

APPORT DE LA POLYGRAPHIE

DANS LA PRISE EN CHARGE DES PATIENTS PRESENTANT

UN SYNDROME D'HYPERVENTILATION

BALI FAYCAL

59 Avenue Mohamed Ali 6000 Gabès Tunisie

E-mail: [dr.bali @gnet.tn](mailto:dr.bali@gnet.tn)

RESUMEE

Objectif : Le syndrome d'hyperventilation. est suspecté par l'auto questionnaire de Nijmegen .La capnographie est utile pour le diagnostic et comme support thérapeutique .Malheureusement c'est un appareillage onéreux et peu disponible. Nous avons voulu évaluer l'utilité du polygraphe BREAS (Sc 30) dans la prise en charge du syndrome d'hyperventilation .

Méthode Un enregistrement de 50 minutes a été réalisé chez 20 patients. On s'est intéressé à la rythmicité du flux(nasale) et à la forme que peut donner les soupirs. Le but du signal des sangles abdominales et thoraciques est d'étudier l'amplification du mode ventilatoire thoracique .

L'enregistrement comprend 3 phases:Une phase de respiration spontanée de 5min (A) ,une phase d'hyperventilation provoquée de 10 minutes(B)et une phase de rééducation de 35 minutes(C).L'évaluation lors de chaque phase comprenait une étape clinique:nombre de plaintes du tableaux de Nijmegen "Pl.Nig;", perception de la dyspnée selon l'échelle visuelle analogique "Eva" et une étape polygraphique. On s'y est intéressé aux variables tels que: fréquences respiratoires Fr , ceux des soupirs Fs , et des paramètres tels que:Irrégularité de la respiration Ir ;Fréquence des augmentations des efforts thoraciques Ef ;ainsi que la fréquence des soupirs avec effort thoraciques SpEf.

Résultats: En respiration spontané ; l'échelle visuelle analogique , n'est pas corrélé aux score de Nijmegen ni aux nombre de plaintes du tableaux de Nijmegen. L'évolution de ce dernier paramètre aux cours de la phase de rééducation par apnée volontaire en position couchée C1 ,qui suit le test d'hyperventilation ;montre une corrélation significative avec le score de Nijmegen "r Pl Nij (C1) = - 0,49" (p= 0,05).Du point de vu polygraphique; lors de la respiration spontanée, l'Eva(A)est corrélé avec la fréquence respiratoire "r Fr (A) = 0,69";(p = 0,01),et celle des soupirs "r Fs (A) = 0,50;(p= 0,05).Cette relation est amplifié par test de provocation en fin d'hyperventilation aussi bien pour la fréquence des soupirs: "r Fs (B1) = 0,59"(p = 0,01) , la fréquence de la respiration" r Fr (B1) = 0,56" (p=0,01) ,mais aussi pour les soupirs avec effort" r SpE (B1) = 0,44"(p = 0,05) . Le bénéfice thérapeutique de la rééducation ne concerne que le nombre de plaintes de Nijmegen.:

Conclusions: :La polygraphie est utile pour le diagnostic du syndrome d'hyperventilation par le recueil de la fréquences respiratoire et des soupirs en respiration spontanée et lors d'une hyperventilation volontaire. Elle peut servir comme support thérapeutique en rééducation par optimisation des variations de la fréquence respiratoire et des irrégularités ainsi que celle des soupirs et des soupirs avec effort.

Mots clefs: Syndrome d'hyperventilation- Apnée volontaire- Polygraphie- Mode ventilatoire.

CONTRIBUTION OF POLYGRAPHY

IN THE MANAGEMENT OF THE HYPERVENTILATION SYNDROME

Faycal BALI

59 Avenue Mohamed Ali Gabes Tunisia 6000

E-mail: @ dr.bali gnet.tn

Abstract

Objective:

. The hyperventilation syndrome is suspected during the patient's interview, looking for a multitude of complaints often forming part of Nijmegen's self-questionnaire. Capnography, was a useful element in the diagnosis and therapeutic support. Unfortunately, it is an expensive and rarely available equipment. In our study we wanted to assess the usefulness of the BREAS polygraph (Sc 30) in the management of hyperventilation syndrome.

Method:

A 50-minute polygraphic record was conducted in 20 patients with hyperventilation syndrome. We were interested in the rhythmicity of flow (recorded by nasal probe) and in the shape that the sighs that interrupt it could give. The purpose of the abdominal and thoracic strap signal was to study the amplification of the chest ventilatory mode. The recording included 3 phases: a phase of spontaneous breathing for 5 minutes (A), a phase of provoked hyperventilation for 10 minutes (B) and a phase of rehabilitation for 35 minutes (C). The evaluation at each phase include a clinical stage: the number of complaints from Nijmegen tables "Pl.Nig;" the perception of dyspnea according to the analog visual scale "Eva" and a polygraphic stage in which we were interested in variables such as respiratory frequency (Fr), sigh frequency (Fs), and parameters such as irregularity of breathing (Ir); chest effort increases frequency (Ef), and the frequency of sighs with chest effort (SpEf)

Results:

During spontaneous breathing the visual analog scale, reflecting the intensity of symptoms in real time, is neither correlated to the score of Nijmegen nor to the number of complaints from the tables of Nijmegen. The evolution of the later parameter during the rehabilitation phase by voluntary apnea in a supine position (C1), and which follows the hyperventilation test ,shows a significant correlation with the score of Nijmegen "r Pl Nij (C1)=-0.49 "(p = 0.05). From the polygraphic point of view, during a spontaneous breathing, Eva (A) is correlated with the respiratory rate" r Fr (A) = 0.69 "(p = 0.01), and that of sighs "r Fs (A) = 0.50 (p = 0.05). This relationship is increased by the provocation test at the end of hyperventilation in terms of sigh frequency:" r Fs (B1) = 0.59 " (p = 0.01), breathing frequency of "r Fr (B1) = 0.56 (p = 0.01), and of the effort sighs " r SpE (B1) = 0.44 " (P = 0.05). The therapeutic benefit of the rehabilitation concerns only the number of complaints of Nijmegen.

Conclusion:

Polygraphy is useful for the diagnosis of hyperventilation syndrome by the recording of breathing and sigh frequencies during the spontaneous breathing and the voluntary hyperventilation. It can be used as a therapeutic tool supporting rehabilitation through the optimisation of variations of the respiratory rates, and irregularities as well as that of sighs and sighs with effort.

APPORT DE LA POLYGRAPHIE DANS LA PRISE EN CHARGE DES PATIENTS

PRESENTANT UN SYNDROME D'HYPERVENTILATION

INTRODUCTION

L'incidence du syndrome d'hyperventilation tel que décrit par Kerr en 1937 associant hypocapnie et anxiété (1) est de 5% si on considère une consultation générale (2). Les formes chroniques sont plus fréquentes (90%) mais plus difficiles à reconnaître que les formes aiguës où l'hyperventilation est manifeste et associée à plusieurs manifestations : neuromusculaires (paresthésies, crampes musculaires, tremblements), cérébrales (vertiges, céphalées, sensation de malaise), cardiovasculaire (précordialgies, palpitations, froideur digitale), gastro-intestinales (nausées, douleurs abdominales), psychologiques (anxiété, nervosité, irritabilité), signes généraux (asthénie, insomnie). En pneumologie il s'agirait d'un motif de consultations très fréquent (3)(4). Il arrive à certaines périodes de l'année que nos consultations soient envahies par des patients très invalidés et extrêmement demandeurs d'améliorations. Ils se présentent pour dyspnée à type de soupir et bâillements avec sensation de manque d'air ou de blocage inspiratoire, impression de boule dans la gorge. L'expression du mode de ventilation thoracique supérieur est aussi associée à des manifestations respiratoires hautes à types de raclage de la gorge; toux irritative; de dyskinésies des cordes vocales voire d'une obstruction nasale. Les exacerbations aiguës peuvent survenir lors d'un stress mais aussi à l'occasion d'un effort ou lors de l'exposition à des irritants bronchiques. L'hyperventilation qu'elle soit, la cause (5) ou la conséquence (6), est associée aux tableaux cliniques et est reproductible par une hyperventilation volontaire. Cependant établir la réalité de l'hyperventilation n'est qu'une partie du problème (7). Lors des formes aiguës ou subaiguës il faut exclure les causes organiques : (respiratoires pneumopathies aiguës: pneumothorax, embolie pulmonaire, asthme aigu grave —, mais aussi cardio-vasculaires, neurologiques centrales, ou métabolique— acidocétose, intoxication salicylique —, etc.). Une hyperventilation plus ou moins permanente, d'allure isolée, sans crise surajoutée accompagne nombreuses situations pneumologiques chroniques stables tels que les pneumopathies interstitielles (8); l'asthme (9) et la bronchite chronique (10).

Le diagnostic du SVH est suspecté à l'interrogatoire qui recherche une multitude de plaintes, souvent faisant partie des 16 ITEMS de l'auto questionnaire de Nijmegen (11) et lorsque le score calculé est supérieur ou égale à 23 il constitue un test diagnostique validé (chez le non asthmatique) (12).

La capnographie mesure la $P_{et} CO_2$ (end-tidal) qui est la pression partielle de CO_2 au milieu du plateau de l'expiration (Fig N°1). La vitesse de récupération d'une valeur normale lors d'un test d'hyperventilation volontaire (Fig N°2 et N°3), avec reproduction des signes cliniques dont le patient se plaint constitue un élément utile pour le diagnostic (13). La capnographie est également utilisée comme support pédagogique et thérapeutique pour le monitoring de la technique des apnées volontaires lors de la rééducation respiratoire. Malheureusement c'est un appareillage onéreux et peu disponible. Les appareils de polygraphie sont des montages qui conjuguent signal ventilatoire, thoracique et abdominal. Nous avons voulu évaluer l'utilité du polygraphe BREAS pour le diagnostic et la prise en charge du syndrome d'hyperventilation.

