. Statistiques

Les TMS sont de loin la première cause des maladies professionnelles (MP) indemnisées en France avec 88% des MP reconnues par le régime général en 2022 (29).

Au Royaume-Unis, en 2022, la prévalence des TMS chez les soignants est supérieure à la moyenne et représentent 40% des absences pour cause de MP dans le National Health Service (NHS) (38).

Afin de contextualiser les éventuels TMS induits par la laryngoscopie, une pré-enquête (cf. le questionnaire en annexe n°2) a été réalisée un mois avant le lancement de l'étude au sein du CHU de Nice. Malheureusement le taux de réponse a été faible avec seulement 32 réponses obtenues pour un effectif total d'une centaine de personnes. Cette pré-enquête a toutefois mis en évidence une forte sollicitation des membres supérieurs lors de la laryngoscopie (14 personnes en LD contre 5 en VL),

ainsi qu'une sollicitation du rachis cervical (5 en LD contre 2 en VL). Elle a également souligné que le bloc opératoire est un environnement de travail pas toujours propice, parce qu'encombré (chariot IADE, déplacement de respirateurs et de la table chirurgicale, etc.) voire dégradé avec le bruit (17 réponses), le froid (6 réponses) et l'éclairage (5 réponses).

b. Coût

Les TMS ont un impact financier non négligeable pour les entreprises et la société du fait de l'absentéisme et des coûts d'indemnisation qu'ils engendrent. En effet, le rapport annuel de l'Assurance Maladie de 2017 a estimé le coût direct des TMS pour les entreprises à 2 milliards d'euros par an (17)¹. Ils engendrent également 22 millions de journées de travail perdues, dans le cadre des arrêts de travail. L'absentéisme déstabilise, par ailleurs, l'organisation des entreprises et diminue la productivité. Cependant, au-delà de ces conséquences économiques, il est essentiel de reconnaître également l'impact psychologique souvent négligé sur les individus déjà fragilisés par ces affections.

c. Prévention

La législation française encadre la prévention et la protection des salariés au travail. L'article L.4121-2 du Code du travail énonce les neuf principes généraux de la prévention. Ces principes incluent des actions de prévention des risques professionnels, des actions d'information et de formation et la mise en place d'une organisation adaptée.

En anesthésie, une meilleure maîtrise des risques professionnels auxquels les IADE et les MAR sont exposés quotidiennement est nécessaire afin les minimiser. L'absentéisme diminuera et la qualité des soins ainsi que la qualité de vie au travail s'amélioreront⁰ (39). Les risques professionnels pour les anesthésistes peuvent être classés de différentes façons (40). Par exemple, la Fédération mondiale d'anesthésie

¹ « cnam-drp_rapport_de_gestion_2017 » Consulté le 23 octobre 2023.

a groupé les risques en cinq catégories principales. Les risques ergonomiques représentent un de ces groupes (35).

d. Les TMS et la laryngoscopie

L'étude de 2015 déjà citée au paragraphe sur la biomécanique appliquée à la laryngoscopie a comparé les angles de posture et les scores d'analyse posturale entre la LD et VL. Elle a conclu que qu'une laryngoscopie avec le Glidescope® entraîne une plus faible déviation de tous les angles (coude, épaule, rachis cervical) sauf celui du poignet (29). Alors que plusieurs biais de l'étude ont pu être identifiés, l'immobilité de la table opératoire et l'absence de prise en compte de l'environnement du bloc opératoire.

Alors que les VL se sont véritablement installés au sein des blocs opératoires depuis 2015, aucune autre étude n'a été effectuée depuis sur les éventuels avantages ergonomiques que peut apporter le VL.

4. Question de recherche

La gestion des voies aériennes supérieures (VAS), la laryngoscopie et l'IOT peuvent obliger les IADE et les MAR à adopter des postures potentiellement dangereuses (41). Dans ces conditions, il est légitime de se demander **Quelles sont les différences biomécaniques et les répercussions de la laryngoscopie directe versus la vidéolaryngoscopie ?**

Notre étude va chercher à démontrer l'hypothèse principale :

- Le score REBA de la VL est plus faible que celui de la LD

Et nos hypothèses secondaires :

- Les angles articulaires restent dans la zone de confort lors de la VL
- Les angles articulaires sont dans les zones à risque avec la LD

II. Matériels et méthode

1. Objectif de l'étude

L'étude a pour objectif d'identifier la méthode de laryngoscopie qui sollicite moins les articulations afin de prévenir les TMS chez les soignants.

2. Type d'étude

Nous avons réalisé une étude observationnelle, quantitative et comparative entre la vidéolaryngoscopie (VL) et la laryngoscopie directe (LD).

3. Population cible

Afin de mener à bien notre étude, nous avons défini des critères d'inclusion pour déterminer notre population cible :

- Être IADE ou MAR
- Avoir une vue normale ou corrigée à la normale

Les critères de non-inclusion sont les suivants :

- MAR ou IADE adoptant la position assise pour la laryngoscopie
- MAR ou IADE s'aidant d'un appui lors de la laryngoscopie
- Pas de garde ou d'astreinte dans les 72h qui précèdent l'étude

Les critères d'exclusion sont :

- Être IADE ou MAR avec moins de 2 ans d'expérience
- MAR ou IADE ayant des TMS des membres supérieurs et du rachis
- Données inexploitable sur le logiciel NAWO®

Sur la base de ces critères, la population cible a compté 49 personnes, soit 45% de la population des IADE et des MAR du CHU de Nice à la date de la réalisation de l'étude. Elle s'analyse comme suit :

Caractéristiques	Nombre
Inclusions	49
Sexe	
- Homme	26
- Femme	23
Profession	
- IADE	28
- MAR	21
Age (années)	41 (28 – 59)
Expérience (années)	9 (2 -30)
Taille (cm)	173 (155 – 191)
Poids (kg)	69 (51 – 110)

Figure 11 : Caractéristiques des participants de l'étude

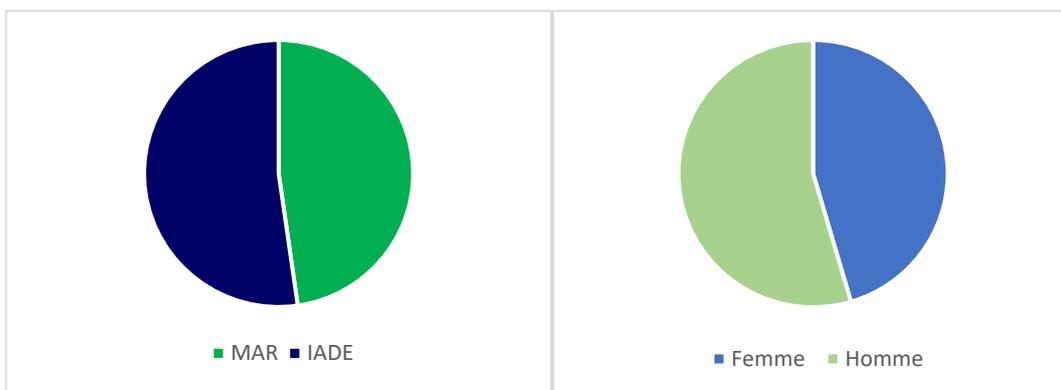


Figure 12 : Répartition de la population de l'étude par profession et par sexe

4. Matériels

L'étude a été menée au sein du bloc opératoire de l'hôpital Pasteur 2 du CHU de Nice, afin de reproduire au mieux les conditions habituelles de laryngoscopie des IADE et des MAR.

Pour que chaque participant soit soumis aux mêmes contraintes d'organisation spatiale, un plan (consultable en annexe 6) de la salle a été réalisé. La table est ainsi

située à 145 cm du mur de droite et à 150 cm du mur frontal. C'est une table de marque Maquet® (modèle GmBh) avec une télécommande fonctionnelle qui permet de régler la hauteur.

Pour la tête de mannequin (Trucorp Airsim Bronchi), c'était un Cormark 1 sans critère d'intubation difficile. Elle était située à 7.5 cm du bout de la table et centrée sur cette dernière avec 13.5 cm de chaque côté. Elle était fixée grâce à une paire de contention qui la maintenait en place lors des différentes laryngoscopies.

Dans la salle, il y avait également un scope allumé pour reproduire les bruits liés à la surveillance des patients, une tablette avec le matériel lié à la laryngoscopie et une table avec un ordinateur.

Nous étions équipés d'un laryngoscope classique avec une lame Macintosh® taille 4 pour la laryngoscopie directe, ainsi que d'un Gildescope® GO 1 comme vidéolaryngoscope avec une lame hyper-angulée taille 4 pour la vidéolaryngoscopie. Pour l'intubation, le matériel choisi a été une sonde normale de taille 7 et une seringue de 10 ml pour gonfler le ballonnet.

Afin d'objectiver les conditions de réalisation similaires, nous avons mesuré la température grâce à un thermomètre à mercure, le son et la luminosité grâce à des applications Android® nommées respectivement Sonomètre® et Luxmètre®. Par ailleurs, un enregistrement vidéo a été réalisé pour chacune des laryngoscopies par l'intermédiaire de deux téléphones portables posés sur des trépieds.

Nous avons choisi ensuite un outil d'analyse postural, le logiciel Nawo®, pour analyser les vidéos. Ce logiciel identifie automatiquement les articulations grâce à une intelligence artificielle utilisant l'Ergo simulation et il compare les angles avec le standard REBA.

5. Méthodes

Cette étude porte uniquement sur la laryngoscopie. Nous en avons exclu la préoxygénation ainsi que la ventilation manuelle.

Pour l'enregistrement vidéo des laryngoscopies, nous avons utilisé deux caméras avec des prises de vue différentes : l'une avec une vue frontale et l'autre avec

une vue latérale. Pour les besoins de l'étude, chaque participant a réalisé les deux techniques de laryngoscopie. Elles ont toujours été effectuées dans le même ordre : la laryngoscopie directe pour commencer puis la vidéolaryngoscopie. Les vidéos débutent à la prise en main du laryngoscope et se terminent au gonflage du ballonnet de la sonde oro-trachéale.

Pour participer à l'étude, chaque participant a dû donner son consentement pour les enregistrements vidéo et l'utilisation de leur image (le formulaire type est disponible en annexe n°4). De plus, ils ont répondu à un questionnaire visant à collecter des données personnelles comme leur nom, leur prénom, leur âge, leur profession, leur nombre d'année d'expérience, leur poids et leur taille.

Préalablement à la signature de leur consentement par chaque participant, il leur a été expliqué que l'étude a été autorisée par le CHU de Nice (cf. annexe 3).

Avant de commencer l'enregistrement vidéo, nous avons rappelé aux participants que la hauteur de la table était variable. Il leur a été proposé une prise en main du Gildescope Go® afin de leur permettre de se familiariser avec ce vidéolaryngoscope, différent de celui utilisé au CHU de Nice.

Les vidéos réalisées ont été analysées par le logiciel d'évaluation ergonomique Nawo Live® qui permet de calculer le risque d'exposition aux TMS comme le montrent les deux photos suivantes.

