

# Évaluation de la fonction ventriculaire gauche en pré et postopératoire

Après chirurgie de pontage aorto-coronarien\*

par P.W. SERRUYS et P.G. HUGENHOLTZ\*\*

*L'effet du pontage aorto-coronarien sur la performance ventriculaire gauche est évalué par l'analyse préopératoire et postopératoire des données fournies par des micromanomètres, avant et pendant la stimulation auriculaire, ainsi que par l'analyse à l'état basal de la contraction myocardique segmentaire.*

Cinquante patients sont étudiés avant et 12 mois après pontage. Pendant l'intervention, le débit du greffon et la réaction hyperhémique sont mesurés. La pression télédiastolique et la vitesse maximum de l'élément contractile ( $V_{max}$ ) pendant la stimulation auriculaire, la vitesse moyenne de raccourcissement des fibres circonferentielles ( $\overline{VCF}$ ) et la contraction myocardique segmentaire au repos sont comparées chez trois groupes. Le premier groupe réunit 13 patients chez lesquels la fraction d'éjection postopératoire est augmentée (+5 p. 100); le groupe II est constitué de 16 patients dont la fraction d'éjection diminue (-5 p. 100); le groupe III regroupe 21 patients dont la fraction d'éjection est inchangée ( $\pm 4$  p. 100). Au repos, la PTDVG du groupe II est le seul paramètre modifié : augmentation de 5 mmHg ( $p < 0,05$ ). Pendant la stimulation auriculaire, la  $V_{max}$  postopératoire est augmentée dans le groupe I ( $59,5 \text{ s}^{-2}$  en préopératoire,  $67,5$  en postopératoire,  $p < 0,02$ ), tandis qu'elle est diminuée dans le groupe II ( $67 \text{ s}^{-2}$  en préopératoire,  $57 \text{ s}^{-2}$  en postopératoire,  $p < 0,05$ ) et inchangée dans le groupe III. Au repos, des modifications significatives de  $\overline{VCF}$  sont observées dans le groupe I ( $0,69 \text{ l/s}$  en préopératoire,  $0,97$  en postopératoire,  $p < 0,001$ ) et dans le groupe II ( $0,87$  en préopératoire,  $0,68$  en postopératoire,  $p < 0,001$ ).

Dans le groupe I, l'amélioration de la contraction myocardique segmentaire concerne autant la paroi antérieure que la paroi postérieure. Dans le groupe II, la diminution postopératoire de la contraction régionale ne concerne que la paroi antérieure. Dans le groupe II, une revascularisation effective de la paroi antérieure n'est constatée que chez 55 p. 100 des patients, alors qu'elle atteint 100 p. 100 dans le groupe I. De plus, pendant l'épreuve d'hyperhémie, le débit diastolique maximum est

(\*) Cette étude a été partiellement subventionnée par un fond de l'Institut Inter-universitaire de cardiologie hollandaise, avec la collaboration de : E. Bos, M. Van den Brand, R.W. Brower, D.M. Leaman, G.T. Meester, J. Nauta\*\*\* avec l'assistance technique de : H.J. ten Katen.

(\*\*) Département de cardiologie et de chirurgie thoracique.

(\*\*\*) Thoraxcentrum, hôpital Dijkzigt, B.P. 1738, Rotterdam, Pays-Bas.

Article reçu en février 1980 et accepté en mars 1980.

*significativement plus élevé ( $p < 0,05$ ) dans le groupe I ( $341 \pm 63$  ml) que dans le groupe II ( $197 \pm 34$ ), ce qui souligne que la revascularisation est meilleure dans le groupe I. Nous concluons que les indices calculés à l'état basal de la contraction globale et de la contraction régionale ainsi que les indices en phase isovolumentique au cours de la stimulation auriculaire augmentent quand la revascularisation myocardique complète est réussie.*

**MOTS CLÉS :** pontage aortocoronaire, fonction myocardique, stimulation auriculaire, contraction myocardique segmentaire.

## INTRODUCTION

L'amélioration symptomatique des patients angoreux, opérés de pontage aorto-coronarien est un fait clinique bien établi. Ce type de chirurgie améliore ou supprime l'angine de poitrine dans 60 à 90 p. 100 des patients [1, 2].

Un grand nombre d'études, actuellement en cours, cherchent à déterminer si la chirurgie coronarienne prolonge l'espérance de vie des patients opérés [3, 4, 5]. Par ailleurs, l'on sait que l'état de la fonction ventriculaire a une valeur pronostique considérable, quant à la survie des patients coronariens [6]. Dès lors, les effets de la chirurgie de pontage aorto-coronarien sur la fonction ventriculaire doivent être pris en considération si l'on veut soutenir la thèse selon laquelle une prolongation de l'espérance de vie correspondrait à la préservation ou à une amélioration de la fonction ventriculaire gauche. Les pontages aorto-coronariens visent à améliorer la perfusion myocardique en aval des obstructions coronariennes ; il est évident que la contraction myocardique de ces territoires chirurgicalement reperfusés est au centre du débat.

Lors d'études antérieures, nous avons montré que le débit des greffons en peropératoire ainsi que leurs tests d'hyperhémie réactionnelle avaient une certaine valeur de prédiction quant au raccourcissement régional postopératoire [7, 8].

Le but de la présente étude est donc de corréler les modifications globales et régionales de la fonction ventriculaire en postopératoire avec les mesures hémodynamiques faites sur les greffons en peropératoire, en tenant compte de leur perméabilité évaluée un an après chirurgie.

## PATIENTS ET MÉTHODES

### A) PATIENTS

L'étude concerne 50 patients consécutifs opérés de pontage aorto-coronarien et qui ont accepté d'être recathétérisés 12 mois après chirurgie. Ont été exclus de cette étude les patients qui ont fait l'objet d'un geste opératoire supplémentaire : fermeture de CIV, remplacement ou plastie valvulaire, anévrysmectomie. L'âge des patients varie de 38 à 64 ans. Il y a 47 hommes et 3 femmes. En préopératoire, la classe fonctionnelle (NYHA I à IV) était en moyenne de 2,46, tandis qu'en postopératoire, elle est de 1,46. Pour l'ensemble du groupe l'incidence préopératoire de l'infarctus du myocarde est de 52 p. 100. Trois infarctus du myocarde, diagnostiqués sur la base de critères électrocardiographiques (Minnesota code) et enzymatiques sont à déplorer en périopératoire.

### B) ANGIOGRAPHIE QUANTITATIVE ET CONTRACTION SEGMENTAIRE

En pré et postopératoire, tous ces patients ont eu une ventriculographie gauche en oblique antérieure droite 30° et en oblique antérieure gauche 60°, à 50 images/seconde, en injectant 0,75 ml/kg de produit de contraste angiographique (Isopaque). Les battements cardiaques extrasystoliques ou postextrasystoliques sont bien sûr exclus de l'analyse. Afin de déterminer les facteurs d'agrandissement et de déformation optique, une bille de calibration est filmée en lieu et place du ventricule gauche. Les volumes ventriculaires sont calculés selon la méthode de Dodge [9] et corrigés selon la formule de Heintzen [10] : volume réel

= 0,72. Volume mesuré -4,7 ml. Les procédés, en usage dans notre laboratoire, de détection des contours ventriculaires et de digitalisation de ces contours ont été publiés en détail, par ailleurs [11, 12].

Les mouvements de la paroi ventriculaire gauche sont analysés selon la technique de Leighton [13] et à partir du ventriculogramme réalisé en oblique antérieure droite. La figure 1 montre la superposition de la silhouette télé-systolique et télé-diastolique et les hémiaxes qui servent à l'évaluation quantitative de la

contraction segmentaire. Une étude critique de cette technique ainsi que de 5 autres méthodes, radiaires ou longitudinales a été publiée par notre laboratoire en 1976 [14].

**C) CONTRACTILITÉ ET TEST DE STIMULATION AURICULAIRE**

Chez tous nos patients, en pré et postopé-  
ratoire, divers indices de contraction isovolumé-  
trique ont été mesurés à la fréquence cardiaque  
de base et en cours de stimulation auriculaire.  
Pour ce faire, une électrode de stimulation  
bipolaire (cathéter de Zucker) est mise en  
place dans l'oreillette droite, tandis que le  
ventricule gauche est sondé avec un manomètre  
de pointe, simple ou double (Millar PC 471  
ou 481, PC 770 ou 780). Le zéro de référence  
est choisi à mi-hauteur de la cage thoraci-  
que [15].

Le test de stimulation auriculaire est réalisé  
avant toute investigation angiographique et  
après avoir enregistré les divers paramètres  
à la fréquence cardiaque de base. La fréquence  
est ensuite augmentée progressivement de  
20 battements par minute jusqu'à l'apparition  
d'une douleur thoracique ou jusqu'à la fré-  
quence maximale pouvant être atteinte avant  
l'apparition d'un bloc auriculo-ventriculaire de  
type Luciani-Wenckebach.

Les pressions ventriculaires sont enregistrées  
et analysées durant une période d'acquisition  
de 20 s et les divers paramètres sont moyen-  
nés selon le principe des « battements repré-  
sentatifs » de Stenson [16, 17, 18].