Bases théoriques de l'utilité de la polygraphie dans le S.H.V

La capnographie mesure la pression partielle de CO₂ pendant l'expiration. La Pet CO₂ (end-tidal) est mesurée au milieu du plateau et assimilable à la pression partielle en CO₂: PaCo₂. La diminution de la PaCo₂ (Primum movens du tableau clinique du SHV) est proportionnelle à celle de la ventilation alvéolaire qui est à son tour liée à une augmentation de la fréquence respiratoire et/ou du volume courant selon l'équation : $V_a = (V_t - V_d) * Fr$ ou $V_a =$ ventilation alvéolaire, $V_t =$ volume courant, $V_D =$ espace mort (qu'on considère comme constant). On se trouve donc devant un mode ventilatoire perturbé associant augmentation de la fréquence respiratoire et de l'ampleur du volume courant attesté par une majoration de l'amplitude des mouvements pariétaux. La polygraphie est l'appareil de choix pour suivre l'évolution de la fréquence respiratoire (Fr) (par signal du débit) et celui de l'effort thoracique (Ef) par le signal des sangles thoraco abdominales. Elle nous permet aussi comme le suggère Gardner (7) de faire un inventaire des facteurs déclenchant et entretenant l'hyperventilation aigüe tels que les irrégularités de la respiration (Ir), les bâillements et les soupirs (Fs). En effet, une fois l'hypocapnie installée, de simples efforts respiratoires tels que des soupirs survenant pendant une respiration normale suffisent pour maintenir une PaCo₂ basse (14)(15) et une inspiration et une expiration profondes peuvent réduire la PaCo₂ de 7-16 mmHg de Hg (16). Les soupirs et les bâillements sont des modifications des débits dans un sens plus profond et plus espacé. Ils sont souvent associés à une augmentation de l'amplitude thoracique (SpEf) chez ces patients dont l'anomalie à une cause purement mécanique à savoir une mauvaise habitude respiratoire privilégiant la respiration thoracique. La polygraphie nous permet aussi de distinguer un autre groupe de patients chez qui les soupirs ne s'accompagnent pas d'augmentation des efforts thoraciques, ce sont des bâillements psychiques pouvant accompagner certains états d'ennui.

Fig N°1 capnogramme normale d'hyperventilation

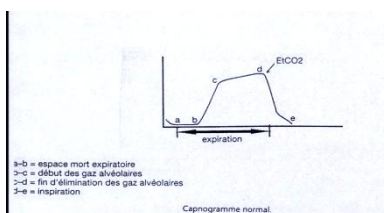


Fig N°2: test

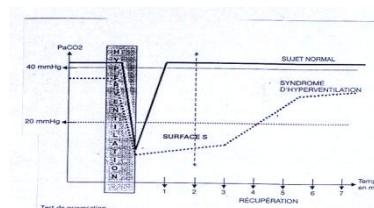
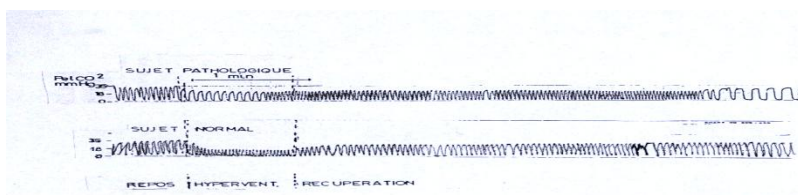


Fig N°3: Capnogramme et test d'hyperventilation



MATERIELS ET METHODES

Préambule

20 patients présentant un syndrome d'hyperventilation (SHV) avec un score de Nijmegen (Sc.Nig) supérieur ou égal à 23 et chez qui une cause organique a été exclue. Aucun patient ne présente de contre indication aux tests d'Hyperventilation. Un enregistrement polygraphique diurne de 50 minutes a été réalisé. Un Polygraphe Breas(Sc30) a été utilisé. Une sonde nasale pour l'enregistrement des débits. On s'est intéressé à la rythmicité du flux et à la forme que peut donner les soupirs et les bâillements qui l'entrecoupent. Le but du signal des sangles abdominales et thoraciques est d'étudier l'amplification du mode ventilatoire thoracique pendant les crises chez ces patients et de l'effet de la rééducation lors des apnées volontaires par sollicitation abdomino-diaphragmatique.

L'enregistrement comprend 3 phases: Une phase de respiration spontanée de 5min (A), une phase d'hyperventilation provoquée de 10 minutes (B) et une phase de rééducation de 35 minutes (C).

Lors d'une première étape statique (A); après avoir noté les paramètres cliniques: plaintes du tableau de Nijmegen "Pl.Nig(A)" et, perception de la dyspnée selon l'échelle visuelle analogique "Eva(A)" on s'est intéressé aux données polygraphiques qui comprennent outre les fréquences respiratoires "Fr(A)" et ceux des soupirs "Fs(A)", des paramètres tels que: Irrégularité de la respiration "Ir(A)"; Fréquence des augmentations des efforts thoracique "Ef(A)" ainsi que la fréquence des soupirs avec effort thoraciques "SpEf(A)". Lors de la phase d'Hyperventilation provoquée (B) nous avons procédé comme il est recommandé (17): 10 soupirs, 1min de récupération suivie de 2min d'hyperventilation intense. Pour étudier "l'AFTER DISCHARGE", nous avons noté les données cliniques suscitées (Pl.Nig, Eva) et celles de l'enregistrement polygraphique (Fr: Fréquence respiratoire, Fs: Fréquence des soupirs, Ef: Fréquence des efforts thoraciques, SpEf: Fréquences des soupirs avec efforts thoracique, Ir: irrégularité du débit) une minute après la fin du test (B1) et après 5min de récupérations (B5). La phase de rééducation débute comme suit: 5min de relaxation (Rx1) suivie de 5min d'exercices d'apnée volontaire en position couchée (C1), 5min de relaxations (Rx2), 5minutes d'apnée volontaire en positions assise (C2); 5min de relaxations (Rx3); 5min d'apnée volontaire en bicyclette ergométrique (C3); puis une dernière séance de 5minutes de relaxations (Rx4). Les données cliniques et celles de l'enregistrements sont notées à la fin des phases C1, C2, RX4. Lors de cette phase nous avons optimisé le temps abdomino-diaphragmatique, et modifié la rythmicité en diminuant la fréquences respiratoire sans augmentation du volume courant pour tendre vers une fréquence de 5/min avec des apnées de 10 sec et une respiration en carré type Monday (18). Les exercices de relaxation utilisés sont type crise de calmes ou exercice de relaxation progressive type Jacobson (17).

Items du questionnaire deNijmegen

- 1) Sensation de tension nerveuse
- 2) Incapacité à respirer profondément
- 3) Respiration accélérée ou ralentie
- 4) Respiration courte
- 5) Palpitations
- 6) Froideur des extrémités
- 7) Vertiges
- 8) Anxiété
- 9) Poitrine serrée
- 10) Douleur thoracique
- 11) Flou visuel
- 12) Fourmillements dans les doigts
- 13) Ankylose des bras et des doigts
- 14) Sensation de confusion
- 15) Ballonnement abdominal
- 16) Fourmillements péri-buccaux

Quotation des réponses:0=Jamais, 1=rarement, 2=parfois, 3=souvent, 4=très souvent, Test positif si score supérieur ou égale à 23/64.

Abréviations

-Eva : Echelle visuelle analogique

-Sc.Nig: Score de Nijmegen

-Pl. Nig: nombre de plaintes du tableau de Nijmegen

-A:Phase de respiration spontanée

-B:Phase d'hyperventilation provoquée

-B1: la 1^{er} minute qui suit les 2 minutes d'hyperventilation intense

-B5: la 5^{ème} minute qui suit les 2min d'hyperventilation intense

-C:Phase de rééducation comprenant 4 périodes de relaxation Rx1- Rx2- Rx3-Rx4 entrecoupé par 3 temps d'apnées volontaires: en position couchée (C1) ,en position assise (C2) et en bicyclette ergométrique (C3).

-Rx1: Premier temps de relaxation de 5 min, début de la phase de rééducation C et faisant suite à la période de récupération après le test d'hyperventilation

-C1:Phase d'apnée volontaire en position couchée

-Rx2: 5 minutes de relaxation

-C2: Phase d'apnée volontaire en position assise

-Rx3: Troisième phase de relaxation

-C3:Phase d'apnée volontaire en bicyclette ergométrique

-Rx4: dernière phase de relaxation

Paramètres cliniques

- Sc Nij: Score pris au départ en respiration spontanée .
- Eva (A): Echelle visuelle analogique en respiration spontanée.
- Eva (B1): Echelle visuelle analogique pendant la 1^{ère} minute suivant les 2 minutes d'hyperventilation.
- Eva (B5): Echelle visuelle analogique pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Eva(C1)=: Echelle visuelle analogique en fin d'apnée volontaire en position couchée et début de la 1^{ère} phase de relaxation Rx1
- Eva(Rx 4): Echelle visuelle analogique lors de la 4^{ème} séances de relaxation
- Pl Nij (A): Nombre de plaintes du tableau de Nijmegen en respiration spontanée
- Pl Nij (B1): Nombre de plaintes du tableau de Nijmegen pendant la 1^{er} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Pl Nij (B5): Nombre de plaintes du tableau de Nijmegen pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Pl Nij (C1): Nombre de plaintes du tableau de Nijmegen pendant la période d'apnée volontaire en position couchée.
- PINij(Rx 4): Nombre de plaintes du tableau de Nijmegen lors de la 4^{ème} séances de relaxation

Paramètres polygraphiques statistiques

- Fr (A): Fréquence respiratoire en respiration spontanée.
- Fs(A): Fréquence des soupirs en respiration spontanée.
- Ir (A) : Fréquence des irrégularités en respiration spontanée.
- Ef (A) : Fréquence d'effort thoracique en respiration spontanée
- SpEf (A): Fréquence des soupirs avec effort thoracique en respiration spontanée.

