

DIAGNOSTIC D'UN GRADIENT TRANS AORTIQUE ELEVE

Dr Serge SARZOTTI

- . Mme G, banquière canadienne, 70 ans, poids = 100 kg et taille = 180 cm
- . Opérée au Canada il y a un mois pour un RAO serré symptomatique
SC = 2.1 cm²

Valve aortique Hancock 21

Compte rendu post opératoire J1 gradient moyen = 18 mmHG

Un peu essouffée à l'effort, BNP = 200

Mesures gradient max = 50 mmHg et moyen = 30 mmHG

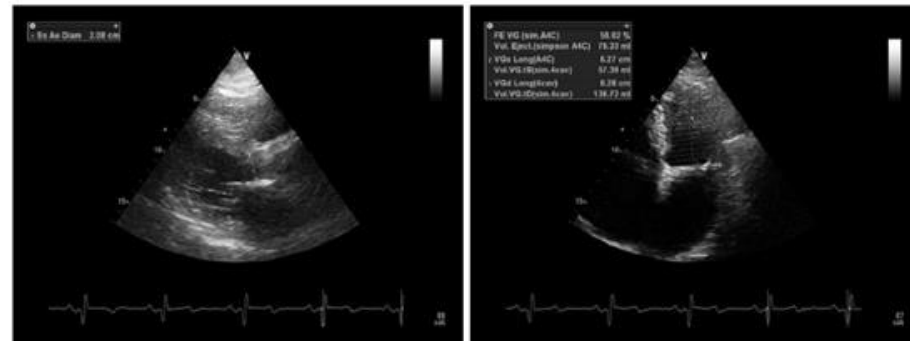
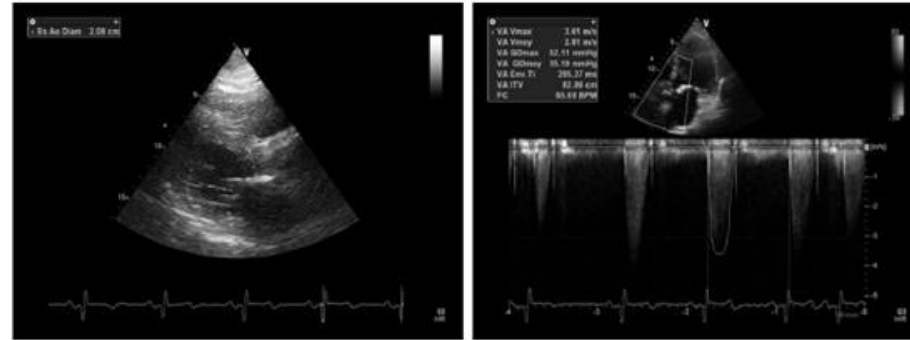
DCCVG = 21 mm

