



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Medicina

Ciências da Saúde, Infectologia e Medicina Tropical

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VENTRICULAR
PELA TÉCNICA DO *STRAIN* BIDIMENSIONAL,
EM INDIVÍDUOS CHAGÁSICOS
SEM CARDIOPATIA APARENTE**

DANIEL FURTADO VIDIGAL

Belo Horizonte – MG

2011

DANIEL FURTADO VIDIGAL

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VENTRICULAR PELA
TÉCNICA DO *STRAIN* BIDIMENSIONAL,
EM INDIVÍDUOS CHAGÁSICOS SEM
CARDIOPATIA APARENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Infectologia e Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre.

Área de concentração: Infectologia e Medicina Tropical.

Orientadora: Prof^ª. Maria do Carmo Pereira Nunes.

Coorientador: Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha.

Coorientadora: Prof^ª. Márcia de Melo Barbosa

Belo Horizonte
Faculdade de Medicina – UFMG
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor

Prof. Clélio Campolina Diniz

Vice-Reitora

Prof^a. Rocksane de Carvalho Norton

Pró-Reitor de Pós-Graduação

Prof. Ricardo Santiago Gomes

Diretor da Faculdade de Medicina

Prof. Francisco José Penna

Vice-Diretor da Faculdade de Medicina

Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Coordenador do Centro de Pós-Graduação

Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação

Prof^a. Teresa Cristina de Abreu Ferrari

Chefe do Departamento de Clínica Médica

Prof^a. Anelize Impeliziere Nogueira

Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical

Prof. Vandack Alencar Nobre Júnior (coordenador)

Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha (subcoordenador)

Prof. Antônio Luiz Pinho Ribeiro

Prof. José Roberto Lambertucci

Prof. Ricardo de Amorim Corrêa

Stella Sala Soares Lima (discente titular)

A Deus, pela eterna presença!

À minha amada esposa, Luciana,
pelo apoio e incentivo em todos os momentos.
Sua dedicação é tamanha que abdicou de horas incríveis
com nossa pequena Lara para acompanhar-me na realização deste projeto.
Dedico-lhe o meu amor e meu respeito sempre e para sempre!

À minha filha, Lara,
que demonstrou que enormes atitudes como força,
vontade de viver e superação podem ser ensinadas por um frágil ser.
Minha vida, você me ensina a ser melhor!

Ao meu filho, Matheus,
que me fez crescer. A distância e a ausência serão recompensadas.
Minhas vitórias são suas!

Meu pai, meu exemplo!
A eterna gratidão por mostrar-me o caminho da minha orgulhosa profissão.
Seus ensinamentos fizeram-me chegar até aqui.
É um deleite dividir meus dias de trabalho com você!
Muito obrigado por tudo!!

Minha mãe, minha escola!
Ensinar-me todos os dias os caminhos a seguir foi sempre sua tarefa.
Apoio, abdicção e amor, seus grandes exemplos.
Obrigado, sempre!!

Mary's, amada irmã!
Companheirismo e confiança demonstrados carinhosamente!
Minha amiga, saudades de você mais perto!

Meus queridos sogros, Edna e Celeste,
obrigado por amparar nossa princesa
nos momentos em que nos ausentamos e em outros também.
Vocês são muito especiais!

Aos amigos e familiares,
que tornam os dias amenos e a vida mais encantadora!

AMO TODOS VOCÊS!

AGRADECIMENTOS

À professora Maria do Carmo Pereira Nunes, minha querida Carminha, você foi bem mais que uma orientadora. Você soube despertar em mim o interesse acadêmico. Sua generosidade, otimismo e competência inestimável foram meus alicerces para continuar... Muito obrigado pela compreensão e amizade!

Ao professor Manoel Otávio da Costa Rocha, por ser um exemplo de dedicação acadêmica e pesquisador incansável. Obrigado por acreditar!

À professora Márcia de Melo Barbosa, pela oportunidade na ecocardiografia, que me abriu tantas outras... Você é parte essencial desta conquista.

Aos colegas de mestrado, em especial Renata, pelas dificuldades divididas.

Aos acadêmicos de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Paula Machado, Piero Orlandi e Rafaela de Araújo, pelo valioso auxílio na execução das tarefas.

A todos do Ambulatório de Referência em doença de Chagas, pelo apoio e pelo cuidado com nossos pacientes.

Aos portadores de doença de Chagas, participantes ou não desta pesquisa, por acreditarem que podemos, de alguma forma, mudar a sua história e a de outros que virão.

“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquenta e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.”

João Guimarães Rosa.

RESUMO

A doença de Chagas constitui importante causa de insuficiência cardíaca no Brasil, com forte impacto socioeconômico. Apesar do atual controle de sua transmissão, representa um grave problema de saúde pública, devido ao contingente de infectados com potencial para desenvolvimento de formas graves. A detecção precoce de alterações da contratilidade permite identificar subgrupos de pacientes com risco de progressão da cardiopatia. Recentemente, novas técnicas ecocardiográficas, incluindo o *strain* bidimensional, permitem quantificar a contratilidade ventricular de forma mais acurada e reprodutível. O objetivo deste estudo foi avaliar a função ventricular em pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente, pela técnica do *strain* bidimensional. Trata-se de estudo observacional, transversal, realizado entre agosto de 2009 e dezembro de 2010, sendo selecionados 78 indivíduos com sorologia positiva para *T. cruzi*, assintomáticos e sem cardiopatia aparente e 38 indivíduos saudáveis, com idade e sexo semelhante aos casos. Todos realizaram o eletrocardiograma de 12 derivações, analisado conforme critérios padronizados para doença de Chagas. Realizou-se ecocardiograma convencional para realização de medidas e avaliação da função ventricular, conforme critérios estabelecidos. Posteriormente, as imagens foram arquivadas no *software Echopac* para obtenção das medidas do Doppler tecidual e do *strain* bidimensional radial, longitudinal e circunferencial. Os exames foram realizados por um examinador, que desconhecia o resultado da sorologia para *T. cruzi*. Foram sorteados aleatoriamente 10 indivíduos da amostra para se aferir a variabilidade intra e interobservador. Os pacientes apresentavam idade de 45 ± 9 anos, 36 homens (46%), semelhante aos controles. A pressão arterial sistólica foi mais alta nos controles, embora com níveis pressóricos dentro dos limites da normalidade. Alterações discretas da repolarização ventricular foram observadas ao eletrocardiograma em 16 indivíduos (14%), sem diferença entre os casos e controles. Todos os parâmetros ecocardiográficos convencionais que avaliam os diâmetros, a função sistólica e a função diastólica do ventrículo esquerdo foram semelhantes entre os casos e controles. Sete indivíduos chagásicos (9%) apresentaram déficit de contratilidade ao ecocardiograma bidimensional. O diâmetro e o tempo de ativação sistólica do ventrículo direito foram maiores nos casos, porém com contratilidade normal. As medidas do *strain* foram menores em vários segmentos do ventrículo esquerdo nos pacientes chagásicos em relação aos controles. O *strain* radial dos segmentos basais das paredes anterior, inferior, posterior e septal foi diferente entre os grupos. O *strain* longitudinal do segmento basal da parede inferior e septal e do segmento apical da parede posterior foi menor nos casos. Em relação ao *strain* circunferencial, apenas o segmento basal da parede anterior encontrou-se reduzido nos pacientes chagásicos em relação aos controles. Nos pacientes com alteração segmentar da contratilidade, o *strain* global longitudinal foi menor comparando-se aos indivíduos com contratilidade normal ($p=0,018$). Os índices de função sistólica correlacionaram-se com o *strain* global. Não houve diferença do *strain* bidimensional ventricular direito entre os grupos estudados. Observou-se grande variabilidade intra e interobservador das medidas do *strain* circunferencial. O presente estudo demonstrou, pela primeira vez, que a técnica do *strain* bidimensional, utilizando suas três modalidades (radial, longitudinal e circunferencial), foi capaz de detectar alterações da contratilidade segmentar em indivíduos chagásicos, sem cardiopatia aparente.

Palavras-chave: Doença de Chagas. *Strain* bidimensional. *T. Cruzi*. Indivíduo chagásico sem cardiopatia aparente

ABSTRACT

Chagas disease is a major cause of heart failure in Brazil, with an important socioeconomic impact. Despite the current control of its transmission, it still represents a serious public health problem due to the potential of infected individuals to develop severe forms. Early detection of changes in contractility can identify subgroups of patients at risk for progression of heart disease. Recently, the development of new echocardiographic techniques, including two-dimensional strain, has allowed to quantify ventricular contractility in a more accurate and reproducible way. The aim of this study was to assess ventricular function in Chagas disease patients without overt heart disease, using two-dimensional strain. It is an observational, cross-sectional study, conducted between August 2009 and December 2010, when 78 individuals with positive serology for *T. cruzi*, asymptomatic without detectable heart disease, and 38 healthy subjects of similar age and sex, were enrolled. All patients underwent 12-lead electrocardiogram, analyzed according to standardized criteria for Chagas disease. Conventional echocardiography was performed for determination and assessment of ventricular function. Subsequently, images were stored in the software Echopac to obtain measures of tissue Doppler and radial, longitudinal and circumferential two-dimensional strain. Exams were performed by an examiner who was blinded of the seropositivity for *T. cruzi*. Intra- and interobserver variabilities of Doppler myocardial imaging parameters were tested on 10 randomly selected cases. Patients were 45 ± 9 years old, and 36 were males (46%), similar to controls. Systolic blood pressure was higher in controls, although levels were within the normal range. Mild changes in ventricular repolarization on the electrocardiogram were observed in 16 individuals (14%), with no difference between cases and controls. All conventional echocardiographic parameters of systolic and diastolic left ventricular function were similar between cases and controls. Seven individuals (9%) with Chagas disease presented with a segmental abnormality of contractility by two-dimensional echocardiogram. The right ventricular diameter and time of systolic activation were higher in cases, but the right ventricle had normal contractility. Measurements of strain were lower in several segments of the left ventricle in Chagas patients than controls. The radial strain of the basal segments of the anterior, inferior, posterior and septal walls was different between groups. The longitudinal strain of the basal segment of the inferior and septal walls and the apical segment of the posterior wall were lower in cases. In relation to the circumferential strain, only the basal segment of the anterior wall was found to be reduced in patients with Chagas disease when compared with controls. In patients with abnormal segmental contractility, the overall longitudinal strain was lower than in subjects with normal contractility ($p = 0.018$). The indices of systolic function correlated with the global strain. There was no difference in the two-dimensional right ventricular strain between the groups. Intra- and interobserver variability for the circumferential strain was large. This study showed for the first time that the technique of two-dimensional strain, using its three modalities (radial, longitudinal and circumferential), was able to detect changes in segmental contractility in patients with Chagas disease without overt heart disease.

Key words: Chagas disease. Two-dimensional strain. *T. cruzi*. Chagas disease patients without overt heart disease.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A'	Velocidade diastólica final
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFI	<i>Automatic Function Imaging</i>
ASE	<i>American Society of Echocardiography</i>
AVC	Fechamento da valva aórtica
AVO	Abertura da valva aórtica
bpm	Batimentos por minuto
C	Circunferencial
cm	Centímetro
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CV	Coefficiente de variação
d	Distância
DIP	Doença Infecciosa e Parasitária
E'	Velocidade diastólica inicial
ECG	Eletrocardiograma
ELISA	<i>Enzyme Linked Immunosorbent Assay</i>
<i>Et al.</i>	<i>Et Alter</i>
HC	Hospital das Clínicas
kg	Quilograma
L	Longitudinal
mm	Milímetro
mmHg	Milímetro de mercúrio
ms	Milisegundos
OMS	Organização mundial de saúde
R	Radial
S'	Velocidade sistólica máxima
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
SR	<i>Strain Rate</i>
TAV	Tempo de ativação sistólico
TD	Tempo de desaceleração
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

VAo	Valva aórtica
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Características demográficas e clínicas dos 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente, comparadas aos 38 indivíduos saudáveis: HC-UFMG, 2010.....	46
TABELA 2 Comparação dos parâmetros ecocardiográficos obtidos ao modo M entre os 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente e os 38 indivíduos saudáveis.....	47
TABELA 3 Comparação dos parâmetros de função diastólica entre os 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente e os 38 indivíduos saudáveis.....	48
TABELA 4 Comparação dos parâmetros de função ventricular direita entre os 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente e os 38 indivíduos saudáveis.....	50
TABELA 5 Comparação entre as medidas do <i>strain</i> bidimensional radial em 18 segmentos do ventrículo esquerdo e a média de cada parede ventricular nos grupos chagásico e controle.....	51
TABELA 6 Comparação entre as medidas do <i>strain</i> bidimensional longitudinal em 18 segmentos do ventrículo esquerdo e a média de cada parede ventricular nos grupos chagásico e controle.....	53
TABELA 7 Comparação entre as medidas do <i>strain</i> bidimensional circunferencial em 18 segmentos do ventrículo esquerdo e a média de cada parede ventricular nos grupos chagásico e controle.....	56
TABELA 8 Comparação entre as medidas do <i>strain</i> bidimensional do ventrículo direito nos grupos chagásico e controle.....	57
TABELA 9 Correlação entre índices de função sistólica do ventrículo esquerdo e o <i>strain</i> longitudinal global.....	58
TABELA 10 Análise da variabilidade intraobservador das medidas do <i>strain</i> radial, circunferencial e longitudinal de cada parede do ventrículo esquerdo.....	59
TABELA 11 Análise da variabilidade interobservador das medidas do <i>strain</i> radial, circunferencial e longitudinal de cada parede do ventrículo esquerdo.....	60

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

FIGURA 1 Deformação lagrangiana.....	23
FIGURA 2 Medida do <i>strain rate</i>	23
FIGURA 3 Medidas das velocidades sistólica e diastólicas pelo Doppler tecidual obtidas no segmento basal do septo interventricular.....	25
FIGURA 4 Medida do <i>strain</i> no segmento basal da parede livre do ventrículo direito.....	26
FIGURA 5 Medida do <i>strain</i> bidimensional.....	27
FIGURA 6 Detecção das bordas epicárdica e endocárdica e divisão em seis segmentos obtido na corte apical de quatro câmaras (<i>strain</i> longitudinal).....	28
FIGURA 7 Imagem em <i>bull's eye</i> com os valores do <i>strain</i> dos 17 segmentos do ventrículo esquerdo. A média de todos os segmentos constitui o <i>strain</i> global...	29
FIGURA 8 Ilustrações dos planos ortogonais do ventrículo representados pela <i>strain</i> longitudinal (L), radial (R) e circunferencial (C).....	31
FIGURA 9 Análise do <i>strain</i> longitudinal pela técnica do <i>speckle tracking</i>	31
FIGURA 10 Análise do <i>strain</i> radial pela técnica do <i>speckle tracking</i>	32
FIGURA 11 Análise do <i>strain</i> circunferencial pela técnica do <i>speckle tracking</i>	33
FIGURA 12 Rotação do ápex e da base do VE durante o ciclo cardíaco.....	34

Gráficos

GRÁFICO 1 Medida do <i>strain</i> radial do segmento basal da parede inferior nos casos e controles.....	54
GRÁFICO 2 Medida do <i>strain</i> longitudinal do segmento basal da parede inferior nos casos e controles.....	54

SUMÁRIO¹

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Doença de Chagas.....	17
2.1.1 Epidemiologia da doença de Chagas.....	17
2.1.2 Forma indeterminada/ doença de Chagas sem cardiopatia aparente.....	18
2.1.3 Ecocardiograma convencional na forma indeterminada.....	19
2.2 <i>Strain</i> : definição, aspectos técnicos e aplicações clínicas.....	22
2.2.1 Definição de <i>strain</i>	22
2.2.2 Aspectos técnicos.....	24
2.2.3 <i>Strain</i> baseado no Doppler tecidual.....	24
2.2.4 <i>Strain</i> bidimensional.....	27
2.3 Mecânica da contração miocárdica.....	30
2.4 Validação da técnica.....	35
2.5 Aplicações clínicas.....	36
3 OBJETIVOS.....	38
3.1 Objetivo geral.....	38
3.2 Objetivos específicos.....	38
4 METODOLOGIA.....	39
4.1 Pacientes.....	39
4.1.1 Cálculo da amostra.....	39
4.1.2 Critérios de inclusão.....	40
4.1.3 Critérios de exclusão.....	40
4.2 Métodos.....	40
4.2.1 Avaliação clínica.....	40
4.2.2 Eletrocardiograma.....	41
4.2.3 Ecocardiograma.....	41

¹ Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas.

4.3 Análise estatística.....	43
4.4 Normatização técnica e busca bibliográfica.....	44
4.5 Considerações éticas.....	44
5 RESULTADOS.....	46
5.1 Características gerais da população estudada.....	46
5.2 Dados do ecocardiograma convencional.....	47
5.2.1 Análise da função sistólica.....	47
5.2.2 Análise da função diastólica.....	48
5.2.3 Avaliação da função ventricular direita.....	49
5.3 Medidas do <i>strain</i> bidimensional.....	50
5.3.1 <i>Strain</i> radial.....	51
5.3.2 <i>Strain</i> longitudinal.....	52
5.3.3 <i>Strain</i> circunferencial.....	55
5.3.4 <i>Strain</i> bidimensional do ventrículo direito.....	57
5.3.5 Análise do desempenho ventricular esquerdo por meio do <i>strain</i>	57
5.3.6 Análise da variabilidade intra e interobservador.....	58
6 DISCUSSÃO.....	61
6.1 Análise da contratilidade ventricular.....	61
6.1.1 <i>Strain</i> bidimensional (<i>Speckle tracking</i>).....	63
6.2 Análise da função diastólica.....	65
6.3 Função ventricular direita.....	67
7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	70
8 CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXOS E APÊNDICE.....	80

1 INTRODUÇÃO

A doença de Chagas constitui um grave problema de saúde pública na América Latina. Apesar do atual controle de sua transmissão, apresenta marcada importância epidemiológica, devido ao contingente de infectados com potencial para desenvolvimento de formas graves (DIAS; SILVEIRA; SCHOFIELD, 2002; ROCHA; NUNES; RIBEIRO, 2009). A estratificação de risco do paciente chagásico é fundamental para a adequada abordagem terapêutica.

A doença de Chagas caracteriza-se por duas fases clínicas distintas, aguda e crônica, distribuídas em período de tempo que varia em até 30 anos para sua completa apresentação clínica. A fase aguda, geralmente assintomática, caracteriza-se por intenso parasitismo e invasão do protozoário em vários órgãos e tecidos. Na fase crônica, duas formas são típicas. A forma indeterminada, que representa cerca de 70% dos casos, e a forma determinada, que se manifesta por lesão orgânica nos aparelhos digestivo e/ou cardíaco (ROCHA *et al.*, 2003).

