



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Réponse cardio-respiratoire de sujets sains au repos avec et sans port de masque: résultats préliminaires

Michel Brou KOUASSI<sup>1,3\*</sup>, Appolinaire Brou KOUAME<sup>1,2</sup>, Liliane KONDO<sup>1</sup>, Augustin TENILOH YEO<sup>1</sup>, Paule-Denise YAPO<sup>1</sup>, Kossiwa DJAHA-TOUMATA<sup>2</sup>, Aristide TOOWLYS<sup>1,3</sup>, Edwige BALAYSSAC-SIRANSY<sup>1,2</sup>, Soualiho OUATTARA<sup>1</sup>, Cyrille DAH<sup>1,3</sup> et Pascal BOGUI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de physiologie et explorations fonctionnelles de l'UFR Sciences Médicales d'Abidjan, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup> Service des explorations fonctionnelles et endoscopiques du CHU de Yopougon, Abidjan, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup> Service des explorations fonctionnelles du CHU de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.

BP V13 Laboratoire de physiologie et explorations fonctionnelles de l'UFR Sciences Médicales Abidjan, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [kouassibroumichel200@gmail.com](mailto:kouassibroumichel200@gmail.com) ; Tel : 00 (225) 07 07 86 90 61

Received: 13-04-2022

Accepted: 04-08-2022

Published: 31-08-2022

### RESUME

Parmi les dispositions prises par les états pour lutter contre la pandémie de la Covid-19, le port de masque est un moyen recommandé et imposé dans la plupart des pays. La vulgarisation du port de masque a eu pour corollaire un nombre important d'utilisateurs publics dont certains manifestent un inconfort et des signes cliniques liés à ce dispositif. Le but de ce travail préliminaire a été d'évaluer au repos, la réponse cardio-respiratoire aigue liée au port de masque chez des sujets sains. Une étude expérimentale, prospective, transversale à visée descriptive incluant 36 volontaires a été réalisée. Un protocole organisé en deux étapes sur deux jours distincts a été exécuté par les volontaires. La pression partielle de gaz carbonique en fin d'expiration (PetCO<sub>2</sub>), la Fréquence Respiratoire (FR), la saturation périphérique en oxygène et la fréquence cardiaque ont été mesurés avant et après le port d'un masque chirurgical de marque Solumask® type II - NF EN 14683, chaque minute pendant cinq minutes consécutives. Les moyennes de PetCO<sub>2</sub> et de FR aux différentes minutes étaient significativement plus élevées avec le port de masque. Lors d'un port prolongé du masque, le renouvellement inefficace du gaz alvéolaire atténuerait la teneur du sang en oxygène. Cela pourrait expliquer l'inconfort et les manifestations cliniques. Une approche consistant à l'évaluation de la réponse cardio-respiratoire à l'effort devrait être envisagée.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Covid-19, masque chirurgical, pression partielle de gaz carbonique en fin d'expiration.

## Cardiorespiratory response of healthy subjects at rest with and without facemasks: preliminary results

### ABSTRACT

Among the state measures to control the Covid-19 pandemic, the usage of masks is a recommended and imposed method in most countries. The popularization of mask use has resulted in a large number of public users, some of whom are experiencing discomfort and clinical symptoms related to this device. The aim of this

preliminary work was to evaluate the acute cardiorespiratory response to mask use among healthy subjects at rest. An experimental, prospective, cross-sectional, descriptive study including 36 volunteers was performed. A protocol organized in two steps on two separate days was performed by the volunteers. The end-tidal pressure of carbon dioxide (PetCO<sub>2</sub>), the Respiratory Rate (RR), the peripheral oxygen saturation and the heart rate were measured before and after wearing a Solumask® model II - NF EN 14683 mask, every minute for five consecutive minutes. The mean PetCO<sub>2</sub> and RR at individual minutes were significantly higher with mask use. During prolonged mask wear, inefficient alveolar gas turnover would attenuate the oxygen content of the blood. This could explain the discomfort and clinical manifestations. An approach consisting of the evaluation of the cardiorespiratory response to exercise should be considered.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Covid-19, surgical mask, end-tidal carbon dioxide partial pressure.