Au cours de ce test sont déterminés les  
paramètres suivants :

1. pression systolique ventriculaire gauche (PSVG, mmHg) ;
2. pression télé-diastolique VG (PtdVG, mmHg) ;
3. valeur maximale de la dérivée première de la PSVG (pic positif  $dP/dt$ , mmHg/s) ;
4. valeur maximale du rapport  $dP/dt/P$ , P étant une pression VG totale (pic VEC,  $s^{-1}$ ) ;
5.  $dP/dt/P$  à 40 mmHg, pression VG totale (VEC 40,  $s^{-1}$ ) ;
6.  $dP/dt/P$  extrapolé à pression VG = 0 mmHg, en usant d'une extrapolation linéaire, depuis la valeur pic de  $dP/dt/P$  jusqu'au début de l'éjection ( $V_{max}$ ,  $s^{-1}$ ) (fig. 2).

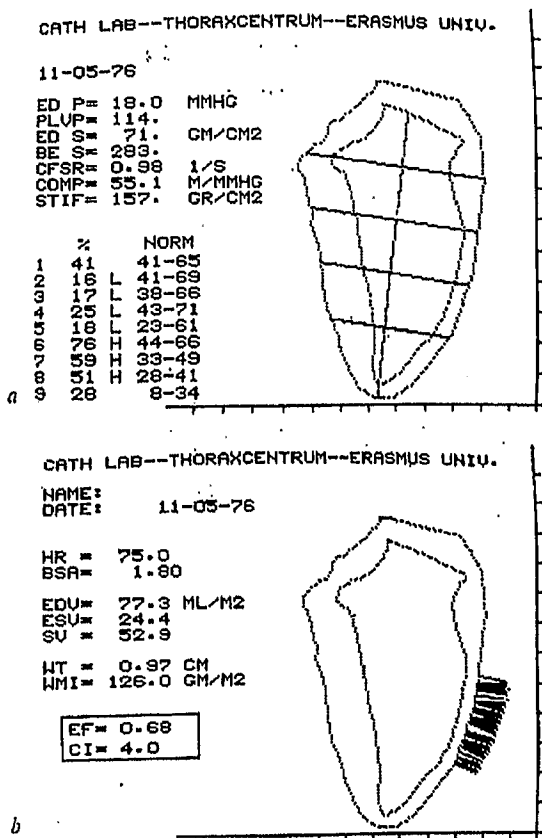


FIG. 1

a) affichages des silhouettes télé-systoliques et télé-diastoliques et mesures par ordinateur des volumes télé-diastolique (EDV), télé-systolique (ESV) et systolique (SV) ainsi que de la fraction d'éjection (EF) et de l'index cardiaque (CI). Autres abréviations : HR : fréquence cardiaque ; BSA : surface corporelle. b) affichage de l'analyse de la contraction segmentaire (méthode de Leighton). Les fractions de raccourcissement (%) des 9 hémiaxes analysés sont affichées en regard des valeurs observées chez des sujets normaux. Autres abréviations : L : hypokinésie ; H : hyperkinésie.

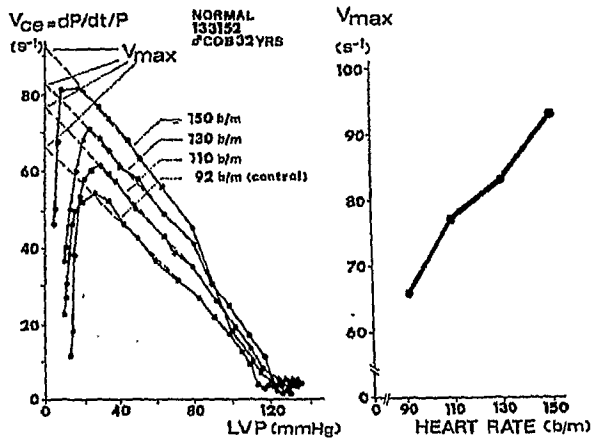


FIG. 2

Courbe de  $dp/dt/P$  en fonction de la pression ventriculaire gauche (LVP), au cours d'une épreuve de stimulation auriculaire ; la valeur extrapolée de  $V_{max}$  s'élève progressivement en fonction de la fréquence cardiaque.

#### D) DÉBIT DES GREFFONS ET HYPERHÉMIE RÉACTIONNELLE

En peropératoire, le débit sanguin des greffons est mesuré grâce à un débitmètre électromagnétique (Transflow 600, Skalar, Delft) dont la sonde s'adapte au diamètre des greffons (2, 2,5, 3, 3,5, 4 ou 5 mm). Chaque sonde est calibrée *in vitro*, selon une méthode décrite par ailleurs [19, 20]. Les valeurs de débit moyen sont déterminées électroniquement en

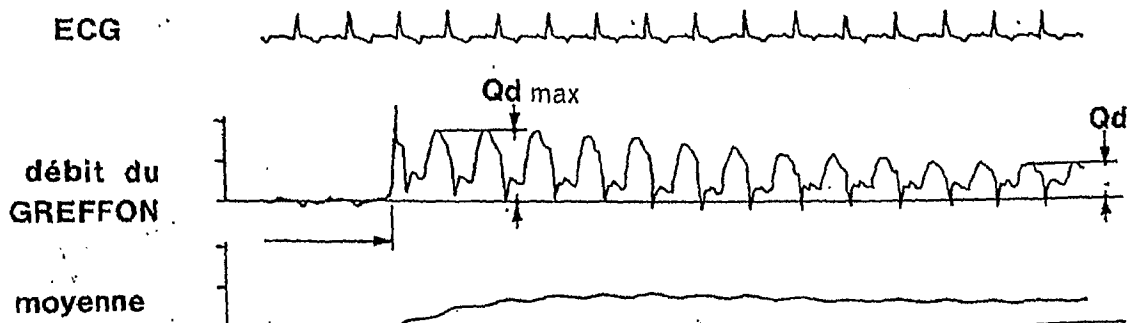
utilisant un filtre dont la constante de temps est de 5 s alors que la bande de fréquence utilisée pour l'enregistrement des phases pulsatiles du courant sanguin, était de 100 Hz. Le test d'hyperhémie réactionnelle (HR) consiste à clamper le greffon durant 10 s ; immédiatement après la reperfusion, le pic de débit diastolique ( $Q_d \max$ ) est comparé aux valeurs basales (fig. 3) mesurées avant occlusion du greffon ( $Q_d$ ).  $HR : 100 \text{ p. } 100 \times (Q_d \max - Q_d)/Q_d$ .

Les mesures sont faites avant la fermeture du thorax, environ 30 minutes après la fin de la circulation extracorporelle.

#### E) BILAN CORONAROGRAPHIQUE : VASCULARISATION ET REVASCULARISATION

La figure 4 illustre la manière dont le système coronarien est divisé en une quinzaine de segments ; chacun de ceux-ci étant individuellement évalué et caractérisé conformément aux recommandations de l'American Heart Association [21].

En postopératoire, la localisation des greffons et les caractéristiques de leur évaluation angiographique sont codées de manière similaire. Ces bilans coronarographiques pré et postopératoires sont mis en mémoire dans une banque de données (PDP 11/40 40 K mémoires) et permettent une évaluation semi-quantitative du degré de revascularisation [22].



$$HR = 100 \% \times (Q_d \max - Q_d) / Q_d$$

FIG. 3

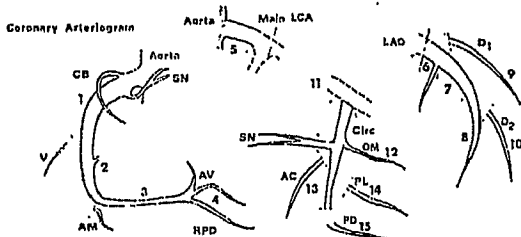
Test d'hyperhémie réactionnelle (HR) après occlusion temporaire du greffon.  $Q_d \max$  : débit diastolique maximal mesuré immédiatement lors de la reperfusion du greffon après son occlusion.  $Q_d$  : débit diastolique de base.

ASSESSMENT OF CARDIAC FUNCTION  
PROJECT OF THE INTERUNIVERSITY CARDIOLOGY INSTITUTE

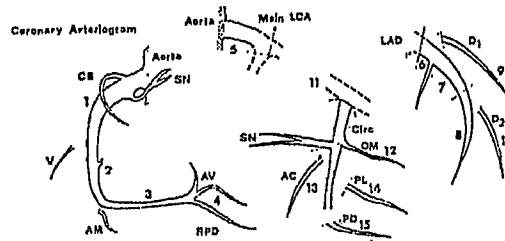
NAME:	DATE:
	FOLLOW UP NO.

ANGIOGRAPHY OF CORONARY BYPASS GRAFT

CORONARY ARTERIOGRAM



	RCA				ML		LAD				CIRC				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
NORMAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SMALL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50-90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91-99%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GIVES COLLATERALS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FILLED BY COLLATERALS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FILLED BY BYPASS GRAFT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRAFTABLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UNKNOWN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



	RCA				ML		LAD				CIRC				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
NORMAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCCLUDED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PATENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIFFUSELY NARROWED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOCALLY NARROWED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROXIMAL OBSTRUCTION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MIDDLE OBSTRUCTION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DISTAL OBSTRUCTION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50-90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91-99%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANEURYSMAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SELECTIVE INJECTION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UNKNOWN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 4

Bilans coronarographiques pré et postopératoires, codifiés conformément aux recommandations de l'American Heart Association.