A despeito de algumas controvérsias, consideram-se na forma indeterminada os indivíduos chagásicos assintomáticos, nos quais se requer a explícita demonstração de normalidade eletrocardiográfica, radiológica cardíaca e a exclusão de envolvimento esofágico e intestinal colônico por técnicas radiológicas. A grande dificuldade para a caracterização dessa forma é a indicação rotineira do exame radiológico do cólon, em paciente chagásico com função intestinal inteiramente normal. Dessa forma, em muitas investigações clínicas, emprega-se a expressão “doença de Chagas sem cardiopatia aparente” referindo-se aos pacientes que têm sorologia positiva, eletrocardiograma e radiografia de tórax normais, porém não foram submetidos ao estudo radiológico do aparelho digestivo.

Diversas pesquisas mostram que a forma indeterminada se comporta, em relação à contratilidade segmentar, de maneira intermediária entre normais e forma dilatada da cardiopatia chagásica. Alterações da contratilidade estão associadas à evolução progressiva para disfunção ventricular (PAZIN-FILHO *et al.*, 2006; ROCHA; TEIXEIRA; RIBEIRO,

2007). O reconhecimento precoce dessas alterações permite identificar indivíduos com potencial evolutivo, que poderão se beneficiar de medidas terapêuticas diferenciadas.

A ecocardiografia representa um dos métodos complementares mais importantes na avaliação dos indivíduos chagásicos. A quantificação do comprometimento miocárdico constitui, atualmente, uma das principais indicações do método, fornecendo dados fundamentais para a orientação terapêutica e prognóstica (ACQUATELLA, 2007; NUNES *et al.*, 2010). O ecocardiograma evoluiu muito nos últimos anos, com surgimento de novos equipamentos e melhoria na qualidade das imagens. Recentemente, novas modalidades foram incorporadas, incluindo Doppler tecidual e *strain*, permitindo abordagem morfofuncional cardíaca de forma mais acurada e reproduzível. Assim, esse método é capaz de identificar alterações subclínicas da contratilidade ventricular.

Novas técnicas derivadas do Doppler tecidual, *strain* e *strain rate*, constituem um parâmetro de contratilidade das fibras miocárdicas, fornecendo informações sobre a medida instantânea da taxa de compressão e expansão do miocárdio. O *strain* analisa a diferença de velocidades entre dois segmentos próximos do miocárdio, diminuindo a influência dos movimentos de translação e rotação cardíacos (BELOHALAVEC *et al.*, 2001).

A técnica do *strain* bidimensional permite medir a contratilidade das fibras miocárdicas, de forma quantitativa, identificando déficits não evidenciados pela análise visual subjetiva da contratilidade. Essa técnica avalia o grau de deformação das fibras miocárdicas (*strain*) e a deformação das fibras miocárdicas na unidade de tempo (*strain rate*), utilizando o deslocamento de pontos na imagem ultrassônica bidimensional, analisados quadro a quadro (*speckle tracking*). O deslocamento de cada ponto significa o movimento de contração/relaxamento da fibra miocárdica.

O *strain* bidimensional representa, portanto, um método não invasivo para análise funcional cardíaca, com possibilidade de detectar precocemente alterações que interfiram na evolução e prognóstico da cardiopatia chagásica. Assim, este estudo se propõe a analisar a função sistólica ventricular dos pacientes chagásicos, sem cardiopatia aparente, utilizando o *strain* bidimensional.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Doença de Chagas

2.1.1 Epidemiologia da doença de Chagas

A doença de Chagas persiste como um grave problema de saúde pública, com implicações sociais e econômicas na maioria dos países da América Latina, após mais de um século de sua descoberta (MONCAYO; SILVEIRA, 2009). Aproximadamente 8 milhões de pessoas na América Latina estão infectadas (RASSI JR.; RASSI; MARIN-NETO, 2010) e a Organização Pan-Americana da Saúde estima que 109 milhões de indivíduos estão sob risco de infecção (OPM, 2006). Além das áreas endêmicas, a doença de Chagas representa problema de saúde pública mundial devido à migração de pessoas infectadas para países desenvolvidos, principalmente para América do Norte e Europa (BERN; MONTGOMERY, 2009; GASCON; BERN; PINAZO, 2010; GUERRI-GUTTENBERG *et al.*, 2008; SCHMUNIS, 2007).

A doença de Chagas constitui um dos principais problemas médico-sociais brasileiros. Após o controle das transmissões vetorial e transfusional, estima-se em dois a três milhões o número de pessoas infectadas, com prevalência atual da infecção inferior a 0,2% (DIAS, 2006). Minas Gerais é considerado um dos estados brasileiros com mais alta prevalência da endemia chagásica (BORGES *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2010).

Em decorrência de ações de controle vetorial cumpridas extensivamente nos países do Cone Sul, e especialmente no Brasil, houve significativa alteração no quadro epidemiológico da doença de Chagas no país (DIAS, 2007). O perfil epidemiológico do chagásico brasileiro é o de indivíduo adulto, de origem rural, de baixo nível cultural e vivendo em centros urbanos, no chamado extrato terciário de trabalho. A maioria se encontra na forma indeterminada da doença, com potencial para desenvolvimento de formas graves (DIAS, 2007). Presume-se que 2 a 3% dos pacientes evoluem anualmente da forma indeterminada para forma clínica (ROCHA; NUNES; RIBEIRO, 2009) e cerca de 20 a 30% apresentam cardiopatia, frequentemente assintomática ou oligossintomática (DIAS, 2006; 2007; SILVA, 2008; SILVA *et al.*, 2010). A cardiopatia é a complicação mais temível nesses pacientes, de forma que, no acompanhamento clínico, torna-se de

suma importância a detecção de possíveis alterações clínicas ou em exames complementares que indiquem necessidade mais acentuada de acompanhamento ou de medidas terapêuticas diferenciadas.

2.1.2 Forma indeterminada/ doença de Chagas sem cardiopatia aparente

O conceito de forma indeterminada tem raízes estabelecidas, muito precocemente, na história do conhecimento da doença de Chagas, abrangendo chagásicos aparentemente normais, porém com potencial evolutivo (LARANJA, 1953).

Por definição, estão na forma indeterminada pacientes que têm duas reações sorológicas positivas para a doença (atualmente *Enzyme-linked immunoabsorbent assay* - ELISA e imunofluorescência, realizados de rotina em bancos de sangue), assintomáticos em relação aos aparelhos cardiovascular e digestivo, com eletrocardiograma, estudo radiológico do tórax e exames contrastados de esôfago e cólon normais. Essa definição ficou estabelecida em reunião realizada em Araxá, Minas Gerais, em 1984, para organizar e uniformizar as várias casuísticas publicadas a partir daí, já que, antes disso, os resultados publicados eram frequentemente divergentes, por seleção inadequada de pacientes nessa forma da doença (I REUNIÃO DE PESQUISA APLICADA EM DOENÇA DE CHAGAS, 1985). O que se observou, na prática, porém, foi que em muitos casos essa definição continuou a ser ignorada, havendo artigos publicados com ampla interpretação de normalidade dos traçados eletrocardiográficos e ausência de exames contrastados de aparelho digestivo.

A expressão “doença de Chagas sem cardiopatia aparente” refere-se aos pacientes que têm sorologia positiva para a doença de Chagas, eletrocardiograma e radiografia de tórax normais, porém não podem ser enquadrados na chamada forma indeterminada da doença de Chagas, pois não foram submetidos ao estudo radiológico do aparelho digestivo (MARIN-NETO *et al*, 2002).

A curiosidade sobre a forma indeterminada foi despertada pela sua boa evolução e pelo fato de ser a forma da doença mais encontrada em estudos populacionais em zona endêmica (PEREIRA-BARRETO; IANNI, 1995). Frequentemente esses pacientes não são diferenciados daqueles com cardiopatia e são erroneamente limitados em sua rotina diária

e, principalmente, no mercado de trabalho, na sua fase de maior produtividade, entre 20 e 40 anos de idade (DECÓURT; PEREIRA-BARRETO, 1988; PEREIRA-BARRETO; AMATO NETO, 1986).

O conhecimento sobre a forma indeterminada evoluiu com o próprio progresso dos métodos de investigação em cardiologia. Em protocolos de estudo foram usados métodos tanto não invasivos como invasivos, que revelaram anormalidades, na maioria das vezes discretas, em um número considerável desses pacientes. Por outro lado, os trabalhos de seguimento trataram principalmente de aspectos clínicos, já que foram feitos em geral em zona endêmica, com poucos recursos de exames complementares (IANNI, 2009).

Apesar das anormalidades que podem ser observadas nos pacientes na forma indeterminada, pode-se concluir, pelas evidências disponíveis sob o prisma epidemiológico, que a forma indeterminada se associa a bom prognóstico no espectro clínico da doença de Chagas (COURA *et al.*, 1985; DIAS, 1995; MACEDO, 1980; PEREIRA; WILLCOX; COURA, 1985; RIBEIRO; ROCHA, 1998). Não há, até o presente, evidências de que quaisquer dessas anormalidades cardíacas, funcional e/ou estruturalmente detectadas em pacientes com a forma indeterminada, tenham influência sobre a história natural da moléstia. Ainda mais relevante, não se dispõe de qualquer indício de que essas alterações se associem a mecanismos fisiopatológicos, responsáveis por desencadear a cardiopatia crônica da doença de Chagas (MARIN-NETO *et al.*, 2002; ROCHA; TEIXEIRA; RIBEIRO, 2007).

2.1.3 Ecocardiograma convencional na forma indeterminada

De todos os exames não invasivos, o ecocardiograma se destacou no decorrer do tempo no estudo da doença de Chagas. Os distúrbios funcionais, detectados pelo ecocardiograma em pacientes chagásicos indeterminados, comprometem a função diastólica e sistólica ventricular esquerda e a função ventricular direita (ROCHA, M.O.C; TEIXEIRA, M.M.; RIBEIRO, 2007)

O ecocardiograma foi inicialmente utilizado para estudo da função sistólica e para análise da contratilidade segmentar em repouso. Friedmann *et al.* (1980), estudando 20 pacientes

na forma indeterminada pelo ecocardiograma unidimensional, comparando-os com 30 indivíduos soronegativos, observaram que aqueles com sorologia positiva tinham aumento de diâmetros e volumes diastólicos e sistólicos do ventrículo esquerdo (VE), aumento da massa e diminuição da velocidade média de contração da parede posterior. A variação porcentual do diâmetro do ventrículo esquerdo e a fração de ejeção eram menores no grupo na forma indeterminada, embora os valores ainda estivessem dentro dos limites normais.

Posteriormente, com o emprego do ecocardiograma bidimensional, Ortiz *et al.* (1987), avaliando 30 pacientes na forma indeterminada, verificaram que o desempenho ventricular esquerdo global era normal, porém 26% dos casos apresentavam comprometimento da contratilidade regional, principalmente na região póstero-apical do ventrículo esquerdo. Essa alteração era semelhante à encontrada em outras formas da doença, porém muito menos intensa.

Outro estudo envolvendo 21 pacientes com reações sorológicas positivas, eletrocardiograma e estudo radiológico de tórax normais e 19 controles usando várias modalidades ecocardiográficas, incluindo Doppler tecidual, mostrou que os diâmetros intracavitários e a função ventricular sistólica estavam dentro dos limites normais. Entretanto, os tempos de desaceleração e de relaxamento isovolumétrico estavam aumentados nos indivíduos com sorologia positiva, denotando alteração precoce da função diastólica. A análise do Doppler tecidual revelou que o tempo de contração isovolumétrica na parede septal estava aumentado nos pacientes com doença de Chagas, enfatizando alteração no encurtamento do eixo longitudinal do ventrículo esquerdo nesse grupo de pacientes (BARROS *et al.*, 2001a). Numa análise de fluxo transvalvar mitral em 32 pacientes com eletrocardiograma normal e 17 controles, os mesmos autores apuraram diferença estatisticamente significativa apenas para o tempo de desaceleração da onda E (BARROS *et al.*, 2001b).

O comprometimento precoce do ventrículo direito (VD) tem sido descrito na doença de Chagas, embora a disfunção ventricular direita isolada, avaliada pelo ecocardiograma, não seja evento predominante na cardiopatia chagásica crônica (NUNES *et al.*, 2004). Marin-Neto *et al.* (1988) demonstraram acometimento ventricular direito precoce na ausência de comprometimento do ventrículo esquerdo em pacientes com doença de Chagas. Também Barros *et al.* (2002), utilizando o Doppler tecidual, referiram aumento do tempo de

contração isovolumétrica do ventrículo direito como um sinal de anormalidade precoce dessa câmara. Por outro lado, Nunes *et al.* (2004; 2008) verificaram que o desempenho ventricular direito acompanhou a disfunção sistólica do ventrículo esquerdo, não se observando comprometimento isolado do ventrículo direito. Entretanto, a análise da função ventricular direita a partir dos métodos ecocardiográficos convencionais apresenta muitas limitações. Novas técnicas ecocardiográficas para a investigação da função ventricular direita, como o *strain* e *strain rate*, parecem ser promissoras, porém o valor clínico necessita ser determinado em estudos clínicos na doença de Chagas.

Pazin-Filho *et al.* (2006) realçaram que pacientes na forma indeterminada da doença de Chagas, com alteração segmentar ao ecocardiograma bidimensional basal, seguidos pelo período médio de 4,6 anos apresentaram progressão mais rápida da disfunção ventricular do que aqueles sem alterações da contratilidade ventricular. Como ocorre em outras afecções cardiovasculares, a disfunção ventricular esquerda, regional ou global, constitui marcador prognóstico dos mais relevantes.

Mais recentemente, a contratilidade segmentar do ventrículo esquerdo de pacientes com doença de Chagas foi também analisada com o uso da integral do gradiente intramiocárdico de velocidade (*strain* miocárdico), obtida com o Doppler tecidual (SILVA *et al.*, 2005). Nessa avaliação, foram estudados 39 indivíduos, dos quais sete na forma indeterminada e 17 normais. Os autores encontraram que a porcentagem de contratilidade nos diferentes segmentos miocárdicos foi diferente entre controles e pacientes na forma indeterminada. Entretanto, o número de casos na forma indeterminada foi insuficiente para se definir o padrão do *strain* em relação aos controles.

Portanto, nos pacientes na forma indeterminada da doença de Chagas, podem ser detectadas anormalidades contráteis do ventrículo esquerdo. Além disso, anormalidades contráteis do ventrículo esquerdo, mesmo que mínimas, parecem ter implicação prognóstica não desprezível. Entretanto, todos os estudos publicados, avaliaram a alteração segmentar com base na análise qualitativa da contratilidade ventricular. O caráter subjetivo da interpretação do exame torna esse método de avaliação pouco reprodutivo, com ampla variação na prevalência de alteração segmentar nos indivíduos com doença de Chagas e função sistólica global normal. O *strain* constitui uma nova técnica ecocardiográfica capaz de identificar precocemente alterações segmentares da contratilidade ventricular.

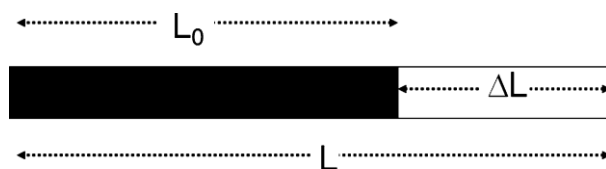
Em síntese, se o conceito da forma indeterminada sempre existiu, traduzindo essencialmente a ausência de manifestações clínicas da doença após infecção por *T. cruzi*, a denominação correspondente tem variado ao longo das várias décadas de estudos e investigações da doença (*e.g.* forma subclínica, pré-clínica, latente, cardíaca potencial, laboratorial). Associou-se, precocemente, ao conceito a intrigante incerteza prognóstica pairando sobre os pacientes que assim se apresentam (MARIN-NETO *et al.*, 2002).

2.2 *Strain*: definição, aspectos técnicos e aplicações clínicas

2.2.1 Definição de *strain*

O conceito de *strain* ou rigidez elástica foi descrito pela primeira vez em 1973, em músculo cardíaco isolado e em corações intactos, definido como a deformação da fibra miocárdica que ocorre após a aplicação de uma força (MIRSKY; PARMELY, 1973). *Strain* reflete a deformação total do miocárdio durante o ciclo cardíaco em relação ao seu comprimento inicial.

A definição e a fórmula para a definição de deformação (deformação lagrangiana) estão mostrados na FIG. 1. Normalmente, *strain* longitudinal e circunferencial demonstram inclinações negativas, o que traduz o encurtamento do miocárdio. Por outro lado, o *strain* radial é uma curva positiva, refletindo alongamento relativo à dimensão inicial da fibra miocárdica. A taxa de deformação é o *strain rate* (SR) (URHEIM *et al.*, 2000).



$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

FIGURA 1 - Deformação lagrangiana.

Fonte: NESBITT e MANKAD, 2009.

O *strain rate* pode ser definido pela fórmula $(V2-V1)/d$, em que $V2$ e $V1$ são as velocidades de encurtamento do miocárdio (cm/s) em dois pontos, separados por uma distância d (cm) (FIG. 2) (MIRSKY; PARMLETY, 1973). Essa distância d pode ser ajustada pelo operador e deve, em geral, ser de aproximadamente 9 mm. Distâncias menores aumentam o grau de ruído, enquanto distâncias maiores diminuem a resolução do método.

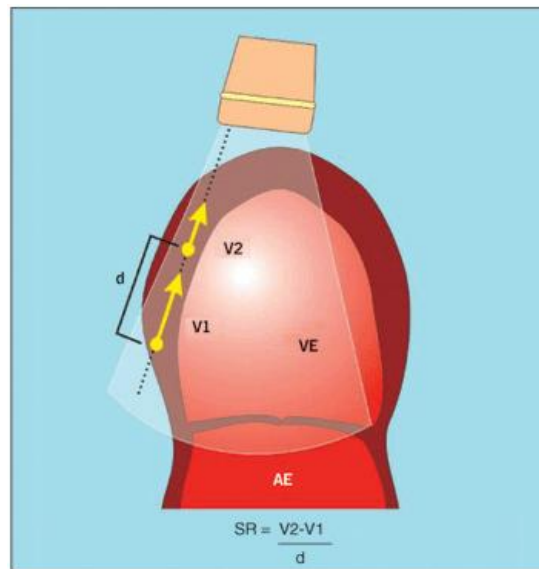


FIGURA 2 - Medida do *strain rate*.