Paramètres polygraphiques dynamiques

- Fr (B1):Fréquence respiratoire pendant la 1^{ère} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Fr (B5): Fréquence respiratoire pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation
- Fs(B1) : Fréquence des soupirs pendant la 1^{ère} minute suivant les 2min d'hyperventilation.
- Fs (B5): fréquence des soupirs pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Ir (B1): Fréquence des irrégularités pendant la 1^{ère} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Ir (B5) : Fréquence des irrégularités pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Ef (B1):Fréquence des efforts thoraciques pendant la 1^{ère} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Ef (B5) : Fréquence des efforts thoraciques pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- SpEf (B1): Fréquence des soupirs avec effort thoracique pendant la 1^{ère} minute suivant les 2min d'hyperventilation.

- SpEf (B5) : Fréquence des soupirs avec effort thoracique pendant la 5^{ème} minute suivant les 2 min d'hyperventilation.
- Fr(C1):Fréquence respiratoire en fin d'apnée volontaire en position couché et début de la 1^{ère} phase de relaxation Rx1.
- Fr(C2):Fréquence respiratoire en fin d'apnée volontaire en position assise.
- Fr(Rx4): Fréquence respiratoire pendant la 4^{ème} phase de relaxation.
- Fs(C1):Fréquence des soupirs en fin d'apnée volontaire en position couché et début de la 1^{ère} phase de relaxation Rx1.
- Fs(C2) : Fréquence des soupirs en fin d'apnée volontaire en position assise.
- Fs(Rx4): Fréquence des soupirs pendant la 4^{ème} phase de relaxation.
- Ir(C1):Fréquence d'irrégularité en fin d'apnée volontaire en position couchée et début de la 1^{ère} phase de relaxation Rx1.
- Ir(C2): Fréquence d'irrégularité en fin d'apnée volontaire en position assise.
- Ir(Rx4): Fréquence des irrégularités pendant la 4^{ème} phase de relaxation.
- Ef(C1): Fréquence des efforts thoraciques en fin d'apnée volontaire en position couchée et début de la 1^{ère} Phase de relaxation Rx1.
- Ef(C2) :Fréquence des efforts thoraciques en fin d'apnée volontaire en position assise.
- Ef(Rx4): Fréquence des efforts pendant la 4^{ème} phase de relaxation .
- SpEf(C1):Fréquence des soupirs avec effort thoracique en fin d'apnée volontaire en position couchée et début de la 1^{ère} phase de relaxation Rx1.
- SpEf(C2): Fréquence des soupirs avec effort thoracique en fin d'apnée volontaire en position assise.
- SpEf(Rx4): Fréquence des soupirs avec effort pendant la 4^{ème} phase de relaxation .

ETUDE STATISTIQUE

Nous avons saisi les données sur logiciel Excel. Le traitement a débuté par une étude descriptive (caractéristiques anthropométriques paramètres polygraphiques en respiration spontanée). Pour évaluer l'apport diagnostique de la technique nous avons calculé les coefficients de corrélation inter paramètres cliniques puis entre paramètres cliniques et paramètres polygraphiques lors des différentes étapes. Les valeurs seuils retenues sur cet échantillon de 20 sujets est de $r = 0,44$ pour $p = 0,05$, $r = 0,56$ pour $p = 0,01$. Pour évaluer l'apport thérapeutique nous avons fait la comparaison du nombre de plaintes de Nijmegen et de l'échelle visuelle analogique pendant la respiration spontanée (A) par rapport à ceux de la fin de l'apnée volontaire (C1) puis par rapport à ceux de la fin de la 4^{ème} séance de relaxation (RX4).
Le test utilisé est celui de Student .

RESULTATS

STATISTIQUE DESCRIPTIVE

L'âge moyen de nos patients est de 46,7 ans, avec 65% de sexe féminin, le BMI moyen est de 29,75. Ils ont un score de Nijmegen qui varie entre 23 et 41 avec une moyenne de 30.

Tableau N°1: Caractéristiques de la population

	N	Min	Max	Moy	Dev. Standard
Age	20	22	74	46,7	16
BMI	20	21	53	29,75	7,9
Sc Nij [♀]	20	23	41	29,8	5,82
Sexe: masculin	35%				
féminin	65%				

Tableau N°2: Etude descriptive des paramètres cliniques et polygraphiques

	N	Min	Max	Moy	Dev. stand
Eva(A)	20	1	5	2,45	1
PI Nij(A)	20	9	15	11,8	1,7
Fr(A)	20	17	40	22,8	5,94
Fs(A)	20	0	14	5,15	3,74
Ef(A) [♂]	20	1	23	5,1	5,07
SpEf(A) [♀]	20	0	10	3,5	2,50
Ir(A)	20	2	18	9,5	6,13
Fs+Ef+Ir	20	4	45	19,9	11,44

APPORT DIAGNOSTIC

Paramètres cliniques

Interrelation entre paramètres cliniques en respiration spontanée(A)

Il n'existe pas de corrélation entre le score de Nijmegen et l'échelle visuelle analogique de dyspnée. Cette dissociation est liée au mode de calcul du score de Nijmegen. C'est un score de pérennisation des plaintes avec une cotation qui passe de 3 pour "souvent" à 4 pour "très souvent". Il est logique de trouver une corrélation entre le nombre de plaintes de Nijmegen et le score de Nijmegen $r=0,6(p=0,001)$. La corrélation entre le nombre de plaintes de Nijmegen et l'échelle visuelle analogique est non significative $r=0,23(NS)$.

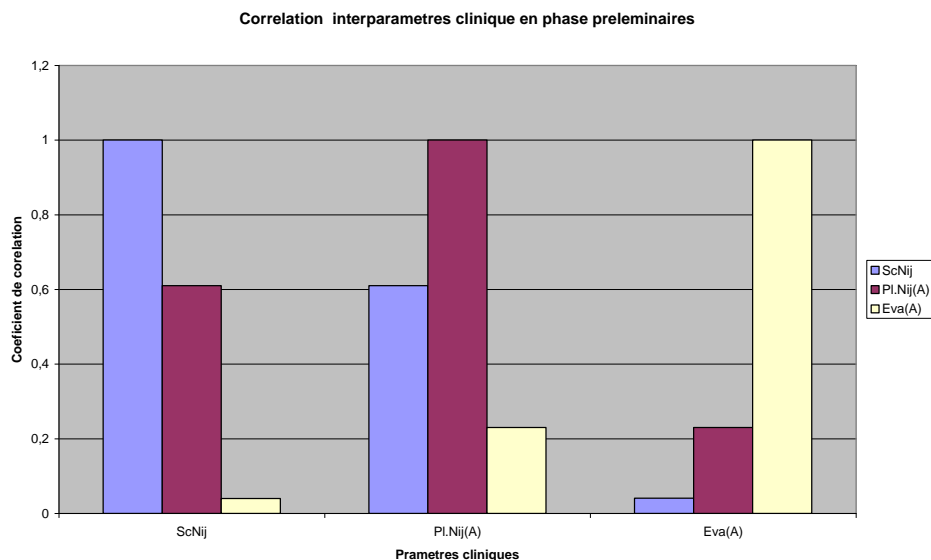


Fig N°4:

Corrélation inter paramètres cliniques en respiration spontanée

Corrélation du score de Nimegen avec les paramètres cliniques lors d'hyperventilation(B1,B5) et en apnée volontaire en position couchée(C1).

La Figure n°5 montre les valeurs des coefficients de corrélation entre le score de Nijmegen d'une part et les paramètres cliniques(Eva, PINig)en fin d'hyperventilation(B1),lors de la 5^{ème} minute de récupération post hyperventilation(B5) et lors d'Apnée volontaire en position couchée d'autre part(C1).

