

# MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE

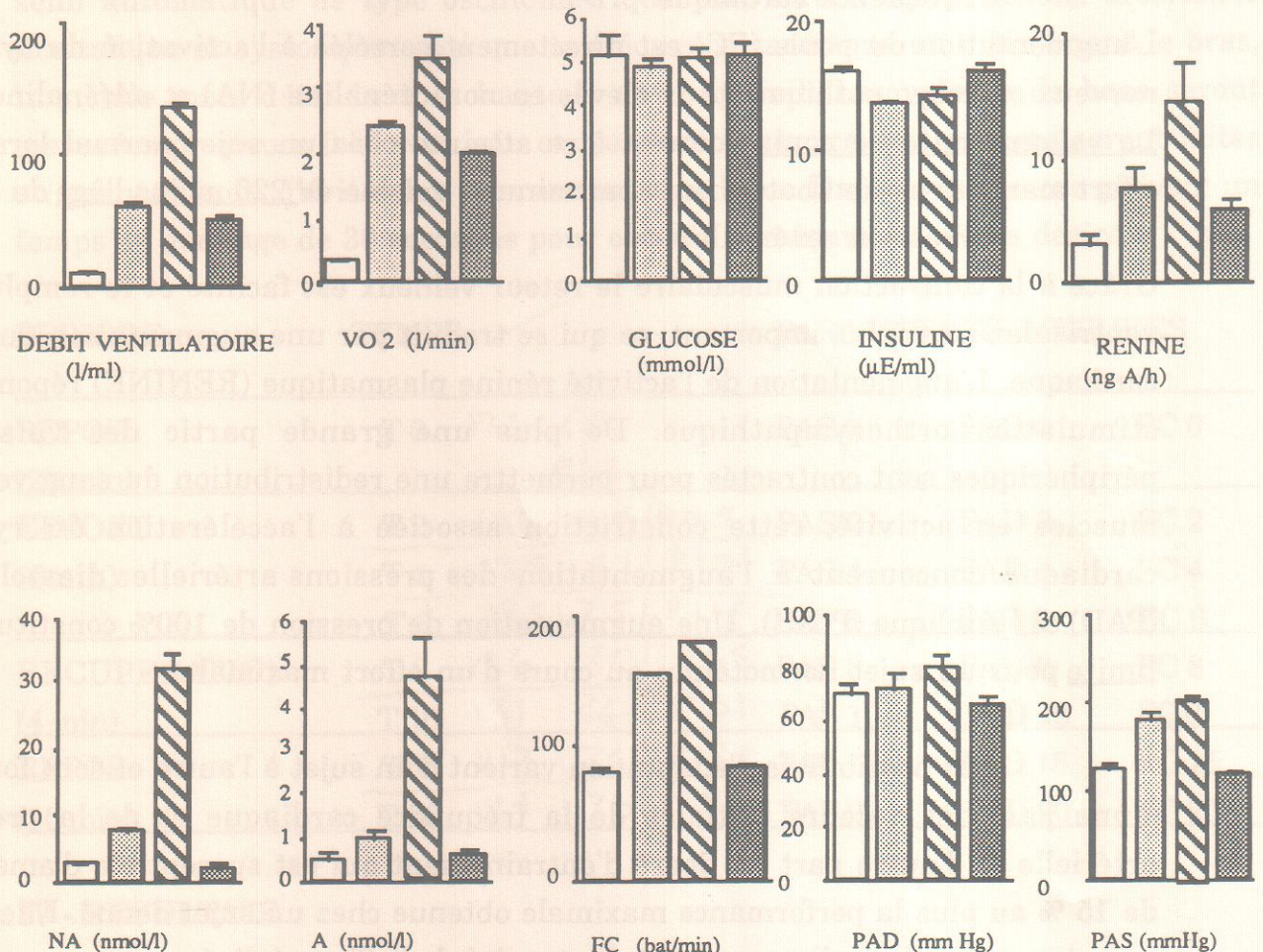
## APPLICATION AU TEST D'EFFORT PHYSIQUE

### I - BUT

Etudier l'évolution de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque au cours d'un effort physique chez le sujet normotendu.

### II - RAPPELS

L'effort musculaire s'accompagne d'une série d'adaptations ventilatoire, métabolique et hémodynamique dont le but est de maintenir une oxygénation correcte des tissus.



Evolution des principaux paramètres ventilatoires, métaboliques et hémodynamiques au cours de l'exercice musculaire. (Pluto et al. Int. J. Sports Med., 9 (1988) 79 - 88)

□ repos    ▨ Effort submaximal    ▩ Effort maximal    ■ Récupération



### *- Adaptation ventilatoire*

L'augmentation du débit ventilatoire est possible grâce à une accélération du rythme et une majoration du volume échangé.

### *- Adaptation métabolique*

L'augmentation de la production d'énergie se traduit par une augmentation de la consommation d'oxygène ( $VO_2$ ).