O *strain rate* é obtido dividindo-se a diferença das velocidades entre dois pontos próximos de um segmento muscular ($V1$ e $V2$) pela distância (d) entre esses pontos.

Fonte: SILVA *et al.*, 2005.

O *strain rate* fornece o gradiente intramiocárdico de velocidades por unidade de tempo e representa o grau de deformidade da fibra. Como o gradiente intramiocárdico de velocidade representa a diferença das velocidades em cm/s entre dois pontos, dividida pela distância em cm desses mesmos pontos, sua unidade é s^{-1} [(cm/s)/cm]. O *strain* é a integral do *strain rate*, fornecendo informações sobre a deformação da fibra em termos percentuais (SILVA *et al.*, 2005).

2.2.2 Aspectos técnicos

O *strain* miocárdio pode ser medido utilizando-se várias técnicas ecocardiográficas. Embora as técnicas ao modo-M forneçam acurada resolução temporal e espacial, podendo

ser utilizadas para medir o *strain* em uma única dimensão, a era atual da medida do *strain* miocárdico baseia-se na comparação das velocidades dos tecidos miocárdicos adjacentes. Mais recentemente, o *strain* foi medido a partir da técnica do *speckle tracking*, que se constitui em marcadores acústicos naturais (HEIMDAL *et al.*, 1998). Cada uma dessas metodologias apresentam suas vantagens e limitações, tornando-se um desafio para aplicação clínica.

2.2.3 *Strain* baseado no Doppler tecidual

A velocidade do movimento do miocárdio pode ser obtida por técnicas derivadas do Doppler tecidual, representada por imagem paramétrica colorida, na qual cada ponto marca a velocidade relativa ao transdutor. Esses dados podem ser representados graficamente como a velocidade miocárdica em razão do tempo (no eixo x) (FIG. 3).

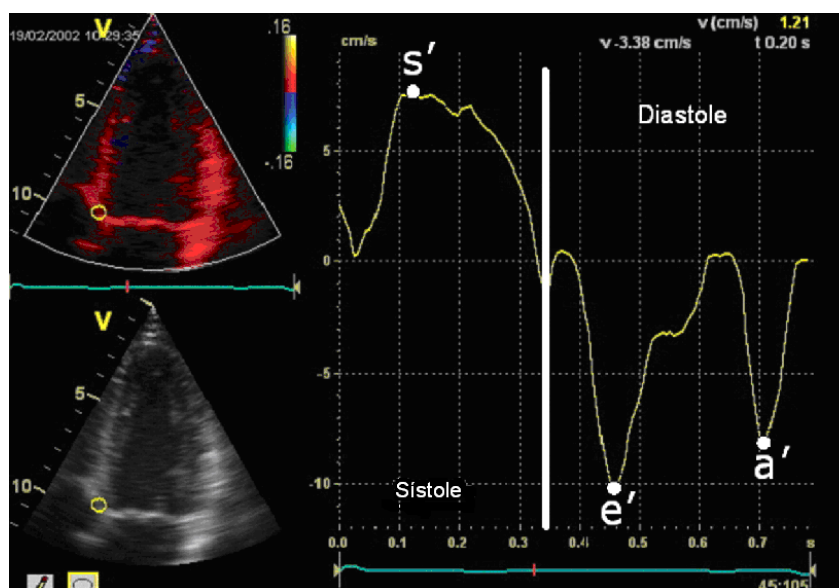


FIGURA 3 - Medidas das velocidades sistólica e diastólicas pelo Doppler tecidual obtidas no segmento basal do septo interventricular.

S' = velocidade sistólica máxima; E' = velocidade diastólica inicial; A' = velocidade diastólica final.

Embora os gráficos de velocidades forneçam informações sobre a movimentação da parede do ventrículo, a contração de um segmento miocárdico influencia nas velocidades do segmento adjacente. Assim, não se distingue a contração ativa da contração passiva, o que

limita dados da velocidade para análise da contratilidade de um segmento miocárdico específico (NESBITT E MANKAD, 2009).

O movimento miocárdico pode também ser avaliado em relação ao próprio miocárdio adjacente e não em relação ao transdutor, evitando-se o efeito do deslocamento passivo de tecidos adjacentes nas velocidades. O gradiente de velocidade instantâneo pode ser quantificado pelo cálculo de regressão entre as velocidades obtidas entre dois pontos distintos, localizados em uma determinada amostra de tecido miocárdico. Esses dados de velocidades combinados geram a curva do *strain rate* e, por meio da integral, obtêm-se dados de deformação – contração ou relaxamento – que representa o *strain* (D'HOOGE *et al.*, 2000; SUTHERLAND *et al.*, 2004) (FIG. 4).

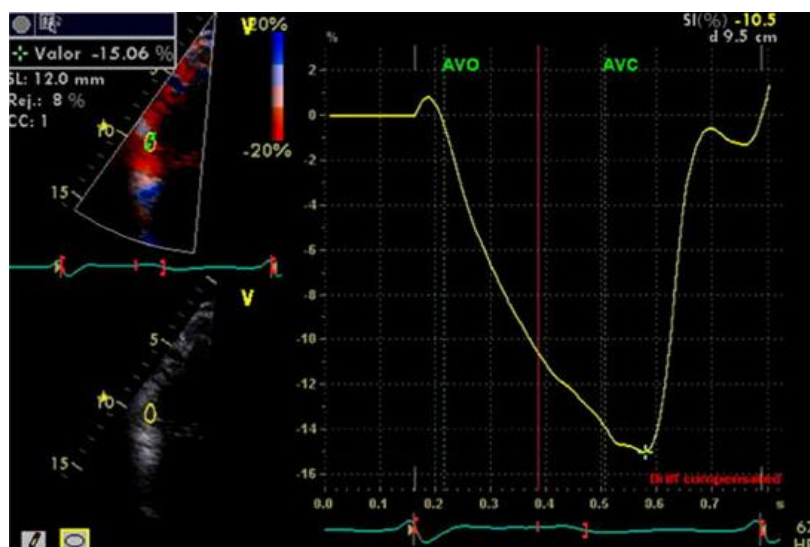


FIGURA 4 - Medida do *strain* no segmento basal da parede livre do ventrículo direito.

Observe a curva negativa do *strain*, medindo o pico do deslocamento.
AVO - abertura da valva aórtica; AVC - fechamento da valva aórtica.

O *strain* derivado do Doppler tecidual é mais comumente empregado para avaliar a contração miocárdica da base em direção ao ápex (longitudinal), detectando-se qualquer dano subendocárdico. Ao contrário, para se avaliar a contratilidade radial, o *strain* medido a partir das velocidades miocárdicas é impreciso, sem indicação clínica. Existe uma dificuldade de se acomodar o volume de amostragem necessário para a medida do *strain* radial em um ventrículo com espessura normal (<12mm). Por outro lado, a utilização de volumes menores sofre influência de altos níveis de ruídos. Portanto, não se consegue

obter adequado registro do *strain* radial por intermédio do Doppler tecidual (MARWICK, 2006).

As medidas de *strain* obtidas a partir do Doppler tecidual possuem limitações. A dependência do ângulo de obtenção da imagem impossibilita a avaliação da ponta do ventrículo esquerdo e de paredes que não estão perpendiculares ao feixe ultrassônico em cortes transversais. O Doppler tecidual avalia a velocidade no interior do volume de amostragem e não propriamente no segmento muscular que se desloca, com diferenças consideráveis nas medidas, dependendo do grau de movimentação do ventrículo esquerdo. Reverberações sobrepostas ao local de análise podem gerar falhas no sinal e velocidades resultantes abaixo das reais. As velocidades regionais obtidas pelo Doppler tecidual também podem ser afetadas pela movimentação de segmentos adjacentes ao analisado, influenciadas pelo movimento de translação ventricular ou mesmo pelo movimento respiratório. Finalmente, a dependência da pré-carga, apesar de sua reduzida influência na determinação da função regional, pode também influenciar a velocidade obtida pelo Doppler tecidual (MARWICK, 2006).

2.2.4 *Strain* bidimensional

O *strain* bidimensional, técnica não derivada do Doppler tecidual, analisa o movimento a partir do rastreamento de pontos (marcadores acústicos naturais) na imagem ultrassônica em duas dimensões. Esses marcadores são, estatisticamente, igualmente distribuídos no tecido miocárdico. O tamanho desses elementos é de 20 a 40 pontos. Cada conjunto de pontos pode ser identificado e acompanhado acuradamente com base em um número de quadros consecutivos. Na imagem ultrassônica, esses marcadores são rastreados calculando-se sua mudança de posição quadro a quadro por meio do uso de um algoritmo de diferença absoluta. A mudança geométrica de cada conjunto de pontos representa o movimento do tecido local. Ao rastrear esses pontos, as velocidades do miocárdio, o *strain* e o *strain rate*, podem ser calculadas (FIG. 5) (PERK; TUNICK; KRONZON, 2007).

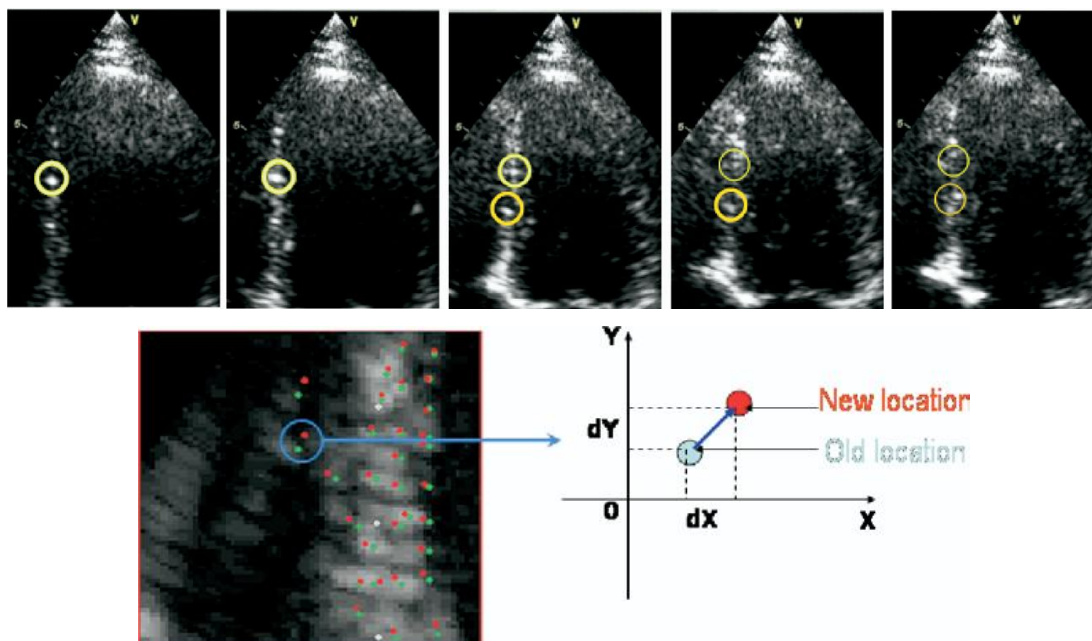


FIGURA 5 - Medida do *strain* bidimensional.

Uma amostra de tecido é selecionada e vários marcadores acústicos são identificados. O deslocamento de cada marcador permite a medida do *strain*.

Fonte: PERK; TUNICK; KRONZON, 2007

O *strain* bidimensional é de fácil execução, necessitando apenas da aquisição da imagem de um ciclo cardíaco. Por não ser derivado do Doppler tecidual, não é necessário que o volume de amostragem seja paralelo ao feixe de ultrassom. O processamento e a interpretação podem ser feitos após a aquisição da imagem (*offline*). O *software* depende de imagem de alta resolução, boa qualidade e uso de harmônica. A sístole é definida como o intervalo de tempo entre a abertura e o fechamento da valva aórtica, medido a partir do registro do fluxo aórtico ao Doppler. O tempo entre o pico da onda R do eletrocardiograma e o fechamento da valva aórtica também pode ser medido, bem como o tempo em relação à abertura da valva mitral. Isso permite precisa cronometragem da sístole, diástole e fechamento da valva aórtica em diferentes cortes ecocardiográficos (PERK; TUNICK; KRONZON, 2007).

Após a escolha da imagem de um ciclo cardíaco, uma estimativa do miocárdio é conseguida pela seleção de pontos específicos em diferentes regiões do ventrículo. Posteriormente, o *software* automaticamente define uma linha epicárdica e uma médio-miocárdica. A borda endocárdica é identificada por detecção de bordas, com base no reconhecimento da transição em preto e branco em um único quadro (FIG. 6).

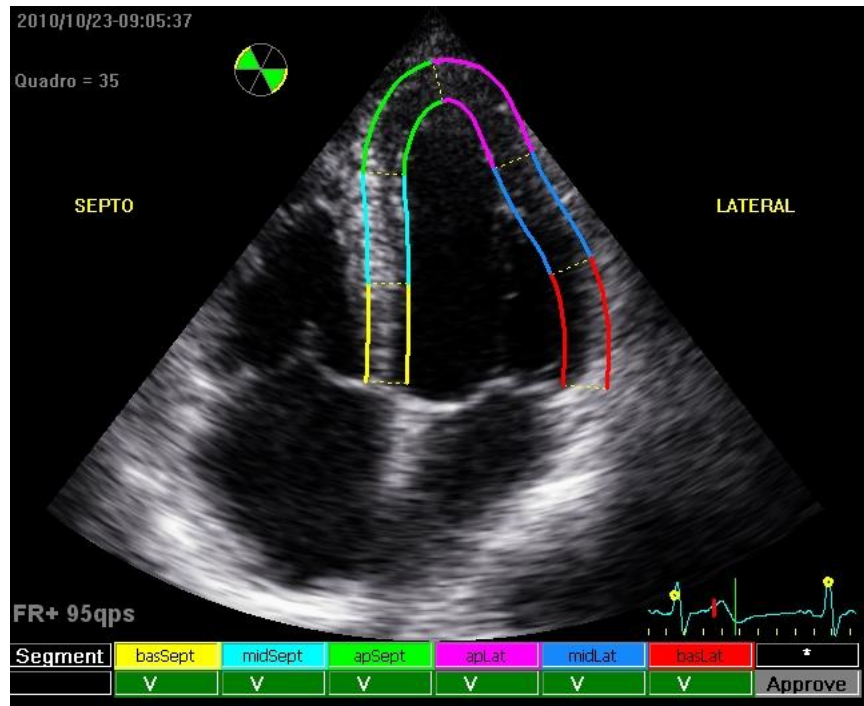


FIGURA 6 – Detecção das bordas epicárdica e endocárdica e divisão em seis segmentos obtido na corte apical de quatro câmaras (*strain* longitudinal).

Fonte: Imagem adquirida de Indivíduo participante do estudo (número 76)

O miocárdio é definido pela estimativa empírica da espessura miocárdica, que pode, então, ser corrigida pelo operador. O movimento é avaliado pelo monitoramento do conjunto de pontos (marcadores acústicos naturais) na imagem de ultrassom em duas dimensões.

O movimento e a velocidade são então analisados calculando-se as alterações quadro a quadro. O resultado final é um clipe contínuo, acompanhando os marcadores acústicos, com sobreposição de pontos de cor na imagem em escala de cinza. O miocárdio, em cada um dos três cortes apicais (duas, três e quatro câmaras), é automaticamente dividido em seis segmentos. Os valores analisados de todos os 18 segmentos resultantes são mostrados como traçados em diagramas específicos. A média de todos os segmentos medidos constitui o *strain* global (FIG. 7). Esses diagramas podem exibir diferentes parâmetros (*strain*, *strain rate* e velocidade), que são todos derivados da velocidade instantânea dos pontos ângulo-independentes (PERK; TUNICK; KRONZON, 2007).

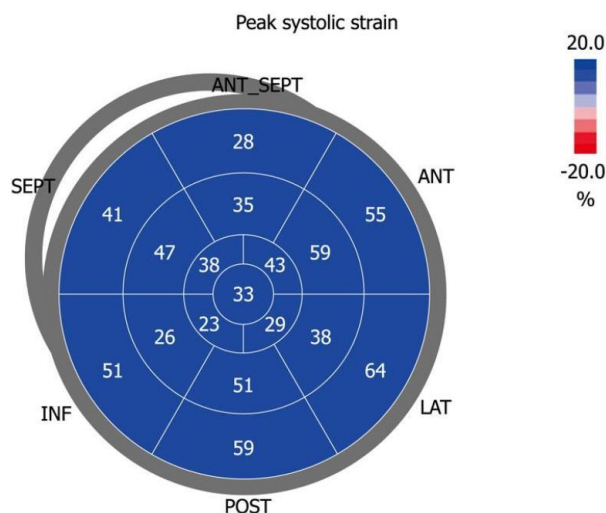


FIGURA 7 - Imagem em *bull's eye* com os valores do *strain* dos 17 segmentos do ventrículo esquerdo.

A média de todos os segmentos constitui o *strain* global.

Fonte: BLESSBERGER; BINDER, 2010

2.3 Mecânica da contração miocárdica

A análise da função ventricular é uma das indicações mais frequentes da ecocardiografia. A medida da fração de ejeção pelo modo M, bidimensional ou simplesmente pela avaliação subjetiva ainda é o parâmetro mais empregado na predição de mortalidade e na tomada de decisão clínica (ALCANTARA et al, 2010). Apesar de todas as vantagens e praticidade, parâmetros ecocardiográficos convencionais para aferição da função sistólica, como a fração de ejeção, fração de encurtamento, taxa de elevação da pressão ventricular durante a contração isovolumétrica, débito cardíaco e estresse parietal sistólico, apresentam baixa sensibilidade para a avaliação minuciosa da contratilidade miocárdica. Portanto, essas medidas não detectam pequenas alterações da contratilidade ventricular, o que representa acometimento cardíaco precoce em várias doenças (DEL CASTILLO *et al.*, 2010).

Com o objetivo de melhorar a acurácia da ecocardiografia para detectar alterações sistólicas, novas metodologias foram introduzidas. O princípio dessas técnicas é avaliar a deformação provocada pela contração miocárdica sobre o músculo cardíaco, adaptando as observações aos novos conceitos anatomofuncionais que regem a mecânica cardíaca. Não

se pode esquecer de que apenas um aspecto da contração é estudado, pois contratilidade é, por definição, a relação entre esforço e deformação (*stress-strain*) (YI; SUN, 2006).