## INTRODUCTION

Le « Coronavirus Disease 2019 » ou covid-19 est une maladie infectieuse des voies respiratoires provoquée par un virus de la famille des Coronaviridae, le SARS-CoV-2 dont l'origine à ce jour reste encore débattue. Sa transmission se fait par voies aériennes à partir de gouttelettes respiratoires contenant le virus actif émises par le sujet malade (WHO, 2020). Cette maladie a été déclarée comme une pandémie mondiale par l'OMS (WHO, 2020). Depuis fin décembre 2019 jusqu'au mardi 26 octobre 2021, 4 952 390 morts de la Covid-19 ont été comptabilisés dans le monde et 217 101 décès pour 8 474 562 cas en Afrique (WHO, 2022). En Côte d'Ivoire, à la date du 21 mars 2022, 81 667 cas ont été confirmé dont 796 décès selon le ministère de la santé. Depuis le début de la pandémie, le gouvernement Ivoirien a pris des dispositions d'urgence (Directives nationales, 2020). Ainsi, de nombreuses actions sont menées par le ministère de la santé et de l'hygiène publique pour sensibiliser les populations aux mesures d'hygiène sanitaires (Directives nationales, 2020). Parmi ces mesures, le port de masque filtrant est un moyen de protection recommandé (OMS, 2020) pour protéger la bouche et le nez des gouttelettes projetées lors de la toux et des particules en suspension dans l'air. Le port de masque contribuerait à prévenir la transmission du virus notamment chez des personnes saines cohabitant avec un malade ou des participants à de grands rassemblements (OMS, 2020). Cependant, la vulgarisation du port de masque a eu pour corollaire un nombre important d'utilisateurs

publics dont certains signalent un inconfort et des signes cliniques liés à ce dispositif. En effet, diverses études (OMS, 2020 ; Aublet-Cuvelier et al., 2020) ont rapporté cet inconfort et des manifestations cliniques liés au port de masque tels que la résistance respiratoire, l'augmentation de la température faciale, l'humidité, l'irritation cutanée, des nausées, des vomissements, des céphalées et la fatigue quel que soit le type de masque utilisé. Le port de masque entraînerait une gêne ventilatoire avec des effets significatifs sur le rythme respiratoire, la pression buccale de pointe et le débit inspiratoire de pointe (Roberge et al., 2010). Ces effets pourraient être liés à un renouvellement insuffisant du gaz alvéolaire du fait d'un phénomène de « ré-inspiration à circuit fermé » ou « rebreafing » où la ventilation se fait dans un micro-environnement enrichi en gaz carbonique et appauvri en oxygène engendrant ainsi une hypercapnie (Roberge et al., 2010). Dans le contexte de travail actuel, le port de masque, habituellement utilisé par le personnel de santé et/ou en milieu industriel, s'est vulgarisé à la faveur des mesures préventives gouvernementales. Le but de ce travail était d'évaluer au repos, la réponse cardio-respiratoire aigüe liée au port de masque chez des sujets sains.

## MATERIEL ET METHODES

### Approbation éthique

Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique du Centre Hospitalier et Universitaire Yopougon (Abidjan-Côte d'Ivoire) et a respecté les lignes directives de

la déclaration d'Helsinki. La problématique, le but, les objectifs et le protocole de l'étude ont été expliqués aux sujets. Un consentement éclairé a été signé par chaque sujet participant à l'étude. Une autorisation écrite du chef de Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles (LPE) de l'Unité de Formation et de Recherche Sciences Médicales d'Abidjan (UFRSMA) a été obtenue. Les mesures barrières relatives au Covid-19 étaient respectées.