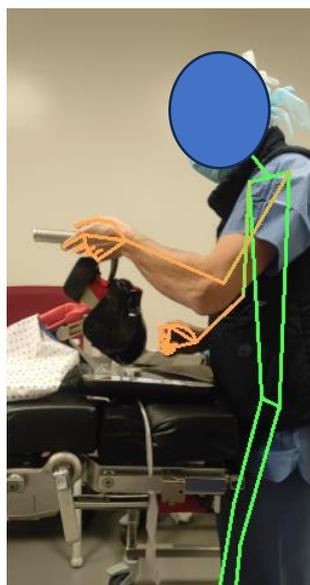


Figure 13 : Analyse du logiciel Nawo en laryngoscopie directe

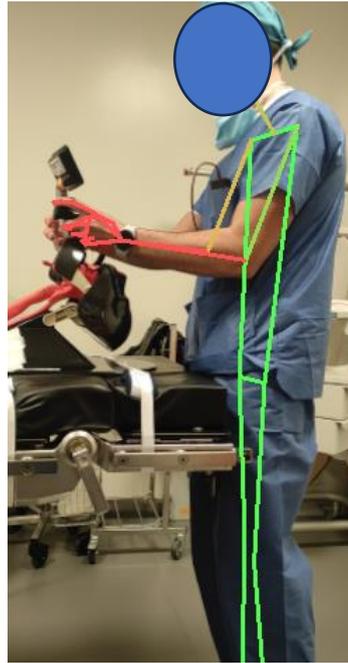


Figure 14 : Analyse du logiciel Nawo en vidéolaryngoscopie

Dans un premier temps, le logiciel a mesuré les angles articulaires de chaque participant grâce à une technologie de capture de mouvements. Cela permet de connaître les angles formés par les différents segments corporels identifiés entre leur position de référence et leur position mesurée. Les mesures sont réalisées toutes les 0.33 secondes tout au long de la vidéo.

Dans un second temps, les angles articulaires mesurés ont permis le calcul automatique d'un score ergonomique : le score REBA. Le calcul de ce score a été effectué de la manière suivante et est consultable en annexe n°5 :

- Les positions de la nuque, du tronc et des jambes ont été analysées individuellement et obtiennent chacune une note. Ces données ont été croisées afin d'obtenir un score compris entre 1 et 9.
- Si l'objet manutentionné est supérieur à 5kg alors le score sera augmenté de 1 ou 2 points, ce qui n'a pas été nécessaire pour les besoins de notre étude puisque le LD et le VL utilisés pesaient moins de 5 kg.
- Les positions de l'épaule, du coude et du poignet sont analysées et obtiennent chacune une note. Ces données ont été croisées afin d'obtenir un score compris entre 1 et 9.

- Les deux premiers scores obtenus ont également été croisés afin d'obtenir le REBA final compris entre 0 et 15.

III. Résultats

1. Score REBA

En vue latérale, les scores REBA moyens sont de 5.28 pour la LD et de 4.64 pour la VL. D'après un test statistique de Student pour séries appariées, les scores REBA moyens de la VL sont significativement plus faibles qu'avec la LD ($p < 0.05$ car $p = 0.003$).

En vue frontale, les scores REBA moyens sont de 5.96 pour la laryngoscopie directe et de 5.74 pour la vidéolaryngoscopie. D'après le même test statistique, les scores REBA moyens de la VL sont également significativement plus faibles qu'avec la LD ($p < 0.05$ car $p = 0.043$).

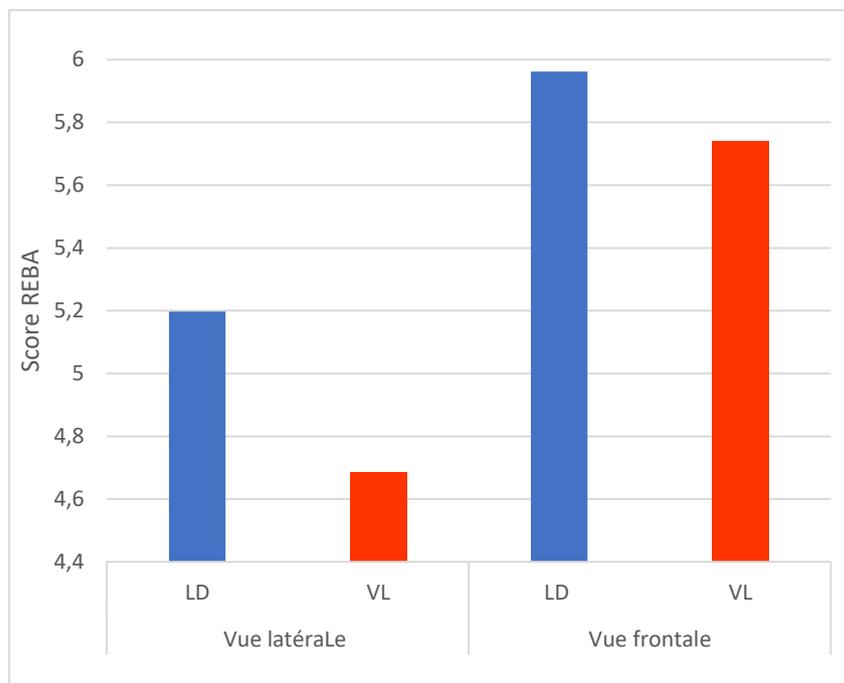


Figure 15 : Scores REBA moyens des LD et VL selon les prises de vue

Il est intéressant de constater que les scores REBA moyens des LD et VL de tous les participants en l'arrondissant à l'unité sont, pour les deux prises de vue, dans la même zone du score REBA : la zone 3 qui est la zone à risque moyen, soit la zone pour laquelle des améliorations doivent être envisagées pour diminuer le risque.

	Vue latérale	Vue frontale
Laryngoscopie Directe	5	6
Vidéolaryngoscopie	4	5

Figure 16 : Tableau récapitulatif des scores REBA en selon les prises de vue

Il faut noter par ailleurs qu'aucun participant dans les deux prises de vue n'obtient un score REBA situé en zone 1 (zone correspondant à un risque négligeable).

Nous remarquons enfin que la plupart des participants se répartissent entre les zones 2 et 3, soit respectivement les zones associées à un risque respectivement faible et moyen. En VL, la proportion est plus importante en zone 2 (pour laquelle des changements peuvent être nécessaires pour diminuer le risque) qu'en zone 3. Alors qu'en LD, le nombre de participants en zone 3 est plus grand qu'en zone 2.

De plus, mais seulement en vue frontale, une légère représentation en zone 4 est observée. Cette zone correspond à un risque élevé et doit entraîner une intervention pour diminuer le risque.

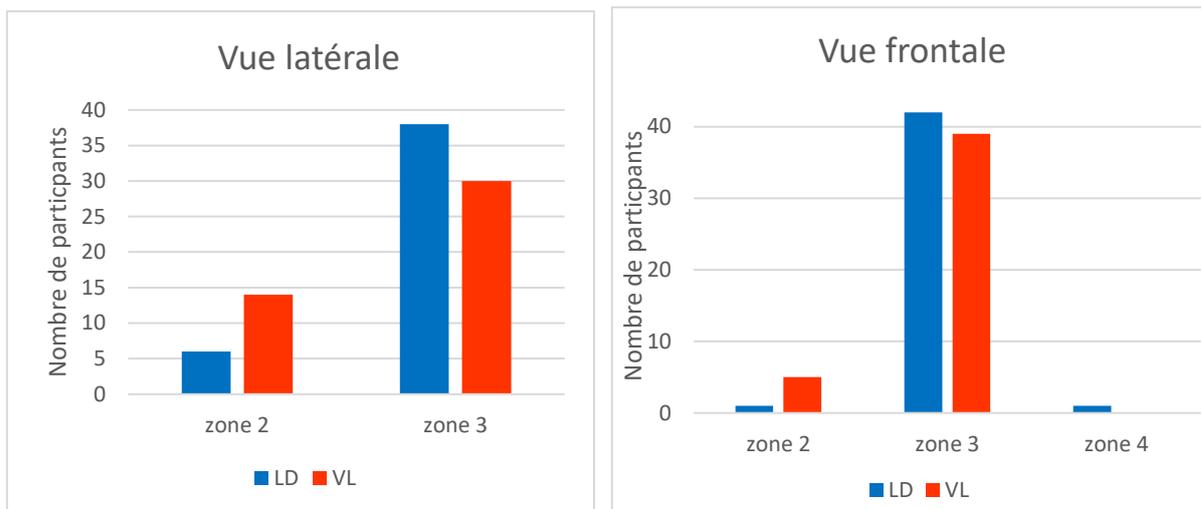


Figure 17 : Répartition des participants en fonction des zones de REBA en LD et VL lors des deux prises de vue

2. Angle articulaire

Nous avons également comparé les angles de postures des différents participants en nous intéressant uniquement au côté gauche car la laryngoscopie se fait exclusivement de ce côté. En vue latérale, les angles sont significativement plus faibles en vidéolaryngoscopie qu'en laryngoscopie directe pour la flexion de la nuque ($p < 0.05$ et $p = 0.047$) ainsi que pour l'inclinaison de la nuque ($p < 0.05$ et $p = 0.006$). En vue frontale, seuls les angles de l'abduction de l'épaule sont significativement plus faibles en VL qu'en LD ($p < 0.05$ et $p = 0.023$)

La figure ci-dessous synthétise les angles moyens des articulations sollicitées lors de la laryngoscopie, en LD et en VL, lors des deux prises de vue. On constate que tous les angles articulaires en VL sont inférieurs à ceux de la LD en vue frontale. En revanche, en vue latérale, la rotation de la nuque, la flexion de l'épaule et du coude sont plus élevées en VL qu'en LD. Cette observation met en évidence une variation dans l'analyse de l'IA en fonction de l'angle de prise de vue de la caméra. La qualité de l'analyse par l'IA dépend de son apprentissage, ce qui suggère que le réseau de neurones peut être amélioré pour obtenir des résultats homogènes entre les deux angles de prise de vue (18).

	Vue latérale		Vue frontale	
	LD	VL	LD	VL
Flexion du tronc	11.02	7.65	9.28	7.83
Inclinaison du tronc	2.44	2.29	2.12	2.01
Rotation du tronc	2.62	2.51	8.43	7.79
Flexion de la nuque	40.66	35.70	62.58	43.83
Inclinaison de la nuque	35.25	30.85	40.33	19.44
Rotation de la nuque	16.21	18.15	33.13	20.04
Flexion épaule	42.22	53.51	50.80	49.91
Abduction épaule	83.79	36.67	34.77	30.82
Flexion du coude	21.40	45.20	71.44	61.89

Figure 18 : Tableau des angles articulaires moyens

Notre étude montre également que les participants se tiennent plus droit en VL qu'en LD. En VL, les angles de flexion de la nuque et du tronc sont inférieurs comme l'abduction de l'épaule et l'inclinaison de la nuque. Il est toutefois difficile de faire une analyse objective de la flexion de l'épaule et du coude au vue des résultats de notre étude. Ces deux mouvements pourraient en effet être des mouvements compensatoires de la LD permettant ainsi une meilleure visualisation de l'orifice glottique.