A disposição em espiral da banda miocárdica (TORRENT-GUASP, 1980) associada à mudança de direção das fibras na espessura da parede ventricular (STREETER *et al.*, 1969) e à distribuição laminar dessas fibras (ARTS *et al.*, 2001) faz com que a deformação provocada pela contração seja realizada de forma helicoidal, combinando encurtamento entre base e ápex, espessamento das paredes, variação da circunferência da cavidade e deslizamento entre as diversas camadas do músculo (DEL CASTILLO *et al.*, 2009a). De tal forma, a deformação é um processo complexo que, para ser devidamente estudado, deve ser decomposto em vários planos ortogonais e tangenciais (D'HOOGE *et al.*, 2000) (FIG. 8).

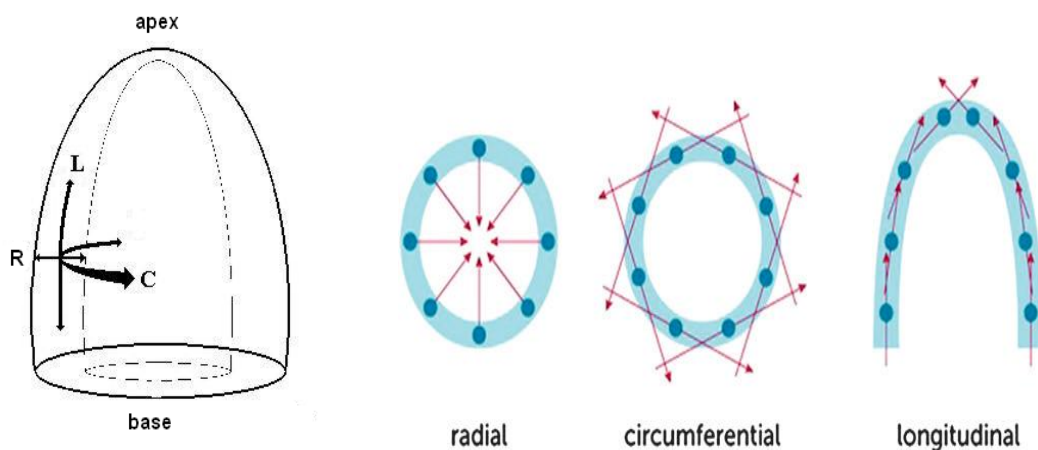


FIGURA 8 Ilustrações dos planos ortogonais do ventrículo representados pela *strain* longitudinal (L), radial (R) e circunferencial (C).

Fonte: BLESSBERGER; BINDER, 2010

O primeiro plano ortogonal analisa a deformação desde a posição apical do coração, em duas, três ou quatro câmaras. Mede a deformação no sentido base-ápex da cavidade, ou seja, o encurtamento da câmara, e denomina-se *strain* longitudinal. Como o comprimento final da cavidade (sistólico) é menor que o comprimento inicial (diastólico), a porcentagem da deformação é negativa (FIG. 9) (DEL CASTILLO *et al.*, 2010)

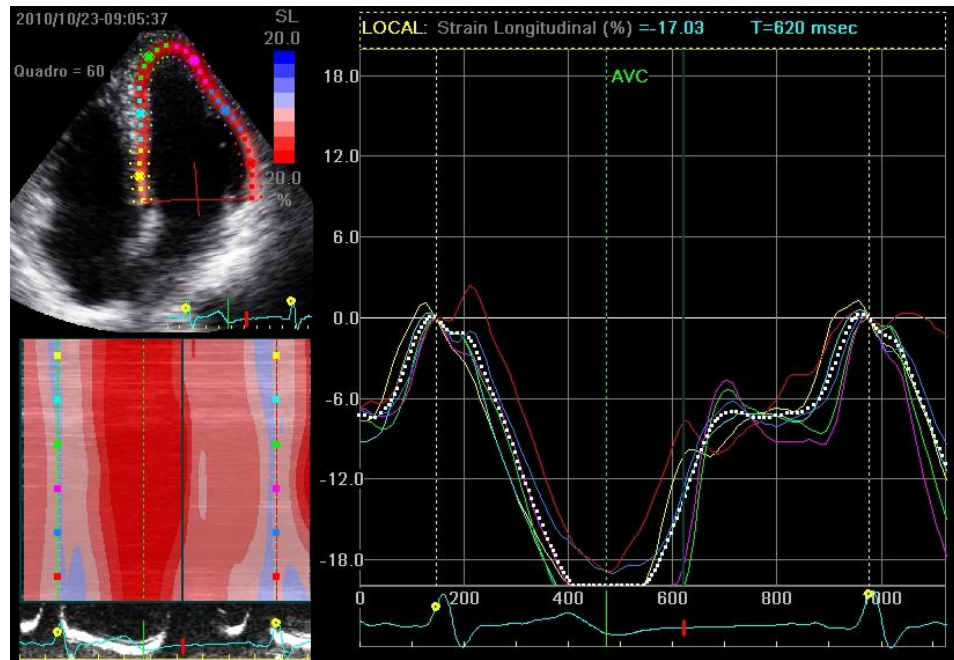


FIGURA 9 - Análise do *strain* longitudinal pela técnica do *speckle tracking*.

Fonte: Imagem adquirida de um indivíduo participante do estudo (número 43)

O segundo plano ortogonal avalia o espessamento das paredes e é aferido pelo eixo curto do ventrículo esquerdo. Denomina-se *strain* radial e, como a espessura final (sistólica) é maior do que a espessura inicial (diastólica), a porcentagem da deformação é positiva (FIG. 10) (DEL CASTILLO *et al.*, 2010).

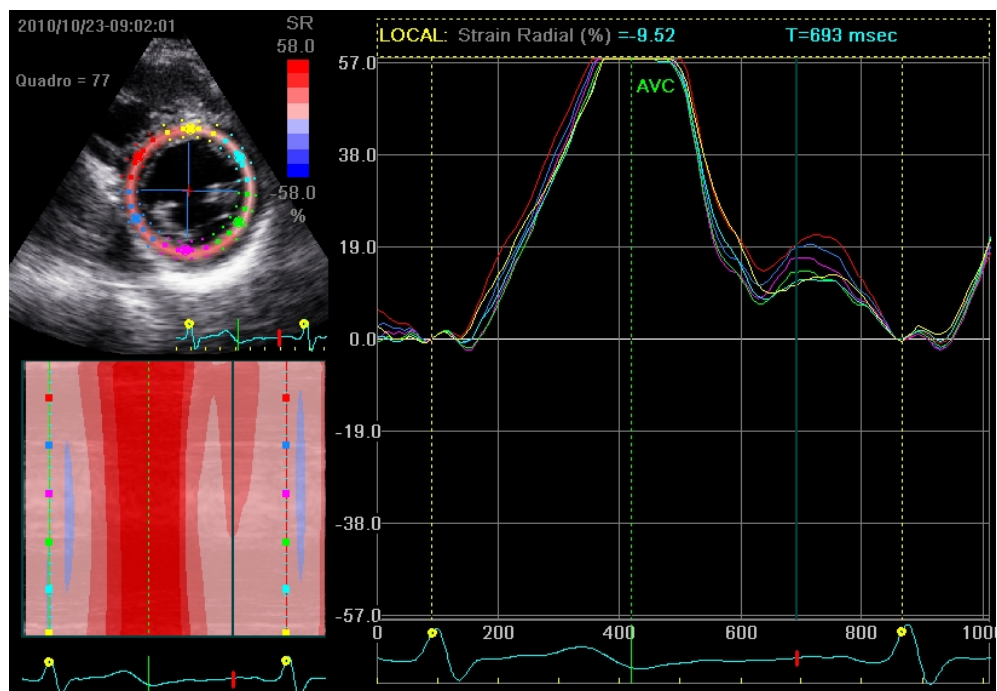


FIGURA 10 - Análise do *strain* radial pela técnica do *speckle tracking*.

Fonte: Imagem adquirida de um indivíduo participante do estudo (número 43)

O terceiro plano ortogonal, também obtido pelo eixo menor da cavidade ventricular, mede a variação da circunferência. Denomina-se *strain* circunferencial e, como a circunferência é menor na sístole do que na diástole, a porcentagem da deformação é negativa (FIG. 11) (DEL CASTILLO *et al.*, 2010).

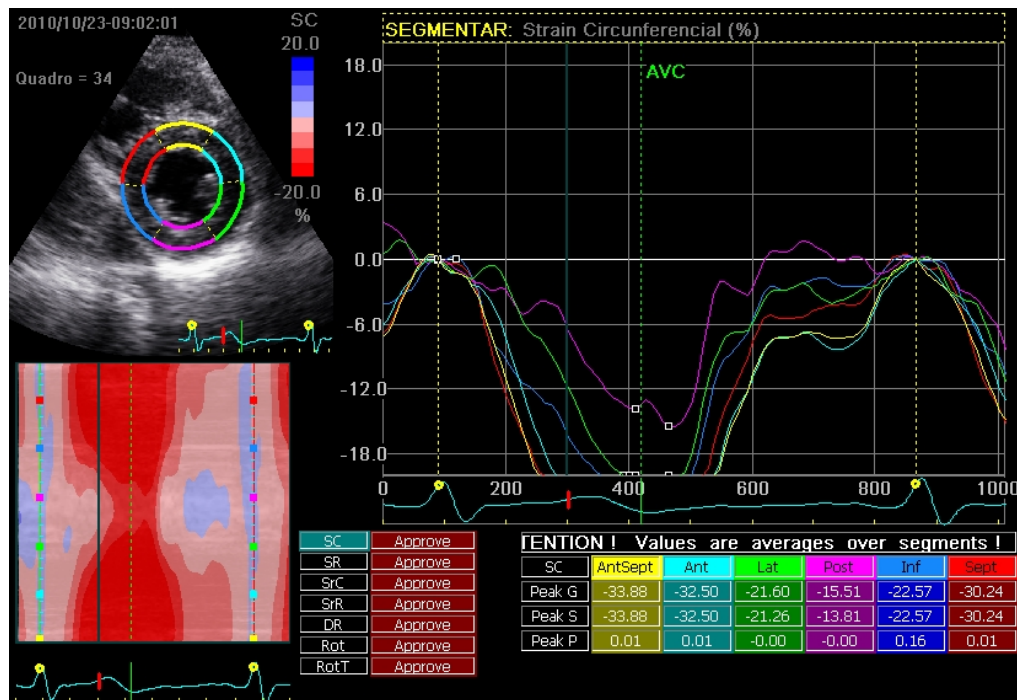


FIGURA 11 - Análise do *strain* circunferencial pela técnica do *speckle tracking*.

Fonte: Imagem adquirida de um indivíduo participante do estudo (número 43).

A medição do deslocamento dos pontos no sentido circunferencial também permite estimar a rotação (em graus) e a taxa de rotação (em graus por segundo). A diferença entre a rotação no nível da base da cavidade (eixo curto, no nível da valva mitral) e no nível do ápex (eixo curto apical) resulta na denominada torção apical ou *twisting* (KIM *et al.*, 2007) (FIG. 12), importante parâmetro de função ventricular, tanto sistólica quanto diastólica. Isto ocorre porque a região basal roda em sentido horário e a região apical em sentido anti-horário durante a sístole.

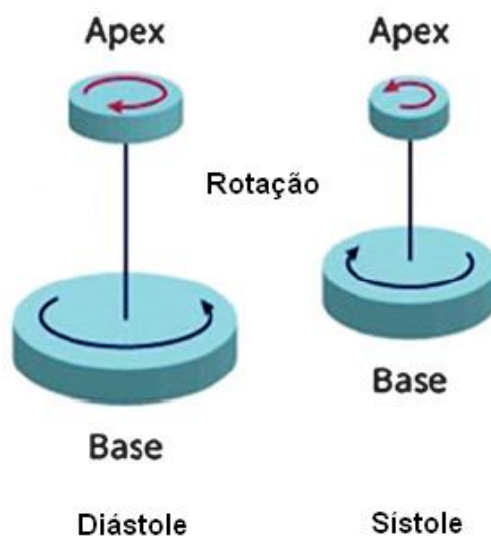


FIGURA 12 - Rotação do ápex e da base do VE durante o ciclo cardíaco.

Fonte: BLESSBERGER; BINDER, 2010.

Importante destacar que todas as medidas da deformação miocárdica são regionais e a análise do conjunto permite a visão global da contratilidade. Deve-se lembrar, ainda, de que o deslocamento das marcas acústicas ocorre nas três dimensões e que os planos de estudo representam esse movimento em apenas duas dimensões (BLESSBERGER; BINDER, 2010).

Quando analisada em conjunto, a deformação miocárdica reflete a distribuição anatômica das fibras musculares. A musculatura cardíaca é formada por uma banda única enrolada em si mesma, recorrente no nível do septo interventricular e ancorada em seus extremos nos anéis aórtico e pulmonar. Distinguem-se três componentes: o primeiro, componente basal, envolve a base dos ventrículos com fibras principalmente de direção circular; o segundo, componente descendente, chamado de banda agonista, envolve a região apical onde se reflete; o terceiro, componente ascendente, também denominado antagonista. Esses dois últimos apresentam principalmente fibras oblíquas e longitudinais (TORRENT-GUASP, 2001).

A despolarização sucessiva dos componentes da banda muscular provoca a contração isovolumétrica (componente basal), ejeção ventricular (componente descendente) e enchimento ventricular rápido (componente ascendente) (BALLESTER-RODÉS *et al.*,

2006). As fibras que formam a espessura da parede muscular mudam gradativamente de direção entre o endocárdio (fibras paralelas à parede), a região central (fibras perpendiculares) e o epicárdio (fibras oblíquas). As fibras musculares estão dispostas em feixes separados por tecido conectivo, que permite o deslizamento entre as camadas, apresentando disposição laminar (LeGRICE; TAKAYAMA; COVELL, 1995).

Desta maneira, o *strain* longitudinal aumenta gradativamente em direção ao ápex, provavelmente pelo predomínio de fibras longitudinais e oblíquas nessa região, necessárias para promover o esvaziamento da cavidade. O mesmo ocorre com o *strain* circunferencial. O *strain* radial apresenta diminuição gradativa em direção ao ápex, pois as fibras de direção circular, necessárias para o aumento rápido da pressão intracavitária antes da abertura aórtica, encontram-se preferentemente na região basal (MOORE *et al.*, 2000). A rotação sistólica das paredes ocorre no sentido horário no nível da base do ventrículo esquerdo e em sentido anti-horário na região apical, quando observado desde o ápex. Para o cálculo da torção apical, subtrai-se a rotação apical da rotação basal (SENGUPTA *et al.*, 2008).

2.4 Validação da técnica

Vários trabalhos de validação do *strain* bidimensional foram publicados. A maioria comparou o ecocardiograma com sono micrometria e com diferentes modalidades de ressonância nuclear magnética. Comparando-se com a sonomicrometria, as melhores correlações ($r = 0,90$) foram obtidas para eventos sistólicos nas projeções apicais (*strain* longitudinal). Nas projeções de eixo curto (*strain* circunferencial e radial) as correlações foram um pouco menores ($r = 0,79$). Com ressonância nuclear magnética, a correlação geral foi de $r = 0,87$ (AMUNDSEN *et al.*, 2006). Outros autores (FRENCH *et al.*, 2006) encontraram correlação de $r = 0,91$ entre ressonância nuclear magnética e *strain* bidimensional para o *strain* radial e $r = 0,84$ para o *strain* circunferencial. A variabilidade inter e intraobservador foram mínimas, de $r = 0,89$ e $0,93$, respectivamente (BUSSADORI *et al.*, 2009).

2.5 Aplicações clínicas

As aplicações clínicas do *strain* são várias e vêm aumentando progressivamente. Algumas das aplicações mais importantes são:

- Pesquisa clínica: análise mais detalhada dos mecanismos de contração e relaxamento, permitindo compreender melhor a mecânica contrátil e sua relação com anatomia e fisiologia cardíacas.
- Miocardiopatias hipertróficas: diagnóstico diferencial entre os casos de hipertrofia secundária às sobrecargas de pressão da genética (SENGUPTA *et al.*, 2005) e do atleta. Importante aplicação seria a identificação precoce de atletas portadores de cardiopatia (SAGHIR; ARECES; MAKAN, 2007).
- Doença arterial coronária: identificação de áreas isquêmicas na vigência de distúrbios da condução, o que dificulta a análise da contratilidade. A análise de viabilidade miocárdica, sem necessidade de realizar estímulo farmacológico, constitui uma excelente indicação do *strain*. O músculo isquêmico, porém viável, apresenta contração retardada (pós-sistólica) (BELOHLAVEK *et al.*, 2001). Além disso, a associação do *strain* com o ecocardiograma de estresse aumenta a acurácia do exame na detecção de isquemia miocárdica (KOWALSKI *et al.*, 2003).
- Valvopatias: avaliação da função sistólica em pacientes com sobrecargas volumétricas do ventrículo esquerdo. Estudo prévio mostrou valor preditivo da torção apical na evolução da valvopatia mitral (BORG *et al.*, 2008).
- Avaliação do sincronismo cardíaco: a análise da deformação baseada no *strain* bidimensional vem se firmando como método de escolha para aferição do sincronismo cardíaco, pela capacidade de avaliar a região apical do ventrículo (CANNESSON *et al.*, 2006).

Outras aplicações nas cardiopatias congênitas, na avaliação das cavidades direitas, deformação das paredes atriais e no estudo do remodelamento cardíaco foram estudadas. Na cardiopatia chagásica, o *strain* apresenta importante aplicação clínica, principalmente nos indivíduos infectados, sem manifestação cardíaca detectada por métodos convencionais. A identificação precoce de alterações da contratilidade segmentar pode identificar pacientes com potencial evolutivo da doença, com impacto no manejo clínico e nas condutas médico-trabalhistas. Entretanto, como se trata de técnica nova, disponível

apenas em alguns equipamentos, ainda não se têm estudos empregando os três tipos de *strain* bidimensional na doença de Chagas. Del Castillo *et al.* (2009b), analisando o *strain* bidimensional longitudinal em 40 pacientes com forma indeterminada da doença de Chagas, mostraram que o *strain* dos segmentos médio e apical da parede posterior (ínfero-lateral) encontrava-se reduzido em relação ao grupo-controle.

Concluindo, o *strain* bidimensional representa uma nova técnica ecocardiográfica, validada para análise da função miocárdica, com grande potencial para emprego clínico. Sua utilização está se ampliando, com várias indicações em diversas doenças cardiovasculares. A principal vantagem do método é a detecção precoce de alterações da contratilidade ventricular, não identificadas ao ecocardiograma convencional. Entretanto, novos estudos investigando o valor do *strain* reduzido no diagnóstico e prognóstico das diferentes cardiopatias serão necessários para se estabelecerem as suas principais indicações.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Avaliar a contratilidade miocárdica ventricular esquerda em indivíduos com doença de Chagas sem cardiopatia aparente.