### **Population d'étude**

La population d'étude était constituée d'étudiants de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB). L'inclusion a concerné les volontaires âgés de plus de 18 ans et ayant un indice de masse corporelle (IMC) inférieure à 30 kilogrammes par mètre carré. N'ont pas été inclus, les sujets qui ont présenté un antécédent personnel de facteurs majeurs de risque cardiovasculaire : hypertension artérielle (HTA), diabète, dyslipidémie et tabagisme. Il est admis que ces facteurs représentent un risque cardio-vasculaire important (Yessoufou et al., 2008 ; Ntchapda et al., 2010 ; Attinsounon et al., 2020) et respiratoires (Tchissambou et al., 2020). Une symptomatologie ou pathologie cardio-vasculaire ou broncho-pulmonaire, une hémoglobinopathie, une infection récente (moins d'une semaine) ou en cours, un traitement médicamenteux à visée cardio-vasculaire en cours, un antécédent familial de mort subite ou de cardiopathie génétique ont également été des motifs de non inclusion. Au cours du déroulement de l'étude, l'absence ou le refus du protocole par l'étudiant a été un motif d'exclusion. Sur la base de ces critères, 36 étudiants de sexe masculin ont constitué la population d'étude.

### **Protocole d'étude**

Il s'agissait d'une étude expérimentale, prospective, transversale à visée descriptive qui a eu pour cadre le LPE de l'UFRSMA logée à l'UFHB. Les étudiants inclus ont été convoqués le matin au LPE, selon un programme de passage. Un interrogatoire succinct a recherché l'absence de plaintes

fonctionnelles dans les 48 heures, de prise d'une bouffée de cigarette ou de prise médicamenteuse dans les 72 heures avant la convocation. Le protocole d'étude a été réalisé en deux étapes sur deux jours distincts selon que l'expérimentation se fasse avec ou sans port de masque. Pour chacune des étapes du protocole, les étudiants étaient reçus par le même Médecin et un technicien spécialiste des explorations fonctionnelles cardio-respiratoires dans une salle calme, climatisée (température réglée à 26°C). Le matériel utilisé était constitué d'un Capnographe de marque NONIN® (Lifesense II, USA) pour la mesure de la pression partielle de CO<sub>2</sub> en fin d'expiration (PetCO<sub>2</sub>) (Anguilaniu et al., 2015) en millimètre de mercure (mmHg) et la Fréquence Respiratoire (FR) en nombre de cycle par minute (cycles/min), d'un oxymètre de pouls de marque EDAN® (m3, CHINE) pour la mesure de la saturation périphérique en oxygène (SpO<sub>2</sub>) en pourcentage (%), d'un cardio-fréquencemètre de marque POLAR® pour la mesure de la Fréquence Cardiaque (FC) en nombre de battement par minute (bpm), de lunettes à oxygène (O<sub>2</sub>) et des masques chirurgicaux à usage unique (Solumask® type II - NF EN 14683).

#### ***L'étape sans masque***

L'étudiant était équipé de lunettes à O<sub>2</sub> relié au Capnographe, du capteur de l'oxymètre de pouls à l'index gauche et du cardio-fréquencemètre. Il était par la suite mis au repos assis pendant au moins cinq minutes de sorte à obtenir une stabilité de la FC et de la FR. Le technicien relevait par la suite, chaque minute pendant cinq minutes, la PetCO<sub>2</sub>, la FR, la FC et la SpO<sub>2</sub>. La valeur de la PetCO<sub>2</sub> est relevée lors des dix dernières secondes de chaque minute du protocole. Le technicien demandait à l'étudiant d'expirer complètement sur dix secondes et relève la valeur de la PetCO<sub>2</sub> en fin d'expiration. Les valeurs de la FR, de la FC et de la SpO<sub>2</sub> sont relevées justes avant la manœuvre d'expiration complète.

#### ***L'étape avec masque***

En plus de l'équipement précédent, chaque étudiant portait le masque puis était soumis au même protocole que précédemment.

Afin d'éviter tout biais méthodologique, les convocations des étudiants au laboratoire pour exécuter une étape du protocole étaient randomisées.