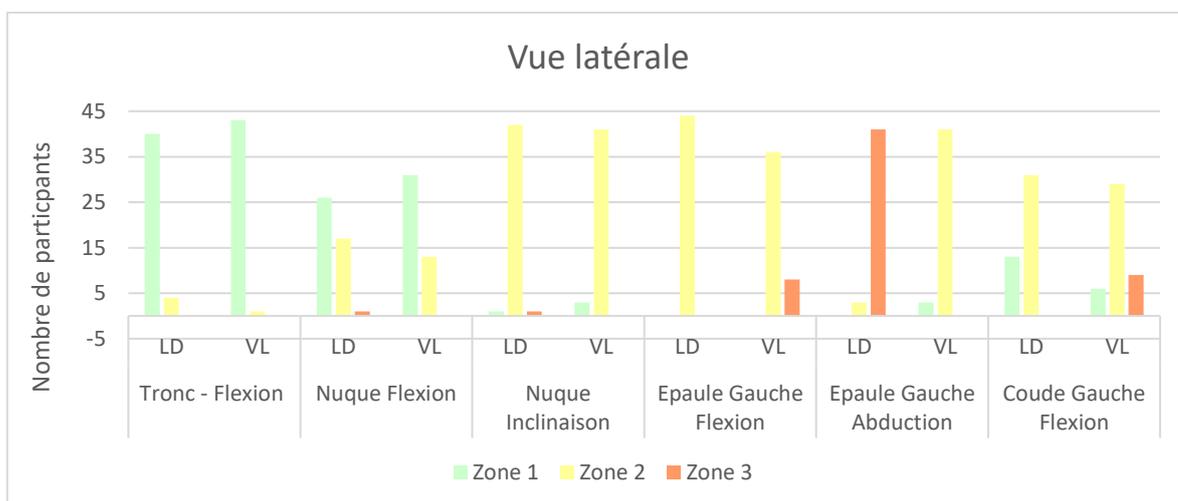
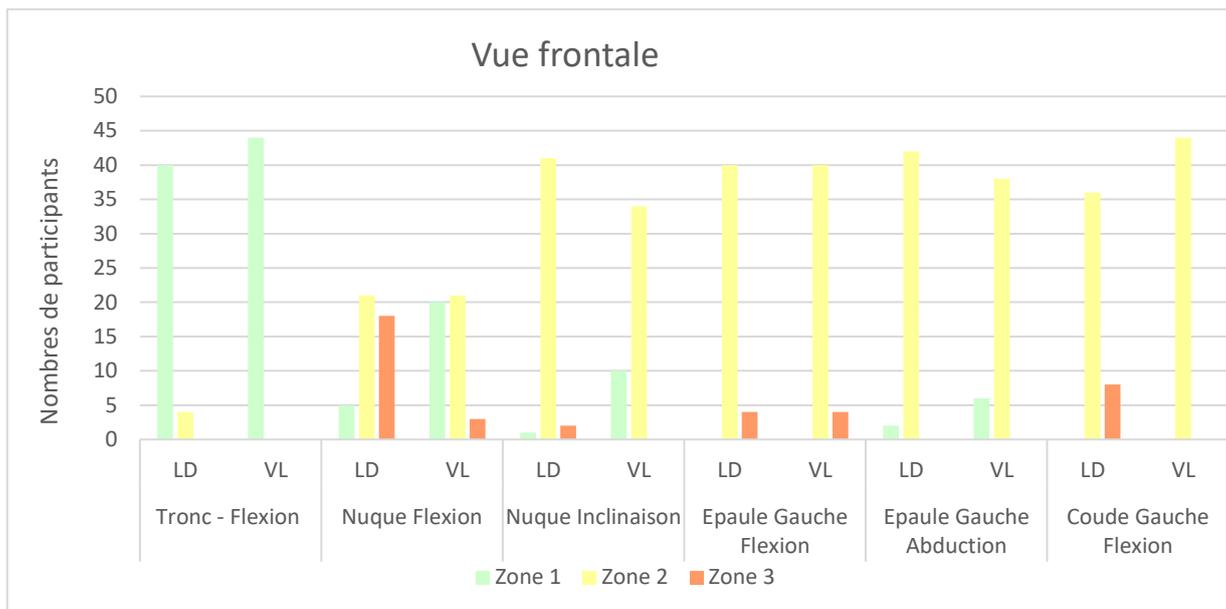


Figure 19 : Répartition des participants en fonction des zones de risque des articulations en LD et en VL lors des deux prises de vue.

Notre étude montre ainsi que les articulations, pouvant être considérées à risque pour le geste de la laryngoscopie, sont la flexion et l'inclinaison de la nuque, la flexion et l'abduction de l'épaule ainsi que la flexion du coude. Hormis la flexion de l'épaule et du coude en vue latérale, la proportion des participants est plus importante dans les zones à risque élevé en LD.

3. Age et expérience

La distribution des scores REBA ne semble pas corrélée à l'âge des participants comme l'illustre la figure suivante :

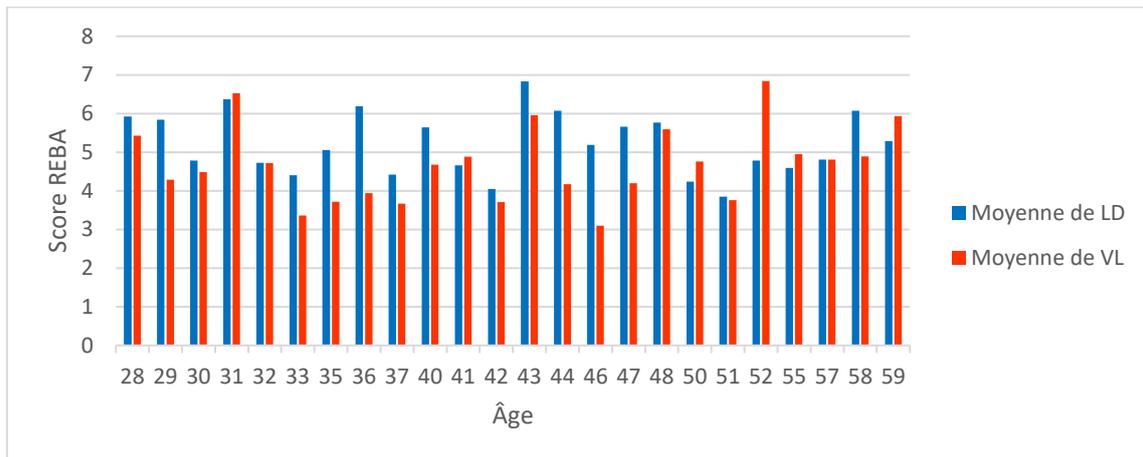


Figure 20 : Scores REBA selon l'âge

En regroupant les participants par classe d'âge, on a alors remarqué que le score REBA en VL est significativement plus faible que le score REBA en LD pour les classes 35 – 40 ans et 40 – 45 ans (car $p < 0.05$ avec respectivement $p = 0.037$ et $p = 0.041$).

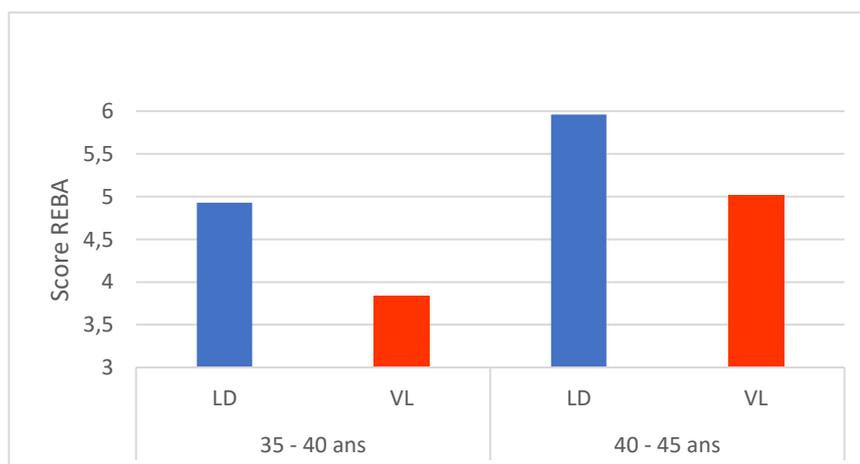


Figure 21 : Scores REBA selon les classes d'âge

4. Profession et sexe

Nous avons également analysé les résultats en tenant compte des professions. En vue latérale, les scores REBA des IADE et des MAR sont significativement plus faibles en vidéolaryngoscopie qu'en laryngoscopie directe. En revanche, en vue frontale, seuls les IADE présentent des scores REBA significativement plus faibles en VL par rapport à LD.

	Vue latérale	Vue frontale
IADE	p = 0.039	p = 0.022
MAR	p = 0.029	p = 0.87

Figure 22 : Tableau récapitulatif des tests statistiques des scores REBA selon la profession

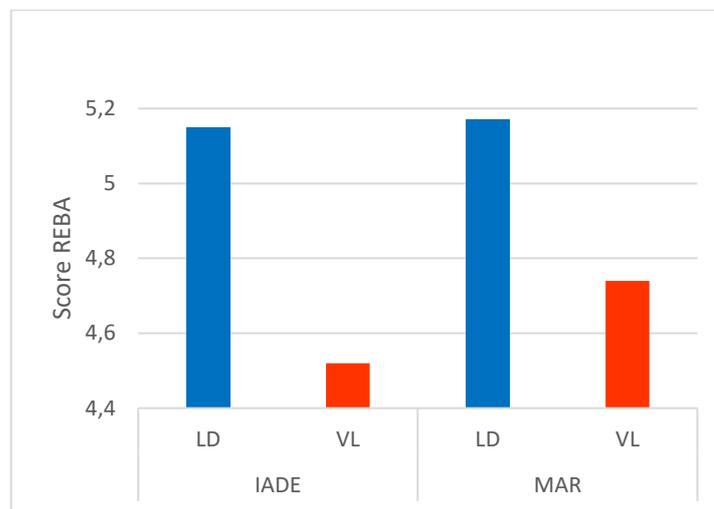


Figure 23 : Scores REBA selon la profession

Le score REBA est significativement plus faible en VL seulement pour les hommes en vue latérale (car $p < 0.05$ et $p = 0.016$). Néanmoins, les scores REBA moyens des participants de notre étude sont toujours inférieurs en VL par rapport à la LD.

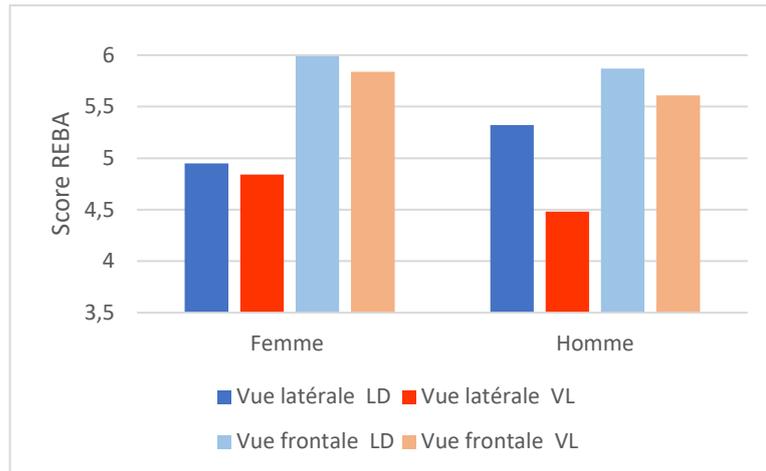


Figure 24 : Comparaison des scores REBA des deux techniques en fonction du sexe

5. Taille

Nous avons catégorisé les participants en fonction de leur taille afin d'établir une corrélation entre le score REBA et cette variable. Seuls les participants de taille comprise en 180 et 190 cm ont un score significativement plus faible en VL qu'en LD ($p < 0.05$ car $p = 0.013$ en vue latérale et $p = 0.031$ en vue frontale).

