

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2018

2018 TOU3 1546

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Adrien BLANC

Le 15 juin 2018

**Évaluation des pratiques sportives et physiques après plastie
mitrale dans l'insuffisance mitrale primitive**

Directeur de thèse : Dr Yoan LAVIE-BADIE

JURY

Monsieur le Professeur M. GALINIER	Président
Monsieur le Professeur B. MARCHEIX	Assesseur
Monsieur le Professeur M. ELBAZ	Assesseur
Monsieur le Docteur Y. LAVIE-BADIE	Assesseur
Monsieur le Docteur C. CRON	Suppléant
Monsieur le Docteur T. MOINE	Membre invité

TABLEAU du PERSONNEL HU
des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2017

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Doyen Honoraire	M. LAZORTES Yves	Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre
Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. GUITARD Jacques
Professeur Honoraire	M. GEDEON André	Professeur Honoraire	M. LAZORTES Franck
Professeur Honoraire	M. PASQUIE M.	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. RIBAUT Louis	Professeur Honoraire	M. CERENE Alain
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard
Professeur Honoraire	M. RIBET André	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. MONROZIES M.	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. FAUVEL Jean-Marie
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves	Professeur Honoraire	M. BARRET André
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe
Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche	Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges
Professeur Honoraire	M. BERNADET	Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel
Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude	Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique
Professeur Honoraire	M. COMBELLES	Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas
Professeur Honoraire	M. REGIS Henri	Professeur Honoraire	M. RAILHAC
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre	Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean
Professeur Honoraire	M. BESOMBES Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles
Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. PASCAL J.P.	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel	Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland
Professeur Honoraire	M. CABARROT Etienne	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques	Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BAZEX Jacques	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
		Professeur Honoraire	M. CLANET Michel

Professeurs Émérites

Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur MAZIERES Bernard
Professeur CONTÉ Jean	Professeur ARLET-SUAU Elisabeth
Professeur MURAT	Professeur SIMON Jacques
Professeur MANELFE Claude	Professeur FRAYSSE Bernard
Professeur LOUVET P.	Professeur ARBUS Louis
Professeur SARRAMON Jean-Pierre	Professeur CHAMONTIN Bernard
Professeur CARATERO Claude	Professeur SALVAYRE Robert
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur COSTAGLIOLA Michel	Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur ADER Jean-Louis	Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur LAZORTES Yves	Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur LARENG Louis	Professeur CHAP Hugues
Professeur JOFFRE Francis	Professeur LAURENT Guy
Professeur BONEU Bernard	Professeur MASSIP Patrice
Professeur DABERNAT Henri	
Professeur BOCCALON Henri	

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN

37 allées Jules Guesde - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : D. CARRIE

P.U. - P.H. Classe Exceptionnelle et 1ère classe		P.U. - P.H. 2ème classe	
M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie	Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. BUREAU Christophe	Hépto-Gastro-Entéro
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	M. CALVAS Patrick	Génétique
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne	M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)	M. CHAIX Yves	Pédiatrie
M. BONNEVILLE Paul	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.	Mme CHARPENTIER Sandrine	Thérapeutique, méd. d'urgence, addict
M. BOSSAVY Jean-Pierre	Chirurgie Vasculaire	M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. BRASSAT David	Neurologie	M. FOURNIE Bernard	Rhumatologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. GAME Xavier	Urologie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. DEGUINE Olivier	Oto-rhino-laryngologie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie	M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique
M. FERRIERES Jean	Epidémiologie, Santé Publique	M. PAYRASTRE Bernard	Hématologie
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	M. PERON Jean-Marie	Hépto-Gastro-Entérologie
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
Mme LAMANT Laurence	Anatomie Pathologique	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. LANGIN Dominique	Nutrition		
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine Interne		
M. LAUWERS Frédéric	Anatomie		
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie		
M. MALAVAUD Bernard	Urologie		
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique		
M. MARCHOU Bruno (C.E)	Maladies Infectieuses		
M. MAZIERES Julien	Pneumologie		
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique		
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie		
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie		
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie		
M. OLIVES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie		
M. OSWALD Eric	Bactériologie-Virologie		
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie		
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.		
M. PAUL Carle	Dermatologie		
M. PAYOUX Pierre	Biophysique		
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie		
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie		
M. RECHER Christian	Hématologie		
M. RISCHMANN Pascal	Urologie		
M. RIVIERE Daniel (C.E)	Physiologie		
M. SALES DE GAUZY Jérôme	Chirurgie Infantile		
M. SALLES Jean-Pierre	Pédiatrie		
M. SANS Nicolas	Radiologie		
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques		
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire		
M. TELMON Norbert	Médecine Légale		
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie		
P.U. Médecine générale		P.U. Médecine générale	
M. OUSTRIC Stéphane	Médecine Générale	M. MESTHÉ Pierre	Médecine Générale
		P.A Médecine générale	
		POUTRAIN Jean-Christophe	Médecine Générale

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H. Classe Exceptionnelle et 1ère classe		P.U. - P.H. 2ème classe	
M. ACAR Philippe	Pédiatrie	M. ACCADBLED Franck	Chirurgie Infantile
M. ALRIC Laurent	Médecine Interne	M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie	M. BERRY Antoine	Parasitologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie	M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
M. BOUTAULT Franck (C.E)	Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie	Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. CHAUFOR Xavier	Chirurgie Vasculaire
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire	M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépatogastro-Entérologie	Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie	M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. GARRIDO-STÖWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. COURBON Frédéric	Biophysique	Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie	M. HUYGHE Eric	Urologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Mme DELISLE Marie-Bernadette (C.E)	Anatomie Pathologie	M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie	M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice	Thérapeutique	M. OTAL Philippe	Radiologie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
M. GALINIER Michel	Cardiologie	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. GALINIER Philippe	Chirurgie Infantile	M. TACK Ivan	Physiologie
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie	M. YSEBAERT Loic	Hématologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prévention		
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis	Chirurgie plastique		
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	P.U. Médecine générale	
Mme HANAIRE Héléne (C.E)	Endocrinologie	Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve	Médecine Générale
M. KAMAR Nassim	Néphrologie		
M. LARRUE Vincent	Neurologie		
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie		
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie		
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation		
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie		
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation		
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile		
M. RITZ Patrick	Nutrition		
M. ROCHE Henri (C.E)	Cancérologie		
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie		
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale		
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie		
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie		
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne		
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie		
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie		
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie		
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail		
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie		
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive		
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie		
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique		
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique		
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie		

Professeur Associé de Médecine Générale
Pr STILLMUNKES André

Professeur Associé en O.R.L.
Pr WOISARD Virginie

M.C.U. - P.H.

M.C.U. - P.H.

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
M. BIETH Eric	Génétique
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAINAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
Mme DE MAS Véronique	Hématologie
Mme DELMAS Catherine	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DUPUI Philippe	Physiologie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDJ Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme TREMOLLIERES Florence	Biologie du développement
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLLIN Laetitia	Cytologie
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
M. CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme NASR Nathalie	Neurologie
Mme PRADDAUDE Françoise	Physiologie
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel
Mme ESCOURROU Brigitte

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr ABITTEBOUL Yves
Dr CHICOULAA Bruno
Dr IRI-DELAHAYE Motoko
Dr FREYENS Anne

Dr BOYER Pierre
Dr ANE Serge
Dr BIREBENT Jordan
Dr LATROUS Leila

Remerciements

Monsieur le Professeur Michel GALINIER

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier

Cardiologie

Merci de l'honneur que vous me témoignez en présidant le jury de ma thèse. Mon passage au sein de votre unité aura été un des moments forts de mon cursus. Votre bienveillance et votre dynamisme sont des modèles pour l'ensemble des internes. Veuillez trouver mon plus profond respect.

Monsieur le Professeur Bertrand MARCHEIX

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier

Chirurgie cardiaque

Vous me faites l'honneur de juger ce travail. Votre disponibilité et votre gentillesse vous honorent. Veuillez trouver dans ce travail les remerciements de l'ensemble des patients que vous avez pris en charge. Soyez assuré de ma profonde considération.

Monsieur le Professeur Meyer ELBAZ,

Professeur des Universités,

Praticien Hospitalier,

Cardiologie

J'ai fait mes premiers pas en cardiologie à vos côtés et vous me faites maintenant l'honneur de juger ce travail. Votre sérieux et votre rigueur avec les malades sont des modèles que vous m'avez transmis. Soyez assuré de mes sincères remerciements et de mon profond respect.

Monsieur le Docteur Yoan LAVIE-BADIE

Praticien Hospitalier

Cardiologie

Médecine nucléaire

Tu m'as fait l'honneur de diriger ma thèse. Ta disponibilité et ton aide me fut précieuse dans la réalisation de ce travail au cours duquel j'ai pu apprécier tes qualités scientifiques et humaine et je t'en remercie. Soit assuré de ma profonde reconnaissance et de mon amitié.

Monsieur le Docteur Christophe CRON

Praticien Hospitalier

Chirurgie cardiaque

Merci de l'honneur que tu me fais par ta présence aujourd'hui afin de juger ce travail, qui je le sais, te tient particulièrement à cœur. Trouve dans ce travail la gratitude et la reconnaissance de l'ensemble des malades que tu as soigné. Sois assuré de mon profond respect.

Monsieur le Docteur Thomas MOINE

Chef de Clinique Assistant

Médecine vasculaire

Merci de venir juger ce travail. J'ai pu apprécier tout au long de mon internat ton sérieux et ton sens de l'à-propos, qui sont des exemples pour l'ensemble des internes. Ton amitié au quotidien m'est chère et je te remercie d'être présent dans mon jury aujourd'hui.

A ma famille, et mes amis,

A mes parents qui m'ont soutenu toutes ces longues années de travail et grâce à qui je suis présent dans cette salle aujourd'hui. Merci pour la relecture de ce travail et votre amour de tous les instants.

A mes sœurs, grandir à vos côtés aura été d'un grand bonheur, j'espère que la distance ne nous empêchera pas de continuer à nous voir.

A mes grands-parents : merci de m'avoir transmis vos valeurs qui font désormais partie intégrante de ma personne. J'espère vieillir comme vous.

A mes oncles et tantes : j'ai de la chance de vous avoir à mes côtés.

A mes cousins et plus particulièrement Paul, ton parcours forge le respect et tu peux en être fier. Merci d'être passé visiter la ville rose avant ma thèse.

A mes amis,

Paul et sa crête d'iroquois. Tu fais partis des amis de la première heure. Les vacances à Ibiza, les retours de soirées en R9 (aka Ibiza Dance), les ramens et les titko... J'espère qu'on se verra plus à l'avenir.

A Quentin M, inventeur du jeu de la carte bleu pour payer ses coups. Heureusement que Amaury le chômeur est là pour nous rincer avec sa gold. J'ai une pensée pour toi qui est au Mali au moment de soutenir ce travail.

A Amaury et Quentin H, mes premiers colocataires

A Stéphane le globetrotteur, futur professeur Tahitien et business man talentueux. J'ai hâte de sortir un saumon avec toi !

A Pierre et sa célèbre luxation de mâchoire et Antonin avec ses critères de sélection féminins si particuliers...

Aux anciens du foyers Saint-Jean Eudes avec qui je me suis bien marré pendant la P1

Aux anciens co-externes : Jared Letho, le patron et sa grosse voix, Vince dont je vais marcher sur les traces pendant la disponibilité

A Charlotte, pour ta gentillesse et ta douceur, merci de tout ce que tu m'apportes au quotidien...

A la cardiologie Toulousaine :

Aux habitants de l'Atrium : Francky les gros abdos et surtout les bons restos, Valoche notre femme de ménage attirée et Moinitos notre grand poète. Ces 3 années dans cette maison du bonheur auront marqué mon internat. J'espère voir le Jacuzzi dans le jardin encore de nombreux étés à vos côtés. Promis j'ouvre un PEL pour racheter la maison et enfin ouvrir le BLANDEL.

A la promotion d'internat : Benito avec qui je partage ce moment, ton rire et ta finesse témoignent de tes origines. L'isle Jourdain nous attends avec impatience. Le duo de choc Jerem Star et ses tirs aux buts toujours cadrés et Kevin, alias DSK, ce semestre avec vous aura été un des plus drôle. Clémence et son doigt crochu vicieux, merci de venir pourrir nos parties de billard tous les midis :P ... Steph : ce stage à la 42 m'aura permis de mieux de connaître, bravo pour ton parcours et ton investissement. Pas de Yoga après la thèse ! Clément alias The Brain et son placement millimétré au billard et créateur de la fameuse « Servoz ».

Aux promos du dessus : Lilian et son accent aveyronnais, Quentin et Sylvain : les points du matin à la 13 resteront encrés à jamais, Sophie, la seule pouvant détrôner Elizabeth au rang de Black Pussy, Clémence, Stephanie, Romain, Paul, Loïc... A tous, merci pour votre compagnonnage.

A la promo d'en dessous : Jérôme futur CCA en phagocytage, Vivi la boss du Molki et du Gin tonic, Slimane le campeur du café à l'écho, Nico futur Kilian Jornet, Aénora avec qui je partage la même passion du voyage, Gaétan le rugbyman, Dany Boy et les rushs à 2 en salle d'écho, et Lucas notre homme marié.

Aux plus jeunes : Robin et ses petites vidéos (qui resteront secrètes), Antoine futur pourfendeur de la cardiologie, Cousin Hubert, Damien et sa grosse voix, Hugo et les autres que je n'oublie pas.

Aux co-internes de Auch, grâce à vous j'aurais connu Bella Ciao avant la série Casa del Papel

Aux co-internes de Saint gaudens : Julie, Achille, Vincent, Magalie, Agathe, Catoche, Damien, Camille, Pauline et Benoit. Cette fresque laissée dans le salon témoigne de notre amitié, et oui j'ai une notion du respect que je vous témoigne aujourd'hui.

Aux chefs :

Aux CCA en poste : Ben Monteil alias Tintin, créateur de la (trop méconnue) Vurst list et son humour pince sans rire décapant. Guillaume et son calme malgré l'enfer des soins, merci d'avoir dirigé mon mémoire ;P. Eve la pile nucléaire, bravo de nous avoir supporté Kevin, Jerem et moi pendant 6 mois. La Quillotine et ses bouteilles planquées dans le bureau, les gardes n'avaient forcément pas la même saveur. Romain le boss du cathé et des soirées d'internat ; Thomas à qui je ne peux quand même pas faire les 3^{ème} remerciements. Babeth que j'ai connu jeune interne, ne t'inquiète pas le pot de thèse n'aura pas lieu au café Baggio.

Aux anciens chefs. Paul-Louis pour m'avoir épaulé pendant mon premier semestre, tu as été plus qu'un papa, j'espère pouvoir voir Sharknado 2 avec toi. Geoffrey le couteau suisse de la cardiologie et ses punchlines de narvalo, Cristelle et son sourire, Clément et ses capacités surhumaines de combattre sur tous les fronts, Benoit pour sa sérénité.

A Yoan, des remerciements un peu moins formels pour la qualité de ton travail et tes connaissances. Ton retour à Toulouse aura été un gros plus pour l'ensemble des internes. Merci pour ton implication dans ce travail et de l'idée originale qui t'appartient.

A Olivier, merci d'avoir relu et enrichi la version anglaise de ce travail. Ta nomination en septembre est l'aboutissement d'un travail et d'un investissement exemplaire. Merci de nous avoir transmis ton savoir malgré les coups de gueule et surtout d'avoir créé l'école d'imagerie cardiaque Toulousaine.

Aux chefs en poste : Pauline, Frédéric, Alexandre, Caroline, Nicolas... Merci de votre disponibilité avec les internes.

A l'équipe de Saint Gaudens, Simon, Vincent, Mathieu, Joel, Claude, Isa, Jean Phi merci du savoir que vous m'avez transmis et fait découvrir une autre médecine, celle où on est toujours la veille d'un jour où je ne travaille pas.

A Vincent Bataille pour son aide bénévole pour les statistiques.

Aux équipes paramédicales avec qui j'ai pu travailler pendant l'internat et principalement l'équipe de l'écho (Marion, Cathy², Marine, Françoise), les supers IDE de Auch (Pauline, Laeticia, Cédric...), les filles de la 13 (Marion, Marie, Canelle, Anna...).

Enfin à tous ceux que j'ai malheureusement oublié par manque de temps.

Table des matières

I.	Liste des abréviations :	18
II.	Résumé.....	19
III.	Introduction :	20
IV.	Etat des connaissances.	21
A)	Considérations générales sur l'insuffisance mitrale.....	21
1.	Anatomie mitrale :	21
2.	Mécanisme :.....	22
3.	Etiologies	23
4.	Manifestations cliniques	25
B)	Diagnostic échographique de sévérité.....	25
C)	Techniques chirurgicales de plastie mitrale.....	26
1.	Prolapsus postérieur :.....	27
2.	Prolapsus antérieur	28
3.	Prolapsus commissural	29
4.	Prolapsus bivalvulaire.....	30
5.	Annuloplastie :.....	30
6.	Cas particulier de l'endocardite infectieuse	30
7.	Mouvement systolique antérieur (SAM)	31
8.	Contrôle ETO après CEC	31
D)	Indications opératoires.....	32
E)	Insuffisance mitrale et sport	33
1)	Mort subite chez les athlètes	33
2)	Classifications de Mitchell	34
3)	Sports autorisés en cas d'insuffisance mitrale et après correction par plastie	35
F)	Considérations générales et objet de l'étude.....	36
V.	Matériels et méthodes	37
Population :	37
Données collectées	37	
Variables cliniques et biologiques.....	37	
Sport et activité physique.....	37	
Données ETT :.....	38	

Critère principal de jugement et secondaire	39
Analyse statistique :	39
VI. Résultats.....	40
Caractéristiques de la population	40
Résultats des données sportives et du questionnaire IPAQ	44
Résultats du critère principal de jugement.....	44
Résultats des données ETT et du critère secondaire.....	45
VII. Discussion.....	47
VIII. Conclusion.....	49
IX. Références.....	50
X. Annexes.....	56
Annexe 1 : Récépissé de la déclaration normale à la Commission nationale de l'informatique et des libertés.....	57
Annexe 2 : Questionnaire IPAQ version courte	58
Annexe 3 : Recommandations pour l'analyse des résultats du score IPAQ	60
Annexe 4. Article en anglais	69
Annexe 5. Soumission de l'abstract au congrès EuroEcho-Imaging :.....	89

I. Liste des abréviations :

AHA : American Heart Association

DTDVG : diamètre télédiastolique ventriculaire gauche

DTSVG : diamètre télésystolique ventriculaire gauche

ESC: European Society of Cardiology.

ETO : échocardiographie transoesophagienne.

ETT : échocardiographie transthoracique.

FA : fibrillation atriale

HTAP : hypertension artérielle pulmonaire.

GMT : gradient moyen transmitral

IM : insuffisance mitrale

IPAQ : International Physical Activity Questionnaire

IT : insuffisance tricuspide

MET : metabolic equivalent task

OG : oreillette gauche

PM : plastie mitrale

SAM: systolic anterior motion

TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion

TM : temps mouvement

VG : ventricule gauche

Vmax : vitesse maximale transmitrale

II. Résumé

Contexte : L'accès à la pratique du sport en compétition ou dans le cadre du loisir chez l'athlète est limité après une plastie mitrale (PM), malgré les excellents résultats sur le long terme de cette technique.

Objectif : Nous avons supposé qu'un haut niveau d'activité physique ou sportive après une PM n'avait pas d'impact délétère.

Méthodes : Tous les patients âgés de 18 à 65 ans opérés d'une PM au CHU de Toulouse, entre janvier 2010 et mars 2017, pour insuffisance mitrale (IM) primaire ont été inclus. Les critères d'exclusions étaient : antécédent de chirurgie cardiaque, autre procédure concomitante à l'exception d'une annuloplastie tricuspidiennne, décès non-cardiaque, reprise chirurgicale secondaire (péri-opératoire ou infectieuse), contre-indication générale à une activité physique normale. Le critère de jugement primaire était : i) FA tardive post-opératoire (> 3 mois) ii) Défaillance de la valve mitrale définie par une IM ≥ 2 ou un gradient moyen transmitral (GMT) ≥ 8 mmHg iii) insuffisance cardiaque. La pratique du sport était évaluée en heures par semaine durant les 6 derniers mois et classée selon la classification de Mitchell ; l'activité physique par le questionnaire IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) version courte.

Résultats : Parmi les 654 procédures durant cette période, 135 (20,6%) patients étaient éligibles dont 14 (2,1%) ont été perdus de vue et 121 (18,5%) ont été inclus dans l'étude. L'âge moyen était de 50 ± 11 ans avec 85 (70,2%) hommes et un suivi médian de 34 (20-50) mois. 56 patients (46,3%) pratiquaient une activité sportive régulière avec une médiane de 3 (2-5) heures par semaine dont 11 (19,6%) au moins 6 heures. La médiane du score continu IPAQ était de 1675 (792-3572) met.min.semaine et 42 patients (34,7%) ont atteint le groupe très actif IPAQ 3. 20 évènements sont survenus : 8 récurrences de FA (7%), 12 défaillances de valve (10,7% : 7 IM ≥ 2 et 5 GMT ≥ 8 mmHg), 0 insuffisance cardiaque. Aucune différence n'a été mise en évidence entre le critère principal et la pratique du sport ($p=0,537$), tous les sous-groupes de la classification de Mitchell, la pratique intensive du sport ≥ 6 heures ($p=0,696$), les groupes IPAQ (0,849) et le score continu IPAQ ($p=0,396$).

Conclusion : la pratique du sport ou d'une activité physique intensive après une PM ne semble pas s'accompagner d'un surrisque.

III. Introduction :

L'insuffisance mitrale (IM) organique est la deuxième valvulopathie en matière d'incidence en Europe (1). La dégénérescence myxomateuse ou maladie de Barlow atteint 2 à 3 % de la population, principalement des femmes et reste la première étiologie d'IM organique dans les pays développés (2). L'excès tissulaire myxomateux peut atteindre de manière isolée le feuillet mitral postérieur ou antérieur, voire les deux en même temps ; ainsi que les cordages qui sont souvent épaissis. La résultante est un défaut de coaptation isolé ou symétrique des feuillets en dessous du plan de l'anneau mitral, à l'origine du prolapsus et de la fuite.

La plastie mitrale (PM) est la technique chirurgicale de référence pour corriger les IM primaires. Elle procure d'excellents résultats sur le long terme avec une mortalité comparable à celle de la population générale (3,4). C'est pourquoi en cas d'anatomie valvulaire favorable, cette chirurgie conservatrice doit être proposée en première intention et peut être même proposée à des patients asymptomatiques, compte tenu du faible risque opératoire (5).

Malgré un nombre important de patients traités chaque année, nous manquons de données sur la reprise d'une activité physique sportive de loisir ou de compétition. Il s'agit pourtant d'une demande fréquente chez une population souvent jeune et active.

La seule étude d'importance a démontré que la rééducation cardiaque en post-opératoire de PM n'avait pas d'impact sur le résultat chirurgical, améliorait le pic maximal de consommation d'oxygène (VO₂max) et la fonction systolique ventriculaire gauche (VG) (6).

Les recommandations de l'American Heart Association (AHA) de 2015 sont néanmoins très restrictives chez les athlètes (7). La classification de Mitchell est un outil fondé sur le pic des composantes statique ou dynamique obtenues pendant la compétition et permet de diviser l'ensemble des sports en 9 catégories. (8). Après plastie mitrale, seuls les sports IA (ex : yoga, golf), IB (ex : tennis de table, softball), IIA (ex : tir à l'arc, équitation) soit ceux à faible composante statique ou dynamique sont autorisés.

L'hypothèse de ce travail est que la pratique sportive et l'activité physique intense ne sont pas associées à un surrisque de défaillance cardiaque ou de dysfonction valvulaire après plastie mitrale dans l'insuffisance mitrale primitive.

IV. Etat des connaissances.

A) Considérations générales sur l'insuffisance mitrale

1. Anatomie mitrale :

La valve mitrale est une structure tridimensionnelle complexe située entre l'oreillette gauche (OG) et le ventricule gauche (VG). Elle assure la continence entre les deux cavités en systole ventriculaire. Elle est constituée de deux feuillets, d'un anneau et d'un appareil sous-valvulaire représenté par les cordages tendineux et les muscles papillaires. Sa surface fonctionnelle est estimée entre 4 et 6 cm² (9,10).