**Paramètres étudiés**

La population d'étude était constituée d'étudiants de sexe masculin. Les paramètres étudiés étaient la PetCO<sub>2</sub>, la FR, la FC et la SpO<sub>2</sub> sans masque et après port de masque. Les moyennes de ces paramètres ont été calculées sur chaque minute sans masque et après port de masque puis ont été comparées entre elles aux différents temps.

**Analyse statistique**

L'analyse statistique a été effectuée par le logiciel épi info 7 2.2.6. Les moyennes ont

été comparées grâce au test de Student. Le seuil d'erreur a été fixé à 0,05.

**RESULTATS**

L'âge moyen de la population d'étude était de 23 ± 3 ans.

Le Tableau 1 renseigne sur les valeurs moyennes de PetCO<sub>2</sub> relevées chez chaque participant de la 1<sup>ère</sup> à la 5<sup>e</sup> minute. La PetCO<sub>2</sub> a été significativement plus élevée après port du masque comparativement aux moyennes sans masque. Dans le Tableau 2, les moyennes de FR relevées aux différents temps ont été significativement supérieures après le port de masque. Les Figures 1 et 2 montrent respectivement qu'il n'y a pas eu de modification significative de la SpO<sub>2</sub> et de la FC avec ou sans masque.

**Tableau 1 :** moyennes comparées de la PetCO<sub>2</sub> aux différents temps.

| Temps (min)      | Sans masque | Avec masque | Test t |
|------------------|-------------|-------------|--------|
| 1 <sup>ère</sup> | 40,1±2,94   | 44,9±3,68   |        |
| 2 <sup>ème</sup> | 40,3±3,19   | 45,9±3,95   | < 0,05 |
| 3 <sup>ème</sup> | 39,4±2,78   | 44,2±3,51   |        |
| 4 <sup>ème</sup> | 38,5±3,37   | 44,6±3,62   |        |
| 5 <sup>ème</sup> | 39,2±2,68   | 43,9±2,96   |        |

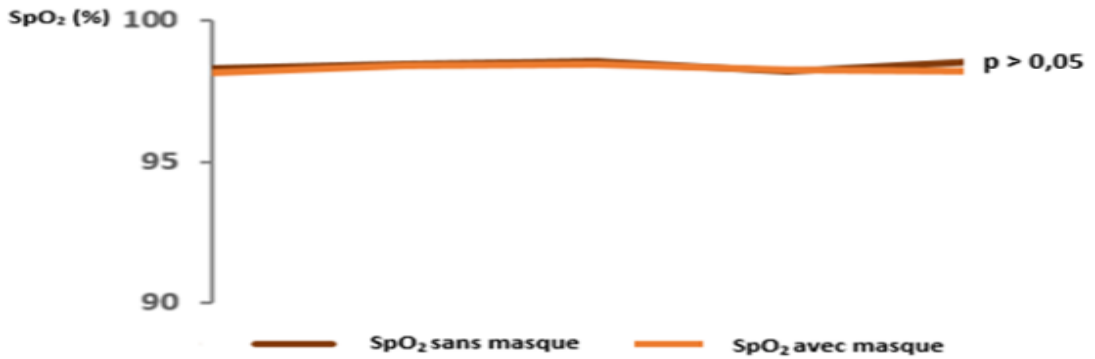
Les données sont exprimées en moyenne ± écart-type ; PetCO<sub>2</sub> : pression partielle de CO<sub>2</sub> en fin d'expiration, min : minute ; p : test t de significativité (p significatif pour une valeur < 0,05).

