



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Cardiologia

Avaliação Dinâmica da Insuficiência Aórtica

Inês Alves de Sousa Ladeira de Figueiredo

FEVEREIRO'2017



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Cardiologia

Avaliação Dinâmica da Insuficiência Aórtica

Inês Alves de Sousa Ladeira de Figueiredo

Orientado por:

Luís Afonso Brás Simões do Rosário

FEVEREIRO'2017

Resumo

Este projeto tem como objetivo realizar uma avaliação dinâmica da insuficiência aórtica em 20 doentes, por um período de 12 meses, através da utilização de um teste ergométrico acoplado a ecocardiografia, de modo a avaliar a variação da regurgitação aórtica, da função sistólica e diastólica durante um esforço isométrico de 3 minutos a 33% da força máxima, utilizando para isso um dinamómetro manual. Depois de avaliados estes parâmetros iremos tentar compreender se existe relação entre esta variação e as causas de insuficiência aórtica, sobretudo as duas mais frequentes, a ectasia anulo-aórtica (EAA) e a esclerose valvular aórtica (EVA).

Palavras-chave: regurgitação aórtica, exercício isométrico, ecocardiografia

Abstract

This project aims to achieve a dynamic assessment of aortic insufficiency in 20 patients, for a period of 12 months, through the use of a stress test, coupled to echocardiography, in order to assess the variation of aortic regurgitation, the systolic function and diastolic function during an isometric effort of 3 minutes at 33% of the maximum force, using a manual dynamometer. After evaluating these parameters we will try to understand whether there is a relationship between this variation and the causes of aortic insufficiency, especially annuloaortic ectasia (AAE) and aortic valve sclerosis (AVE).

Key words: aortic regurgitation, isometric stress test, echocardiography

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML.

Índice

Resumo	3
Abstract	3
Introdução	5
Material e Métodos	7
Resultados	11
Discussão	20
Agradecimentos	24
Bibliografia	25

Introdução

Devido à sua ampla disponibilidade, baixo custo e versatilidade, a ecografia é uma valiosa ferramenta na avaliação de pacientes com doença cardíaca valvular e está comprovado que tem um importante valor prognóstico, permitindo ajudar a definir o melhor momento para intervenção cirúrgica (1). São várias as indicações da ecocardiografia na avaliação da insuficiência aórtica (IA), nomeadamente: diagnóstico e avaliação da gravidade da IA aguda, diagnóstico da IA crónica em pacientes com achados físicos duvidosos, avaliação da etiologia da IA (morfologia valvular, tamanho da raiz da aorta), avaliação da função sistólica, dimensões e grau de hipertrofia do ventrículo esquerdo, reavaliação de pacientes com IA discreta, moderada ou grave, que apresentam sintomas novos ou alterados e, por fim, para reavaliação anual de pacientes assintomáticos, com IA discreta a moderada, com sinais físicos estáveis e ventrículo esquerdo (VE) normal ou discretamente aumentado (2).

O teste ergométrico, que até agora não foi aplicado à doença valvular, poderá ter grande potencial no que diz respeito à avaliação da gravidade da insuficiência aórtica e da sua relação com a respectiva etiologia.

Denomina-se exercício isométrico a acção muscular durante a qual não ocorre nenhuma alteração no comprimento total do músculo. À medida que a duração e a intensidade aumentam durante uma contração isométrica, existe uma resposta cardiovascular com aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca. Esta resposta apresenta diferenças na comparação entre exercícios estáticos (isométricos) com exercícios dinâmicos. Vários estudos realizados mostraram que há diferenças nas respostas cardiovasculares, com maior aumento na pressão arterial durante o exercício estático e um maior retorno venoso durante o exercício dinâmico. A taxa de elevação da pressão arterial é proporcional à intensidade da força de contração e à duração da contração, dois fatores que podem ser manipulados para controlar esta resposta da Pressão Arterial (3).

No entanto, o aumento de pressão arterial durante o exercício isométrico de alta intensidade para grandes grupos musculares pode diminuir a função ventricular esquerda. A manobra de Valsalva durante o esforço isométrico resulta num aumento da pressão arterial ainda maior, como já foi comprovado por estudos anteriores (4).

O exercício isométrico é caracterizado por aumentos da pressão arterial (PA) e apenas discretos aumentos da frequência cardíaca (FC), sendo que dois mecanismos

neurais têm sido implicados nestas respostas: o primeiro mecanismo activa circuitos neurais centrais que controlam o sistema somato-motor e cardiovascular, regulando as respostas do sistema nervoso simpático e parassimpático (denominado “comando central”); no segundo mecanismo, as alterações na actividade eferente autonómica são provocadas, de forma reflexa, por estimulação das fibras aferentes somáticas sensíveis aos metabólitos produzidos a nível muscular (“reflexo do exercício pressor” ou “metaborreflexo muscular”). Actualmente pensa-se que o exercício isométrico aumenta a PA através de um aumento da actividade simpática a nível vascular devido ao metaborreflexo muscular, enquanto o aumento da FC ocorre principalmente por meio de uma diminuição da actividade do sistema nervoso parassimpático no nódulo sinusal, por meio do comando central. Está já comprovado que, imediatamente após o exercício isométrico, o metaborreflexo muscular é mantido, pelo que a PA se vai manter elevada durante mais tempo, enquanto se observa uma recuperação muito mais rápida da FC para níveis basais por inibição do comando central (5). Este aumento controlado da PA através do exercício isométrico podem ter interesse na Insuficiência Aórtica, na medida em que pode permitir aumentar de forma controlada o fluxo regurgitante (visto que aumenta o gradiente transvalvular) e detectar assim quaisquer pequenas alterações que poderiam passar despercebidas num exame ecocardiográfico de rotina.