La glycémie (GLUCOSE) et l'insulinémie (INSULINE) varient peu tant qu'il existe des réserves énergétiques.

La libération des formes de réserve (lipides et glycogène) est stimulée par l'adrénaline.

### *- Adaptation hémodynamique*

#### ◦ Fréquence cardiaque

L'augmentation du pouls (FC) est directement corrélée à l'activation du système nerveux orthosympathique (taux élevés en noradrénaline (NA) et adrénaline (A)).

La valeur limite de pouls pouvant être atteinte chez un sujet normal lors d'un effort maximal est (en battements par minute) voisine de 220 moins l'âge du sujet.

#### ◦ Pression artérielle

Grâce à la contraction musculaire le retour veineux est facilité et le remplissage ventriculaire est plus important, ce qui se traduit par une augmentation du débit cardiaque. L'augmentation de l'activité rénine plasmatique (RENINE) répond à la stimulation orthosympathique. De plus une grande partie des vaisseaux périphériques sont contractés pour permettre une redistribution du sang vers les muscles en activité, cette constriction associée à l'accélération du rythme cardiaque concourent à l'augmentation des pressions artérielles diastolique (PAD) et systolique (P AS). Une augmentation de pression de 100% constitue une limite pour un sujet normotendu au cours d'un effort maximal.

Ces possibilités d'adaptation varient d'un sujet à l'autre et sont fonction d'une part des valeurs initiales de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle et d'autre part du degré d'entraînement qui est susceptible d'améliorer de 15 % au plus la performance maximale obtenue chez un sujet donné. Elles sont en outre proportionnelles au degré d'intensité de l'effort réalisé.

## **III - PROTOCOLE**

Au cours du TP, pour des raisons de sécurité, on se limitera à suivre l'évolution de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque au cours d'un effort d'intensité très inférieure à celle correspondant à l'effort maximal.



Les paramètres hémodynamiques (PA et FC) seront mesurés:

- à l'issue d'une période de repos de 20 minutes en position assise permettant de préciser la valeur basale des paramètres
- pendant et après une épreuve d'effort progressif d'une durée totale de 6 minutes sur bicyclette ergométrique
- pendant et après une période de récupération

L'**exercice** commencera avec une valeur de 30 w pendant 2 minutes, puis augmentera à 60 w après 2 minutes et à 100 w après 4 minutes. Pendant les 4 minutes suivant l'arrêt de l'exercice on maintiendra un effort égal à 10% de l'effort précédent pour éviter les réactions vagales (qui chez les sujets peu entraînés peuvent donner lieu à un évanouissement). Cette période de **récupération active** sera suivie d'une période de **repos** de 10 minutes en position assise. Pendant les 4 périodes ainsi définies on mesurera grâce à un appareil semi automatique de type oscillométrique les valeurs des pressions artérielles diastolique et systolique ainsi que la fréquence cardiaque en maintenant le bras, immobile mais détendu à la hauteur de l'appareil. Les valeurs de base seront mesurées plusieurs fois avec soin et, pendant l'exercice, les mesures seront faites en prenant soin d'éviter les mouvements du bras. Dans tous les cas prévoir un temps de gonflage de 30 secondes pour obtenir la mesure au temps désiré.

PERIODE	TEMPS	<sup>x100</sup> 132		PARAMETRES MESURES			
REPOS (20 min)	T 0	132	66	PAS 0	PAD 0	FC 0	
			P32				
EFFORT (6min)	T 2	143	79	P35	PAS 2	PAD 2	FC 2
	T 4	155	81	P101	PAS 4	PAD 4	FC 4
	T 6	185	75	P116	PAS 6	PAD 6	FC 6
RECUPERATION (4 min)	T 8	184	80	P35	PAS 8	PAD 8	FC 8
	T 10	131	66	P31	PAS 10	PAD 10	FC10
REPOS (10 min)	T 15	117	76	P 88	PAS 15	PAD 15	FC 15
	T 20	121	70	P 87	PAS 20	PAD 20	FC 20

#### IV - RESULTATS

Dans le compte - rendu les paramètres mesurés devront être collectés sous forme de tableaux pour chaque temps en valeur absolue et également exprimés en % de variation par rapport à la valeur de base au temps 0. Les variations observées en fonction du temps seront décrites par des schémas. La réactivité à l'effort sera commentée en fonction des prédispositions physiques et des antécédents familiaux du sujet (renseignements qui resteront confidentiels).







## Conseils pour une mesure correcte de la tension artérielle

1) L'appareil à colonne de mercure doit être préféré à l'appareil anéroïde, au moins au cabinet de consultation. Les dimensions de la partie gonflable du brassard ne doivent pas être inférieures à 12 x 23 cm.

2) La méthode auscultatoire, en adoptant la *disparition des sons* comme définition de la diastolique, est la méthode de choix dans la très grande majorité des cas.