**Tableau 2 :** moyennes comparées de la fréquence respiratoire aux différents temps.

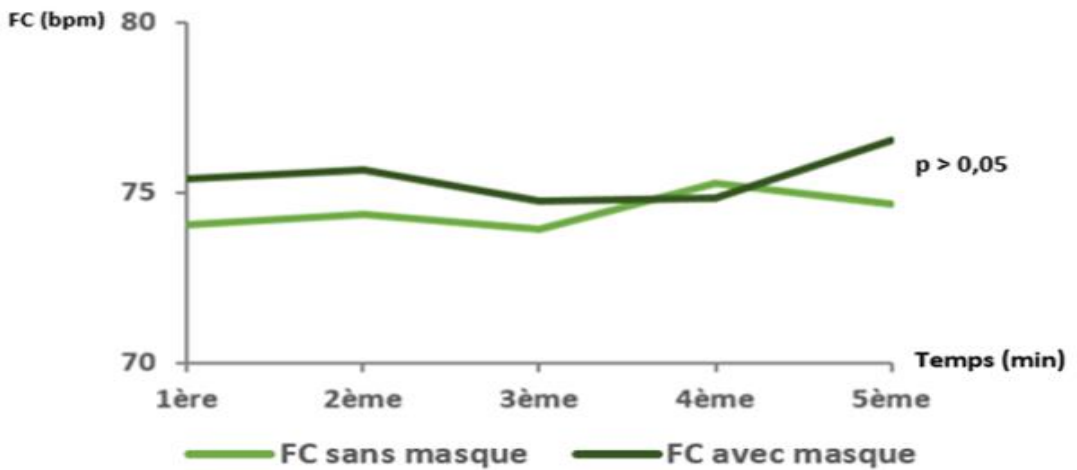
| Temps (min)      | Sans masque | Avec masque | Test t |
|------------------|-------------|-------------|--------|
| 1 <sup>ère</sup> | 15,4±2,91   | 17,9±2,78   |        |
| 2 <sup>ème</sup> | 16,4±2,90   | 18,0±2,85   |        |

|                  |           |           |        |
|------------------|-----------|-----------|--------|
| 3 <sup>ème</sup> | 16,5±2,82 | 18,2±3,19 | < 0,05 |
| 4 <sup>ème</sup> | 16,4±3,14 | 18,2±4,56 |        |
| 5 <sup>ème</sup> | 16,4±2,46 | 17,3±3,14 |        |

Les données sont exprimées en moyenne ± écart-type ; min : minute ; p : test t de significativité (p significatif pour une valeur < 0,05).



**Figure 1 :** variations aux différents temps de la saturation périphérique en oxygène (SpO<sub>2</sub>) avant et après port de masque.



**Figure 2 :** variations aux différents temps de la Fréquence Cardiaque (FC) avant et après port de masque.

## DISCUSSION

Cette étude préliminaire avait pour but d'évaluer la réponse cardio-respiratoire aigue liée au port de masque chez des sujets sains. La pression partielle de dioxyde de carbone en fin d'expiration (PetCO<sub>2</sub>) et la Fréquence

Respiratoire (FR) étaient significativement élevées avec le port de masque aux différents temps étudiés dans ce travail.

La PetCO<sub>2</sub> reflète la variation de la pression alvéolaire en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) à laquelle elle n'est toutefois pas

strictement égale (Aguilaniu et al., 2015). La valeur normale chez l'homme est comprise entre 36 et 40 mmHg au repos (Aguilaniu et al., 2015). Au cours de l'expiration, la composition du gaz est variable dans le temps. Au début, l'air expiré est celui des voies aériennes provenant de l'espace mort anatomique sans CO<sub>2</sub> (Shankar et al., 2000 ; Guyton et al., 2003). Classiquement sa composition est identique à l'air inspiré, il ne contient pas ou presque pas de CO<sub>2</sub> (Guyton et al., 2003). Au milieu de l'expiration, l'air est constitué d'un mélange des gaz de l'espace mort et des gaz alvéolaires (Shankar et al., 2000 ; Guyton et al., 2003). En fin d'expiration, il s'agit d'un gaz riche en CO<sub>2</sub> provenant des alvéoles pulmonaires (Shankar et al., 2000 ; Guyton et al., 2003). C'est cet air alvéolaire riche en CO<sub>2</sub>, et insuffisamment renouvelé du fait de la présence du masque, qui est ré-inspiré par le sujet lors de l'inspiration suivante. Le masque entraînerait une augmentation de la température de l'air respiré et de la concentration de CO<sub>2</sub> à l'intérieur du masque (Roberge et al, 2010).