Este projecto teve como objectivo realizar uma avaliação dinâmica da insuficiência aórtica, numa amostra de 20 doentes, que serão submetidos a um teste ergométrico acoplado com ecocardiografia, de modo a avaliar a variação da regurgitação aórtica, da função sistólica e da função diastólica durante o mesmo.

Os doentes foram submetidos a um protocolo de 3 minutos de exercício isométrico com dinamómetro manual a 33% da força máxima, enquanto é avaliada por ecocardiografia a regurgitação aórtica e a função ventricular esquerda. Estes são submetidos a uma avaliação da função sistólica, da função diastólica e da regurgitação aórtica por ecocardiograma.

A regurgitação aórtica será avaliada por Doppler codificado a cor e quantificada pelo método PISA (Proximal Isovelocity Surface Area) adaptado para regurgitação aórtica. O método PISA permite o cálculo do volume regurgitante e da área do orifício de regurgitação e aplica-se à válvula mitral, admitindo que a superfície valvular é plana e que a PISA é esférica. No entanto no que diz respeito à válvula aórtica as cúspides formam um ângulo muito acima de 180° e as paredes da aorta restringem o fluxo o que deforma a PISA. Por isso, para calcular através deste método o volume regurgitante e a área do

orifício regurgitante da válvula aórtica, temos que recorrer a equações matemáticas das quais temos: volume regurgitante $(VR)=2\pi r^2 \text{Limite Nyquist}$; e área do orifício regurgitante $(AOR) = VR/\text{velocidade}$ (6).

Depois de avaliada qualitativa e quantitativamente a variação destes parâmetros com o esforço isométrico, iremos tentar compreender se existe alguma relação desta mesma variação com as causas de insuficiência aórtica.

Material e Métodos

Este estudo utilizou uma amostra de 20 doentes, selecionados na Consulta de Cardiologia no Hospital de Santa Maria. Para constituir esta amostra foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: idade superior a 18 anos; ausência de cardiomiopatia; lesões nas restantes válvulas cardíacas ausentes ou apenas ligeiras (segundo a classificação ESC) e sem repercussão hemodinâmica e ausência de doenças de sistémicas conhecidas.

Foi feita uma avaliação exaustiva da variação dos parâmetros de quantificação da regurgitação aórtica, dos parâmetros de quantificação da função sistólica e da função diastólica do ventrículo esquerdo, utilizando o ecocardiograma com recurso a doppler contínuo, pulsátil e codificado a cores, sendo esta efectuada em dois tempos: primeiro em repouso e depois com um esforço isométrico de 3 minutos a 33% da força máxima.

Procedeu-se sempre à avaliação da pressão arterial no início do exame (de outra forma, a avaliação hemodinâmica é inválida) e à confirmação da qualidade do ECG de monitorização.

Para a avaliação ecocardiográfica foram utilizadas as seguintes janelas (pela seguinte ordem): paraesternal de longo eixo, paraesternal de curto eixo, apical de 4 câmaras, apical de 5 câmaras, apical de 2 câmaras, apical de 3 câmaras, subcostal e supra-esternal. Utilizou-se em todos os doentes o protocolo ecocardiográfico que se segue.

Em primeiro lugar, e para todas as janelas utilizadas, em ecocardiograma bidimensional (2D), ajustar a profundidade para o coração, ajustar foco, ganhos gerais, ganhos lineares, compressão, rejeição e faixa dinâmica.

1- Paraesternal de longo eixo

Em 2D, medir a câmara de saída do ventrículo esquerdo (VE), junção sino-tubular e raiz da aorta.

Em modo M, medir o VE, nomeadamente o plano das cordas tendinosas, a seguir à extremidade dos folhetos mitrais.

Em modo M adquirir a extremidade dos folhetos mitrais

Em modo M adquirir a válvula aórtica.

Segue-se o Doppler codificado a cores simultâneo das válvulas aórtica e mitral: medir a regurgitação aórtica através do ecocardiograma codificado a cores da regurgitação aórtica, da *vena contracta* e do modo M a cores do jacto regurgitante (até 1cm da válvula).

2- Paraesternal de curto eixo – plano das válvulas aórtica e pulmonar

Realizar Doppler a cores simultâneo das válvulas aórtica, pulmonar e tricúspide, com destaque para o doppler a cores na válvula aórtica com medição da *vena contracta*.

Novamente em 2D orientar para o tronco da artéria pulmonar.

Doppler pulsado da câmara de saída do ventrículo direito (VD)

Doppler contínuo da válvula pulmonar, ajustando primeiro para fluxo anterógrado e depois para fluxo retrógrado.

Doppler contínuo da válvula tricúspide ajustando para fluxo anterógrado e retrógrado.

3- Apical de 4 câmaras

Em 2D grande profundidade: ajustar profundidade para as 4 câmaras. Posicionar foco no VE ao nível dos músculos papilares.

Em 2D reduzida profundidade centrado no VE: Reduzir profundidade apenas para o VE, ajustar foco para boa definição apical, ajustar ganhos gerais, ganhos lineares, compressão, rejeição, faixa dinâmica.

