

PREMIER MINISTRE
COMMISSARIAT A
L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Premières données de la γ -cardiographie
au décours de l'état de mal asthmatique

par

R. GEORGES, P. de VERNEJOU, C. RAYNAUD, P. BLANCHON
Cl. KELLERSHOHN et J. TURIAF

Rapport CEA n° **2024**

1961

CENTRE D'ETUDES
NUCLÉAIRES DE SACLAY

CEA 2024 - GEORGES R., DE VERNEJOUL P., RAYNAUD C., BLANCHON P.,
KELLERSHOHN CI., TURI AF J.

**Premières données de la γ -cardiographie au décours de l'état de mal
asthmatique (1961).**

Sommaire. — Les auteurs ont fait appel à la gammacardiographie au décours de 16 cas d'état de mal asthmatique, dans le but d'objectiver des atteintes cardiaques incapables d'être révélées par les moyens d'exploration de routine : cliniques, radiologiques et électrocardiographiques.

La gammacardiographie est un procédé qui enregistre à l'aide d'un indicateur radioactif, le trajet de celui-ci dans les cavités cardiaques. Elle permet l'étude de la circulation dans le cœur droit, de la traversée pulmonaire, et le cœur gauche, de même que le calcul du débit cardiaque.

Au terme de leurs investigations, les auteurs après avoir discuté la signification des données fournies par la méthode admettent que la gammacardiographie objective au décours de l'état de mal asthmatique :

CEA 2024 - GEORGES R., DE VERNEJOUL P., RAYNAUD C., BLANCHON P.,
KELLERSHOHN CI., TURI AF J.

**Preliminary data from γ -cardiologie during the abatement of an asth-
matic attack (1961).**

Summary. — The authors used gammacardiography during the abatement of 16 cases of asthma with a view to detecting heart attacks not otherwise visible with routine methods of examination: clinical, radiological and electrocardiographical.

In gammacardiography, a radioactive indicator is used and its path followed in the cavities of the heart. The method makes it possible to study the circulation in the right heart, the pulmonary crossing, and the left heart, as well as evaluation of the heart-flow.

As a result of their investigations the authors, after having discussed the significance of the data obtained with the method, suggest that it is possible by the use of gamma cardiography during the abatement of an asthma attack:

1° La confirmation de l'atteinte du cœur droit déjà établie par les méthodes courantes.

2° La présence de modifications des tracés enregistrés, qui suggèrent pour le cœur gauche une atteinte vraisemblable comme l'indiquent dans un petit nombre de cas, les tracés électrocardiographiques.

Des considérations sur la physiopathologie de l'atteinte du cœur gauche sont formulées par les auteurs.

1° To confirm attacks of the right heart which have already been detected by ordinary methods.

2° To confirm the presence of modifications in the recorded curves which suggest, in the case of the left heart, possible attack; such an attack is also indicated, in a small number of cases, by electrocardiographic curves.

Some considerations are put forward by the authors concerning the physiopathology of attacks on the left heart.

Premières données de la γ -cardiographie au décours de l'état de mal asthmatique (*),

par MM. R. Georges, P. de Vernejoul, C. Raynaud, P. Blanchon,
 Cl. Kellershohn et J. Turiaf.

L'étude de la condition cardio-vasculaire au cours de l'état de mal asthmatique poursuivie depuis plusieurs années par l'un de nous avec ses collaborateurs a montré que le plus souvent les désordres cardiaques provoqués par l'état de mal demeurent cliniquement latents et que dans de nombreux cas l'électrocardiographie est seule à en révéler l'existence.

Dans un premier travail nous avons étudié les manifestations cardio-vasculaires cliniques, radiologiques et électriques dans 99 cas d'état de mal. Nous voudrions étudier ici les renseignements apportés par la γ -cardiographie pratiquée dans 16 nouveaux cas d'état de mal asthmatique.

Les observations cliniques, radiologiques et électrocardiographiques faites dans ce nouveau groupe sont superposables à celles que nous avons déjà faites. Le tableau suivant montre la fréquence et le type des altérations constatées dans les deux groupes de malades.

Retentissement cardio-vasculaire de l'état de mal asthmatique (115 cas).