3.2 Objetivos específicos

Nos pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente:

- Estabelecer a prevalência de alteração segmentar da contratilidade miocárdica.
- Indicar a disfunção sistólica subclínica do ventrículo esquerdo.
- Definir a função diastólica do ventrículo esquerdo.
- Identificar acometimento precoce do ventrículo direito.
- Correlacionar as medidas do *strain* bidimensional com índices convencionais para avaliação da função sistólica do ventrículo esquerdo.
- Estudar as três modalidades de *strain* bidimensional (radial, longitudinal ou circunferencial) nos pacientes chagásicos.
- Indicar a variabilidade intra e interobservador do *strain* bidimensional.

4 METODOLOGIA

4.1 Pacientes

Foram selecionados 78 indivíduos chagásicos provenientes do Ambulatório de Referência em doença de Chagas do Serviço de Doenças Infecciosas e Parasitárias (DIP) do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG), no período de agosto de 2009 a dezembro de 2010.

Recrutaram-se 38 indivíduos saudáveis avaliados no Serviço de Cardiologia do HC-UFMG, assintomáticos, sem história de cardiopatia, exame clínico, eletrocardiograma e ecocardiograma normais, com idade e sexo semelhantes aos dos casos para constituir o grupo-controle.

Todos os pacientes elegíveis para o estudo submeteram-se à entrevista e exame clínico, avaliando-se os critérios de inclusão e exclusão. Os selecionados foram submetidos ao eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações, radiografia de tórax e ecocardiograma. Para a realização do ecocardiograma, eles foram encaminhados para o ECOCENTER, Hospital Socor.

4.1.1 Cálculo da amostra

O cálculo amostral foi feito para detectar-se alteração segmentar da contratilidade a partir do *strain* nos pacientes chagásicos, quando comparados ao grupo-controle. Assim, para determinar os valores normais do *strain*, realizou-se estudo-piloto com 20 indivíduos saudáveis. A média das medidas do *strain* nas paredes ínfero-posteriores foi de $19 \pm 2,7\%$. Estimou-se redução de 10% do *strain* nos pacientes chagásicos quando comparados ao grupo-controle. Assim, considerando-se erro alfa de 0,05, beta de 0,20 (poder estatístico de 80%), razão chagásicos:controles de 2:1, obteve-se amostra de 74 pacientes e 37 controles. Para os cálculos, utilizou-se *software G Power*, versão 3.1.

4.1.2 Critérios de inclusão

- Apresentação de, pelo menos, duas reações sorológicas positivas para *T.cruzi* entre aquelas comumente realizadas pelo Hemominas, Laboratório Central do Hospital das Clínicas ou Instituto Otávio Magalhães, da Fundação Ezequiel Dias (imunofluorescência indireta, hemaglutinação indireta, ELISA).
- Idades entre 20 e 60 anos.
- Assintomáticos.
- Radiografia de tórax normal.
- Eletrocardiograma de 12 derivações dentro dos limites da normalidade.

4.1.3 Critérios de exclusão

- Quaisquer sinais e/ou sintomas de cardiopatia.
- Alterações eletrocardiográficas sugestivas de cardiopatia chagásica (distúrbio de condução intraventricular do estímulo e extrassístoles ventriculares).
- Cardiopatias associadas ou doenças sistêmicas, como hipertensão arterial, diabetes *mellitus*, doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência renal e hipertireoidismo.
- Uso de marcapasso cardíaco.
- Ritmo não sinusal.
- Alcoolismo.

4.2 Métodos

4.2.1 Avaliação clínica

Todos os participantes foram avaliados clinicamente, obtendo-se a história clínica passada e atual, medicamentos em uso, existência de quaisquer sintomas sugestivos de doença cardíaca (palpitação, dispneia, síncope, precordialgia, edema) ou sinais de insuficiência

cardíaca (pressão venosa elevada, edema, hepatomegalia, terceira e quarta bulhas cardíacas e crepitações pulmonares).

A pressão arterial foi aferida pelo método auscultatório, por meio de esfigmomanômetro do tipo aneroide da marca Tycos® e do estetoscópio Littmann®, com o paciente em decúbito dorsal, assentado e em ortostatismo. Respeitou-se o intervalo de três minutos entre as medidas nas diversas posições e foi considerada pressão sistólica a que correspondia ao primeiro som de Korotkoff e diastólica o desaparecimento do último som, conforme a VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA, 2010). A ausculta cardíaca foi realizada durante dois minutos, procurando-se identificar distúrbios do ritmo, bulhas acessórias (B3 e B4) e sopros.

4.2.2 Eletrocardiograma

Para exame do eletrocardiograma em repouso, empregou-se aparelho do modelo *PAGE WRITER* 300 P1, fabricante PHILIPS. Realizou-se o exame nas 12 derivações habituais, analisando-se o ritmo e calculando-se a frequência cardíaca. Foram medidos os intervalos PR, onda P, complexo QRS e determinado o eixo cardíaco. As alterações morfológicas do traçado eletrocardiográfico foram analisadas, com especial caracterização dos distúrbios de condução do estímulo elétrico. Utilizou-se código de Minnesota, modificado para a doença de Chagas (MAGUIRE *et al.*, 1982), para interpretação do eletrocardiograma.

4.2.3 Ecocardiograma

O estudo ecocardiográfico consistiu no emprego do modo-M, bidimensional, Doppler em cores, pulsado, contínuo, Doppler tecidual, *strain* bidimensional radial, circunferencial e longitudinal. Utilizou-se aparelho de ultrassom, Vivid 7 (*General Electric Company Healthcare*) equipado com um transdutor eletrônico de frequência variável de 4-12MHz de alta resolução e as análises foram realizadas *off-line* em *software* específico (*Echopac*

Advanced Analysis Technologies, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) para monitoramento semiautomático da função por imagem (*Automatic Function Imaging - AFI*) do *strain* bidimensional. Os estudos ao modo M foram guiados pela imagem bidimensional. Todas as medidas foram feitas conforme as recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia (*American Society of Echocardiography - ASE*).

Ao ecocardiograma bidimensional, foram obtidos cortes padronizados, paraesternal, longitudinal e transverso, além dos cortes apicais em duas, três, quatro e cinco câmaras. Foram feitos cortes intermediários, quando necessário, para avaliação da região apical do ventrículo esquerdo. Foram descritas a morfologia das câmaras cardíacas, textura miocárdica, contratilidade das paredes e possíveis achados de trombos e aneurisma. A contratilidade segmentar foi avaliada através do espessamento endocárdico e motilidade das paredes, definindo-se as alterações conforme a observação de hipocinesia, acinesia, discinesia ou aneurisma. A análise quantitativa baseou-se nas medidas dos volumes diastólicos e sistólicos finais do ventrículo esquerdo, obtidas pelos cortes apicais de quatro e duas câmaras. A fração de ejeção foi atingida pelo método de Teichholz. A análise pelo Doppler se fez utilizando-se as modalidades pulsado e contínuo, em cores e tecidual. Os exames foram revistos por um segundo examinador, para avaliar a concordância em relação ao déficit segmentar.

Para a realização do *strain* bidimensional radial e circunferencial, foram adquiridos cliques de três ciclos cardíacos nos cortes paraesternal transversal no nível da valva mitral, músculos papilares e ponta (ápex) do ventrículo esquerdo. Os cliques nos cortes apical três câmaras, quatro câmaras e duas câmaras foram alcançados para avaliação do *strain* longitudinal. Cliques do corte apical quatro câmaras, com enfoque no ventrículo direito, proporcionam melhor análise dessa cavidade. A marcação do período sistólico, tempo entre a onda R do ECG e o ponto de fechamento da valva aórtica (VAo), necessária para a mensuração pelo *software*, foi conseguida pelo Doppler espectral da via de saída do VE, marcando-se o ponto no clique de fechamento da VAo. Optou-se por esse método em detrimento da marcação do ponto de fechamento da valva aórtica ao bidimensional no corte apical três câmaras, como preconizado na literatura, uma vez que nem sempre se conseguia visualização ideal deste momento na imagem adquirida, em parte por conta da angulação existente entre a raiz aórtica e o septo anterior, este sim, devendo ser priorizado na imagem.

Após essa etapa, os cliques obtidos foram enviados para o *software Echopac* para a realização da medida semiautomática do *strain* bidimensional. Para adequada avaliação pelo *Echopac*, a velocidade de quadros (*frame rate*) mínima deveria ser de 30Hz, sendo utilizada no presente estudo a frequência entre 70 e 110Hz. O *software Echopac* analisa imagens em escala de cinza e utiliza pontos/marcadores (*speckles*) acústicos no tecido miocárdico, que se movimentam quadro a quadro através do ciclo cardíaco. Estabeleceram-se, sequencialmente, em cada um dos cliques adquiridos, os pontos para o delineamento automático, seguindo-se orientações previamente estabelecidas pelo fabricante. Caso o *software* rejeitasse algum dos segmentos, reiniciava-se a análise ou editava-se a marcação já existente, pelo reposicionamento de algum ponto que se julgava visualmente estar fora da posição ideal, ou seja, na borda do endocárdio para o ponto mais interno ou no miocárdio para o ponto médio. Antes da aprovação da marcação, analisava-se a movimentação das bordas marcadas pelo *software*; e uma movimentação errática, principalmente no nível da base do VE, também gerou nova editoração da marcação.

A necessidade de editoração foi, então, definida toda vez que se interferiu na marcação automática do *software*. Os resultados de *strain* foram dispostos pelo *software* de forma quantitativa, demonstrando medidas dos segmentos basal, médio e apical de cada parede do VE, nas três modalidades realizadas (radial, circunferencial e longitudinal).

4.3 Análise estatística

Foram analisadas as variáveis qualitativas pela estatística descritiva, sendo elaboradas as distribuições de frequência e calculadas as médias e desvios-padrão das variáveis quantitativas contínuas. Compararam-se as variáveis entre os pacientes chagásicos e controles por meio de testes estatísticos apropriados (como o qui-quadrado e teste “t” de Student). A escolha do teste estatístico a ser empregado (paramétrico ou não paramétrico) na avaliação das variáveis ocorreu após análise de distribuição normal das variáveis pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Empregou-se o modelo de regressão linear para analisar as variáveis que se correlacionaram com o *strain* longitudinal global do ventrículo esquerdo. Em todos os testes, utilizou-se a probabilidade de significância $p < 0,05$ como necessária para rejeição da hipótese nula. Adotou-se o *software Statistical Package for Social*

Sciences (SPSS) versão 17.0. Para o cálculo da variabilidade intra e interobservador, utilizou-se o R (*Development Core Team*, 2009).

4.4 Normatização técnica e busca bibliográfica

A busca eletrônica foi realizada sem restrição de idiomas ou datas, utilizando-se a página eletrônica do PubMed (*National Library of Medicine, Washington DC* <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) e as seguintes bases de dados: LILACS, BIREME/PAHO/WHO – *Virtual Health Library* (database MEDLINE 1997-2011), Cochrane Library e SciELO.

As principais palavras-chave usadas na busca eletrônica foram: ecocardiograma, *strain* bidimensional, *speckle tracking*, *strain*, forma indeterminada, doença de Chagas.

A normalização bibliográfica foi realizada de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para publicações técnico-científicas (FRANÇA; VASCONCELOS, 2007).

4.5 Considerações éticas

Foram consideradas as recomendações da Organização Mundial de Saúde e da Declaração de Helsinque de 1975, assim como a Resolução 196/96 sobre pesquisa envolvendo seres humanos do Ministério da Saúde, no sentido de se salvaguardarem os direitos e o bem-estar das pessoas estudadas. Os exames propostos foram realizados apenas após a obtenção do consentimento por escrito dos indivíduos que aceitaram participar do estudo (APÊNDICE A). Durante a realização destes, foram tomadas todas as medidas possíveis para reduzir qualquer desconforto inerente aos procedimentos.

Ao fim da avaliação, todos os participantes do estudo receberam, por escrito, os resultados dos exames realizados, assim como as recomendações e encaminhamentos apropriados.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (COEP) das instituições responsáveis (ANEXO B).

5 RESULTADOS

5.1 Características gerais da população estudada

Foram acompanhados 78 indivíduos com sorologia positiva para *T. cruzi*, assintomáticos e sem evidências de cardiopatia ao exame clínico, apresentando eletrocardiograma dentro dos limites da normalidade e estudo radiológico do tórax normal, definidos, assim, como pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente. Selecionou-se um grupo-controle composto de 38 indivíduos saudáveis, com idade e sexo semelhantes aos dos casos. As características demográficas e clínicas dos casos e controles estão dispostas na TAB. 1. A pressão arterial sistólica foi mais alta nos controles, embora com níveis pressóricos dentro dos limites da normalidade, sem uso de medicações anti-hipertensivas. Os medicamentos mais frequentemente utilizados foram levotiroxina (seis pacientes), antidepressivos e inibidor de bomba de prótons (cinco pacientes) e anticonvulsivantes (quatro indivíduos), sem diferença entre os casos e controles.

Alterações discretas da repolarização ventricular foram vistas ao eletrocardiograma de 12 derivações em 16 indivíduos (14%), sem diferença entre os casos e controles ($p=0,159$).

TABELA 1

Características demográficas e clínicas dos 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente, comparadas aos 38 indivíduos saudáveis: HC-UFMG, 2010

Variáveis*	Casos	Controles	Valor de p
Idade (anos)	44,7 ± 8,6	44,0 ± 9,2	0,698
Sexo			
Masculino	36 (46)	22 (58)	0,161
Feminino	42 (54)	16 (42)	
Peso (kg)	70,4 ± 9,9	71,6 ± 13,0	0,574
Altura (cm)	162,7 ± 8,0	166,1 ± 10,1	0,071

Superfície corpórea (m ²)	1,7 ± 0,1	1,8 ± 0,2	0,195
Frequência cardíaca (bpm)	68,5 ± 9,6	65,9 ± 9,1	0,162
Pressão arterial sistólica (mmHg)	120,1 ± 12,8	125,8 ± 14,7	0,033
Pressão arterial diastólica (mmHg)	84,1 ± 6,9	86,3 ± 8,5	0,143

*Os dados foram tabulados como número e percentagem ou valor médio ± desvio-padrão.

Bpm,: batimento por minuto.

5.2 Dados do ecocardiograma convencional

5.2.1 Análise da função sistólica

Realizou-se ecocardiograma convencional em todos os pacientes. As medidas dos diâmetros do ventrículo esquerdo foram aferidas pelo modo M, guiadas pelo bidimensional e estão dispostas na TAB. 2. Todos os parâmetros ecocardiográficos convencionais que avaliam os diâmetros e a função sistólica do ventrículo esquerdo foram semelhantes entre os casos e controles.

TABELA 2

Comparação dos parâmetros ecocardiográficos obtidos ao modo M entre os 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente e os 38 indivíduos saudáveis

Medidas ao modo M*	Casos	Controles	Valor de p
Diâmetro diastólico do VE (mm)	48,4 ± 4,5	47,2 ± 5,6	0,201
Diâmetro sistólico do VE (mm)	30,1 ± 3,9	28,6 ± 4,2	0,075
Septo interventricular (mm)	8,9 ± 1,2	9,2 ± 1,0	0,184
Parede posterior (mm)	8,9 ± 1,2	9,2 ± 0,9	0,106
Fração de ejeção (%)	68,1 ± 5,2	69,7 ± 5,5	0,132
Fração de encurtamento (%)	38,2 ± 4,2	39,4 ± 4,7	0,174
Átrio esquerdo (mm)	34,2 ± 3,5	33,2 ± 3,9	0,195
Aorta (mm)	30,1 ± 3,3	30,1 ± 2,9	0,357

*Os dados foram dispostos como valor médio ± desvio-padrão

VD = ventrículo direito; VE = ventrículo esquerdo.

À análise da contratilidade miocárdica pelo ecocardiograma bidimensional, detectou-se alteração segmentar da contratilidade em sete pacientes (9%), todos do grupo dos chagásicos. Em três indivíduos, encontrou-se acinesia apical (lesão apical) e, em quatro,

hipocinesia do segmento basal da parede inferior, sendo que um deles também apresentava déficit da contratilidade na parede inferolateral. Entretanto, a contratilidade global estava preservada, com função sistólica normal.

Os exames foram revistos por um segundo observador, para se confirmar a alteração segmentar à análise subjetiva da contratilidade. Ocorreu apenas um caso de discordância, que foi resolvido por consenso entre os dois examinadores.

As valvas apresentavam características morfológicas e funcionais normais, com regurgitação tricúspide leve em 80 pacientes (69%), de forma semelhante entre casos e controles. A pressão sistólica estimada na artéria pulmonar foi de 24 ± 3 mmHg. Dessa forma, exceto pelas discretas alterações da contratilidade segmentar verificadas, o ecocardiograma encontrava-se normal na maioria dos pacientes.

Em relação ao grupo-controle, o ecocardiograma convencional confirmou a ausência de comprometimento morfofuncional cardíaco, não se encontrando qualquer alteração que justificasse a exclusão no estudo.

5.2.2 Análise da função diastólica

Foram empregados vários parâmetros ecocardiográficos para avaliação da função diastólica do ventrículo esquerdo, incluindo medidas ao Doppler tecidual. Os dados da função diastólica estão dispostos na TAB. 3.

Todos os parâmetros empregados para avaliação da função diastólica foram semelhantes entre os grupos. Da mesma forma, não houve diferença no tempo de ativação sistólico (tempo medido do início do QRS ao início da onda S do Doppler tecidual) do ventrículo esquerdo entre os grupos.

Baseando-se na análise da função diastólica a partir do fluxo mitral, 21 indivíduos (18%) foram classificados como tendo grau I de disfunção diastólica, se se considerar apenas o parâmetro relação E/A < 1 , porém sem diferença entre os grupos ($p = 0,082$). Ao avaliar-se a função diastólica pela medida da onda E' da parede lateral, conforme recomendações das

Diretrizes Americanas de Ecocardiografia, 32 indivíduos chagásicos (48%) e 17 controles (53%) apresentavam grau I de disfunção diastólica, também sem diferença entre casos e controles ($p=0,388$). Também a relação E/e' média, utilizada para estimar as pressões de enchimento ventriculares, encontrava-se normal, semelhante entre chagásicos e controles ($p=0,204$).