Le CO<sub>2</sub> est un gaz incolore et inodore. Dans l'organisme, le CO<sub>2</sub> est issu du métabolisme cellulaire. Dans les conditions normales de repos, environ 4 millilitres de CO<sub>2</sub> métabolique pour 100 millilitres de sang sont transportés des tissus vers le poumon (Guyton et al., 2003) pour être éliminé à chaque expiration. L'inhalation de faibles concentrations de CO<sub>2</sub> ne serait pas nocive. Par contre, des concentrations plus élevées diminueraient la teneur du sang en oxygène (O<sub>2</sub>). La faible teneur du sang en O<sub>2</sub> serait à l'origine de divers symptômes : accélération de la FR, tachycardie, saut d'humeur, fatigue. Au fur et à mesure que la teneur en O<sub>2</sub> baisse, des nausées, des vomissements, une perte de connaissance, des convulsions, un coma et la mort peuvent se produire.

Les résultats obtenus avec la PetCO<sub>2</sub> et la FR avant et après port de masque dans ce travail ont été différents de ceux de Samannan et al. (2021). Ces auteurs n'avaient pas objectivé de modification significative de la

PetCO<sub>2</sub> avant et après port de masque aussi bien dans un groupe de sujets en bonne santé apparente (n=15 ; âge moyen = 31,1 ± 1,9 ans) que chez des sujets atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive (n=15, âge moyen = 71,6 ± 8,7 ans). Cette différence pourrait être imputable à la méthodologie. En effet, dans la présente étude, les paramètres étaient relevés en continu de la première minute à la cinquième minute. Par contre, Samannan et al. (2021) avaient mesuré les paramètres à des périodes fixes, à la cinquième et à la trentième minute de leurs expérimentations.

La FR était significativement élevée avec le port du masque de la première à la cinquième minute. L'augmentation de la PetCO<sub>2</sub> en synergie avec celle de la FR dans la présente étude est en phase avec les effets physiologiques du CO<sub>2</sub> sur la ventilation. L'augmentation du CO<sub>2</sub> alvéolaire provoque un accroissement très important de la ventilation qui survient après un délai d'une trentaine de secondes (Ader et al., 2006). En effet, le CO<sub>2</sub> diffuse vers le liquide céphalorachidien, il y a libération d'ion hydrogène (H<sup>+</sup>) qui stimulent les chémorécepteurs. L'élévation des ions H<sup>+</sup> est consécutive ce qui explique l'augmentation de la ventilation (Ader et al., 2006).

Le port de masque n'était pas associé à une modification significative de la FC et de la saturation périphérique en O<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>) dans cette étude. Ces résultats sont en phase avec les données de la littérature (Roberge et al., 2010 ; Personne et al., 2018 ; Samannan et al., 2021). Parmi les mesures physiologiques étudiées pour évaluer les effets du port de masque, la FC est le paramètre le plus mesuré (Johnson et al., 2016). Diverses études (Laird et al., 2002 ; Personne et al., 2018) ont montré que le port de masque n'avait pas d'effet sur la FC, ce qui indiquait que leur utilisation n'imposerait pas de contraintes cardiaques supplémentaires (Johnson et al., 2016). Lors d'un port prolongé du masque, le renouvellement inefficace des gaz alvéolaires atténuerait la teneur du sang en O<sub>2</sub>. Cela pourrait expliquer l'inconfort et

certains signes cliniques liés au port de masque.

### Conclusion

Cette étude préliminaire réalisée au repos chez des sujets jeunes en bonne santé apparente révèle une augmentation de la pression partielle de dioxyde de carbone en fin d'expiration et de la fréquence respiratoire après le port de masque. Ces résultats, en phase avec des données de la littérature, corroborent les effets physiologiques du gaz carbonique sur la ventilation. Du fait de la pandémie de la Covid-19, le port de masque s'est vulgarisé et reste imposé dans divers secteurs d'activités en Côte d'Ivoire. Une approche consistant à l'évaluation de la réponse cardio-respiratoire à l'effort avant, pendant et après le port de masque devrait être envisagée.

### CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

KBA et KBM ont rédigé le protocole de l'étude. KBA, KBM, KL et YTA ont participé à la collecte des données. KBA et KBM ont écrit l'article. Tous les co-auteurs ont contribué à la relecture et à la finalisation du manuscrit.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les étudiants de l'UFHB qui ont accepté de participer à cette étude et tout le personnel du LPE de l'UFRSMA.

### REFERENCES

Ader JL, Carré F, Dinh-Xuan AT, Duclos M, Kubis N, Mercier J, Mion F, Prefaut C, Roman S. 2006. *Abrégés Physiologie PCEM1*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Masson ; p.144.

Aguilaniu B, Wallaert B. 2015. *Exploration Fonctionnelle à l'Exercice. de l'Interprétation à la Décision Médicale*. Ed. Margaux Orange ; p43.

Attinsounon CA, Codjo LH, Ahouansou LM, Dohou SHM, Alassani A, Houenassi MD. 2020. Risque cardiovasculaire chez les adultes vivant avec le virus d'immunodéficience humaine et sous traitement antirétroviral à Parakou au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(1): 213-224. DOI:

<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i1.18>

Aublet-Cuvelier A, Claudon L. 2020. Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : Effets physiologiques et leurs conséquences. Mise au point. *Références en santé au travail n°163*.

Directive n°0875/2020/MSHP/DGS du ministère de la santé et de l'hygiène publique, relative à la prise en charge et à la protection du personnel de santé dans le cadre de la maladie à COVID-19 ; de mars 2020.

Guyton AC, Hall JE. 2003. *Précis de Physiologie Médicale* (2<sup>e</sup> éd. française). Piccin ; 479-510.

Johnson AT, Dooly CR, Blanchard CA, Marron EY. 2016. Influence of anxiety level on work performance with and without a respirator mask. *Am Ind Hyg Assoc J.*, **56**(9): 858-865. DOI : 10.1080/15428119591016485.PMID : 7677067.

Laird IS, Goldsmith R, Pack RJ, Vitalis A. 2002. The effect on heart rate and facial skin temperature of wearing respiratory protection at work. *Ann Occup Hyg*, **46** (2): 143-148. DOI: 10.1093/annhyg/mef015.

Ntchapda F, Dimo T et Atchade AT. 2010. Antihypertensive effects of the methylene chloride leaf extract of *Celtis durandii* Engler (Ulmaceae) on rats. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(3) : 642-48.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2020. Conseils sur le port du masque dans le cadre de la COVID-19. Orientations provisoires ; 5 juin 2020.

- Personne E, Lemercier C., Royer A. 2018. Effet du port d'un masque de soins lors d'un test de marche de six minutes chez des sujets sains. *Rev Mal Respir*, **35**(3): 264-268.
- Roberge R.J, Coca A, Williams WJ, Powell JB, Palmiero AJ. 2010. Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respiratory Care*, **55** (5): 569-577.
- Samannan R, Holt G, Calderon-Candelario R, Mirsaeidi M, Campos M. 2021. Effect of Face Masks on Gas Exchange in Healthy Persons and Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Ann Am Thorac Soc.*, **18**(3): 541-544.
- Shankar KB, Philip JH. 2000. Defining segments and phases of a time Capnogram. *Anesthesia and Analgesia*, **91**(4): 973-977. DOI : 10.1097/00000539-200010000-00038.
- Tchissambou BP, Massamba A, Mabilia JR, Senga P. 2010. Effets du tabagisme et du niveau de dépendance nicotinique sur les métabolismes anaérobies des footballeurs. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(6): 2082-2092.
- World Health Organization. April, 2020. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Situation Report-97.
- World Health Organization. March, 2020. Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. Accès le 01/02/2022 à 10 heures gmt.
- World Health Organization. March, 2022. <https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> . Accès le 02/01/2022 à 10 heures gmt.
- Yessoufou A, Atègbo JM, Moutairou K, Dramane KL, Khan NA. 2008. Malnutrition-modulated diabetes mellitus (MMDM) : a state of review. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**(2): 230-238.