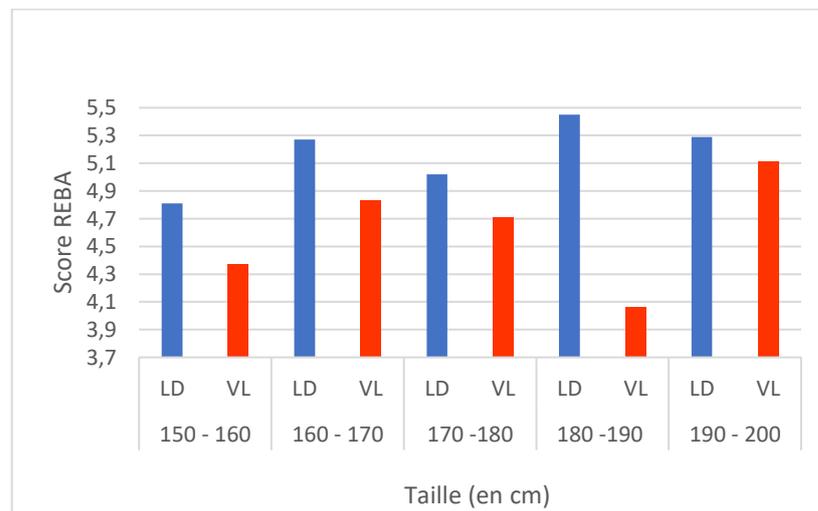


Figure 25 : Scores REBA selon la taille des participants

Bien que cela semble non significatif, nous avons pu observer que pour chaque catégorie de taille, le score REBA est plus faible en vidéolaryngoscopie qu'en laryngoscopie directe.

IV. Discussion

1. Le score REBA et les angles articulaires

Tout d'abord, elle met en évidence que la vidéolaryngoscopie semble offrir une meilleure ergonomie que la laryngoscopie directe, ce qui pourrait avoir des implications importantes pour la pratique des IADE et des MAR au quotidien. Notre hypothèse de départ est donc validée car les scores REBA en VL sont inférieurs à ceux de la LD.

De plus, nous nous sommes imposés une méthodologie rigoureuse tout au long de l'étude, offrant un recueil d'informations fiables pour nos conclusions. Les conditions environnementales ont été minutieusement contrôlées afin de garantir une homogénéité, prenant en compte des facteurs tels que la température, le bruit et la lumière (facteurs influençant les TMS), ce qui permet d'assurer la comparabilité des résultats entre les participants. Par ailleurs, le placement strict des caméras, de la table d'opération et du mannequin sur cette table a été soigneusement déterminé, assurant une cohérence dans les protocoles expérimentaux.

Notre étude révèle par ailleurs que seuls les angles de la flexion et l'inclinaison de la nuque ainsi que de ceux l'abduction de l'épaule sont significativement plus faibles en VL qu'en LD, contrairement à l'étude de 2015 qui comparait également la VL et LD pour laquelle tous les angles étaient significativement plus faibles en VL (29) hormis l'articulation du poignet. Il est toutefois vraisemblable que la hauteur variable de la table dans notre étude ait pu rendre les techniques plus ergonomiques. La lame du VL était hyper-angulée ce qui peut modifier les contraintes biomécaniques et l'ergonomie du geste. Il faut cependant souligner qu'il n'existe pas de littérature comparant l'ergonomie du mouvement de la laryngoscopie avec une lame Macintosh® et une lame hyper-angulée.

Il est important de noter que notre étude pourrait présenter des limites en termes de puissance, étant donné qu'elle est monocentrique, pour des raisons matérielles puisque le VL ne nous a été prêté que pour une période de deux mois. Il pourrait dans ces conditions être pertinent d'envisager une extension de notre étude et la réaliser à l'identique au sein de plusieurs autres centres hospitaliers universitaires (CHU) en

France. Cela permettrait d'obtenir un échantillon plus large avec des données plus représentatives et généralisables.

2. L'intelligence artificielle

L'utilisation de l'IA en ergonomie a déjà permis une avancée significative dans l'optimisation des environnements de travail. Grâce à l'IA, il est désormais possible d'analyser de nombreuses données sur les mouvements, les postures et les habitudes des utilisateurs, ce qui a déjà conduit à concevoir des espaces de travail plus adaptés. Avec les algorithmes de l'IA, il est également désormais plus facile de détecter des risques ergonomiques et des TMS et, ce de façon plus précoce. En intégrant l'IA dans les processus d'évaluation ergonomique, les entreprises pourraient améliorer la santé et le bien-être de leurs employés (19), la cotation manuelle, basée sur l'observation, reste aujourd'hui la méthode de référence de l'ergonome (18).

Dans notre étude, les données captées par les caméras ont été traitées par l'IA et ont permis d'obtenir des informations sur l'angulation des articulations et les scores ergonomiques (le score REBA pour notre étude). Cette utilisation de l'IA offre une précision et une objectivité accrues dans l'analyse des données, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour une compréhension approfondie des aspects ergonomiques et des contraintes biomécaniques de la laryngoscopie.

Toutefois, l'intelligence artificielle étant une « *technologie se basant sur des algorithmes apprenant permettant d'identifier, de détecter et de définir des formes selon des situations ayant permis au réseau de neurones de faire les choix permettant des identifications, et ces détections* » (18), la qualité de l'analyse dépend donc en grande partie de l'efficacité de cet apprentissage, qui doit inclure toutes les contraintes environnementales et biomécaniques.

Par ailleurs, dans le cadre de notre étude, quatre participants ont été exclus en raison de défauts de données informatiques détectés par l'intelligence artificielle. Cette exclusion a été nécessaire pour garantir la fiabilité des données analysées, ce qui a pu introduire un potentiel biais de confusion dans nos résultats. En effet, l'exclusion de certains participants peut avoir influencé la représentativité de notre échantillon.

Enfin, la technique de l'Ergo Simulation sur laquelle repose le logiciel Nawo n'a pas permis de détecter les mouvements du poignet, alors que c'est une articulation sollicitée lors de la laryngoscopie.

Dans ces conditions, l'émergence de nouveaux capteurs GPS va sûrement marquer une nouvelle avancée en ergonomie. L'analyse par l'IA des nouvelles données qui vont en résulter est de nature à offrir de nouvelles possibilités pour l'analyse et l'amélioration de la prévention des TMS. Par ailleurs, contrairement à la méthode de l'Ergo simulation (utilisée dans notre étude), qui repose sur la conception de modèles virtuels pour reproduire le mouvement humain, les capteurs GPS permettent une capture directe et précise des mouvements réels des participants. Cette technologie a donc une approche plus réaliste et plus précise de l'évaluation ergonomique, permettant de mieux comprendre les contraintes physiques et les risques associés à différents mouvements. De plus, les capteurs 3D offrent la possibilité d'une évaluation en temps réel, ce qui permet une intervention plus rapide pour prévenir les TMS liées au travail et d'optimiser les conditions de travail. Dans ces conditions, il est probable que l'utilisation de ces capteurs 3D pourrait aider à détecter plus tôt le risque de troubles musculo-squelettiques (42) lors de la laryngoscopie.

3. Le vidéolaryngoscope

Le vidéolaryngoscope utilisé lors de notre étude, le Gildescope Go 1, est différent par rapport au modèle de VL utilisé au CHU de Nice. Bien que nous ayons proposé une prise en main aux participants avant l'enregistrement vidéo, le manque de connaissance et de pratique du matériel a pu influencer leurs mouvements, les rendant peut-être différents de leur gestuelle habituelle. La plupart des participants ont également souligné, pendant ou juste avant l'enregistrement vidéo, le poids de l'appareil et la sensation d'un « équilibre instable ».

Le poids du Gildescope Go 1 est de 250 grammes alors que le poids de celui utilisé au CHU de Nice est de 200 grammes. Le poids faisant partie des contraintes ergonomiques inévitables au mouvement attaché à la laryngoscopie, il est important de le prendre en considération. Dans cette perspective, bien que notre étude montre un

score REBA plus faible en VL qu'en LD, la différence pourrait peut-être s'avérer plus significative avec un VL de poids plus léger.

L'utilisation d'une lame hyper-angulée pour le vidéolaryngoscope peut également avoir introduit un biais de confusion. En effet, cette pratique étant peu courante au CHU de Nice, les participants n'étaient pas familiers avec cette technique, contrairement à la laryngoscopie directe utilisée avec une lame Macintosh®. Bien que la lame hyper-angulée puisse modifier l'exposition glottique, une étude de la Cochrane suggère qu'elle pourrait réduire le taux d'échec de l'IOT et d'intubation œsophagienne, tout en augmentant le taux de réussite à la première tentative (7).

Le fait que les deux techniques de laryngoscopie aient été réalisées dans un ordre constant, d'abord la laryngoscopie directe suivie de la vidéolaryngoscopie, pourrait aussi avoir induit un biais dans notre étude. En effet, cela a pu avoir influencé les performances des participants, car ils ont pu s'adapter ou négliger la deuxième technique. Une approche différente, avec un ordre aléatoire des deux techniques, aurait peut-être pu atténuer ce potentiel biais en réduisant l'effet de l'ordre de réalisation sur les résultats observés. Malgré la possibilité d'un biais lié à l'ordre constant de réalisation des deux techniques, notre étude a été conduite avec une rigueur et méthode, garantissant ainsi la fiabilité et la pertinence des résultats obtenus.

V. Conclusion

Même si notre étude suggère que la vidéolaryngoscopie peut réduire les contraintes biomécaniques et potentiellement les risques de TMS pour les IADE et les MAR, des études additionnelles sont nécessaires pour comprendre pleinement les implications ergonomiques de cette technique. Il est important de développer des recommandations pour optimiser la sécurité et la qualité de vie des soignants lors de l'intubation orotrachéale. De plus, ces futures études devront intégrer de nouveaux outils et méthodes améliorés par les avancées en intelligence artificielle, dont le développement continu apportera des solutions encore plus performantes

Il serait intéressant d'examiner la période de préoxygénation précédant l'intubation, qui peut également entraîner des sollicitations musculaires importantes, surtout dans les cas où le patient n'est pas facilement ventilable. Une analyse approfondie de cette phase pourrait fournir des informations cruciales sur les exigences ergonomiques et les pratiques cliniques à prendre en compte pour minimiser les risques de TMS chez les professionnels de santé.