RÉSULTATS

A) FRACTION D'ÉJECTION, VOLUMES VENTRICULAIRES, CONTRACTIONS SEGMENTAIRES (tableau I, fig. 5, 6, 7, 8)

La première démarche de cette étude a été de classer les 50 patients en trois groupes selon que leurs fractions d'éjection restent inchangées, s'améliorent ou se détériorent après chirurgie. Au cours de cette sélection, le critère retenu a été une modification supérieure ou égale à 4 p. 100, en terme de fraction d'éjection. Le choix de ce critère tient compte de la variabilité d'interprétation d'une même ventriculographie par deux observateurs [23] et des modifications physiologiques pouvant exister entre deux ventriculographies consécutives [24]. La validité de cette sélection fait l'objet de la discussion. Ainsi, en postopératoire, il y a 13 patients dont la fraction d'éjection s'améliore (groupe I), 16 dont la fraction

d'éjection se détériore (groupe II) et 21 dont la fraction d'éjection reste inchangée (groupe III) (fig. 5). Par ailleurs, pour chacun de ces groupes, il est à noter que les investigations angiographiques pré et postopératoires ont été réalisées dans des conditions hémodynamiques identiques — les pression aortiques moyennes et les fréquences cardiaques n'étant pas statistiquement différentes au cours de ces deux examens successifs (fig. 6).

Il est évident que les modifications postopératoires de la fraction d'éjection doivent être interprétées à la lumière des changements des volumes ventriculaires télésystoliques et télédiastoliques (fig. 7).

Dans le groupe I, l'augmentation postopératoire de la fraction d'éjection (51 p. 100 préop vs 62 p. 100 postop,  $p < 5,10^{-4}$ ) est due essentiellement à une diminution significative ( $p < 0,01$ ) du volume télésystolique (38 ml/m<sup>2</sup> préop vs 30 ml/m<sup>2</sup> postop) de telle sorte que le ventricule gauche éjecte

TABEAU I

Groupe I n = 13	FE %		VtDVG ml/m <sup>2</sup>		VtSVG ml/m <sup>2</sup>		L1, %		L2, %		L3, %		L4, %		L5, %		L6, %		L7, %		L8, %		L9, %		
	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	
Moyenne	51	62	76	78	38	30	47	36	27	36	20	31	22	41	9	27	33	53	24	35	17	29	18	22	
± écart type	12	7	11	16	13	11	12	12	9	10	8	9	11	11	14	13	20	19	16	16	13	12	10	7	
Valeur de P	< 0,00005		NS		< 0,01		< 0,05		< 0,01		< 0,002		< 0,00005		< 0,002		< 0,01		< 0,002		< 0,005		NS		
Groupe II n = 16																									
Moyenne	62	48	72	94	28	51	55	32	38	29	34	24	40	26	24	12	38	31	25	23	16	15	20	22	
± écart type	10	14	17	30	15	30	7	12	9	14	13	10	16	14	13	22	21	20	12	12	12	12	8	12	
Valeur de P	< 0,00001		< 0,005		< 0,0005		< 0,00001		< 0,05		< 0,005		< 0,005		< 0,05		NS		NS		NS		NS		
Groupe III n = 21																									
Moyenne	61	61	70	78	29	32	50	38	31	33	28	31	30	38	16	28	40	45	32	34	28	32	24	27	
± écart type	12	12	21	23	21	24	16	10	12	16	13	12	16	11	26	15	30	23	18	17	16	13	12	13	
Valeur de P	NS		< 0,01		< 0,05		< 0,01		NS		NS		NS		< 0,05		NS		NS		NS		NS		

Fraction d'éjection (FE), volumes ventriculaires gauches (VG) et contractions segmentaires (méthode de Leighton, L1, L2, L3...) en préopératoire (PR) et en postopératoire (PO). VtD : volume télédiastolique; VtS : volume télésystolique.

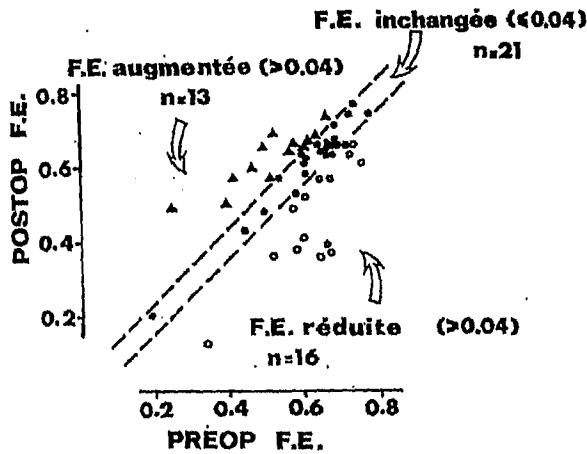
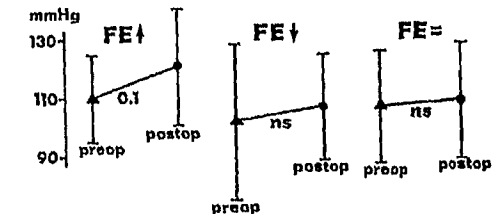


FIG. 5  
Fractions d'éjection (FE) pré et postopératoires.

effectivement davantage de sang à chaque systole; ce qui suggère une amélioration intrinsèque de la performance myocardique. Il est à noter également que dans ce groupe, la valeur moyenne de la fraction d'éjection était en préopératoire légèrement déprimée et donc susceptible d'être améliorée.

PRESSION AORTIQUE MOYENNE



FREQUENCE CARDIAQUE

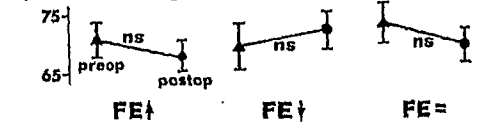


FIG. 6

Pression aortique moyenne et fréquence cardiaque (valeur moyenne ± erreur standard) lors des investigations angiographiques pré et postopératoires; Abréviations: EF ↑ : groupe à fraction d'éjection améliorée en postopératoire; EF ↓ groupe à fraction d'éjection détériorée; EF = groupe à fraction d'éjection inchangée; NS : non significatif.

Au contraire, dans le groupe II à fraction d'éjection réduite en postopératoire (62 p. 100 préop vs 48 p. 100 postop,  $p < 10^{-5}$ ), les

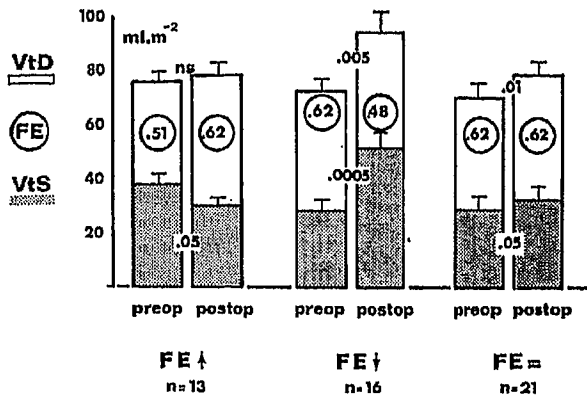


FIG. 7

Volumes ventriculaires gauches pré et postopératoires ; VtD : volume télédiastolique ; VtS : volume télésystolique. Autres abréviations, voir figure 6.

volumes télésystoliques (28,5 ml/m<sup>2</sup> préop vs 51,5 ml/m<sup>2</sup> postop,  $p < 5,10^{-4}$ ) et télédiastoliques (72,5 ml/m<sup>2</sup> préop vs 94 ml/m<sup>2</sup> postop,  $p < 5,10^{-4}$ ) sont tous deux augmentés de manière significative de telle sorte que le volume systolique reste inchangé, malgré une diminution de la capacité du ventricule à se vider.

Dans le groupe III, la fraction d'éjection reste inchangée (61,5 p. 100 préop vs 61,5 p. 100 postop) bien que l'on observe une légère augmentation des volumes télésystoliques (29 ml/m<sup>2</sup> préop vs 32,5 ml/m<sup>2</sup> postop,

$p < 0,05$ ) et télédiastoliques (70,5 ml/m<sup>2</sup> préop vs 78,5 ml/m<sup>2</sup> postop,  $p < 0,01$ ).

En outre, l'étude de la contraction segmentaire nous permet de localiser sur la silhouette ventriculaire gauche, le « substrat anatomique régional » de cette amélioration ou de cette détérioration globale de la fonction ventriculaire (tableau I, fig. 8).

Dans le groupe I, à fraction d'éjection augmentée, c'est la paroi myocardique, dans son ensemble — antérieure, apicale et inférieure — qui voit sa cinétique régionale améliorée — l'amélioration du segment L4 est particulièrement sensible et hautement significative d'un point de vue statistique ( $p < 5,10^{-5}$ ).

Au contraire, dans le groupe II à fraction d'éjection réduite, une détérioration de la contraction segmentaire est observée ; elle affecte et se limite à la paroi antérieure. Enfin, dans le groupe III, la contraction régionale demeure dans son ensemble, inchangée.