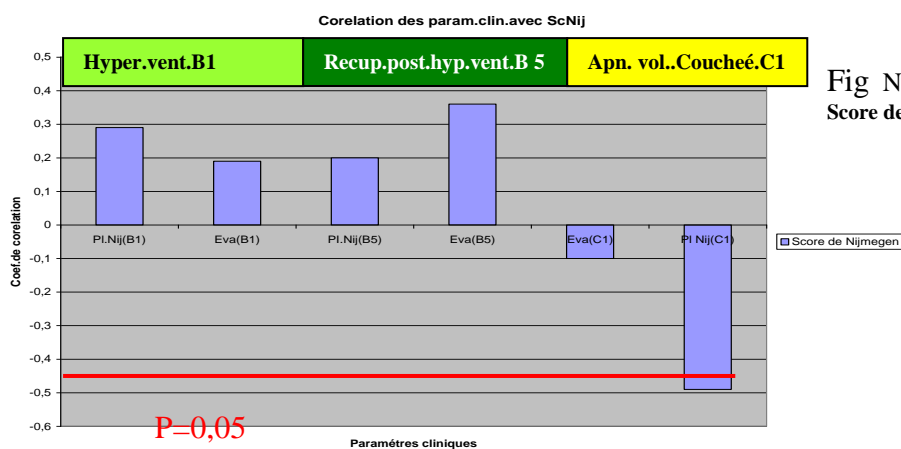


Fig N° 5:Corrélation paramètres clinique et Score de Nijmegen lors du test d'hyperventilation

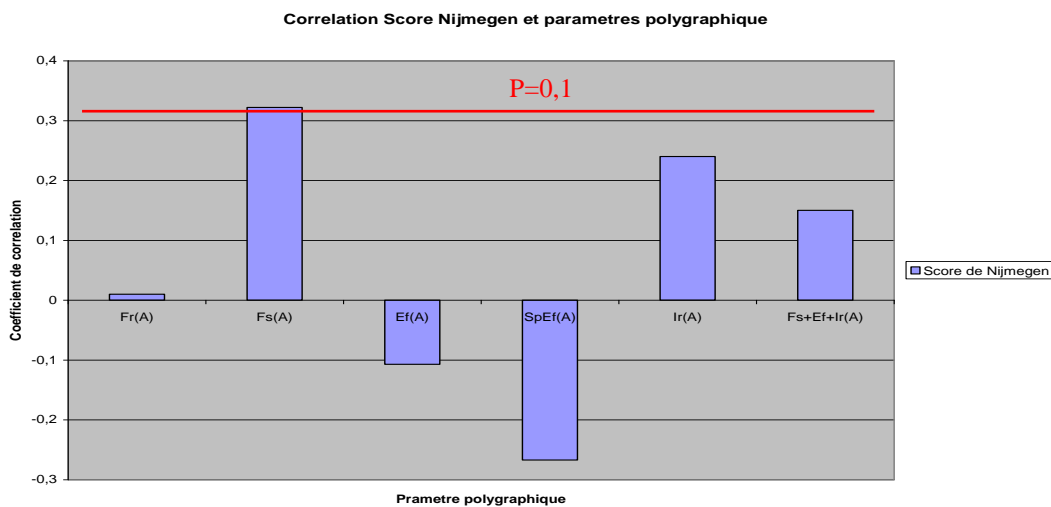
Nous constatons que les paramètres cliniques lors de l'hyperventilation vont dans le même sens que le score de Nijmegen (sans être significatives)et dans le sens contraire lors de l'apnée volontaire en position couchée avec une signification pour le nombre de plaintes deNijmegen"r PI Nij (C1)= -0,49"(p=0,05). Le test d'hyperventilation est un mauvais reflet du score de Nijmegen.

Les paramètres polygraphiques

1)Etape statique ou préliminaire(A)

Nous étudions les corrélations entre les paramètres polygraphiques en respiration spontanée et le score de Nijmegen dans un premier temps;puis avec l'échelle visuelle analogique de dyspnée lors de la même étape Eva(A).

Fig N°6:Corrélation score
Nijmegen et paramètres
Polygraphiques(A)



La figure n° 6 montre qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les paramètres polygraphiques respiration spontanée et le score de Nijmegen. Toute fois une augmentation de la fréquence des soupirs ($r=0,32$) et celle des irrégularités ($r=0,24$) va dans le sens d'un score de Nijmegen élevé. Tout se passe comme si les soupirs et les irrégularités rendent les plaintes plus durables avec une tendance vers une cotation élevée (4 points pour "souvent" au lieu de 1 point pour "rarement"). Les efforts et les soupirs avec effort agissent dans le sens contraire.

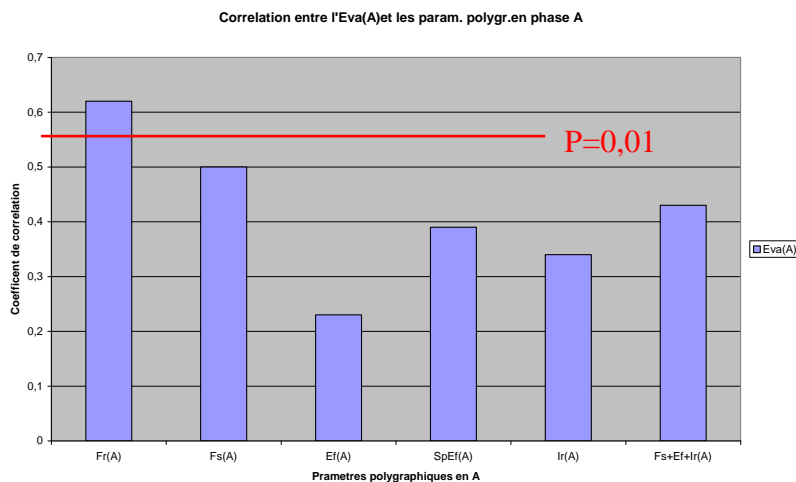
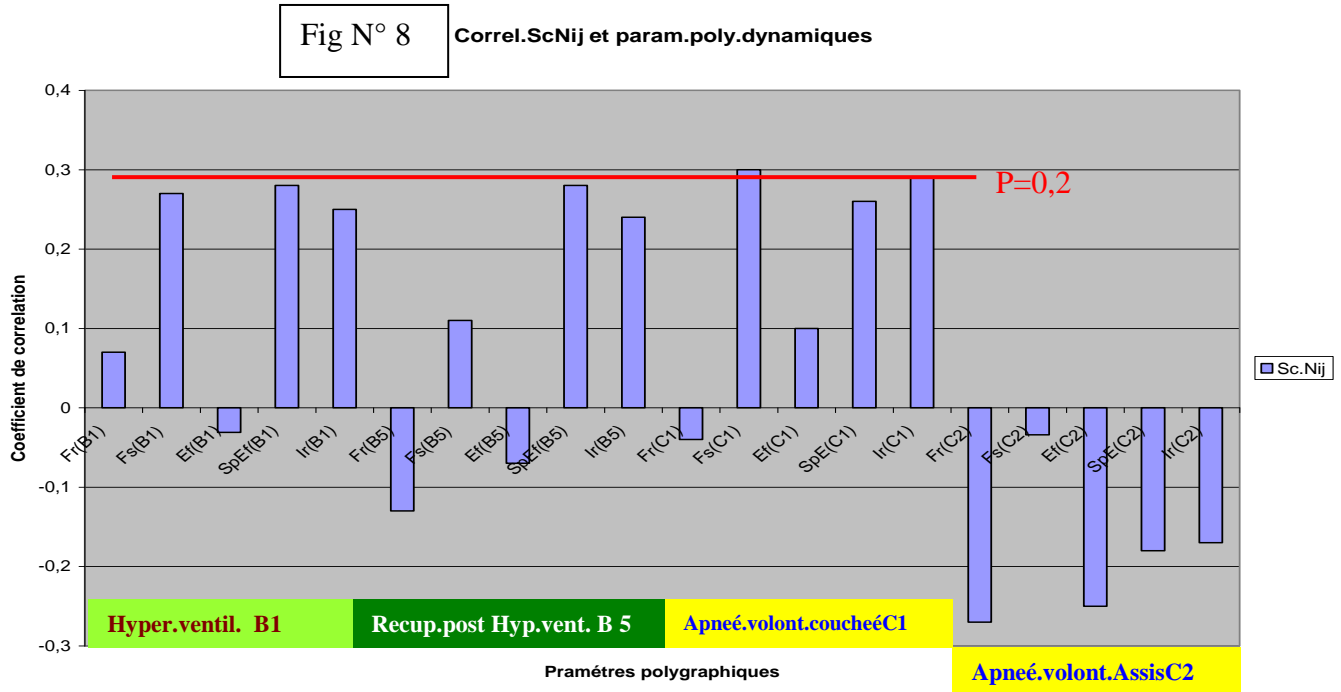


Fig N°7: Corrélation entre l'Eva (A) et les paramètres .polygraphiques en phase A

L'échelle visuelle analogique de dyspnée en respiration spontanée est fortement corrélée avec la fréquence respiratoire: " r Fr(A) = 0,62" ($P=0,001$) et la fréquence des soupirs: " r Fs(A) = 0,50" ($p=0,05$). Ces patients sont donc d'autant plus gênés que leurs fréquences respiratoires sont élevées. Il s'agit donc bien d'un syndrome d'hyperventilation. Les soupirs interviennent en seconde position, d'autant plus que ces soupirs s'accompagnent d'un effort: " r SpEf(A) = 0,39" (NS); vient ensuite les irrégularités respiratoires " r Ir(A) = 0,34" (NS); suivie des efforts respiratoires globaux (sans et avec soupirs). La somme des événements (soupirs + Effort + Irrégularité) a moins d'importance: " r Fs+Ef+Ir(A) = 0,44" ($p=0,05$) que celui des soupirs pris isolément.