3) La technique de la mesure doit être bien standardisée pour éviter des erreurs éventuellement additionnelles. Un protocole est proposé ci-après.

Extrait de : L'HYPERTENSION ARTERIELLE. QUESTIONS DE PRATIQUE COURANTE.

A. FROMENT et H. MILON  
Hôpital Cardiovasculaire de Lyon

(édité par Laboratoire BOEHRINGER, fascicule 1)

N.B. Le terme de *PRESSION ARTERIELLE* est préférable à celui de *Tension artérielle*



1) L'appareil à colonne de mercure présente sur l'appareil anéroïde l'avantage d'être *indé-réglable*, la seule précaution à cet égard étant de s'assurer qu'il n'y a pas eu de fuite de mercure et que le niveau de la colonne est à zéro en l'absence de compression dans le brassard. Une version murale permet d'ajuster la colonne à la hauteur des yeux de l'observateur, évitant les petites erreurs de lecture par parallaxe, et surtout les risques de bris.

En revanche l'appareil anéroïde a pour lui l'avantage - important pour un praticien - d'un poids et d'un encombrement moindres. Les résultats qu'il fournit sont très acceptables à condition de procéder à un dégonflage lent (souvent difficile à contrôler) et de le calibrer périodiquement avec un appareil à mercure en utilisant un raccord en Y. Le simple fait que l'aiguille du manomètre soit au zéro en l'absence de pression dans le brassard ne garantit pas que le calibrage soit correct sur toute l'étendue des pressions mesurables. Au total il apparaît assez logique pour un praticien de posséder deux appareils à tension, l'un anéroïde pour les visites et l'autre à mercure au cabinet.

*Les dimensions de la partie gonflable du brassard* ont une influence sur les résultats : une trop petite largeur a pour effet que la pression dans le brassard est insuffisamment transmise à l'artère sous-jacente, d'où une pression dans le brassard supérieure à celle exercée sur l'artère, et donc une mesure fautive par excès. Chez les personnes obèses avec un périmètre brachial important, un brassard standard se comporte comme un brassard trop étroit et la tension mesurée se trouve majorée.

L'American Heart Association recommande une largeur supérieure de 20 % au diamètre du bras (1). Les brassards "standard"

du commerce mesurent 12 ou 13 cm de largeur et conviennent à la plupart des cas.

Dans les obésités majeures avec un périmètre brachial supérieur à 45 cm il est cependant préférable d'utiliser un brassard pour cuisse (environ 17 cm de largeur).

Il semble bien que la question de la largeur du brassard serait de petite importance si la longueur de la partie gonflable était suffisante pour entourer complètement le bras. La longueur standard (23 cm) ne permettant pas en général, il est très important que la *partie gonflable soit centrée sur le trajet de l'artère*. Les brassards dont la partie gonflable a une longueur de moins de 23 cm doivent être rejetés.

2) *La méthode auscultatoire doit être préférée*. En effet la méthode palpatoire peut sous-estimer beaucoup la systolique - jusqu'à 30 mmHg pour une systolique intra-artérielle à 120 mmHg. Quant à la perception au doigt de la "dernière vibration artérielle forte" - repère de la diastolique, elle est souvent sujette à caution. Il reste que cette méthode rend des services lorsque la méthode auscultatoire n'est pas possible (milieu bruyant ou acuité auditive diminuée). En outre elle évite l'erreur possible due à un trou auscultatoire (voir protocole et fig. 1).

- *La pression systolique* est repérée par l'apparition des premiers sons lorsqu'on dégonfle le brassard préalablement gonflé à un niveau supérieur. De petites variations tensionnelles peuvent être liées à la respiration ou à une légère arythmie sinusale, faisant qu'un ou plusieurs sons sont ensuite suivis de silence, pour une pression dans le brassard constante. Une règle pratique visant à retenir une valeur intermédiaire entre le maximum et le minimum de ces oscillations consiste à lire la systolique lorsque *trois sons consécutifs* sont entendus, même si un silence fait suite\*.



