

Justine Frija-Masson, Paris

# COVID long et mécanique ventilatoire



# CONFLITS D'INTERET POUR CETTE PRÉSENTATION

- Aucun lien d'intérêt en lien avec la présentation



# Demande ventilatoire

- Déterminants de la réponse ventilatoire
  - PaCO<sub>2</sub> et point de consigne
  - Production de CO<sub>2</sub>
  - Espace mort physiologique (VD/VT)

$$VE = [863 \times VCO_2] / [PaCO_2(1 - VD/VT)]$$

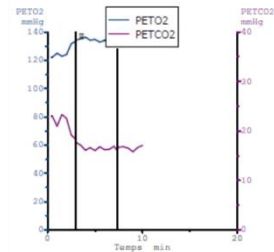
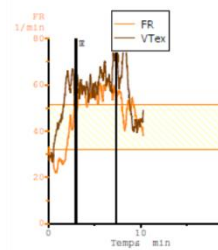
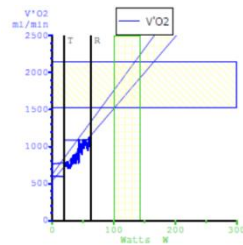
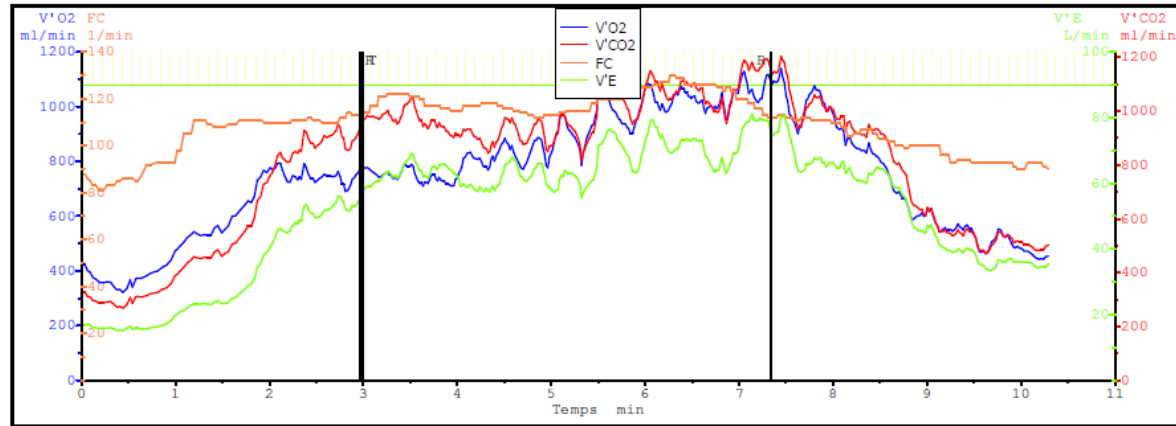
- Pente VE/VCO<sub>2</sub>
  - Pente chez le sujet sain : 23-25 l/min
  - Intercept 4-5 l/min



# Hyperventilation

Contexte: dyspnée avec EFR et ETT normales, depuis 1 an et demi, chez une patiente non tabagique, auparavant sportive. Absence d'exposition professionnelle. Score de Nijmegen à 21 avec alcalose respiratoire à 2 prélèvements artériels.

**Sexe:** féminin      **Taille:** 174,0 cm  
**Poids:** 75,0 kg      **Age:** 40 Années



# Hyperventilation

		Repos	Seuil	Puissance Maximum				
		Mesuré	Mesuré	%VO2Max	%VO2Théo	Mesuré	Norme	%
Temps	min	02:57				07:18		
Puissance	W	0		0		62	122	51
VO2	ml/min	724		20		1044	1839	57
VO2/kg	ml/min/kg	9.6		20		13.9	24.5	57
VCO2	ml/min	883				1157		
Quotient Resp.		1.22				1.11		
Pente VO2/Wa	ml/min/Watt	0.00				5.17		
Ventilation	L/min	52		15		78	109*	72
Fréq. Resp.	1/min	47		70		57	42	137
Volume Courant-ex	L	1.118				1.376		
Réserve Ventilatoire	%	53		304		28	28	101
VD/VT.-calc	%	14		86		16	19	82
VD/VT.-phys	%	40		142		33	19	172
Equivalent CO2		53.1				62.4		
Equivalent. O2		64.8				69.1		
Saturation O2	%	100				100		
PaCO2	mmHg	30.00				22.00		
PaO2	mmHg	105.00				131.00		
pH artériel		7.48				7.55		
PAO2 Alvéol.	mmHg	112.03				127.57		
P (a-ET) CO2	mmHg	6.56				5.33		
P (A-a) O2	mmHg	7.03				-3.43		
Lactate	mmol/L	0.00				0.00		
PETCO2	mmHg	23.00				16.92		