Le feuillet postérieur ou petite valve mitrale, de forme quadrangulaire occupe les trois cinquièmes de la surface valvulaire. Il est divisé en trois portions (P1, P2, P3) séparées entre elles par deux indentations facilitant l'ouverture valvulaire. Par convention, le segment P1 est latéral, P3 médian et P2 en position centrale. Le feuillet antérieur, plus petit, est de forme semi-circulaire. Il s'insère sur le trigone fibreux aorto-mitral et est aussi subdivisé en trois segments (figure 1).

L'appareil sous valvulaire est généralement constitué de deux muscles papillaires s'insérant entre l'apex et le tiers moyen du ventricule gauche. Le muscle antéro-latéral est composé d'un corps unique alors que le muscle postéro-latéral peut en posséder plusieurs. Chaque muscle donne des cordages à destination du bord libre des deux feuillets.

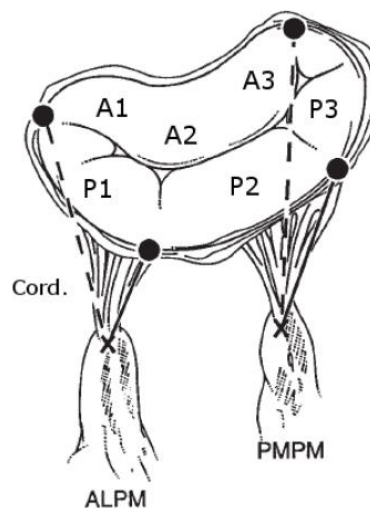


Figure 1. Valve mitrale et son appareil sous valvulaire. La segmentation mitrale correspond à celle échographique. ALPM : pilier mitral antéro-latéral ; PMPM : pilier mitral postéro-médian.

L'anneau mitral a une forme ellipsoïde en « selle de cheval » et correspond à la jonction anatomique entre l'oreillette et le ventricule gauche. Sa portion antérieure, plus développée, entretient des rapports anatomiques avec les trigones fibreux droits et gauches, la valve tricuspide, les cusps aortiques (gauche et non coronaire) et le septum ventriculaire membraneux. L'anneau postérieur est moins développé expliquant sa propension à se dilater en cas de cardiopathie (10) (figure 2).

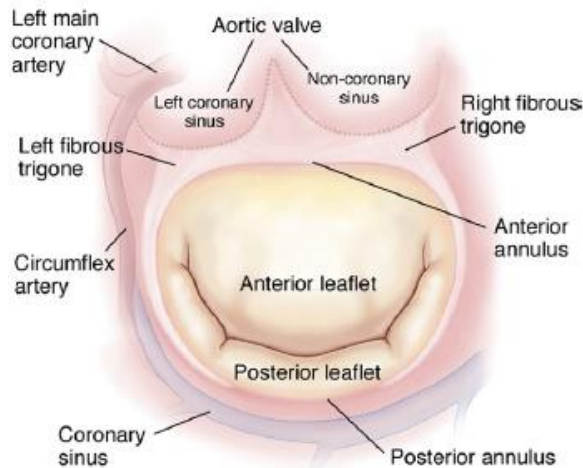


Figure 2. *Rapports anatomiques de l'anneau mitral (d'après <http://www.mitralvalverepair.org>).*

La partie postérieure de l'anneau se rapproche (en systole) et s'éloigne (en diastole) de la partie antérieure, qui ne se déforme quasiment pas à cause de l'arrimage au trigone fibreux assurant la continuité tissulaire avec la valve aortique (11).

2. Mécanisme :

La classification des mécanismes d'IM, proposée par Alain Carpentier, tient compte de la nature des mouvements des feuillets valvulaires (12).

On distingue 3 types d'IM dans la classification de Carpentier (figure 3) :

- Type I : les feuillets restent dans le plan de l'anneau lors de la systole ventriculaire. Le jeu valvulaire est normal. Cela concerne les perforations, les fentes et les IM fonctionnelles.
- Type II : au moins un feuillet dépasse le plan de l'anneau lors de la systole ventriculaire. Le jeu valvulaire est exagéré, c'est le cas des IM par prolapsus.
- Type III : Le jeu valvulaire est restrictif.
 - o IIIa : fibrose et remaniement de l'appareil sous-valvulaire (origine rhumatismale)
 - o IIIb : Mouvement restrictif d'un des deux feuillets par remodelage ventriculaire gauche ou mouvement anormal pariétal (IM ischémique).

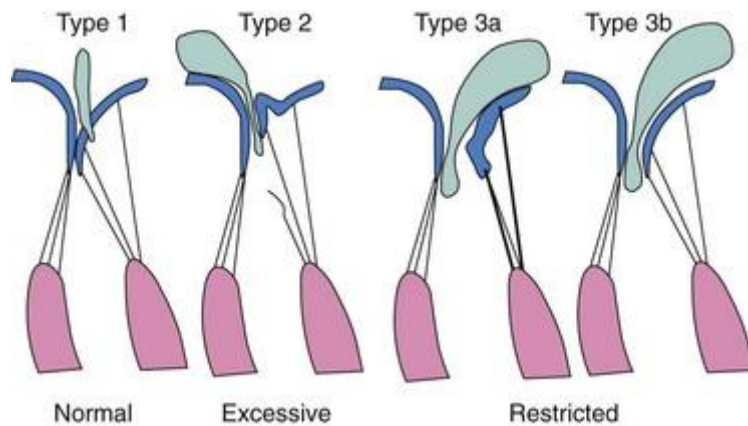


Figure 3. Classification de Carpentier

3. Etiologies

a. Insuffisance mitrale primitive

La principale étiologie de l'IM par prolapsus est l'origine dégénérative. Sa prévalence dans les pays développés est estimée à 2,4% dans la population générale, parmi lesquels 3,5 % présentent une IM sévère (2,13). Il existe 2 types de dégénérescence à l'origine des prolapsus : la dégénérescence myxoïde (ou maladie de Barlow) et la dégénérescence fibro-élastique (figure 4).

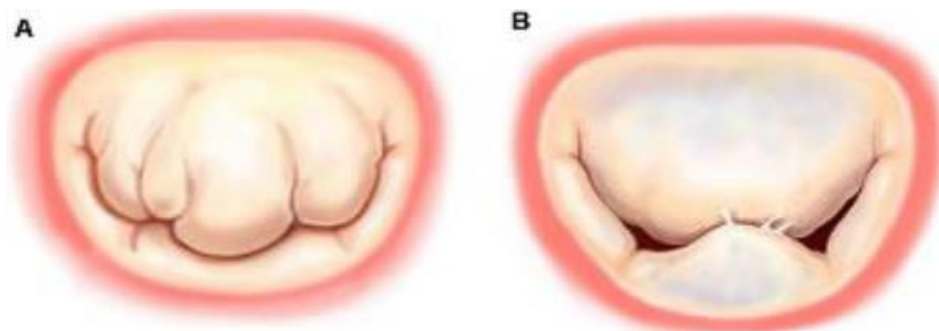


Figure 4. (A) Valve mitrale myxoïde avec excès de tissu valvulaire sur le feuillet antérieur. (B) Dégénérescence fibro-élastique avec élongation et rupture de cordage en P2.

La dégénérescence fibro-élastique est observée plus fréquemment chez les sujets âgés à prédominance masculine. Il s'agit d'une anomalie fibro-élastique du tissu valvulaire et annulaire. La valve mitrale a une épaisseur normale ou fine, sans excès de tissu. Les cordages sont fins avec un risque de rupture important. Les calcifications valvulaires et annulaires associées sont fréquentes (14,15).

La maladie de Barlow atteint préférentiellement les sujets jeunes, avec une préférence féminine. Cette pathologie est caractérisée par un excès tissulaire important et un aspect myxoïde du corps de valve. L'épaisseur des feuillets valvulaires tend à s'aggraver avec l'âge. Le prolapsus valvulaire est alors la conséquence d'une élongation ou d'une rupture de cordage.

Les IM organiques comprennent également les lésions de délabrement compliquant les endocardites infectieuses (perforation, abcès du corps de valve, rupture de cordage), mais aussi les atteintes tumorales, rhumatismales, dégénératives calcifiantes (42% de calcification du feuillet postérieur après 65 ans) et médicamenteuses (13).

b. Insuffisance mitrale secondaire (ou fonctionnelle)

Il s'agit d'une entité distincte tant sur le mécanisme que le pronostic. La valve et l'appareil sous valvulaire sont structurellement normaux, la fuite résulte d'une restriction des feuillets en systole ventriculaire secondaire au déplacement des muscles papillaires, engendré par le remodelage VG. Celui-ci peut être global, avec une dilatation du VG et de l'anneau mitral (restriction bivalvulaire) ou localisé, avec une atteinte préférentielle du feuillet postérieur (IM dites « ischémiques »)(16) (figure 5). Ces fuites sont sensibles aux conditions hémodynamiques et doivent donc être évaluées en euvoémie.

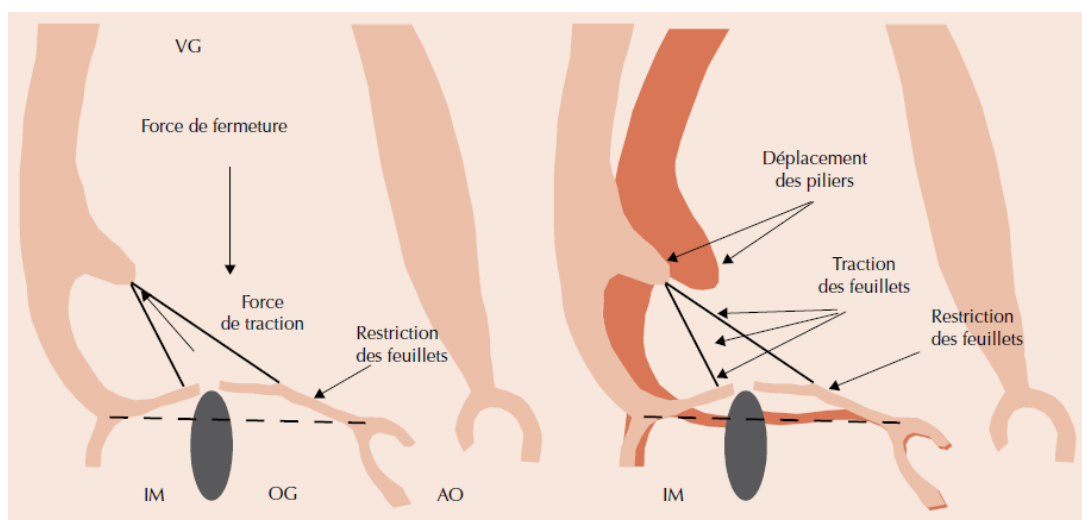


Figure 5. Physiopathologie de l'IM secondaire ischémique. A) Coaptation normale avec position normale des piliers et équilibre entre les forces de fermeture et de traction. B) Fermeture incomplète des feuillets mitraux en systole sur remodelage VG post infarctus déplaçant les piliers loin de l'anneau mitral. AO : aorte ; OG : oreillette gauche.

Toute cardiopathie évoluée peut se compliquer d'IM secondaire. Les origines les plus fréquentes sont : ischémique, dilatée primitive, rythmique sur fibrillation atriale, hypertrophique et sur stimulation par pacemaker (17). Elles représentent 20% des insuffisances mitrales et leur pronostic est péjoratif car elles témoignent d'une cardiopathie évoluée (14,18).

4. Manifestations cliniques

La majorité des patients présentant un prolapsus valvulaire mitral restent longtemps asymptomatiques. Sa présence entraîne une dilatation progressive des cavités cardiaques gauches à l'origine d'une dysfonction VG pouvant occasionner des symptômes d'insuffisance cardiaque (dyspnée, œdème aigu du poumon) parfois secondaires à un accès de fibrillation auriculaire (14).

Le prolapsus mitral est un facteur de risque de greffe bactérienne et d'endocardite infectieuse ne relevant cependant pas d'une antibio-prophylaxie lors de gestes invasifs (19).

Enfin le prolapsus valvulaire mitral est associé à un risque d'arythmie ventriculaire et/ou de mort subite dans 1,8% des cas (20). Le risque de mort subite augmente avec le statut fonctionnel (classe NYHA) ; il est réduit lors de la correction chirurgicale du prolapsus (21). Ce surrisque de mort subite pourrait être lié à un excès de fibrose myocardique en regard du pilier généré par les forces de tractions (20).

B) Diagnostic échographique de sévérité

L'évaluation des IM par échocardiographie transthoracique (ETT) et transœsophagienne (ETO) joue une place centrale. Elle permet de préciser le mécanisme, d'apprécier la sévérité ainsi que le retentissement sur le ventricule gauche et les cavités droites. Il s'agit d'une technique facilement accessible, peu coûteuse, non irradiante et reproductible.

Les critères de sévérités des IM organiques sont rappelés dans la figure 4 (22).

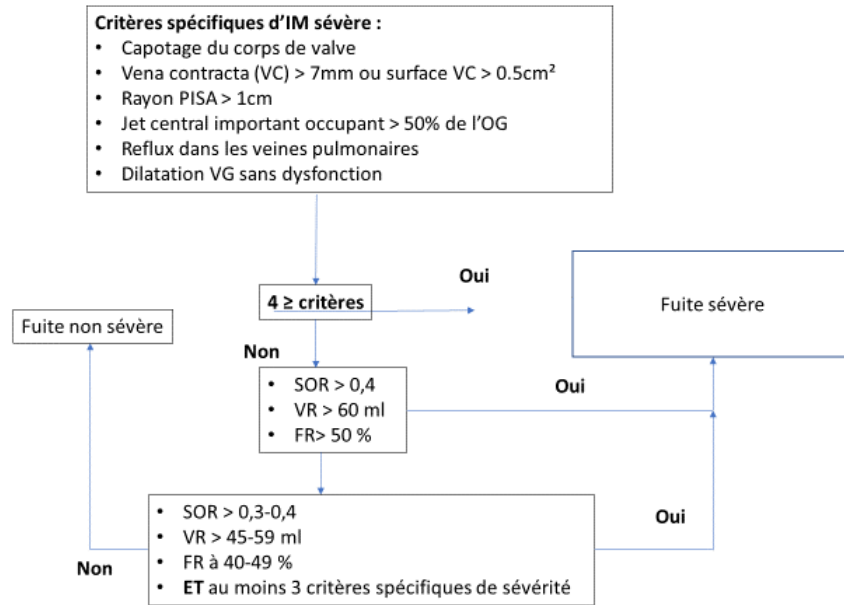


Figure 6. Critères de sévérités échographique d'IM (D'après ACC, 2017).

C) Techniques chirurgicales de plastie mitrale

La plastie mitrale a connu un essor croissant dès les débuts de la chirurgie cardiaque et les premières tentatives d'Alain Carpentier à la fin des années soixante (12). Bien que techniquement plus exigeante, elle doit être préférée au remplacement valvulaire mitral conventionnel car associée à une meilleure préservation de la fonction ventriculaire gauche, une diminution de la mortalité opératoire, une meilleure survie, une incidence moindre de complications thrombo-emboliques ou infectieuses à long terme mais au prix d'une légère augmentation du taux de réopération (23–25) (Figure7).

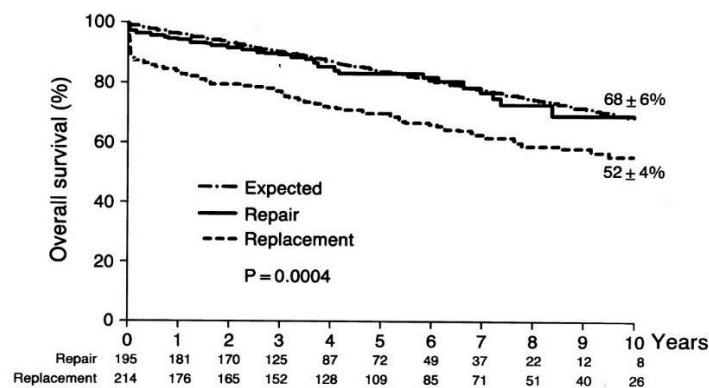


Figure 7. Survie à long terme de 409 patients avec insuffisance mitrale primitive opérés pour une plastie mitrale ou remplacement valvulaire conventionnel, comparée à la population générale du même âge et du même sexe. D'après Enriquez-Sarano et al. (1995).

L'objectif principal est de restaurer une coaptation parfaite des deux feuillets tout en respectant l'appareil valvulaire et sous valvulaire. Les techniques employées sont assez standardisées et diffèrent en fonction de la topographie du prolapsus (figure 8).

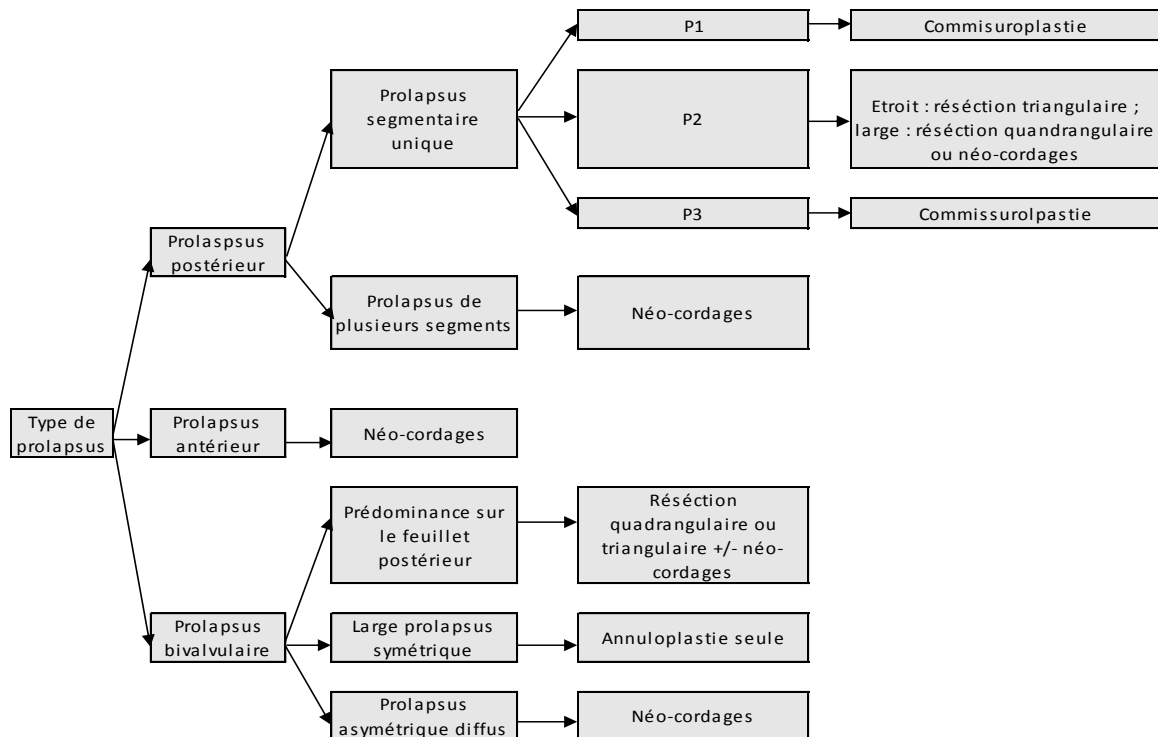


Figure 8. Algorithme décisionnel en fonction de la topographie et de l'étendue du prolapsus.

Cette particularité souligne l'importance d'une évaluation parfaite du mécanisme de l'IM par ETT et ETO. Le résultat chirurgical est systématiquement contrôlé par ETO en fin de procédure afin de s'assurer du résultat et de l'absence de mouvement systolique antérieur (SAM) (26).

1. Prolapsus postérieur :

Les techniques chirurgicales de réparation du feuillet mitral postérieur sont assez standardisées. Le prolapsus valvulaire, par rupture ou élongation de cordages, peut être traité par résection quadrangulaire ou triangulaire de la région prolabante (P2 dans 65 % des cas).

La résection triangulaire est la technique de choix en cas de prolapsus limité à P2 car elle ne nécessite pas de plicature de l'anneau mitral et limite donc le risque de conflit anatomique avec l'artère circonflexe et de SAM (systolique anterior motion). Cette technique simple donne d'excellents résultats sur le long terme (27).

La résection quadrangulaire emporte une portion plus importante du feuillet valvulaire et nécessite une plastie de glissement afin de restaurer la continuité entre les feuillets. Elle se justifie en cas de prolapsus étendu avec nécessité d'emporter une plus large portion de tissus dystrophiques (Figure 9). Dans les deux cas, une annuloplastie complémentaire est réalisée afin de fixer le geste chirurgical.

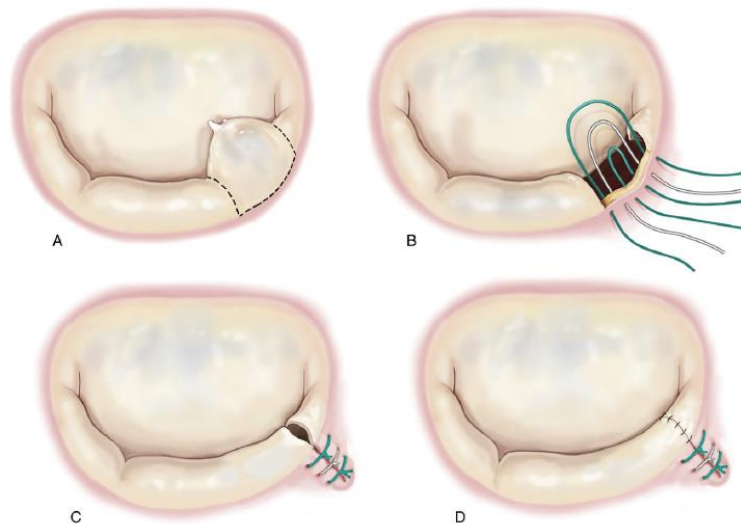


Figure 9. (A) Résection quadrangulaire de P3 ; (B, C) plicature de l'anneau mitral ; (D) résultat final.

2. Prolapsus antérieur

Les prolapsus antérieurs représentent un tiers des fuites primitives et sont généralement considérés comme plus difficiles à réparer, car associés à de moins bons résultats sur le long terme (28). La forme la plus commune est le prolapsus isolé de A2.

Contrairement aux prolapsus postérieurs, les résections étendues du feuillet antérieur ne sont pas réalisables en raison de contraintes anatomiques. Les stratégies employées sont donc conservatrices afin de préserver les tissus. Un prolapsus antérieur limité peut néanmoins être traité par une petite résection triangulaire (figure 10).

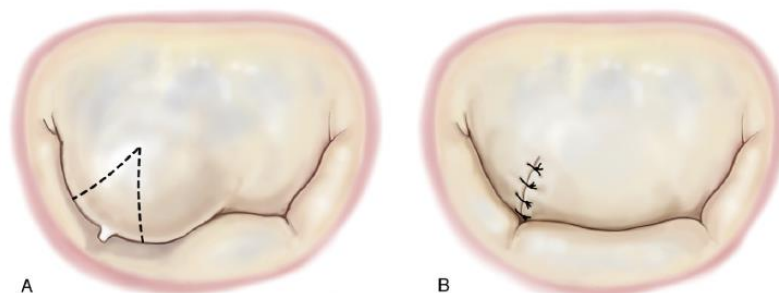


Figure 10. (A) Résection triangulaire limitée du feuillet antérieur. (B) Résultat final

L'utilisation de néo-cordages tend actuellement à remplacer les techniques de transfert ou de repositionnement de cordages et s'impose comme technique de référence (29,30). Un néo-cordage est créé en plaçant une suture de polytétrafluoroéthylène (Gore-Tex) entre l'extrémité du muscle papillaire et le bord libre de la zone prolabante. L'une des difficultés de cette technique est la détermination de la longueur exacte des néo-cordages qui corrigeront le prolapsus sans provoquer de restriction de la valve. Une approche fonctionnelle est privilégiée en estimant la longueur du néo-cordage comparativement à celle de la zone non prolabante (figure 11).

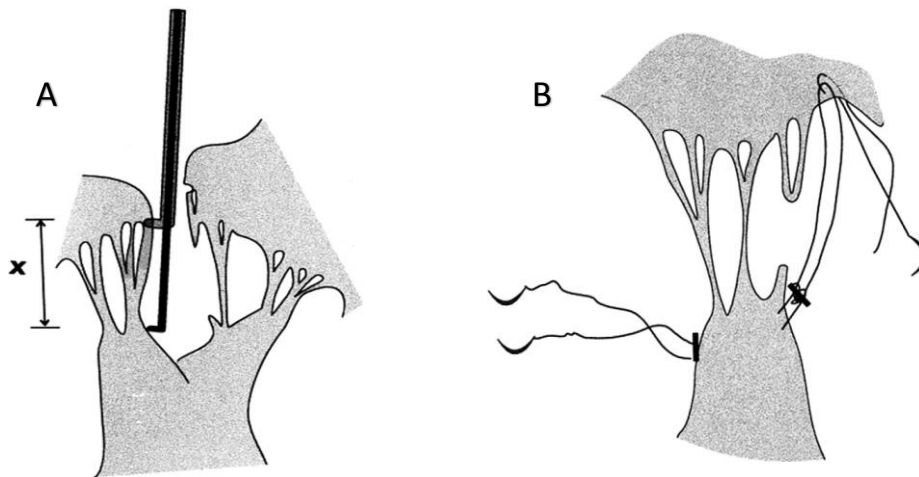


Figure 11. (A) estimation de la longueur du néo-cordage ; (B) fixation du néo-cordage en Gore-Tex sur le muscle papillaire, et arrimage sur le bord libre du feuillet prolabant.