ANOMALIES DÉCELÉES PAR LES EXAMENS CLINIQUES, RADIOLOGIQUES ET ÉLECTROCARDIOGRAPHIQUES	GROUPE I [99 cas]	GROUPE II [16 cas]
normal	41 (41,4 %)	5 (31,3 %)
Surcharge auriculaire droite	15 (15,2 %)	6 (37,4 %)
Surcharge ventriculaire droite	10 (10,1 %)	3 (18,7 %)
Ischémie lésion droite	2 (2 %)	1 (6,3 %)
Ischémie lésion gauche	14 (14,2 %)	1 (6,3 %)
Cœur pulmonaire aigu	4 (4 %)	
Collapsus cardio-vasculaire	12 (12,1 %)	
Péricardite exsudative	1 (1 %)	

Anomalies décelées par la γ -cardiographie : 16 cas (100 %).

N.-B. — Les différences statistiques entre les deux groupes semblent provenir de deux raisons :
 1° Le petit nombre de cas du groupe II comparé à celui du groupe I ;
 2° La disparition pratiquement totale des collapsus cardio-vasculaires par les traitements actuels de l'état de mal asthmatique.

Groupe I (99 cas), explorés par la clinique, la radiologie et l'électrocardiographie.
 Groupe II (16 cas), explorés en outre par γ -cardiographie.

(*) Communication faite au cours de la séance du 17 juin 1960.

On peut donc constater :

1° Qu'il n'y a que rarement au cours de l'état de mal des manifestations cardiaques cliniquement identifiables (18 p. 100 des cas).

2° Que l'E. C. G. est, dans la majorité des cas, le seul élément qui apporte la preuve objective d'un retentissement cardiaque : surcharge auriculaire droite, surcharge ventriculaire droite ou ischémie-lésion du pré-cordium droit. Ces altérations électriques du cœur droit ne sont pas étonnantes au cours de l'état de mal qui retentit de façon prédominante sur la circulation pulmonaire. Il en est tout autrement des images d'ischémie, lésion du pré-cordium gauche, dont la fréquence (14 p. 100 des cas) n'a pas laissé de nous surprendre.

3° Notons enfin que souvent même par l'électrocardiographie on ne peut reconnaître de retentissement cardiaque au cours de l'état de mal.

La γ -cardiographie nous a montré l'insuffisance des explorations limitées aux examens cliniques, radiologiques et électrocardiographiques puisqu'elle révèle un retentissement cardiaque dans tous les cas d'état de mal asthmatique étudiés et permet peut-être de comprendre la physiopathologie des ischémies électriques ventriculaires gauches que nous avons observées.

I. — LA γ -CARDIOGRAPHIE : TECHNIQUE ET SIGNIFICATION DE LA MÉTHODE.

La γ -cardiographie est une épreuve fonctionnelle cardiaque basée sur l'étude de la courbe de dilution dans les cavités cardiaques d'une substance radio-active émettrice d'un rayonnement gamma. La substance utilisée est de la sérum-albumine humaine marquée à l'iode¹³¹ (SAHI 131) qu'on injecte par voie sous-clavière. La dose utilisée est de 10 microcuries pour un volume de 0,5 ml. Il s'agit donc d'une technique aisée et sans danger. la dose de radiation reçue étant très largement inférieure à celle qui résulte d'une radioscopie du thorax.

Un compteur à scintillation relié à un intégrateur et à un enregistreur est placé sur l'aire précordiale. L'enregistrement fait au moment de l'injection donne une courbe qui présente deux pics : le premier pic correspond au passage de la SAHI 131, à travers les cavités droites du cœur. le deuxième au passage à travers les cavités gauches. La vallée entre les deux pics correspond à la traversée pulmonaire. La partie descendante des deux courbes peut être assimilée à des courbes exponentielles donc à des droites en coordonnées semi-logarithmiques. Cette particularité permet, connaissant le segment initial des courbes, la construction de la courbe complète et le calcul de la pente.

L'analyse de la courbe montre que l'on obtient par cette méthode (fig. 1) :

1° Les temps de remplissage qui sont constitués par des portions ascendantes du tracé : le temps de remplissage droit (T. R. D.) étant représenté par la portion ascendante du premier pic, le temps de remplissage gauche (T. R. G.) par celle du second. Chez le sujet normal, T. R. D. est de l'ordre de une seconde, T. R. G. de trois secondes.