# SYNDROME D'HYPERVENTILATION



# Dysfunctional breathing

- Syndrome d'hyperventilation
- Soupairs périodiques
- Respiration thoracique dominante
- Expiration abdominale forcée
- Asynchronisme thoraco-abdominal



# Syndrome d'hyperventilation

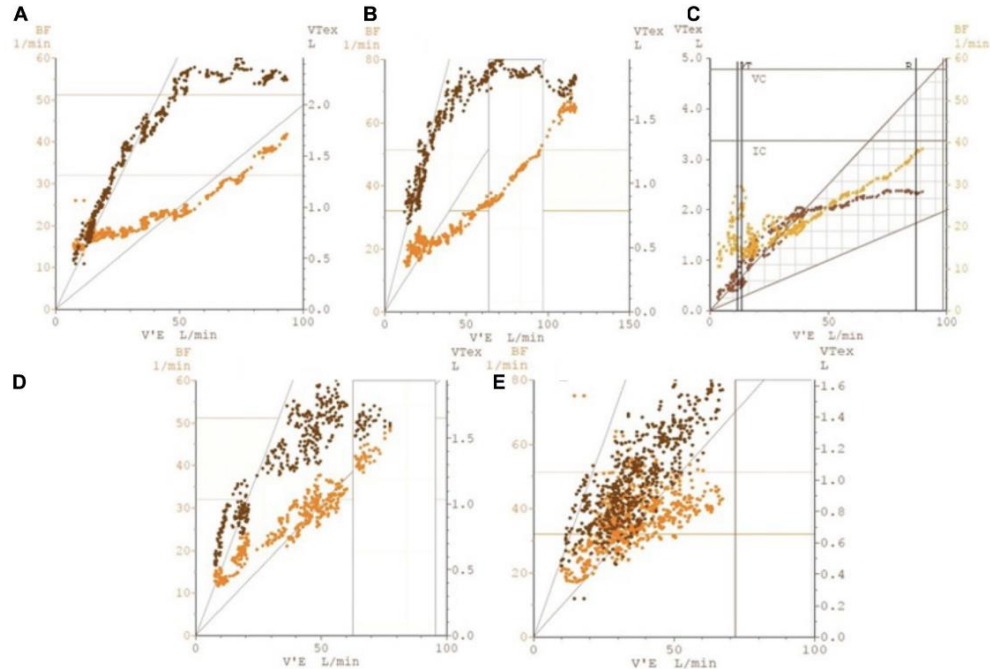
- Symptômes pleiomorphes
  - Dyspnée paroxystique, notamment au repos
  - Bâillements, soupirs
  - Dyspnée d'effort, à la parole
  - Respiration superficielle
  - Paresthésies, palpitations
- Événement déclenchant parfois non retrouvé
- Dépistage : score de Nijmegen
  - Positif si  $\geq 23/64$  (Se 91%, Sp 95%)





# Comportement ventilatoire variable

Ionescu 2021



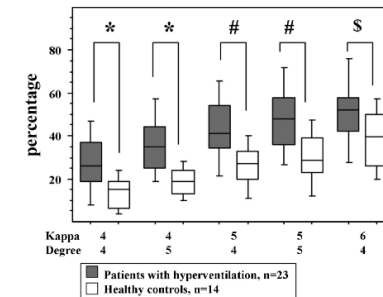
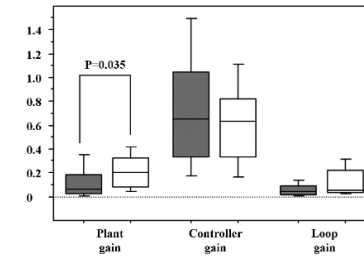
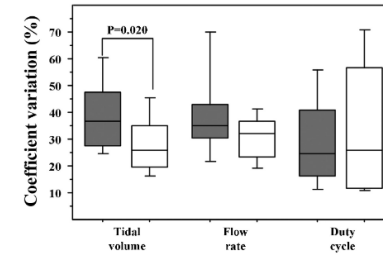
# Examens complémentaires