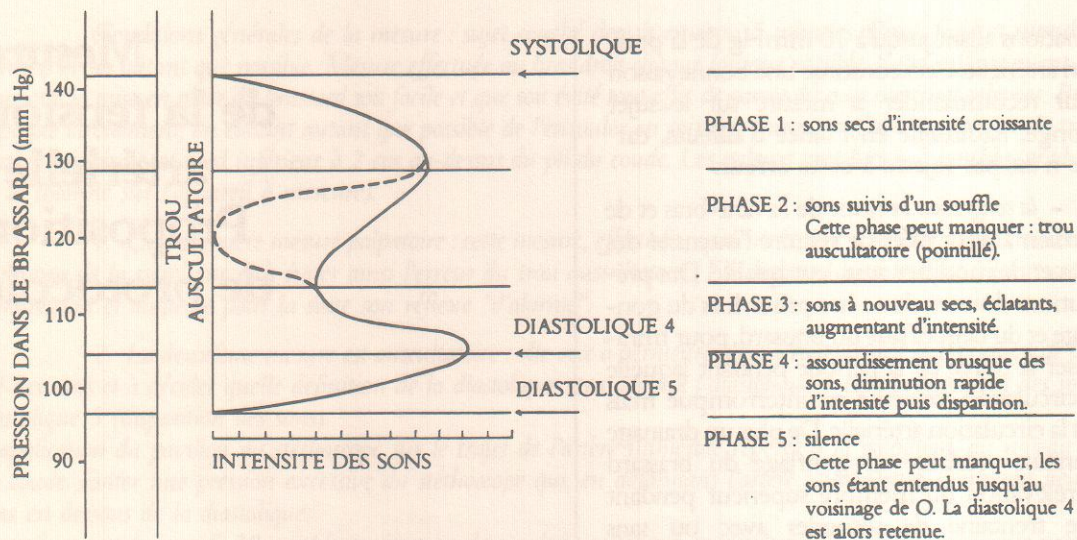


Figure 1 - Différentes phases des sons de Korotkow et définition des pressions artérielles systolique et diastolique. (D'après GEIDDES, L.A. The direct and indirect measure-

ment of blood pressure, Year Book Medical Publishers, Inc., Chicago, 1970, p. III).

- Deux définitions de la diastolique ont été tour à tour recommandées (voir fig. 1) :

- diastolique 4 : pression au moment où les sons perdent soudainement leur caractère claqué (phase III) pour devenir assourdis (phase IV) ;
- diastolique 5 : pression au moment où les sons disparaissent.

La comparaison de ces deux définitions avec les diastoliques mesurées par méthode directe intra-artérielle ne permet pas de trancher en faveur de l'une ou l'autre : la diastolique 5 a tendance à sous-estimer légèrement et la diastolique 4 à surestimer (d'environ 8 mmHg).

Nous sommes d'avis que la préférence doit être donnée à la diastolique 5 puisqu'il a été montré précisément que, lorsque les mesures sont répétées chez les mêmes sujets, cette définition donne des résultats moins variables que l'autre. En l'absence de fondement physiologique, cette raison couramment employée en biologie chaque fois qu'il s'agit d'un problème d'estimation, nous paraît déterminante.

Chez certains sujets cependant (sujet jeune avec hypercinésie circulatoire, hyperthyroïdie, exercice physique récent...) des sons peuvent être entendus très en dessous de la diastolique vraie. La diastolique 4 est alors retenue (voir protocole).

3) *Technique*. Le protocole ci-joint donne le détail de la technique proposée. Trois points méritent ici un commentaire :

- *la position du sujet* : du fait des différences de tailles entre sujets, notamment, la mesure sur le sujet assis offre une source d'erreur car alors, pour un même plan horizontal sur lequel l'avant-bras est allongé, la hauteur du point d'auscultation artériel par rapport au cœur varie et ce facteur peut entraîner des

\*L'arythmie complète ou les extrasystoles fréquentes posent un problème particulier puisque la pression varie sans cesse (la systolique étant proportionnelle à la longueur du cycle précédent et la diastolique inversement proportionnelle à la longueur du cycle en cours). La méthode la plus pratique consiste sans doute à retenir la moyenne de plusieurs mesures en retenant chaque fois le premier et le dernier son entendus au cours d'un dégonflage lent et continu.



## Mesure de la tension artérielle : Proposition de protocole

variations allant jusqu'à 10 mmHg de la pression artérielle. Ceci constitue une bonne raison pour recommander la mesure sur le sujet allongé, habituelle en France d'ailleurs, car elle n'est pas sujette à cette erreur.

- la congestion veineuse de l'avant-bras et de la main a pour effet de réduire l'intensité des sons et de modifier aussi leur qualité. Des précautions doivent donc être prises, lors du gonflage et du dégonflage du brassard, pour minimiser la durée de la période pendant laquelle la circulation veineuse est interrompue mais pas la circulation artérielle. De plus un drainage veineux préalable au gonflage du brassard (surélévation du membre supérieur pendant une trentaine de secondes avec ou sans contractions du poing) permet aussi d'améliorer beaucoup l'intensité des sons et favorise la qualité de la mesure, notamment chez les sujets en traitement et en position debout.

Des préjugés conscients ou subconscients interviennent pour affecter les résultats tensionnels. Ces préjugés conduisent par exemple à préférer certaines valeurs de pression artérielle qui sont alors relevées avec une fréquence excessive (par exemple une diastolique à 90 mmHg dans certains groupes du Programme de Lutte contre l'Hypertension) ; ou encore une trop bonne relation entre systolique et diastolique, la loi bien connue : diastolique = (systolique/2) + 1 faisant que l'on préjuge de la diastolique une fois connue la systolique, et que l'observateur a ainsi tendance à la situer "plus près de la loi" qu'elle n'est réellement.