2° Le temps mesuré entre les deux maxima (temps de pic à pic) correspond au passage de l'indicateur à travers les poumons. Il est donc en corrélation avec le temps de circulation pulmonaire (T. C. P., quatre à cinq secondes chez le sujet normal).

3° L'étude de la première courbe, celle qui correspond au cœur droit, est analysable avec précision et les données qu'elle fournit ont une signi-

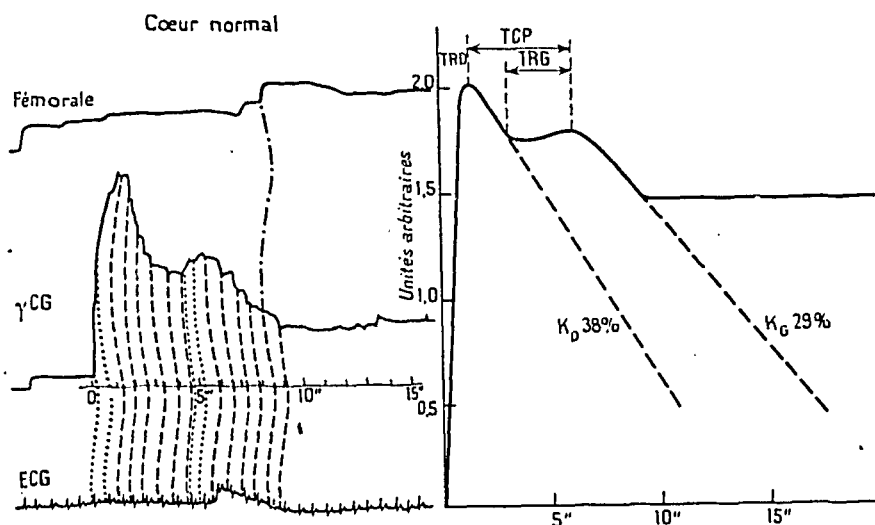


FIG. 1.

fication assurée. Les points qui permettent d'établir la pente droite peuvent être identifiés avec facilité et le temps d'arrivée de l'indicateur au cœur droit est suffisamment rapide par voie sous-clavière, pour ne pas fausser cette pente. L'étude théorique montre donc que le coefficient K. D. (pente de décroissance exponentielle de la courbe droite), représente le pourcentage moyen de la radioactivité du cœur droit éjectée par unité de temps, c'est-à-dire le pourcentage du volume du sang du cœur droit expulsé par le ventricule par unité de temps, la concentration de l'indicateur étant supposée homogène. K. D. permet donc d'apprécier la dynamique du ventricule droit. Chez le sujet normal, $K. D. = 36 \text{ p. } 100 \pm 4 \text{ p. } 100$.

4° Les choses ne sont pas aussi simples pour le coefficient gauche K. G. Il est parfois difficile de déterminer avec précision le sommet et un nombre de points suffisants pour construire la courbe gauche. D'autre part, l'indicateur radio-actif parvient dans les cavités gauches après traversée du poumon, au niveau duquel un retard de cheminement et une arrivée ralentie seraient susceptibles de modifier la pente gauche (ces facteurs peuvent, en partie, être appréciés en étudiant les valeurs du T. C. P. et du T. R. G.). Cependant les considérations théoriques laissent penser que cette pente est influencée surtout par la dernière cavité traversée, en l'espèce le ventricule gauche et représente donc aussi le pourcentage du volume du sang gauche expulsé par le ventricule gauche par unité de temps. Chez le sujet normal, $K. G. = 30 \text{ p. } 100 \pm 4 \text{ p. } 100$.

5° La méthode permet en outre le calcul du débit cardiaque selon le principe de Stewart-Hamilton.