SVAO calculée = 1.3 cm²

Traitement aspirine 75 mg et coumadine avec INR = 3.2 ce jour

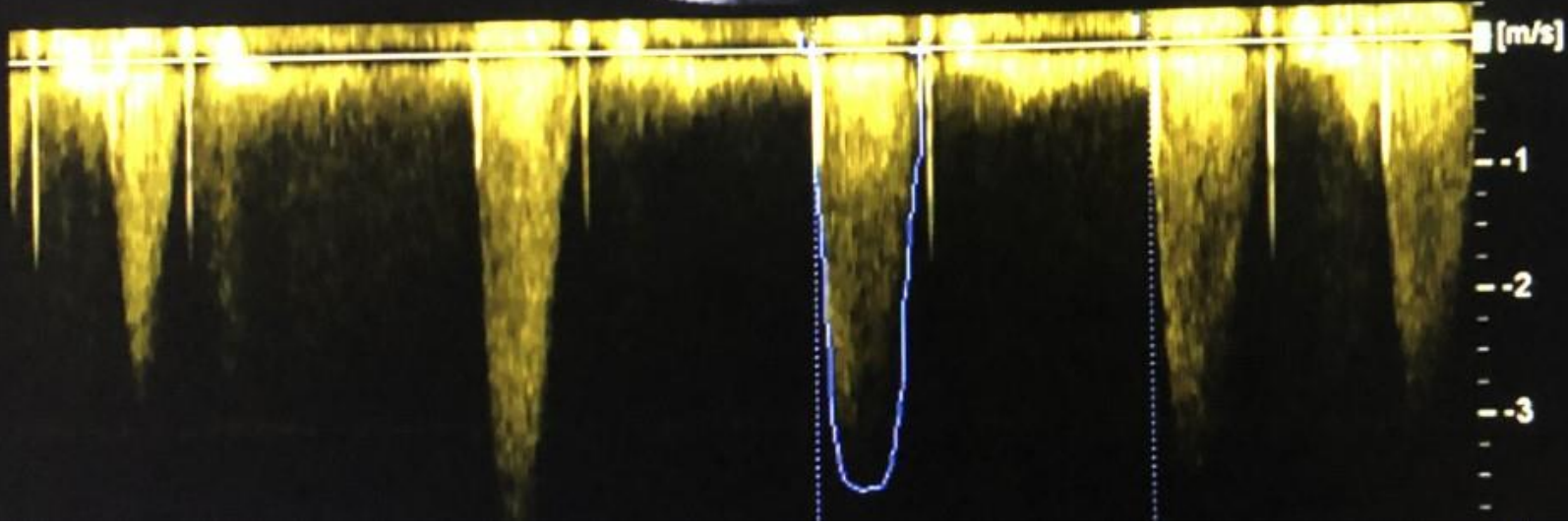
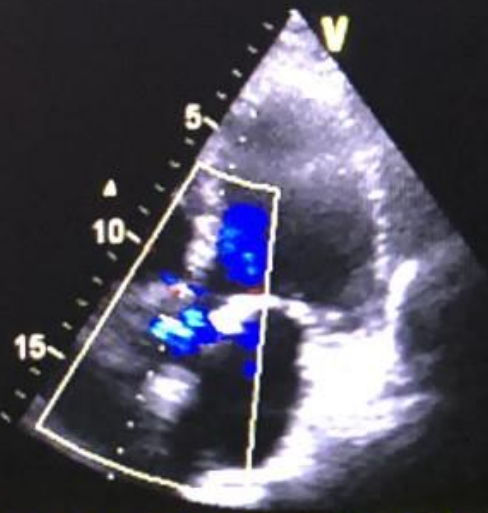
Mesures un mois après : idem

QUEL EST LE DIAGNOSTIC DE CETTE ELEVATION DE GRADIENT ?



6

1 VA Vmax	3.61 m/s
VA Vmoy	2.81 m/s
VA GDmax	52.11 mmHg
VA GDmoy	35.19 mmHg
VA Env.TI	295.27 ms
VA ITV	82.86 cm
FC	65.68 BPM



Tissu
Freq. 1.7
Proc. 2
Puls.
IPS
Prof.
Couleur
Gain
PRF
Freq.
Taille
Reject
Doppler
Echelle
Reject
Freq.
Proc.
Taille
PED

1:2105

QUELS SONT LES 4 DIAGNOSTICS A EVOQUER EN CAS D'ELEVATION DE GRADIENTS APRES UN REMPLACEMENT VALVULAIRE AORTIQUE ?

(D'après Pibarot, Eurovalve Nice 2015)

1 - ?

2 - ?

3 - ?

4 - ?