TABELA 3

Comparação dos parâmetros de função diastólica entre os 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente e os 38 indivíduos saudáveis

Parâmetros*		Casos	Controles	Valor de p
Fluxo mitral	Onda E (cm/s)	72,4 ± 18,3	75,9 ± 25,6	0,404
	Onda A (cm/s)	57,1 ± 18,5	53,3 ± 17,9	0,312
	TD (ms)	197,4 ± 31,0	196,8 ± 36,3	0,935
	Relação E/A	1,4 ± 0,6	1,5 ± 0,6	0,301
Doppler tecdial septal	S (cm/s)	5,8 ± 0,9	6,1 ± 1,3	0,205
	E' (cm/s)	7,5 ± 2,0	8,2 ± 2,3	0,087
	A' (cm/s)	6,6 ± 1,4	6,8 ± 1,4	0,533
	TAV (ms)	72,3 ± 30,2	62,1 ± 23,4	0,072
Doppler tecdial lateral	S (cm/s)	6,7 ± 1,6	7,6 ± 2,4	0,052
	E' (cm/s)	9,8 ± 2,8	10,6 ± 2,7	0,195
	A' (cm/s)	6,2 ± 1,8	6,5 ± 2,3	0,587
	TAV (ms)	74,8 ± 38,2	61,7 ± 29,8	0,095
Relação E/E' média (septal-lateral)		8,1 ± 2,9	8,8 ± 2,3	0,204

*Os dados foram dispostos como valor médio ± desvio-padrão.

A' = velocidade máxima da onda diastólica final; E' = velocidade máxima da onda diastólica inicial; S = velocidade máxima da onda sistólica; TAV = tempo de ativação sistólica; TD = tempo de desaceleração da onda E; ms = milissegundo.

5.2.3 Avaliação da função ventricular direita

A função ventricular direita foi avaliada por meio de vários parâmetros ecocardiográficos, desde sua medida ao modo M até o *strain* bidimensional. Os dados da análise da função ventricular direita estão mostrados na TAB. 4.

A função global do ventrículo direito foi definida pela análise qualitativa de sua contratilidade em diversos cortes ecocardiográficos, comparando-a à contratilidade ventricular esquerda. O ventrículo direito apresentava-se com dimensões normais e contratilidade preservada em todos os cortes ecocardiográficos avaliados. A medida do ventrículo direito realizada ao modo M foi maior nos pacientes chagásicos, mas dentro dos limites da normalidade. Ao Doppler tecidual, apenas o tempo de ativação sistólico encontrava-se maior nos indivíduos chagásicos em relação aos controles. Todos os demais parâmetros foram semelhantes entre os casos e controles, incluindo a onda sistólica.

TABELA 4

Comparação dos parâmetros de função ventricular direita entre os 78 pacientes chagásicos sem cardiopatia aparente e os 38 indivíduos saudáveis

Parâmetros*	Casos	Controles	Valor de p
Diâmetro diastólico do VD (mm)	19,4 ± 4,8	17,5 ± 4,6	0,041
E' (cm/s)	9,0 ± 2,0	10,0 ± 2,6	0,043
A' (cm/s)	10,8 ± 2,8	10,7 ± 2,1	0,954
S (cm/s)	10,1 ± 1,4	9,9 ± 1,5	0,906
Relação E'/A' (cm/s)	0,9 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,327
Tempo de ativação sistólico (ms)	93,2 ± 25,9	78,8 ± 21,6	0,004
Regurgitação tricúspide leve	55 (70)	25 (69)	0,519
Pressão arterial pulmonar (mmHg) [†]	24,1 ± 3,9	24,3 ± 3,3	0,762

*Os dados foram tabulados como número e percentagem ou valor médio ± desvio-padrão.

[†]: A pressão sistólica na artéria pulmonar foi calculada em 80 indivíduos (69%) da população estudada.

5.3 Medidas do *strain* bidimensional

As medidas do *strain* bidimensional foram obtidas nas imagens pós-processadas, utilizando-se o *software* echopac. Entre as imagens arquivadas, houve dificuldade técnica para se obter o *strain* em 17 exames (15% da amostra). Assim, 68 casos e 31 controles foram selecionados para a análise final do *strain*. Em seis controles (16%) e em 10 casos (13%) não foi possível obter as medidas do *strain*. As medidas dos diferentes tipos de *strain* do ventrículo esquerdo estão dispostas nas TAB. 5, 6 e 7.

5.3.1 Strain radial

A avaliação do *strain* bidimensional radial ressaltou diferença entre os grupos quanto à contratilidade segmentar, sendo menor nos pacientes chagásicos, nos segmentos basal da parede anterior, basal da parede inferior, basal da parede posterior e segmentos basal e medial da parede septal (TAB. 5).

TABELA 5

Comparação entre as medidas do *strain* bidimensional radial em 18 segmentos do ventrículo esquerdo e a média de cada parede ventricular nos grupos chagásico e controle

Paredes*		Casos	Controles	Valor de p
Anterosseptal (%)	Basal [†]	35,9 ± 13,7	43,6 ± 21,0	0,075
	Medial [†]	40,2 ± 12,6	48,2 ± 19,6	0,062
	Apical [†]	34,1 ± 17,4	38,2 ± 19,9	0,321
	Média [†]	36,8 ± 10,2	43,3 ± 15,3	0,042
Anterior (%)	Basal [†]	39,6 ± 16,1	47,9 ± 21,0	0,043
	Medial	45,1 ± 14,6	51,1 ± 20,4	0,179
	Apical	35,2 ± 17,3	38,7 ± 19,6	0,354
	Média [†]	40,4 ± 11,7	46,0 ± 14,9	0,092
Lateral (%)	Basal [†]	45,7 ± 17,2	56,9 ± 22,7	0,055
	Medial	51,6 ± 18,2	53,4 ± 21,1	0,768
	Apical	38,0 ± 19,1	40,6 ± 18,8	0,397
	Média [†]	45,6 ± 13,7	49,8 ± 15,6	0,272
Posterior (%)	Basal [†]	49,8 ± 18,1	64,5 ± 24,3	0,011
	Medial	55,1 ± 19,8	60,4 ± 24,0	0,399
	Apical [†]	39,1 ± 19,6	42,7 ± 19,9	0,351
	Média [†]	47,9 ± 13,9	55,9 ± 19,2	0,045
Inferior (%)	Basal [†]	47,5 ± 19,1	59,9 ± 22,7	0,012
	Medial	53,6 ± 19,2	59,1 ± 23,9	0,480
	Apical [†]	40,5 ± 19,0	44,3 ± 20,9	0,455
	Média [†]	47,2 ± 13,7	54,7 ± 18,1	0,036
Septal (%)	Basal	40,5 ± 16,0	50,3 ± 20,8	0,028
	Medial	45,5 ± 15,9	55,0 ± 22,1	0,042
	Apical	37,3 ± 19,6	41,1 ± 19,8	0,307
	Média [†]	41,1 ± 13,1	49,2 ± 16,1	0,007
<i>Strain</i> radial global (%)		43,2 ± 11,5	50,1 ± 15,2	0,043

*Os dados foram tabulados como valor médio ± desvio-padrão.

†: Distribuição não-normal, sendo empregado o teste de Mann-Whitney

Quando se avaliou a média do *strain* radial dos três segmentos de cada parede do ventrículo esquerdo, registrou-se que as paredes inferior, posterior, septal e anteroseptal apresentavam redução da contratilidade nos pacientes chagásicos em relação aos controles.

5.3.2 *Strain* longitudinal

As medidas do *strain* bidimensional longitudinal do ventrículo esquerdo estão dispostas na TAB. 6. Apurou-se diferença nas medidas do *strain* bidimensional longitudinal nos segmentos basal tanto da parede inferior quanto da parede septal. Também o segmento apical da parede posterior foi menor nos pacientes chagásicos. A parede septal do ventrículo esquerdo, nesses pacientes, foi a única com a média de seus três segmentos reduzida em relação aos controles ($p = 0,016$). Não houve diferença em relação às paredes anterior, anteroseptal e lateral das medidas do *strain*.

Nos pacientes com alteração segmentar da contratilidade o *strain* global longitudinal foi menor comparando-se com os indivíduos com contratilidade normal ($p = 0,018$).

TABELA 6

Comparação entre as medidas do *strain* bidimensional longitudinal em 18 segmentos do ventrículo esquerdo e a média de cada parede ventricular nos grupos chagásico e controle

Paredes*		Chagásicos	Controles	Valor de p
Anterosseptal (%)	Basal	18,9 ± 4,0	18,7 ± 3,6	0,816
	Medial†	20,4 ± 3,6	20,7 ± 3,4	0,689
	Apical	20,3 ± 5,0	22,0 ± 5,5	0,126
	Média†	19,9 ± 3,6	20,4 ± 3,4	0,523
Anterior (%)	Basal†	20,5 ± 4,6	20,5 ± 4,5	0,954
	Medial†	20,5 ± 4,1	20,8 ± 4,5	0,788
	Apical†	19,9 ± 6,0	20,6 ± 5,3	0,598
	Média†	20,3 ± 3,7	20,5 ± 3,6	0,803
Lateral (%)	Basal	20,6 ± 3,4	20,6 ± 3,7	0,952
	Medial	19,6 ± 3,7	20,3 ± 3,2	0,324
	Apical	18,3 ± 4,8	19,5 ± 4,4	0,222
	Média	19,5 ± 2,9	20,2 ± 2,4	0,271
Posterior (%)	Basal†	19,5 ± 4,6	19,2 ± 4,5	0,790
	Medial†	19,9 ± 3,3	20,3 ± 3,1	0,551
	Apical	19,7 ± 4,1	22,1 ± 4,4	0,011
	Média†	19,7 ± 3,1	20,6 ± 2,6	0,168
Inferior (%)	Basal†	19,3 ± 3,3	21,0 ± 2,7	0,013
	Medial†	20,5 ± 4,0	21,8 ± 2,8	0,058
	Apical	22,6 ± 5,1	23,3 ± 3,8	0,498
	Média	20,8 ± 3,7	22,0 ± 2,6	0,104
Septal (%)	Basal	15,3 ± 3,0	17,8 ± 3,8	0,001
	Medial	18,5 ± 3,3	19,8 ± 2,3	0,055
	Apical	21,1 ± 3,9	22,0 ± 3,8	0,283
	Média	18,3 ± 2,3	19,8 ± 2,4	0,016
<i>Strain</i> longitudinal global (%)		19,7 ± 2,4	20,5 ± 1,9	0,118

*Os dados foram tabulados como valor médio ± desvio-padrão.

†: Distribuição não-normal, sendo empregado o teste de Mann-Whitney

O segmento basal da parede inferior apresentou redução tanto do *strain* radial (GRÁF. 1) quanto do *strain* longitudinal (GRÁF. 2) nos pacientes chagásicos em relação aos controles.

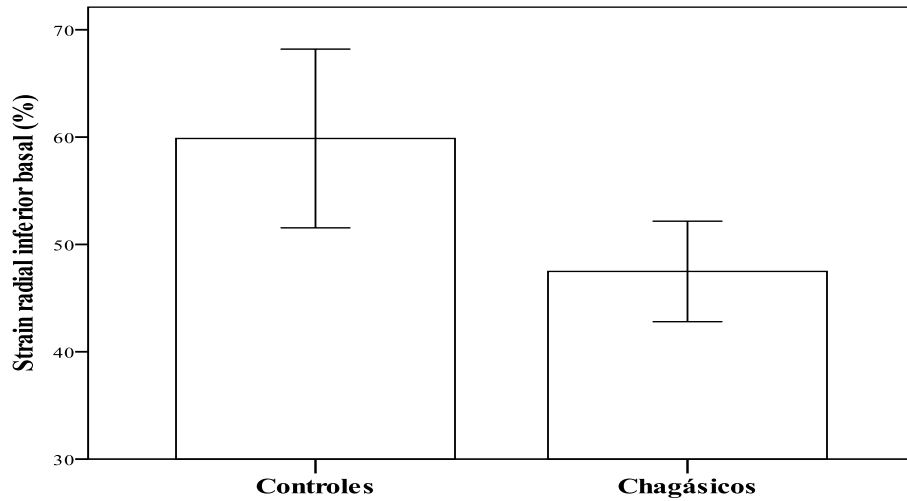


GRÁFICO 1 - Medida do *strain* radial do segmento basal da parede inferior nos casos e controles.

Constatou-se evidente redução do *strain* no segmento basal nos pacientes chagásicos em relação aos controles.

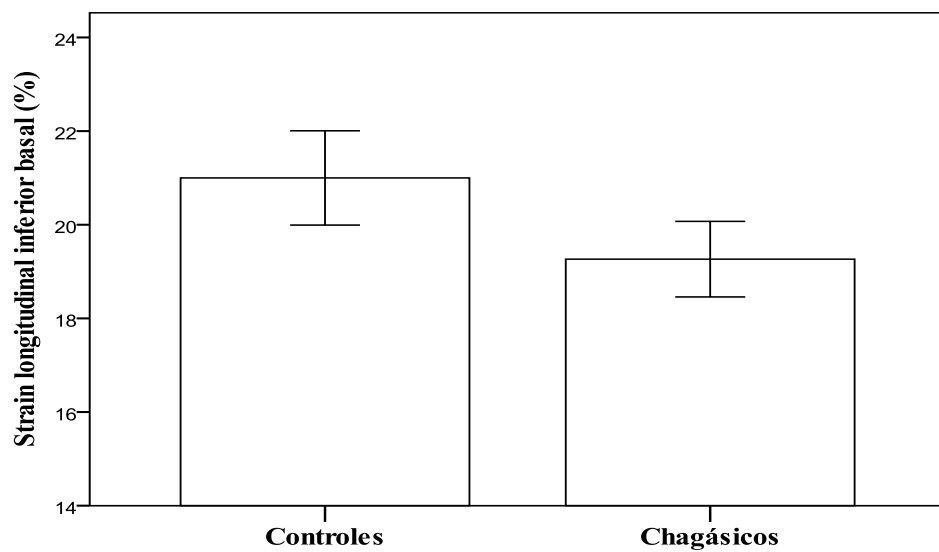


GRÁFICO 2 - Medida do *strain* longitudinal do segmento basal da parede inferior nos casos e controles.

Semelhantemente ao que ocorreu com o *strain* radial, obteve-se redução do *strain* nesse segmento nos chagásicos em relação aos controles.

5.3.3 *Strain* circunferencial

O *strain* bidimensional circunferencial foi obtido nos mesmos cortes do *strain* radial. Os dados do *strain* circunferencial estão dispostos na TAB. 7. Em relação a esse tipo de *strain*, apenas o segmento basal da parede anterior encontrou-se reduzido nos pacientes chagásicos em relação aos controles.

TABELA 7

Comparação entre as medidas do *strain* bidimensional circunferencial em 18 segmentos do ventrículo esquerdo e a média de cada parede ventricular nos grupos chagásico e controle

Paredes*		Casos	Controles	Valor de p
Anterosseptal (%)	Basal	22,2 ± 5,3	24,2 ± 6,9	0,121
	Medial	22,0 ± 6,1	23,5 ± 6,0	0,275
	Apical	23,7 ± 11,3	20,8 ± 7,1	0,204
	Média	22,6 ± 5,6	22,8 ± 5,0	0,856
Anterior (%)	Basal	14,2 ± 5,2	16,8 ± 6,0	0,033
	Medial	16,8 ± 5,6	17,9 ± 6,7	0,412
	Apical	22,8 ± 11,3	19,7 ± 8,7	0,193
	Média	18,2 ± 6,2	18,1 ± 4,6	0,943
Lateral (%)	Basal†	8,1 ± 4,9	9,0 ± 6,0	0,424
	Medial†	9,5 ± 6,7	10,1 ± 6,7	0,701
	Apical	19,6 ± 8,1	17,6 ± 8,1	0,279
	Média	12,6 ± 4,9	12,8 ± 5,9	0,873
Posterior (%)	Basal†	8,7 ± 5,7	8,8 ± 6,8	0,746
	Medial†	8,2 ± 6,5	8,8 ± 5,9	0,488
	Apical	19,8 ± 8,7	19,2 ± 8,4	0,769
	Média	12,3 ± 5,2	12,5 ± 4,5	0,846
Inferior (%)	Basal	15,0 ± 6,6	15,5 ± 5,6	0,709
	Medial	15,5 ± 5,2	16,1 ± 4,7	0,612
	Apical	21,7 ± 6,9	22,3 ± 6,1	0,690
	Média	17,5 ± 4,9	17,9 ± 3,7	0,670
Septal (%)	Basal	23,9 ± 5,6	26,1 ± 5,6	0,068
	Medial	24,1 ± 5,6	25,9 ± 4,9	0,127
	Apical	23,2 ± 7,2	23,3 ± 6,6	0,983
	Média	23,7 ± 5,3	25,1 ± 4,5	0,234
<i>Strain</i> circunferencial global (%)		17,8 ± 3,7	18,3 ± 3,1	0,327

*Os dados foram tabulados como valor médio ± desvio-padrão.

†: Distribuição não-normal, sendo empregado o teste de Mann-Whitney

5.3.4 *Strain* bidimensional do ventrículo direito

Para se aferir o *strain* bidimensional do ventrículo direito utilizou-se o *strain* longitudinal, no corte apical de quatro câmaras. Como demonstrado na TAB. 8, não houve diferença em relação à contratilidade segmentar ou global do ventrículo direito, entre os pacientes chagásicos e os controles.

TABELA 8
Comparação entre as medidas do *strain* bidimensional do ventrículo direito nos grupos chagásico e controle

Paredes*		Chagásicos	Controles	Valor de p
Septal (%)	Basal	17,7 ± 5,0	18,2 ± 3,7	0,665
	Medial	17,4 ± 4,8	18,1 ± 5,2	0,480
	Apical	17,4 ± 5,8	19,7 ± 8,3	0,114
Lateral (%)	Basal	27,7 ± 7,3	27,4 ± 7,0	0,857
	Medial	29,4 ± 6,0	29,6 ± 4,4	0,919
	Apical	25,1 ± 6,9	25,9 ± 8,2	0,626
<i>Strain</i> global do ventrículo direito (%)		22,3 ± 3,2	23,1 ± 3,2	0,250

*Os dados foram tabulados como valor médio ± desvio-padrão.

5.3.5 Análise do desempenho ventricular esquerdo por meio do *strain*

Para se avaliar a correlação dos índices de desempenho sistólico do ventrículo esquerdo com o *strain*, utilizou-se o *strain* global longitudinal. Todos os parâmetros de função sistólica empregados no presente estudo correlacionaram-se com o *strain* global (TAB. 9). Como esperado, os diâmetros ventriculares apresentaram correlação negativa com o *strain*.