II. — RÉSULTATS APPORTÉS PAR LA γ -CARDIOGRAPHIE DANS L'ÉTAT DE MAL ASTHMATIQUE.

Nous avons exploré 16 malades ayant présenté un état asphyxique aigu et prolongé pendant plusieurs jours. L'examen a été pratiqué au décours de l'accès car il n'est pas techniquement possible de réaliser l'enregistrement à l'acmé de la phase dysnéique. Ces renseignements ont été comparés avec ceux obtenus dans 9 cas d'asthme en dehors de l'état de mal. Le tableau et le graphique suivants résument nos constatations. Le graphique a été construit en classant les cas selon les valeurs décroissantes de K. D.

A. L'analyse des résultats permet les conclusions suivantes :

1° Les variations du temps de circulation pulmonaire (T. C. P.) s'effectuent sans particularités ; au décours de l'état de mal T. C. P. est normal dans 5 cas, raccourci dans 4 cas, allongé dans 7 cas.

Résultats analytiques de la γ -cardiographie dans les 16 cas d'état de mal asthmatique (n° 1 à 16) et les 9 cas d'asthme en dehors de l'état de mal.

N°	SEXE	AGE	K. D. $\frac{30 \pm 4}{4 \text{ à } 5}$ en %	T. C. P. $\frac{4 \text{ à } 5}$ (en sec)	T. R. G. $\frac{3}$ (en sec)	K. G. $\frac{30 \pm 4}{\text{en p. 100}}$	K. D./K. G.	DÉBIT cardiaque l/min	INDEX cardiaque l/m/m ₂
1.	M	54	30	6	4	21	1,45	6,3	4,2
2.	M	55	39	6	3	25	1,55	4	2
3.	M	38	19,5	7	4	12,5	1,55	4	2,4
4.	F	64	13	5	3	15	0,87	6,25	4,3
5.	F	52	16,5	4	3	15	1,1	4	2,6
6.	F	51	22	5	4	13	1,7	4,5	3,4
7.	M	42	16,5	4	3	10,5	0,85	3,8	2,7
8.	M	54	18,4	4	4	19,8	0,93	8,7	5
9.	M	55	12,3	6	5	21	0,59	8,5	5
10.	M	28	22	6	5	9,85	2,2	5	3,2
			21	5	3	9	2,3		
			22	6	3	20	1,1		
			38	5	3	29	1,3		
11.	M	52	24	5	2	16	1,5		
12.	F	56	35	6	3	10	3,5		
			5	5	3	30		7,6	4,8
13.	F	64	28	4	2	24	1,45		
			26	4	3	22	1,2		
14.	M	48	11	5	2	15	0,74		
15.	M	34	18,5	5	2	20	0,92	6,5	4
16.	F	24	13,5	8	6	9	1,5	7,8	5,1
17.	M	26	40	6	3	35,4	1,12	7	
18.	M	27	29	6	3	26	1,45	4,4	4,1
19.	M	23	38	7	2	26	1,43	6,2	2,6
20.	F	71	33	6	3	33	1	5,2	3,9
21.	M	35	29,4	3	3	26,6	1,1	7,9	4,2
22.	F	28	33	4	4	38	0,88	7,8	4
23.	F	43	22	8	8	26,5	0,85	2,8	5
24.	F	29	19	9	9	24	0,78	6,3	2
25.	M	43	32		3	22	1,45		4,1

2° Le coefficient K. D. est très souvent diminué au décours de l'état de mal (14 cas sur 16) et de façon souvent significative : inférieur à 50 p. 100

de sa valeur normale dans 6 cas (moyenne des 16 cas : 21,1). Dans les cas étudiés en dehors de l'état de mal K. D. est moins souvent diminué (4 cas sur 9) et alors de façon modérée : jamais au-dessous de 50 p. 100 de sa valeur normale (moyenne des 9 cas : 29,7).

3° Le coefficient K. G. est toujours abaissé au décours de l'état de mal et de façon souvent considérable, inférieur à 50 p. 100 de sa valeur normale dans 5 cas (moyenne des 16 cas : 16,4). Dans les cas étudiés en dehors de l'état de mal K. G. est au contraire presque normal (7 cas sur 9). S'il est diminué il ne l'est que faiblement (moyenne des 9 cas : 28,6).

4° Les variations du débit cardiaque sont difficiles à interpréter. Il n'y a pas de différence nette entre les moyennes au décours de l'état de mal et en dehors de lui (index cardiaque de 3,7 l/mm³ en moyenne).