(5- dégénérescence de la bioprothèse aortique)

- On se souvient de la formule des Gorlin :
- La formule des Gorlin utilisée en cathétérisme :
- $SV \text{ (cm}^2\text{)} = K \cdot DC / \sqrt{\Delta P_m}$
- Où : DC = débit cardiaque (L/min)
- ΔP_m = gradient de pression moyen (mmHg)
- K = constante
- On met tout au carré et on obtient :

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

Gradient transvalvulaire = debit transvalvulaire ² / (k. SV effective²)

$$\text{GRADIENT} = Q^2 / K.SVE^2$$

Le gradient est proportionnel au carré du débit et inversement proportionnel au carré de la surface valvulaire effective

2 étiologies par augmentation du debit local transvalvulaire et

2 étiologies par diminution de SV effective

REPONSE 1

ELEVATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

mise en place d'une **valve à double ailettes**

Type St Jude (valve mécanique)

- . Accélération centrale avec augmentation du gradient
- . Phénomène de restitution de pression.



Est-ce la bonne réponse ?

REPONSE 1

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

Mise en place d'une valve à double ailettes
Type St Jude (valve mécanique)

- . Accélération centrale avec augmentation du gradient
- . Phénomène de restitution de pression.



Est-ce la bonne réponse ?

Non, la valve mise en place est une **bioprothèse Hancock**

REPONSE 2

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

Gradient transvalvulaire = **debit transvalvulaire** ² / (k. SV effective²)

$$\text{GRADIENT} = Q^2 / K.SVE^2$$

REPONSE 2

Gradient transvalvulaire = **debit transvalvulaire**² / (k. SV effective²)

AUGMENTATION DU DEBIT TRANSVALVULAIRE :

- 1- état d'hyperdébit (anémie, fièvre, hyperadrénergie, hyperthyroïdie)
- 2- **IM** apparue en post op ou **toute augmentation du débit trans valvulaire**
- 3- fistule Ao-OG

REPONSE 2

Gradient transvalvulaire = $\text{debit transvalvulaire}^2 / (k \cdot \text{SV effective}^2)$

AUGMENTATION DU DEBIT TRANSVALVULAIRE :

- 1- état d'hyperdébit (anémie, fièvre, hyperadrénergisme, hyperthyroïdie)
- 2- **IM** apparue en post op ou **toute augmentation du débit trans valvulaire**
- 3- fistule Ao-OG

Est-ce la bonne réponse ? Non car pas de fuite mitrale visible, débit cardiaque non augmenté

Proposition 3 et 4

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

$$\text{Gradient transvalvulaire} = \text{debit transvalvulaire}^2 / (k \cdot \text{SV effective}^2)$$

Les propositions 3 et 4 vont diminuer la surface valvulaire effective.