2)Etape dynamique:hyperventilation(B),apnée volontaire en position couchée(C1)et en position assise(C2)

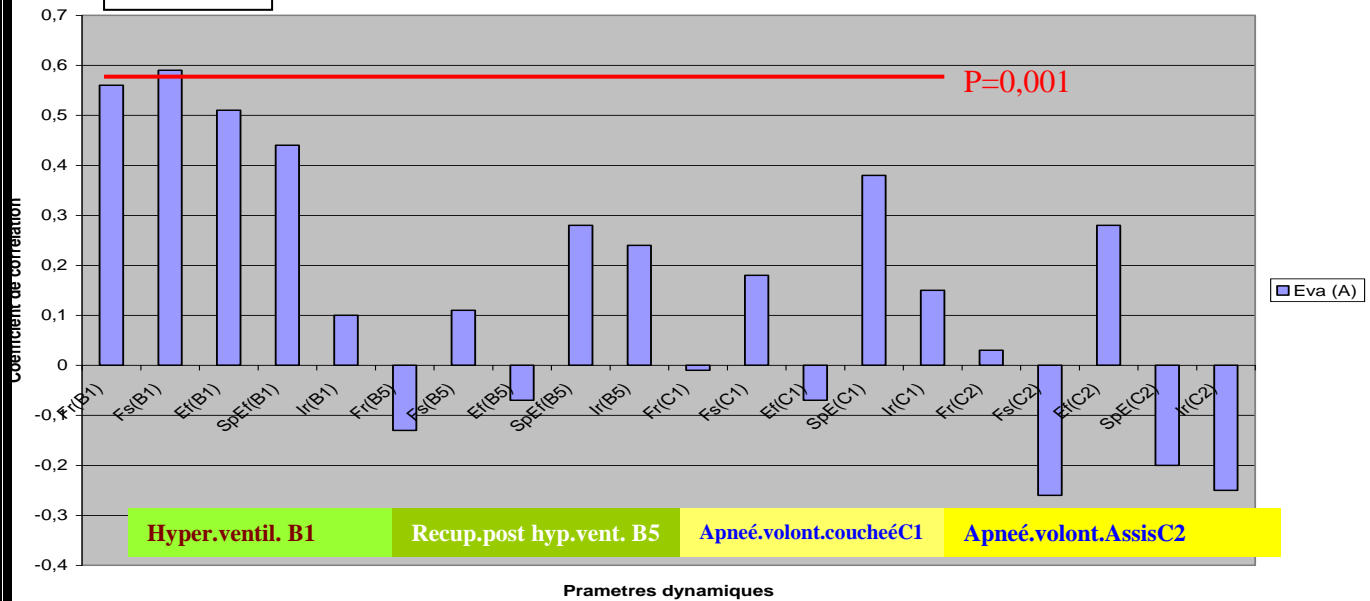
Nous faisons la comparaison des paramètres polygraphiques dynamiques avec le score de Nijmegen, puis avec l'échelle visuelle analogique de dyspnée en respiration spontanée Eva(A)



L'aspect global de la Fig N° 8 montre outre l'absence de corrélation significative entre le score de Nijmegen et les paramètres polygraphiques dynamiques; que ces derniers évoluent tantôt dans le sens d'un score élevé(en apnée volontaire en position couchée C1) tantôt dans le sens contraire(apnée en position assise C2).Lors du test d'Hyperventilation ;ces paramètres évoluent dans le sens d'un score élevé pendant la première période B1 . Lors de la5ème minute de récupération post hyperventilation;on retrouve les mêmes valeurs positives pour la corrélation avec les efforts avec soupirs ainsi que pour les irrégularités mais négative pour la fréquence respiratoire . Donc le test d'hyperventilation est un mauvais reflet du score de Nijmegen.Ce dernier est un score de pérennisation ce qui n'a rien avoir avec la situation lors de l'hyperventilation où les sensations sont immédiates. Lors de l'apnée volontaire en position couchée(C1),les coefficients de corrélation sont non significatives avec un profil qui ressemble plus a celui de l'hyperventilation B1,qu'a celui de la 5ème minutes de récupération post hyperventilation. Pendant l'apnée volontaire en position assise(C2),la fréquence respiratoire Fr(C2) et celle des efforts Ef(C2) évoluent dans le sens contraire que celui du score deNijmegen .

Fig N°9

Correlation entre Eva (A) et les paramètres dynamiques



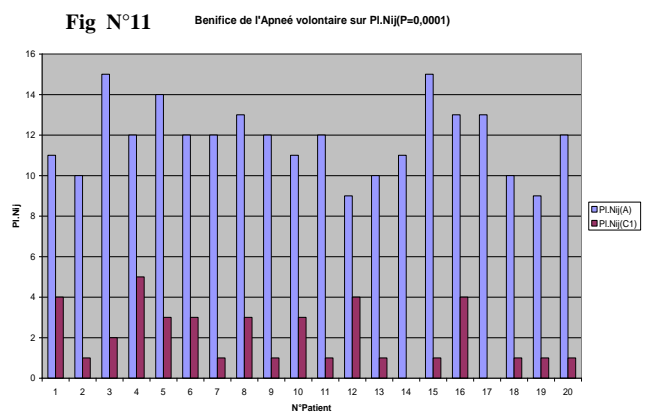
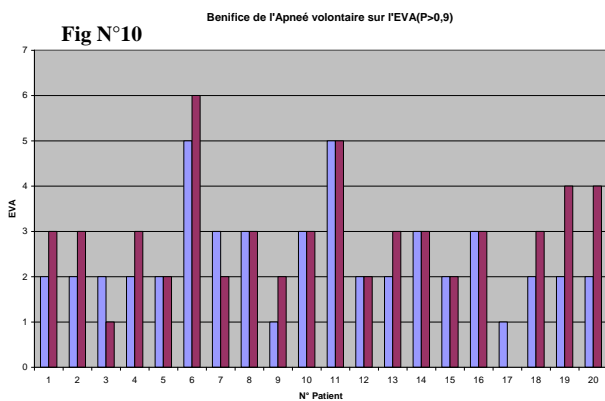
Si on considère l'échelle visuelle analogique lors de la fin d'hyperventilation (B1), il existe une corrélation significative avec les paramètres polygraphiques : " r Fs (B1)= 0,59" - " r Fr (B1) = 0,56" - " r Ef (B1) = 0,5"; et " r SpE (B1)= 0,44 .C'est une amplification de la phase statistique (Fig7).La corrélation entre l'Eva (A) et les paramètres cliniques de la 5ème minute de récupération post hyperventilation n'est pas significative .

Donc tenir compte de la vitesse de récupération de paramètres polygraphiques (After Discharge) n'est pas performant. Lors de l'apnée volontaire en position couchée (C1). La corrélation la plus élevée (sans être significative) et celle des soupirs avec effort " r SpEf (C1)= 0,38 c'est une amplification de la phase précédente (B5).Lors de l'apnée volontaire en position assise(C2),la fréquence des efforts évolue dans le sens de l'Eva(A) contrairement à celle des soupirs Fs(C2),des soupirs avec efforts SpE(C2),et des irrégularités Ir(C2) .

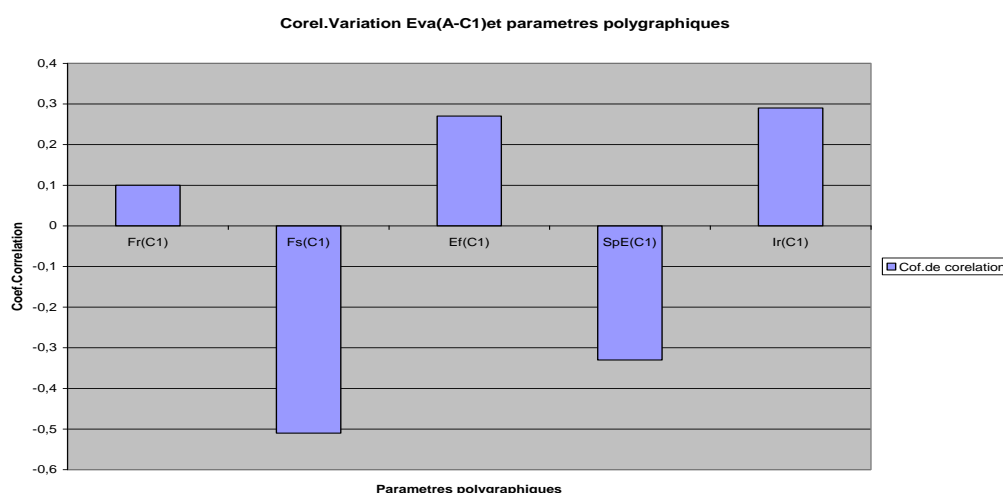
APPORT THERAPEUTIQUE

BENEFICE DE L'APNEE VOLONTAIRE C1

Nous faisons la comparaison des valeurs de départ (phase préliminaire A),concernant l'échelle visuelle analogique Eva (A)et celui du nombre de plaintes de Nijmegen Pl.Nij(A) d'une part avec les valeurs enfin d'apnée volontaire en position couchée Eva (C1)et Pl.Nij(C1)d'autre part et ceci en utilisant le test de Student.Les figures N° 10 et N° 11 montrent que l'amélioration ne concerne que les Pl.Nij($p=0,001$).



Pour comprendre la cinétique ventilatoires aux cours de la rééducation ;nous étudions les corrélations entre les variations apportée a l'échelle visuelle analogiques et les paramètres polygraphiques .