TABELA 9
Correlação entre índices de função sistólica do ventrículo esquerdo
e o *strain* longitudinal global

Índices de função sistólica	r	Valor de p
Fração de ejeção (%)	0,21	0,018
Fração de encurtamento (%)	0,20	0,022
Diâmetro diastólico do VE (mm)	- 0,22	0,015
Diâmetro sistólico do VE (mm)	- 0,28	0,003
Onda S septal (cm/s)	0,28	0,003
Onda S lateral (cm/s)	0,22	0,014

5.3.6 Análise da variabilidade intra e interobservador

Foram sorteados aleatoriamente 10 indivíduos da amostra total para se aferir a variabilidade intra e interobservador. Para se estimar a variabilidade, calculou-se a média das medidas dos três segmentos de cada parede do ventrículo esquerdo. Os dados estão dispostos nas TAB. 10 e 11.

TABELA 10

Análise da variabilidade intraobservador das medidas do *strain* radial, circunferencial e longitudinal de cada parede do ventrículo esquerdo

Modalidades do <i>strain</i>		Medida 1	Medida 2	CV (%)
Radial (%)	Anterosseptal	40,6 ± 11,1	37,7 ± 12,5	18,10
	Anterior	48,5 ± 14,3	42,2 ± 10,9	25,71
	Lateral	57,5 ± 16,1	50,9 ± 12,5	29,61
	Posterior	61,2 ± 16,4	57,5 ± 16,2	20,58
	Inferior	56,3 ± 14,1	57,7 ± 18,9	14,03
	Septal	47,0 ± 11,1	47,2 ± 13,4	14,02
Circunferencial (%)	Anterosseptal	21,3 ± 4,1	22,2 ± 3,3	15,99
	Anterior	15,5 ± 3,2	16,3 ± 3,9	16,97
	Lateral	8,9 ± 4,1	8,6 ± 4,0	31,34
	Posterior	8,8 ± 3,3	8,8 ± 4,6	76,35
	Inferior	17,2 ± 3,4	14,8 ± 3,5	40,61
	Septal	24,1 ± 3,8	24,1 ± 3,9	14,99
Longitudinal (%)	Anterosseptal	19,6 ± 4,1	18,6 ± 4,1	13,21
	Anterior	19,6 ± 2,5	20,9 ± 1,8	12,05
	Lateral	19,5 ± 3,5	20,4 ± 3,2	16,56
	Posterior	20,1 ± 2,8	19,9 ± 2,8	9,60
	Inferior	19,4 ± 3,8	19,6 ± 3,8	8,42
	Septal	18,9 ± 2,3	18,2 ± 2,7	11,88

* Os dados foram tabulados como valor médio ± desvio-padrão.

CV= coeficiente de variação.

TABELA 11

Análise da variabilidade interobservador das medidas do *strain* radial, circunferencial e longitudinal de cada parede do ventrículo esquerdo

Modalidades do <i>strain</i>		Examinador 1	Examinador 2	CV (%)
Radial (%)	Anterosseptal	40,6 ± 11,1	45,9 ± 12,1	18,47
	Anterior	48,5 ± 14,3	48,3 ± 12,5	17,45
	Lateral	57,5 ± 16,1	53,4 ± 12,4	23,28
	Posterior	61,2 ± 16,4	60,9 ± 11,2	14,94
	Inferior	56,3 ± 14,1	64,2 ± 12,1	19,63
	Septal	47,0 ± 11,1	50,2 ± 11,4	20,79
Circunferencial (%)	Anterosseptal	21,3 ± 4,1	25,4 ± 4,7	13,44
	Anterior	15,5 ± 3,2	18,2 ± 4,2	30,70
	Lateral	8,9 ± 4,1	10,1 ± 5,7	22,14
	Posterior	8,8 ± 3,3	9,9 ± 5,4	53,62
	Inferior	17,2 ± 3,4	14,8 ± 3,9	43,26
	Septal	24,1 ± 3,8	27,1 ± 4,1	19,98
Longitudinal (%)	Anterosseptal	19,6 ± 4,1	19,7 ± 3,7	18,49
	Anterior	19,6 ± 2,5	19,6 ± 2,5	15,96
	Lateral	19,5 ± 3,5	19,4 ± 3,5	18,41
	Posterior	20,1 ± 2,8	20,1 ± 2,7	4,63
	Inferior	19,4 ± 3,8	20,1 ± 2,9	5,80
	Septal	18,9 ± 2,3	17,5 ± 2,4	17,30

* Os dados foram tabulados como valor médio ± desvio-padrão.

CV= coeficiente de variação.

6 DISCUSSÃO

Na população estudada, composta de indivíduos chagásicos sem cardiopatia aparente, a contratilidade miocárdica avaliada pelo *strain* bidimensional foi menor, comparando-se a um grupo-controle com idade e sexo semelhantes. O *strain* bidimensional correlacionou-se com medidas padronizadas de função sistólica ventricular esquerda, com aceitável variabilidade intra e interobservador. Todos os parâmetros ecocardiográficos convencionais foram semelhantes entre os grupos, com exceção de algumas variáveis empregadas para estudo da função ventricular direita.

6.1 Análise da contratilidade ventricular

A avaliação da contratilidade segmentar pelo ecocardiograma convencional constitui um desafio e requer treinamento específico. A análise qualitativa do grau de espessamento endocárdico e da mobilidade das paredes ventriculares apresenta caráter subjetivo, sujeita à ampla variabilidade, de acordo com a experiência do examinador. Dessa forma, medidas quantitativas da contratilidade miocárdica seriam indicadas para garantir análise mais fidedigna, reduzindo o viés do observador.

A alteração segmentar da contratilidade miocárdica representa um dos aspectos mais interessantes relacionados com o acometimento cardíaco na doença de Chagas. O envolvimento segmentar pode ser encontrado em cerca de 10-20% dos pacientes na forma indeterminada e quase que universalmente naqueles com cardiopatia avançada. A detecção de alteração segmentar identifica os indivíduos chagásicos que podem evoluir com piora progressiva da função sistólica ventricular esquerda (PAZIN-FILHO *et al.*, 2006). Os segmentos predominantemente envolvidos são a parede ínfero-posterior do ventrículo esquerdo e o ápex.

De fato, no presente estudo, envolvimento segmentar ocorreu em 9% dos casos, com predomínio do segmento basal da parede inferior. Friedman *et al.* (1980) acompanharam 20 pacientes na forma indeterminada submetidos ao ecocardiograma modo M e

comparados com 30 indivíduos com sorologias negativas. Concluíram que aqueles com sorologia positiva tinham aumento de diâmetros e volumes diastólicos e sistólicos do ventrículo esquerdo, aumento da massa e diminuição da velocidade média de contração da parede posterior e a mobilidade do septo interventricular não mostrava diferença significativa entre os grupos.

Para Ortiz *et al.* (1987), ao ecocardiograma bidimensional o desempenho ventricular esquerdo global era normal; mas, entre 30 pacientes na forma indeterminada, 26% tinham comprometimento da contratilidade regional, principalmente na região póstero-apical do ventrículo esquerdo. Essa alteração era semelhante à que pode ser encontrada em outras formas da doença, porém muito menos intensa.

Ao avaliar 505 pacientes chagásicos com ECG e radiografia de tórax normais, Viotti *et al.* (2004) registraram alteração segmentar em 13% deles, predominantemente nos segmentos apical e posterior do ventrículo esquerdo. Assim, na presente pesquisa, incluindo pacientes com função ventricular normal, a frequência do distúrbio regional da contratilidade foi mais baixa que a documentada em estudos anteriores. O fato de o observador desconhecer o resultado da sorologia para *T. cruzi* assegurou imparcialidade na avaliação da contratilidade segmentar. O aparelho de ecocardiografia foi moderno, com vários recursos técnicos para melhor visibilização do endocárdio ventricular, tornando-se possível identificar com mais acurácia as alterações segmentares da contratilidade, quando presentes.

Estudo multicêntrico foi realizado por Blondheim *et al.* (2010) para determinar a confiabilidade da análise visual da contratilidade segmentar e global do ventrículo esquerdo na era atual. A confiabilidade das determinações visuais da contratilidade segmentar e global foi calculada a partir de avaliações feitas por 12 ecocardiografistas experientes em 105 ecocardiogramas gravados, usando equipamento ecocardiográfico contemporâneo. Foram repetidos 10 estudos de forma independente para determinar a confiabilidade intraobservador. Pacientes com ampla variedade de doenças cardíacas foram incluídos para assegurar a diversidade de alterações.

A confiabilidade interobservador para a diferenciação visual entre segmentos normais, hipocinéticas e acinético teve coeficiente de correlação intraclasse de 0,70. O coeficiente

de correlação intraclasse para a dicotomização em segmentos normais e outros anormais foi de 0,63; para os escores hipocinéticos *versus* outros foi de 0,26; e para os escores acinéticos *versus* outros foi de 0,58. Valores semelhantes foram obtidos para a confiabilidade intraobservador. Os autores concluíram que entre os ecocardiografistas experientes, usando equipamentos modernos, a confiabilidade interobservador e intraobservador foi razoável para a quantificação visual de segmentos normais e acinéticos, porém ruim para hipocinéticos. Concordante com essa investigação, na doença de Chagas as alterações da contratilidade segmentar descritas são predominantemente hipocinesias, o que justifica a ampla variação na prevalência desse achado de acordo com as pesquisas publicadas.

O aneurisma apical representa uma lesão característica na doença de Chagas, com ampla variação em sua prevalência, de acordo com a população estudada e o método empregado (BARBOSA, 2010; NUNES; BARBOSA; ROCHA, 2005). O conceito de lesão apical pode ser considerado de forma mais ampla, abrangendo alterações segmentares como a hipocinesia e a acinesia, ou de forma mais restrita, compreendendo apenas o aneurisma vorticilar (ACQUATELLA, 2007). Xavier *et al.* (2005) acompanharam 1053 pacientes chagásicos e detectaram, ao ecocardiograma convencional, uma prevalência de aneurisma ventricular de 14%, sendo de apenas 2% naqueles pacientes com ECG normal. Barbosa (2010), avaliando 296 pacientes na fase crônica da doença de Chagas, informou lesão apical em 69 pacientes (23%), destacando-se 9% dos casos na forma indeterminada. No presente estudo, a prevalência de lesão apical foi mais baixa (4%), com concordância entre dois examinadores.

6.1.1 *Strain* bidimensional (*Speckle tracking*)

A deformação regional do miocárdio ou *strain* é parâmetro extremamente útil na avaliação da função ventricular regional e global. O *strain* bidimensional é técnica recente que consiste na marcação e acompanhamento das bandas, que são marcadores acústicos naturais, existentes no miocárdio da imagem produzida pelo ultrassom ao longo do ciclo cardíaco. Na cardiopatia chagásica, o *strain* detecta precocemente alterações da contratilidade segmentar não obtidas ao ecocardiograma convencional, podendo identificar pacientes com potencial evolutivo da doença. Neste trabalho demonstrou-se que o *strain*

bidimensional foi capaz de detectar alterações contráteis imperceptíveis pela análise subjetiva da contratilidade miocárdica. Além disso, quando os indivíduos foram estratificados conforme a presença de alteração segmentar, o *strain* longitudinal reduzido no segmento hipocinético corroborou os achados de alteração segmentar ao bidimensional. O *strain* radial foi a modalidade na qual os chagásicos apresentaram mais alto número de segmentos acometidos em relação aos controles. Os segmentos basais da parede anterior, inferior, posterior e septal, assim como o segmento medial da parede septal, mostraram redução da contratilidade. Ao analisar a contratilidade de cada parede do ventrículo esquerdo a partir da média da medida dos três segmentos (basal, medial e apical), percebeu-se que as paredes inferior, posterior, septal e anteroseptal tinham redução global da contratilidade. Silva *et al.* (2005) referiram alteração apenas no segmento medial da parede posterior do ventrículo esquerdo, comparando sete chagásicos na forma indeterminada com 20 controles saudáveis, utilizando *strain* derivado do Doppler tecidual.

Ao se avaliar o *strain* longitudinal, houve mais redução contrátil dos segmentos basal da parede inferior e septal e segmento apical da parede posterior nos casos em relação aos controles. Apenas a parede septal dos chagásicos exibiu redução da contratilidade média dos três segmentos em comparação ao grupo-controle. Estudo de Del Castillo *et al.* (2009b) analisando o *strain* bidimensional longitudinal em 40 pacientes na forma indeterminada da doença de Chagas relatou que o *strain* dos segmentos médio e apical da parede ínfero-lateral encontrava-se reduzido em relação ao grupo-controle.

Na avaliação de coronariopatia, Choi *et al.* (2009) reportaram que o pico sistólico do *strain* longitudinal pelo *speckle tracking* pode servir como método sensível de triagem para doença arterial coronariana grave (tronco de coronária esquerda ou triarterial) na ausência de alterações da contratilidade em repouso. Leitman *et al.* (2004) enfatizaram que a maior diferença entre o miocárdio normal e o isquêmico era o menor pico sistólico do *strain* nos segmentos hipocinéticos.

Nakai *et al.* (2009) avaliaram 60 pacientes diabéticos, assintomáticos, com fração de ejeção normal, comparando-os com 25 indivíduos saudáveis. Foi realizado *strain* bidimensional radial, longitudinal e longitudinal. O *strain* longitudinal basal, medial e apical, assim como o radial basal e o circunferencial apical, estava reduzido em relação aos controles, compatível com anormalidades subclínicas nos diabéticos. Também Ernande *et*

al. (2010), analisando 114 pacientes diabéticos, pareados por idade, sexo e massa corporal aos controles, notificaram significativa redução nos valores de *strain* radial e longitudinal pelo *speckle tracking*, embora os parâmetros convencionais, como fração de ejeção, estivessem dentro dos limites da normalidade.

O *strain* pode ser empregado na diferenciação entre cardiomiopatia hipertrófica e o coração do atleta. Richard *et al.* (2007), comparando deformação miocárdica regional e global em jogadores de futebol profissional, portadores de miocardiopatia hipertrófica e controles saudáveis, sugeriram que o *strain* bidimensional pode ser método altamente reprodutível para a diferenciação entre hipertrofia “fisiológica” e patológica.

Os segmentos que apresentaram redução do *strain* localizavam-se nas mesmas paredes descritas como mais comuns das alterações segmentares na doença de Chagas. Esta pesquisa reforça que as paredes inferior, posterior e septal são as mais acometidas nos pacientes chagásicos, mesmo sem cardiopatia aparente. Em 2005, a Sociedade Americana de Ecocardiografia estabeleceu normas para a análise segmentar da contratilidade ao bidimensional; e a parede previamente chamada de “posterior” passou a ser designada de “infero-lateral” (LANG *et al.*, 2005). Assim, as paredes mais acometidas permanecem as mesmas, a despeito da mudança na nomenclatura.

Dados obtidos do *strain* longitudinal têm mostrado maior reprodutibilidade que dados do *strain* radial (CHO *et al.*, 2006), assim como encontrado em nosso estudo.

Finalizando, as informações extraídas do presente estudo mostram a importância dessa nova técnica de quantificação da função contrátil do miocárdio que, seguramente, pode identificar sutilezas não evidenciadas à análise visual.

6.2 Análise da função diastólica

Estudos prévios salientaram anormalidade precoce do relaxamento ventricular esquerdo em pacientes chagásicos (BARROS *et al.*, 2001a; CAEIRO *et al.*, 1985; MARTINEZ FILHO *et al.*, 1986). O acúmulo de fibras do colágeno intersticial na cardiopatia chagásica pode, inicialmente, determinar alterações no relaxamento ventricular e, progressivamente,

reduzir a complacência miocárdica e causar aumento da pressão atrial esquerda. A disfunção diastólica causa estiramento dos miócitos, levando ao remodelamento ventricular e intensa ativação neuro-hormonal (BARBOSA *et al.*, 2007). Esses fatores contribuem para a evolução desfavorável da cardiopatia. Assim, apesar de descrita como uma alteração precoce, publicações atuais demonstraram que, na verdade, a disfunção diastólica constitui um importante marcador de gravidade da doença (NUNES *et al.*, 2009; 2010). De fato, na presente avaliação de chagásicos sem cardiopatia aparente, não foi encontrada maior prevalência de disfunção diastólica em relação ao grupo-controle.

Os parâmetros ecocardiográficos convencionais para análise da função diastólica apresentam limitações, sofrendo influência das condições de carga ventricular e da frequência cardíaca. Semelhante aos levantamentos anteriores, no presente estudo, analisando apenas os índices tradicionais de função diastólica - como o fluxo mitral -, 21 indivíduos (19%) apresentavam disfunção diastólica com relação $E/A < 1$, porém sem diferença entre os grupos. Conforme as Diretrizes Americanas de Ecocardiografia (NAGUEH *et al.*, 2009), a onda E' lateral também foi utilizada para classificar a diástole. Considerando alterada onda E' lateral < 10 , 49 indivíduos (42%) foram classificados como grau I de disfunção diastólica, dos quais 32 eram chagásicos (41%), porém sem diferença em relação aos controles. Portanto, apesar da alta frequência de alterações dos parâmetros de disfunção diastólica na população estudada, não houve predomínio de disfunção diastólica nos chagásicos, utilizando tanto técnica tradicional como a relação E/A do fluxo mitral, quanto aplicando Doppler tecidual da parede lateral do ventrículo esquerdo.

Vale lembrar que a técnica Doppler tecidual utilizada foi a colorida (*Color Tissue Doppler*), disponível em *software* de pós-processamento, e não a espectral (*Spectral Tissue Doppler*), disponível em ecocardiógrafos convencionais. Sabe-se que o Doppler tecidual colorido subestima os valores de velocidades miocárdicas (TARTIÉ'RE *et al.*, 2007), podendo explicar o elevado número de indivíduos classificados como tendo disfunção diastólica. Entretanto, para não superestimar a disfunção diastólica em nosso estudo, selecionou-se um grupo-controle com as mesmas características demográficas, clínicas e ecocardiográficas dos casos. Assim, as medidas das velocidades ao Doppler tecidual foram semelhantes entre os grupos.

Vários autores demonstraram melhor avaliação das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo com o emprego do Doppler tecidual. Recentemente, a relação entre a onda E do fluxo mitral (E) e a onda protodiastólica do anel mitral ao Doppler tecidual (e') foi proposta e validada como um índice das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo (OMMEN *et al.*, 2000). Com o Doppler tecidual, Barros *et al.* (2004) caracterizaram os diversos padrões de enchimento ventricular na doença de Chagas e verificaram correlação entre pressões de enchimento elevadas e disfunção sistólica na quase totalidade dos pacientes estudados. Como seria esperado, na presente pesquisa, adotando-se a relação E/e' média, ou seja, velocidade da onda E dividida pela média aritmética entre as velocidades da onda E' septal e onda E' lateral, não se constatou diferença entre os grupos. Isso reafirma o conceito de que a disfunção sistólica constitui o principal determinante da elevação das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo na cardiopatia chagásica. Também Nunes *et al.* (2010) evidenciaram que a elevação da relação E/e' correlacionou-se com tradicionais índices de disfunção diastólica, porém foi melhor preditor prognóstico em pacientes com miocardiopatia chagásica. Isso se deve ao fato de a relação E/e' constituir marcador mais acurado das pressões de enchimento.