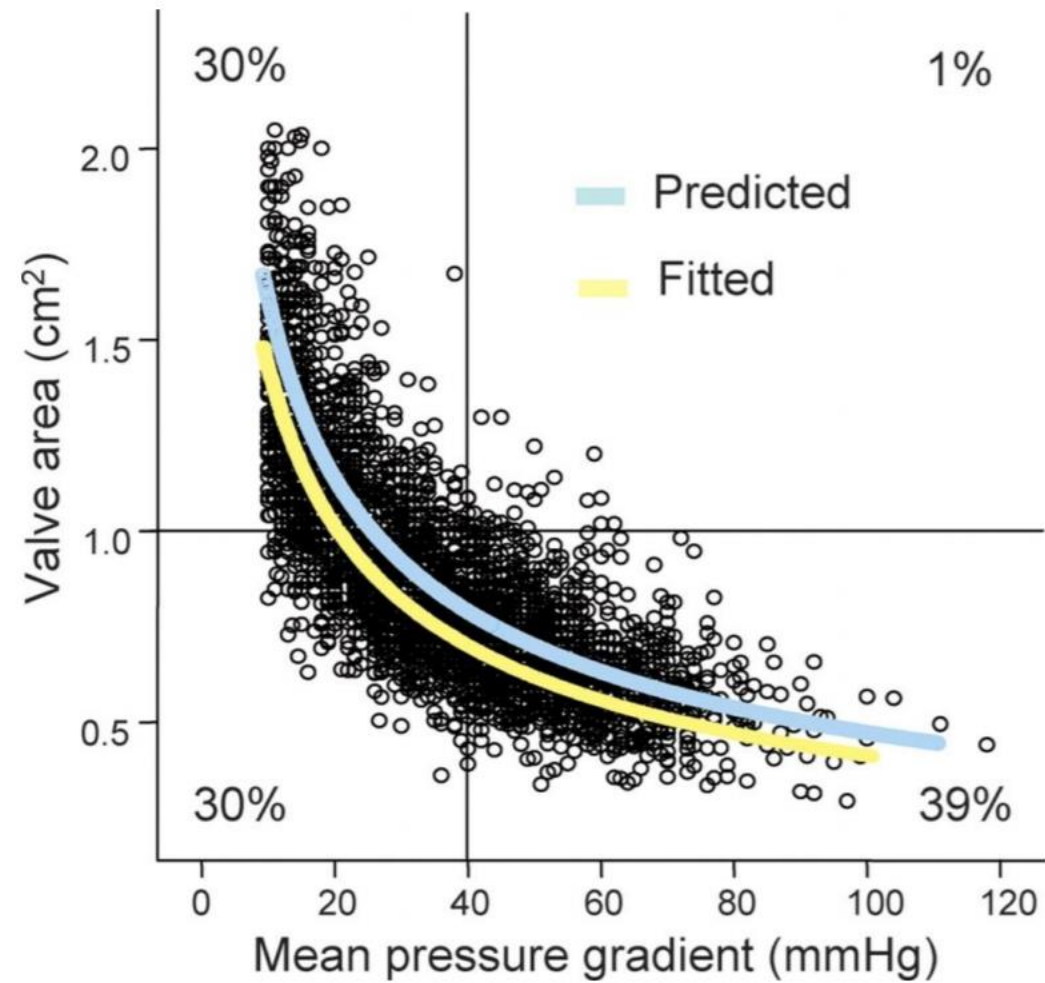
La 3 va être la thrombose de valve

La 4 va être une valve trop petite (ce que l'on appelle en anglais le ...)

Le gradient est inversement proportionnel au carré de la SVE

Courbe $Y=1/X^2$

Figure 4 : Relation prédite entre la surface valvulaire et le gradient moyen (14)



REPONSE 3

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

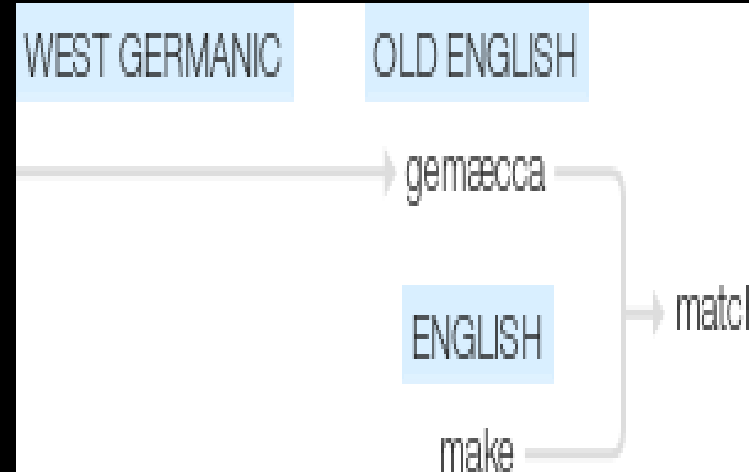
THROMBOSE DE VALVE

- Probablement le diagnostic évoqué lors de la convalescence car traitée par coumadine et aspirine
- Mais gradient élevé immédiatement en post op
- Le gradient est élevé en post op et un mois après sans changement
- Pas de thrombose visible, le jeu valvulaire est normal
- Ce n'est pas le diagnostic !