FigN° 12: Corrél.Variation Eva (A-C1) et paramètres polygraphiques

La Fig N°12 montre que la variation de l'échelle visuelle analogique est liée à une diminution de la fréquence de soupir $r = -0,51(p=0,05)$ et a une moindre importance (non significative) à une diminution des soupirs avec effort $r = -0,33(NS)$. Les irrégularités agissent dans un sens contraire mais d'une façon moins importante $r = +0,29(NS)$, de même pour les efforts thoraciques $r = 0,27(NS)$:Donc l'Eva en apnée volontaire en position couchée n'est pas améliorée par rapport à

la phase préliminaire malgré la diminution des soupirs et des soupirs avec effort probablement à cause de l'augmentation des efforts et des irrégularités

BENEFICE GLOBALE DE LA SEANCE

Fig N° 13 Benefice en fin de Seance sur l'Eva(P>0,9)

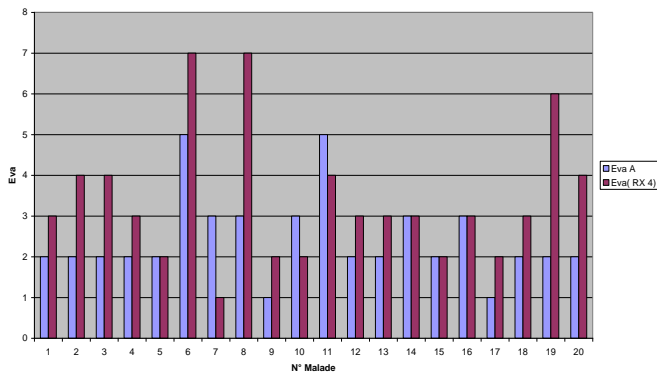
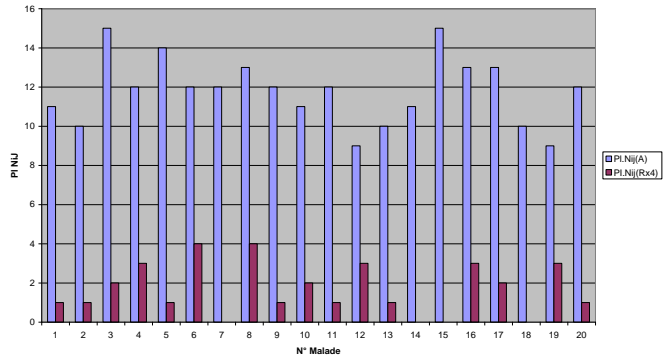


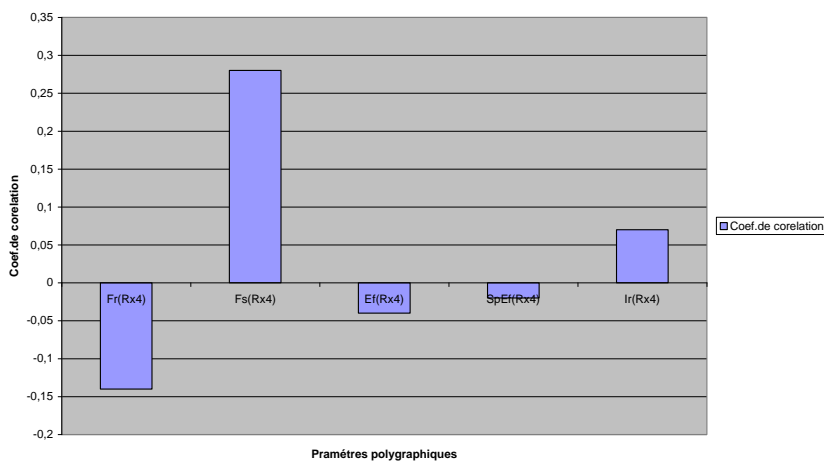
Fig N°14 Benefice en fin de seance sur PL.Nij(P=0,0001)



Nous faisons la comparaison avec les valeurs de départ (phase préliminaire A),concernant l'échelle visuelle analogique Eva (A)et celui du nombre de plaintes de Nijmegen PL.Nij(A) d'une part, avec les valeurs enfin de la quatrième séances de relaxation Eva (Rx4)et PL.Nij(Rx4)d 'autre part en utilisant le test de Student.Les figures N° 13 et 14 montrent que l'amélioration ne concerne que les PL.Nij(P=0,0001).Pour comprendre l' apport globale de la séance nous étudions les corrélation entre les variations de l'échelle visuelle analogique en passant de la phase préliminaire a la fin de séance " r: Vr Eva (ARx4)", et les paramètres polygraphiques en fin de séance Rx4 d'autre part.

FigN° 15: corrélation entre variation de L'Eva (A-Rx4) et paramètres polygraphiques

Corelation entre Variation de l'Eva(A-Rx 4)et paramètres polygraphiques



La variation de l'échelle visuelle analogique en passant de la phase préliminaire enfin de séance est influencée dans le même sens par la fréquence des soupirs $r = 0,28$ (sans signification statistique)et dans le sens inverse de la fréquence respiratoire $r=-0,14$.Le résultat globale est une absence de modification de l'échelle visuelle en fin de séance.

DISCUSSION

Le score de Nijmegen tient compte de la fréquence des doléances du patient. C'est un score de pérennisation des symptômes. Du point de vue clinique, le recueil du nombre de plaintes du questionnaire de Nijmegen (PI Nij) abstraction faite de leurs fréquences est un paramètre de diversité qui s'apprête mieux à l'évaluation lors des différentes étapes de notre étude. Il en est de même pour l'échelle visuelle analogique (Eva) qui est un reflet de l'intensité des symptômes en temps réel. L'étude de l'interrelation entre ces paramètres cliniques (Fig N°4) montre l'absence de corrélation entre l'échelle visuelle analogique Eva (A) d'une part et le score de Nijmegen "Sc Nij" et le nombre de plaintes de Nijmegen d'autre part "PI Nij(A)".

Le terme de syndrome d'hyperventilation est utilisé fréquemment dans les études cliniques et de recherche d'une façon inappropriée, car ça sous entend l'existence d'une hyperventilation donc d'une hypocapnie non toujours retrouvée (19). D'authentiques tableaux cliniques sont associées à des anomalies de la ventilation type respiration rapide, irrégulière et superficielle sans forcément une hyperventilation globale et une hypocapnie (20). La polygraphie s'apprête à l'inventaire de ces anomalies de la ventilation. Lors de la respiration spontanée; l'étude de la corrélation entre le score de Nijmegen (Sc Nij) les paramètres polygraphiques " fréquence respiratoire (Fr), fréquence des soupirs (Fs), fréquence des efforts (Ef), fréquence des efforts avec soupirs (SpEf) et celles des irrégularités", montre l'absence d'une corrélation significative (Fig N°6). Toute fois une augmentation de la fréquence des soupirs et des irrégularités va dans le sens d'un score de Nijmegen élevé c'est-à-dire agissant dans le sens d'une pérennisation des plaintes. Les efforts respiratoires agissant dans un sens contraire. Si on considère l'échelle visuelle analogique en respiration spontanée Eva (A) (Fig N° 7), nous constatons qu'elle est corrélée avec la fréquence de respiration " $r Fr (A) = 0,69$ "; ($p = 0,01$), et celle des soupirs " $r Fs (A) = 0,50$ "; ($p = 0,05$). Ces patients sont donc d'autant plus gênés que leur fréquence respiratoire soit élevée et qu'intervienne par la suite une fréquence des soupirs élevée suivie (sans signification statistique) des soupirs avec effort " $r SpE (A) = 0,39$ (NS), puis des irrégularités " $r Ir (A) = 0,34$ (NS). Le test d'hyperventilation a été utilisé initialement pour reproduire les signes cliniques dont le patient se plaint (21) (22). La présence d'au moins deux plaintes du tableau de Nijmegen a été exigée à une certaine époque (23) pour être mise en cause par la suite (3). Nous nous sommes intéressé à l'évolution du nombre de plaintes du tableau de Nijmegen et celui de l'échelle visuelle analogique. Lors de la fin de l'hyperventilation (B1) et au cours de la 5^{ème} minute de récupération (B5), Le nombre de plaintes de Nijmegen n'est pas corrélé avec le score de Nijmegen (Fig N°5). Par contre si nous poursuivons le recueil des plaintes aux cours de la phase suivante de rééducation par apnée volontaire en position couché (C1), nous trouvons une corrélation significative avec le score de Nijmegen " $r PI Nij (C1) = -0,49$ " ($p = 0,05$). L'évolution de l'échelle visuelle analogique au cours de ces mêmes étapes n'est pas performante.

Le Monitoring de la Pet CO₂ a été utilisé lors du test d'hyperventilation. Différents critères diagnostique ont été proposés. Pour Hardrok(22), un rapport de Pet CO₂ par rapport à la phase préliminaire supérieur a 1,5 enfin d'hyperventilation et supérieur a 1,1 a la 5^{ème} minute de récupération post hyperventilation est exigé. Pour Bunn (13) le diagnostic du S.H.V est retenu lorsque la Pet CO₂ est inférieur à 30mmg de Hg en respiration spontanée et reste inférieur à 32 mmg de Hg pendant la 5^{ème} minute de récupération post hyperventilation. Vansteenkiste (24) n'a pas trouvé de corrélation entre la cinétique de la Pet CO₂ et les critères diagnostique. Spinhoven a conclu (25) que la réponse PetCO₂ a une valeur additionnelle faible pour le diagnostic de S.H.V comparée aux données de l'interrogatoire et a la reproductibilité des symptômes. L'étude de l'hyperventilation isocapnique (26) nous a permis de dissocier l'hypocapnie de la symptomatologie. L'intérêt s'est focalisé sur les anomalies du mode ventilatoire, bien documentées par la polygraphie. La Fig N° 8 montre qu'il n'existe pas de corrélation entre le score de Nijmegen et les paramètres polygraphiques lors de la fin d'hyperventilation et à la 5^{ème} minute de récupération post hyperventilation (After discharge). Par contre si on considère l'échelle visuelle analogique (Fig N° 9), il existe une forte corrélation avec les paramètres polygraphiques enfin d'hyperventilation, aussi bien pour la fréquence des soupirs: "r Fs (B1) = 0,59" (p = 0,01), la fréquence de la respiration "r Fr (B1) = 0,56" (p=0,01) et des soupirs avec effort "r SpEf (B1) = 0,44" p = 0,05). Il n'existe pas de corrélation avec les mêmes paramètres lors de la 5^{ème} minute de récupération post hyperventilation (B5). Donc le test d'hyperventilation n'est pas corrélé avec le score de Nijmegen. Si on tient compte de l'échelle visuelle analogique, il est performant pour les paramètres de fin de l'hyperventilation sans valeur additionnelle de l'After discharge. Son seul intérêt est l'amplification des symptômes par rapport à la phase préliminaire A. Il rend la corrélation entre les paramètres polygraphiques et l'échelle visuelle analogique plus forte enfin d'hyperventilation que pendant la respiration spontanée. L'apport de test d'hyperventilation a été mis en cause par certains. Il serait peu spécifique (25). Le rôle de l'hyperventilation dans la survenue de la symptomatologie serait négligeable (20). Pour évaluer l'effet de l'orthostatisme, nous avons évalué l'évolution des coefficients de corrélation (entre les paramètres polygraphiques d'une part et ScNig et Eva en A d'autre part) lorsque on passe de la position couchée à la position assise. Les coefficients de corrélations se négativent sans être significatifs. Ces constatations sont différentes de celles trouvées par Pekka (26). La ventilation minute augmente lorsque on passe de la position assise à la position debout d'une façon plus significative chez le groupe avec syndrome d'hyperventilation. L'étude de l'apport thérapeutique, montre qu'il existe un bénéfice sur le nombre de plaintes de Nijmegen à la fin de la séance d'apnée volontaire en position couchée C1. Cet effet est maintenu lorsque la séance se poursuit par apnée volontaire en position assise, relaxation, apnée volontaire en bicyclette ergométrique puis une dernière séance de relaxation RX4. La part prise par l'effet propre de la séance de rééducation et celle d'un effet "prise en charge globale du patient" sur la diversité des symptômes est difficile à préciser. Le S.H.V est le résultat d'interrelation complexe entre des symptômes physiques et les fonctions corticales supérieures