Avaliar Fração Ejeção VE. Medir volume telediastólico (VTD) no início do QRS. Medir volume telesistólico (VTS) no final da onda T

Doppler pulsado e doppler a cores da válvula mitral, para medição da onda E, onda A e tempo de desaceleração.

Doppler contínuo para medição da regurgitação mitral

Doppler a cores da válvula tricúspide e doppler contínuo para medição da regurgitação tricúspide.

4- Apical de 5 câmaras

Em 2D medição da câmara de saída do VE.

Doppler a cores para medição da regurgitação aórtica, da *vena contracta* e do raio de *aliasing* para cálculo da Área da Superfície de Isovelocidade de Proximal (PISA) e foi anotado o limite de Nyquist.

Doppler pulsado e contínuo da câmara de saída do VE.

5- Apical de 2 câmaras

2D grande profundidade: ajustar profundidade para as 2 câmaras, posicionando o foco no VE ao nível dos músculos papilares.

2D grande profundidade: ajustar profundidade para as 2 câmaras, posicionando o foco nas aurículas.

2D reduzida profundidade, centrado no VE: reduzir profundidade apenas para o VE e ajustar o foco para boa definição apical. Avaliar Fração Ejeção do VE. Medir VTD no início do QRS. Medir VTS no final da onda T.

Doppler codificado a cores da válvula mitral

6- Apical 3 câmaras

2D grande profundidade: ajustar profundidade para as 3 câmaras, posicionando o foco no VE ao nível dos músculos papilares.

Doppler a cores das válvulas mitral e aórtica

7- Subcostal

Em primeiro lugar avaliação 2D grande profundidade.

Segue-se 2D angulado para a veia cava inferior.

Avaliação em modo M da veia cava inferior no ciclo respiratório.

Doppler pulsado na aorta abdominal.

8- Supra-esternal

2D grande profundidade para visualizar aorta ascendente, arco aórtico e aorta descendente.

Doppler pulsado da aorta ascendente e descendente.

Após a realização dos ecocardiogramas foi aplicado um teste t de Student para comparar os resultados obtidos sem esforço isométrico dos dois grupos de doentes com etiologias mais comuns (ectasia anulo-aórtica EAA e esclerose valvular aórtica EVA) para cada uma das variáveis.

O mesmo teste t de Student foi aplicado para comparar os resultados de 7 das 40 variáveis medidas ecograficamente em repouso e em esforço.

Um terceiro t de Student foi aplicado para comparar os resultados obtidos com esforço isométrico dos doentes com EAA e EVA.

Resultados

Em primeiro lugar, foi feito um levantamento de todos os resultados dos 20 doentes em estudo, para as 40 variáveis analisadas por ecocardiograma segundo o protocolo anteriormente descrito.

Foram depois agrupados os doentes de acordo com as suas etiologias responsáveis pela insuficiência aórtica, tendo sido consideradas as duas etiologias mais frequentes: 10 doentes com ectasia anulo-aórtica e 7 doentes com esclerose valvular aórtica. As variáveis analisadas foram as seguintes:

- 1- Bidimensional paraesternal de longo eixo câmara de saída do ventrículo esquerdo (2D PLE CSVE)
- 2- Bidimensional paraesternal de longo eixo Raíz da aorta (2D PLE Rao)
- 3- Bidimensional paraesternal de longo eixo Junção sino-tubular (2D PLE JST)
- 4- Bidimensional paraesternal de longo eixo Aorta Ascendente (2D PLE AoA)
- 5- Modo M Septo interventricular em diástole (MM SID)
- 6- Modo M Diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo (MM DD VE)
- 7- Modo M parede posterior em diástole (MM PPD)
- 8- Modo M septo interventricular em sístole (MM SIS)
- 9- Modo M diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo (MM DS VE)
- 10- Modo M parede posterior em sístole (MM PPS)
- 11- Modo M dimensão da aorta (MM Rao)
- 12- Modo M abertura das cúspides aórticas (MM ACA)
- 13- Doppler Cor Paraesternal de longo eixo vena contracta da regurgitação aórtica (CoR PLE VCRAo)
- 14- Doppler cor paraesternal de curto eixo diâmetro da raíz da aorta (Cor PEC Diametro RAo)
- 15- Bidimensional Paraesternal de curto eixo diâmetro da artéria pulmonar (2D PCE Diâmetro artéria Pulmonar)