**B) CONTRACTILITÉ ET TEST DE STIMULATION AURICULAIRE**  
(tableau II, II bis, fig. 9 et 10)

Après avoir identifié ces trois groupes de patients dont les paramètres éjectionnels sont nettement modifiés en sens divers après chirurgie, il nous a semblé intéressant de chercher à savoir si les changements postopératoires des paramètres éjectionnels étaient corroborés

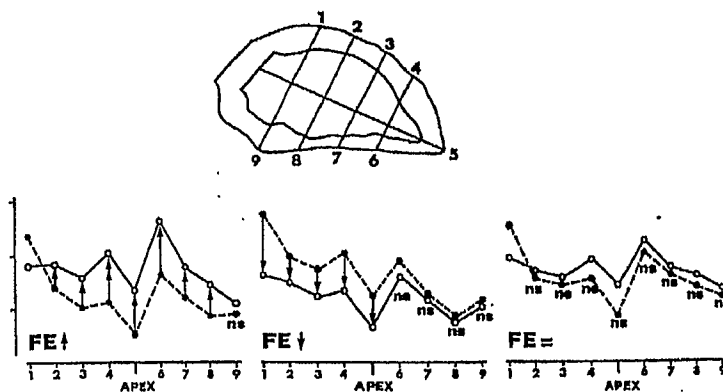


FIG. 8

Analyse pré et postopératoire de la cinétique ventriculaire régionale (méthode de Leighton) ; 1, 2, 3, 4 segments de la paroi antérieure ; 5 : segment apical ; 6, 7, 8, 9 segments de la paroi inférieure ; NS : non significatif ; (†) =  $p < 0,005$  ; (‡) =  $p < 0,0005$  ; séries appariées.

TABLEAU II

Groupe I (n = 13)	FC, syst./min		PtDVG, mmHg		dP/dt, mmHg, s <sup>-1</sup>		pic VEC, s <sup>-1</sup>		Vmax, s <sup>-1</sup>	
	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO
Moyenne .....	71,5	68	15	14	1 569	1 644	37,5	36,5	45,5	46
±écart-type .....	13	7	5	4	333	488	10	6	8,5	7
Valeur de P .....	0,12 NS		0,62 NS		0,40 NS		0,67 NS		0,81 NS	
Groupe II (n = 16)										
Moyenne .....	69,5	73	14	19	1 638	1 432	38,5	33	50	47
±écart-type .....	16	14,5	6	10	484	313	8,5	10	8	8
Valeur de P .....	0,39 NS		0,020 < 0,05		0,17 NS		0,081 < 0,1		0,15 NS	
Groupe III (n = 21)										
Moyenne .....	74	69,5	14,5	15,5	1 771	1 626	39	36,5	51,5	49
±écart-type .....	15,5	12,5	3,5	5	404	481	8,5	9	9	11
Valeur de P .....	0,12 NS		0,44 NS		0,21 NS		0,19 NS		0,27 NS	

Fréquence cardiaque (FC), pression télédiastolique ventriculaire gauche (PtDVG) et paramètres isovolumétriques en rythme spontané ; valeurs préopératoires (PR) et postopératoires (PO).

TABLEAU II bis

Groupe I (n = 13)	FC, syst./min		PtDVG, mmHg		pic dP/dt, mmHg, s <sup>-1</sup>		pic VEC, s <sup>-1</sup>		Vmax, s <sup>-1</sup>	
	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO
Moyenne .....	137		10	7	2 024	2 083	50	56,5	59,5	67,5
±écart-type .....	±22		7,5	6	493	548	15,5	11,5	15	11,5
Valeur de P .....			0,31 NS		0,57 NS		0,17 NS		0,015 < 0,02	
Groupe II (n = 16)										
Moyenne .....			8,5	9	2 023	1 716	53,5	45,5	66,5	57
±écart-type .....	130		6,5	7,5	603	459	16	12	20,5	14
Valeur de P .....	±16		0,60 NS		0,10 NS		0,048 < 0,05		0,036 < 0,05	
Groupe III (n = 21)										
Moyenne .....			10,5	9,5	2 158	2 160	52	53	65,5	66
±écart-type .....	138		6	5,5	532	754	12,5	15,5	15	20,5
Valeur de P .....	±24		0,47 NS		0,98 NS		0,80 NS		0,80 NS	

Fréquence cardiaque (FC), pression télédiastolique ventriculaire gauche (PtDVG) et paramètres isovolumétriques, à la fréquence de stimulation cardiaque la plus élevée comparable en préopératoire (PR) et postopératoire (PO).

par les modifications des paramètres isovolumétriques, étudiés à l'état basal en rythme spontané ou au cours d'un test de stimulation auriculaire. La figure 9 illustre les changements postopératoires de la vitesse maximale

des éléments contractiles (Vmax) en cours de stimulation auriculaire et ce pour les trois groupes, précédemment sélectionnés. Sur cette figure sont pris en considération les valeurs de Vmax en rythme spontané et les valeurs



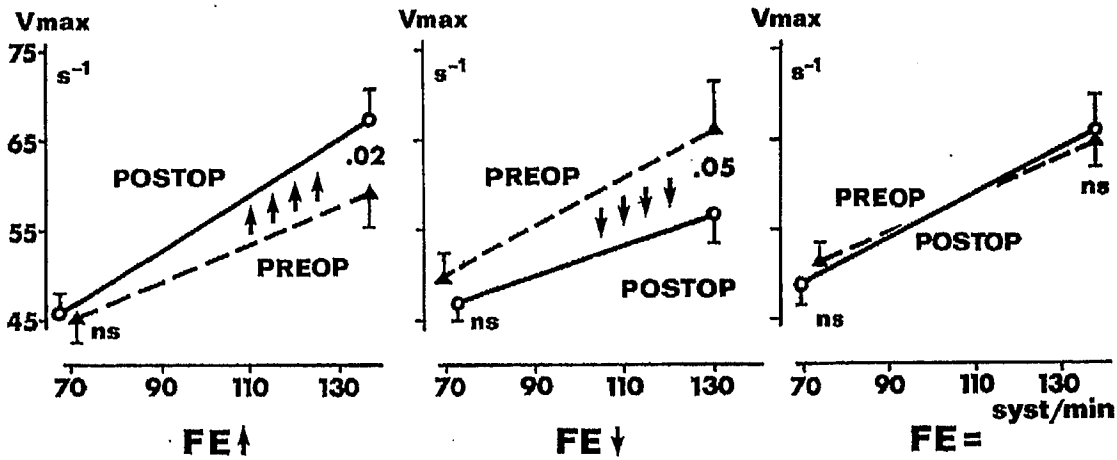


FIG. 9

Vélocité maximale ( $V_{max}$ ) des éléments contractiles en pré et postopératoire ; Epreuve de stimulation auriculaire ; Valeurs de  $V_{max}$  en rythme spontané et à la fréquence cardiaque la plus élevée comparable en pré et postopératoire (moyenne  $\pm$  erreur standard).

de  $V_{max}$  à la fréquence de stimulation cardiaque la plus élevée, comparable en préop et postopératoire. En rythme spontané, il n'existe pas en postopératoire de modification significative de  $V_{max}$ . Par contre, en postopératoire, à la fréquence de stimulation cardiaque la plus élevée, nous observons une augmentation significative de  $V_{max}$  ( $59,5, s^{-1}$

préop vs  $67,5 s^{-1}$  postop,  $p < 0,02$ ) pour le groupe I dont la fraction d'éjection est améliorée en postopératoire.

Inversement, dans le groupe II à fraction d'éjection réduite, il existe aux fréquences les plus élevées une diminution significative de la  $V_{max}$  postopératoire ( $66,5, s^{-1}$  préop vs  $57,5, s^{-1}$  postop,  $p < 0,05$ ). Dans le groupe

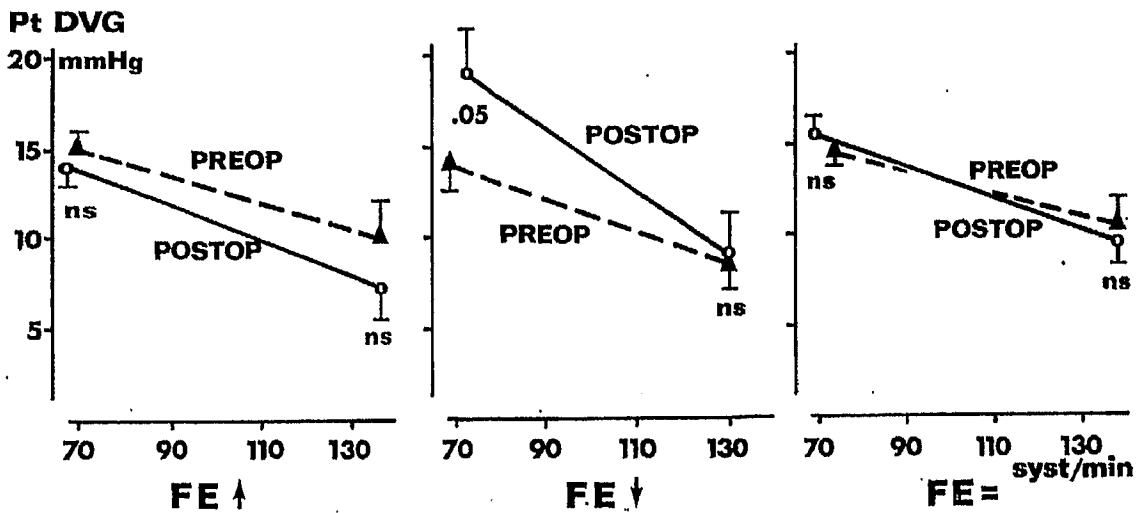


FIG. 10

Pression télédiastolique ventriculaire gauche (PtDVG) en pré et postopératoire ; Epreuve de stimulation auriculaire ; valeurs de PtDVG en rythme spontané et à la fréquence cardiaque la plus élevée comparable en pré et postopératoire (moyenne  $\pm$  erreur standard).

III à FE inchangée,  $V_{max}$  demeure inchangée aux diverses fréquences de stimulations ( $66,5, s^{-1}$  préop vs  $66, s^{-1}$  postop).