- 1 Subcommittee of the American Heart Association : Recommendations for human blood pressure determination by sphygmomanometers, *Circulation*, 55 : 988, 1967.
- 2 Organisation Mondiale de la Santé. Série de rapports techniques. Hypertension artérielle et cardiopathies ischémiques : prévention, N° 231, 1962.



Conditions générales de la mesure : sujet couché depuis environ 5 minutes. Bruit, froid et stimuli émotionnels évités autant que possible. Mesure effectuée au bras droit chaque fois que possible. Sujet suffisamment dévêtu pour que la mise en place du brassard soit facile et que soit évité tout effet de garrot dû aux manches relevées. Brassard appliqué étroitement, en évitant autant que possible de l'enrouler en spirales. Partie gonflable centrée sur le trajet de l'artère humérale, et bord inférieur à 2 cm au-dessus du pli du coude. Les valeurs sont lues à 2 mmHg (graduations de la colonne sur l'appareil à mercure).

1. Une première mesure palpatoire : cette mesure, effectuée rapidement, vise à repérer approximativement le niveau de la systolique et à éviter ainsi l'erreur du trou auscultatoire. Elle habitue aussi le sujet à la sensation de compression et diminue pour la suite son réflexe "d'alarme".

2. La deuxième mesure est auscultatoire : elle vise à permettre à l'observateur une appréciation de la qualité des sons et à décider quelle définition de la diastolique sera adoptée : diastolique 4 (assourdissement des sons) ou diastolique 5 (disparition des sons).

- application du pavillon du stéthoscope sur le trajet de l'artère humérale repérée à la palpation, au niveau du pli du coude. Eviter une pression excessive du stéthoscope qui, en déformant l'artère sous-jacente, donnerait lieu à des sons en dessous de la diastolique.

- gonflage rapide jusqu'à 30 mmHg environ au-dessus de la systolique appréciée par la mesure précédente palpatoire.

- dégonflage par petits à-coups successifs correspondant chacun à 2 mmHg environ, et séparés par un temps suffisant pour entendre un battement artériel.

- la systolique est notée lorsque 3 battements artériels consécutifs sont entendus, même si un silence s'ensuit.

- la diastolique 4 est notée lorsque les sons s'assourdisent brusquement. Si plusieurs zones de transition sont entendues, retenir la dernière. Attacher plus d'importance au changement de timbre qu'au changement d'intensité des sons.

- la diastolique 5 est notée lorsque les sons disparaissent. Si cette disparition se fait de façon très progressive, on retient la pression pour laquelle il devient impossible de bien compter la fréquence cardiaque.

3. La troisième mesure est la mesure définitive :

Comme la deuxième elle est auscultatoire. Seules les valeurs observées à cette mesure sont prises en compte. Si toutefois cela n'est pas possible (oubli d'une valeur, difficulté technique pendant la mesure, etc.), une quatrième mesure identique à la troisième est faite, et les valeurs trouvées retenues.

Deux particularités par rapport à la deuxième mesure sont à noter :

- Pour réduire la congestion veineuse de l'avant-bras qui se produit lorsque la pression dans le brassard est inférieure à la systolique (et qui a tendance à assourdir les sons et donc à majorer la diastolique), l'appareil est dégonflé assez rapidement après lecture de la systolique, jusqu'à 20-30 mmHg au-dessus de la diastolique observée antérieurement. Après quoi on reprend le dégonflage lent par à-coups.

- La définition adoptée de la diastolique dépend des valeurs observées lors de la deuxième mesure pour la diastolique 4 et la diastolique 5 :

- si l'écart entre ces deux valeurs est inférieur à 30 mmHg, c'est la diastolique 5 qui est mesurée (disparition des sons),

- si l'écart est supérieur ou égal à 30 mmHg, c'est la diastolique 4 qui est retenue (assourdissements des sons). Cette éventualité ne concerne en pratique qu'une minorité de sujets.

REMARQUES : 1) Tout regonflage au cours d'une mesure est à éviter : il faut dégonfler à zéro et attendre quelques secondes si besoin pour laisser s'atténuer la congestion veineuse.

2) Chez le sujet en position debout (et notamment si un traitement anti-hypertenseur est en cours), les sons sont souvent d'intensité très faible, rendant la mesure délicate. Un drainage veineux du membre supérieur, préalable au gonflage du brassard, augmente alors beaucoup l'intensité des sons et facilite la mesure. On demande au sujet de mettre son bras et son avant-bras à l'horizontale pendant une trentaine de secondes, pendant lesquelles il contracte son poing 7 ou 8 fois. Le brassard est alors dégonflé à une pression au-dessus de la systolique, puis le bras ramené le long du corps et la mesure conduite comme habituellement.