- Pas de gold standard pour le diagnostic de SHV
  - EFR non systématiques
  - Gaz du sang : peuvent être normaux
  - Test d'hyperventilation : pas de cotation CCAM, peu disponible
  - Epreuve fonctionnelle à l'exercice
- Buts :
  - Eliminer un diagnostic alternatif
    - Embolie pulmonaire
    - Séquelle respiratoire
    - Asthme (formes chroniques ++)
  - Avoir des arguments en faveur d'un SHV



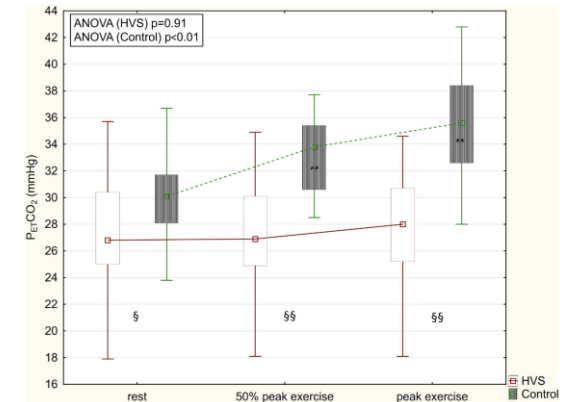
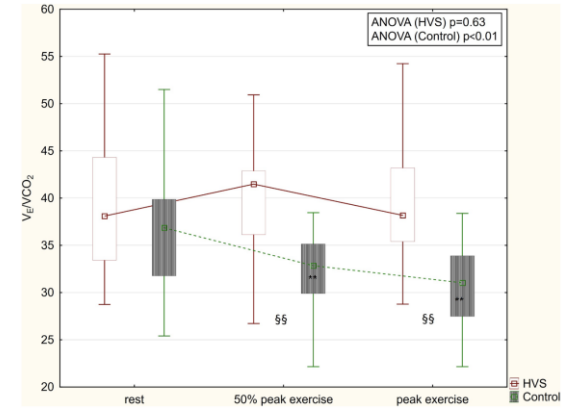
# Physiopathologie

- Bokov 2016 : N=23 sujets avec SHV, 14 contrôles
  - Complexité et variabilité respiratoire augmentées
  - Diminution du plant gain
  - Hypocapnie submissive ?
- Jack 2004
  - Hyperventilation de repos (hypocapnie et alcalose)
  - Hyperventilation d'exercice malgré réponse normale à l'hypercapnie hyperoxique
  - Réponse à l'hypoxie isocapnique basse
- Régression pendant le sommeil



# EFX dans le diagnostic de SHV

- Pas de cut-off admis
- SHV avec hyperventilation de repos (Kinnula 1993)
  - Equivalent CO<sub>2</sub> suit une courbe normale en EFX mais plus élevé à la base
  - Pas forcément d'alcalose de repos
  - Corrélation négative EqCO<sub>2</sub> et PaCO<sub>2</sub> (r=-0,77)
- Souvent atteinte de la FMT
- Recherche de déconditionnement associé
- Formes « graves » ne répondant pas à la kiné ?



# **HYPERVENTILATION COVID-19**



# Hyperventilation post-Covid-19 : prévalence

- Dyspnée post-Covid-19
  - Fréquente
  - Y compris formes bénignes
  - Parfois disproportionnée par rapport aux EFR



# Hyperventilation post-Covid-19 : prévalence

- Baratto 2021 : étude juste avant la sortie d'hospitalisation, n=18
  - VO<sub>2</sub>pic plus basse (14,8 vs. 22,8)
  - Pente VO<sub>2</sub>/W plus faible (8,1 vs 10,9)
  - Equivalents plus élevés (VE/VCO<sub>2</sub> 40 vs 30, pente 32 vs 28)
- Rinaldo 2021 n=75
  - Déconditionnement
  - Pas de différence d'efficacité ventilatoire entre patients avec VO<sub>2</sub> normale et anormale
- Debaumont : 52% de VO<sub>2</sub>max < 84%, tendance à la corrélation pente VE/VCO<sub>2</sub> et VO<sub>2</sub>pic (hospi/non hospi)
- Cristafulli 2021 : 29% de patients avec inefficacité ventilatoire, EFR et VO<sub>2</sub>pic normales (n=28)