3. Prolapsus commissural

Pour corriger les prolapsus commissuraux médians (A1/P1) et latéraux (A3/P3) une commissuroplastie (réparation bord à bord) peut être utilisée. Les bords libres commissuraux des deux feuillets sont fixés ensemble permettant de réduire la circonférence mitrale et ainsi corriger la fuite. Une annuloplastie large est pratiquée afin de limiter le risque de sténose (figure 12).



Figure 12. Prolapsus commissural traité par commissuroplastie. Suture du bord libre des commissures et annuloplastie.

4. Prolapsus bivalvulaire

Il s'agit de la description historique de la maladie de Barlow avec dystrophie complexe des deux feuillets valvulaires. L'appareil sous valvulaire est atteint et les cordages sont souvent allongés, épaissis, fusionnés et parfois calcifiés. La réparation chirurgicale doit donc traiter toutes les lésions présentes afin de restaurer la coaptation des feuillets et le jeu valvulaire.

Les techniques employées diffèrent en fonction de la prédominance du prolapsus. Si celui-ci est asymétrique postérieur, une résection triangulaire est généralement préférée ; une annuloplastie seule peut suffire en cas de prolapsus symétrique et large. Les prolapsus complexes et asymétriques sont réparés par l'utilisation de cordages artificiels. L'expérience du chirurgien dans le choix de la technique est un point clé.

5. Annuloplastie :

L'objectif principal de l'implantation d'un anneau prothétique sur un anneau dilaté n'est pas de rétrécir celui-ci, mais de restaurer un rapport normal entre quantité de tissu disponible pour la fermeture (valve antérieure) et diamètre de l'orifice mitral (12). Un anneau prothétique permet également d'augmenter la surface de coaptation, de fixer définitivement les dimensions de l'anneau natif, de diminuer la contrainte sur les sutures valvulaires, et donc d'améliorer le résultat à long terme de la plastie (Figure 13) (31). Une annuloplastie doit être associée aux autres gestes dans la très grande majorité des cas ; les seules exceptions étant les IM ischémiques aiguës et les endocardites aiguës dans lesquelles l'anneau n'est pas encore dilaté.

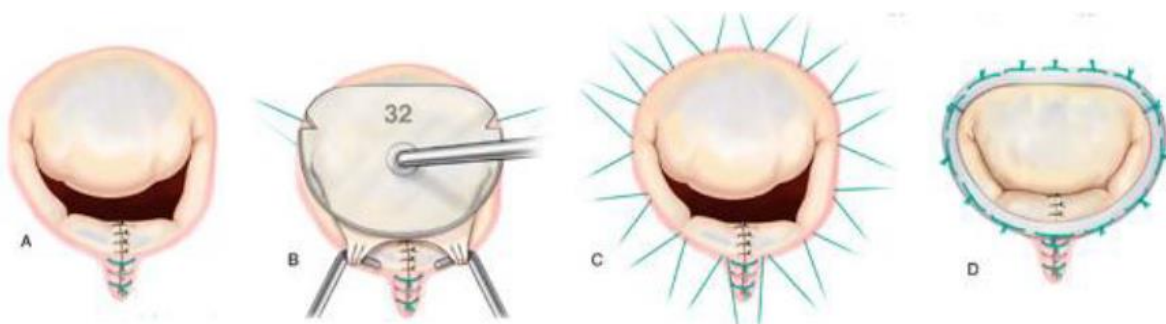


Figure 13. Annuloplastie mitrale (A) dilatation annulaire après reconstruction du feuillet postérieur (B) sélection de la taille de l'anneau (C) sutures en place autour de l'anneau (D) Résultat final.

6. Cas particulier de l'endocardite infectieuse

La faisabilité d'une réparation est estimée à 60% et dépend grandement de l'expérience du chirurgien, du degré de délabrement valvulaire, du germe (*Staphylococcus Aureus*) et de la présence d'un abcès de l'anneau (32). Les techniques utilisées reprennent largement celles déjà décrites allant d'une végétotomie simple à une résection large des tissus infectés. Un

patch de péricarde autologue peut également être utilisé. L'utilisation de néo-cordages ou d'anneau artificiel n'aggravent pas le taux de réinfection et peuvent donc être utilisés (32).

7. Mouvement systolique antérieur (SAM)

Une obstruction dynamique de la chambre de chasse aortique par le feuillet mitral antérieur (SAM) complique 5 à 15% des plasties mitrales pour dégénérescence myxoïde (33). L'apparition post-opératoire d'un SAM peut s'expliquer par une annuloplastie trop restrictive, une trop grande hauteur ou longueur du feuillet postérieur (rapport feuillet antérieur/feuillet postérieur >1.3), des conditions hémodynamiques de charge peropératoire et de l'existence d'un remodelage hypertrophique préexistant.

Le point de coaptation des feuillets mitraux se retrouve alors projeté vers l'infundibulum aortique avec aspiration du feuillet antérieur par effet Venturi lors de la systole ventriculaire. La paroi postérieure est entraînée par le mouvement car le feuillet antérieur reste fixe car accolé au trigone fibreux aorto-mitral (34).

Plusieurs techniques ont été développées afin de réduire le risque de SAM incluant la réalisation de résection triangulaire large, de plastie de glissement, d'annuloplastie large et de réduction des cordages.

8. Contrôle ETO après CEC

Après sevrage de la CEC, les critères ETO de réussite d'une plastie mitrale sont définis après restauration d'une post-charge (pression artérielle), pré-charge (volémie) et fonction ventriculaire normales.

La plastie est considérée comme réussie lorsque les conditions suivantes sont réunies (10) :

- 1) IM résiduelle de degré \leq I/IV ; IM résiduelle protosystolique et brève ;
- 2) Si résection du feuillet postérieur : abutement du feuillet antérieur sous le feuillet postérieur et la partie postérieure de l'anneau
- 3) Si affrontement des 2 feuillets : hauteur de coaptation $>$ 5 mm ; cette hauteur se calcule en soustrayant la distance entre l'anneau mitral et le point de coaptation en systole de la longueur totale du feuillet antérieur mesurée en diastole (vue long-axe 120°)
- 4) Rapport hauteur de coaptation / longueur feuillet antérieur $>$ 0.2;
- 5) Rapport longueur feuillet postérieur / feuillet antérieur $<$ 0.4 ;
- 6) Gradient antérograde : $\Delta P_{max} \leq 4$ mmHg, $\Delta P_{moy} \leq 2$ mmHg ;
- 7) $V_{max} \leq 1.5$ m/s dans la CCVG, pas de SAM

Il convient également après annuloplastie de contrôler les trois éléments suivants :

1. Contractilité de la paroi latérale ; l'artère circonflexe (CX) peut être lésée par les points de fixation latéraux ;
2. Etanchéité de la valve aortique ; les points au niveau de la base du feuillet antérieur peuvent exercer une traction sur la cuspide gauche ou la cuspide non coronaire de la valve aortique et provoquer une insuffisance aortique ;
3. Intégrité de la paroi-basale du VG ; la décalcification de l'anneau peut entraîner des lésions au niveau du sillon auriculo-ventriculaire.

D) Indications opératoires

Les indications opératoires en cas d'IM sévère sont rappelées dans les dernières recommandations de l'ESC (5):

- La plastie mitrale doit être privilégiée à un remplacement valvulaire conventionnel en cas d'éligibilité (IC)
- IM symptomatique avec FEVG > 30% (IA)
- Patient asymptomatique avec dysfonction VG (définie par : diamètre télésystolique VG (DTSVG) > 45mm et/ou FEVG < 60% et >30%) (IB)
- Patient asymptomatique avec FEVG conservée mais FA ou PAPs > 50 mmhg secondaire à l'IM (IIa)
- Patient asymptomatique, sans dysfonction VG, DTSVG à 40-44mm, éligible à une plastie mitrale dans un centre expert, à risque opératoire faible et avec au moins un des éléments suivants (IIa) :
 - Dilatation OG > 60ml/m² en rythme sinusal
 - Capotage du corps de valve
- Patient symptomatique avec dysfonction VG sévère (FEVG < 30%, DTSVG > 55mm), réfractaire au traitement médical éligible à une plastie et avec des comorbidités faibles (IIa)

Un point important est l'évaluation préopératoire des cavités droites et de la valve tricuspide avant plastie mitrale.

En effet, l'anneau tricuspide peut se dilater sous l'effet de l'augmentation de la post-charge VD générée par l'HTAP au cours de l'évolution naturelle de l'IM. Une insuffisance tricuspide (IT) peut donc apparaître. Celle-ci ne régresse pas toujours en post-opératoire malgré la restauration d'une hémodynamique VG normale et peut continuer à progresser de manière indépendante. L'apparition ou l'aggravation post-opératoire d'une IT

après chirurgie mitrale est estimée à 27% et sa présence est associée à un pronostic péjoratif (35,36).

Une annuloplastie tricuspidiennne doit donc être proposée en cas d'IT sévère ou d'IT modérée à moyenne en cas de dilatation de l'anneau supérieure à 40mm (ou 21mm/m²) pendant la plastie mitrale (5).

Les indications de plastie pour les IM secondaires restent très limitées, principalement quand une revascularisation chirurgicale par pontage est réalisée de manière concomitante (5). Elle est associée à une mortalité péri-opératoire importante et un risque élevée de récurrence d'IM sans bénéfice prouvé sur la survie (37,38).

E) Insuffisance mitrale et sport

Le bénéfice sur la santé d'une activité physique modérée régulière en termes de morbi-mortalité n'est plus à démontrer. L'espérance de vie des sujets pratiquants une activité physique régulière est de 7 ans supérieure à celle des sédentaires (39). L'organisation mondiale de la santé préconise ainsi une activité d'au moins 600 met.min par semaine (40).

La pratique d'une activité physique de manière intensive et prolongée peut être à l'origine de modifications physiologiques adaptatives, tant sur les plans cliniques, électriques que morphologiques. Ces adaptations sont décrites sous le terme de "cœur d'athlète". Elles n'apparaissent qu'en cas d'activité physique intense, soit 6 à 8 heures par semaine au-dessus de 60% du VO₂ maximal (c'est-à-dire une activité au-dessus du seuil d'essoufflement) depuis plus de 6 mois (41). Ces modifications ne se rencontrent donc que chez une faible proportion de sportifs, et principalement chez ceux pratiquant des sports d'endurance.

1) Mort subite chez les athlètes

La mort subite chez un athlète est un événement rare mais souvent médiatisé car vécue de manière traumatisante par l'opinion publique. On estime son incidence entre 0,7 et 3 pour 100 000 athlètes âgés de moins de 35 ans (42-44).

Malgré un bénéfice net de la pratique sportive sur la santé (45,46), la mortalité (46), les désordres métaboliques (dyslipidémie et diabète) et les cancers (47,48), sa pratique intensive augmente transitoirement le risque de trouble du rythme (49,50). Le risque de mort subite est ainsi doublé durant une activité physique et jusqu'à une heure après son arrêt (50,51). Les troubles du rythme ventriculaire sont les plus fréquemment rencontrés.

Ceci explique l'attention particulière médicale dont bénéficient les athlètes afin de dépister les sujets à risque de mort subite (52).

Les causes les plus fréquemment retrouvées sont les cardiopathies génétiques (cardiopathie hypertrophique familiale, dysplasie arythmogène du ventricule droit et dilatée primitive) et les malformations cardiaques (anomalies coronaires, sténose aortique sur bicuspidie) (figure 14) (53–55).

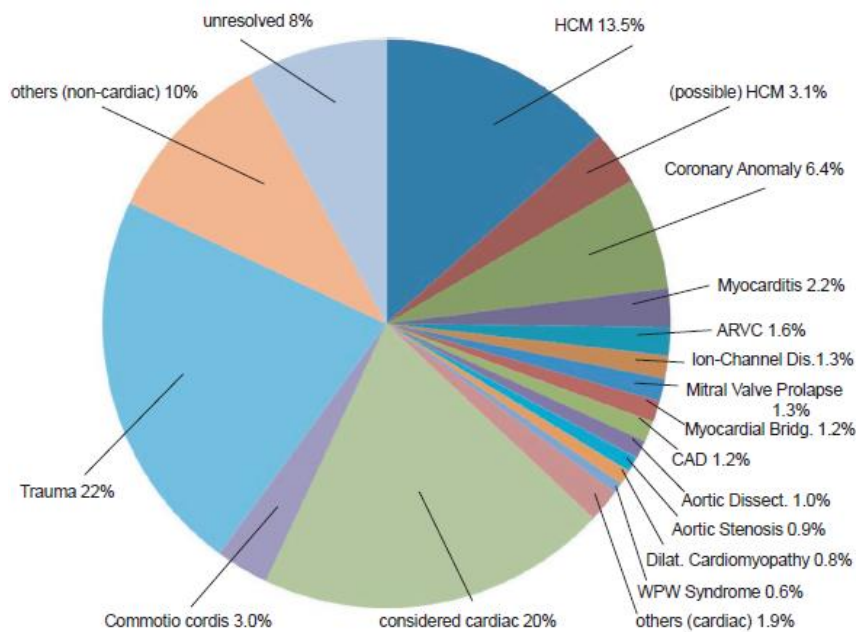


Figure 14. Etiologies des morts subites chez 1866 athlètes. D'après Maron (56). HCM : cardiomyopathie hypertrophique ; ARVC : dysplasie arythmogène du ventricule droit ; WPW : Wolf parkinson white, CAD : coronaropathie.

Les prolapsus valvulaires représentent 1,3 % des morts subites chez l'athlète, contre 7 % pour population générale (20,56).

Un examen clinique complet incluant l'anamnèse (personnelle et familiale) avec un questionnaire standardisé est donc recommandé (57). La réalisation systématique d'un ECG de dépistage chez l'athlète fait toujours débat entre l'Europe et les Etats-Unis. L'ESC recommande sa réalisation systématique alors que l'AHA lui réserve une utilisation ciblée, orientée par l'interrogatoire et l'examen clinique (57,58).

2) Classifications de Mitchell

La classification de Mitchell des sports est basée sur les composantes statiques et dynamiques de pointes obtenues pendant la compétition et divise les sports en 9 catégories (8) (Tableau 1). Des valeurs plus élevées peuvent néanmoins être atteintes pendant l'entraînement. La composante dynamique est définie en pourcentage estimé d'absorption maximale d'oxygène (VO₂max) atteint et entraîne une augmentation du débit cardiaque. La composante statique est liée au pourcentage volontaire maximal de contraction atteint et entraîne une augmentation de la tension artérielle.

La classification tient également compte des risques de traumatismes et de l'environnement en cas de syncope.

Tableau 1. Classification de Mitchell des sports

		Augmentation de la composante dynamique →		
		A. Dynamique faible (<50	B. Dynamique moyen (50-75%)	C. Dynamique fort (>75%)
Augmentation de la composante statique	I. Statique faible (<10%)	Billard	Baseball	Badminton/cross
		Bowling	Tennis de table	Ski/marche
		Cricket	Volleyball	Hockey sur gazon ^a
		Curling	Escrime	Course d'orientation
		Golf	Tennis (Double)	Course longue durée
		Tir arme à feu		Tennis/Football
	II Statique moyen (10-20	Tir à l'arc ^{a,b}	Sprint/surf ^{a,b}	Basket ^a /ski de fond
		Course automobile ^{a,b}	Football/natation synchronisée ^b	Hockey sur glace ^a
		Plongée sous marine ^{a,b}	Rodeo/rugby ^a	Natation /handball
		Equitation ^{a,b}	Saut athétisme ^{a,b}	Crosse canadienne
		Motocyclisme ^{a,b}	Patinage ^a	Course moyenne distance
		Plongeon		Biathlon
	III. Statique fort (>30%)	Bobsleigh ^{a,b}	Bodybulding ^{a,b}	Boxe ^a
		Ski nautique	Ski descente ^{a,b}	Canoë kayak
		Gymnastique ^{a,b}	Lutte ^a	Cyclisme ^a
		Luge ^{a,b} /Voile	Skatebord	Aviron
		Arts martiaux ^{a,b}	Snowboard	Patin de vitesse
		Escalade ^{a,b}		Tiathlon
	Haltérophilie ^{a,b}			
	Planche à voile ^{a,b}			

^a Risque de traumatisme

^b Risque lié à l'environnement en cas de syncope

3) Sports autorisés en cas d'insuffisance mitrale et après correction par plastie

Autoriser la pratique d'un sport en cas de cardiopathie est toujours une situation délicate pour le clinicien notamment pour le caractère médico-légal qu'elle revêt. Les recommandations américaines de 2014 permettent de donner un référentiel sur les sports autorisés en cas de valvulopathie chez l'athlète et se fondent sur la classification de Mitchell (57).

En cas d'IM, une évaluation par ETT annuelle et la réalisation d'un test d'effort aux conditions habituelles d'exercice afin de s'assurer du caractère asymptomatique est recommandée.

La présence d'une IM modérée à moyenne asymptomatique sans retentissement VG (FEVG > 60%, DTSVG < 40 mm) ou avec dilatation modérée résultant uniquement de l'entraînement sportif (DTDVG < 60mm ; 40 mm/m² chez la femme et 35 mm/m² chez l'homme), sans HTAP et en rythme sinusal ne contre-indique aucun sport.

Une IM sévère asymptomatique en rythme sinusal avec une fonction systolique VG conservée ou une dilatation modérée VG rattachée au sport permet l'accès aux sports de classe IA, IIA et IB.

L'apparition d'un début de retentissement avec dilatation VG (DTDVG >65mm ; 35,3 mm/m² [homme], 40 mm/m² [femme]), d'HTAP, d'une dysfonction systolique (FEVG < 60%, DTSVG > 40mm), ou d'une anticoagulation au long cours pour de la FA contre indiquée à l'ensemble des sports.

Après plastie mitrale, les patients sans fuite résiduelle significative (> modérée) et avec une fonction systolique VG conservée ne peuvent participer qu'à des sports de faible intensité et quelques sports modérés (Classes IA, IB, IIA). Le niveau de recommandation retenu correspond cependant à un consensus d'experts.

F) Considérations générales et objet de l'étude

A notre connaissance, peu de données scientifiques prospectives ou rétrospectives viennent appuyer les recommandations de l'AHA chez l'athlète ou encore la pratique des sports de loisirs après plastie mitrale malgré un nombre important de sujets opérés chaque année. Il s'agit pourtant d'une demande fréquente dans cette population souvent jeune et active.

La restauration d'un jeu valvulaire normal permet un remodelage positif de la fonction VG et de l'oreillette gauche allant jusqu'à une normalisation des volumes (59). La réalisation d'une rééducation cardiaque n'aggrave pas non plus le résultat chirurgical et permet d'améliorer significativement le pic de VO₂ et la fonction systolique VG (6,60).

Passés les trois mois post-opératoires, le maintien d'une anticoagulation curative ou anti-agrégation au long cours n'est pas nécessaire après plastie mitrale, limitant donc le risque de saignement en cas de traumatisme dans le cadre de la pratique de certains sports (5).

Une des craintes après plastie mitrale est l'apparition d'un effet sténosant ou la réapparition d'une insuffisance mitrale pouvant être à l'origine d'insuffisance cardiaque, d'HTAP ou de fibrillation atriale (61). Les mécanismes les plus souvent retrouvés sont l'utilisation d'un anneau d'annuloplastie trop petit ou l'apparition de pannus avec extension aux feuillets mitraux (62,63). Ces manifestations restent toutefois rares. A l'extrême, on peut imaginer un lâchage du montage chirurgical lors d'efforts violents.

L'hypothèse de ce travail est que la pratique sportive et un haut niveau d'activité physique n'est pas associé à un surrisque après une plastie mitrale dans l'IM primaire.

V. Matériels et méthodes

Population :

Nous avons inclus rétrospectivement tous les patients âgés de 18 à 65 ans, opérés d'une plastie mitrale entre janvier 2010 et mars 2017 au centre hospitalo-universitaire (CHU) de Toulouse.

Les critères d'exclusions étaient un antécédent de chirurgie cardiaque, les IM secondaires, la réalisation d'un geste chirurgical concomitant (pontage, remplacement valvulaire aortique ou de l'aorte) à l'exception de l'annuloplastie tricuspидienne et l'ablation peropératoire de FA, le décès non cardiaque, la reprise chirurgicale secondaire (péri-opératoire ou infectieuse) après une PM et toutes contre-indications à une activité physique normale.

Conformément à la charte du patient hospitalisé (loi du 4 mars 2002), tous les patients ont été informés à leur admission que leurs données cliniques pouvaient être utilisées pour des projets de recherche. L'étude a été approuvée par le Comité national et l'informatique et des libertés (numéro de déclaration : 2172433 v 0), annexe 1.

Les patients inclus étaient ensuite contactés par téléphone au moins un an après plastie mitrale et devaient donner leur accord oral après information pour participer à l'étude.

Données collectées

Variables cliniques et biologiques

Les caractéristiques de base des patients, comorbidités, symptômes et données opératoires ont été collectées via le dossier médical du patient. L'Euroscore II a été calculé rétrospectivement à l'aide du calculateur en ligne (www.euroscore.org/calc.html)(64). Au moment de l'appel, il était recherché la prise d'un traitement anticoagulant.

Les données biologiques recueillies ont compris le pic de troponine ultrasensible post-opératoire ($n < 7 \text{ ng.ml}$), le taux de créatininémie et d'hémoglobine le jour de la sortie de l'hôpital.

Sport et activité physique

Les patients étaient appelés au moins un an après la chirurgie et interrogés à propos de leur activité physique et sportive.

Le questionnaire IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) est un outil validé permettant d'évaluer l'activité physique dans la population générale. Le questionnaire original a été développé pour des adultes âgés de 18 à 65 ans et permet d'évaluer tous les niveaux d'activité physique au quotidien (travail, transport, sport, loisirs). Nous avons utilisé le questionnaire IPAQ dans sa version courte pour ce travail (Annexe 2). Le classement et le calcul du score continu ont été effectués en suivant les recommandations publiées sur www.ipaq.ki.se (directives pour le traitement et l'analyse des données) et sont rappelées en annexe 3. Le score continu est exprimé en MET par minute par semaine où le MET (metabolic equivalent task) est une mesure physiologique exprimant le coût énergétique des activités physiques. Les 3 catégories : inactive (IPAQ1), peu active (IPAQ2) et très active (IPAQ3 ou HEPA pour health enhancing physical activity), ont été déterminées comme recommandées.

Les activités physiques sportives ont été évaluées au cours des 6 derniers mois et classées selon la classification de Mitchell (65). La pratique du sport a été estimée en heure par semaine, puis subdivisée en plusieurs catégories (heures : < 3 ; ≥ 3 et ≥ 6). Le statut NYHA (New York Heart Association), le jour de l'appel, était recueilli ainsi que la pratique du sport avant la chirurgie.

Nous avons recherché si les sujets atteignaient les recommandations de l'OMS préconisant une activité minimale de 600 met.min.sem (40).

Données ETT :

Une évaluation ETT était réalisée en pré et post-opératoire puis annuellement par un échographiste expérimenté. La dernière ETT réalisée dans le cadre du suivi habituel a été recueillie.

Les paramètres ETT mesurés suivaient les recommandations des sociétés savantes américaines et européennes d'échographie (66–68).

La fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) était mesurée en utilisant la méthode de Simpson biplan. La fonction valvulaire mitrale était évaluée par la surface valvulaire (obtenue par équation de continuité ou planimétrie si disponible), le gradient moyen et la vitesse maximale trans-mitrale obtenue par doppler continu. La présence d'une insuffisance mitrale résiduelle était cotée de manière semi-quantitative de 0 à 4 : nulle (0), minime (1), modérée (2), moyenne (3) et sévère (4).

Les pressions artérielles pulmonaires systoliques étaient estimées par l'équation simplifiée de Bernoulli sur le flux d'IT par doppler continu et rajout de la pression de l'oreillette droite.

La fonction ventriculaire droite était évaluée par doppler tissulaire à l'anneau tricuspide latéral (Onde S) et mode TM pour le TAPSE (Tricuspid annular plane systolic excursion).