Ainsi donc, les modifications postopératoires des paramètres isovolumétriques en cours de stimulation auriculaire corroborent les changements observés sur les paramètres éjectionnels à l'état basal, au sein des trois groupes préalablement identifiés.

La figure 10 illustre les modifications postopératoires de la pression télédiastolique sous stimulation auriculaire et ce, pour les trois groupes précédemment sélectionnés. Sur cette figure sont pris en considération les valeurs de PtdVG en rythme spontané et à la fréquence de stimulation cardiaque, la plus élevée, comparable en préopératoire et postopératoire. La seule différence significative observée après chirurgie est une augmentation de la PtdVG ( $14 \text{ mmHg}$  préop vs  $19 \text{ mmHg}$  postop,  $p < 0,05$ ) pour le groupe dont la FE est réduite après chirurgie.

Pour rappel, les volumes télédiastoliques ventriculaires gauches de ces patients étaient également augmentés.

Au terme de cette première analyse, une évidence s'impose : la chirurgie de l'insuffisance coronaire affecte en profondeur les performances myocardiques du ventricule gauche.

Le succès de cette chirurgie et son aptitude à modifier la fonction ventriculaire doit dépendre, selon toute vraisemblance des facteurs suivants :

1. une revascularisation aussi complète que possible ;
2. la perméabilité des greffons implantés ;
3. la progression des lésions obstructives sur les artères pontées ou non pontées ;
4. l'absence d'infarcissement myocardique périopératoire.

### C) DÉBITS DES GREFFONS ET HYPERHÉMIE RÉACTIONNELLE (tableau III, fig. 11)

Les débits moyens des greffons sont respectivement de  $70 \text{ ml/min}$  dans le groupe I, de  $60 \text{ ml/min}$  dans le groupe II et de  $47 \text{ ml/min}$  dans le groupe III.

Le test d'hyperhémie réactionnelle (HR) est également positif dans les trois groupes (pour-

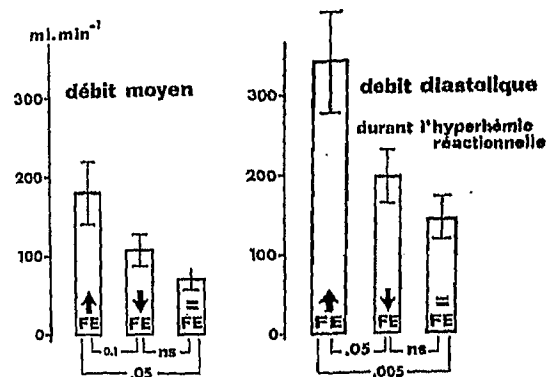


FIG. 11

Débits de revascularisation, mesurés en peropératoire, compte tenu de la perméabilité des greffons à un an (séries non appariées ; moyenne  $\pm$  erreur standard).

centage de positivité : Gr. I 69 p. 100, Gr. II 53 p. 100, Gr. III 56 p. 100 : NS, test de  $\chi^2$ ).

Un greffon sur deux, dans les groupes I et III ont une hyperhémie réactionnelle supérieure à 20 p. 100 tandis que le groupe III n'a qu'un greffon sur 4 avec une hyperhémie réactionnelle supérieure à 20 p. 100 ; mais cette différence n'a pas de valeur significative.

En peropératoire, le débit global de revascularisation ( $\text{ml/min}$ ) est en moyenne, par patient de  $187 \text{ ml}$  dans le groupe I, de  $143 \text{ ml}$  dans le groupe II et de  $84 \text{ ml}$  dans le groupe III (fig. 11).

En fait, ces valeurs de débit de revascularisation doivent être réévaluées en tenant compte de la perméabilité des greffons, observée un an après chirurgie ; le pourcentage de greffons perméables est respectivement de 94 p. 100 dans le groupe I, de 64 p. 100 dans le groupe II et de 76 p. 100 dans le groupe III (tableau V). Si l'on exclut de nos moyennes les valeurs de débit des greffons thrombosés en postopératoire, les débits globaux de revascularisation sont en moyenne, par patient de  $181 \text{ ml/min}$  dans le groupe I, de  $107 \text{ ml/min}$  dans le groupe II et de  $70 \text{ ml}$  dans le groupe III. Comme l'illustre la figure 11, ces différences dans le degré de revascularisation deviennent encore plus marquées et significatives si l'on prend en considération la valeur maximale du débit diastolique au cours de l'hyperhémie réactionnelle.

En conclusion, l'hémodynamique de ces greffons démontre que le groupe I est quantitativement mieux revascularisé que le groupe II et III.

TABLEAU III

HÉMODYNAMIQUE DES GREFFONS, MOYENNE ± ERREUR STANDARD, TEST DE STUDENT POUR SÉRIES NON APPARIÉES ;  
NS : NON SIGNIFICATIF

	FE augmentée	FE réduite	FE inchangée
1. Débit moyen par greffon, ml · min <sup>-1</sup> .....	70 ± 8	60 ± 8	47 ± 5
	< 0,02		
	NS		NS
2. Hyperhémie réactionnelle, pourcentage moyen par greffon, % .....	17 ± 2,5	12 ± 2,5	18 ± 3
	NS		NS
3. Débit de revascularisation, valeur moyenne par patient, ml/min <sup>-1</sup> .....	187 ± 43	143 ± 29	93 ± 12
	< 0,05		
	NS		NS
4. Débit de revascularisation, compte tenu de la perméabilité des greffons (fig. 11) valeur moyenne par patient, ml/min <sup>-1</sup> .....	181 ± 40	107 ± 20	70 ± 3
	< 0,01		
	< 0,1	NS	

**D) BILAN CORONAROGRAPHIQUE :  
VASCULARISATION  
ET REVASCULARISATION**  
(tableaux IV et V, fig. 12 et 13)

D'un point de vue empirique et strictement « chirurgical » les divers segments vasculaires du réseau coronarien, décrits au paragraphe E (fig. 4) de nos méthodes, sont susceptibles d'être pontés, s'ils présentent une lésion obstructive supérieure à 50 p. 100 et un lit d'aval satisfaisant.

En préopératoire, le degré de sclérose coronarienne d'un patient peut être évalué par le rapport du nombre de segments lésés au nombre total de segments (n = 15) analysés sur la coronarographie de ce patient. En préopératoire, le pourcentage des lésions potentiellement curables se définit par le rapport des lésions pontables au nombre total de segments lésés.

En peropératoire, la qualité du geste chirurgical peut être estimé par le rapport entre le

nombre de greffons implantés et le nombre de segments coronariens lésés. Enfin, en postopératoire, le succès et l'efficacité du geste chirurgical sont jugés au nombre de greffons perméables par rapport au nombre de segments lésés.

Le tableau IV donne en pourcentages les valeurs de ces divers rapports, pour les trois groupes de patients précédemment décrits. Diverses conclusions s'imposent. En préopératoire, le degré de sclérose coronarienne et les possibilités chirurgicales de curabilité de ces lésions ne sont pas différents au sein des trois groupes.

Par contre, en peropératoire, 90 p. 100 des lésions existantes sont pontées dans le groupe I, contre 53 p. 100 dans le groupe II et 81 p. 100 dans le groupe III, bien que cette différence n'ait pas de valeur statistique significative. En outre, il est à noter que dans le groupe I, 7 lésions jugées non pontables en préopératoire ont néanmoins été pontées,

TABLEAU IV  
BILANS CORONAROGRAPHIQUES PRÉOPÉRATOIRES ET POSTOPÉRATOIRES

	Groupe I FE améliorée		Groupe II FE détériorée		Groupe III FE inchangée		Valeur de X <sup>2</sup>	Valeur de P
A : « degré de sclérose coronarienne »	$\frac{40}{195}$	21 %	$\frac{62}{240}$	26 %	$\frac{56}{315}$	18 %	3,45	ns
B : « lésions potentiellement curables »	$\frac{29}{40}$	73 %	$\frac{43}{62}$	70 %	$\frac{45}{56}$	81 %	0,28	ns
C : « qualité de l'acte chirurgical jugée en peropératoire »	$\frac{36}{40}$	90 %	$\frac{39}{62}$	63 %	$\frac{45}{56}$	81 %	1,48	ns
D : « Succès de l'acte chirurgical jugé en postopératoire »	$\frac{34}{40}$	85 %	$\frac{25}{62}$	41 %	$\frac{34}{56}$	61 %	5,11	0,07

A : Rapport du nombre de segments lésés, au nombre total de segments analysés sur la coronarographie d'un patient. B : Rapport du nombre de lésions pontables, au nombre de segments coronaires lésés ; C : Rapport du nombre de greffons implantés, au nombre de segments coronaires lésés ; D : Rapport du nombre de greffons perméables, au nombre de segments coronaires lésés.