REPONSE 4-MISMATCH

- = disproportion
- = non congruence
- = PPM (Patient Prothesis Mismatch)

De mis- (« mauvais ») et match (« associer »)



To put together things that are unsuitable for each other :
I always thought Chris and Monique were mismatched, so I wasn't surprised when they got divorced.

Le mismatch, c'est mettre quelque chose de trop petit

Enfin, le choix final réalisé par le chirurgien en peropératoire, est fonction de l'implantabilité du modèle initialement prévu. Il faudra autant que possible que la prothèse implantée soit d'une taille suffisante pour le patient.

Une même valve implantée chez des patients de gabarits différents ne permettra pas d'avoir un débit cardiaque satisfaisant pour chacun d'eux créant de fait un gradient de pression transprothétique trop important chez les patients ayant une surface corporelle importante.

Figure 12 : Comparaison théorique des gradients moyens transvalvaires chez cinq patients recevant la même prothèse valvulaire mais ayant différentes surfaces corporelles (34)

	Patient number				
	1	2	3	4	5
Body surface area (m ²)	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5
Cardiac output (l/min)	4.5	5.25	6.0	6.75	7.5
Valve EOA (cm ²)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Mean pressure gradient (mm Hg)	13	17	22	28	35



EXEMPLE
THEORIQUE DE
MISMATCH : UNE
MÊME VALVE DE
1.3 CM² POUR 5
PATIENTS DE
TAILLE DIFFÉRENTE

REPONSE 4

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

UNE VALVE TROP PETITE = mismatch valvulaire aortique.

Comment le savoir ?

SC = 2.1 m²

Hancock 21 = 1.3 CM² (donnée du constructeur)

Calculer l'EOAi = EOA/BSA

Calcul du rapport entre la surface valvulaire effective et la surface corporelle

HANCOCK21 = 1.3 CM² (donnée du constructeur) divisé par 2.1 M²

Résultat = 0.62 cm²/m² PPM sévère !

REPONSE 4

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST OPERATOIRE

CLASSIFICATION DU MISMATCH VALVULAIRE = PPM.

- . severe when the indexed EOA is less than $0.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ (un RAO est serré en dessous de $0.6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$)
- . moderate when this value is between $0.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ and $0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.
- . not clinically significant when the indexed EOA is greater than $0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

Résultat = $0.62 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ **PPM sévère !**

REVUES GÉNÉRALES

Valvulopathies

	Diamètre de la prothèse, mm					
	19	21	23	25	27	29
Bioprothèses avec armature						
Mosaic	1,1 ± 0,2	1,2 ± 0,3	1,4 ± 0,3	1,7 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,0 ± 0,4
Hancock II	...	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,2
Carpentier-Edwards Perimount	1,1 ± 0,3	1,3 ± 0,4	1,5 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,1 ± 0,4	2,2 ± 0,4
Carpentier-Edwards Magna	1,3 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,1 ± 0,4	2,3 ± 0,5	...	...
Biocor (Epic)	...	1,3 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,8 ± 0,4	...	...
Mitroflow	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1,8 ± 0,2	...	...
Bioprothèses aortiques sans armature						
Medtronic Freestyle	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,5 ± 0,3	2,0 ± 0,4	2,3 ± 0,5	...
St Jude Medical Toronto SPV	...	1,3 ± 0,3	1,5 ± 0,5	1,7 ± 0,8	2,1 ± 0,7	2,7 ± 1,0
Prothèses aortiques mécaniques						
Medtronic Hall	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,2	...	...	...	...
Medtronic Advantage	...	1,7 ± 0,2	2,2 ± 0,3	2,8 ± 0,6	3,3 ± 0,7	3,9 ± 0,7
St Jude Medical Standard	1,0 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,4	2,7 ± 0,6	3,2 ± 0,3
St Jude Medical Regent	1,6 ± 0,4	2,0 ± 0,7	2,2 ± 0,9	2,5 ± 0,9	3,6 ± 1,3	4,4 ± 0,6
MCRI On-X	1,5 ± 0,2	1,7 ± 0,4	2,0 ± 0,6	2,4 ± 0,8	3,2 ± 0,6	3,2 ± 0,6
Carbomedics Standard	1,0 ± 0,4	1,5 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,0 ± 0,4	2,5 ± 0,4	2,6 ± 0,4

Les valeurs d'AVE sont les moyennes publiées dans la littérature.