5° Enfin dans les cas où le γ -cardiogramme a pu être renouvelé, on constate le retour à la normale des deux coefficients K. D. et K. G. mais après un long délai. Nous reviendrons sur ce point.

B. La comparaison des renseignements fournis par la γ -cardiographie à ceux fournis par la clinique, la radiographie, l'électrocardiographie et les examens biologiques, appelle quelques commentaires :

1° Du point de vue clinique le seul élément commun à nos 16 malades est l'antécédent d'un état de mal asthmatique très récent. Le temps écoulé entre la pratique de la γ -cardiographie et le début de l'état de mal a varié de trois à vingt-huit jours (moyenne douze jours). Il n'existe pas de corrélation entre les altérations constatées et la précocité de l'enregistrement dans la période des vingt premiers jours. Le retour à la normale du γ -cardiogramme est bien plus tardif que celui du syndrome respiratoire clinique. Il se fait entre vingt-huit (cas n° 10) à quarante jours (cas n° 12). Les autres données sont très variables : sexe (6 femmes, 10 hommes) ; âge (28 à 64 ans, âge moyen de 48 ans) ; type de l'asthme (installé récemment dans 5 cas, depuis plus de cinq ans dans trois cas, depuis plus de dix ans dans 8 cas, l'état de mal se déclarant au cours d'un asthme à dyspnée paroxysmique dans 3 cas, à dyspnée continue dans 13 cas). Ces données n'ont pas de relation avec le sens des altérations révélées par la γ -cardiographie.

2° Les tracés électrocardiographiques ne montrent pas d'anomalie dans 5 cas, une surcharge auriculaire droite dans 6 cas, une surcharge ventriculaire droite dans 3 cas (A. Q. R. S. au-delà de + 110 ou rapport R/S pathologique en V5-V6). Dans 2 cas ont été constatés des troubles primaires de la repolarisation ventriculaire : ischémie antéro-septale sous-épicaudique régressive en quelques jours dans un cas, ischémie latérale et apexienne sous-épicaudique de plus longue durée dans l'autre.

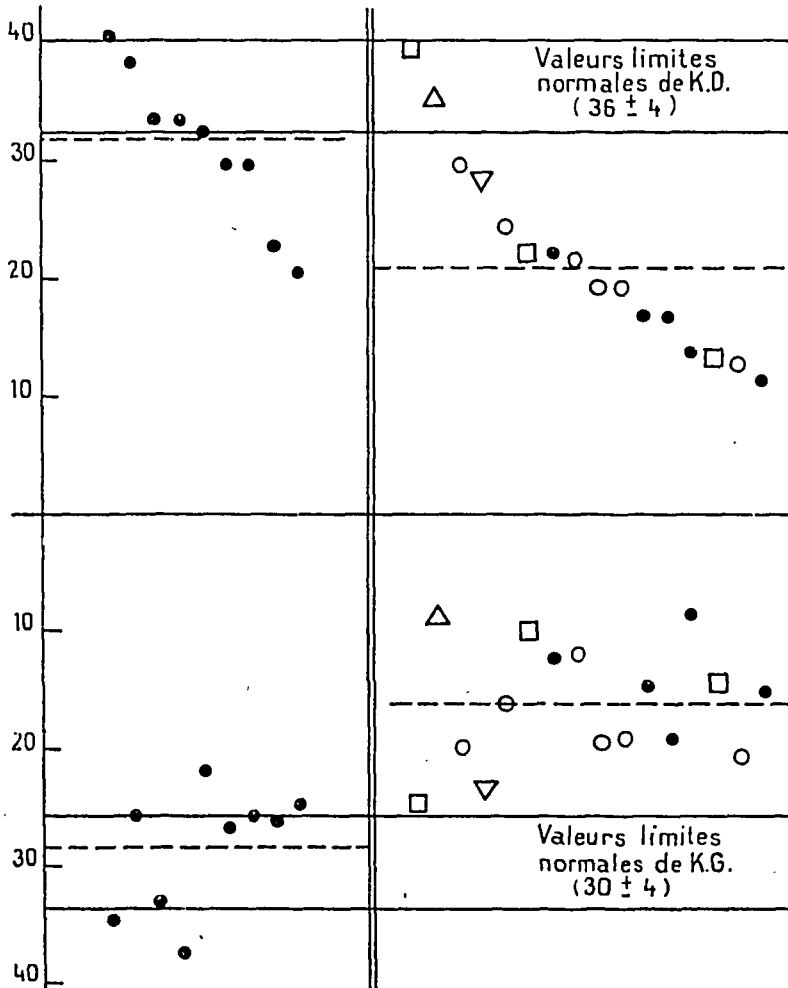
Il n'existe pas non plus de relation entre l'importance des altérations objectivées par la γ -cardiographie et l'existence éventuelle de troubles électrocardiographiques. Il faut noter cependant que dans le cas 12, présentant une ischémie-lésion gauche, il existait un effondrement de KG et que les deux anomalies disparurent simultanément en un mois et demi.