TABLEAU V  
PERMÉABILITÉ DES GREFFONS

	FE ↑	FE ↓	FE =
Greffons implantés par patient .....	2,8	2,4	2,1
	----- ----- -----  ns                      ns                      ns		
Perméabilité des greffons ....	94 %	64 %	76 %
Greffon perméable par patient .....	2,6	1,6	1,6
	----- ----- -----  0,005                      ns                      0,02		

test t de Student pour séries non appariées

alors qu'inversement dans le groupe II, 4 lésions jugées pontables en préopératoire ne l'ont pas été en cours de chirurgie. Enfin, un an après chirurgie, dans le groupe I, 85 p. 100 des lésions constatées en préopératoire ont un greffon perméable, contre 41 p. 100 dans le groupe II et 61 p. 100 dans le groupe III ( $\chi^2 = 5,11$ ,  $p \leq 0,07$ ; fig. 12, tableau IV). Le nombre de greffons perméables par patient est de 2,6 dans le groupe I contre 1,6

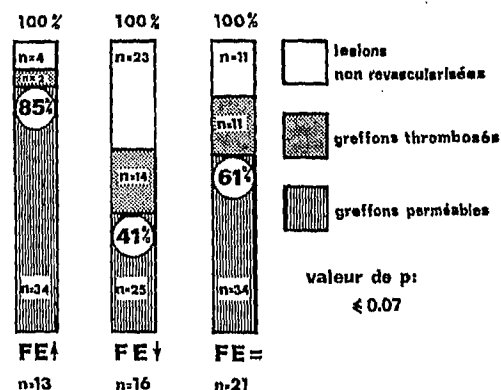


FIG. 12

Pourcentages de lésions revascularisées avec succès, au sein des trois groupes précédemment identifiés.

dans le groupe II ( $p < 0,0005$ ) et le groupe III ( $p < 0,02$ ) (tableau V). De plus, lorsque l'on identifie les régions d'implantation de ces greffons perméables (fig. 13), il apparaît que les 13 patients du groupe I ont toujours bénéficié de la revascularisation de l'interventriculaire antérieure et/ou de ses branches diagonales. Dans ce groupe, respectivement 80 p. 100 et 75 p. 100 des lésions obstructives constatées sur la coronaire droite et l'artère circonflexe sont reperfusées par un greffon perméable un an après chirurgie. En fait,

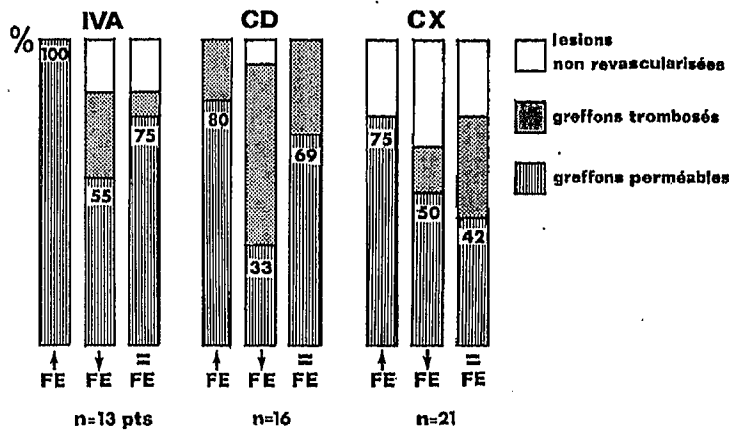


FIG. 13

Pourcentage des lésions revascularisées avec succès, dans les territoires de l'interventriculaire antérieure (IVA), de la coronaire droite (CD) et de l'artère circonflexe (CX).

dans ce groupe, seuls deux greffons sur la coronaire droite sont thrombosés en postopératoire.

En outre, dans quatre cas, le chirurgien n'a pas tenté de revasculariser un segment sténosé de l'artère circonflexe ou d'une de ses branches, soit parce que le vaisseau était inaccessible au chirurgien soit parce qu'il était de calibre trop étroit.

Par contre dans le groupe II, les pourcentages de lésions obstructives revascularisées avec succès, sont très inférieurs à ceux de groupe I, que l'on considère l'interventriculaire antérieure et ses branches (55 p. 100) ou l'artère coronaire droite (33 p. 100) ou encore l'artère circonflexe et ses branches (50 p. 100). Enfin, le groupe III présente des pourcentages de revascularisation réussie (75 p. 100 IVA, 69 p. 100 CD, 42 p. 100 CX) intermédiaires à ceux du groupe I et II.

En conclusion, les patients dont la fonction ventriculaire gauche a été améliorée en postopératoire (groupe I), sont ceux qui ont bénéficié d'une revascularisation quasi complète, à 85 p. 100. Inversement, les patients qui ont eu une revascularisation incomplète — lésions non pontées et greffons thrombosés — sont ceux dont la fonction ventriculaire se détériore en post-opératoire (groupe II). En outre, une comparaison soignée du bilan coronarographique pré et postopératoire de ce groupe III nous révèle que 13 segments coronariens sténosés en préopératoire se sont

totallement obstrués en postopératoire. Dans 7 cas, la perfusion myocardique régionale est assurée en postopératoire par un greffon perméable. Dans 4 cas, la perfusion régionale est désormais dépendante d'un réseau collatéral; chez deux patients, le vaisseau sténosé, visualisé sur la coronarographie préopératoire, n'est plus visible sur la coronarographie postopératoire, bien que persiste un « moignon » coronaire à l'endroit de la lésion identifiée sur la coronarographie préopératoire. Il est à noter que les électrocardiogrammes postopératoires de ces deux patients sont inchangés par rapport à l'examen préopératoire. Paradoxalement, chez 3 patients qui ont présenté en peropératoire un infarctus du myocarde (critères électrocardiographiques et/ou enzymatiques), il n'a pas été décelé, en postopératoire sur la coronarographie, de « disparition » de segments du réseau coronarien. Ainsi donc, chez 9 des 16 patients du groupe II, il existe une explication plausible — de nature vasculaire ou myocardique — à l'altération de la fonction ventriculaire gauche globale ou régionale de chacun de ces 9 patients (tableau VI).

## DISCUSSION

Traiter de la chirurgie de pontage aorto-coronarien implique que l'on aborde les relations complexes qui existent entre les symptômes du patient, sa fonction ventriculaire gauche et son réseau coronarien. Diverses

TABLEAU VI

FRACTIONS D'ÉJECTION (FE), VOLUMES TÉLÉDIASTOLIQUES (VtD) ET TÉLÉSYSTOLIQUES (VtS), CONTRACTIONS SEGMENTAIRES (L1, L2, L3...) EN PRÉOPÉRATOIRE (PR) ET POSTOPÉRATOIRE (PO), DE NEUF PATIENTS QUI ONT PRÉSENTÉ SOIT UN INFARCTUS DU MYOCARDE PÉROPÉRATOIRE, SOIT L'OCCUSION D'UN VASSEAU CORONAIRE NON PONTÉ

Patients	FE %		VtD ml · m <sup>2</sup>		VtS ml · m <sup>2</sup>		L1, %		L2, %		L3, %		L4, %		L5, %		L6, %		L7, %		L8, %		L9, %		
	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	PR	PO	
R 23	1	66	39	64	107	22	65	58	40	37	18	36	14	40	3	25	-12	50	25	14	22	6	11	21s	18
R 52	2	57	50	73	90	31	45	59	55	36	33	17	26	19	4	2	-51	45	-7	27	6	19	2	21	6
R 101	3	57	38	83	124	36	77	61	31	41	31	42	30	50	32	9	25	5	4	4	2	5	0	15	13
R 76	4	34	13	112	153	74	132	60	36	22	7	10	7	17	11	17	6	-7	-2	-5	0	-5	1	4	3
R 109	5	67	37	58	110	19	69	63	41	34	17	29	16	34	30	36	34	54	21	39	22	23	5	23	15
R 87	6	60	41	70	81	28	48	54	28	28	15	18	14	21	19	15	25	13	43	39	19	26	18	15	7
R 62	7	58	53	104	84	45	39	42	41	33	42	39	39	42	52	37	1	31	31	16	14	4	9	10	26
R 14	8	52	36	89	148	42	95	43	27	37	20	27	28	22	11	16	12	38	31	8	5	12	5	26	20
R 17	9	64	36	53	63	19	40	57	25	44	31	53	16	64	17	1	19	15	34	14	31	7	7	18	18

N° 1, 2, 3 : infarctus du myocarde péropératoire ; n° 4, 5 : thrombose et disparition « coronarographique » d'un vaisseau coronarien ; n° 6, 7, 8, 9 : occlusion coronarienne avec perfusion par réseau collatéral.

approches sont possibles ; elles peuvent être « symptomatiques, fonctionnelles ou anatomiques » selon que l'on envisage les symptômes du patient après chirurgie, les modifications postopératoires de la fonction ventriculaire ou encore les changements opérés sur le réseau coronaire : un choix s'impose.

Il est de toute évidence malaisé de prédire les modifications postopératoires de la fonction ventriculaire à partir de l'anatomie coronarienne et de la perméabilité des greffons [25, 26, 27, 28, 29] ou sur la base de l'évaluation pré et postopératoire des symptômes des patients [30, 31, 32, 33]. La médiocre valeur prédictive de cette approche est partiellement due à son caractère subjectif.

Inversement, la sévérité clinique de l'angor d'un patient et l'état fonctionnel de son ventricule ne sont pas nécessairement prévisibles sur la base d'une description soignée de l'anatomie de ses coronaires [22]. Cette dernière assertion reste valable en ce qui concerne l'analyse des résultats postopératoires [22]. En effet, il faut garder à l'esprit qu'une maladie des trois vaisseaux est compatible avec une fonction ventriculaire normale à l'état basal et qu'elle peut être moins invalidante de par son angor qu'une lésion monotrunculaire. D'autre part, la multiplicité des index angiographiques de vascularisation et de revascularisation, proposés dans la littérature, témoigne de la difficulté à décrire adéquatement le système coronarien dans son aspect fonction-

nel de réseau nutritionnel du myocarde [34, 35, 36, 22]. Dès lors, il nous a semblé intéressant d'aborder le problème — Revascularisation et fonction ventriculaire — en faisant usage d'un critère fonctionnel pour caractériser l'évolution postopératoire de nos patients. Le paramètre d'évaluation de la fonction ventriculaire gauche, le plus « popularisé » et utilisé, est certainement la fraction d'éjection. Trois groupes de patients ont donc été individualisés selon que leur fraction d'éjection était améliorée, détériorée ou inchangée.