- 16- Doppler pulsátil integral de velocidade do fluxo da câmara de saída do ventrículo direito (PW CSVD VTI)
- 17- Bidimensional apical 4 câmaras volume telediastólico do ventrículo esquerdo (2D A4C VVETd)
- 18- Bidimensional apical 4 câmaras volume telessistólico do ventrículo esquerdo (2D A4C VVETs)
- 19- Apical 4 câmaras doppler pulsátil (A4C E PW)
- 20- Doppler pulsátil apical 4 câmaras tempo de desaceleração (PW A4C TD PW)
- 21- Doppler pulsátil apical 4 câmaras Onda A (PW A4C A PW)
- 22- Doppler pulsátil apical 4 câmaras integral de velocidade do fluxo mitral (PW A4C VTI Mi)
- 23- Doppler contínuo apical 5 câmaras velocidade máxima da regurgitação aórtica (CW A5C Vmax R Ao)
- 24- Doppler contínuo apical 5 câmaras integral de velocidade da regurgitação aórtica (CW A5C VTI R Ao)
- 25- Doppler contínuo apical 5 câmaras velocidade mínima de regurgitação aórtica (CW A5C VmIN R Ao)
- 26- Doppler contínuo apical 5 câmaras tempo de semipressão da regurgitação aórtica (CW A5C Dec R Ao)
- 27- Doppler pulsátil apical 5 câmaras integral de velocidade câmara de saída do ventrículo esquerdo (PW A5C VTI CSVE)
- 28- Doppler contínuo apical 5 câmaras velocidade máxima câmara de saída do ventrículo esquerdo (CW A5C Vmax CSVE)
- 29- Doppler a cor apical 5 câmaras vena contracta (Cor A5C VC)
- 30- Doppler cor apical 5 câmaras PISA máximo em modo M (Cor A5C PISA max MM)
- 31- Doppler cor apical 5 câmaras PISA bidimensional (Cor A5C PISA 2D)
- 32- Bidimensional apical 2 câmaras volume telessistólico do ventrículo esquerdo (2D A2C VVETs)
- 33- Bidimensional apical 2 câmaras volume telediastólico do ventrículo esquerdo (2D A2C VVETd)
- 34- Doppler cor apical 3 câmaras vena contracta de regurgitação aórtica (Cor A3C VC R Ao)
- 35- Doppler cor apical 3 câmaras PISA bidimensional (Cor A3C PISA 2D)

36- Doppler pulsátil subcostal integral de velocidade na aorta descendente (PW SC VTI AoDesc)

37- Bidimensional supraesternal dimensão da aorta descendente (2D SE DIMENSÃO AD)

38- Bidimensional supraesternal dimensão da aorta (2D SE Dimensão CA)

39- Doppler pulsátil supraesternal integral de velocidade da inversão do fluxo da aorta descendente (PW SE VTI Inv FDAD)

40- Doppler pulsátil supraesternal integral da velocidade na aorta descendente (PW SE VTI AD)

41- Volume regurgitante calculado a partir do raio do PISA bidimensional (VR com PISA 2D)

42- Volume regurgitante calculado a partir do raio do PISA Máximo Modo M (VR com PISA MM)

	2D PLE CSVE	
	EAA	EVA
MÉDIA	23,8775	22,14595
DP	3,294714	2,497755
T STUDENT	0,004938453	

Tabela 1: t Student variável 1

	2D PLE Ra o	
	EAA	EVA
MÉDIA	40,10633	31,4419
DP	6,86866	4,099156
T STUDENT	6,74959E-11	

Tabela 2: t Student variável 2

	2D PLE JST	
	EAA	EVA
MÉDIA	38,1095	29,11857
DP	6,506739	3,999745
T STUDENT	2,80269E-12	

Tabela 3: t Student variável 3

	2D PLE AoA	
	EAA	EVA
MÉDIA	45,19241	32,94667
DP	4,862564	4,669688
T STUDENT	1,32527E-21	

Tabela 4: t Student variável 4

	MM SID	
	EAA	EVA
MÉDIA	10,89467	9,160714
DP	1,724959	1,377057
T STUDENT	4,22153E-07	

Tabela 5: t Student variável 5

	MM DD VE	
	EAA	EVA
MÉDIA	64,165	58,11714
DP	5,545955	6,834637
T STUDENT	3,37946E-06	

Tabela 6: t Student variável 6

MM PPD		
	EAA	EVA
MÉDIA	10,01783	8,40381
DP	1,531075	1,223543
T STUDENT	1,34402E-07	

Tabela 7: t Student variável 7

MM DS VE		
	EAA	EVA
MÉDIA	40,44483	35,66238
DP	6,570765	5,781658
T STUDENT	0,000250728	

Tabela 9: t Student variável 9

MM Rao		
	EAA	EVA
MÉDIA	41,17467	33,89214
DP	5,382382	4,036093
T STUDENT	3,84303E-11	

Tabela 11: t Student variável 11

CoR PLE VCRAo		
	EAA	EVA
MÉDIA	4,749667	4,457381
DP	1,935945	0,957535
T STUDENT	0,36857766	

Tabela 13: t Student variável 13

2D PCE Diâmetro artéria Pulmonar		
	EAA	EVA
MÉDIA	26,06520833	21,6847619
DP	4,461220608	2,962909116
T STUDENT	5,51029E-07	

Tabela 15: t Student variável 15

MM SIS		
	EAA	EVA
MÉDIA	17,58967	14,95095
DP	3,000026	3,992281
T STUDENT	0,000239364	

Tabela 8: t Student variável 8

MM PPS		
	EAA	EVA
MÉDIA	17,41967	15,4219
DP	2,709464	3,519285
T STUDENT	0,001638068	

Tabela 10: t Student variável 10

MM ACA		
	EAA	EVA
MÉDIA	21,62883	20,32667
DP	2,556639	2,941931
T STUDENT	0,019282332	

Tabela 12: t Student variável 12

Cor PEC Diâmetro RAo		
	EAA	EVA
MÉDIA	5,298979	4,894166667
DP	2,036068	2,384292652
T STUDENT	0,455288685	