Bibliographie

1. Matthews AJ, Johnson CJH, Goodman NW. Body posture during simulated tracheal intubation. *Anaesthesia*. 1998;53(4):331-4.
2. Ahmed M, Chevray T, Ponsonnard S, Druet-Cabanac M, Nathan N. Impact des conditions de travail sur la santé du personnel d'un service d'anesthésie de CHU. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 1 sept 2014;33:A261-2.
3. Diao ML, Diatta AER, Ndong A, Ba PO, Konate I, Gaye MC, et al. PrÃ©valence et facteurs de risques des troubles musculo-squelettiques chez les chirurgiens de l'Ã¢pital RÃ©gional de Saint-Louis du SÃ©nÃ©gal. *PAMJ - Clinical Medicine [Internet]*. 9 nov 2020 [citÃ© 27 nov 2023];4(86). Disponible sur: <https://www.clinical-medicine.panafrican-med-journal.com/content/article/4/86/full>
4. Gros V. La posture de l'opÃ©rateur lors de l'intubation oro-trachÃ©ale : influence biomÃ©canique et enjeux ergonomiques.
5. Szarpak L. Laryngoscopes for difficult airway scenarios: a comparison of the available devices. *Expert Review of Medical Devices*. 2 sept 2018;15(9):631-43.
6. Lewis SR, Butler AR, Parker J, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]*. 2016 [citÃ© 5 dÃ©c 2023];(11). Disponible sur: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD011136.pub2/full>
7. Hansel J, Rogers AM, Lewis SR, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adults undergoing tracheal intubation. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]*. 2022 [citÃ© 5 dÃ©c 2023];(4). Disponible sur: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD011136.pub3/full>
8. Langeron O, Bourgain JL, Francon D, Amour J, Baillard C, Bourroche G, et al. Intubation difficile et extubation en anesthÃ©sie chez l'adulte. *AnesthÃ©sie & RÃ©animation*. nov 2017;3(6):552-71.

9. Cooper RM, Pacey JA, Bishop MJ, McCluskey SA. Early clinical experience with a new videolaryngoscope (GlideScope) in 728 patients. *Can J Anaesth.* févr 2005;52(2):191-8.
10. Russell T, Khan S, Elman J, Katznelson R, Cooper RM. Measurement of forces applied during Macintosh direct laryngoscopy compared with GlideScope® videolaryngoscopy. *Anaesthesia.* juin 2012;67(6):626-31.
11. Aziz MF, Abrons RO, Cattano D, Bayman EO, Swanson DE, Hagberg CA, et al. First-Attempt Intubation Success of Video Laryngoscopy in Patients with Anticipated Difficult Direct Laryngoscopy: A Multicenter Randomized Controlled Trial Comparing the C-MAC D-Blade Versus the GlideScope in a Mixed Provider and Diverse Patient Population. *Anesth Analg.* mars 2016;122(3):740-50.
12. P N, I P, T D, E K, T X. Video-laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* [Internet]. oct 2010 [cité 13 nov 2023];54(9). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20887406/>
13. De Jong A, Sfara T, Pouzeratte Y, Pensier J, Rolle A, Chanques G, et al. Videolaryngoscopy as a first-intention technique for tracheal intubation in unselected surgical patients: a before and after observational study. *Br J Anaesth.* oct 2022;129(4):624-34.
14. Kriege M, Alflen C, Tzanova I, Schmidtman I, Piepho T, Noppens RR. Evaluation of the McGrath MAC and Macintosh laryngoscope for tracheal intubation in 2000 patients undergoing general anaesthesia: the randomised multicentre EMMA trial study protocol. *BMJ Open.* 21 août 2017;7(8):e016907.
15. Cook TM, Boniface NJ, Seller C, Hughes J, Damen C, MacDonald L, et al. Universal videolaryngoscopy: a structured approach to conversion to videolaryngoscopy for all intubations in an anaesthetic and intensive care department. *Br J Anaesth.* janv 2018;120(1):173-80.
16. 52ème Congrès de la SELF : « Présent et futur de l'ergonomie » | Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact) [Internet]. [cité 5 déc

- 2023]. Disponible sur: <https://www.anact.fr/52eme-congres-de-la-self-present-et-futur-de-lergonomie>
17. Article L4121-3 - Code du travail - Légifrance [Internet]. [cité 26 oct 2023]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043893923
 18. Meurisse L, Falgayrat J, Draye N, Henry G, Scohier M. L'intégration de nouvelles technologies dans le métier de l'ergonomie. *revue des questions scientifiques*.
 19. Biencourt M, Gaillard I, Mollo V, Barthe B, Carlier A, Charvillat V. Transformations du travail par l'Intelligence Artificielle: Quels enjeux pour l'ergonomie? In 2021 [cité 6 mai 2024]. p. 324. Disponible sur: <https://univ-tlse2.hal.science/hal-03450140>
 20. Nawo Live - Outil d'évaluation des risques TMS [Internet]. Nawo Solution. [cité 6 mai 2024]. Disponible sur: <https://nawo-solution.com/outil-evaluation-des-risques-tms/>
 21. Allard Paul. *Analyse du mouvement humain par la biomécanique* / Paul Allard,... Jean-Pierre Blanchi,... 2e édition. Ville Mont-Royal (Quebec) Paris: Decarie Vigot; 2000. 400 p.
 22. Bouvier B. Postures et mouvements du membre supérieur à partir de capteurs inertiels: une évaluation méthodologique.
 23. Lepoutre JP. Modélisation biomécanique du mouvement: vers un outil d'évaluation pour l'instrumentation en orthopédie.
 24. Afnor EDITIONS [Internet]. [cité 29 avr 2024]. NF EN 1005-4. Disponible sur: <https://www.boutique.afnor.org/en-gb/standard/nf-en-10054/safety-of-machinery-human-physical-performance-part-4-evaluation-of-working/fa049046/62524>
 25. 14h00-17h00. ISO. [cité 29 avr 2024]. ISO 11228-3:2007. Disponible sur: <https://www.iso.org/standard/26522.html>

26. Pénibilité au travail. Ce qu'il faut retenir - Démarches de prévention - INRS [Internet]. [cité 27 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/demarche/penibilite/ce-qu-il-faut-retenir.html>
27. Décret n° 2014-1159 du 9 octobre 2014 relatif à l'exposition des travailleurs à certains facteurs de risque professionnel au-delà de certains seuils de pénibilité et à sa traçabilité. 2014-1159 oct 9, 2014.
28. Lepage J. Les troubles musculo-squelettiques chez l'infirmier(e) anesthésiste en lien avec l'intubation. 2019.
29. Grundgeiger T, Roewer N, Grundgeiger J, Hurtienne J, Happel O. Body posture during simulated tracheal intubation: GlideScope® videolaryngoscopy vs Macintosh direct laryngoscopy for novices and experts. *Anaesthesia*. 2015;70(12):1375-81.
30. Walker JD. Posture used by anaesthetists during laryngoscopy†. *British Journal of Anaesthesia*. 1 nov 2002;89(5):772-4.
31. Dolenska S. Posture at laryngoscopy. *British Journal of Anaesthesia*. 1 févr 2015;114(2):348.
32. INRS. Les troubles musculosquelettiques de membres supérieur (TMS-MS) - Guide pour les préventeurs. France; 2011.
33. Minh KP, Ngoc QK, Forrer A, Thanh HN, Reinharz D. Prévention des troubles musculo-squelettiques chez les infirmiers d'un hôpital de province au Vietnam. *Santé Publique*. 2019;31(5):633-44.
34. Albayadi E, Soliman A, Alyeddin WF. Prevalence of musculoskeletal disorders in anesthesiologists in Ismailia Governorate. *Egyptian Journal of Anaesthesia*. 31 déc 2023;39(1):289-95.
35. Ayoğlu H, Ayoğlu FN. Occupational Risks for Anaesthesiologists and Precautions. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. avr 2021;49(2):93-9.
36. anestezirapor.pdf [Internet]. [cité 20 nov 2023]. Disponible sur: <https://istabip.org.tr/icerik/anestezirapor.pdf>

37. Troubles musculo-squelettiques [Internet]. [cité 23 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-liees-au-travail/troubles-musculo-squelettiques>
38. Work-related musculoskeletal disorders statistics in Great Britain, 2022. 2022;
39. Volquind D, Bagatini A, Carneiro Monteiro GM, Londero JR, Benvenuti GD. Occupational hazards and diseases related to the practice of anesthesiology. *Braz J Anesthesiol.* 2013;63(2):227-32.
40. Bajwa SJS, Kaur J. Risk and safety concerns in anesthesiology practice: The present perspective. *Anesth Essays Res.* 2012;6(1):14-20.
41. Riley C, Wilson C, Andrzejowska I, Giri P. Reducing musculoskeletal pain in the operating theatre. *BJA Education.* avr 2022;22(4):154.
42. Malaisé A. Apprentissage du mouvement humain à l'aide de capteurs portés: vers l'automatisation de l'évaluation ergonomique.

Annexes

Annexe 1 : Autorisation de la pré-enquête par le CHU



DIRECTION DES SOINS
GESTION DES STAGES

DEMANDE D'AUTORISATION D'ENQUETE

A compléter (zones grises) et à adresser à cgs-stage@chu-nice.fr

PRE ENQUETE <input checked="" type="checkbox"/>	ENQUETE <input type="checkbox"/>	
DEMANDE D'AUTORISATION D'ENQUETE AU CHUN POUR UN MEMOIRE D'ETUDIANT : EN SOINS INFIRMIERS <input type="checkbox"/> CADRE DE SANTE <input type="checkbox"/>		
Nom prénom de l'étudiant : <u>PETIT Joséphine</u> Email personnel : <u>josphine.petit@hotmail.fr</u>		
Nom du Directeur de Mémoire : <u>Irène D'Agostino</u> Mail : <u>dagostino.i@chu-nice.fr</u> Tél : <u>33625</u>		
Nom du guidant (Institut de formation) : <u>Stéphane GARDIANI</u> Mail : <u>gardiani.s@chu-nice.fr</u> Tél :		
Thème du Mémoire : <u>la laryngoscopie, l'ergonomie et le TMS</u>		
Dispositif d'enquête Echantillon : <u>JADE - MAR du CHU de Nice</u> Outils d'enquête utilisés : (validés par le guidant) Questionnaire <input checked="" type="checkbox"/> - Guide d'entretien <input type="checkbox"/> - Grille d'observation <input type="checkbox"/> Méthode de recherche : Expérimentale <input type="checkbox"/> - Etude de cas <input type="checkbox"/> - Clinique <input type="checkbox"/> Période de déroulement de l'enquête :		
Secteurs de soins demandés par l'étudiant et argumentés <u>Blanc gynécologique de l'axe 1, 2 et l'axe 2</u>	Accord ou secteurs retenus	Cadre de santé à prévenir
<input checked="" type="checkbox"/> Autorisé à réaliser l'enquête dans les secteurs retenus <input type="checkbox"/> Non autorisé Le <u>13/02/2023</u>		

Direction des Soins
 C.H.U. de Nice

CHU de Nice - Coordination Générale des Soins
HORLAVILLE Stéphane
 Directeur des Soins
 4, avenue Reine Victoria CS 91179
 06003 NICE Cedex 1
 Téléphone : 04 92 03 47 37
 Mail : horlaville.s@chu-nice.fr

ECOLE D'INFIRMIERS ANESTHESISTES
 CHU de NICE
 Avenue Banco - 06300 NICE - Pavillon Grand Hôtel - Direction des Soins - 04 avenue Reine Victoria - Hôpital Cimex - Nice 06003 Cedex 1
 Tél : 04 92 03 21 20 - Fax : 04 92 03 21 29

Gestion des Stages & Enquêtes au unité de soins
 Direction des Soins - 04 avenue Reine Victoria - Hôpital Cimex - Nice 06003 Cedex 1
cgs-stage@chu-nice.fr Tél : 04 92 03 46 84

Annexe 2 : Questionnaire de la pré-enquête

Grille de dépistage des TMS destinés aux cadres

Objectif : Etat des lieux des données démographiques des TMS dans les blocs du CHU de Nice

Situation de travail	Localisation	Nombres de salariés	
Laryngoscopie	- Pasteur 1 - Pasteur 2 - Archet 2		
Concernant l'intubation et plus particulièrement la laryngoscopie, avez-vous observé ...			
Indicateurs	Items	Oui	Non
Santé au travail	... un accident du travail avec arrêt ?		
	... des plaintes, des douleurs, une pathologie de l'appareil locomoteur ?		
	... une inaptitude médicale ou une adaptation du poste de travail ?		
Gestion du personnel	... de l'absentéisme récurrent ?		
	... un recours fréquent à des remplacements (intérim, pool de remplacement, rappel de congés ...) ?		
	Un turn-over significatif ?		