Une modification de la FE, supérieure à 4 p. 100 en valeur absolue, a été retenue comme significative. Cohn et collaborateurs (1974), analysant deux ventriculographies successives chez le même patient, ont démontré que la différence moyenne entre les fractions d'éjection de ces examens consécutifs n'outrepassait pas 4 p. 100 [24]. Par ailleurs, Chaitman et collaborateurs (1975) ont analysé les variations d'interprétation d'un même ventriculogramme examiné par deux observateurs : la différence des moyennes était de 2 p. 100 et l'écart type de 4 p. 100 [23]. Enfin, pour Bove et collaborateurs (1978), la reproductibilité de la mesure de fraction d'éjection est, en valeur absolue, de 1,7 p. 100 lorsque 6 observateurs examinent les mêmes silhouettes angiographiques [37].

Ces données de la littérature, ainsi que notre expérience personnelle, valident le choix de cette valeur seuil de 4 p. 100, comme

critère discriminant dans l'évaluation fonctionnelle de nos patients en postopératoire.

De l'étude de la contraction segmentaire, nous retiendrons que la détérioration de la cinétique de la paroi antérieure semble être le facteur déterminant de l'altération globale de la fonction ventriculaire gauche chez les patients du groupe II ; malgré une médiocre revascularisation, la cinétique de la paroi inférieure dans ce groupe ne semble pas être affectée.

De l'analyse des paramètres isovolumétriques en rythme spontané et en cours de stimulation auriculaire, nous retiendrons qu'à l'état basal, en pré et postopératoire, ils ne permettent pas de différencier les patients, conformément à la sélection opérée à partir des paramètres éjectionnels. Par contre, au cours d'un test de stimulation auriculaire, les modifications des paramètres isovolumétriques confirment les changements observés sur les paramètres éjectionnels à l'état basal.

En d'autres mots, l'étude des paramètres isovolumétriques n'a de sens qu'au cours d'une épreuve de stimulation [38, 39, 40, 18].

Chez 56 patients opérés de pontage aorto-coronarien, nous avons récemment étudié — grâce à des marqueurs épicaudiques radio-opaques implantés en cours de chirurgie [41] —

les relations qui existent entre la cinétique ventriculaire régionale, le débit sanguin des greffons et leurs hyperhémies réactionnelles [7, 8]. Nous avons démontré qu'il existait une relation entre la fraction de raccourcissement et le débit des greffons et que cette relation était d'autant plus étroite que le pourcentage d'hyperhémie réactionnelle était élevé.

Considérant les valeurs de débits de revascularisation au sein des trois groupes, il est dès lors remarquable que les débits diastoliques au cours de l'hyperhémie réactionnelle soient significativement plus élevés (fig. 10) chez les patients dont la cinétique ventriculaire régionale et globale est améliorée.

En outre, dans le groupe I, la revascularisation est quasi complète et harmonieusement répartie sur l'ensemble des trois vaisseaux.

Une revascularisation dite complète et une fonction ventriculaire gauche susceptible d'être améliorée semblent donc constituer les deux conditions sine qua non d'amélioration fonctionnelle.

D'autre part, les hasards de l'acte chirurgical (tableau VI) et le traumatisme de la chirurgie [43] ne sauraient être sous-estimés.

En conseillant à nos patients la chirurgie de pontage aorto-coronarien, nous l'acceptons pour le meilleur et pour le pire.

#### SUMMARY

The effect of coronary artery bypass graft (CBG) on left ventricular performance was evaluated by analysing preoperative (preop) and postoperative (postop) pressure-derived measurements from tip manometers during atrial pacing stress (APS) and resting segmental wall motion (SWM) of 50 patients (pts), restudied 12 months after CBG. Perioperatively, graft flow and reactive hyperemia (RH) were also measured. End diastolic pressure (EDP) maximal velocity of contractile element ( $V_{max}$ ) during APS, mean velocity of circumferential fiber shortening ( $V_{cf}$ ) and SWM at rest were compared in three groups: Gr I, 13 pts with postop increase (+5 p. 100) of ejection fraction (EF); Gr II, 16 pts with EF decreased (-5 p. 100); Gr III, 21 pts with EF unchanged ( $\pm 4$  p. 100). At rest, EDP of Gr II was the only parameter significantly altered with a postop increase of 5 mmHg ( $< 0.05$ ). During APS,  $V_{max}$  postop is increased in Gr I ( $59.5 \text{ s}^{-1}$  preop,  $67.5$  postop,  $p < 0.02$ ) while it is decreased in Gr II ( $67 \text{ s}^{-1}$  preop,  $57$  postop,  $p < 0.05$ ) and unchanged in Gr III. At rest, consistent changes in mean  $V_{cf}$  were found in Gr I ( $0.69$  length/s preop,  $0.97$  postop,  $p < 0.001$ ) and Gr II ( $0.87$  preop,  $0.68$  postop,  $p < 0.001$ ).

In Gr I, regional improvement in wall motion was equally distributed to the anterior and posterior wall. In Gr II postop reduction of regional shortening was confined to the anterior wall. In Gr II successful revascularization of the anterior wall was performed only in 55 p. 100 of pts versus 100 p. 100 in Gr I. In addition, during RH, peak diastolic flow was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in Gr I ( $341 \pm 63$  ml) than in Gr II ( $197 \pm 34$ ) underlining the higher level of effective revascularization attained in Gr I. We conclude that resting regional and global ejection phase indices as well isovolumic phase indices during stress will improve when complete revascularization procedure is successful.

#### RESUMEN

El efecto del puente aortocoronario sobre el rendimiento ventricular izquierdo se evalúa con el análisis preoperatorio y postoperatorio de los datos suministrados por micromanómetros, antes y después de la estimulación auricular, así como por el análisis en estado basal de la contracción miocárdica segmentaria. Se estudiaron

cincuenta pacientes antes y doce meses después de la intervención de puente. Durante la intervención, el gasto del injerto y la reacción hiperhémica se midieron. La presión telediastólica y la velocidad máxima del elemento contráctil ( $V_{max}$ ) durante la estimulación auricular, la velocidad media de acortamiento de las fibras circunferenciales (VCF) y la contracción miocárdica segmentaria en reposo se compararon en tres grupos. El primer grupo reúne 13 pacientes en los cuales la fracción de eyección postoperatoria está aumentada (+5 por 100). El grupo II está constituido por 16 pacientes en los cuales la fracción de eyección disminuye (-5 por 100). El grupo III comprende 21 pacientes cuya fracción de eyección no varió ( $\pm 4$  por 100). En reposo, la PTDVI del grupo II es el único parámetro modificado: aumento de 5 mmHg ( $p < 0,05$ ). Durante la estimulación auricular, la  $V_{max}$  postoperatoria se aumenta en el grupo I ( $59,5 \text{ s}^{-1}$ ) en el preoperatorio,  $67,5$  en el postoperatorio,  $p < 0,02$ ), mientras que la misma se disminuye en el grupo II ( $67 \text{ s}^{-1}$  en preoperatorio,  $57 \text{ s}^{-1}$  en postoperatorio,  $p < 0,05$ ) y no está modificado en el grupo III. En reposo, se observaron modificaciones de VCF en el grupo I (0,87 en preoperatorio, 0,68 en postoperatorio,  $p < 0,001$ ).

En el grupo I, la mejoría de la contracción miocárdica segmentaria se refiere tanto a la pared anterior como a la pared posterior. En el grupo II la disminución postoperatoria de la contracción regional no concierne sino a la pared anterior. En el grupo II, solamente se comprueba una revascularización efectiva de la pared anterior en el 55 por 100 de los pacientes, mientras que la misma alcanza el 100 por 100 en el grupo I. Además, durante la prueba de hiperhemia, el gasto diastólico máximo es significativamente más elevado ( $p < 0,05$ ) en el grupo I ( $341 \pm 63 \text{ ml}$ ) que en el grupo II ( $197 \pm 34$ ), lo cual destaca que la revascularización es mejor en el grupo I. Concluimos en que los índices calculados en estado basal de la contracción global y de la contracción regional así como los índices en fase isovolúmica en el curso de la estimulación auricular aumentan cuando la revascularización miocárdica completa ha sido un éxito.