PULMONAIRE FONCTION TEST [ST-250]

Mar/23/93

NOM: 20 °C Torr  
 ID.#: 1234 SEXE: HOMME  
 AGE: 21 ANS HT: 175 cm PD: 70 kg  
 RACE: ORIENTAL 100 %

[ CV ]

FONCTION	UNIT	MES	PRED	%PR
CV	L	4.76	5.33	89
VRE	L	2.45		
VRI	L	1.29		
CI	L	2.31		
VC	L	1.02		
CRF	L		3.24	
VR	L		1.61	
CPT	L		6.91	
VR/CPT	%		23.4	

[ CVF ]

FONCTION	UNIT	MES	PRED	%PR
CVF	L	4.66	5.08	92
VEM.5	L	3.66		
VEMS	L	4.62	4.31	107
VEM3	L	4.66		
VEM1%T	%	97.1	82.7	117
VEM1%G	%	99.1		
VEM3%T	%	97.9		
VEM3%G	%	100.0		
DEM	L/S	8.33		
DEMM	L/S	6.84	5.03	136
TPS EX	S	1.34		
V EXT	L	0.20		
CVIF	L			
VIM.5	L			
VIMS	L			
VIMS/ CVF	%			
VIMS/ CVIF	%			
VEM.5/ VIM.5				

DEP	L/S	9.50	9.83	97
DEM75%	L/S	9.35	8.36	112
DEM50%	L/S	7.35	5.51	133
DEM25%	L/S	4.29	2.57	167
DIP	L/S			
DIM50%	L/S			
DEM50%/ DIM50%				

INTERPRETATION < DIAG >  
 NORMAL

[ VVM ]

FONCTION	UNIT	MES	PRED	%PR
VVM	L/M	110.4	186.6	59
RR	1/M	54.3		
VC	L	2.03		
SC	m <sup>2</sup>	1.85		



# MESURE DE L'ACTIVITE RESPIRATOIRE

## APPLICATION AU TEST D'ACCROCHAGE VENTILATOIRE

### I - BUT

La mesure de l'activité respiratoire peut s'appliquer à la détermination des paramètres de volumes, de capacités ou de débits. Les paramètres définis au repos pourront être comparés à ceux obtenus au cours du test d'accrochage ventilatoire chez le même sujet.

### II - RAPPELS

La spirométrie a pour objet la mesure des volumes d'air déplacés au cours des différents actes de la mécanique respiratoire au repos pour la capacité vitale et dans des conditions de ventilation forcée pour les débits de pointe.

Dans les conditions de base, les paramètres mesurés sont représentatifs de l'état physiologique du sujet : sa stature, son développement thoracique, son entraînement physique et la présence de pathologies restrictives (avec diminution globale des volumes échangés) ou obstructives (avec ralentissement du passage de l'air par une obstruction broncho-alvéolaire).

L'adaptation ventilatoire au cours de l'effort musculaire se fait essentiellement en réponse à la modification de la composition des gaz du sang ( $CO_2$  augmenté et  $O_2$  diminué). Précédant les modifications humorales, les afférences nerveuses provenant des extrémités des fuseaux neuromusculaires mobilisés déclenchent l'hyperventilation par un phénomène réflexe en permettant d'anticiper l'effort et la consommation d'oxygène. Ce phénomène nerveux s'appelle l'accrochage ventilatoire et se manifeste même s'il n'est pas suivi de l'effort (lors d'une mobilisation passive).

Les résultats de spirométrie sont exprimés en volumes ou en débits gazeux, or les lois physiques des gaz obligent à une conversion des unités selon les conditions de la mesure : ATPS (gaz dans les conditions ambiantes de température et de pression et saturé en vapeur d'eau), BTPS (gaz dans les conditions corporelles de température et de pression et saturé en vapeur d'eau), STPD (gaz dans les conditions de mesure de la molécule gramme pour la température et la pression atmosphérique et sans vapeur d'eau)

Les résultats cliniques sont sauf exception exprimés en unités BTPS.



### III - MATERIEL

Le spiromètre utilisé est équipé d'un instrument de mesure appelé pneumotachographe relié au patient par un embout buccal ; la voie nasale étant interrompue, tous les échanges d'air avec l'extérieur seront pris en compte. Ce pneumotachographe comporte un élément laminaire qui capte des différences de pression créées par la respiration du patient. Le capteur différentiel de pression transmet ce signal à l'ordinateur qui l'analyse et l'affiche sur l'écran. Le signal peut être transformé en débit ou en volume après intégration du débit en fonction du temps. Le capteur est thermostaté à 37°C pour éviter la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré et la mesure est donc faite directement en unités BTPS.

### IV - MESURES

Trois catégories de mesure seront faites.

#### 1 - Mesure de tous les volumes composant la capacité vitale (CV) et servant à évaluer les troubles restrictifs :

\* le volume courant (VC) échangé à chaque inspiration et expiration de repos.