# Hyperventilation post-Covid-19 : prévalence

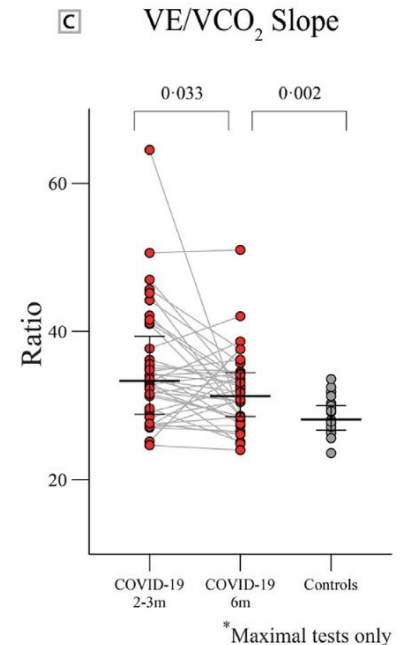
- Motiejunaite 2021, n=114
  - $VO_{2max} < 84\%$  75%
  - $VE/VCO_2 > 34$  dans  $\frac{1}{4}$  cas
  - Mais surtout du déconditionnement
- Gruenewalt n= 20 non USI
  - Mode ventilatoire anormal n= 7
  - Pas de différence d'efficacité ventilatoire





# Hyperventilation post-Covid-19 : prévalence

- Clavario 2021, n=200
  - Patients hospitalisés
  - Relation  $VO_{2pic}$  et force musculaire uniquement
- Cassar 2021
  - Pente  $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$  anormal à 3 mois, s'améliore à 6 mois (P=0,033). Médiane à 6 mois 31,3 (IQR 28,6- 34,5) versus contrôles 28,2 (IQR 26,7-30,0, P=0,002)
  - Limitation ventilatoire 6% à M3 et 5% à M6, pas de différence avec les contrôles
  - Pas de corrélation avec les symptômes



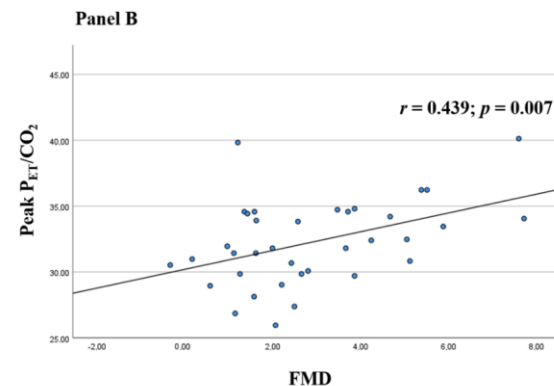
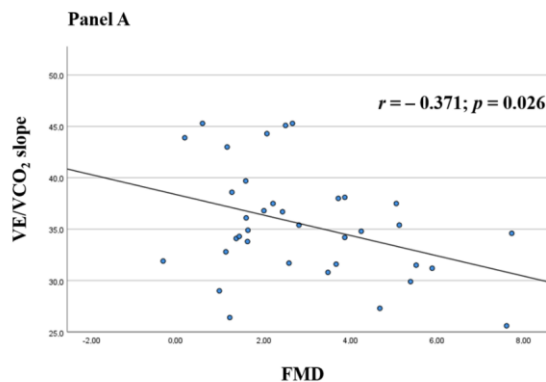
# Hyperventilation post-Covid-19 : physiopathologie

- Skjorten 2021, n=156
  - VO<sub>2</sub>pic plus basse
  - Pas de différence d'équivalents entre USI et non USI
  - Pente VE/VCO<sub>2</sub> 26.6±4.4 non dyspnéiques vs 28.9±4.5 dyspnéiques, p=0.004
- Singh 2022 n=10 vs contrôles
  - VO<sub>2</sub> 70 ± 11% pred. vs 131 ± 45% pred.; *P* < .0001
  - Extraction O<sub>2</sub> altérée
  - Inefficiency ventilatoire plus importante (pente VE/VCO<sub>2</sub> 35 ± 5 vs 27 ± 5; *P* =0.01)
- Motiejunaite 2021 : Pente VE/VCO<sub>2</sub> non corrélée à la DLCO