3° Il n'existe pas enfin de relation entre l'importance des troubles γ -cardiographiques et les données biologiques recueillies au début de l'état

de mal qui représentent une bonne appréciation de la gravité du syndrome respiratoire (pH, CO₂ total, pCO₂ et HbO₂ mesurés dans le sang artériel).

a) Le pH (mesuré dans 11 cas) est à la limite de la normale : dans 2 cas il traduit une alcalose modérée (de 7,45 à 7,56) dans 8 cas, une alcalose considérable (7,65). Il n'y a donc pas de relation entre le degré du syndrome d'hyperventilation et sa compensation et les anomalies γ -cardiographiques.

b) La saturation artérielle en oxygène (mesurée dans 12 cas) est supé-



Valeurs de K. D. et K. G. dans 9 cas d'asthme en dehors de l'état de mal et dans 16 cas au décours d'un état de mal (les valeurs moyennes de K. D. et K. G. dans chaque groupe sont figurées en trait pointillé). Cas sans signes E. C. G. ●, S. A. D. ○. S. V. D. □, Ischémie lésion droite ▽, Ischémie lésion gauche △.

rieure à 90 p. 100 dans 6 cas, entre 80 et 90 p. 100 dans 4 cas, entre 70 et 80 p. 100 dans 1 cas, inférieure à 70 p. 100 dans cas. La profondeur de la désaturation initiale ne permet donc pas de préjuger des altérations γ -cardiographiques.

c) L'hypokaliémie, conséquence du syndrome d'hyperventilation, est située entre 200 et 158 mg. Là encore il n'y a pas de corrélation avec le γ -cardiogramme, ni avec l'existence éventuelle de troubles de la repolarisation.

d) Il faut noter enfin que ces troubles biologiques durent peu et cèdent rapidement avec le traitement.

III. — DISCUSSION PHYSIO-PATHOLOGIQUE.

1° Les désordres ventriculaires droits engendrés par l'état de mal asthmatique sont une sûre réalité. Les altérations de la pente droite (KD) sont en effet d'interprétation précise. La diminution de KD paraît résulter d'un trouble de l'éjection ventriculaire dont peut être responsable soit l'accroissement des résistances pulmonaires que le cathétérisme objective au cours des accès d'asthme, soit un facteur proprement ventriculaire, soit une association de ces deux causes.

2° L'interprétation de la diminution constante et souvent considérable du coefficient KG au décours de l'état de mal est beaucoup plus difficile. Nous avons déjà envisagé les éléments théoriques de cette discussion. On peut constater dans nos cas qu'il n'y a pas de relation entre le sens des altérations du temps de circulation pulmonaire (TCP) et du temps de remplissage gauche (TRG) et l'importance de la diminution de KG. Le temps de remplissage gauche (TRG) est normal dans 5 cas, allongé dans 7 cas, raccourci dans 4 cas ; le temps de circulation pulmonaire (TCP) est normal dans 8 cas, allongé dans 7 cas, sans qu'il existe de relation entre ces variations et celles de KG. Cette notion s'accorde avec l'interprétation que nous donnons à KG.