cognitives et psycho affectives (27).L'effet négatif de l'apnée volontaire (C1) sur l'échelle visuelle analogique est probablement lié aux fait qu'elle a été précédé par le test d'hyperventilation .Ceci nous ramène à une situation de traitement d'une crise. Gardner (7) n'a trouvé aucune manœuvre physiologique ou thérapeutique permettant de normaliser la PaCO₂ dans cette situation .Les programmes de rééducation donnant des bénéfices de 70% comprenait jusqu'a 25 séances . L'autonomie du patient survient en moyenne au bout de 5 séances (6). Le rééducateur vise a améliorer la mécanique thoracoabdominale et à diminuer la fréquence respiratoire et les irrégularités .La figure N° 12 sur la corrélation entre la variation de l'échelle visuelle analogique en passant de la période préliminaire (A) à la fin de l'apnée volontaire (C1)et les paramètres polygraphiques , en est l' illustration .Les variations,(non significative) de la fréquence respiratoire Fr (C1), des efforts respiratoires Ef (C1) et des irrégularités Ir (C1) vont dans le sens d'une variation de l'échelle visuelle analogique.Celle des soupirs Fs (C1), des soupirs avec effort SpEf (C1) va dans le sens contraire .C' est une démonstration du rôle deletère de la reprise respiratoire a grand volume courant. Le patient ressent une soif d'air qui l'oblige à reprendre une respiration ample (6).Donc pour avoir un effet bénéfique la maîtrise ventilatoire vise à diminuer davantage la fréquence respiratoire et les irrégularités sans augmenter les soupirs et les soupirs avec effort. L'effet négatif de la séance globale peut être expliqué par ce qui incombe à l'apnée volontaire citée ci haut ,et à l'effet propre de l'effort par bicyclette ergométrique .Lors de l'exercice une polypnée superficielle avec ventilation buccale apparaît et dévoile une hyperventilation. Ceci a été utilisé comme test diagnostic.Une augmentation anormale de la ventilation minute /Vco₂ a l'effort >35l/min/kg a été proposé comme critère (30). La figure N° 13 sur la corrélation entre la variation de l'échelle visuelle analogique en passant de la période préliminaire (A) à la fin de la 4^{ème} séance de relaxation (Rx4) qui suit la bicyclette ergométrique et les paramètres polygraphiques montre un effet inverse que celui trouvé par l'apnée volontaire en position couchée .L'augmentation des soupirs à un effet bénéfique ,celui de la fréquence respiratoire un effet néfaste.

CONCLUSION

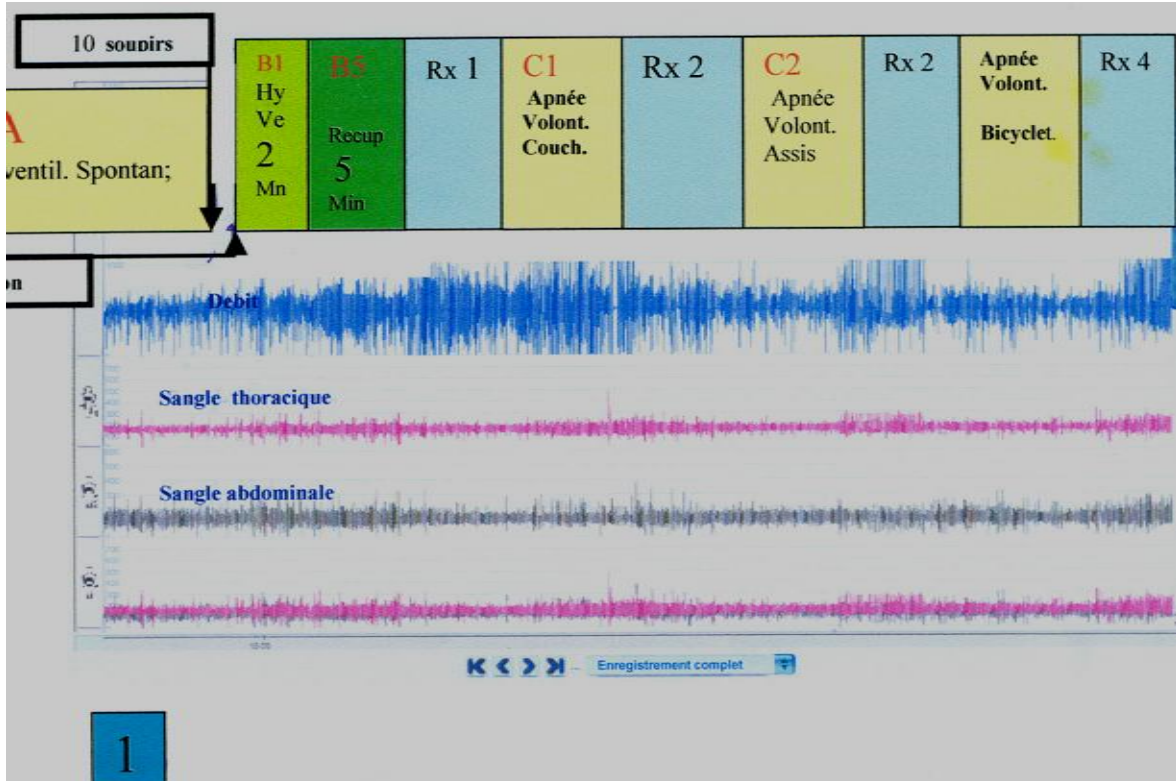
Le score de Nijmegen est un score de pérennisation des symptômes. Le recueil du nombre de plaintes est un paramètre de diversité. L'échelle visuelle analogique (Eva) est un reflet de l'intensité des symptômes en temps réel non corrélé aux deux paramètres sus cités. L'évolution du nombre de plaintes du tableau de Nijmegen lors du test de provocation montre l'absence de corrélation avec le score de Nijmegen des valeurs de la fin de l'hyperventilation (B1) et celle de la 5^{ème} minute de récupération (B5). Par contre si nous poursuivons le recueil des plaintes aux cours de la phase suivante de rééducation par apnée volontaire en position couchée (C1), nous trouvons une corrélation significative avec le score de Nijmegen " $r_{PI\ Nij}(C1) = -0,49$ " ($p = 0,05$). La polygraphie s'apprête à l'inventaire des anomalies de la ventilation associées à d'authentiques tableaux cliniques ou l'hyperventilation et l'hypocapnie peuvent faire défaut. Lors de la respiration spontanée, l'Eva(A) est corrélé avec la fréquence de respiration " $r_{Fr}(A) = 0,69$ "; ($p = 0,01$), et celle des soupirs " $r_{Fs}(A) = 0,50$ "; ($p = 0,05$). Cette relation est amplifiée par test de provocation en fin d'hyperventilation aussi bien pour la fréquence des soupirs: " $r_{Fs}(B1) = 0,59$ " ($p = 0,01$), la fréquence de la respiration " $r_{Fr}(B1) = 0,56$ " ($p = 0,01$), mais aussi pour les soupirs avec effort " $r_{SpEf}(B1) = 0,44$ " ($p = 0,05$). La vitesse de récupération (After discharge) des valeurs polygraphiques n'est pas performante. Le bénéfice thérapeutique de la rééducation ne concerne que le nombre de plaintes de Nijmegen. L'effet négatif de l'apnée volontaire sur l'échelle visuelle analogique est liée au rôle délétère de la reprise respiratoire à grand volume courant bien illustré par le sens des variations des soupirs $Fs(C1)$ et des soupirs avec effort $SpEf(C1)$. L'effet négatif de l'effort par bicyclettes ergométrique sur l'échelle visuelle analogique semble être associée à une augmentation de la fréquence respiratoire. L'augmentation des soupirs serait bénéfique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) KERR WJ, DALTON JW, GLIEBE PA: Some physical phenomena associated with anxiety states and their relation to hyperventilation. *Ann Intern Med* 1957; 11: 961-92
- (2) FOLGERING H: The pathophysiology of hyperventilation syndrome.