Tabela 14: t Student variável 14

PW CSVD VTI		
	EAA	EVA
MÉDIA	14,23148	15,10952
DP	2,998102	2,845948
T STUDENT	0,148936196	

Tabela 16: t Student variável 16

2D A4C VVETd		
	EAA	EVA
MÉDIA	167,6167	130,1905
DP	29,97405	35,46915
T STUDENT	9,64144E-08	

Tabela 17: t Student variável 17

2D A4C VVETs		
	EAA	EVA
MÉDIA	73,05	56,85714
DP	39,56776	19,11145
T STUDENT	0,01574961	

Tabela 18: t Student variável 18

A4C E PW		
	EAA	EVA
MÉDIA	0,517833	0,723333
DP	0,120185	0,25784
T STUDENT	4,50858E-07	

Tabela 19: t Student variável 19

PW A4C TD PW		
	EAA	EVA
MÉDIA	260,3036	176,6667
DP	69,55493	55,75586
T STUDENT	5,69539E-09	

Tabela 20: t Student variável 20

PW A4C A PW		
	EAA	EVA
MÉDIA	0,727679	0,872683
DP	0,209675	0,315959
T STUDENT	0,007858503	

Tabela 21: t Student variável 21

PW A4C VTI Mi		
	EAA	EVA
MÉDIA	19,99583	20,24878
DP	6,899658	7,017839
T STUDENT	0,85777137	

Tabela 22: t Student variável 22

CW A5C Vmax R Ao		
	EAA	EVA
MÉDIA	4,495833	4,083659
DP	0,575374	0,958707
T STUDENT	0,008213102	

Tabela 23: t Student variável 23

CW A5C VTI R Ao		
	EAA	EVA
MÉDIA	293,2583	269,3268
DP	142,3653	125,1585
T STUDENT	0,386127697	

Tabela 24: t Student variável 24

CW A5C VmIN R Ao		
	EAA	EVA
MÉDIA	3,091333	3,119268
DP	0,446498	0,529209
T STUDENT	0,775286839	

Tabela 25: t Student variável 25

CW A5C Dec R Ao		
	EAA	EVA
MÉDIA	504,6167	435,0488
DP	200,0261	112,6219
T STUDENT	0,046383061	

Tabela 26: t Student variável 26

	PW A5C VTI CSVE	
	EAA	EVA
MÉDIA	24,78796	28,52683
DP	5,8805	7,454194
T STUDENT	0,007505013	

Tabela 27: t Student variável 27

	CW A5C Vmax CSVE	
	EAA	EVA
MÉDIA	1,714375	1,686486
DP	0,367423	0,682028
T STUDENT	0,809617353	

Tabela 28: t Student variável 28

	Cor A5C VC	
	EAA	EVA
MÉDIA	5,884259	4,569667
DP	1,588665	0,830772
T STUDENT	6,36942E-05	

Tabela 29: t Student variável 29

	Cor A5C PISA max MM	
	EAA	EVA
MÉDIA	7,6591667	6,242333333
DP	2,8486863	2,394020833
T STUDENT	0,034454012	

Tabela 30: t Student variável 30

	Cor A5C PISA 2D	
	EAA	EVA
MÉDIA	2,773148	0,794444
DP	5,296723	0,18814
T STUDENT	0,027863202	

Tabela 31: t Student variável 31

	2D A2C VVETS	
	EAA	EVA
MÉDIA	73,4717	52,58333
DP	34,08395	16,44754
T STUDENT	0,000978476	

Tabela 32: t Student variável 32

	2D A2C VVETd	
	EAA	EVA
MÉDIA	134,3898	123,6667
DP	52,0126	37,94808
T STUDENT	0,285639529	

Tabela 33: t Student variável 33

	Cor A3C VC R Ao	
	EAA	EVA
MÉDIA	6,961333	5,408421
DP	1,989555	0,671807
T STUDENT	0,001987136	

Tabela 34: t Student variável 34

	Cor A3C PISA 2D	
	EAA	EVA
MÉDIA	1,118966	0,8
DP	0,565922	0,212943
T STUDENT	0,00553483	

Tabela 35: t Student variável 35

	PW SC VTI AoDesc	
	EAA	EVA
MÉDIA	11,30417	10,56667
DP	3,631442	1,685402
T STUDENT	0,371513308	

Tabela 36: t Student variável 36

	2D SE DIMENSÃO AD	
	EAA	EVA
MÉDIA	31,81528	20,965
DP	10,36313	2,135739
T STUDENT	5,84619E-05	

Tabela 37: t Student variável 37

	2D SE Dimensão CA	
	EAA	EVA
MÉDIA	38,8919	27,88833
DP	8,451073	0,951219
T STUDENT	0,002807872	

Tabela 38: t Student variável 38

	PW SE VTI Inv FDAD	
	EAA	EVA
MÉDIA	8,670714	9,957778
DP	7,610074	3,950404
T STUDENT	0,500969603	

Tabela 39: t Student variável 39

	PW SE VTI AD	
	EAA	EVA
MÉDIA	13,06458	15,76667
DP	4,427645	1,777802
T STUDENT	0,005453055	

Tabela 40: t Student variável 40

	VR com PISA 2D	
	EAA	EVA
MÉDIA	283,9458	135,5024
DP	292,2297	62,68001
T STUDENT	0,003543982	

Tabela 41: t Student variável 41

	VR com PISA MM	
	EAA	EVA
MÉDIA	11739,39	9320,231
DP	11521,96	5673,82
T STUDENT	0,298563805	

Tabela 42: t Student variável 42

Dos 20 doentes que realizaram exames ecocardiográficos em repouso, 14 realizaram-no também com um teste de esforço isométrico, tendo sido analisadas 7 das 40 variáveis atrás descritas, são elas: variável 17 (2D A4C VVETd), variável 18 (2D A4C VVETs), variável 29 (Cor A5C VC), variável 30 (Cor A5C PISA max MM), variável 31 (Cor A5C PISA 2D), variável 32 (2D A2C VVETs), variável 33 (2D A2C VVETd).