Situation de travail	Localisation	Nombres de salariés	
Laryngoscopie	- Pasteur 1 - Pasteur 2 - Archet 2		
Concernant l'intubation et plus particulièrement la laryngoscopie, avez-vous observé ...			
Indicateurs	Items	Objectif	Hypothèse
Santé au travail	... un accident du travail avec arrêt ?	Avoir des données objectives sur les TMS au sein des blocs opératoires du CHU de Nice	Présence AT au sein des équipes
	... des plaintes, des douleurs, une pathologie de l'appareil locomoteur ?		
	... une inaptitude médicale ou une adaptation du poste de travail ?		
Gestion du personnel	... de l'absentéisme récurrent ?		Présence de douleurs lors de la laryngoscopie
	... un recours fréquent à des remplacements (intérim, pool de remplacement, rappel de congés ...) ?		
	Un turn-over significatif ?		
		Absence d'inaptitude médicale ou d'adaptation du poste de travail	

Annexe 2 (suite) : Questionnaire de la pré-enquête

Grille de dépistage des TMS aux IADE et aux MAR

Objectif : Identification des différents facteurs de risque des TMS au sein de la population IADE et MAR des blocs opératoires d CHU de Nice

Cette étude porte uniquement sur la laryngoscopie. Nous avons exclu la préoxygénation ainsi que la ventilation manuelle.

Situation de travail	Localisation		
Laryngoscopie	<ul style="list-style-type: none"> - Pasteur 1 - Pasteur 2 - Archet 2 		
Concernant l'intubation et plus particulièrement la laryngoscopie, y a-t-il des difficultés liées à ...			
Indicateurs	Items	Oui	Non
Efforts physiques	... des efforts exercés sur ... avec le laryngoscope		
	- Les membres supérieurs ?		
	- Les membres inférieurs ?		
	- Le rachis cervical ?		
	- Le rachis lombaire ?		
	... des efforts exercés sur ... avec le vidéolaryngoscope		
	- Les membres supérieurs ?		
	- Les membres inférieurs		
	- Le rachis cervical ?		
	- Le rachis lombaire ?		
... à la durée du geste ?			
... aux particularités anatomiques de certains patients :			
- IOT difficile prévue			
- Petite ouverture de bouche			
- Raideur rachis cervical du patient			
... un travail répétitif ?			
Dimensions	... des postures inconfortables :		
	- Se pencher ?		
	- Lever les bras ?		
	- Se tourner ?		
	... impossibilité de modifier la posture ?		
... un espace de travail inadapté, restreint, encombré ?			
... des équipements encombrants à manutentionner ou à déplacer :			
- Chariots IADE ?			
- Respirateur ?			
Caractéristiques de l'environnement	... l'ambiance physique de travail dégradée		
	- Bruit		
	- Exposition au froid		
- Eclairage			
... exposition à des comportements non collaborant			
- Patients			
- Collègues			
Caractéristiques Temporelles	... un rythme imposé ou la nécessité de se dépêcher ?		
	... la prise de pauses ?		
	... des changements imprévus d'activité		
- Exigences liées aux soins			
- Respect des personnes			
- Aléas			
Organisation	... l'absence d'autonomie dans la façon de faire son travail (pas de marge de manœuvre, aucune latitude décisionnelle...) ?		
	... des horaires atypiques (astreintes, gardes, travail de nuit) ?		
	... des objectifs de qualités ?		
	... travailler en équipe (organisation collective pour une tâche, partages des contraintes) ?		
	... la prise de pause		

Annexe 2 (suite) : Questionnaire de la pré-enquête

Grille de dépistage des TMS aux IADE et aux MAR			
Situation de travail		Localisation	
Laryngoscopie		<ul style="list-style-type: none"> - Pasteur 1 - Pasteur 2 - Archet 2 	
Concernant l'intubation et plus particulièrement la laryngoscopie, y a-t-il des difficultés liées à ...			
Indicateurs	Items	Objectifs	Hypothèses
Efforts physiques	... des efforts exercés sur ... avec le laryngoscope <ul style="list-style-type: none"> - Les membres supérieurs ? - Les membres inférieurs ? - Le rachis cervical ? - Le rachis lombaire ? 	Identification de facteurs biomécaniques des TMS : <ul style="list-style-type: none"> - Force - Durée d'activité - Répétition 	Force exercée par : <ul style="list-style-type: none"> - Membres supérieurs - Rachis cervical
	... des efforts exercés sur ... avec le vidéolaryngoscope <ul style="list-style-type: none"> - Les membres supérieurs - Les membres inférieurs - Le rachis cervical ? - Le rachis lombaire ? 	Comparaison laryngoscopie directe et vidéolaryngoscopie	La durée de la laryngoscopie peut engendrer des difficultés à la laryngoscopie
	... à la durée du geste ?		La répétition de la laryngoscopie entraîne des difficultés en fonction du lieu d'exercice
	... aux particularités anatomiques de certains patients : <ul style="list-style-type: none"> - IOT difficile prévue - Petite ouverture de bouche - Raideur rachis cervical du patient 		
	... un travail répétitif ?		
Dimensions	... des postures inconfortables : <ul style="list-style-type: none"> - Se pencher ? - Lever les bras ? - Se tourner ? 	Identification de facteurs biomécaniques : <ul style="list-style-type: none"> - La posture 	La laryngoscopie peut entraîner des postures inconfortables La posture peut néanmoins être modifiée
	... impossibilité de modifier la posture ?	Identification de facteurs environnementaux	L'espace de travail peut être restreints dans certains blocs La manutention des équipements encombrant est contraignante
	... un espace de travail inadapté, restreint, encombré ?		
Caractéristiques de l'environnement	... des équipements encombrants à manutentionner ou à déplacer : <ul style="list-style-type: none"> - Chariots IADE ? - Respirateur ? 	Identifications de facteurs environnementaux	Le froid est bien présent au bloc opératoire
	... l'ambiance physique de travail dégradée <ul style="list-style-type: none"> - Bruit - Exposition au froid - Eclairage 		
Caractéristiques Temporelles	... exposition à des comportements non collaborant <ul style="list-style-type: none"> - Patients - Collègues 	Identification de facteurs organisationnels : <ul style="list-style-type: none"> - Cadence - Contrainte de temps - Temps de repos 	
	... un rythme imposé ou la nécessité de se dépêcher ?		
	... la prise de pauses ?		
	... des changements imprévus d'activité <ul style="list-style-type: none"> - Exigences liées aux soins - Respect des personnes - Aléas 		

Annexe 2 (suite) : Questionnaire de la pré-enquête

Organisation	... l'absence d'autonomie dans la façon de faire son travail (pas de marge de manœuvre, aucune latitude décisionnelle...) ?	Identification des facteurs psychosociaux : - Autonomie - Reconnaissance - Fatigue générée par les horaires - Tension générée par une obligation de qualité des soins	
	... des horaires atypiques (astreintes, gardes, travail de nuit) ?		
	... des objectifs de qualités ?		
	... travailler en équipe (organisation collective pour une tâche, partages des contraintes) ?		
	... la prise de pause		

Annexe 3 : Autorisation de l'enquête par le CHU



**DIRECTION DES SOINS
GESTION DES STAGES**

DEMANDE D'AUTORISATION D'ENQUETE

A compléter (zones grises) et à adresser à cgs-stage@chu-nice.fr

PRE ENQUETE <input type="checkbox"/>	ENQUETE <input checked="" type="checkbox"/>
DEMANDE D'AUTORISATION D'ENQUETE AU CHUN POUR UN MEMOIRE D'ETUDIANT : EN SOINS INFIRMIERS <input type="checkbox"/> CADRE DE SANTE <input type="checkbox"/>	
Nom prénom de l'étudiant : Joséphine PETIT Email personnel :	
Nom du Directeur de Mémoire : Dr Irène D'AGOSTINO Mail : dagostino.i@chu-nice.fr Tél :	
Nom du guidant (Institut de formation) : Mme Gaudriault Mail : gaudriault.s@chu-nice.fr Tél : 04 92 03 21 21	
Thème du Mémoire : Les Troubles musculo-squelettiques associés à la laryngoscopie	
Dispositif d'enquête Echantillon : IADE et MAR Outils d'enquête utilisés : (validés par le guidant) Questionnaire <input type="checkbox"/> – Guide d'entretien <input type="checkbox"/> – Grille d'observation <input checked="" type="checkbox"/>	
Méthode de recherche : Expérimentale <input type="checkbox"/> – Etude de cas <input type="checkbox"/> – Clinique <input checked="" type="checkbox"/>	
Période de déroulement de l'enquête : 01 janvier au 31 mars 2024	
Secteurs de soins demandés par l'étudiant et argumentés	Accord ou secteurs retenus
Bloc Pasteur 2	Cadre de santé à prévenir Mme Faraci
<input checked="" type="checkbox"/> Autorisé à réaliser l'enquête dans les secteurs retenus <input type="checkbox"/> Non autorisé	
Le 12/02/2024	
ECOLE D'INFIRMIERS ANESTHESISTES CHU de NICE	
12 Avenue Darnicq - 06300 NICE Tél : 04 92 03 21 20 - Fax : 04 92 03 21 28 <small>Gestion des Stages & Enquêtes en unité de soins Pavillon Grand Hôtel - Direction des Soins - 04 avenue Reine Victoria - Hôpital Cimiez - Nice 06003 cedex 1 cgs-stage@chu-nice.fr Tél : 04 92 03 46 64</small>	
Direction des Soins C.H.U. de Nice 	

Annexe 4 : Consentement des participants à l'étude

CONSENTEMENT À LA PARTICIPATION À UNE ENQUÊTE SUR LA LARYNGOSCOPIE

Titre de l'étude : Etude ergonomique comparative entre la laryngoscopie directe et la vidéolaryngoscopie

Cher(e) participant(e),

Je vous invite cordialement à participer à l'enquête comparant l'ergonomie de la vidéolaryngoscopie à la laryngoscopie directe menée par Joséphine PETIT et Irène d'AGOSTINO. Avant de prendre votre décision, veuillez lire attentivement les informations ci-dessous concernant votre participation à cette étude.