TABEAU II : Valeurs de référence normales des AVE en cm² des prothèses aortiques (adapté de Pibarot et Dumesnil; [2]).

REVUES GÉNÉRALES

Valvulopathies

Un diamètre donné externe 2R ne donne pas une surface valvulaire fonctionnelle avec $S = \pi R^2$.

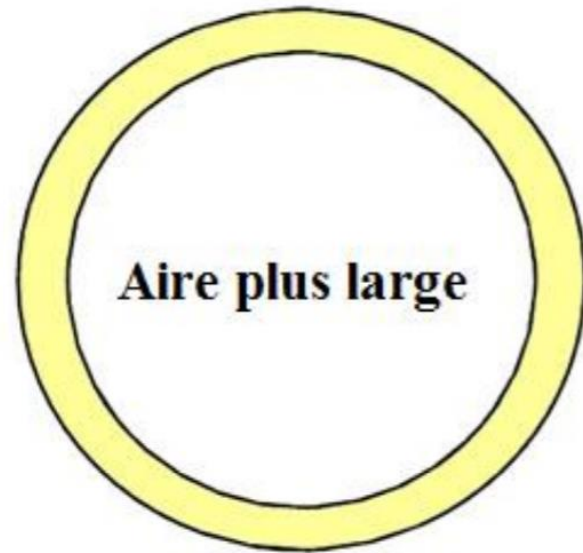
	Diamètre de la prothèse, mm					
	19	21	23	25	27	29
Bioprothèses avec armature						
Mosaic	1,1 ± 0,2	1,2 ± 0,3	1,4 ± 0,3	1,7 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,0 ± 0,4
Hancock II	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,2
Carpentier-Edwards Perimount	1,1 ± 0,3	1,3 ± 0,4	1,5 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,1 ± 0,4	2,2 ± 0,4
Carpentier-Edwards Magna	1,3 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,1 ± 0,4	2,3 ± 0,5	...	...
Biocor (Epic)	...	1,3 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,8 ± 0,4	...	...
Mitroflow	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1,8 ± 0,2	...	...
Bioprothèses aortiques sans armature						
Medtronic Freestyle	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,5 ± 0,3	2,0 ± 0,4	2,3 ± 0,5	...
St Jude Medical Toronto SPV	...	1,3 ± 0,3	1,5 ± 0,5	1,7 ± 0,8	2,1 ± 0,7	2,7 ± 1,0
Prothèses aortiques mécaniques						
Medtronic Hall	1,2 ± 0,3	1,3 ± 0,2	...	...	...	...
Medtronic Advantage	...	1,7 ± 0,2	2,2 ± 0,3	2,8 ± 0,6	3,3 ± 0,7	3,9 ± 0,7
St Jude Medical Standard	1,0 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,4	2,7 ± 0,6	3,2 ± 0,3
St Jude Medical Regent	1,6 ± 0,4	2,0 ± 0,7	2,2 ± 0,9	2,5 ± 0,9	3,6 ± 1,3	4,4 ± 0,6
MCRI On-X	1,5 ± 0,2	1,7 ± 0,4	2,0 ± 0,6	2,4 ± 0,8	3,2 ± 0,6	3,2 ± 0,6
Carbomedics Standard	1,0 ± 0,4	1,5 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,0 ± 0,4	2,5 ± 0,4	2,6 ± 0,4

Les valeurs d'AVE sont les moyennes publiées dans la littérature.