	2D A4C VVETd	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	152,4048	175,8929
DP	40,44962	49,47191
T STUDENT	0,000938922	

Tabela 43: t Student variável 17

	2D A4C VVETs	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	65,72619	75,95238
DP	35,75632	42,69615
T STUDENT	0,094266042	

Tabela 44: t Student variável 18

	Cor A5C VC	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	5,615833	6,491667
DP	1,496474	1,883918
T STUDENT	0,002417436	

Tabela 45: t Student variável 29

	Cor A5C PISA max MM	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	7,070714	8,0647619
DP	1,525905	1,7475129
T STUDENT	0,006799737	

Tabela 46: t Student variável 30

	Cor A5C PISA 2D	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	0,965577	1,132564
DP	0,368715	0,434264
T STUDENT	0,010553626	

Tabela 47: t Student variável 31

	2D A2C VVETs	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	65,2	77,36667
DP	33,13338	40,52286
T STUDENT	0,208061225	

Tabela 48: t Student variável 32

	2D A2C VVETd	
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	117,7333	139,7667
DP	31,68589	40,76398
T STUDENT	0,02289055	

Tabela 49: t Student variável 33

VR com PISA 2D		
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	4977,516	7058,051
DP	16863,4	23893,2
T STUDENT	0,530732171	

Tabela 50: t Student variável 41

VR com PISA MM		
	S/ esforço	C/ esforço
MÉDIA	11210,54	14159,06
DP	9600,314	5690,038
T STUDENT	0,077815451	

Tabela 51: t Student variável 42

As mesmas variáveis que foram analisadas anteriormente comparando os resultados com e sem esforço, foram também analisadas uma última vez. Desta vez foi feita uma análise comparativa dos resultados com esforço isométrico entre os grupos de doentes com EAA e com EVA. As tabelas de resultados apresentam-se em seguida.

2D A4C VVETd		
	EAA	EVA
MÉDIA	201,375	141,9167
DP	37,99699036	42,27689
T STUDENT	1,84759E-09	

Tabela 52: t Student variável 17

2D A4C VVETs		
	EAA	EVA
MÉDIA	85,60417	63,08333
DP	51,06097	22,88652
T STUDENT	0,015813682	

Tabela 53: t Student variável 18

Cor A5C VC		
	EAA	EVA
MÉDIA	7,56952381	4,982667
DP	1,594909513	1,027034
T STUDENT	4,34106E-11	

Tabela 54: t Student variável 29

Cor A5C PISA max MM		
	EAA	EVA
MÉDIA	8,238333	7,9345833
DP	1,824797	1,7150079
T STUDENT	0,583532565	

Tabela 55: t Student variável 30

Cor A5C PISA 2D		
	EAA	EVA
MÉDIA	1,317619	0,916667
DP	0,497181	0,190488
T STUDENT	1,94599E-05	

Tabela 56: t Student variável 31

2D A2C VVETs		
	EAA	EVA
MÉDIA	87,66667	36,16667
DP	38,8919	4,490731
T STUDENT	0,003436654	

Tabela 57: t Student variável 32

2D A2C VVETd		
	EAA	EVA
MÉDIA	152,4167	89,16667
DP	35,26782	8,704405
T STUDENT	0,000183654	

Tabela 58: t Student variável 33

VR com PISA 2D		
	EAA	EVA
MÉDIA	465,6625	178,6907
DP	419,4926	70,78713
T STUDENT	0,000121595	

Tabela 59: t Student variável 41

VR com PISA MM		
	EAA	EVA
MÉDIA	14620,32	13813,11
DP	6169,034	5412,413
T STUDENT	0,654759341	

Tabela 60: t Student variável 42

Discussão

A insuficiência aórtica pode ter como causa as seguintes etiologias: esclerose valvular aórtica, ectasia anulo-aórtica (as principais), doença valvular reumática e válvula aórtica bicúspide.

Começando pela esclerose valvular aórtica (EVA), esta é a forma mais comum de doença valvular nos indivíduos mais idosos e a sua patogénese ainda não está totalmente esclarecida. Os principais factores de risco para a esclerose valvular aórtica incluem idade avançada, sexo masculino, hipertensão, tabagismo, Diabetes Mellitus e hipercolesterolemia. Isto sugere uma patogénese comparável à aterosclerose, sugerindo que ambas sejam um processo inflamatório activo (7).

As LDL modificadas estão implicadas em ambos os processos. Existem dois tipos de LDL modificadas, aquelas que são oxidadas e originam as células espumosas, e as eLDL que segundo a hipótese de Mainz são formadas a partir da acção das enzimas hidrolíticas ubiquitinadas. Estas eLDL são encontradas em todos os estádios de esclerose valvular aórtica, tanto no meio extracelular como também incluídas nas células intersticiais valvulares (VIC) e miofibroblastos (7).