Critère principal de jugement et secondaire

Le critère principal de jugement était composite, atteint en cas de survenue d'une FA tardive (> 3 mois post-opératoire), une dysfonction de valve (IM \geq 2 et/ou Gmoy \geq 8mmhg non présent en post-opératoire) et insuffisance cardiaque. Seul le premier évènement survenu a été pris en compte.

En analyse secondaire, nous avons recherché une corrélation entre le score continu IPAQ et les derniers paramètres valvulaires mitraux disponible afin de déterminer si l'activité physique avait un impact sur la durabilité de la plastie.

Pendant le suivi, les patients étaient évalués par leur cardiologue référent. Les évènements étaient relevés à partir des comptes rendus médicaux, des consultations ou par appel téléphonique des cardiologues, des patients et si nécessaire de l'entourage proche.

Analyse statistique :

Les variables continues ont été exprimées en moyenne +/- écart-type. Les variables n'étant pas distribuées normalement ont été représentées sous forme de médiane avec le 25^{ème} et 75^{ème} quartile. Les valeurs nominales ont été exprimées en chiffres et pourcentages. L'association entre les valeurs moyennes des variables continues a été comparée en utilisant la somme des rangs de Man-Whitney ou le test t de Student. Les variables nominales ont été étudiées par le test du chi2 ou le test exact de Fisher. Le score continu IPAQ n'ayant pas une distribution normale, une correction a été appliquée par une fonction logarithmique népérienne et la corrélation a été ensuite étudiée par le test de Pearson. Un p (risque alpha) inférieur à 0,05 était considéré comme significatif. Les statistiques ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT v 2018.3 (Addinsoft, Paris, FR).

VI. Résultats

Caractéristiques de la population

Parmi les 654 procédures entre janvier 2010 et mars 2017, 196 (30 %) adultes de moins de 65 ans étaient éligibles dont 61 (9%) avaient des critères d'exclusion et 14 (2%) ont été perdus de vue. Finalement, 121 (19%) patients ont pu être interrogés et inclus dans l'étude (figure 15). Les circonstances de décès et de reprise chirurgicale après plastie mitrale chez les sujets éligibles ont été recherchées et sont décrites dans la figure 15. Les caractéristiques des patients exclus décédés et réopérés ont été cherchées et sont montrées dans le tableau 2. Les caractéristiques cliniques, biologiques, chirurgicales et ETT sont montrées dans le tableau 3.

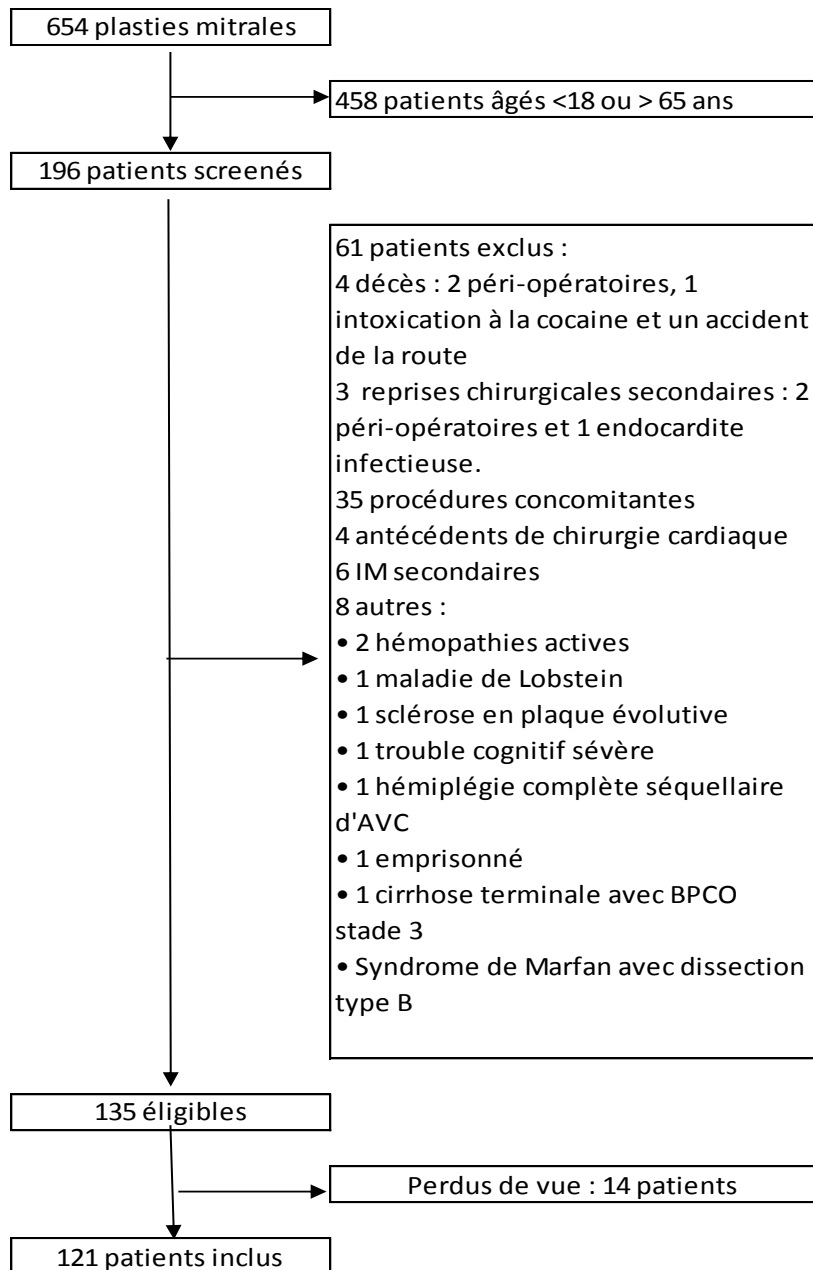
26 patients (21,5%) étaient asymptomatiques avant plastie mitrale et le score EUROSCORE 2 médian était à 0,67 (0,55-1,02) correspondant à un risque chirurgical bas. La maladie de Barlow était la première étiologie avec 79,3% de tous les malades et le prolapsus postérieur la localisation la plus fréquente de prolapsus (71,1%) dans la cohorte. Les techniques chirurgicales les plus utilisées étaient : la réalisation d'une annuloplastie (94,2%), la résection quadrangulaire (63,3%), l'utilisation de néo-cordages (17,4%), végectomie ou tumorectomie (13,2%) et la commissuroplastie (8,4%). Une annuloplastie tricuspидienne a été réalisée chez 8 patients (6,6%) et une ablation peropératoire de FA chez 13 patients (10,7%).

Le temps moyen de clampage aortique était de 54±15 minutes avec un pic médian de troponine post-opératoire de 653 (469-1148). 100 patients (83,3%) ont réalisé une rééducation cardiaque.

Tableau 2. Description des patients décédés et réopérés.

	Age (ans)	Délai post opératoire (années, mois, jours)	Cause du décès ou de la réintervention
Patients décédés :			
n°1	47	28 jours	Syndrome de détresse respiratoire aiguë sur pneumopathie acquise sous ventilation mécanique en post-opératoire tardif
n°2	43	8 jours	Syndrome de détresse respiratoire aiguë sur pneumopathie d'inhalation
n°3	37	11 mois, 10 jours	Intoxication aiguë à la cocaïne
n°4	57	1 an, 2 mois, et 2 jours	Accident de la voie publique
Patients réopérés			
n°1	40	1 an, 5 mois, et 20 jours	Réapparition d'une insuffisance mitrale sévère avec effet sténosant sur récurrence d'endocardite infectieuse tardive.
n°2	46	10 jours	Réapparition d'une insuffisance mitrale sévère post opératoire précoce. Patient atteint d'une maladie de Lobstein. Remplacement valvulaire mitral mécanique.
n°3	52	13 jours	Lâchage de néocordage avec réapparition d'une fuite sévère. Remplacement valvulaire mitral mécanique.

Figure 15. Diagramme de flux de la population



Abbréviations : BPCO : broncho-pneumopathie chronique obstructive, AVC : accident vasculaire cérébral

Tableau 3 : Caractéristiques de la population totale et selon la survenue du critère principal de jugement.

Variables	Total (n = 121)	Avec évènement (n=20)	Sans évènement (n=101)	
			évènement	p value
Age, années	50,7 ± 11,4	49,1 ± 14,2	51 ± 10,8	0,501
Femme, n (%)	36 (29,8)	7 (35)	29 (29,7)	0,574
IMC	24,3 ± 3,9	24,3 ± 3,8	24,4 ± 3,8	0,961
Facteurs de risque, n (%)				
Tabagisme	33 (27,3)	6 (30)	27 (26,7)	0,764
HTA	14 (11,6)	1 (5)	13 (12,9)	0,461*
Dyslipidémie	11 (9,1)	1 (5)	10 (9,9)	0,689*
Diabète	3 (2,5)	0 (0)	3 (3)	1*
Hérédité	2 (1,7)	1 (5)	1 (1)	0,304*
FA pré-opératoire, n (%)	19 (15,7)	6 (30)	13 (12,9)	0,086*
Asymptomatique, n (%)	26 (21,5)	5 (25)	21 (20,8)	0,676
Sport avant chirurgie, n (%)	53 (44,5)	11 (55)	42 (41,6)	0,302
Euroscore 2 (%)	0,67 (0,55-1,02)	0,71 (0,55-1,3)	0,66 (0,55-1)	0,408
Etiologie, n (%)				
Maladie de Barlow	96 (79,3)	16 (80)	80 (79,2)	0,936
Rupture de cordage	63 (52,1)	9 (45)	52 (51,5)	0,489
Endocardite infectieuse	12 (10)	3 (15)	9 (8,9)	0,416*
Tumeur valvulaire	8 (6,5)	1 (5)	7 (6,9)	1
Localisation du prolapsus				
Prolapsus postérieur	86 (71,1)	14 (70)	72 (71,3)	0,908
Prolapsus antérieur	9 (7,4)	2 (10)	7 (6,9)	0,642*
Prolapsus bivalvulaire	14 (11,6)	1 (5)	13 (12,9)	0,461*
Techniques de réparation, n (%)				
Annuloplastie mitrale	114 (94,2)	19 (95)	95 (94,1)	0,869
Annuloplastie tricuspидienne	8 (6,6)	3 (15)	5 (5)	0,125*
Résection quadrangulaire	77 (63,6)	12 (60)	65 (64,4)	0,711
Résection triangulaire	8 (6,7)	1 (5)	7 (6,9)	1*
Cordages artificiels	21 (17,4)	6 (30)	15 (14,9)	0,114
Fermeture de fente	9 (7,4)	1 (5)	8 (7,9)	1*
Commissuroplastie	13 (8,4)	3 (15)	10 (9,9)	0,199
Vegetomie/tumorectomie	16 (13,2)	4 (20)	12 (11,9)	0,301*
Ablation de FA	13 (10,7)	6 (30)	7 (6,9)	0,008*
Fermeture auricule gauche	15 (12,4)	6 (30)	9 (8,9)	0,018*
Durée clampage aortique (minutes)	54,3 ± 15,5	59,2 ± 17,3	53,3 ± 15	0,13
FA post opératoire, n (%)	37 (30,6)	8 (40)	29 (28,7)	0,317
Biologie				
Pic de troponine (ng/ml)	653 (469-1154)	753 (487-1032)	649 (463-1295)	0,891
Créatinine (mmol/l)	75,7 ± 20,7	76,6 ± 26	75,6 ± 19,6	0,83
Hémoglobine (g/dl)	10,7 ± 1,5	10,6 ± 1,5	10,7 ± 1,5	0,833
Données pré et postopératoire ETT				
FEVG pré-opératoire (%)	61,7 ± 7,7	61,4 ± 7,5	61 ± 7,7	0,861
FEVG post opératoire (%)	54,5 ± 10,5	53,4 ± 9,6	54,7 ± 10,7	0,613
Gmoy (mmhg)	4,1 ± 1,8	4,9 ± 2,2	3,9 ± 1,6	0,025
Absence de fuite	100 (82,5)	16 (80)	84 (83,2)	0,732
IM 1/4	21 (17,4)	4 (20)	17,5 (16,8)	
Surface valvulaire mitrale (cm ²)	2,3 ± 0,6	2,1 ± 0,6	2,3 ± 0,7	0,32
Rééducation cardiaque, n (%)	100 (83,3)	16 (80)	84 (83,2)	0,661

Tableau 3 : Suite

Variabiles	Total (n = 121)	Avec évènement (n=20)	Sans évènement (n=101)	p value
Suivi (mois)	33,9 (19,7-49,8)	32,1 (20,5-41,5)	34,5 (19,5-50,4)	0,848
NYHA le jour de l'appel, n (%)				
1	104 (85,9)	17 (85)	87 (86,1)	0,894
2	17 (14,1)	3 (15)	14 (13,9)	
Anticoagulation	24 (19,8)	8 (40)	16 (15,8)	0,027
Dernières données ETT				
Délai après plastie	23,9 (13,4-36,3)	30,8 (18,6- 37,9)	22,7 (11,4-35,7)	0,143
FEVG	59,9 ± 7,4	57,9 ± 7,5	60,3 ± 7,4	0,196
Gmoy (mmhg)	3,9 ± 1,9	5,1 ± 3,1	3,7 ± 1,5	0,0017
Absence d'IM	82 (67,8)	7 (35)	75 (74,2)	
IM grade 1	32 (26,4)	6 (30)	26 (25,7)	<0,0001
IM ≥ 2	7 (5,8)	7 (35)	0 (0)	
Surface valvulaire mitrale (cm ²)	2,3 ± 0,6	1,9 ± 0,4	2,4 ± 0,6	0,023
PAPs (mmhg)	26,9 ± 8,5	30,7 ± 9	26,1 ± 8,2	0,043
TAPSE (mm)	18,1 ± 1,9	17,9 ± 1,6	18,1 ± 2	0,73
Onde S (cm/s)	10,4 ± 1,3	10,1 ± 1,2	10,5 ± 1,3	0,305
Vitesse maximale transmitrale (m.s)	1,5 ± 0,4	1,8 ± 0,3	1,4 ± 0,4	0,0004
OMS > 600 MET.min.semaine, n (%)	102 (84,3)	18 (90)	84 (83,2)	0,443

Les variables catégorielles sont représentées en nombre de patient (%) ; les valeurs continues sont représentées en moyenne avec l'écart type pour celle distribuées normalement, sinon en médiane avec le 25ème et 75ème persantile. * Test exact de Fisher. Abréviations : ETT : échocardiographie transthoracique, FA : fibrillation atriale, FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche, Gmoy : gradient moyen transmitral, IM : insuffisance mitrale IPAQ : international physical activity questionnaire, ; NYHA : new york heart association OMS : organisation mondiale de la santé, PAPs : pression artérielle pulmonaire systolique ; TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion.

Résultats des données sportives et du questionnaire IPAQ

56 patients (46,3%) pratiquaient une activité physique régulière avec une médiane de 3 (2-5) heures par semaine, parmi lesquels 11 (19,6%) au moins 6 heures. 46 patients (82,1%) pratiquaient un sport autre les classes IA, IB, IIB recommandées selon la classification de Mitchell et le sous-groupe IIIC était le plus représenté avec 44,6% de tous les sportifs. 5 patients (8,9%) pratiquaient le sport en compétition.

31 patients ont été classés dans le groupe IPAQ 1, 48 le groupe IPAQ 2, 42 le groupe IPAQ 3 très actif, avec un score IPAQ continu respectif de 438 (199-645), 1354 (1044-1893) et 4465 (3545-6931). 102 patients (84,3%) ont atteint les recommandations de l'OMS préconisant une activité physique supérieure à 600 met.min.semaine (41).

Résultats du critère principal de jugement

20 évènements sont survenus : 8 FA tardives (7%), 12 dysfonctions de valve (10 % : 7 IM ≥ 2 ; 5 GMT ≥ 8mmhg), 0 insuffisance cardiaque. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre le critère principal et le sport en général (p=0,537), tous les sous-groupes de la classification de Mitchell, les différents groupes IPAQ dont le 3^{ème} très actif (p=0,849) et le score IPAQ

continu ($p=0,396$). La durée du sport n'avait pas non plus d'impact ($p=0,252$), notamment chez les sujets pratiquant plus de 6 heures de sports ($p=0,679$).

Tableau 4. Résultats du critère principal de jugement en fonction du sport et de l'activité physique.

Variabiles	Tous (n=121)	Avec évènement n=20	Sans évènement n=101	p value
Sports				
Tous	56 (46,3)	8 (40)	48 (47,5)	0,537
Sport < 3 h	33 (58,9)	3 (15)	30 (28,7)	0,252*
Sport ≥ 3 h	23 (41,1)	5 (25)	18 (17,8)	
Sport ≥ 6h	11 (9,1)	1 (5)	10 (9,9)	0,679*
Compétition	5 (4,1)	0 (0)	5 (5)	0,589*
Classification de Mitchell				
IA	4 (3,3)	0 (0)	4 (4)	1*
IB	4 (3,3)	0 (0)	4 (4)	1*
IC	17 (14)	4 (20)	13 (12,9)	0,481*
IIA	2 (1,7)	0 (0)	2 (2)	1*
IIB	3 (2,5)	0 (0)	3 (3)	1*
IIC	18 (14,9)	1 (5)	17 (16,8)	0,302*
IIIA	6 (5)	2 (10)	4 (4)	0,261*
IIIB	0 (0)	0	0	1*
IIIC	25 (20,7)	3 (15)	22 (21,8)	0,763*
Classes IPAQ				
IPAQ 1	31 (25,6)	5 (20)	26 (25,7)	
IPAQ 2	48 (39,7)	9 (45)	39 (38,6)	0,849
IPAQ 3	42 (34,7)	6 (30)	36 (35,6)	
Score IPAQ continu (met.min.semaine)				
<1000	36 (29,7)	6 (30)	30 (29,7)	
1000-2999	46 (38)	9 (45)	37 (36,6)	0,706
≥ 3000	39 (32,2)	5 (25)	34 (33,6)	

Les variables catégorielles sont représentées en nombre de patient (%) ; Les valeurs continues sont représentées en médiane avec le 25ème et 75ème persantile. * Test exact de Fisher.

Abréviations : IPAQ : International physical activity questionnaire ; h : heure.

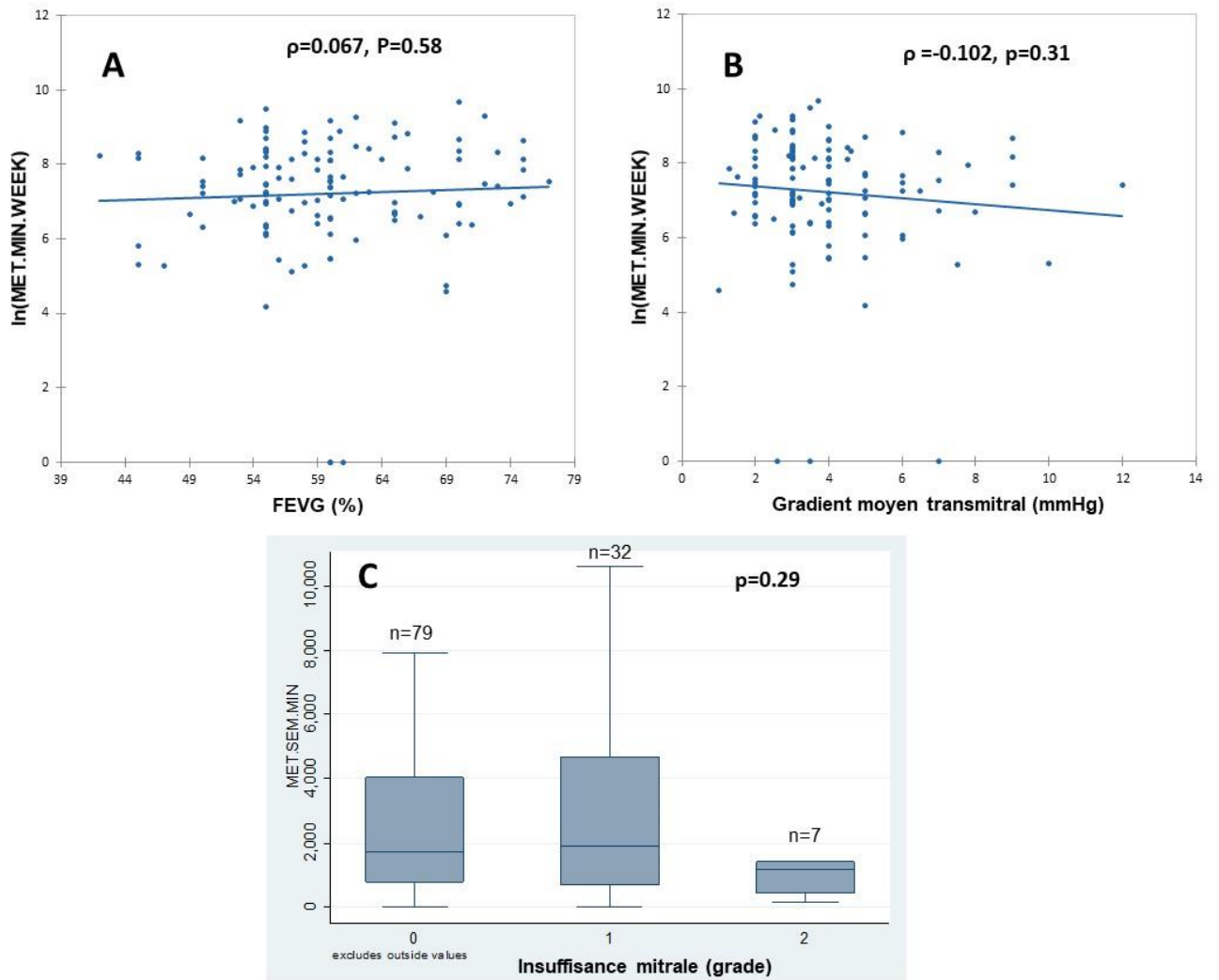
Résultats des données ETT et du critère secondaire.

Après plastie mitrale, la FEVG décroît par 6,2% comparativement à celle préopératoire ($p<0,0001$). Les paramètres valvulaires mitraux post-opératoires étaient les suivants : surface fonctionnelle à $2,4 \pm 0,6$ cm, GMT à $4,1 \pm 1,8$ mmhg et absence de fuite modérée.

L'intervalle moyen entre la dernière ETT et celle post-opératoire étaient de 24 (13-36) mois.

Concernant l'analyse secondaire, aucune corrélation n'a été mise en évidence entre le score IPAQ continu et les derniers paramètres ETT : FEVG ($p=0,057$, $n=121$, $p=0,58$), insuffisance mitrale ($n=121$, $p = 0,28$), le gradient moyen ($p=-0,102$, $n=121$, $p=0,31$), figure 16.

Figure 16. Corrélation entre le score continu IPAQ et (A) la FEVG (B) le gradient moyen (C) la fuite mitrale



VII. Discussion

Cette étude ne met pas en évidence de différences entre le critère principal de jugement et la pratique générale du sport, toutes les catégories de sports selon la classification de Mitchell, les groupes IPAQ et le score continu IPAQ. Ces données sont également retrouvées chez les sujets ayant une pratique sportive intensive ≥ 6 heures par semaine, ainsi qu'une activité physique importante pour un score IPAQ continu ≥ 3000 met.min.semaine. De plus, dans l'analyse secondaire, un score IPAQ continu élevé n'est pas associé à une dégradation des paramètres valvulaires échographiques (IM, gradient moyen) et la fraction d'éjection ventriculaire gauche.

Il est intéressant de noter le haut niveau d'activité physique dans cette cohorte avec 46,3% de sportifs. Ces bons résultats peuvent s'expliquer par un taux important de rééducation cardiaque (83,3%).

Parmi les sujets réalisant une activité sportive régulière, 46 patients (82,1%) pratiquaient des sports autres que ceux recommandés par l'AHA (IA, IB et IIB selon la classification de Mitchell) ; dont 46,6% des sports du groupe IIIC à haute composante statique et dynamique (exemple : aviron, cyclisme) et 5 (8,9%) du sport en compétition. Parmi ces sujets, deux cas méritaient une attention particulière. Le premier patient pratique l'alpinisme à haut niveau avec des ascensions fréquentes de sommets à plus de 5000 mètres d'altitude. Le deuxième est moniteur de ski de fond avec plus de 20 heures de sport par semaine chaque saison. Tous les 2 étaient asymptomatiques sans événement. Chez les 12 patients opérés pour endocardite infectieuse, généralement associée à un pronostic plus sombre, aucune différence n'a été mise en évidence avec le critère principal et 50 % pratiquaient une activité sportive régulière.