La nature de cette éventuelle altération ventriculaire gauche est d'ailleurs à discuter.

a) Il pourrait s'agir d'une altération du ventricule gauche secondaire à une maladie coronarienne athéromateuse latente qui s'extérioriserait à l'occasion de la brutale poussée d'hypertension artérielle pulmonaire et de l'hypoxie engendrées par l'état de mal. Mais tous nos malades ont été l'objet d'investigations visant à éliminer une altération coronarienne potentielle ; aucun d'eux n'était hypertendu ou diabétique, ni porteur de signes périphériques d'athérome, aucun n'a présenté de douleurs thoraciques évoquant l'angor-pectoris, enfin les troubles tant électriques que révélés par la γ -cardiographie ont été enregistrés aussi bien chez des sujets ayant dépassé la cinquantaine que chez des sujets jeunes. Le cas n° 10 concerne un jeune Nord-Africain de 28 ans. Il faut en outre noter que ces perturbations sont liées à l'état de mal car elles s'installent brusquement au cours de l'accès dyspnéique et régressent avec lui soit rapidement, soit avec un certain décalage.

b) On peut envisager le rôle de l'anoxie dont témoigne la cyanose et la diminution de la saturation en oxygène du sang artériel. Les effets de l'anoxie sont encore majorés dans le myocarde par l'insuffisance coronarienne fonctionnelle résultant de l'augmentation des besoins du myocarde en oxygène du fait d'un surcroît de travail, de la tachycardie et des difficultés de la circulation coronaire engendrée par la diminution du

gradient de pression du système coronarien : la pression artérielle systémique restant normale ou même diminuant alors que la pression auriculaire droite est majorée. Il n'est pas exclu cependant qu'un désordre vasomoteur portant directement sur les coronaires intervienne. Le rôle exclusif de l'anoxie pour expliquer les altérations cardiaques gauches enregistrées par le γ -cardiogramme et les troubles d'ischémie myocardique enregistrés par l'électrocardiographie doit être rejeté. En effet, les examens biologiques montrent que dans tous nos cas le syndrome d'anoxie avec hypocapnie est très transitoire en raison du traitement alors que les altérations cardiaques gauches sont, nous l'avons vu, beaucoup plus graves, demandant souvent un mois pour régresser totalement.

L'existence d'atteintes ventriculaires gauches au cours de l'état de mal asthmatique, soupçonnée en raison de la fréquence des aspects d'ischémie enregistrés sur les tracés électrocardiographiques en précordiales gauches, semble donc être confirmée par la γ -cardiographie malgré les réserves que nous avons formulées pour l'exacte interprétation des coefficients gauches.

CONCLUSIONS.

La difficulté d'utiliser au cours de l'état de mal asthmatique les explorations hémodynamiques habituelles, telles que le cathétérisme cardiaque, nous a conduits à étudier au cours de ces états les renseignements fournis par la γ -cardiographie.

La γ -cardiographie, qui enregistre la dilution en fonction du temps d'un indicateur radio-actif dans les cavités cardiaques, permet d'étudier la circulation dans le cœur droit, la traversée pulmonaire et le cœur gauche. Elle permet en outre le calcul du débit cardiaque.

Après un rappel technique de la méthode nous avons discuté les significations des données fournies par la γ -cardiographie et les résultats obtenus par elle dans 16 cas d'état de mal asthmatique.

Le procédé objective avec certitude l'existence au décours des états de mal asthmatique de troubles de la dynamique du cœur droit. Il révèle des faits qui suggèrent l'atteinte probable du cœur gauche. De nouvelles données devront être apportées par des travaux expérimentaux et par l'étude de plus nombreux cas pour fixer avec plus de précision la valeur de ces conclusions préliminaires.

(Travail du Service du professeur J. TURIAF [Hôpital Bichat]
et du Commissariat à l'Energie Atomique
[Service de biologie, Service FRÉDÉRIC-JOLIOT].)

BIBLIOGRAPHIE

- [1] STEWART (G. N.). The pulmonary circulation time, the quantity of blood in the lung, and the output of the heart. *Am. J. Physiol.*, 58, 20, 1921.
- [2] HAMILTON (W. F.), MOORE (J. W.), KINSMAN (J. M.) et SPURLING (R. G.). Studies on circulation : Further analysis of injection method and of changes in hemodynamics under physiological and pathological conditions. *Am. J. Physiol.*, 99, 534, 1932.
- [3] PRINZMETAL (M.), CORDAY (E.), BERGMAN (H. C.), SCHWARTS (L. L.) et SPRITZLER (R. S.). Radiocardiography : a new method for studying the blood flow. *Science*, 108, 340, 1948.