Também na EVA são encontradas proteases semelhantes às metaloproteinases de matriz e catepsina D, que é responsável pela conversão das lipoproteínas em partículas pro-inflamatórias que desempenham um papel importante no processo de calcificação valvular. Os factores do complemento C3d e C5b-9 estão também aumentados e pensa-se que possam atacar as VIC's e miofibroblastos durante o processo de esclerose (7).

No que diz respeito à ectasia anulo aórtica, em 1961, Ellis et al propuseram o termo ectasia anulo-aórtica para os aneurismas da aorta ascendente com dilatação dos seios de Valsalva e do anel aórtico, com perda da coaptação dos folhetos valvares e regurgitação aórtica. Na maioria dos casos, está associada a alterações degenerativas da parede aórtica, tipo necrose cística da média (8). A ectasia anulo-aórtica pode ocorrer como condição isolada ou como parte de uma doença generalizada do tecido conectivo, tal como na Síndrome de Marfan ou na Síndrome de Ehlers-Danlos. A maioria dos casos de aneurisma da aorta ascendente está associada a alterações degenerativas na camada média elástica da parede, ao contrário da maioria dos aneurismas da aorta torácica descendente, habitualmente associados a aterosclerose. O desenvolvimento de ateromas invasivos associa-se a uma extensa destruição das fibras elásticas e das células musculares da camada média da parede aórtica, enfraquecendo-a e predispondo à dilatação.

Analisando comparativamente os resultados dos ecocardiogramas em repouso dos doentes com ectasia anulo-aórtica (EAA) e esclerose valvular aórtica (EVA), verifica-se que, das 42 variáveis, 27 são superiores para os doentes com ectasia anulo-aórtica de forma estatisticamente significativa (ou seja com $p\text{-value} < 0,05$).

Destas 40 variáveis, analisámos 7, que foram escolhidas por permitirem representar a função sistólica, diastólica e regurgitação aórtica. São elas: em bidimensional apical de 4 câmaras foram registados o volume telediastólico do ventrículo esquerdo e o volume telessistólico do ventrículo esquerdo, os mesmos volumes foram depois registados também em bidimensional apical de 2 câmaras e por fim foi realizado doppler a cores em janela apical de 5 câmaras onde foram medidos a *vena contracta*, raio do PISA bidimensional e raio do PISA máximo em modo M. A partir destes dois últimos valores, foram calculados os respectivos volumes regurgitantes.

Na janela apical de 4 câmaras temos um volume telediastólico e telessistólico do ventrículo esquerdo superiores nos doentes com EAA comparativamente aos doentes com EVA, com médias de 167,6167 vs 130,1905 para volumes telediastólicos (teste t Student =9,64144E-08) e de 73,05 vs 56,85714 para volumes telessistólicos (com teste t Student =0,01574961).

Na janela apical de 2 câmaras temos um volume telessistólico superior nos doentes com EAA, ao contrário do volume telediastólico que não é estatisticamente significativo (este último com t Student =0,285639529).

Foi também realizado doppler a cores com a janela apical de 5 câmaras, o qual mostrou uma *vena contracta*, raio do PISA bidimensional e raio do PISA máximo em modo M superiores nos casos de EAA, acontecendo o mesmo com o VR calculado a partir do raio do PISA bidimensional.

Dos 20 doentes que fizeram os ecocardiogramas em repouso, 14 foram submetidos ao teste de esforço isométrico de 3 minutos a 33% da força máxima.

Analisando comparativamente os resultados destas variáveis em repouso e em esforço, verificou-se que relativamente aos parâmetros de volume telessistólico do ventrículo esquerdo, as diferenças encontradas não tinham significado estatístico, ao contrário do que acontecia com os volumes telediastólicos medidos, que se apresentaram superiores com o esforço isométrico. Relativamente ao doppler a cores em apical de 5 câmaras, temos uma *vena contracta*, um raio do PISA máximo em modo M e um raio de PISA bidimensional superiores também com o esforço isométrico. Já os volumes regurgitantes mostraram um aumento com o esforço mas não de forma estatisticamente significativa.

Foi feita uma terceira análise estatística com o teste t Student, onde analisámos as mesmas 7 variáveis referidas anteriormente, comparando os resultados com esforço dos doentes com EAA e EVA.

Desta análise concluímos que tanto os volumes telediastólicos com os volumes telessistólicos medidos são superiores nos doentes com EAA. Quanto ao doppler a cores com janela apical de 5 câmaras tanto a *vena contracta* como a PISA bidimensional e o VR calculado com o raio do PISA 2D são superiores nos doentes com EAA em relação ao grupo de doentes com EVA. Já no PISA máximo em modo M e no respectivo VR calculado não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos de doentes.

Podemos com estes resultados concluir vários aspectos, tanto nos parâmetros medidos em repouso, como nas medições em esforço.

Se olharmos para os valores em repouso, podemos verificar que temos um valor de PISA e de *vena contracta* superiores nos doentes com EAA, o que significa que estes doentes têm um fluxo regurgitante e um orifício de regurgitação superiores aos doentes com EVA. Isto pode dever-se a um viés de selecção dos doentes em estudo ou, caso isso

não seja verdade, ao facto de a ectasia anulo-aórtica, por ser uma patologia que causa naturalmente uma dilatação da raiz aórtica e consequentemente da válvula aórtica, causar uma insuficiência por si só mais grave nestes doentes. Quanto aos volumes telediastólicos, estes vão ser superiores nos doentes com EAA porque temos um volume regurgitante também superior. Relativamente ao volume telessistólico, este depende do volume telediastólico e da fracção de ejeção. Como nos doentes com EAA o volume telediastólico é superior, a sobrecarga ventricular também o será, e como os doentes com EAA têm uma doença naturalmente mais grave que os doentes com EVA não vão conseguir compensar este aumento de volume telediastólico de forma tão eficaz, originando volumes telessistólicos superiores.