\* le volume de réserve inspiratoire (VRI) qui peut être inspiré au maximum en plus d'une inspiration normale ; la somme des VC et VRI étant la capacité inspiratoire (CI).

\* le volume de réserve expiratoire (VRE) qui peut être expiré au maximum en plus d'une expiration normale.

\* La capacité pulmonaire totale (CPT) et la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) ne pourront être qu'estimées puisque le volume résiduel (VR) n'est pas mesurable en spirométrie mais introduit dans le calcul à partir des données ethno-physiologiques du sujet.

#### 2 - Mesure des débits au cours d'une ventilation forcée.

Dans ces conditions puisque c'est la vitesse de passage de l'air qui est mesurée il faut mettre le sujet en condition pour qu'il inspire ou expire le plus fort mais aussi le plus vite possible.

De nombreux paramètres seront mesurés :

\* ceux qui sont "effort dépendants" qui mettent en évidence les troubles obstructifs sévères

\* ceux qui sont "effort indépendants" (mesurés au moment où le débit n'est



pas à son maximum) qui peuvent déceler précocément des troubles obstructifs touchant les petites bronches :

- \* la capacité vitale forcée (CVF)
- \* le volume maximum expiré en 0,5 seconde (VEM .5)
- \* le volume maximum expiré en 1 seconde ou VEMS (VEM 1)
- \* le volume maximum expiré en 3 secondes (VEM 3)
- \* le rapport de Tiffeneau = VEMS/CV (VEM 1%T)
- \* le rapport de Gaensler = VEMS/CVF (VEM 1%G)
- \* le Tiffeneau à 3 secondes = VEM3/CV (VEM 3%T)
- \* le Gaensler à 3 secondes = VEM3/CVF (VEM 3%G)
- \* le débit expiratoire maximum (DEM)
- \* le débit expiratoire maximum médian (DEMM)
- \* le temps expiratoire (TPS EX)
- \* le volume extrapolé (V EXT)
- \* la capacité vitale inspiratoire forcée (CVIF)
- \* le volume maximum inspiré en 0.5 seconde (VIM .5)
- \* le rapport VEM .5 / VIM .5 (E/I .5)
- \* le débit expiratoire de pointe (DEP)
- \* le débit expiratoire maximum à 75% de la CVF (DEM 75)
- \* le débit expiratoire maximum à 50% de la CVF (DEM 50)
- \* le débit expiratoire maximum à 25% de la CVF (DEM 25)
- \* le débit inspiratoire de pointe (DIP)
- \* le débit inspiratoire maximum à 50% de la CVF (DIM 50)
- \* le rapport DEM 50 / DIM 50 (E/I 50)

### 3 - Mesure de la ventilation maximale

On veut mesurer les possibilités d'adaptation du débit dans des conditions extrêmes quand le sujet prend un rythme maximal et échange un volume maximal. Cette ventilation maximum est un compromis entre rapidité et profondeur de la respiration et doit multiplier par 10 au moins le débit respiratoire au repos.

- \* la ventilation volontaire maximum (VVM)
- \* la surface corporelle (SC)
- \* le rythme respiratoire (RR)



## V - UTILISATION DE L'APPAREIL

### 1 - Identification du patient

Appuyer sur la touche { **ID** }

La date apparaît. Entrer la valeur du paramètre marqué { # } avec les touches numériques et les valider en appuyant sur { **Ent** }

Pour le sexe : homme =1, femme =2. Pour le n° d'identification taper 1234.

Si une erreur est tapée appuyer sur { **Clr** } et taper la bonne valeur.

Si le chiffre erroné est déjà validé appuyer sur { **ID** } et recommencer à saisir tout depuis le début

Pour tenir compte des différences ethniques dans les volumes de référence indiquer { 1 } pour les sujets de race blanche

{ 2 } pour noir

{ 3 } pour ibérique

{ 4 } pour oriental

{ 5 } pour autres.

Insérer un embout cartonné dans l'embout caoutchouc

Poser un pince-nez au sujet pour que la totalité de sa respiration passe par la bouche.

### 2 - Mesure de la capacité vitale

Choisir la position { **VC** } sans toucher le capteur : c'est l'initialisation de l'appareil.

Placer l'embout dans la bouche, quand le sujet respire calmement, appuyer sur { **START** }

Respirer normalement, quand on entend le bip sonore appuyer sur { **ENT** }

Après trois respirations normales inspirer au maximum puis expirer au maximum, reprendre la respiration normale et appuyer sur { **STOP** }

Recommencer deux fois la mesure à partir de { **START** }

### 3 - Mesure de la capacité vitale forcée

Choisir la position { **FVC** } sans toucher le capteur : c'est l'initialisation de l'appareil.