La plastie mitrale est la technique de référence pour corriger les IM primaires, avec d'excellents résultats sur le long terme, tant en terme de survie que de qualité de vie, mais au prix d'un taux de réopération légèrement supérieur à un remplacement conventionnel (4,69). Ces résultats ont conduit les sociétés savantes européenne et américaine à étendre les indications de plastie à des patients asymptomatiques, à faible risque chirurgical et avec un début de retentissement VG à type de dilatation sans atteinte de la fonction systolique (22,70,71). Ceci pose la question de la poursuite de la pratique du sport au sein cette population amenée à se faire opérer précocement en l'absence de symptôme.

Le bénéfice d'une activité physique régulière est bien établi car associé à une diminution du taux de mortalité, particulièrement d'origine cardio-vasculaire (40). Paradoxalement, l'exercice intensif peut transitoirement augmenter le risque de mort subite et d'évènement coronarien chez des individus prédisposés (51,52). La maladie de Barlow est également pourvoyeuse de morts subites par arythmie ventriculaire, représentant 7 % de celles-ci et plus particulièrement 1,3 % chez l'athlète. Le mécanisme impliqué est une fibrose des piliers

ventriculaires et de la paroi inféro-basale secondaire à la traction générée par le prolapsus sur l'appareil sous valvulaire (20,57). Concernant les patients décédés ou réopérés, aucun d'entre eux n'était lié à la pratique sportive (Figure 15, tableau 2). Ils ont été exclus de l'analyse car il n'était pas possible d'évaluer rétrospectivement avec certitude leur niveau d'activité physique et sportive avant la survenue de l'évènement.

La correction chirurgicale du prolapsus permet de réduire les contraintes grâce à un remodelage positif du ventricule gauche ainsi qu'une diminution du volume de l'oreillette gauche et semble réduire le risque de mort subite (21,59,72). Malgré cela, un effet sténosant post-opératoire ou la réapparition d'une insuffisance mitrale peuvent survenir après la chirurgie et générer de l'insuffisance cardiaque ou encore des récurrences de FA (62–64). La présence d'une sténose fonctionnelle peut s'expliquer par un mismatch secondaire à l'utilisation d'un anneau d'annuloplastie trop petit, mais également au développement de pannus avec extension secondaire aux feuillets valvulaires (61). Un lâchage de suture peut également être craint. Bien que rare, ces données peuvent expliquer pourquoi l'AHA n'autorise que des sports à faible composante dynamique et statique chez l'athlète après plastie mitrale (7). Paradoxalement, le fait d'être porteur d'une valve prothétique permet un accès plus large au sport, notamment ceux du groupe IC (tennis, footing).

À notre connaissance, aucune étude n'a évalué la pratique du sport après une plastie mitrale. Les seules données dont nous disposons sont dans le cadre de la rééducation cardiaque, qui semble sûre et efficace pour augmenter le pic de VO₂ et le seuil anaérobie (6). Notre population a été volontairement sélectionnée jeune (n=196), sans comorbidités, à faible risque chirurgical et opérée pour une première plastie isolée (n=135) afin de limiter les facteurs confondants. Les IM secondaires ont également été exclues car leur pronostic et leur histoire naturelle sont différents des fuites primitives (18).

Un point important à considérer vis-à-vis de la pratique sportive est la prise d'un traitement anticoagulant, du fait du risque de traumatisme. Parmi les avantages de la plastie mitrale, la prise au long cours d'un traitement anticoagulant ou anti-thrombotique n'est pas nécessaire chez les patients en rythme sinusal. Dans notre population, une portion significative (20,7%) des patients recevaient un traitement anticoagulant.

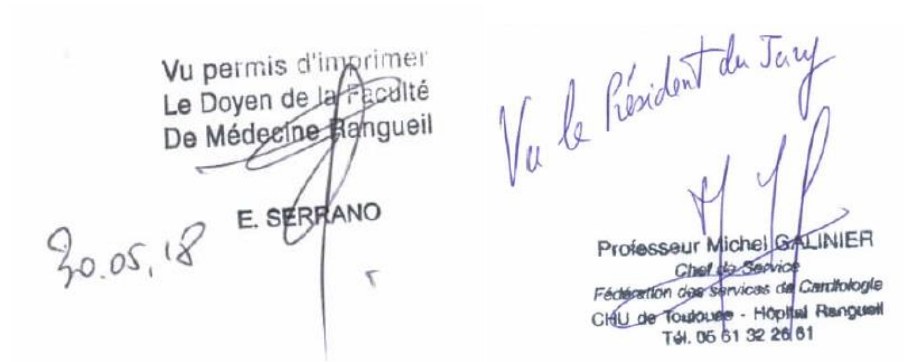
Limites :

Cette étude a des limites. Premièrement, il s'agissait d'une étude monocentrique de petite taille car nous avons sélectionné des patients jeunes sans comorbidités, censés correspondre à ceux demandeurs de pratique sportive. Deuxièmement, nous avons utilisé un critère composite intermédiaire, car nous ne pouvions pas évaluer rétrospectivement l'activité physique et sportive des sujets décédés ou réopérés. Leur survenue ne semble malgré tout pas liée à la pratique sportive. Les données étant déclaratives, nous ne pouvons pas exclure l'existence d'un biais d'hétéro-évaluation ; de plus, aucun test fonctionnel n'a été réalisé

pour confirmer les déclarations et définir des sujets réellement athlétiques. Enfin, 14 patients (10,4%) parmi les 135 éligibles n'ont pas pu être interrogés.

VIII. Conclusion

La pratique du sport ou d'une activité physique intensive ne semble pas avoir de conséquence délétère après une plastie mitrale, au regard du critère principal de jugement et des paramètres valvulaires mitraux dans cette cohorte active. Les recommandations de l'AHA après une plastie mitrale chez l'athlète sont probablement trop restrictives au vu des excellents résultats sur le long terme et la restauration d'un jeu valvulaire presque normal. La pratique de tous types de sports devrait être considérée individuellement en l'absence d'autres contre-indications.



IX. Références

1. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Bärwolf C, Levang OW, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. juill 2003;24(13):1231- 43.
2. Freed LA, Levy D, Levine RA, Larson MG, Evans JC, Fuller DL, et al. Prevalence and clinical outcome of mitral-valve prolapse. *N Engl J Med*. 1 juill 1999;341(1):1- 7.
3. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, Abdallah F, Celestin JA, Meimoun P, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation*. 18 sept 2001;104(12 Suppl 1):I8-11.
4. Costa FDA da, Colatusso D de FF, Martin GL do S, Parra KCS, Botta MC, Balbi Filho EM, et al. Long-Term Results of Mitral Valve Repair. *Braz J Cardiovasc Surg*. févr 2018;33(1):23- 31.
5. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Rev Espanola Cardiol Engl Ed*. févr 2018;71(2):110.
6. Meurin P, Iliou MC, Ben Driss A, Pierre B, Corone S, Cristofini P, et al. Early exercise training after mitral valve repair: a multicentric prospective French study. *Chest*. sept 2005;128(3):1638- 44.
7. Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ, American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee of Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Disease in Young, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Functional Genomics and Translational Biology, and American College of Cardiology. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation*. 1 déc 2015;132(22):e256-261.
8. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van Camp SP. Task Force 8: Classification of sports. *J Am Coll Cardiol*. 19 avr 2005;45(8):1364- 7.
9. Mauro MD, Gallina S, D'Amico MA, Izzicupo P, Lanuti P, Bascelli A, et al. Functional mitral regurgitation: From normal to pathological anatomy of mitral valve. *Int J Cardiol*. 10 mars 2013;163(3):242- 8.
10. Fischer GW, Anyanwu AC, Adams DH. Intraoperative classification of mitral valve dysfunction: the role of the anesthesiologist in mitral valve reconstruction. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. août 2009;23(4):531- 43.

11. Keren G, Sonnenblick EH, LeJemtel TH. Mitral anulus motion. Relation to pulmonary venous and transmitral flows in normal subjects and in patients with dilated cardiomyopathy. *Circulation*. sept 1988;78(3):621- 9.
12. Carpentier A. Cardiac valve surgery--the « French correction ». *J Thorac Cardiovasc Surg*. sept 1983;86(3):323- 37.
13. Iung B, Vahanian A. Epidemiology of acquired valvular heart disease. *Can J Cardiol*. sept 2014;30(9):962- 70.
14. Enriquez-Sarano M, Akins CW, Vahanian A. Mitral regurgitation. *Lancet Lond Engl*. 18 avr 2009;373(9672):1382- 94.
15. Castillo JG, Solís J, González-Pinto A, Adams DH. [Surgical echocardiography of the mitral valve]. *Rev Esp Cardiol*. déc 2011;64(12):1169- 81.
16. Dal-Bianco JP, Beaudoin J, Levine RA. Basic Mechanisms of Mitral Regurgitation. *Can J Cardiol*. sept 2014;30(9):971- 81.
17. Dudzinski DM, Hung J. Echocardiographic assessment of ischemic mitral regurgitation. *Cardiovascular Ultrasound*. 2014;12:46. doi:10.1186/1476-7120-12-46.
18. Bursi F, Enriquez-Sarano M, Jacobsen SJ, Roger VL. Mitral regurgitation after myocardial infarction: a review. *Am J Med*. févr 2006;119(2):103- 12.
19. Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta J-P, Del Zotti F, et al. [2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC)]. *G Ital Cardiol* 2006. avr 2016;17(4):277- 319.
20. Basso C, Perazzolo Marra M, Rizzo S, De Lazzari M, Giorgi B, Cipriani A, et al. Arrhythmic Mitral Valve Prolapse and Sudden Cardiac Death. *Circulation*. 18 août 2015;132(7):556- 66.
21. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Ling LH, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ, et al. Sudden death in mitral regurgitation due to flail leaflet. *J Am Coll Cardiol*. déc 1999;34(7):2078- 85.
22. Committee W, O’Gara PT, Grayburn PA, Badhwar V, Afonso LC, Carroll JD, et al. 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Management of Mitral Regurgitation: A Report of the American College of Cardiology Task Force on Expert Consensus Decision Pathways. *J Am Coll Cardiol*. 16 oct 2017;24132.
24. Moss RR, Humphries KH, Gao M, Thompson CR, Abel JG, Fradet G, et al. Outcome of mitral valve repair or replacement: a comparison by propensity score analysis. *Circulation*. 9 sept 2003;108 Suppl 1:II90-97.
24. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR, Frye RL. Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation. A multivariate analysis. *Circulation*. 15 févr 1995;91(4):1022- 8.

25. Jokinen JJ, Hippeläinen MJ, Pitkänen OA, Hartikainen JEK. Mitral valve replacement versus repair: propensity-adjusted survival and quality-of-life analysis. *Ann Thorac Surg.* août 2007;84(2):451- 8.
26. Koprivanac M, Kelava M, Alansari S, Javadikasgari H, Tappuni B, Mick S, et al. Degenerative mitral valve disease-contemporary surgical approaches and repair techniques. *Ann Cardiothorac Surg.* janv 2017;6(1):38- 46.
27. George KM, Mihaljevic T, Gillinov AM. Triangular resection for posterior mitral prolapse: rationale for a simpler repair. *J Heart Valve Dis.* janv 2009;18(1):119- 21.
28. David TE, Ivanov J, Armstrong S, Christie D, Rakowski H. A comparison of outcomes of mitral valve repair for degenerative disease with posterior, anterior, and bileaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg.* nov 2005;130(5):1242- 9.
29. Seeburger J, Kuntze T, Mohr FW. Gore-tex chordoplasty in degenerative mitral valve repair. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;19(2):111- 5.
30. David TE. Artificial chordae. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1 juin 2004;16(2):161- 8.
31. Kwon MH, Lee LS, Cevasco M, Couper GS, Shekar PS, Cohn LH, et al. Recurrence of mitral regurgitation after partial versus complete mitral valve ring annuloplasty for functional mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* sept 2013;146(3):616- 22.
32. Hu Y-N, Wan S. Repair of infected mitral valves: what have we learned? *Surg Today.* 21 févr 2018;
33. Maslow AD, Regan MM, Haering JM, Johnson RG, Levine RA. Echocardiographic predictors of left ventricular outflow tract obstruction and systolic anterior motion of the mitral valve after mitral valve reconstruction for myxomatous valve disease. *J Am Coll Cardiol.* déc 1999;34(7):2096- 104.
35. PAC - Précis d'anesthésie cardiaque [Internet]. Disponible sur: <http://www.precisdanesthesiecardiaque.ch/chapitre11/plastmitr.html>
35. Kwak J-J, Kim Y-J, Kim M-K, Kim H-K, Park J-S, Kim K-H, et al. Development of tricuspid regurgitation late after left-sided valve surgery: a single-center experience with long-term echocardiographic examinations. *Am Heart J.* avr 2008;155(4):732- 7.
36. Veire NRV de, Braun J, Delgado V, Versteegh MIM, Dion RA, Klautz RJM, et al. Tricuspid annuloplasty prevents right ventricular dilatation and progression of tricuspid regurgitation in patients with tricuspid annular dilatation undergoing mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 juin 2011;141(6):1431- 9.
37. Mihaljevic T, Lam B-K, Rajeswaran J, Takagaki M, Lauer MS, Gillinov AM, et al. Impact of mitral valve annuloplasty combined with revascularization in patients with functional ischemic mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 5 juin 2007;49(22):2191- 201.
38. Wu AH, Aaronson KD, Bolling SF, Pagani FD, Welch K, Koelling TM. Impact of mitral valve annuloplasty on mortality risk in patients with mitral regurgitation and left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 1 févr 2005;45(3):381- 7.

39. Sarna S, Sahi T, Koskenvuo M, Kaprio J. Increased life expectancy of world class male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* févr 1993;25(2):237- 44.
41. Pacific WHORO for the W. Pacific physical activity guidelines for adults : framework for accelerating the communication of physical activity guidelines [Internet]. Manila : WHO Regional Office for the Western Pacific; 2008. Disponible sur: <http://iris.wpro.who.int/handle/10665.1/5455>
41. Brion R, Groupe de Travail Cardiologie du Sport de la Société Française de Cardiologie. [Recomendations on management of left ventricular hypertrophy in athletes. The Working Group of Sports Cardiology of the French Society of Cardiology]. *Arch Mal Coeur Vaiss.* mars 2007;100(3):195- 206.
43. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *Journal of the American College of Cardiology.* 3 déc 2003;42(11):1959- 6
44. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The Incidence of Primary Cardiac Arrest during Vigorous Exercise. *New England Journal of Medicine.* 4 oct 1984;311(14):874- 7.
44. Maron BJ. Sudden Death in Young Athletes. *N Engl J Med.* 11 sept 2003;349(11):1064- 75.
45. Fletcher GF, Balady G, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, et al. Statement on Exercise: Benefits and Recommendations for Physical Activity Programs for All Americans: A Statement for Health Professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation.* 15 août 1996;94(4):857- 62.
46. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 1 juin 2008;15(3):239- 46.
47. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS. Physical Activity and Reduced Occurrence of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *N Engl J Med.* 18 juill 1991;325(3):147- 52.
48. Wannamethee G, Shaper AG, Macfarlane PW. Heart Rate, Physical Activity, and Mortality from Cancer and Other Noncardiovascular Diseases. *Am J Epidemiol.* 1 avr 1993;137(7):735- 48.
50. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The Incidence of Primary Cardiac Arrest during Vigorous Exercise. *N Engl J Med.* 4 oct 1984;311(14):874- 7.
50. Medicine ICW the AC of S, Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, et al. Exercise and Acute Cardiovascular Events: Placing the Risks Into Perspective: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 1 mai 2007;115(17):2358- 68.
51. Maron BJ. The paradox of exercise. *N Engl J Med.* 9 nov 2000;343(19):1409- 11.

52. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in Sudden Cardiovascular Death in Young Competitive Athletes After Implementation of a Preparticipation Screening Program. *JAMA*. 4 oct 2006;296(13):1593- 601.
54. Corrado, Domenico et al. Essay: Sudden death in young athletes. *The Lancet* , Volume 366 , S47 - S48
55. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation*. 3 mars 2009;119(8):1085- 92.
55. Corrado D, Schmied C, Basso C, Borjesson M, Schiavon M, Pelliccia A, et al. Risk of sports: do we need a pre-participation screening for competitive and leisure athletes? *Eur Heart J*. avr 2011;32(8):934- 44.
56. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation*. 3 mars 2009;119(8):1085- 92.
58. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg*. juill 2014;148(1):e1 - 132.
58. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. mars 2005;26(5):516- 24.
59. Machado LR, Meneghelo ZM, Le Bihan DCS, Barretto RBM, Carvalho AC, Moises VA. Preoperative left ventricular ejection fraction and left atrium reverse remodeling after mitral regurgitation surgery. *Cardiovasc Ultrasound*. 6 nov 2014;12:45.
60. Togna DJD, Abizaid AA da C, Meneghelo RS, Le Bihan DC de S, Ramos AI de O, Nasr SK, et al. Effect of mitral valve repair on cardiopulmonary exercise testing variables in patients with chronic mitral regurgitation. *Arq Bras Cardiol*. avr 2013;100(4):368- 75.
61. Kawamoto N, Fujita T, Fukushima S, Shimahara Y, Kume Y, Matsumoto Y, et al. Functional mitral stenosis after mitral valve repair for Type II dysfunction: determinants and impacts on long-term outcome. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. 27 févr 2018;
62. Kawamoto N, Fujita T, Hata H, Shimahara Y, Sato S, Kobayashi J. Prosthesis-patient mismatch due to small ring annuloplasty in patients with degenerative mitral insufficiency. *J Cardiol*. 2016;68(2):141 - 7.
63. Ibrahim MF, David TE. Mitral stenosis after mitral valve repair for non-rheumatic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg*. janv 2002;73(1):34- 6.

64. Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. juin 1999;15(6):816- 22; discussion 822-823.
65. Mitchell JH, Haskell WL, Raven PB. Classification of sports. *J Am Coll Cardiol*. 1 oct 1994;24(4):864- 6.
66. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, Gardin J, Klein A, Manning WJ, et al. American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. oct 2004;17(10):1086- 119.
67. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, Popescu BA, Edvardsen T, Pierard LA, et al. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging*. 1 juill 2013;14(7):611- 44.
68. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. juill 2010;23(7):685- 713; quiz 786- 8.
69. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, Abdallah F, Celestin JA, Meimoun P, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation*. 18 sept 2001;104(12 Suppl 1):I8- 11.
70. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 21 sept 2017;38(36):2739- 91.
71. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg*. juill 2014;148(1):e1- 132.
72. Starling MR. Effects of valve surgery on left ventricular contractile function in patients with long-term mitral regurgitation. *Circulation*. 15 août 1995;92(4):811- 8.
73. Carpentier A. Cardiac valve surgery--the « French correction ». *J Thorac Cardiovasc Surg*. sept 1983;86(3):323- 37.
74. Mauro MD, Gallina S, D'Amico MA, Izzicupo P, Lanuti P, Bascelli A, et al. Functional mitral regurgitation: From normal to pathological anatomy of mitral valve. *Int J Cardiol*. 10 mars 2013;163(3):242- 8.
75. Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta J-P, Del Zotti F, et al. [2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. The Task Force for

the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC)]. *G Ital Cardiol* 2006. avr 2016;17(4):277- 319.

76. Moss RR, Humphries KH, Gao M, Thompson CR, Abel JG, Fradet G, et al. Outcome of mitral valve repair or replacement: a comparison by propensity score analysis. *Circulation*. 9 sept 2003;108 Suppl 1:II90-97.

X. Annexes

Annexe 1 : Récépissé de la déclaration normale à la Commission nationale de l'informatique et des libertés.



RÉCÉPISSÉ

DÉCLARATION NORMALE

Numéro de déclaration
2172433 v 0
du 12 avril 2018

Monsieur LAVIE-BADIE Yoan
CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE
TOULOUSE
CARDIOLOGIE
2 RUE DE VIGUERIE TSA 80035
31059 TOULOUSE CEDEX 9

A LIRE IMPERATIVEMENT

La délivrance de ce récépissé atteste que vous avez transmis à la CNIL un dossier de déclaration formellement complet. Vous pouvez désormais mettre en oeuvre votre traitement de données à caractère personnel.

La CNIL peut à tout moment vérifier, par courrier, par la voie d'un contrôle sur place ou en ligne, que ce traitement respecte l'ensemble des dispositions de la loi du 6 janvier 1978 modifiée en 2004. Afin d'être conforme à la loi, vous êtes tenu de respecter tout au long de votre traitement les obligations prévues et notamment :

- 1) La définition et le respect de la finalité du traitement,
- 2) La pertinence des données traitées,
- 3) La conservation pendant une durée limitée des données,
- 4) La sécurité et la confidentialité des données,
- 5) Le respect des droits des intéressés : information sur leur droit d'accès, de rectification et d'opposition.

Pour plus de détails sur les obligations prévues par la loi « informatique et libertés », consultez le site internet de la CNIL : www.cnil.fr

Organisme déclarant

Nom : CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE TOULOUSE	N° SIREN ou SIRET : 263100012 00016
Service : CARDIOLOGIE	Code NAF ou APE : 8610Z
Adresse : 2 RUE DE VIGUERIE TSA 80035	Tél. : 06 61 77 82 02
Code postal : 31059	Fax. : 0561778136
Ville : TOULOUSE CEDEX 9	

Traitement déclaré

Finalité : ÉVALUATION DES PRATIQUES SPORTIVES ET DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE PAR LE QUESTIONNAIRE IPAQ APRÈS PLASTIE MITRALE.

Fait à Paris, le 12 avril 2018
Par délégation de la commission

Isabelle FALQUE PIERROTIN
Présidente

Annexe 2 : Questionnaire IPAQ version courte



| **IPAQ** **International Physical Activity Questionnaire**

(Version française juillet 2003)

Nous nous intéressons aux différents types d'activités physiques que vous faites dans votre vie quotidienne. Les questions suivantes portent sur le temps que vous avez passé à être actif physiquement au cours des **7 derniers jours**. Répondez à chacune de ces questions même si vous ne vous considérez pas comme une personne active. Les questions concernent les activités physiques que vous faites au lycée, lorsque vous êtes chez vous, pour vos déplacements, et pendant votre temps libre.

Bloc 1 : Activités intenses des 7 derniers jours

1. Pensez à toutes les **activités intenses** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**. Les activités physiques intenses font référence aux activités qui vous demandent un effort physique important et vous font respirer beaucoup plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

1-a. Au cours des **7 derniers jours**, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez fait des **activités physiques intenses** comme porter des charges lourdes, bêcher, faire du VTT ou jouer au football ?

__ __ jour(s)

Je n'ai pas eu d'activité physique intense

➔ **Passez au bloc 2**

1-b. Au total, combien de **temps** avez-vous passé à faire des **activités intenses au cours des 7 derniers jours** ?

__ __ heure(s) __ __ minutes

Je ne sais pas

Bloc 2 : Activités modérées des 7 derniers jours

2. Pensez à toutes les **activités modérées** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**. Les activités physiques modérées font référence aux activités qui vous demandent un effort physique modéré et vous font respirer un peu plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

2-a. Au cours des **7 derniers jours**, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez fait des **activités physiques modérées** comme porter des charges légères, passer l'aspirateur, faire du vélo tranquillement ou jouer au volley-ball ? Ne pas inclure la marche.

__ __ jour(s)

Je n'ai pas eu d'activité physique modérée

➔ **Passez au bloc 3**

2-b. Au total, combien de **temps** avez-vous passé à faire des **activités modérées au cours des 7 derniers jours** ?

__ __ heure(s) __ __ minutes

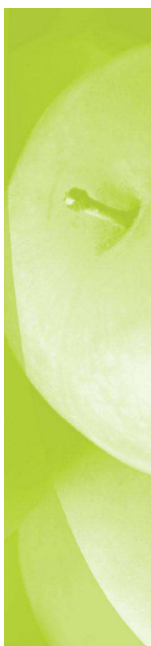
Je ne sais pas



Programme Pralimap • PRomotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique
| IPAQ

Version 2 du 11 septembre 2007

8 | 20



Bloc 3 : La marche des 7 derniers jours

3. Pensez au temps que vous avez passé à **marcher au moins 10 minutes d'affilée** au cours des **7 derniers jours**.

Cela comprend la marche au lycée et à la maison, la marche pour vous rendre d'un lieu à un autre, et tout autre type de marche que vous auriez pu faire pendant votre temps libre pour la détente, le sport ou les loisirs.

3-a. Au cours des **7 derniers jours**, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez marché pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

___ jour(s)

Je n'ai pas fait de marche

➡ **Passez au bloc 4**

3.b. Au total, combien d'épisodes de marche d'au **moins 10 minutes d'affilée**, avez-vous effectué au cours des **7 derniers jours** ?