Objectif de l'étude : L'objectif de cette enquête est d'identifier la méthode de laryngoscopie qui sollicite moins les articulations afin de prévenir les TMS chez les soignants.

Procédure de l'enquête : L'enquête consistera en l'étude ergonomique du geste de la laryngoscopie en fonction des deux méthodes. Dans le cadre de cette étude, nous avons l'intention de prendre des vidéos pour documenter et analyser les angles articulaires lors de la laryngoscopie afin d'en extraire un score ergonomique (le score REBA).

Enregistrement vidéo : En participant à cette étude, vous consentez à être enregistré(e) sur vidéo pendant le temps de la laryngoscopie. Ces vidéos seront utilisées uniquement à des fins de recherche scientifique liées à cette enquête.

Utilisation des images : Vous consentez également à ce que les images extraites des vidéos, dans lesquelles vous pourriez apparaître, soient utilisées à des fins académiques et scientifiques, y compris la publication dans des revues spécialisées et la présentation lors de conférences. Votre identité restera confidentielle, et toute information permettant de vous identifier sera supprimée ou anonymisée.

Confidentialité : Toutes les informations collectées seront traitées de manière confidentielle, et seuls les membres de l'équipe de recherche auront accès à ces données. Votre nom ne sera en aucun cas associé aux enregistrements vidéo dans les publications ou présentations.

Volontariat : Votre participation à cette enquête est volontaire, et vous avez le droit de vous retirer à tout moment sans fournir de justification. Aucune conséquence négative ne résultera du retrait de l'étude.

Contact : Si vous avez des questions ou des préoccupations concernant l'enquête, veuillez contacter Joséphine PETIT à josephinepetit@hotmail.fr.

En signant ci-dessous, vous confirmez avoir lu et compris les informations fournies ci-dessus et consentez volontairement à participer à l'enquête scientifique.

Nom du participant :

Date : ___/___/20....

Signature :



Scannez moi !

Nom : Prénom : Date :

Poste de travail :

B. Analyse de l'épaule, coude et du poignet

Étape 1 Position de la nuque

Nuque en flexion latérale : **Ajouter +1**
 Nuque en rotation axiale : **Ajouter +1**

Score :

Étape 2 Position du tronc

Tronc en flexion latérale - **Ajouter +1**
 Tronc en rotation axiale - **Ajouter +1**

Score :

Étape 3 Position des jambes

AJUSTEMENTS :
 La flexion est comprise entre 30° et 60 ° : **Ajouter +1**
 La flexion est supérieur à 60 ° : **Ajouter +2**

Les jambes sont en appui bipodal : **+1** Les jambes sont en appui monopodal : **+2**

Score :

Étape 4 Score de la posture A

Grâce aux valeurs des étapes 1 à 3, repérez le score dans la **table A**.

Score :

Tronc	Nuque			Jambes		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	4	1	2
2	2	3	4	1	2	3
3	3	4	5	2	3	4
4	4	5	6	3	4	5
5	5	6	7	4	5	6

Étape 5 Score d'effort et de charge

- Charge inférieure à 5kg : 0
 - Charge entre 5kg et 10kg : **+1**
 - Charge supérieure à 10kg : **+2**

Si chocs, changement de posture violent ou grande répétitivité : **Ajouter +1**

Score :

Étape 6 Score nuque, tronc et jambes

Additionnez les valeurs des étapes 4 à 5 pour obtenir le score **Nuque, Tronc et Jambes** correspondant aux lignes de la **table C**.

Score :

Table B

	Coude		Poignet	
	1	2	1	2
Épaule	1	2	3	1
1	1	2	2	1
2	1	2	3	2
3	3	4	5	4
4	4	5	5	5
5	6	7	8	8
6	7	8	8	9

Table C

Nuque, tronc et jambes	Épaule, coude et poignet											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9
4	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10
5	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11
6	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12
7	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13
8	7	8	8	9	10	10	11	12	12	13	13	14
9	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	14	15
10	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	15	16
11	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	16	17
12	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	17	18

Étape 7 Position de l'épaule

Épaule levée : **Ajouter +1**
 Épaule en abduction : **Ajouter +1**
 Si l'épaule est soutenue ou la personne est penchée : **Soustraire -1**

Score :

Étape 8 Position du coude

Score :

Étape 9 Position du poignet

Si déviation ulnaire/latérale du poignet : **Ajouter +1**

Score :

Étape 10 Score de posture B

Grâce aux valeurs des étapes 7 à 9, repérez le score dans la **table B**.

Score :

Étape 11 Score de facilité de la prise

La saisie est bonne avec des poignets : 0
 La prise est acceptable : **Ajouter +1**
 La prise n'est pas acceptable mais possible : **Ajouter +2**
 La prise est dangereuse : **Ajouter +3**

Score :

Étape 12 Score épaule, coude et poignet

Additionnez les valeurs des étapes 7 à 11 pour obtenir le score **Épaule, Coude et Poignet** correspondant aux colonnes de la **table C**.

Score :

Étape 13 Score C

Grâce aux valeurs des étapes 6 et 12, repérez le score de la **table C**.

Score :

Étape 14 Score d'activité

Si la posture est statique (> 1min) : **Ajouter +1**
 Si la posture est répétée plus de 4 fois par minute : **Ajouter +1**
 Si il y a de rapide et large changement de posture ou une base instable : **Ajouter +1**

Score :

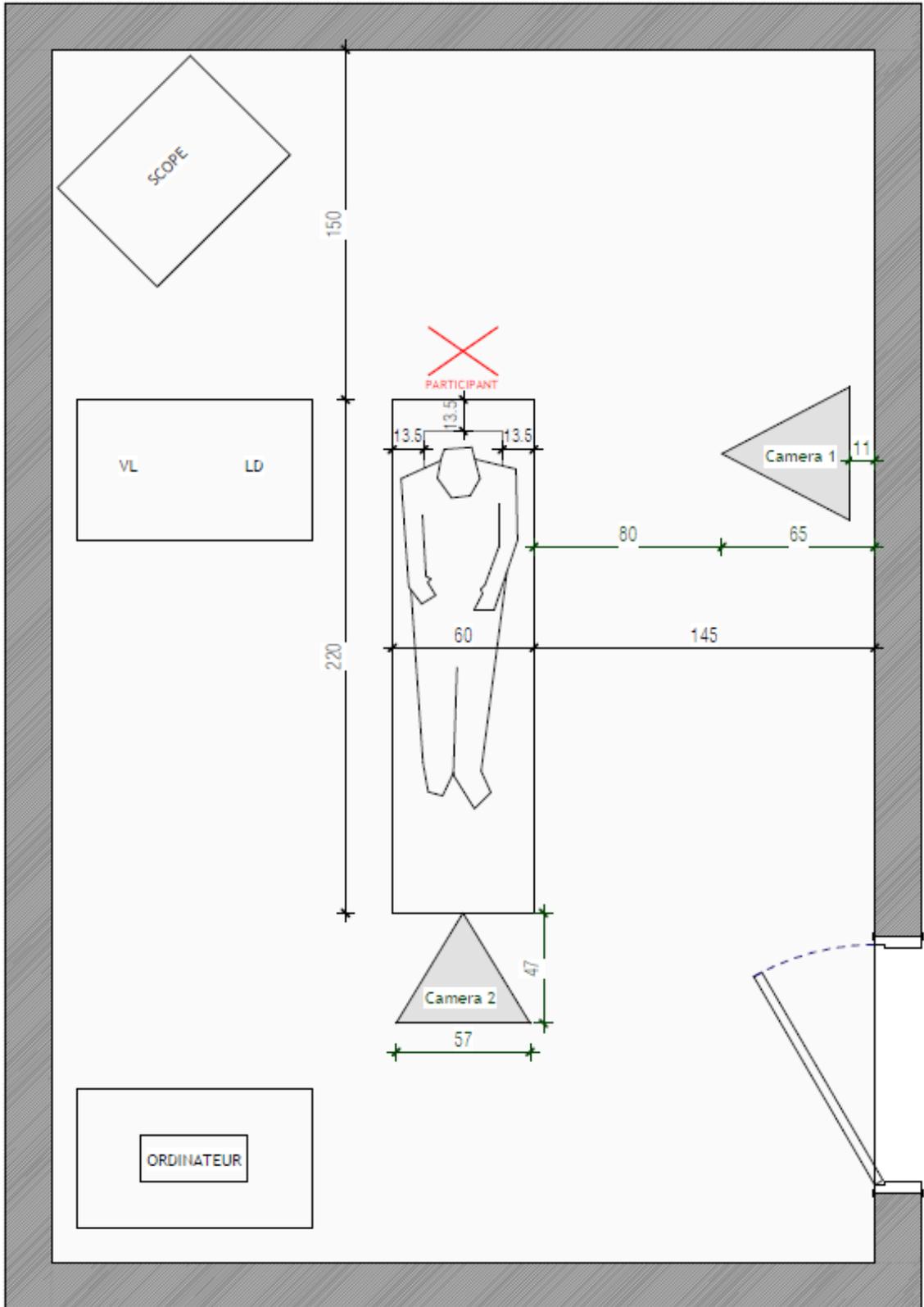
Score final REBA

Score de la Table C + Score d'activité :

Score :

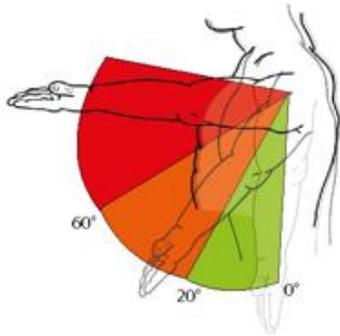
Score	Niveau de risque
1	Risque négligeable = pas d'action nécessaire.
2-3	Risque faible = un changement peut-être nécessaire.
4-7	Risque moyen = vigilance, des améliorations à envisager.
8-10	Risque élevé = des améliorations nécessaires.
>11	Risque très élevé = intervention immédiate.