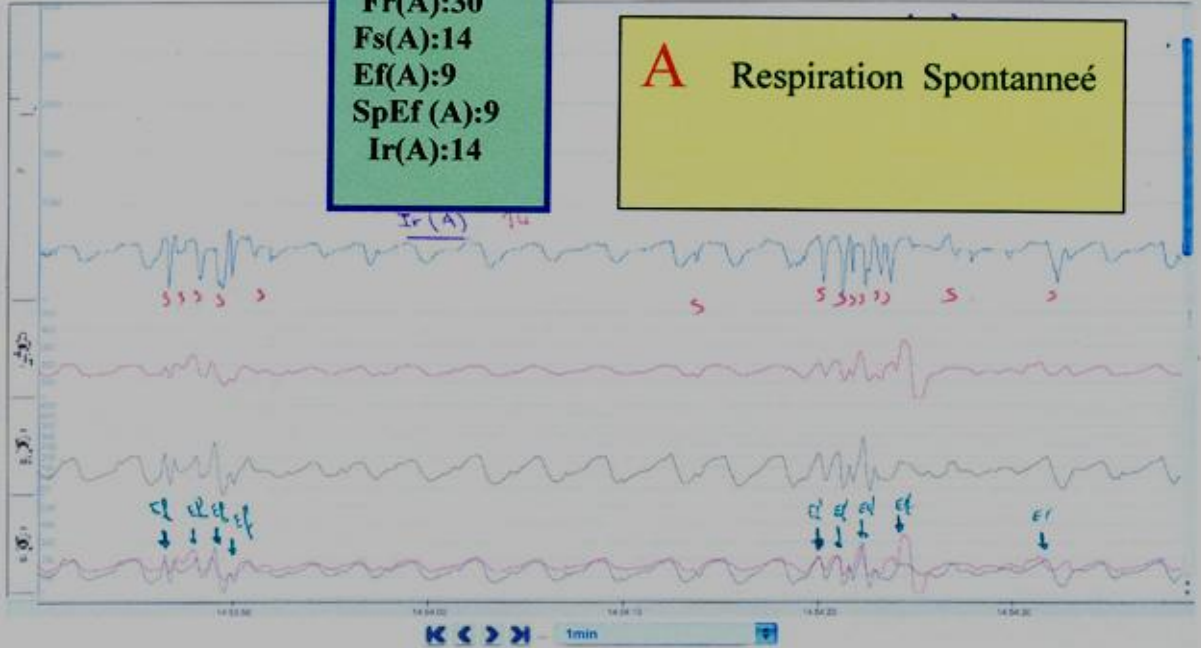
Monaldi Arch Chest Dis 1999 ; 54 : 365-72.

- (3) LACHMAAN A, GIELIS O, THYS P, LORIMIER P, SERGYSELS R.: Syndrome d'hyperventilation : mise aux points. Rev Mal Resp., 1992, 9, 277-285.
 - (4) NGUYEN V.; BYRD R., FIELDS C., ROY T: Da Costa's Syndrome; chronique symptomatique hyperventilation KMA J.; 1992, 90, 331-33
 - (5) LUM L. Hyperventilation : the tip and the iceberg. J Psychosom Res 1975 ; 19 : 375-383.
 - (6) WILLEPUT R, VANSNICK H, COMPERE P. Rééducation respiratoire du syndrome d'hyperventilation. Ann Kinésith 1993 ; 20 : 201-209
 - (7) GARDNER WN : The pathophysiology of hyperventilation disorders. Chest 1996;109:516-34.
 - (8) SHEA SA, WINNING AJ, MCKENZIE, GUZ A : Does the abnormal pattern of breathing in patients with interstitial lung disease persist in deep non-REM sleep. Am Rev Respir Dis 1989;139: 653-9.
 - (9) OSBORNE CA, O'CONNOR BJ, LEWIS A, KANABAR V, GARDNER WN : Hyperventilation and asymptomatic chronic asthma. Thorax 2000;55:1016-22.
 - (10) B. CHENUÉL, P. HAOUZI Dyspnée sévère chez un patient présentant une bronchite chronique Rev Mal Resp 2006 ; 23 : 358-62
 - (11) VAN DIXHOOM J, DUIVENVOORDEN HJ. Efficacy of Nijmegen questionnaire in recognition of the hyperventilation syndrome. J Psychosom Res 1985; 29: 199-206.
 - (12) VAN DER MOLEN GM, SCHOUTROP MJA, et al. The validity of the Nijmegen questionnaire for diagnosing hyperventilation syndrome (communication personnelle). 1990.
 - (13) BUNN JC, MEAD J. Control of ventilation during speech. J Appl Physiol 1971; 31: 870-2
 - (14) SALTZMAN HA, HEYMAN A, SIEKER HO: Correlation of clinical and physiologic manifestations of sustained hyperventilation. N Engl J Med 1963;268: 1431-6.
 - (15) OKEL BB, HURST JW: Prolonged hyperventilation in man. Arch Intern Med 1961;108:757-62
 - (16) FERRIS EB, ENGEL GL, STEVENS CD, WEEB J: Voluntary breathholding. J Clin Invest 1946;25:734-43.
 - (17) MICHEL PROSPER, CLAUDE DUBREUIL Le syndrome d'hyperventilation Kinésithérapie respiratoire 2007 Elsevier Masson chapitre 22 page 221
 - (18) Monday J, Gautrin D, Cartier A. Le syndrome d'hyperventilation: rôle de la rééducation respiratoire. Rev Mal Resp 1995;12:291-8.
-
- (19) MIKE THOMAS Hyperventilation syndrome Thorax 2000;55:882 (October)
 - (20) HORNSVELD HK, Garssen B. Double-Blind placebo-controlled study of the hyperventilation provocation test and the validity of the hyperventilation syndrome. J Psychosom Res 1996;384:158
 - (21) SINGEREP. The hyperventilation syndrome in clinical medicine. NY State J Med 1958; 58: 1494-500.
 - (22) HARDONK HJ, BEUMER HM. Hyperventilation syndrome. Hand book of neurology. Vol.38. Amsterdam: North Holland Biomedical Press ; 1979. p. 309-360.
 - (23) CARTIER A. Le Syndrome d'hyperventilation : une entité clinique méconnue. Souffle 1993;8:4-6
 - (24) VANSTEENKISTE J; ROCHETTE F; DEMETS M: Evaluation of the clinical usefulness of capnography curves during a hyperventilation provocation test in the diagnosis of hyperventilation syndrome. Acta Clinica Belgica; 1991, 46, 142-149.
 - (25) SPINHOVEN P.L; Onstein E.J; Stark P.J Le Haen- Versteijnen D: Discordance between symptoms and physiological criteria for the hyperventilation syndrome. J. Psychosom. Res; 1993, 37, 281-289.
 - (26) HORNSVELD HK, GARSSSEN B, FIEDELDIJ DOP MJC, VAN SPIEGEL PI, de Haes JCJM. Double-blind placebo-controlled study of the hyperventilation validity of the hyperventilation syndrome. Lancet 1996;348:154-158
 - (27) J B L HOWELL: The hyperventilation syndrome: a syndrome under threat? Thorax 1997;52(Suppl 3):S30-S34
 - (28) L PEKKA MALMBERG, KLAUS TAMMINEN, ANSSI R A SOVIJÄRVI Orthostatic increase of respiratory gas exchange in hyperventilation syndrome: Thorax 2000;55:295-301 (April)
 - (29) PEIFFER C. Le syndrome d'hyperventilation. Rev Mal Resp 1995; 12:199-202
 - (30) KINULLA VL, Sovijjarvi ARA. Elevated ventilatory equivalents during exercise in patients with hyperventilation syndrome. respiration 1993; 60: 273-8



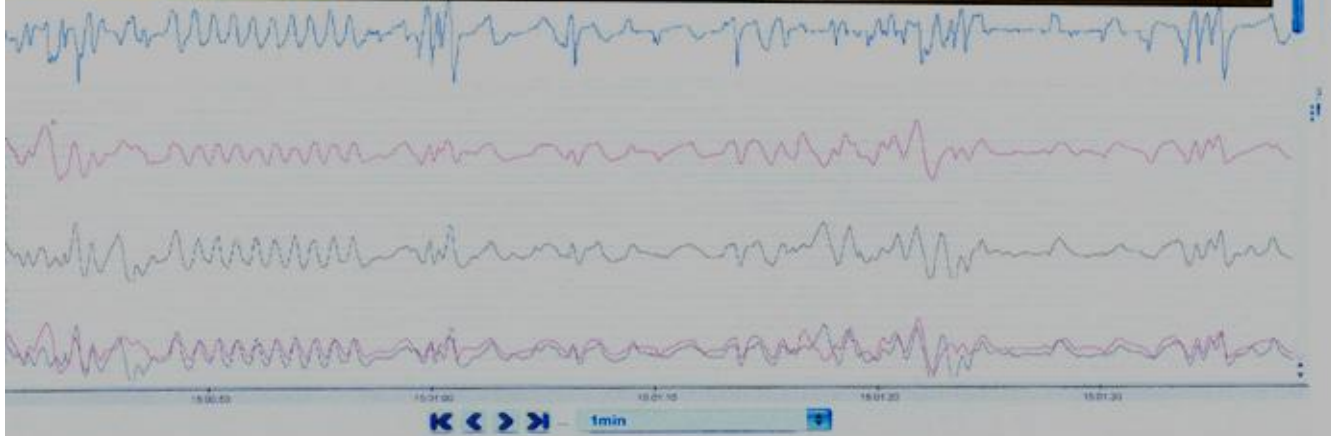
Fr(A):30
 Fs(A):14
 Ef(A):9
 SpEf(A):9
 Ir(A):14

A Respiration Spontanée



2

spontanée | 10 Soupirs | 1 min de recuperation



3

B1

135

2 MIN
D'HYPERVENTILATION

5 MIN, Recupération post hyperventilation
AFTER DISCHARGE



4

1 min de récupération

2 min d'hyperventilation B 1



5