_____ nombre d'épisodes de 10 minutes d'affilée

Exemples :

Lundi :	1 marche de 60 minutes	6 épisodes
Mardi :	1 marche de 20 minutes et 3 marches de 5 minutes	2 épisodes
Mercredi :	1 marche de 35 minutes	3 épisodes
Judi :	1 marche de 8 minutes	0 épisode
Vendredi :	1 marche de 6 minutes puis 3 marches de 4 minutes	→ 0 épisode
Samedi :	1 marche de 18 minutes	1 épisode
Dimanche :	1 marche de 10 minutes et 3 marches de 5 minutes	1 épisode
	Total	13 épisodes

Je ne sais pas

Bloc 4 : Temps passé assis au cours des 7 derniers jours

4. La dernière question porte sur **le temps que vous avez passé assis** pendant les jours de semaine, au cours des **7 derniers jours**. Cela comprend le temps passé assis au lycée, à la maison, lorsque vous étudiez et pendant votre temps libre. Il peut s'agir par exemple du temps passé assis à un bureau, chez des amis, à lire, à être assis ou allongé pour regarder la télévision, devant un écran.

4-a. Au cours des **7 derniers jours**, pendant les jours de semaine, **combien de temps**, en moyenne, avez vous passé **assis** ?

___ heure(s) ___ minutes

Je ne sais pas





Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - Short Form,

Version 2.0. April 2004

Introduction

This document provides a revision to the outline for scoring the short form of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). This is available on the website www.ipaq.ki.se.

There are many different ways to analyse physical activity data, but to-date there is no consensus on a 'correct' method for defining or describing levels of activity based on self-report surveys. The use of different scoring protocols makes it very difficult to compare within and between countries, even when the same instrument has been used.

IPAQ is an instrument designed primarily for population surveillance of adults. It has been developed and tested for use in adults (age range of 15-69 years) and until further development and testing is undertaken the use of IPAQ with older and younger age groups is not recommended. IPAQ is being used also as an evaluation tool in some intervention studies, but the range of domains and types of activities included in IPAQ should be carefully noted before using it in this context.

This document describes the *April 2004 revision* to the IPAQ short scoring protocol¹. These revisions have been suggested by the IPAQ scientific group, to examine variation among countries in more detail². Given the broad range of domains of physical activity asked in IPAQ, new cutpoints need to be trialed and developed to express physical activity in the population. These cutpoints are preliminary, in the sense that they are not yet supported by epidemiological studies, which have typically used Leisure time physical activity (LTPA) to examine benefits or risks of being active. Hence, "30 minutes of moderate intensity PA on most days of the week" was evidence-based, using the estimates of risk (reduction) from these LTPA measures in numerous epidemiological studies.

A new set of suggested cutpoints is based on work in the area of total physical activity, specifically total walking, where recommendations of at least 10,000 steps, and possibly 12,500 steps per day are considered 'high active' (Tudor Locke reference). This equates to at least 2 hours of all forms of walking per day, which includes all settings and domains of activity, and could be a population goal for total HEPA (health-enhancing physical activity). With this background, new cutpoints are proposed for expressing physical activity levels in populations using generic physical activity measures such as IPAQ³.

¹ The first version of an IPAQ scoring protocol was in August 2003; this is a revised version, April 2004. This revised version does not change the continuous forms of reporting data, but does suggest a new category for describing the most active groups in populations. The changes from the August 2003 scoring protocol are indicated in this document.

² Previous scoring algorithms returned high prevalence rates with limited variation among countries; hence a higher cutpoint is sought, as the IPAQ instrument measures total PA, including LTPA as well as incidental, occupational and transport related PA all in one question. This results in much higher prevalence estimates than measures of LTPA alone.

³ This results in changes to the categories used for levels of activity, and to the truncation rules [as greater than two hours per day may be required as usable data for walking and other physical activity behaviors].

Characteristics of the IPAQ short-form instrument:

- 1) IPAQ assesses physical activity undertaken across a comprehensive set of domains including leisure time, domestic and gardening (yard) activities, work-related and transport-related activity;
- 2) The IPAQ short form asks about three specific types of activity undertaken in the three domains introduced above and sitting. The specific types of activity that are assessed are walking, moderate-intensity activities and vigorous intensity activities; frequency (measured in days per week) and duration (time per day) are collected separately for each specific type of activity.
- 3) The items were structured to provide separate scores on walking; moderate-intensity; and vigorous-intensity activity as well as a combined total score to describe overall level of activity. Computation of the total score requires summation of the duration (in minutes) and frequency (days) of walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activity;
- 4) Another measure of volume of activity can be computed by weighting each type of activity by its energy requirements defined in METS (METS are multiples of the resting metabolic rate) to yield a score in MET–minutes. A MET-minute is computed by multiplying the MET score by the minutes performed. MET-minute scores are equivalent to kilocalories for a 60 kilogram person. Kilocalories may be computed from MET-minutes using the following equation: MET-min x (weight in kilograms/60 kilograms). The selected MET values were derived from work undertaken during the IPAQ Reliability Study undertaken in 2000–2001. Using the Ainsworth et al. Compendium (*Med Sci Sports Med* 2000) an average MET score was derived for each type of activity. For example; all types of walking were included and an average MET value for walking was created. The same procedure was undertaken for moderate-intensity activities and vigorous-intensity activities. These following values continue to be used for the analysis of IPAQ data: Walking = 3.3 METs, Moderate PA = 4.0 METs and Vigorous PA = 8.0 METs⁴.

Analysis of IPAQ

Both categorical and continuous indicators of physical activity are possible from the IPAQ short form. However, given the non-normal distribution of energy expenditure in many populations, the continuous indicator is presented as median minutes or median MET–minutes rather than mean minutes or mean MET–minutes.

Categorical score

Regular participation is a key concept included in current public health guidelines for physical activity.⁵ Therefore, both the total volume and the number of day/sessions are included in the IPAQ analysis algorithms. There are three levels of physical activity suggested for classifying

⁴ Note that there is still some debate about whether 8 Mets for vigorous is sustainable, in occupational settings for several hours; we have no data on this, but it is likely to be less than that, maybe 7 METs or even less; however, for the moment, we suggest keeping with the compendium value of 8 METs.

⁵ Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of American Medical Association* 1995; 273(5):402-7. and U.S. Department of Health and Human Services. *Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General*. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, The Presidents' Council on Physical Fitness and Sports: Atlanta, GA:USA. 1996.

populations; these are the new proposed levels, which take account of the concept of total physical activity of all domains. The proposed levels are:

- [i] 'inactive
- [ii] 'minimally active'⁶
- [iii] 'HEPA active' (health enhancing physical activity; a high active category).

The criteria for these three levels are shown below.

1. Inactive (CATEGORY 1)

This is the lowest level of physical activity. Those individuals who not meet criteria for Categories 2 or 3 are considered 'insufficiently active' [CATEGORY 1].

2. Minimally Active (CATEGORY 2)

The minimum pattern of activity to be classified as 'sufficiently active' is any one of the following 3 criteria:

- a) 3 or more days of vigorous activity of at least 20 minutes per day **OR**
- b) 5 or more days of moderate-intensity activity or walking of at least 30 minutes per day **OR**
- c) 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous intensity activities achieving a minimum of at least 600 MET-min/week.

Individuals meeting at least one of the above criteria would be defined as achieving the minimum recommended to be considered 'minimally active' [CATEGORY 2]. This category is more than the minimum level of activity recommended for adults in current public health recommendations, but is not enough for "total PA" when all domains are considered. IPAQ measures total physical activity whereas the recommendations are based on activity (usually leisure-time or recreational) over and above usual daily activities.

3. HEPA active (CATEGORY 3)

A separate category labeled 'HEPA' level, which is a more active category [CATEGORY 3] can be computed for people who exceed the minimum public health physical activity recommendations, and are accumulating enough activity for a healthy lifestyle. This is a useful indicator because it is known that higher levels of participation can provide greater health benefits, although there is no consensus on the exact amount of activity for maximal benefit. Also, in considering lifestyle physical activity, this is a total volume of being active which reflects a healthy lifestyle. It is at least 1.5 – 2 hours of 'being active' throughout the day, which is more than the LTPA-based recommendations of 30 minutes⁷.

In the absence of any established criteria, the IPAQ scientific group proposes this new cutpoint, which equates to approximately at least 1.5 -2 hours of total activity per day, of at least moderate-intensity activity. It is desirable to have a 'HEPA' activity category, because in some populations, a large proportion of the population may be classified as "minimally active" because the IPAQ instrument assess all domains of activity. Category 3 sets a higher threshold of activity and provides a useful mechanism to distinguish variation in sub-population groups.

⁶ "Minimally active" implies some physical activity but is not an optimal level of total HEPA.

⁷ As Tudor-Locke and others have indicated, there is a basal level of around 1 hour of activity just in activity of daily living, and an additional 0.5 – 1 hour of LTPA makes a healthy lifestyle amount of total PA – hence, these new cutpoints are still consistent with the general LTPA based public health recommendations of at least half an hour per day of additional activity or exercise.

The two criteria for classification as 'HEPA active' are:

- a) vigorous-intensity activity on at least 3 days achieving a minimum of at least 1500 MET-minutes/week **OR**
- b) 7 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous intensity activities achieving a minimum of at least 3000 MET-minutes/week⁸

Continuous score

Data collected with IPAQ can be reported as a continuous measure and reported as median MET-minutes. Median values can be computed for walking (W), moderate-intensity activities (M), and vigorous-intensity activities (V) using the following formulas:

MET values and Formula for computation of Met-minutes

Walking MET-minutes/week = 3.3 * walking minutes * walking 'days'

Moderate MET-minutes/week = 4.0 * moderate-intensity activity minutes * moderate days

Vigorous MET-minutes/week = 8.0 * vigorous-intensity activity minutes * vigorous-intensity days

A combined total physical activity MET-min/week can be computed as the sum of Walking + Moderate + Vigorous MET-min/week scores.

The MET values used in the above formula were derived from the IPAQ validity and reliability study undertaken in 2000-2001⁹. A brief summary of the method is provided above (see page 1).

As there are no established thresholds for presenting MET-minutes, the IPAQ Research Committee proposes that these data are reported as comparisons of median values and interquartile ranges for different populations.

IPAQ Sitting Question

The IPAQ sitting question is an additional indicator variable and is not included as part of any summary score of physical activity. Data on sitting should be reported as median values and interquartile range. To-date there are few data on sedentary (sitting) behaviors and no well-accepted thresholds for data presented as categorical levels.

Data Processing Rules

In addition to a standardized approach to computing categorical and continuous measures of physical activity, it is necessary to undertake standard methods for the cleaning and treatment of IPAQ datasets. The use of different approaches and rules would introduce variability and reduce the comparability of data.

There are no established rules for data cleaning and processing on physical activity. Thus, to allow more accurate comparisons across studies IPAQ has established and recommends the following guidelines:

1. Data cleaning

- time should be converted from hours and minutes into minutes

⁸ Note: this replaces the previous IPAQ short form cutpoint of 1500 mets.mins/ week

⁹ Craig CL, Marshall A, Sjostrom M et al. International Physical Activity Questionnaire: 12 country reliability and validity Med Sci Sports Exer 2003;August.

- ensure that responses in ‘minutes’ were not entered in the ‘hours’ column by mistake during self-completion or during data entry process, values of ‘15’, ‘30’, ‘45’, ‘60’ and ‘90’ in the ‘hours’ column should be converted to ‘15’, ‘30’, ‘45’, ‘60’ and ‘90’ minutes, respectively, in the minutes column.
- time should be converted to daily time [usually is reported as daily time, but a few cases will be reported as optional weekly time – eg. VWHRS, VWMINS – convert to daily time]
- convert time to mets-mins [see above; days x daily time]
- must have the number of days for the day variables; for the ‘time’ variables, either daily or weekly time is needed – if ‘don’t know’ or ‘refused’ or data are missing in walking, moderate or vigorous days or minutes, then that case is removed from analysis

2. Maximum Values for excluding outliers

This rule is to exclude data which are unreasonably high; these data are to be considered outliers and thus are excluded from analysis. All Walking, Moderate and Vigorous time variables which total at least or greater than ‘16 hours’ should be excluded from the analysis.

The ‘days’ variables can take the range 0-7 days, or 8,9 (don’t know or refused); values greater than 9 should not be allowed and those data excluded from analysis.

3. Truncation of data rules

This rule is concerned with data truncation and attempts to normalize the distribution of levels of activity which are usually skewed in national or large population data sets. It is recommended that all Walking, Moderate and Vigorous time variables exceeding ‘4 hours’ or ‘240 minutes’ are truncated (that is re-coded) to be equal to ‘240 minutes’ in a new variable¹⁰. This rule permits a maximum of 28 hours of activity in a week to be reported for each category of physical activity. *This rule requires further testing, but is an initial manner proposed for classifying these population data.*

When analysing IPAQ data and presenting the results in categorical variables, this rule has the important effect of preventing misclassification in the ‘high active’ category. For example, an individual who reports walking for 2.5 hours every day and nothing else would be classified as ‘HEPA active’ (reaching the threshold of 7 days, and ≥ 3000 MET.mins. Similarly, someone who reported walking for 90 minutes on 5 days, and 4 hours (240 mins) of moderate activity on another day and 70 minutes of vigorous activity on another day, would also be coded as ‘HEPA active’ because this pattern meets the ‘7 day’ and ‘3000 MET-min’ criteria for ‘HEPA active’.

4. Minimum Values for Duration of Activity

Only values of 10 or more minutes of activity will be included in the calculation of summary scores. The rationale being that the scientific evidence indicates that episodes or bouts of at least 10 minutes are required to achieve health benefits. Responses of less than 10 minutes [and their associated days] should be re-coded to ‘zero’.

Summary of Data Processing Rules 1- 4 above

Data management rules 2, 3, and 4 deal with first excluding outlier data, then secondly, recoding high values to ‘4 hours’, and finally describing minimum amounts of activity to be included in

¹⁰ Note that this is a different truncation rule to the earlier scoring protocol; we have previously used 2 hours as a truncation point for LTPA measures. This higher truncation point is proposed in order to allow people who walk for 2.5 hours per day and do nothing else to be categorized as ‘HEPA’ active; if data were truncated, these individuals would be recoded to 2 hours per day, and over 7 days, total 2772 MET.mins, due to the truncation rule. The new truncation rule allows 2.5 hours to be counted in full. The initial purpose of truncation was to normalize the distributions, and was based on expert judgments. It is now suggested that 4 hours / day be proposed as a truncation threshold for more inclusive ‘lifestyle PA measures’ such as IPAQ.

- ensure that responses in ‘minutes’ were not entered in the ‘hours’ column by mistake during self-completion or during data entry process, values of ‘15’, ‘30’, ‘45’, ‘60’ and ‘90’ in the ‘hours’ column should be converted to ‘15’, ‘30’, ‘45’, ‘60’ and ‘90’ minutes, respectively, in the minutes column.
- time should be converted to daily time [usually is reported as daily time, but a few cases will be reported as optional weekly time – eg. VWHRS, VWMINS – convert to daily time]
- convert time to mets-mins [see above; days x daily time]
- must have the number of days for the day variables; for the ‘time’ variables, either daily or weekly time is needed – if ‘don’t know’ or ‘refused’ or data are missing in walking, moderate or vigorous days or minutes, then that case is removed from analysis

2. Maximum Values for excluding outliers

This rule is to exclude data which are unreasonably high; these data are to be considered outliers and thus are excluded from analysis. All Walking, Moderate and Vigorous time variables which total at least or greater than ‘16 hours’ should be excluded from the analysis.

The ‘days’ variables can take the range 0-7 days, or 8,9 (don’t know or refused); values greater than 9 should not be allowed and those data excluded from analysis.

3. Truncation of data rules

This rule is concerned with data truncation and attempts to normalize the distribution of levels of activity which are usually skewed in national or large population data sets. It is recommended that all Walking, Moderate and Vigorous time variables exceeding ‘4 hours’ or ‘240 minutes’ are truncated (that is re-coded) to be equal to ‘240 minutes’ in a new variable¹⁰. This rule permits a maximum of 28 hours of activity in a week to be reported for each category of physical activity. *This rule requires further testing, but is an initial manner proposed for classifying these population data.*

When analysing IPAQ data and presenting the results in categorical variables, this rule has the important effect of preventing misclassification in the ‘high active’ category. For example, an individual who reports walking for 2.5 hours every day and nothing else would be classified as ‘HEPA active’ (reaching the threshold of 7 days, and ≥ 3000 MET.mins. Similarly, someone who reported walking for 90 minutes on 5 days, and 4 hours (240 mins) of moderate activity on another day and 70 minutes of vigorous activity on another day, would also be coded as ‘HEPA active’ because this pattern meets the ‘7 day’ and “3000 MET-min” criteria for ‘HEPA active’.

4. Minimum Values for Duration of Activity

Only values of 10 or more minutes of activity will be included in the calculation of summary scores. The rationale being that the scientific evidence indicates that episodes or bouts of at least 10 minutes are required to achieve health benefits. Responses of less than 10 minutes [and their associated days] should be re-coded to ‘zero’.

Summary of Data Processing Rules 1- 4 above

Data management rules 2, 3, and 4 deal with first excluding outlier data, then secondly, recoding high values to ‘4 hours’, and finally describing minimum amounts of activity to be included in

¹⁰ Note that this is a different truncation rule to the earlier scoring protocol; we have previously used 2 hours as a truncation point for LTPA measures. This higher truncation point is proposed in order to allow people who walk for 2.5 hours per day and do nothing else to be categorized as ‘HEPA’ active; if data were truncated, these individuals would be recoded to 2 hours per day, and over 7 days, total 2772 MET.mins, due to the truncation rule. The new truncation rule allows 2.5 hours to be counted in full. The initial purpose of truncation was to normalize the distributions, and was based on expert judgments. It is now suggested that 4 hours / day be proposed as a truncation threshold for more inclusive ‘lifestyle PA measures’ such as IPAQ.

analyses. These rules will ensure that highly active people remain highly active, while decreasing the chances that less active individuals are coded as highly active.

5. Calculating Total Days for 'minimally Active' [category 2] and 'HEPA Active' [category 3]

Presenting IPAQ data using categorical variables requires the total number of 'days' on which all physical activity was undertaken to be assessed. This is difficult because frequency in 'days' is asked separately for walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activity, thus allowing the total number of 'days' to range from a minimum of 0 to a maximum of 21 'days' per week. The IPAQ instrument does not record if different types of activity are undertaken on the same day.

In calculating 'minimal activity', the primary requirement is to identify those individuals who undertake a combination of walking and/or moderate-intensity activity on at least '5 days'/week. Individuals who meet this criterion should be coded in a new variable called "*at least five days*".

Below are two examples showing this coding in practice:

- i) an individual who reports '2 days of moderate' and '3 days of walking' should be coded as a value indicating "*at least five days*";
- ii) an individual reporting '2 days of vigorous', '2 days walking' and '2 days moderate' should be coded as a value to indicate "*at least five days*" [even though the actual total is 6].

The original frequency of 'days' for each type of activity should remain in the data file for use in the other calculations.

The same approach as described above is used to calculate total days for computing the 'HEPA active' category. The primary requirement according to the stated criteria is to identify those individuals who undertake a combination of walking, moderate-intensity and or vigorous activity on at least 7 days/week. Individuals who meet this criterion should be coded in a value in a new variable to reflect "*at least 7 days*".

Below are two examples showing this coding in practice:

- i) an individual who reports '4 days of moderate' and '3 days of walking' should be coded as the new variable "*at least 7 days*".
- ii) an individual reporting '3 days of vigorous', '3 days walking' and '3 days moderate' should be coded as "*at least 7 days*" [even though the total adds to 9].

Summary: The algorithm(s) in Appendix 1 and Appendix 2 to this document show how these rules work in an analysis plan, to develop the categories 1 [inactive], 2 [minimally], and 3 [HEPA] levels of activity. A short form ['at a glance'] and a diagram showing these analytic steps for 'sufficient physical activity' and 'high active' categories are shown as appendix 1 at the end of this document.

*IPAQ Research Committee
April 2004*

APPENDIX 1

**At A Glance
IPAQ Scoring Protocol (Short Versions)**

Categorical Score- three levels of physical activity are proposed

1. Inactive

- No activity is reported **OR**
- Some activity is reported but not enough to meet Categories 2 or 3.

2. Minimally Active

Any one of the following 3 criteria

- 3 or more days of vigorous activity of at least 20 minutes per day **OR**
- 5 or more days of moderate-intensity activity or walking of at least 30 minutes per day **OR**
- 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous intensity activities achieving a minimum of at least 600 MET-min/week.

3. HEPA active

Any one of the following 2 criteria

- Vigorous-intensity activity on at least 3 days and accumulating at least 1500 MET-minutes/week **OR**
- 7 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous intensity activities achieving a minimum of at least 3000 MET-minutes/week

Continuous Score

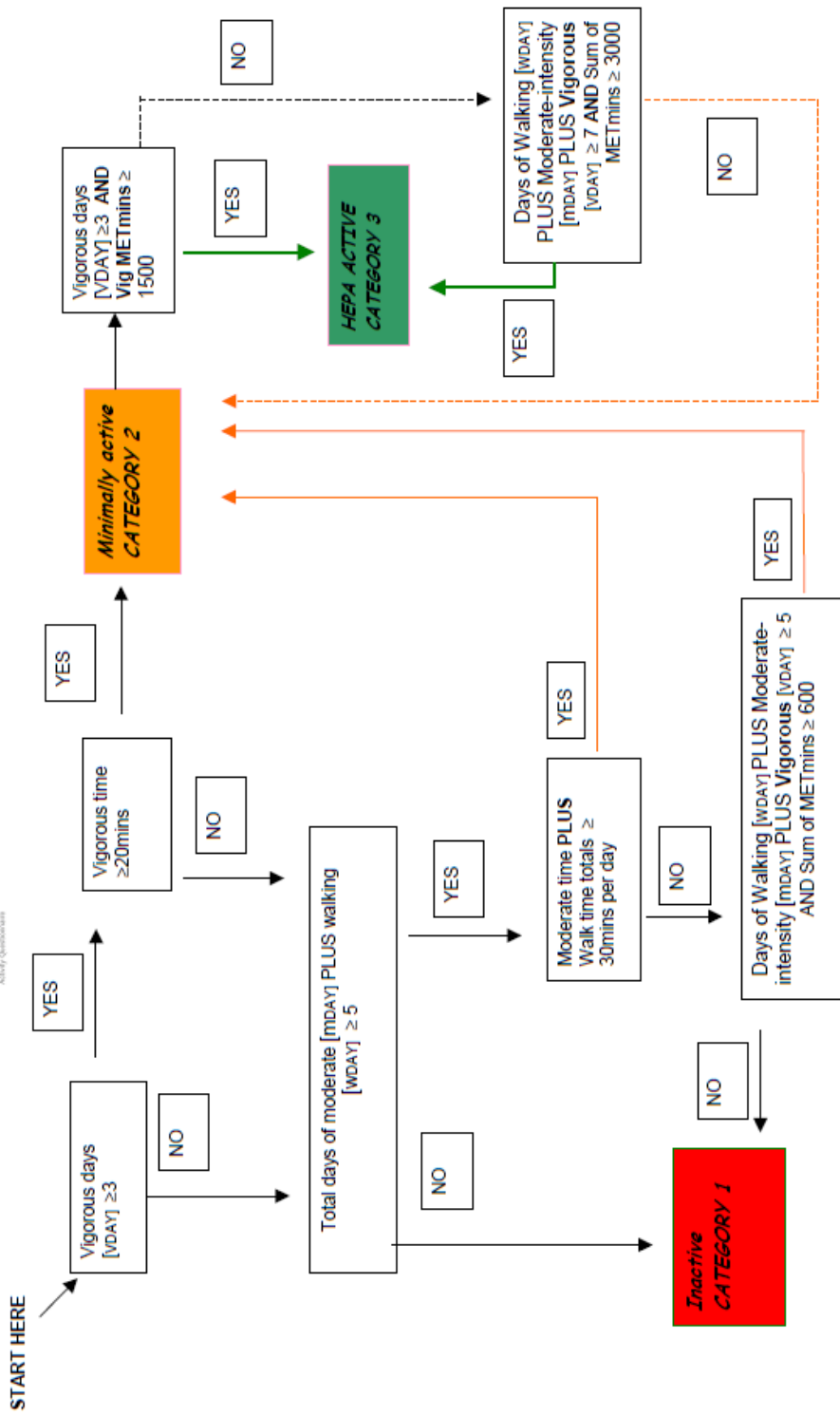
Expressed as MET-min per week: MET level x minutes of activity x events per week

Sample Calculation

MET levels	MET-min/week for 30 min episodes, 5 times/week
Walking = 3.3 METs	3.3*30*5 = 495 MET-min/week
Moderate Intensity = 4.0 METs	4.0*30*5 = 600 MET-min/week
Vigorous Intensity = 8.0 METs	8.0*30*5 = 1,200 MET-min/week
	<hr/>
	TOTAL = 2,295 MET-min/week

Total MET-min/week = (Walk METs*min*days) + (Mod METs*min*days) + Vig METs*min*days)

Please review the document "Guidelines for the data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (Short Form)" for more detailed description of IPAQ analysis and recommendations for data cleaning and processing [www.ipaq.ki.se].