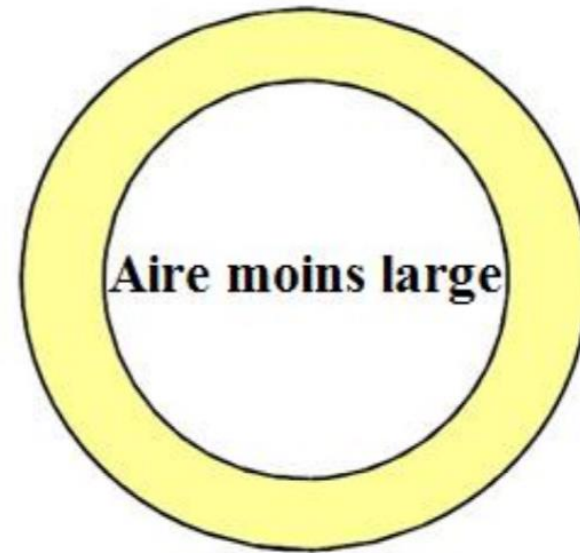
TOUTES LES PROTHÈSES NE SE VALENT PAS!!!

TABEAU II : Valeurs de référence normales des AVE en cm² des prothèses aortiques (adapté de Pibarot et Dumesnil; [2]).

Un même diamètre externe, une surface valvulaire effective différente



21



21



REPONSE 4 PREVENTION DU MISMATCH

...Si on n'a pas envie de faire des divisions au bloc ...
... Y a des tableaux...

REPONSE 4

AUGMENTATION DU GRADIENT TRANS VALVULAIRE EN POST
OPERATOIRE

CLASSIFICATION DU MISMATCH VALVULAIRE = PPM.




severe when the indexed EOA is less than $0.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

moderate when this value is between $0.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ and $0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.

not clinically significant when the indexed EOA is greater than $0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

SJM Regent® Valve Compared to Aortic Bioprostheses Effective Orifice Area Index (EOAI) Calculator

See back page for product key



Valve Size (mm)	19		21				23			
Reference EOA (cm ²)	1.7	1.0	2.0	1.2	1.3	1.4	2.5	1.5	1.5	1.3
BSA	SJM Regent ^A	Perimount ^B	SJM Regent ^A	Perimount ^B	Mosaic ^C	Hancock II ^D	SJM Regent ^A	Perimount ^B	Mosaic ^C	Hancock II ^D
0.6	2.83	1.67	3.33	2.00	2.17	2.33	4.17	2.50	2.50	2.17
0.7	2.43	1.43	2.86	1.71	1.86	2.00	3.57	2.14	2.14	1.86
0.8	2.13	1.25	2.50	1.50	1.63	1.75	3.13	1.88	1.88	1.63
0.9	1.89	1.11	2.22	1.33	1.44	1.56	2.78	1.67	1.67	1.44
1.0	1.70	1.00	2.00	1.20	1.30	1.40	2.50	1.50	1.50	1.30
1.1	1.55	0.91	1.82	1.09	1.18	1.27	2.27	1.36	1.36	1.18
1.2	1.42	0.83	1.67	1.00	1.08	1.17	2.08	1.25	1.25	1.08
1.3	1.31	0.77	1.54	0.92	1.00	1.08	1.92	1.15	1.15	1.00
1.4	1.21	0.71	1.43	0.86	0.93	1.00	1.79	1.07	1.07	0.93
1.5	1.13	0.67	1.33	0.80	0.87	0.93	1.67	1.00	1.00	0.87
1.6	1.06	0.63	1.25	0.75	0.81	0.88	1.56	0.94	0.94	0.81
1.7	1.00	0.59	1.18	0.71	0.76	0.82	1.47	0.88	0.88	0.76
1.8	0.94	0.56	1.11	0.67	0.72	0.78	1.39	0.83	0.83	0.72
1.9	0.89	0.53	1.05	0.63	0.68	0.74	1.32	0.79	0.79	0.68
2.0	0.85	0.50	1.00	0.60	0.65	0.70	1.25	0.75	0.75	0.65
2.1	0.81	0.48	0.95	0.57	0.62	0.67	1.19	0.71	0.71	0.62
2.2	0.77	0.45	0.91	0.55	0.59	0.64	1.14	0.68	0.68	0.59
2.3	0.74	0.43	0.87	0.52	0.57	0.61	1.09	0.65	0.65	0.57
2.4	0.71	0.42	0.83	0.50	0.54	0.58	1.04	0.63	0.63	0.54
2.5	0.68	0.40	0.80	0.48	0.52	0.56	1.00	0.60	0.60	0.52