Placer l'embout dans la bouche, quand le sujet respire calmement appuyer sur { **START** }



Respirer normalement, quand on entend le bip sonore appuyer sur  
{ ENT }

Faire une inspiration très forte et très rapide pour mesurer la vitesse  
d'inspiration

Avec la réserve d'inspiration expirer d'un coup, le plus fort et le plus rapidement  
possible pour mesurer la vitesse d'expiration, puis appuyer sur  
{ STOP }

Recommencer trois fois la mesure à partir de  
{ START }

L'appareil sélectionne le meilleur test

#### 4 - Mesure de la ventilation volontaire maximale

Choisir la position { VVM } sans toucher le capteur : c'est l'initialisation de  
l'appareil.

Connecter le patient et l'entraîner à respirer le plus rapidement et le plus  
profondément possible. Quand il a trouvé son rythme appuyer sur  
{ START }

Maintenir la respiration forcée pendant 12 secondes le { STOP } se fera tout seul.  
Refaire deux fois la mesure à partir de { START }

#### 5 - Sortie des résultats

Quand les trois tests sont terminés appuyer sur  
{ DISP }

Sélectionner le test et appuyer de nouveau sur  
{ DISP }

Les résultats défilent, pour conserver une impression papier appuyer sur  
{ PRINT }

### V - PROTOCOLE

Tous les paramètres seront mesurés une première fois.

Pour mettre en évidence le phénomène de l'accrochage ventilatoire on répètera 4  
fois la même mesure en utilisant la position { MVV } mais sans modification  
volontaire de la respiration :

- à l'issue d'une période de repos de 10 minutes en position assise
- pendant une épreuve de mobilisation passive des membres inférieurs  
par un opérateur, le sujet restant en position assise sans fournir aucun effort.
- après une période de repos de 10 minutes permettant de retrouver les  
valeurs de départ



- pendant une épreuve d'effort où le sujet réalise lui-même des mouvements identiques à ceux de la mobilisation passive

PERIODE	TEMPS	PARAMETRES MESURES	
REPOS (10 min)	T 0 (fin du repos)	VVM 0	RR 0
MOBILISATION (3 min)	T 1	VVM 1	RR 1
	T 2	VVM 2	RR 2
	T 3	VVM 3	RR 3
REPOS (10 min)	T 15 (fin du repos)	VVM 15	RR 15
EFFORT (3min)	T 16	VVM 16	RR 16
	T 17	VVM 17	RR 17
	T 18	VVM 18	RR 18

#### IV - RESULTATS

Dans le compte-rendu donner les résultats complets et analysés de l'exploration fonctionnelle respiratoire.

Pour la démonstration de l'accrochage ventilatoire les paramètres mesurés devront être collectés sous forme d'un tableau récapitulatif. Les variations exprimées en % de déviation par rapport à la valeur de base au temps 0 observées en fonction du type d'exercice réalisé seront commentées.

VVM	15,1	11,8	15,5
RR	21,7	15,9	17,2
VC	0,70	0,90	0,90
SC	1,85	" "	" "



## TP RESPIRATION

ETUDIANTS : Nom :  
Nom :

Prénom :  
Prénom :

Sujet examiné. Age : Sexe : Poids : Taille :

Activité physique habituelle :  Sédentaire  Actif  Sportif

RESULTATS (tableaux, figures) - COMMENTAIRES :

Agrafer les résultats imprimés.

### II - RAISONNER

La spirométrie a pour objet la mesure des volumes d'air déplacés au cours des différents actes de la mécanique respiratoire au repos pour la ventilation vitale et dans des conditions de ventilation forcée pour les efforts de travail.

Dans les conditions de base, les paramètres mesurés sont représentatifs de l'état physiologique du sujet : sa stature, son développement thoracique, son entraînement physique et la présence de pathologies restrictives (avec diminution globale des volumes échangés) ou obstructives (avec ralentissement du passage de l'air par une obstruction broncho-alvéolaire).

L'adaptabilité ventilatoire au cours de l'effort musculaire se fait essentiellement en réponse à la modification de la composition des gaz du sang (L'insaturation  $P_{aO_2}$  diminue). Précédant les modifications humorales, les différences nerveuses provenant des extrémités des fuseaux neuromusculaires mal localisés déclenchent l'hyperventilation par un phénomène réflexe en permettant d'anticiper l'effort et la consommation d'oxygène. Ce phénomène nerveux appelle l'accrochage ventilatoire et se manifeste même s'il n'est pas suivi de l'effort (lors d'une mobilisation passive).

Les résultats de spirométrie sont exprimés en volumes ou en débit gazeux, or les lois physiques des gaz obligent à une conversion des unités selon les conditions de la mesure : AIPPS (gaz dans les conditions ambiantes de température et de pression et saturé en vapeur d'eau), BIPPS (gaz dans les conditions corporelles de température et de pression et saturé en vapeur d'eau), STPD (gaz dans les conditions de mesure de la molécule gramme sous la température et la pression atmosphérique et sans vapeur d'eau).

Les résultats cliniques sont sauf exception exprimés en unités BTPS.