APPENDIX 2: Flow chart algorithm for the analysis of IPAQ short form

Annexe 4. Article en anglais

European Heart Journal - Quality of Care and Clinical Outcomes Sport practice after mitral valve repair for primary mitral regurgitation: are we too restrictive?

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Sport practice after mitral valve repair for primary mitral regurgitation: are we too restrictive?
Short Title:	Sport and physical activity after mitral valve repair
Article Type:	Original Article
Keywords:	International Physical Activity Questionnaire; Surgical Mitral Valve Repair; Primary Mitral Regurgitation; Sport Practice
Corresponding Author:	Yoan LAVIE-BADIE, M.D. Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse Toulouse, FRANCE
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Adrien Blanc, MD
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Adrien Blanc, MD
	Yoan Lavie-Badie, MD
	Olivier Lairez, MD, PhD
	Eve Cariou, MD
	Pauline Fournier, MD
	Ana-Maria Poenar, MD
	Bertrand Marcheix, MD, PHD
	Christophe Cron, MD
	Etienne Grunenwald, MD
	Jean Porterie, MD
	François Labaste, MD
	Michel Galinier, MD, PhD
	Didier Carrié, MD, PhD
	Meyer Elbaz, MD, PhD
Order of Authors Secondary Information:	
Abstract:	<p>Aims: Sport practice for either competitive or leisure athlete is restrictive after mitral valve repair (MVR). We investigate the impact of sport on outcomes after surgical MVR.</p> <p>Methods and results: Consecutive patients aged from 18 to 65 years who underwent first MVR for primary mitral regurgitation (MR) from January 2010 to March 2017 were retrospectively included in the study. Exclusion criteria were: other concomitant procedure (except tricuspid annuloplasty), non-cardiac death during follow up, reintervention (peri-operative or endocarditis infectious) and general contraindications</p>

for normal physical activity. Primary composite endpoint was: late onset post-operative AF (> 3 months); MVR failure defined as MR grade ≥ 2 or mean transmitral gradient (MTG) ≥ 8 mmHg; symptoms and signs of heart failure. Sport practice was quantified as number of hours per week during the last 6 months, classified according to the Mitchell classification and assessed by using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) short form. Among 654 patients, 135 were eligible, 14 lost to follow-up and 121 patients were included. Mean age was 50 ± 11 year-old, with 85 (70,2%) male. Median follow-up was 37 months (IQR: 20-50). Fifty-six (46%) patients practiced regular sport activity (median time 3 hours/week; IQR: 2-5). Twenty (17%) patients reached the primary composite endpoint with no correlation with sport practice ($P=0.537$), IPAQ groups ($P=0,849$), in neither one of the Mitchell classification sub-groups and high sport practice ≥ 6 hours ($P=0,676$).

Conclusion: Sport seems not related to worst outcome after MVR.

Sport practice after mitral valve repair for primary mitral regurgitation: are we too restrictive?

Running title: sport and physical activity after surgical mitral valve repair.

Authors and affiliations:

Adrien Blanc, MD ¹; Olivier Lairez, MD, PhD ^{1,2,3,5,8}; Eve Cariou, MD ^{1,3}; Pauline Fournier, MD ¹; Ana Maria Poenar, MD ¹, Bertrand Marcheix, MD, PhD ^{3,6,8}; Christophe Cron, MD ^{6,8}; Etienne Grunenwald, MD ^{6,8}; Jean Porterie, MD ^{6,3,8}; François Labaste, MD ^{6,7}; Michel Galinier, MD, PhD ^{1,3}; Didier Carrié, MD, PhD ^{1,4} and Yoan Lavie-Badie, MD ^{1,2,5,8}

1 – Department of Cardiology, University Hospital of Rangueil, Toulouse, France

2 – Cardiac Imaging Center, Toulouse University Hospital, France

3 – Medical School of Rangueil, University Paul Sabatier, Toulouse, France

4 – Medical School of Purpan, University Paul Sabatier, Toulouse, France

5 – Department of Nuclear Medicine, University Hospital of Rangueil, Toulouse, France

6 – Department of Cardiac Surgery, University Hospital of Rangueil, Toulouse, France

7 – Department of Anesthesiology, University Hospital of Rangueil, Toulouse, France

8 - Heart Valve Center, University Hospital of Rangueil, Toulouse, France

Corresponding author:

LAVIE-BADIE Yoan, MD
Department of Cardiology
Toulouse University Hospital
1, avenue Jean Poulhès,
TSA 50032,
31059 Toulouse Cedex 9
France
Email: lavie-badie.y@chu-toulouse.fr
Fax: + 33 5 61 32 22 77

Total word count: 3469

(1)INTRODUCTION

Mitral regurgitation (MR) is the second-most frequent indication for valve surgery in Europe (1). Surgical mitral valve repair (MVR) is known to be the gold standard therapy in primary MR and provides excellent long-term results with a mortality rate similar to the general population (2,3). When feasible, conservative mitral surgery is increasingly proposed to young patients with severe MR, who sometimes have few or no symptoms (4). A large number of these patients practices sport in leisure or competition before surgery.

Modern management of these patients trends to rapid recovery with a near-normal functional capacity. Exercise training after MVR does not deteriorate outcomes of recent surgery and seems efficient to increase peak oxygen consumption and anaerobic threshold (5). American Heart association (AHA) recommendations limit access to sport for competitive athletes on the basis of expert consensus (6). Therefore, after MVR, according to the Mitchell classification, which divide sports into nine categories (7), only IA (e.g. yoga, golf), IB (e.g. table tennis, softball), IIA (e.g. archery, equestrian) sports are authorized (6).

Although MVR is widely used in practice, data about risk of sport practice (recreation or competition) after surgical MVR are lacking. The aim of our study was to investigate the

impact of sport and a high level of physical activity on risk of heart failure or mitral valvular degradation after MVR for primary MR.

(2) METHODS

Study design

Consecutive patients aged from 18 to 65 years who undergo MVR from January 2010 to March 2017 at university hospital of Toulouse, France, were retrospectively included. Exclusion criteria were: previous cardiac surgery, secondary MR, MVR with concomitant procedure such as coronary artery bypass grafting (CABG), aortic valve or aorta replacement, peri-operative death (i.e. in-hospital death) or non-cardiac death, reintervention (peri-operative or for endocarditis infectious) and general contraindications for normal physical activity.

The investigation conforms with the principles outlined in the Declaration of Helsinki. All patients were informed at the admission that their clinical data could be used for research purpose and gave their consent. The study was approved by the French Data Protection Authority (*Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés*, #2171433v0).

Study population

Baseline demographic and clinical data were collected before surgery and were then extracted from hospital records. EUROSCORE II variable were collected and the score was then appropriately calculated (www.euroscore.org/calc.html) (8).

The following parameters of the surgical procedure were collected: mitral and tricuspid annuoplasty, triangular or quadrangular resection associated with sliding plasty, use of artificial chordae, commissuroplasty, mitral cleft closure, left atrial appendage closure, AF ablation and aortic cross-clamp time.

To ascertain adequate MVR, intraoperative transesophageal echocardiography was performed in all patients after weaning from cardiopulmonary bypass.

Physical and sports activity quantification

Patients were called at least at one year after surgery and asked about their physical and sport activity. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) short form was used to measure physical activity. Scoring was performed following recommendations published on www.ipaq.ki.se (guidelines for data processing and analysis). Continuous scores were expressed as MET level * minutes of activity * events per week where MET (metabolic equivalent task) represents a physiological measure expressing the energy cost of physical

activities. Physical activity was then categorized into 3 groups: inactive (IPAQ group 1), minimally active (IPAQ group 2) and very active (IPAQ group 3) as recommended.

Sports activity was assessed during the last six months and classified according to the Mitchel classification. Practice of sport was estimated in hours per week and then categorized into three levels (<3, ≥ 3 and ≥ 6 hours/week).

Transthoracic echocardiography

TTE was performed before surgery, early post-operative (baseline TTE) and yearly during the follow-up by experimented operators. The last TTE during follow up was used for analysis. TTE parameters were collected according to the European Association of Cardiovascular Imaging and American Society of Echocardiography recommendations by conventional M-mode, Doppler and two dimensional assessment (9–11).

Left ventricular ejection fraction (LVEF) was measured using the biplane Simpson method in the two and four-chamber apical view. MV function was assessed by valve area (obtained by continuity equation or planimetry when available), medium transmitral gradient (MTG) and maximal velocity obtained by transmitral continuous wave doppler. MR was evaluating using an integrative approach and then categorized as none (grade 0), trivial (grade 1), mild (grade 2), moderate (grade 3) and severe (grade 4).

Systolic pulmonary arterial pressure (sPAP) was assessed from the tricuspid regurgitation peak systolic jet velocity by the modified Bernoulli equation and adding the estimated right atrial pressure from the diameter and respiratory variation in diameter of the inferior vena cava.

Right ventricular (RV) systolic function was assessed using systolic S' velocity of the tricuspid annulus by tissue Doppler imaging (S-wave tricuspid) and the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) (12).

Recurrence of MR was defined by the MR grade aggravation of one or more, during follow-up, compared to baseline TTE.

Outcomes

The primary composite endpoint was the occurrence of late onset post-operative AF (> 3 months after surgery) or MVR failure defined as recurrent significant regurgitation defined by grade 2 or more MR (mild MR) or mitral stenosis effect defined by MTG \geq 8 mmHg or symptoms (e.g. breathlessness, ankle swelling and fatigue) or signs (e.g. elevated jugular venous pressure, pulmonary crackles and peripheral edema) of heart failure (HF). Patients who had multiple events were considered only for the first event.

Follow-up information was obtained from the medical chart, last consultation report, or by interviewing referent cardiologist, general practitioner or the patient.

Statistical analysis

Continuous variables are expressed as mean±standard deviation or median with interquartile range (IQR) for normally distributed and skewed variables, respectively. Categorical differences between groups were evaluated by the χ^2 test or the Fisher exact test as appropriate. Association between the mean values of continuous variables was compared using the Mann-Whitney rank sum test or the Kruskal & Wallis when appropriated. Because IPAQ continuous score was not normally distributed, a correction was applied by neperian logarithm function and then evaluated by Pearson correlation test. A value of $P<0.05$ was considered significant. Statistics were analyzed with XLSTAT v.2018.3 (Addinsoft, Paris, FR).

(3) RESULTS

Baseline characteristics

Among the 654 procedures performed from January 2010 to March 2017, 135 were eligible with 14 lost to follow-up. 121 patients were finally included in the study (Figure 1). Baseline clinical, biological, surgical and echocardiographic data are shown in Table 2. Mean age was 50 ± 11 years, mostly men (71%). .

Twenty-six patients (21 %) were asymptomatic before MVR with a low surgical risk; median Euroscore II was 0.67 (IQR: 0.55-1.02). First etiology of MVR was Barlow disease (79% of MVR indications) and the posterior leaflet prolapse was the most common prolapse location (71% of the cohort).

Main surgical techniques used for MVR were: mitral annuloplasty (94%), quadrangular resection (63%), artificial chordae (17%), vegetomy or tumorectomy (13%) and commissuroplasty (8%). Tricuspid annuloplasty and AF ablation were performed during the same surgical time in 8 (7%) and 13 (11%) patients, respectively. Mean aortic clamp time was 54 ± 15 minutes and median post-operative troponin peak was 653 (IQR: 469 to 1148). One hundred (83%) patients performed cardiac rehabilitation.

Sports data and physical activity

Fifty-six (46%) patients practiced regular sport activity with median time of 3 hours/week (IQR: 2-5). Among these patients, 11 (20%) practiced more than 6 hours/week and 46 (82%) patients practiced other sports than categories IA, IB, IIB of the Mitchell classification. Category IIIC was the most represented, with 25 (45%) patients among the patients practicing sport. Finally, 5 (9%) patients practiced sport in competition.

Thirty-one (25,6 %), 48 (38,7 %) and 42 (34,7 %) patients were classified as inactive (IPAQ group 1), minimally active (IPAQ group 2), very active (IPAQ group 3), respectively, with median IPAQ continuous score of 438 (IQR: 199-645), 1354 (IQR: 1044-1893) and 4465 (IQR: 3545-6931), respectively.

Primary composite endpoint

Median follow-up was 34 months (IQR: 20 to 50 months). Twenty (16,5 %) patients reached the primary composite endpoint: 7 (6%) late onset AF; 13 (11%) MVR failures (8 MR > grade 1 and 5 MTG \geq 8mmHg). None patient had heart failure. There was no correlation between the primary endpoint and the practice of sport ($P=0.537$), whatever the Mitchell classification, neither for high sport practice ≥ 6 hours/week ($P=0.679$) or ≥ 3 hours/week ($P=0.252$), competition ($P=0.589$), IPAQ group ($P=0.849$) and IPAQ continuous score ($P=0.396$). Results are shown in Table 3.

Echocardiographic parameters and physical activity

Between pre-operative and baseline TTE, LVEF decrease by 6% (54 ± 10 vs $60 \pm 7\%$, $P < 0.001$). On baseline TTE, 100 patients (82,5 %) had no MR and 21 (17,5 %) MR grade 1; MTG was 4 ± 2 mmHg, effective surface area was 2.4 ± 0.6 cm²;

Median interval time between baseline TTE and last follow up TTE was 24 (13-36) months. Twenty-six (22 %) patients had recurrence of MR, with no correlation with sport practice ($P=0.46$), IPAQ groups ($P=0.319$), and sport practice ≥ 6 hours ($P=0.452$).

There was no correlation between IPAQ continuous score and last TTE parameters regarding LVEF ($R=0.067$, $P=0.58$), mitral MTG ($R=-0.102$, $P=0.31$) and MR ($P=0.28$) (Figure 2).

(4) Discussion:

The results of the present study shows that sport and a high physical activity are not related to worst outcome after MVR. No significantly relation was found between primary endpoint regarding all type of sports (Mitchell classification), IPAQ continuous score, IPAQ physical activities groups and more particularly concerning sport ≥ 6 hours/week or physical activity ≥ 3000 met.min.week. Moreover, sport has no impact on TTE MV parameters regarding LVEF, MR recurrence and MTG.

Mitral valve (MV) repair is a well-established treatment method for primary MR with excellent long-term clinical outcome and durability of MV functionality (2,3). These results have conducted the European and American Societies of Cardiology to extend indication of MVR to asymptomatic patient, with low surgical risk and preserved LV function and early dilatation (13–15). In this cohort, asymptomatic patients represent a significant proportion with 21% of the indications. This raises the question of sport practice in this asymptomatic population who undergo mitral valve surgery.

Regular physical exercise is communally recommended by the medical community because it is associated with a decrease in all cause-mortality, particularly from cardiovascular causes (16). On the other hand, vigorous exertion may acutely and transiently increase the risk of acute coronary events and sudden cardiac death (SCD) in susceptible

individuals (17,18). MVP is also an underestimated cause of arrhythmias corresponding to 7% of all SCD in general population and 1.3 % in athlete. Fibrosis of the papillary muscles and inferobasal left ventricular wall, suggesting a myocardial stretch by the prolapsing leaflet, is the structural hallmark and correlates with ventricular arrhythmias origin (19,20).

Normalization of valve function after MVR is frequently associated with left atrium and ventricular reverse remodeling and reduces incidence of SCD (21–23). Mitral stenosis or MR recurrence, which lead to AF and acute heart failure, can occur after MVR (24). Functional mitral stenosis can be explained by prosthesis-patient mismatch due to small ring annuloplasty or pannus development with extent onto the leaflet (25,26). A suture release is still theoretically possible. All these events explain probably why AHA guidelines authorize only low to moderate static and dynamic sports for athlete (27), whereas paradoxically a prosthetic valve allows a wider practice (group IC sports).

To our knowledge, there is no study evaluating general sport practice after MVR. Exercise training was evaluated after MVR during cardiac rehabilitation and does not deteriorate the outcome of recent surgery and seems efficient to increase peak oxygen consumption and anaerobic threshold (5).

We voluntarily selected young patients without comorbidity undergoing first isolate MVR in order to limit confounding factors. We also excluded secondary MR because of a

different prognosis than primary MR (28,29). It is interesting to note the high level of sport activity in this cohort corresponding to 46 % of the general population. This good result can be explained by a high rate of patients that underwent cardiac rehabilitation (83%).

Among sportive patients, forty-six (82,1%) practiced other sports than those included in IA, IB, IIB Mitchell classification groups, corresponding to the only practicable sport in competition according to the AHA guidelines. In addition, twenty-five (44,6) patients were in IIIC category of high dynamic and static sports (eg. cycling, rowing) and five patients (8,9%) were doing sport in competition. There were two interesting cases in this cohort. The first patient practices high level mountaineering with frequent ascent of summits over 5000 meters; the second patient is a cross-country ski instructor with at least 20 hours of sport per week each season. Both were asymptomatic and did not reach any endpoint after MVR. In the endocarditis subgroup (12 patients) thought to be associated with poor prognosis, no difference was found regarding primary endpoint ($p=0,416$) and the practice of regular sport activity seen in 50% of patients.

One important point to consider is the use of anticoagulation therapy because of danger of bodily collision during sport practice. MVR has many advantages, including the absence of long-term antithrombotic therapy in patients with sinus rhythm. In this study, 25 patients (20,7%) receive oral anticoagulation.

Limits

This study has some limitations. Firstly, this is a single-center cohort of relatively small size because we selected young patients without comorbidities, corresponding to those asking for sport activities. Secondly, we used intermediate criteria because it was not possible to retrospectively assess with certainty sport or physical activity prior death or reoperation. Nevertheless, the negative events seemed not reliable to sport in this study. Data were declarative, we cannot assert that there was not a hetero-evaluation bias; moreover, no functional test were performed to confirm declarations. Finally, 14 patients (10,4%) of the 135 eligible were not interrogated.

Conclusion

Sport or physical activity seems not related to worst outcome or mitral failure after mitral valve repair. Actual guidelines are probably too restrictive regarding excellent long-term results and restoration of a near normal mitral valve function after MVR. The practice of any type of sports should be considered individually in the absence of other contraindications.

(5) ACKNOWLEDGEMENTS

None

(6) REFERENCES

1. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Bärwolf C, Levang OW, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. juill 2003;24(13):1231- 43.
2. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, Abdallah F, Celestin JA, Meimoun P, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation*. 18 sept 2001;104(12 Suppl 1):I8-11.
3. Costa FDA da, Colatusso D de FF, Martin GL do S, Parra KCS, Botta MC, Balbi Filho EM, et al. Long-Term Results of Mitral Valve Repair. *Braz J Cardiovasc Surg*. févr 2018;33(1):23- 31.
4. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Rev Espanola Cardiol Engl Ed*. févr 2018;71(2):110.
5. Meurin P, Iliou MC, Ben Driss A, Pierre B, Corone S, Cristofini P, et al. Early exercise training after mitral valve repair: a multicentric prospective French study. *Chest*. sept 2005;128(3):1638- 44.
6. Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ, American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee of Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Disease in Young, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Functional Genomics and Translational Biology, and American College of Cardiology. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation*. 1 déc 2015;132(22):e256-261.
7. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van Camp SP. Task Force 8: Classification of sports. *J Am Coll Cardiol*. 19 avr 2005;45(8):1364- 7.
8. Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. juin 1999;15(6):816- 22; discussion 822-823.
9. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, Gardin J, Klein A, Manning WJ, et al. American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. oct 2004;17(10):1086- 119.
10. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, Popescu BA, Edvardsen T, Pierard LA, et al. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging*. 1 juill 2013;14(7):611- 44.

11. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* juill 2010;23(7):685- 713; quiz 786- 8.
12. Harjola V-P, Mebazaa A, Čelutkienė J, Bettex D, Bueno H, Chioncel O, et al. Contemporary management of acute right ventricular failure: a statement from the Heart Failure Association and the Working Group on Pulmonary Circulation and Right Ventricular Function of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* mars 2016;18(3):226- 41.
13. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 21 sept 2017;38(36):2739- 91.
15. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg.* juill 2014;148(1):e1- 132.
15. Committee W, O’Gara PT, Grayburn PA, Badhwar V, Afonso LC, Carroll JD, et al. 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Management of Mitral Regurgitation: A Report of the American College of Cardiology Task Force on Expert Consensus Decision Pathways. *J Am Coll Cardiol.* 16 oct 2017;24132.
16. Sarna S, Sahi T, Koskenvuo M, Kaprio J. Increased life expectancy of world class male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* févr 1993;25(2):237- 44.
17. Maron BJ. The paradox of exercise. *N Engl J Med.* 9 nov 2000;343(19):1409- 11.
18. Medicine ICW the AC of S, Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, et al. Exercise and Acute Cardiovascular Events: Placing the Risks Into Perspective: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 1 mai 2007;115(17):2358- 68.
19. Basso C, Perazzolo Marra M, Rizzo S, De Lazzari M, Giorgi B, Cipriani A, et al. Arrhythmic Mitral Valve Prolapse and Sudden Cardiac Death. *Circulation.* 18 août 2015;132(7):556- 66.
20. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation.* 3 mars 2009;119(8):1085- 92.
21. Machado LR, Meneghelo ZM, Le Bihan DCS, Barretto RBM, Carvalho AC, Moises VA. Preoperative left ventricular ejection fraction and left atrium reverse remodeling after mitral regurgitation surgery. *Cardiovasc Ultrasound.* 6 nov 2014;12:45.

22. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Ling LH, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ, et al. Sudden death in mitral regurgitation due to flail leaflet. *J Am Coll Cardiol.* déc 1999;34(7):2078- 85.
23. Starling MR. Effects of valve surgery on left ventricular contractile function in patients with long-term mitral regurgitation. *Circulation.* 15 août 1995;92(4):811- 8.
24. Kawamoto N, Fujita T, Fukushima S, Shimahara Y, Kume Y, Matsumoto Y, et al. Functional mitral stenosis after mitral valve repair for Type II dysfunction: determinants and impacts on long-term outcome. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* 27 févr 2018;
25. Ibrahim MF, David TE. Mitral stenosis after mitral valve repair for non-rheumatic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg.* janv 2002;73(1):34- 6.
26. Kawamoto N, Fujita T, Hata H, Shimahara Y, Sato S, Kobayashi J. Prosthesis-patient mismatch due to small ring annuloplasty in patients with degenerative mitral insufficiency. *J Cardiol.* 2016;68(2):141- 7.
27. Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ, American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee of Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Disease in Young, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Functional Genomics and Translational Biology, and American College of Cardiology. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation.* 1 déc 2015;132(22):e256-261.
28. Bursi F, Enriquez-Sarano M, Jacobsen SJ, Roger VL. Mitral regurgitation after myocardial infarction: a review. *Am J Med.* févr 2006;119(2):103- 12.
29. Masri A, Al Halabi S, Karimianpour A, Gillinov AM, Naji P, Sabik JF, et al. Impact of additive mitral valve surgery to coronary artery bypass grafting on mortality in patients with coronary artery disease and ischaemic mitral regurgitation: a systematic review and meta-analysis of randomized trials and observational studies. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes.* 1 janv 2016;2(1):33- 44.