EOAI^E = EOA / BSA

- EOAI ≥ .85 cm²/m² –No PPM
- .80 cm²/m² ≤ EOAI ≤ .84 cm²/m² –Borderline PPM
- EOAI < .80 cm²/m² –PPM

- A. St. Jude Medical, Inc., Pre-Market Approval Application - Supplement to Summary of Safety and Effectiveness, SJM Regent heart valve. Washington D.C.; U.S. Food and Drug Administration. 2002. P810002/557.
- B. Baxter Healthcare Corporation, Pre-Market Approval Application - Summary of Safety and Effectiveness. Washington D.C.; U.S. Food and Drug Administration. 1991. P860057.
- C. Medtronic, Inc., Pre-Market Approval Application - Summary of Safety and Effectiveness. Washington D.C.; U.S. Food and Drug Administration. 2000. P990064.
- D. Medtronic, Inc., Pre-Market Approval Application - Summary of Safety and Effectiveness. Washington D.C.; U.S. Food and Drug Administration. 1999. P980043.
- E. Pibarot P, Dumesnil, JG. Hemodynamic and clinical impact of prosthesis - patient mismatch in the aortic valve position and its prevention. J Am Coll Cardiol. 2000;36:1131-1141.

Note: For comparison purposes, the *in vivo* effective orifice area data were obtained from the Product's Summary of Safety and Effectiveness Data submitted to the FDA, when available, or from published literature. See above for complete references.



REPONSE 4 FREQUENCE DU MISMATCH

+ fréquent que ce que l'on pense

. PPM modéré = 60 %

. PPM sévère = 10 %

REPONSE 4

CONSEQUENCES DU MISMATCH

Higher transprosthetic gradients
LV outflow obstruction and persistent LV hypertrophy
Decreased post operative cardiac index
Decreased late survival
Decreased NYHA functional class improvement
Sudden death
Decreased quality of life
Higher incidence of late adverse complications
Increased early and late mortality
Increased bleeding complications
Congestive heart failure
Increased risk of reoperation

REPONSE 4 = le mismatch

TRAITEMENT DU MISMATCH

Traitement préventif : calcul de la surface valvulaire effective indexée projetée

newer versus older generations of prostheses,
mechanical versus stented bioprosthetic valves,
supra-annular versus intra-annular stented bioprostheses
stentless versus stented bioprosthetic valves.

aortic root enlargement

CONCLUSION

CAUSES DES GRADIENTS AUGMENTES

(on a retrouvé les étiologies !)

- 1- valve mécanique double ailette
- 2- hyperdébit transvalvulaire (IM)
- 3- thrombose de valve
- 4- mismatch patient prothèse = PPM
- 5 – dégénérescence de bioprothèse

CONCLUSION

La patiente est canadienne, opérée au Canada

Le mismatch prothèse patient a bénéficié des travaux de Philippe Pibarot PhD
Quebec Heart Institute, Laval Hospital, Laval University, Sainte-Foy, Quebec, Canada

Mismatch = maladie de Pibarot

NEMO PROPHETA IN PATRIA SUA