### Bibliographie

- ROSS R.S. : Ischemic heart disease : an overview. *Am. J. Cardiol.*, 36, 496, 1975.
- BRISTOW J.D. : A cardiologist view of coronary bypass surgery. In : Progress in cardiology. Editeurs Paul N Yu et John F Goodwin-Lea et Febiger, Philadelphia, 1977.
- DESMOND J. : Prognosis in angina : medical versus surgical therapy. In : Progress in cardiology. Editeurs : Paul N Yu et John F Goodwin-Lea et Febiger, Philadelphia, 1977.
- VARNAUSKAS E. : A multicenter randomized aorta coronary bypass study, survival at two years. *Am. J. Cardiol.*, 43, 352, 1979.
- HAMMERMEISTER K.E., DE ROUEN T.A., DODGE H.T. : Evidence from a non randomized study that coronary surgery prolongs survival in patients with two vessel coronary disease. *Circulation*, 43, 430, 1979.
- PROUBERT W.L., BRUSCHKE A.V.G., SONES F.M. Jr : Natural history of obstructive coronary artery disease : ten year study of 601 non surgical cases. *Prog. cardiovascular Dis.*, 21, 43, 1978.
- SERRUYS P.W., HUGENHOLTZ P.G., BROWER R.W. : Raccourcissement myocardiographique régional et débit sanguin des greffons après chirurgie de pontage aorto-coronarien. *Arch. Mal. Coeur*, 3, 221, 1979.
- BROWER R.W., SERRUYS P.W., BOS E., NAUTA J. : Bypass flow, reactive hyperemia and regional myocardial shortening after coronary artery bypass surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77, 92, 1979.
- DODGE H.T., SANDLER H., BAXLEY W.A., HAWLEY R.R. : Usefulness and limitations of radiographic methods for determining left ventricular volume. *Am. J. Cardiol.*, 18, 10, 1966.
- HEINTZEN P.H. : Automatic videoangiographic image analysis, computers in cardiology, Conf. Proc. IEEE Comp. Soc. Long Beach, Calif. p. 67, 1974.
- SLAGER C.J., REIBER J.H.C., SCHOURBIERS J.C.H., MEESTER G.T. : Contourmat - a hard-wired left ventricular angle processing system. 1. Design and application. *Comp. Biomed. Res.*, 2, 491, 1978.
- BROWER R.W., MEESTER G.T., HUGENHOLTZ P.G. : Quantification of ventricular performance : a computer-based system for the analysis of angiographic data. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.*, 1, 133, 1975.
- LEIGHTON R.F., WILT S.M., LEWIS R.P. : detection of hypokinesia by a quantitative analysis of left ventricular cineangiograms. *Circulation*, 50, 121, 1974.
- BROWER R.W., MEESTER G.T. : Computer based methods for quantifying regional left ventricular wall motion from cine ventriculograms. *Computers in cardiology*, vol. 3, 55. IEEE Computer society, Long Beach, California, 1976.
- BROWER R.W. : Practical considerations in the choice of catheter tip manometers versus conventional fluid-filled catheter manometer systems. *Biomed. Eng.*, 8, 351, 1973.
- STENSON R., CROUSE L., HENRY W.L., HARRISON D.C. : A time shared digital computer system for on-line analysis of cardiac catheterization data. *Comput. Biomed. Res.*, 1, 605, 1968.
- MEESTER G.T., BERNARD N., ZEELENBERG C., BROWER R.W., HUGENHOLTZ P.G. : A computer system real time analysis of cardiac catheterization data. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.*, 1, 113, 1975.
- BROWER R.W., REMME W.J., TEN KATEN H.J., VAN DEN BRAND M. : Quantification of the atrial pacing stress test : normal values and limits between normal and abnormal for coronary artery disease in man. *Computers in cardiology*. IEEE Computer Society, Long Beach, California, Vol. 4, 591-599, 1977.
- MARK F. v/d, FRANK H.L.L., BUIS B. et al. : Significance of blood flow measurements in implanted aorta-coronary bypass grafts. *Circulation*, 45 (Suppl. 2), 232, 1972.
- MARK F. v/d, FRANK H.L.L., BOS E. et al. : Some aspects of acute blood flow measurements in aortic coronary bypass grafts in relation to patency. Internal communication available from the author. Erasmus Univ. Rotterdam.
- A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the hoc committee for grading



- of coronary artery disease. Council on cardiovascular surgery, *Am. Heart Assoc. Document* 73-315-A.
22. LEAMAN D.M., BROWER R.W., MEESTER G.T., SERRUYS P.W., BRAND M. v/d : Coronary artery atherosclerosis : Is there a correlation between the severity of the disease (coronary score), the severity of angina pectoris and compromised left ventricular function. *Circulation* (sous presse).
  23. CHAITMAN B.R., DE MOTIS, BRISTOW D., RÖSCH J., RAHIMTOOLA S.H. : Objective and subjective analysis of left ventricular angiograms. *Circulation*, 52, 420, 1975.
  24. COHN P.F., LEVINE J.A., BERGERON G.A., GORLIN R. : Reproducibility of the angiographic left ventricular ejection fraction in patients with coronary artery disease. *Am. Heart J.*, 88, 713, 1974.
  25. ARBOGAST R., SOLIGNAC A., BOURASSA M.G. : Influence of aortocoronary Saphenous Vein Bypass surgery on left ventricular volumes and ejection fraction. Comparison before and one year after surgery in 51 patients. *Am. J. Med.*, 54, 290, 1973.
  26. SHEPHERD R.L., ITSCOITZ S.B., GLANCY D., LUKE et al. : Deterioration of myocardial function following aorto coronary bypass operation. *Circulation*, 49, 467, 1973.
  27. HAMMERMEISTER K.E., KENNEDY J.W., HAMILTON G.W. et al. : Aortocoronary saphenous-vein bypass : failure of successful grafting to improve resting left ventricular function in chronic angina. *New Engl. J. Med.*, 185, 1974.
  28. APSTEIN C.S., KLINE S.A., LEVIN D.C., BALTAKE H.A., KILLIP T. : Left ventricular performance and graft patency after coronary artery saphenous vein bypass surgery : early and late follow-up. *Am. Heart J.*, 93, 547, 1977.
  29. BRUNDAGE B.H., ANDERSON W.T., DAVIA J.E., CHEITLIN M.D., DE CASTRO C.M. : *Am. Heart J.*, 93, 687, 1977.
  30. HUGENHOLTZ P.G., MEESTER G.T., VAN DEN BRAND M., BROWER R.W., TEN KATEN H.J., BOS E. : Pre and postoperative evaluation of left ventricular function after coronary bypass grafting. In : *Progress in cardiology* - éditeurs Paul N Yu et John F Foodwin. Lea et Ribiger, Philadelphia 1977.
  31. VAN DEN BRAND M., SERRUYS P.W., BOS E., HUGENHOLTZ P.G. : Coronairchirurgie in het Thoraxcentrum Rotterdam. *Hart. Bull.*, 9, 114, 1978.
  32. SERRUYS P.W., ROUSSEAU M.F., COSYNS J., PONLOT R., BRASSBUR L.A., DETRY J.M. : Haemodynamics during maximal exercise after coronary bypass surgery. *Br. Heart J.*, 40, 1205, 1978.
  33. SERRUYS P.W., DETRY J.M.R. : How to interpret changes in exercise tolerance after coronary bypass surgery. Abstracts book published for the European society for clinical investigation by Blackwell Scientific Publication, Oxford, London, Edinburg, Melbourne, p. 3, 1977.
  34. FRIESINGER G.C., PAGE E.E., ROSS R.S. : Prognostic significance of coronary arteriography. *Trans. Assoc. Am. Physicians*, 83, 78, 1970.
  35. GENSINI : Coronary arteriography : the coronary artery disease scoring and retrieval system of Gensini (cardscores), p. 271. Edited by Futura publishing company inc., Mount Kisco, New York, 1975.
  36. LEVINE J.A., BECHTEL D.J., COHN P.F., HERMAN M.V., GORLIN R., COHN L.H., COLLINS J.J. Jr. : Ventricular function before and after direct revascularization surgery. A proposal for an index of vascularization to correlate angiographic and ventriculographic findings. *Circulation*, 51, 1071, 1975.
  37. BOVE C.A., KREULEN T.H., SPANN J.F. : Computer analysis of left ventricular dynamic geometry in man. *Am. J. Cardiol.*, 41, 1239, 1978.
  38. BUSSMAN W.D., HEBGER J., THALEN R., KOBER G., HOFF R., KALTENBACH M. : Comparison of Velocity parameters of the isovolumic and ejection phase in man. In *Coronary angiography and angina pectoris*. Editeur : PR Lichtlen, p. 122. Georg Thieme. Stuttgart 1976.
  39. HUGENHOLTZ P.G., MEESTER G.T., VAN DEN BRAND M., TIGGELAAR-DE WIDT : Value of left ventricular Catheterization and angiography in coronary artery disease. In *coronary angiography and angina pectoris*. Editeur : PR Lichtlen, p. 106. Georg Thieme. Stuttgart, 1976.
  40. HUGENHOLTZ P.G., ROBLANDT J.R., BROWER R. : myocardial muscle performance in coronary artery disease. In : *performance ventriculaire chez l'homme*. Paris Expansion Scientifique Publi P. Besse & Briaud, Paris, 403, 1975.
  41. SERRUYS P.W., TEN KATEN H.J., BOOMAN F., MEESTER G.T., BROWER R.W. : Etude de la cinétique ventriculaire régionale par implantation de marqueurs épicardiques radio-opaques. Description de la méthode. *Ann. cardiol. angéiol.*, 28, 511, 1979.
  42. WOLF N.M., KREULEN T.H., BOVE A.A., McDONOUGH M.T., KESSLER K.M., STRONG M., LEMOLE G., SPAN J.F. Left ventricular function following coronary bypass surgery. *Circulation*, 58, 63, 1978.
  43. SERRUYS P.W., BROWER R.W., TEN KATEN H.J., VAN DEN BRAND M., HUGENHOLTZ P.G. : Early myocardial depression after coronary artery bypass surgery. In *coronary heart surgery, a rehabilitation measure*. Editeurs : H. Roskamm, M. Schmuziger, Sprinker-Verlag, Berlin, Heidelberg New York, p. 348, 1979.