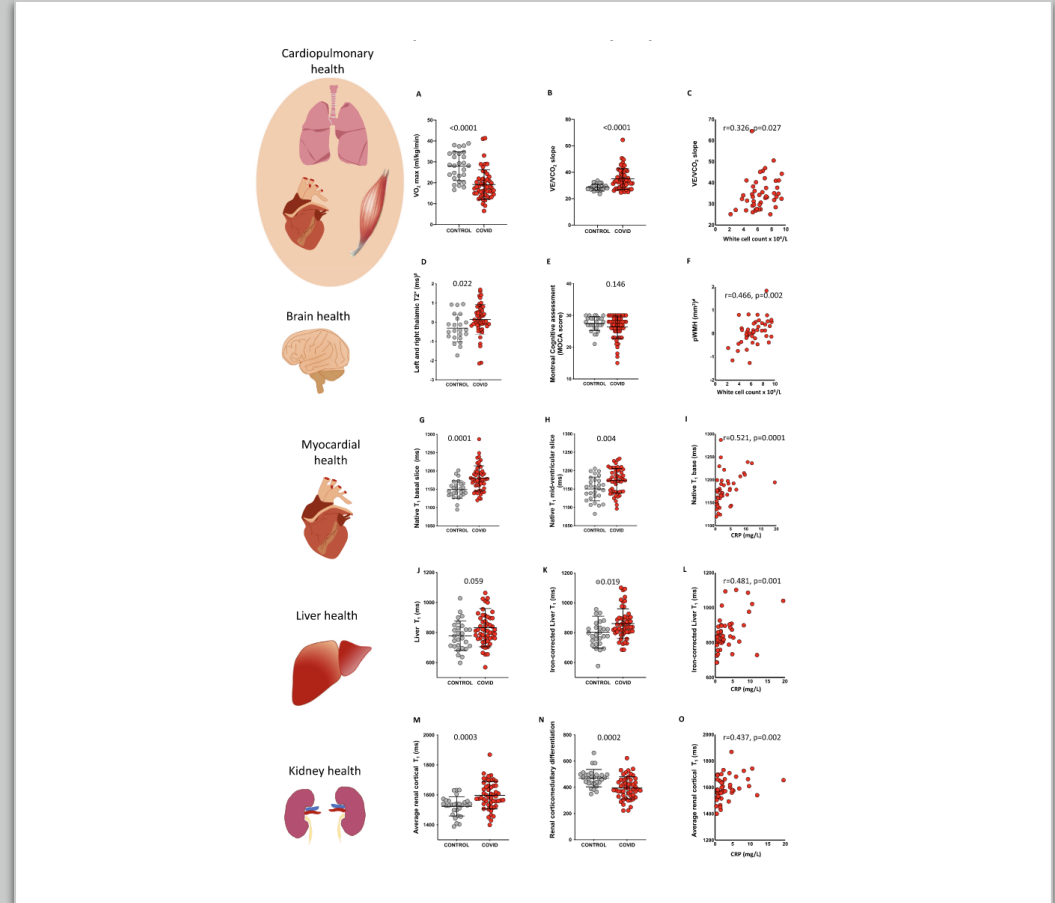
# Hyperventilation post-Covid-19 : physiopathologie

- Dysfonction du système nerveux autonome (Davido 2020)
  - Lésions endothéliales et microangiopathie (Ackermann, 2020)
  - Conséquence « normale » de la phase aiguë ? (Miglis 2020)
- Ambrosino 2022 : marqueurs de la dysfonction endothéliale à 2 mois, n=36



# Physiopathologie

- Raman 2021 : A 3 mois, patients en USI
  - Pente VE/VCO<sub>2</sub> plus élevée (35 vs 32) si anomalies IRM pulmonaires persistantes
  - Pente VE/VCO<sub>2</sub> associée aux marqueurs de l'inflammation



# Conclusion

- Marqueurs de l'inefficience ventilatoire
  - Comportement clinique
  - Pente VE/VCO<sub>2</sub>
  - Attention aux diagnostics différentiels
- Troubles de la mécanique ventilatoire après Covid-19
  - Fréquence débattue
  - Lésions persistantes sous-jacentes ?
- Adresser au pneumologue si
  - Doute diagnostique
  - Absence de réponse à la rééducation