Table 1. Mitchell Classification of Sport

		Increasing dynamic component →		
		A. Low (<50%)	B. Moderate (50-75%)	C. High (>75%)
Increasing static component	I. Low (<10%)	Yoga	Baseball/Softball	Badminton
		Bowling	Table tennis	Cross-country skiing (classic method)
		Cricket	Volleyball	Field hockey ^a
		Curling	Fencing	Racquetball/squash
		Golf		Running (long distance)
		Riflery		Soccer ^a
	II Moderate (10-20%)	Archery	Running (sprint)/surfing ^{a,b}	Basket ^a
		Auto racing ^{a,b}	American football ^b	Ice hockey ^a
		Diving ^{a,b}	Rodeoing/rugby ^a	Swimming /Team handball
		Equestrian ^{a,b}	Field events (jumping) ^{a,b}	Lacrosse ^a
Motorcycling ^{a,b}		Figure skating	Running (middle distance)	
	Synchronized swimming ^b	Biathlon		
III. High (>30%)	Bobsledding/luge ^{a,b}	Body bulding ^{a,b}	Boxing ^a	
	Water skiing ^{ab}	Downhill skiing ^{a,b}	Kayaking/Canoeing	
	Gymnastics ^{a,b}	Wrestling ^a	Cycling ^a	
	Luge ^{a,b} /Sailing	Skateboarding ^{ab}	Rowing	
	Martial arts ^{a,b}	Snowboarding ^{ab}	Speed skating	
	Rock climbing		Triathlon ^{ab}	
	Weight lifting ^{a,b}		Decathlon	
	Windsurfing ^{a,b}			

^a Danger of bodily collision

Table 2. Baseline and Follow-up Characteristics in the Whole Cohort and Comparison According to the Incidence of the Primary Composite Endpoint

Variables	Overall (n = 121)	Endpoint (n=20)	No endpoint (n=101)	P value
Age, years (y)	50.7 ± 11.4	49.1 ± 14.2	51 ± 10.8	0.501
Female, n (%)	36 (29,8)	7 (35)	29 (29.7)	0.574
BMI	24.3 ± 3.9	24.3 ± 3.8	24.4 ± 3.8	0.961
Risk factor, n (%)				
Smokers	33 (27.3)	6 (30)	27 (26.7)	0.764
High blood pressure	14 (11.6)	1 (5)	13 (12.9)	0.461*
Dyslipidemia	11 (9.1)	1 (5)	10 (9.9)	0.689*
Diabète	3 (2.5)	0 (0)	3 (3)	1*
Heredity	2 (1.7)	1 (5)	1 (1)	0.304*
Pre-operative AF, n (%)	19 (15.7)	6 (30)	13 (12.9)	0.086*
Asymptomatic, n (%)	26 (21.5)	5 (25)	21 (20.8)	0.676
Sport before surgery, n (%)	53 (44.5)	11 (55)	42 (41.6)	0.302
Euroscore 2 (%)	0.67 (0.55-1.02)	0.71 (0.55-1.3)	0.66 (0.55-1)	0.408
Etiology, n (%)				
Barlow disease	96 (79.3)	16 (80)	80 (79.2)	0.936
Rope rupture	63 (52.1)	9 (45)	54 (53.5)	0.489
Infectious endocarditis	12 (10)	3 (15)	9 (8.9)	0.416*
Valvular tumor	8 (6,5)	1 (5)	7 (6.9)	1
Prolapse location				
Posterior leaflet prolapse	86 (71.1)	14 (70)	72 (71.3)	0.908
Anterior leaflet prolapse	9 (7.4)	2 (10)	7 (6.9)	0.642*
Bileaflet prolapse	14 (11.6)	1 (5)	13 (12.9)	0.461*
Repair techniques, n (%)				
Mitral annuloplasty	114 (94.2)	19 (95)	95 (94.1)	0.869
Tricuspid annuloplasty	8 (6.6)	3 (15)	5 (5)	0.125*
Quadrangular resection	77 (63.6)	12 (60)	65 (64.4)	0.711
Triangular resection	8 (6.7)	1 (5)	7 (6.9)	1*
Artificial chordae	21 (17.4)	6 (30)	15 (14.9)	0.114
Mitral cleft closure	9 (7.4)	1 (5)	8 (7.9)	1*
Commissuroplasty	13 (8.4)	3 (15)	10 (9.9)	0.199
Vegetomy/tumorectomy	16 (13.2)	4 (20)	12 (11.9)	0.301*
Per operative AF ablation	13 (10.7)	6 (30)	7 (6.9)	0.008*
Left atrial appendage closure	15 (12.4)	6 (30)	9 (8.9)	0.018*
Aortic cross-clamp time (minutes)	54 ± 15	59 ± 17	53 ± 15	0.13
Post operative AF, n (%)	37 (30.6)	8 (40)	29 (28.7)	0.317
Biochemistry				
Tropinine pic(ng/ml)	653 (469-1154)	753 (487-1032)	649 (463-1295)	0.891
Creatinine (mmol/l)	76 ± 21	77 ± 26	76 ± 20	0.83
Hemoglobin (g/dl)	10.7 ± 1.5	10.6 ± 1.5	10.7 ± 1.5	0.833
Pre-operative LVEF (%)	62 ± 8	61 ± 8	61 ± 8	0.861
Baseline TTE				
LVEF (%)	54 ± 11	53 ± 10	55 ± 11	0.613
MTG (mmhg)	4.1 ± 1.8	4.9 ± 2.2	3.9 ± 1.6	0.025
No MR	100 (82.5)	16 (80)	84 (83.2)	0.732
MR 1/4	21 (17.4)	4 (20)	17 (16.8)	
MR > 1/4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
Mitral valve area (cm ²)	2.3 ± 0.6	2,1 ± 0.6	2.3 ± 0.7	0.437
Cardiac rehabilitation, n (%)	100 (83.3)	16 (80)	84 (83.2)	0.661

Table 2. Continued

Variables	Overall (n = 121)	Endpoint (n=20)	No endpoint (n=101)	P value
Follow up (month)	34 (20-50)	32 (21-42)	34 (19-50)	0.848
NYHA at the day of call, n (%)				
1	104 (85.9)	17 (85)	87 (86.1)	0.894
2	17 (14.1)	3 (15)	14 (13.9)	
Anticoagulation	24 (19.8)	8 (40)	16 (15.8)	0.027
Follow-up TTE parameters				
Delay after MVR	24 (12-36)	31 (19-38)	23 (11-36)	0.143
LVEF	60 ± 7	58 ± 7	60 ± 7	0.196
MTG (mmhg)	3.9 ± 1.9	5.1 ± 3.1	3.7 ± 1.5	0.0017
No MR	82 (67.8)	7 (35)	75 (74.2)	<0.0001
MR grade 1	32 (26.4)	6 (30)	26 (25.7)	
MR grade ≥ 2	7 (5.8)	7 (35)	0 (0)	
Mitral valve area (cm ²)	2.3 ± 0.6	1.9 ± 0.4	2.4 ± 0.6	0.023
sPAP (mmhg)	27 ± 8	31 ± 9	26 ± 8	0.043
TAPSE (mm)	18.1 ± 1.9	17.9 ± 1.6	18.1 ± 2	0.73
S wave (cm/s)	10.4 ± 1.3	10.1 ± 1.2	10.5 ± 1.3	0.305
Maximal mitral velocity (m.s)	1.5 ± 0.4	1.8 ± 0.3	1.4 ± 0.4	0.0004

Categorical variables are presented as number of patients (%); continuous values are expressed as mean with standard deviation for normally distributed variables or median with 25th and 75th percentiles. * Fisher exact test. Abbreviations: AF: atrial fibrillation; IPAQ: International Physical Activity Questionnaire; LVEF : left ventricular ejection fraction; MTG: mean transmitral gradient; MR: mitral regurgitation; MVR: mitral valve repair; NYHA: New York Heart Association; sPAP: systolic pulmonary arterial pressure; TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion; TTE: transthoracic echocardiography.

Table 3. Sport and Physical Activity Parameters According to the Incidence of Primary the Composite Endpoint

Variables	Overall (n=121)	Endpoint (n=20)	No endpoint (n=101)	P value
Sports				
Overall	56 (46.3)	8 (40)	48 (47.5)	0.537
Sport < 3h	33 (58.9)	3 (15)	30 (28.7)	0.252*
Sport ≥ 3h	23 (41.1)	5 (25)	18 (17.8)	
Sport ≥ 6h	11 (9.1)	1 (5)	10 (9.9)	0.679*
Competition	5 (4.1)	0 (0)	5 (5)	0,589*
Mitchell classification				
IA	4 (3.3)	0 (0)	4 (4)	1*
IB	4 (3.3)	0 (0)	4 (4)	1*
IC	17 (14)	4 (20)	13 (12.9)	0.243*
IIA	2 (1.7)	0 (0)	2 (2)	1*
IIB	3 (2.5)	0 (0)	3 (3)	1*
IIC	18 (14.9)	1 (5)	17 (16.8)	0.245*
IIIA	6 (5)	2 (10)	4 (4)	0.213*
IIIB	0 (0)	0	0	1*
IIIC	25 (20.7)	3 (15)	22 (21.8)	0.711*
IPAQ groups				
IPAQ 1 (inactive)	31 (25.6)	5 (20)	36 (35.6)	0.849
IPAQ 2 (minimally active)	48 (39.7)	9 (45)	26(25.7)	
IPAQ 3 (active)	42 (34.7)	6 (30)	36 (35.6)	
IPAQ continuous score				
<1000	1764 (792-3572)	1420 (740-2982)	1866 (771-3871)	0.396
<1000-2999	36 (29.7)	6 (30)	30 (29.7)	0.706
≥ 3000	46 (38)	9 (45)	37 (36.6)	
	39 (32.2)	5 (25)	34 (33.6)	

Categorical variables are presented as number of patients (%), continuous values are expressed as median with 25th and 75th percentiles. * Fisher exact test. IPAQ: International physical activity questionnaire; h : hour.

Figure 1. Study Flow Chart

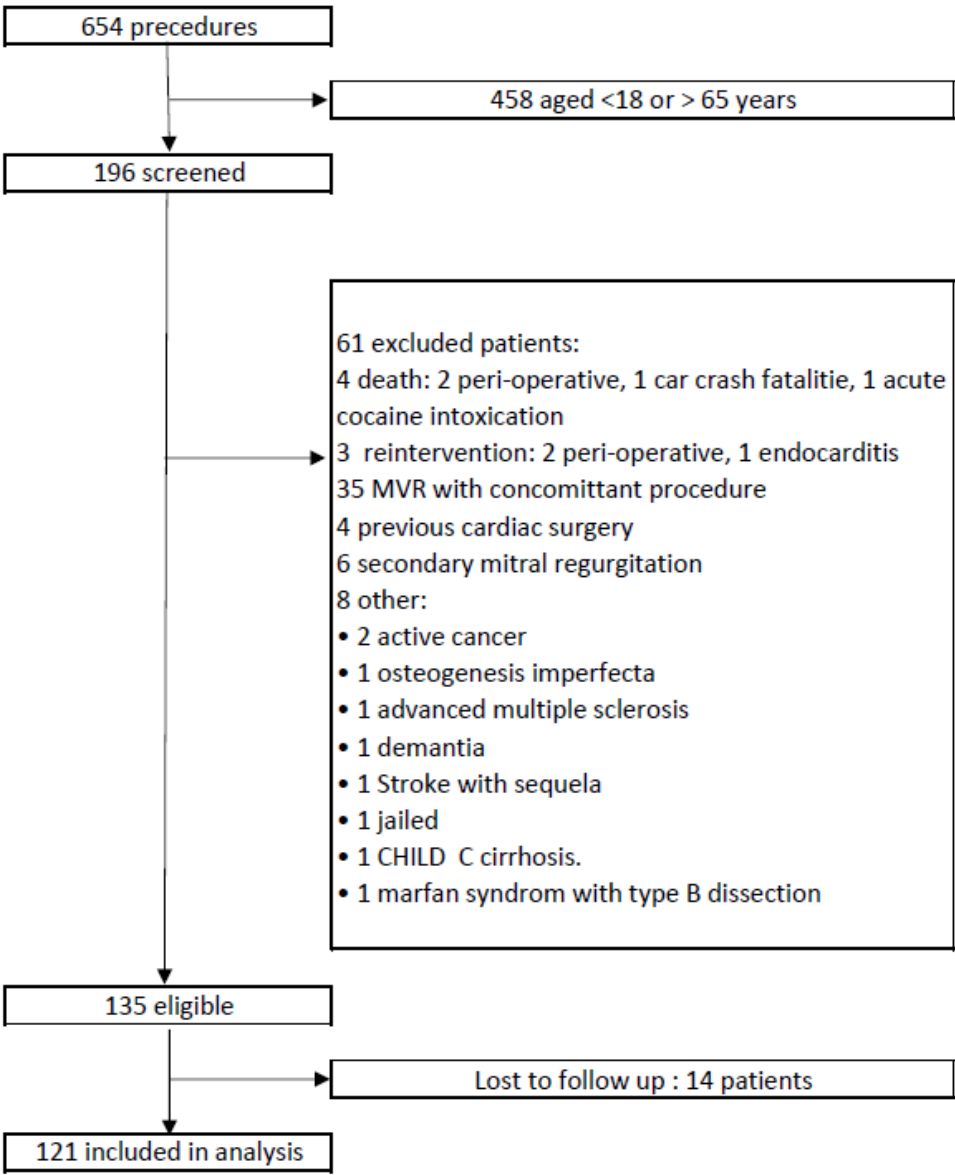
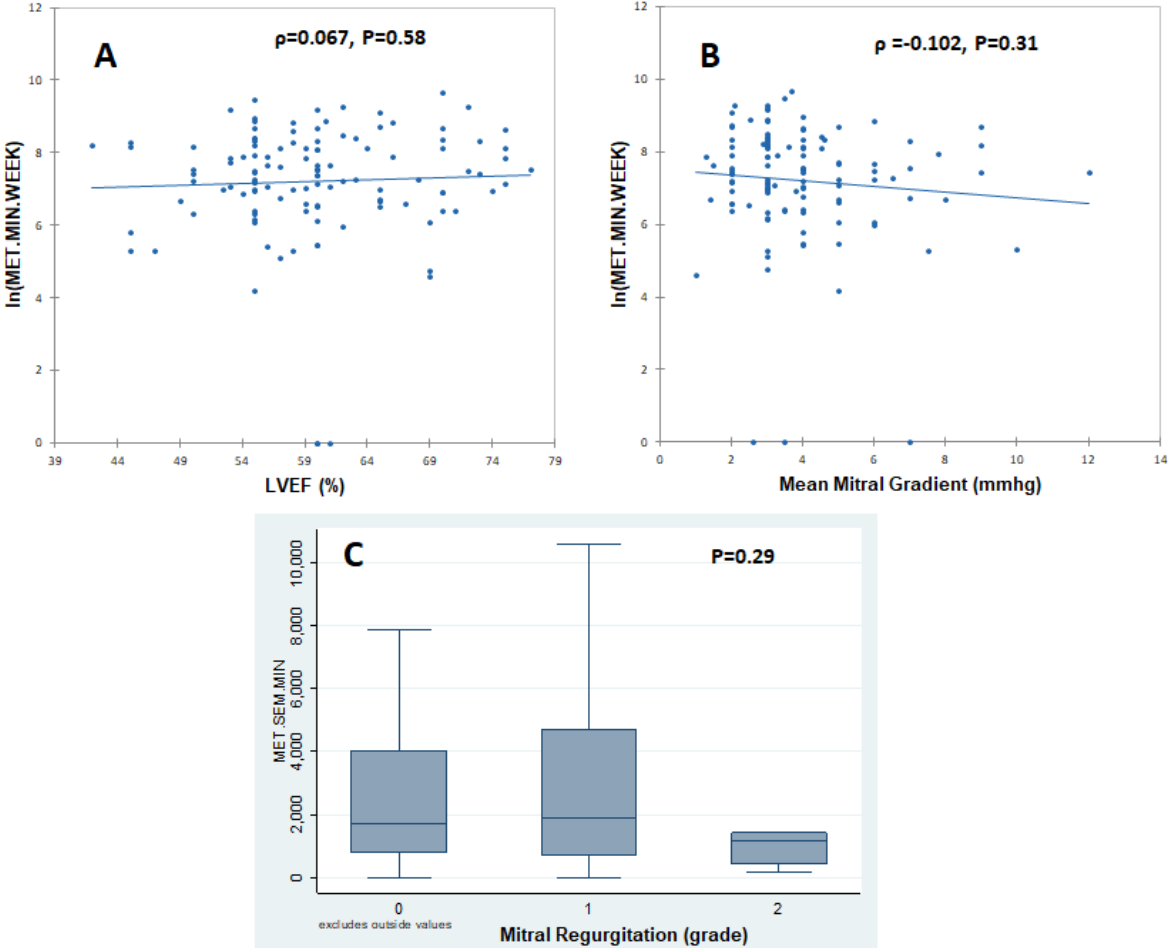


Figure 2. Correlation Between IPAQ Continuous Score and Follow-up TTE Parameters



Annexe 5. Abstract soumis au congrès EuroEcho-Imaging 2018



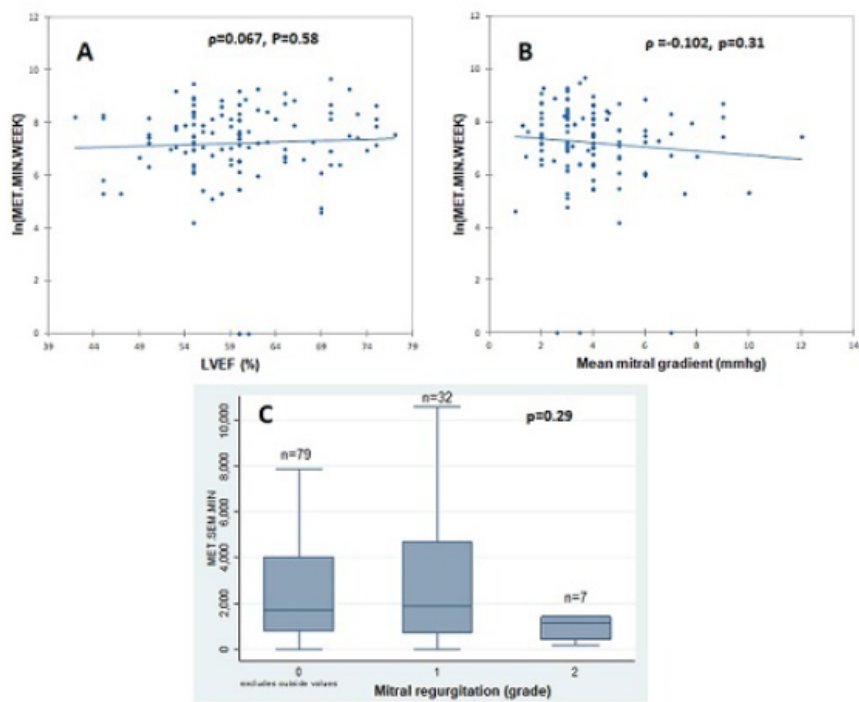
Step 4 of 4: Abstract Preview

Abstract Preview

EuroEcho-Imaging 2018
Doctor Adrien Blanc (EUD ID : 725764) Toulouse University Hospital Department Of Cardiology 1 Avenue Jean Poulhes 31059 - Toulouse France Email : adrienwct@msn.com
Title : Sport practice and physical activity after mitral valve repair in primary mitral regurgitation Topic : 3.1.4 - Echocardiography: Valve Disease Category :General Option : Young Investigator Award (YIA) Clinical
A. Blanc ¹ , Y. Lavie-Badie ² , O. Lairez ² , E. Cariou ¹ , P. Fournier ¹ , A. Poenar ¹ , B. Marcheix ³ , C. Cron ³ , E. Grunenwald ³ , J. Porterie ³ , F. Labaste ⁴ , M. Galinier ¹ , D. Carrie ¹ - (1) Toulouse Rangueil University Hospital (CHU), Department of Cardiology, Toulouse, France (2) University Hospital of Toulouse, Department of Cardiology, Heart Valve Center, Toulouse, France (3) University Hospital of Toulouse, Department of Cardiac Surgery, Heart Valve Center, Toulouse, France (4) University Hospital of Toulouse, Department of Anesthesiology, Toulouse, France
Background: Sport practice for either competitive or leisure athlete is restrictive after mitral valve repair (MVR). Aim: To investigate the impact of sport on recurrence of mitral regurgitation (MR) after surgical MVR. Methods: Consecutive patients aged from 18 to 65 years who underwent first MVR for primary MR from January 2010 to March 2017 were retrospectively included in the study. Exclusion criteria were: other concomitant procedure (except tricuspid annuloplasty), non-cardiac death during follow up, peri-operative reintervention, reintervention for acute endocarditis and general contraindications for normal physical activity. Transthoracic echocardiographies (TTE) were performed every year during follow-up. Sport practice was quantified as number of hours per week during the last 6 months. Physical activity was assessed by using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) short form. The primary endpoint was recurrence of MR defined by the MR grade aggravation of one or more during follow-up, compared to postoperative TTE. Secondary analysis investigated the correlation between IPAQ continuous score (expressed in met.min.week) and parameters obtained from the last TTE in follow up. Results: Among 654 procedures, 135 patients were eligible, 17 lost to follow-up and 118 were included in the study. Mean age was 50±11 year-old. There were 35 (29.7 %) female. Median follow-up was 37 months (IQR: 20-50). Fifty-six (46%) patients practiced regular sport activity (median time 3 hours/week, IQR: 2-5). Twenty-six (22 %) patients reached the primary endpoint with no correlation with sport practice (P=0.46), IPAQ groups (P=0.319), and sport practice ≥ 6 hours (p=0.452). No correlation was found between IPAQ continuous score and left ventricular ejection fraction (ρ=0.067, P=0.58), mean transmitral gradient (ρ=-0.102, P=0.31) and MR (p=0.29). Conclusion: Sport practice is not related to mitral valve deterioration after MVR. Sport according to the primary outcome

Variable	Overall (n=118)	Event (n=26)	No event (n=92)	P value
Sport (all)	56 (47.5)	14 (53.8)	42 (45.6)	0.46
Sport < 3h	27 (22.9)	9 (34.6)	18 (19.6)	0.119*
Sport ≥3h	29 (24.1)	5 (19.2)	24 (26.1)	0.609*
Sport ≥6h	11 (9.3)	1 (3.8)	10 (10.9)	0,452*
IPAQ inactive	31 (26.3)	8 (30.8)	23 (25)	0.319**
IPAQ minimally active	45 (38.1)	12 (46.2)	33 (35.9)	0.319**
IPAQ active	42 (35.6)	6 (23.1)	36 (39.1)	0.319**
IPAQ continuous score (met.min.week)	1672 (792-3638)	1417 (558-2554)	1830 (816-4066)	0.163

*Fisher test. **Same analysis.



IPAQ Score and last TTE parameters

Évaluation des pratiques sportives et physiques après plastie mitrale dans l'insuffisance mitrale primitive

Contexte : L'accès à la pratique du sport en compétition ou dans le cadre du loisir chez l'athlète est limité après une plastie mitrale (PM). Nous avons supposé qu'un haut niveau d'activité physique ou sportive après une PM n'avait pas d'impact délétère.

Méthodes : Tous les patients âgés de 18 à 65 ans opérés d'une PM au CHU de Toulouse, entre janvier 2010 et mars 2017, pour insuffisance mitrale (IM) primaire ont été inclus. Les critères d'exclusions étaient : antécédent de chirurgie cardiaque, autre procédure concomitante à l'exception d'une annuloplastie tricuspidiennne, décès non-cardiaque, reprise chirurgicale secondaire (péri-opératoire ou infectieuse), contre-indication générale à une activité physique normale. Le critère de jugement primaire était : i) FA tardive post-opératoire (> 3 mois) ii) Défaillance de la valve mitrale définie par une $IM \geq 2$ ou un gradient moyen transmitral (GMT) ≥ 8 mmHg iii) Insuffisance cardiaque. La pratique du sport était évaluée en heures par semaine durant les 6 derniers mois et classée selon la classification de Mitchell ; l'activité physique par le questionnaire IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) version courte.

Résultats : Parmi les 654 procédures durant cette période, 135 (21 %) patients étaient éligibles dont 14 (2 %) ont été perdus de vue et 121 (19 %) ont finalement été inclus dans l'étude. L'âge moyen était de 50 ± 11 ans avec 85 (70.2 %) hommes et un suivi médian de 34 (20-50) mois. 56 patients (46,3%) pratiquaient une activité sportive régulière avec une médiane de 3 (2-5) heures par semaine dont 11 (19,6%) au moins 6 heures. La médiane du score continu IPAQ était de 1675 (792-3572) met.min.semaine et 42 patients (34,7%) ont atteint le groupe actif IPAQ 3. 20 évènements sont survenus : 8 récurrences de FA (7%), 12 défaillances de valve (10 % : 7 $IM \geq 2$ et 5 $GMT \geq 8$ mmhg), 0 insuffisance cardiaque. Aucune différence n'a été mise en évidence entre le critère principal et la pratique du sport ($p=0,537$), tous les sous-groupes de la classification de Mitchell, la pratique intensive du sport ≥ 6 heures ($p=0,696$), les groupes IPAQ ($p=0,849$) et le score continu IPAQ ($p=0,396$).

Conclusion : la pratique du sport ou d'une activité physique intensive après une PM ne semble pas s'accompagner d'un surrisque.

TITRE EN ANGLAIS : Sport practice after mitral valve repair for primary mitral regurgitation, are we not too restrictive?

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

MOTS-CLÉS : Plastie mitrale ; sport ; International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) ; insuffisance mitrale ;

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :
Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Yoan LAVIE-BADIE