Passando aos resultados com esforço isométrico, sabemos à partida que vamos ter um aumento da PA sem grandes alterações na FC, pelo que a duração da diástole se vai manter, sendo que é durante a diástole que ocorre o processo de regurgitação aórtica. Estas alterações provocaram um aumento da *vena contracta* e do PISA, pelo que os doentes tiveram um orifício de regurgitação e um fluxo regurgitante superiores durante o esforço. Fica no entanto necessário esclarecer para uma amostra maior se estes volumes regurgitantes se mostram estatisticamente significativos. Estes aumentos causaram da mesma forma que foi referida anteriormente um volume telediastólico superior com o esforço isométrico. No entanto os volumes telessistólicos não aumentaram de forma estatisticamente significativa porque, pela lei de Starling, ao aumentarmos o volume telediastólico, provocamos uma distensão das fibras musculares da parede do ventrículo e aumentamos assim a força de contracção, de modo a aumentar a fracção de ejeção e compensar este aumento, mantendo assim os volumes telessistólicos. Portanto podemos concluir que no geral estes doentes têm uma função sistólica ainda preservada apesar da doença subjacente.

Com o esforço, também os doentes com EAA são aqueles que possuem parâmetros sistólicos e diastólicos mais elevados comparativamente aos doentes com EVA, pois vimos que já em repouso estes possuem uma função cardíaca mais afectada e consequentemente uma doença naturalmente mais grave, tendência essa que se vai manter também durante o esforço. É de salientar que nos doentes com EAA temos raio do PISA 2D e respectivo VR superiores aos doentes com EVA, ao contrário do que acontece com o raio do PISA máximo MM e respectivo VR, o que poderá ter acontecido por razões técnicas (medido em instantes diferentes da diástole), pelo que devemos validar o método PISA recorrendo por exemplo à ressonância magnética.

Este estudo tem algumas limitações, nomeadamente uma amostra pequena, pelo que no futuro seria importante tentar corrigir eventual viés de seleção e analisar em maior amostra se a resposta ao esforço tem valor prognóstico.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer ao Prof Luís do Rosário, que sempre se mostrou um orientador atento e que me cativou para a cardiologia desde o primeiro dia. Foi por ter desenvolvido este enorme gosto pela cardiologia que decidi fazer um artigo de investigação clínica como tema da minha tese de mestrado, numa tentativa de trazer alguma inovação a este trabalho final tão importante na minha carreira académica e também de aprender algo mais além daquilo que me foi ensinado durante o curso.

Não esqueço um agradecimento especial aos meus pais por todo o apoio nestes 6 anos e por terem sido sempre os meus grandes pilares nos melhores e piores momentos.

Bibliografia

- (1)Lancellotti, P., Magne, J. (2013) “How to use Imaging: Stress Echocardiography in Regurgitant Valve Disease”. © American Heart Association, Inc.
- (2)Campos, O., Zielinsky, P., Ortiz, J. (2004) “Diretriz para Indicações e Utilização da Ecocardiografia na Prática Clínica”. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, vol. 82 suppl.2 São Paulo
- (3) Akdur, H., Yigit, Z., Arabaci, U., Polat, M. G., Gürses, H. N, Güzelsoy, D. (2002 Nov) “Comparison of cardiovascular responses to isometric (static) and isotonic (dynamic) exercise tests in chronic atrial fibrillation”. Jpn Heart J.; 43(6):621-9
- (4)Fleck, S. J., Kraemer, W. (2006) “Fundamentos do treino de força muscular”. 3. ed. Porto Alegre: Artmed.
- (5)Iellamo, F., Pizzinelli, P., Massar, M., Raimondi, G., Peruzzi, G., Legramante, J. M. (1999) “Muscle Metaboreflex Contribution to Sinus Node Regulation During Static Exercise”. Circ. Aha jornal © American Heart Association, Inc.
- (6)Tribouilloy, C. M., Enriquez-Sarano, M., Fett, S. L., Bailey, K. R., Seward, J. B., Tajik, A. J. (1998) “Application of the proximal flow convergence method to calculate the effective regurgitant orifice area in aortic regurgitation”. J Am Coll Cardiol.; 32(4):1032-1039.
- (7) Twardowski, L., Cheng F., Michaelsen, J., Winter, S., Hofmann, U., Schaeffeler, E., Müller, S., Sonnenberg M., Steuer, K., Ott, G., Schwab, M., Franke, U. F., Torzewski, M. (2015 Oct) “Enzymatically Modified Low-Density Lipoprotein Is Present in All Stages of Aortic Valve Sclerosis: Implications for Pathogenesis of the Disease.”. J Am Heart Assoc. 16;4(10):e002156. doi: 10.1161/JAHA.115.002156
- (8)Silva, D., Carrilho-Ferreira, P., Martins, S., Almeida, A. G., Neves, L., Canas da Silva, P., Roque, J., Nobre, A., Correia, M. J., Diogo, A. N. (2012) “Ectasia anulo-aórtica em imagem”. Revista Portuguesa de Cardiologia, 31(3):253-254.