Annexe 6 : Plan de l'organisation de la salle pour l'étude

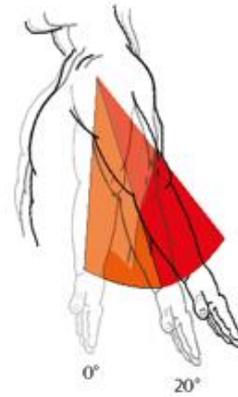


Echelle : 1/25 - Unité : cm

Annexe 7 : Les articulation en fonction des zones à risque

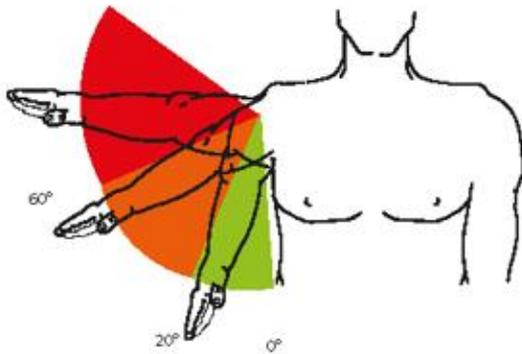


Flexion

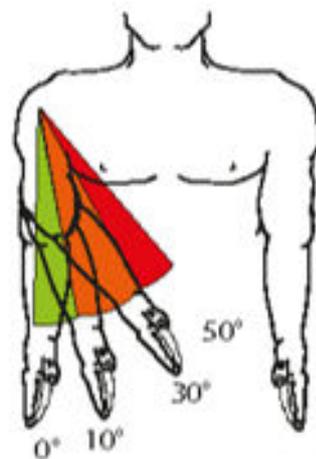


Extension

EPAULE



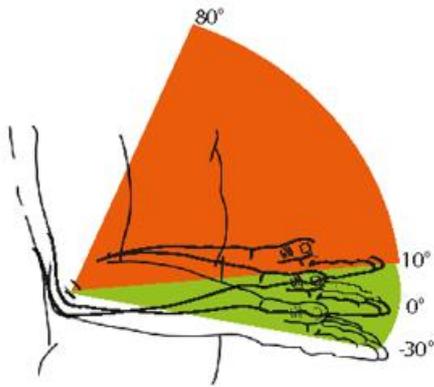
Abduction



Adduction

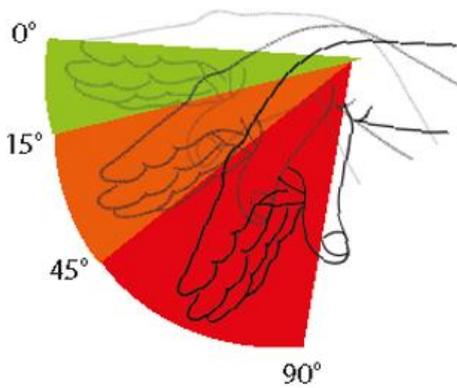
Annexe 7 : Les articulation en fonction des zones à risque

COUDE

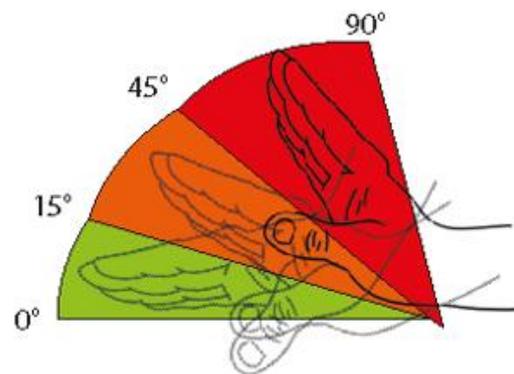


Flexion

POIGNET

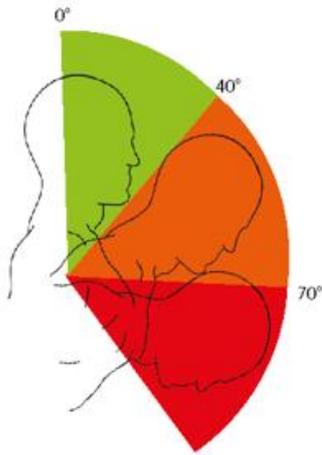


Flexion

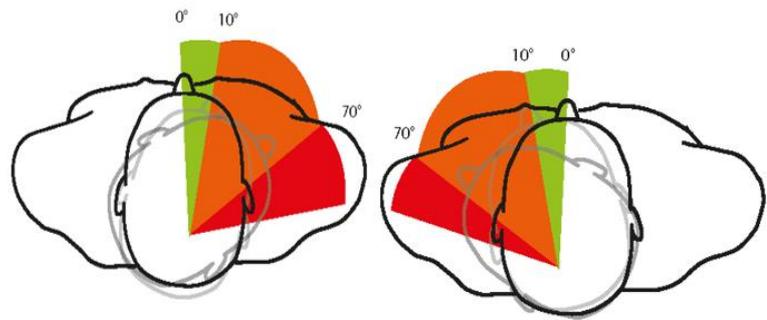


Extension

Annexe 7 : Les articulation en fonction des zones à risque

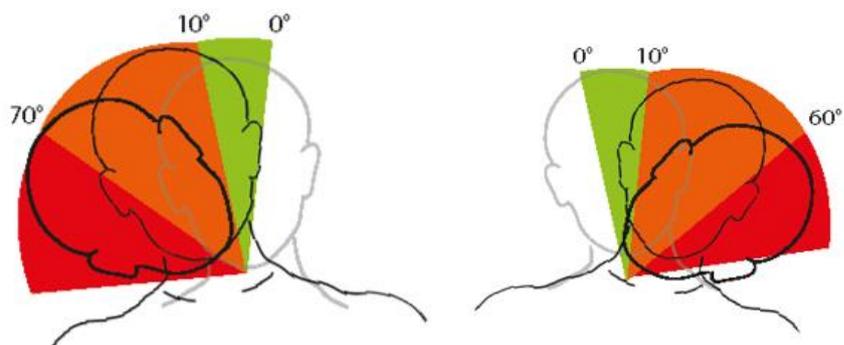


Flexion



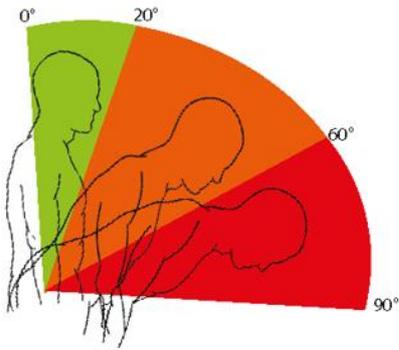
Rotation droite et gauche

NUQUE

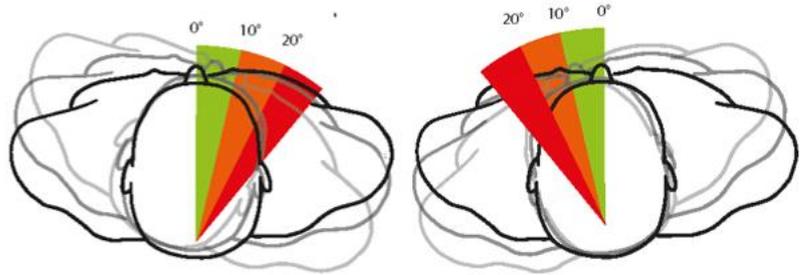


Inclinaison droite et gauche

Annexe 7 : Les articulation en fonction des zones à risque

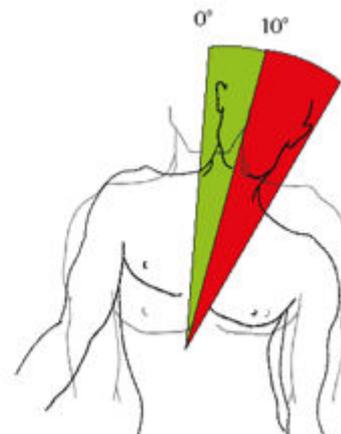
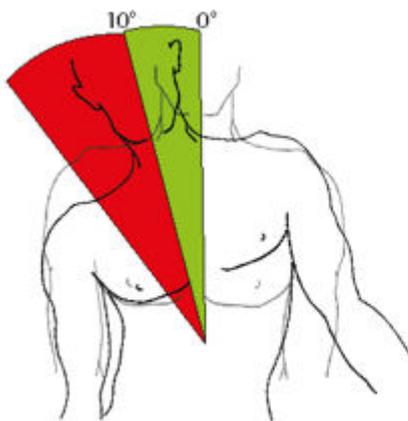


Flexion



Rotation droite ou gauche

TRONC



Inclinaison droite et gauche

Abstract

Ergonomics in Laryngoscopy and Artificial Intelligence: A New Comparative Approach Between LD and VL

Keywords: Direct laryngoscopy, videolaryngoscopy, musculoskeletal disorders, REBA score, artificial intelligence

Orotracheal intubation poses risks of musculoskeletal disorders (MSD) for anesthetic nurses and anesthesiologists. Despite the widespread use of videolaryngoscopes, research has mainly focused on success rates and intubation times, with limited attention to operator impact. This study examines the biomechanical differences and implications of direct laryngoscopy (LD) versus videolaryngoscopy (VL).

We hypothesized that the REBA (Rapid Entire Body Assessment) score for VL is lower than for LD, indicating reduced biomechanical risk. Conducted in an operating theatre, the study used a Cormack 1 dummy head with no difficult intubation criteria. Video recordings of both laryngoscopy techniques were analyzed using Nawo software, an AI-powered postural analysis tool.

Participants included anesthetic nurses and anesthesiologists with over two years of experience and no known MSDs. This observational, quantitative study compared the ergonomic impacts of VL and LD. Results showed significantly lower REBA scores for VL than LD, suggesting a lower biomechanical risk.

These findings suggest that videolaryngoscopy can reduce biomechanical stress and potentially the risk of MSDs for anesthetic nurses and anesthesiologists. Further research is needed to fully understand the ergonomic implications of VL and to develop recommendations for optimizing operator safety and well-being during oro-tracheal intubation. Enhanced ergonomic practices could greatly benefit the medical field.

Résumé

Ergonomie en laryngoscopie et intelligence artificielle : Une nouvelle approche comparative entre LD et VL

Mots-clés : Laryngoscopie directe, vidéolaryngoscopie, troubles musculo-squelettiques, score REBA, intelligence artificielle.

L'intubation orotrachéale peut exposer les IADE et les MAR à des risques de troubles musculo-squelettiques (TMS). Malgré la généralisation des vidéolaryngoscopes, la recherche s'est principalement concentrée sur les taux de réussite et les durées d'intubation, avec une attention limitée à l'impact sur l'opérateur. Cette étude examine les différences biomécaniques et les implications de la laryngoscopie directe (LD) par rapport à la vidéolaryngoscopie (VL).

Nous avons émis l'hypothèse que le score REBA (Rapid Entire Body Assessment) pour la VL est inférieur à celui de la LD, induisant un risque biomécanique réduit. Réalisée dans un bloc opératoire, l'étude a utilisé une tête de mannequin Cormack 1 sans critère d'intubation difficile. Les enregistrements vidéo des deux techniques de laryngoscopie ont été analysés par le logiciel d'évaluation ergonomique Nawo, utilisant une IA.

Les participants étaient des IADE et des MAR ayant plus de deux ans d'expérience et sans TMS connus. Cette étude observationnelle, monocentrique et quantitative a comparé les sollicitations articulaires entre la VL et de la LD. Les résultats ont montré des scores REBA significativement plus faible pour la VL que pour la LD, ce qui suggère un risque biomécanique inférieur.

Ces résultats suggèrent que la vidéolaryngoscopie peut réduire les contraintes biomécaniques et potentiellement le risque de TMS pour les praticiens. Cependant, des recherches complémentaires sont nécessaires pour comprendre pleinement les implications ergonomiques de cette technique et pour élaborer des recommandations visant à optimiser la sécurité et le bien-être de l'opérateur pendant l'intubation orotrachéale. L'amélioration des pratiques ergonomiques pourrait grandement bénéficier au domaine médical.