- [4] NEWMAN (E. V.), MEHREL (A.), GENECIN (A.), MONGE (C.), MILNOR (W. R.) et Mc KEEVER (W. P.). The dye dilution method for describing the central circulation. *Circulation*, 4, 735-746, 1951.
- [5] VEALL (N.), PEARSON (J. D.), HANLEY (T.), LOWE (A. E.). A method for the determination of cardiac output. In Proc. 2nd. Radioisotope Conference Oxford. *London Butterworth*, 183, 1954.
- [6] COMET (S.) et LAGERLOF (H.). A mathematical analysis of indicator dilution curves leading to direct calculation of the systolic and diastolic volumes of the left ventricle and auricle and the pulmonary blood volume. *Acta Physiol. Scand.*, 36, 337-347, 1956.
- [7] GIGLI (G.), DONATO (L.), BARTOLOMEI (G.) et BIANCHI (R.). *La Radiocardiografia Nucleare*, 1, 219, 1957.
- [8] MONASTERIO (G.) et DONATO (L.). Investigation of central hemodynamics by means of selective quantitative radiocardiography. Second United Nation International Conference on the Peacefull uses of atomic energy, 24 juin 1958.
- [9] KELLERSHOHN (C.) et DE VERNEJOU (P.). La radiocardiographie : application des indicateurs nucléaires à l'étude de l'hémodynamique cardiaque. *Ann. Radiol.*, 41, n° 11-12, 809-822, 1959.
- [10] KELLERSHOHN (C.) et DE VERNEJOU (P.). La radiocardiographie. *Bulletin d'Information Scientifique et Technique du C. E. A.* (sous presse).
- [11] KELLERSHOHN (C.) et DE VERNEJOU (P.). Applications médicales des indicateurs nucléaires. *Industrie Atomique (Genève)* [sous presse].
- [12] KELLERSHOHN (C.) et DE VERNEJOU (P.). Application des radioéléments artificiels en Médecine. *Cours de Génie Atomique* (sous presse).
- [13] KELLERSHOHN (C.) et DE VERNEJOU (P.). Sur le mécanisme de la dilution d'un indicateur nucléaire dans les cavités cardiaques de l'homme. Possibilités d'applications. Communication devant être présentée au III^e Congrès Mondial de Cardiologie. Rome, 1960.
- [14] TURIAP (J.) et BLANCHON (P.). Nouvelles données sur le syndrome cardio-vasculaire de l'état de mal asthmatique. Le cœur pulmonaire aigu et l'ischémie myocardique au cours de l'état de mal asthmatique. *Arch. Mal. Cœur*, 47, 499, 1954.
- [15] TURIAP (J.), BLANCHON (P.), SAUVAN (R.) et GEORGES (R.). Le cœur pulmonaire chronique des asthmatiques et son traitement par les hormones du cortex surrénal (ACTH, cortisone et dérivés). *Bull. et Mém. de la Soc. méd. des Hôp. de Paris*, n° 7-8, 188, 1956.
- [16] TURIAP (J.) et GEORGES (R.). Les accidents cardio-vasculaires de l'asthme et leur traitement. *La Presse Médicale*, 69, 1543-1546, 1956.
- [17] GEORGES (R.). Etude des répercussions cardio-vasculaires de l'asthme. *Thèse*, Paris, 1958.
- [18] GEORGES (R.), SAUVAN (R.), BLANCHON (P.) et TURIAP (J.). Données de l'électrocardiogramme dans l'asthme ; discussion des critères d'altération des cavités droites. *Arch. Mal. Cœur, P.*, n° 5, 415, 1957.
- [19] TURIAP (J.), KELLERSHOHN (C.), BLANCHON (P.), GEORGES (R.), DE VERNEJOU (P.) et RAYNAUD (C.). Les perturbations cardiaques de l'état de mal asthmatique révélées par l'électrocardiographie et la γ -cardiographie. Symposium International d'Allergie (Small Meeting EAA), Barcelone, juin 1960.

FIN