Concluindo, a função diastólica compreende uma sequência complexa de eventos inter-relacionados. Várias técnicas ao ecocardiograma têm sido empregadas para avaliação não invasiva da função diastólica ventricular esquerda. Na doença de Chagas, observa-se ampla variação da prevalência da disfunção diastólica, de acordo com a população estudada, com o estágio clínico da doença e com o método empregado.

6.3 Função ventricular direita

Vários parâmetros foram aqui empregados para avaliação da função ventricular direita. Entretanto, o exame ecocardiográfico do ventrículo direito apresenta muitas limitações. O formato irregular, trabeculações pronunciadas que comprometem acurado delineamento do endocárdio e a posição anterior, que limita a qualidade da imagem, tornam complexo o estudo da função do ventrículo direito (GREIL *et al.*, 2008).

A disfunção ventricular direita é considerada característica peculiar da doença de Chagas (BARROS *et al.*, 2002; MARIN-NETO *et al.*, 1998). Marin-neto *et al.* (1998) encontraram

disfunção ventricular direita precoce em pacientes chagásicos na forma indeterminada e digestiva da doença de Chagas, sem evidências clínicas ou laboratoriais de envolvimento cardíaco, na comparação com o grupo-controle. A função ventricular direita foi avaliada por angiocardiografia nuclear, método diferente do presente estudo, porém nem todos os parâmetros da função ventricular direita que foram analisados apresentaram diferenças significativas entre os três grupos (dois grupos de chagásicos na forma digestiva e indeterminada e o grupo-controle).

Barros *et al.* (2002), comparando 18 pacientes na forma indeterminada e 12 indivíduos saudáveis, por meio da técnica Doppler tecidual, identificaram envolvimento precoce do ventrículo direito em pacientes na forma indeterminada da doença de Chagas. Contudo, a única variável para a avaliação da função ventricular direita diferente entre os grupos foi o tempo de ativação sistólico de sua parede livre. O tempo de ativação sistólico é a medida de tempo entre o início do complexo QRS do eletrocardiograma até o início da onda S do Doppler tecidual e representa o tempo de contração isovolumétrica de determinada região avaliada, podendo não representar a contratilidade global. Também na presente pesquisa, o tempo de ativação sistólico da parede livre do ventrículo direito mostrou-se aumentado nos chagásicos em relação aos controles. Provavelmente, o tempo de ativação sistólico pode refletir alterações no sistema excito-condutor que ocorre na miocardite chagásica, e não simplesmente contração das fibras miocárdicas (BOGLIOLO *et al.*, 1976). De fato, as dimensões e a análise qualitativa do ventrículo direito ao bidimensional, em diversos cortes ecocardiográficos, encontravam-se normais. Apesar de existirem vários métodos para se aferir a função ventricular direita, na prática clínica a análise qualitativa permanece como método de escolha (RUDSKI *et al.*, 2010).

Este trabalho foi o primeiro a avaliar a função do ventrículo direito pelo *strain* bidimensional. O *strain* do ventrículo direito de chagásicos sem cardiopatia aparente não foi diferente em qualquer segmento analisado, em relação aos controles. O *strain* bidimensional constitui uma nova técnica para determinar a contratilidade regional do ventrículo direito. Diferentemente do Doppler tecidual, o *strain* obtido do “*speckle-tracking*” é de fácil obtenção, ângulo-independente. As imagens devem ter excelente qualidade para adequado delineamento das bordas do endocárdio. Teske *et al.* (2009) demonstraram que o *strain* bidimensional foi superior aos parâmetros ecocardiográficos convencionais no diagnóstico da displasia arritmogênica do ventrículo direito. Em outro

estudo incluindo pacientes com displasia arritmogênica (YOERGER *et al.*, 2005), 79% deles manifestaram anormalidades da contratilidade do ventrículo direito pelo *strain*.

Por outro lado, Nunes *et al.* (2004) verificaram que o desempenho ventricular direito acompanhou a disfunção sistólica do ventrículo esquerdo, não se ressaltando comprometimento isolado ou predominante do ventrículo direito.

Portanto, embora o acometimento ventricular direito tenha sido descrito como alteração precoce na doença de Chagas e apesar de alguns parâmetros ecocardiográficos estarem diferentes em relação aos controles no presente estudo, a análise ecocardiográfica da função do ventrículo direito pode diferir entre os autores, dependendo do parâmetro utilizado. Identificar um índice ecocardiográfico preciso e confiável para a avaliação funcional do ventrículo direito ainda permanece um desafio. O *strain* parecer ser promissor na avaliação da função ventricular direita, mas novos estudos ainda são necessários para melhor validação dessa técnica. A combinação de vários parâmetros utilizados na prática clínica diária, cada um oferecendo parcial informação sobre o estado ventricular, permanece como a estratégia de escolha para avaliar-se a função ventricular direita.

7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

- A análise do *strain* bidimensional não foi realizada em todos os indivíduos que fizeram o ecocardiograma. Para avaliação do *strain*, é necessária boa qualidade da imagem adquirida, ou seja, necessita-se de janela acústica adequada.
- O *strain* bidimensional é tecnologia nova e novos estudos com as implicações clínicas e prognósticas serão necessários.
- Não foi possível verificar qual modalidade de *strain* bidimensional possui mais sensibilidade em detectar as alterações da contratilidade miocárdica.
- Existiu grande variabilidade intra e interobservador do *strain* circunferencial.

8 CONCLUSÕES

- A contratilidade ventricular esquerda mostrou-se reduzida nos pacientes chagásicos em relação aos controles, detectada pela técnica do *strain* bidimensional.
- A prevalência de déficit segmentar da contratilidade em indivíduos chagásicos sem cardiopatia aparente, ao ecocardiograma convencional, foi de 9%.
- Não houve diferença dos parâmetros de função diastólica do ventrículo esquerdo entre os pacientes com doença de Chagas e os indivíduos saudáveis.
- O estudo demonstrou que o *strain* bidimensional foi capaz de detectar alterações contráteis do ventrículo esquerdo, não detectadas ao ecocardiograma convencional.
- Nos pacientes com alteração segmentar da contratilidade o *strain* global longitudinal foi menor, comparando-se com os indivíduos com contratilidade normal.
- O diâmetro do ventrículo direito ao modo-M e o tempo de ativação sistólico foram os únicos parâmetros alterados nos casos em relação aos controles.
- Todos os parâmetros convencionais de função sistólica empregados no presente estudo correlacionaram-se com o *strain* longitudinal global.
- Foram avaliadas as três modalidades do *strain* bidimensional na doença de Chagas sem cardiopatia aparente.
- Houve aceitável variabilidade intra e interobservador dos *strains* radial e longitudinal e grande variabilidade do *strain* circunferencial.

REFERÊNCIAS

- ACQUATELLA, H. Echocardiography in Chagas heart disease. **Circulation**, v. 115, p. 1124–1131, 2007.
- ALCANTARA, M.L. *et al.* Strain 2D como método de avaliação da contratilidade ventricular esquerda. Análise da sua reprodutibilidade na prática diária. **Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc**, v. 23, p. 26-30, 2010.
- AMUNDSEN, B. *et al.* Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking echocardiography. Validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging. **J Am Coll Cardiol**, v. 47, p. 789-793, 2006.
- ARTS, T. *et al.* Relating myocardial laminar architecture to shear strain and muscle fiber orientation. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 280, p. H222-H2229, 2001.
- BALLESTER-RODÉS, M. *et al.* The sequence of regional ventricular motion. **Eur J Cardiothorac Surg**, v. 29S, p. S139-S144, 2006.
- BARBOSA, F.B.L. **Lesão apical e arritmogenicidade na cardiopatia chagásica crônica**. Tese [Mestrado] - Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. 79 p.
- BARBOSA, M.M. *et al.* N-terminal proBNP levels in patients with Chagas disease: A marker of systolic and diastolic dysfunction of the left ventricle. **Eur J Echocardiogr**, v. 8, p. 204-212, 2007.
- BARROS, M.V.L. *et al.* Detection of early right ventricular dysfunction in Chagas disease using Doppler tissue imaging. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 15, p. 1197-1201, 2002.
- BARROS, M.V.L. *et al.* Diastolic function in Chagas' disease: an echo and tissue Doppler imaging study. **Eur J Echocardiography**, v. 5, p. 182-188, 2004.
- BARROS, M.V.L. *et al.* Doppler tissue imaging to evaluate early myocardium damage in patients with undetermined form of Chagas' disease and normal echocardiogram. **Echocardiography**, v. 18, p. 131-6, 2001a.
- BARROS, M.V.L. *et al.* Tissue Doppler imaging in the evaluation of the regional diastolic function in Chagas' disease. **Eur J Echocardiogr**, v. 2, p. 94-99, 2001b.
- BELOHLAVEK, M. *et al.* Real-time strain rate echocardiographic imaging: temporal and spatial analysis of postsystolic compression in acutely ischemic myocardium. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 14, p. 360-369, 2001.
- BERN, C.; MONTGOMERY, S.P. An estimate of the burden of Chagas disease in the United States. **Clin Infect Dis**, v. 49, p. e52–e54, 2009.
- BLESSBERGER H.; BINDER T. Two dimensional speckle tracking echocardiography: basic principles. **Heart**. v. 96, p. 716-722, 2010.

BLONDHEIM, D.S. *et al.* Reliability of visual assessment of global and segmental left ventricular function: a multicenter study by the Israeli Echocardiography Research Group. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 23, n. 3, p. 258-64, Mar. 2010.

BOGLIOLO, L. As causas anatômicas da insuficiência cardíaca na cardiopatia (miocardite) chagásica crônica, estudadas comparativamente com as causas anatômicas da insuficiência cardíaca noutras patologias: Parte 2. **Arq Bras Cardiol**, v. 29, p. 479-483, 1976.

BORG, A.N. *et al.* Left ventricular torsion in primary chronic mitral regurgitation. **Heart**, v. 94, p. 597-603, 2008.

BORGES, J.D. *et al.* Seroprevalence of Chagas disease in schoolchildren from two municipalities of Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil; six years following the onset of epidemiological surveillance. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**, v. 48, n. 2, p. 81-86, Mar-Apr, 2006.

BUSSADORI, C. *et al.* A new 2-D based method for myocardial velocity strain and strain rate quantification in a normal adult and paediatric population: assessment of reference values. **Cardiovascular Ultrasound**, v. 7, p. 8, 2009.

CAEIRO T. *et al.* Abnormal left ventricular diastolic function in chronic Chagas' disease: an echocardiographic study. **Int J Cardiol**, v. 9, p. 417-424, 1985.

CANNESSON, M. *et al.* Velocity vector imaging to quantify ventricular dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. **Am J Cardiol**, v. 98, p. 949-953, 2006.

CHO, G.Y. *et al.* Comparison of two-dimensional speckle and tissue velocity based strain and validation with harmonic phase magnetic resonance imaging. **Am J Cardiol**, v. 97, p.1661-1666, 2006.

CHOI, J.O. *et al.* Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. **Eur J Echocardiogr**, v. 10, p. 695-701, 2009.

COURA, J.R. *et al.* Morbidade da doença de Chagas. IV. Estudo longitudinal de dez anos em Pains e Iguatama, Minas Gerais, Brasil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 80, p. 73-80, 1985.

DÉCOURT, L.V.; PEREIRA-BARRETTO, A.C. Forma indeterminada da doença de Chagas. Conceito, manuseio clínico e terapêutico. **Ars Curandi (Cardiologia)**, v. 11, p. 10-20, 1988.

DEL CASTILLO, J.M. *et al.* Deformação miocárdica tangencial (*shear strain*) em indivíduos normais: o seu significado. **Rev Bras Ecocardiogr Imagem Cardiovasc**, v. 22, p. 20-26, 2009a.

DEL CASTILLO, J.M. *et al.* Strain bidimensional do ventrículo esquerdo na forma indeterminada da doença de Chagas. **Rev Bras Ecocardiogr Imagem Cardiovasc**, v. 22, p. 31-35, 2009b.

DEL CASTILLO, J.M. *et al.* Speckle Tracking – A contratilidade miocárdica em sintonia fina. **Rev Bras Ecocardiogr Imagem Cardiovasc**, v. 23, p. 46-54, 2010.

D’HOOGHE, J. *et al.* Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. **Eur J Echocardiogr**, v. 1, p. 154-170, 2000.

DIAS, J.C.P. Chagas disease: sucess and challenges. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 2020-2021, 2006.

DIAS, J.C.P. Globalização, iniquidade e doença de Chagas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 11, p. 13-22, 2007.

DIAS, J.C.P. História natural da doença de Chagas. **Arq Bras Cardiol**, v. 65, p. 359-66, 1995.

DIAS, J.C.P.; SILVEIRA, A.C.; SCHOFIELD, C.J. The impact of Chagas disease control in Latin America – A review. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 97, p. 601-612, 2002.

ERNANDE, L. *et al.* Impaired myocardial radial function in asymptomatic patients with type 2 diabetes mellitus: a speckle-tracking imaging study. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 23, n. 12, p. 1266-72, 2010.

FRANÇA, J.L.; VASCONCELLOS, A.C. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 247 p.

FRENCH, B.A. *et al.* Abstract 679: quantification and MRI validation of regional contractile dysfunction in mice post myocardial infarction using high resolution ultrasound. **Circulation**, v. 114, p. II_133, 2006.

FRIEDMANN, A.M. *et al.* Estudo ecocardiográfico do desempenho ventricular em fase pré-clínica da doença de Chagas. **Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo**, v. 35, p. 165-70, 1980.

GASCON, J.; BERN, C.; PINAZO, M.J. Chagas disease in Spain, the United States and other non-endemic countries. **Acta Trop**, v. 115, p. 22–27, 2010.

GREIL, G.F. *et al.* Imaging the right ventricle: non-invasive imaging. **Heart**, v. 94, p. 803-808, 2008.

GUERRI-GUTTENBERG, R.A. *et al.* Chagas cardiomyopathy: Europe is not spared! **Eur Heart J**, v. 29, p. 2587–2591, 2008.

HEIMDAL, A. *et al.* Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 11, p. 1013–1019, 1998.

IANNI, B.M. Diagnóstico e prognóstico da forma indeterminada da doença de Chagas. O que há de novo? **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**, v. 19, n. 1, p. 6-15, 2009.

KIM, H.K. *et al.* Assessment of left ventricular rotation and torsion with two-dimensional speckle tracking echocardiography. **J Am Soc Echocardiogr**, v, 20, p. 45-53, 2007.

KOWALSKI, M. *et al.* The feasibility of ultrasonic regional strain and strain rate imaging in quantifying dobutamine stress echocardiography. **Eur J Echocardiogr**, v. 4, p. 81-91, 2003.

LANG, R.M. *et al.* Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: A report from the American Society of Echocardiography's guidelines and Standards committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 18, p. 1440-1463, 2005.

LARANJA, F.S. Aspectos clínicos da moléstia de Chagas. **Rev Bras Méd**, v. 10, p. 482-491, 1953

LeGRICE, I.J.; TAKAYAMA, Y.; COVELL, J.W Transverse shear along myocardial cleavage planes provides a mechanism of normal systolic wall thickening. **Circ Res**, v. 77, p. 182-193, 1995.

LEITMAN, M. *et al.* Two-dimensional strain-a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 17, p. 1021-1029, 2004.

MACEDO, V. Forma indeterminada da doença de Chagas. **J Bras Méd**, v. 38, p. 34-40, 1980.

MAGUIRE, J.H. *et al.* Electrocardiographic classification and abbreviated lead system for population-based studies of Chagas' disease. **Bull Pan Am Health Organ**, v. 16, n. 1, p. 47-58, 1982.

MARIN-NETO, J.A. *et al.* Cardiac autonomic impairment and early myocardial damage involving the right ventricle are independent phenomena in Chagas' disease. **Int J Cardiol**, v. 65, p. 261-9, 1998.

MARIN-NETO, J.A. *et al.* Indeterminate form of Chagas' disease. Proposal of new diagnostic criteria and perspectives for early treatment of cardiomyopathy. **Arq Bras Cardiol**, v. 79, n. 6, p. 623-7, 2002.

MARIN-NETO, J.A. *et al.* Radionuclide angiographic evidence for early predominant right ventricular involvement in patients with Chagas' disease. **Can J Cardiol**, v. 4, p. 231-236, 1988.

MARTINEZ FILHO, O.R. *et al.* Estudio de la función diastólica ventricular izquierda en pacientes com enfermedad de Chagas. **Arq Bras Cardiol**, v. 47, p. 31-36, 1986.

MARWICK, T.H. Measurement of strain and strain rate by echocardiography. Ready for prime time? **J Am Coll Cardiol**, v. 47, p. 1313-27, 2006.

MIRSKY, I.; PARMLEY, W.W. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. **Circ Res**, v. 33, p. 233-243, 1973.

MONCAYO, A.; SILVEIRA, A.C. Current epidemiological trends for Chagas disease in Latin America and future challenges in epidemiology, surveillance and health policy. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 104 (suppl 1), p. 17-30, 2009.

MOORE, C.C. *et al.* Three-dimensional systolic strain patterns in the normal human left ventricle: characterization with tagged MR imaging. **Radiology**, v. 214, p. 453-466, 2000.

NAGUEH, S.F. *et al.* Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 22, p. 107-33, 2009.

NAKAI, H. *et al.* Subclinical left ventricular dysfunction in asymptomatic diabetic patients assessed by two-dimensional speckle tracking echocardiography: correlation with diabetic duration. **Eur J Echocardiogr**, v. 10, p. 926-932, 2009.

NESBITT, G.C. and MANKAD, S. Strain and Strain Rate Imaging in Cardiomyopathy. **Echocardiography**, v. 26, p. 337-344, 2009

NUNES, M.C.; BARBOSA, M.M.; ROCHA, M.O. Peculiar aspects of cardiogenic embolism in patients with Chagas' cardiomyopathy: a transthoracic and transesophageal echocardiographic study. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 18, n. 7, p. 761-7, Jul. 2005.

NUNES, M.C. *et al.* Left atrial volume provides independent prognostic value in patients with chagas cardiomyopathy. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 22, p. 82-88, 2009.

NUNES, M.C.P. *et al.* Morphofunctional characteristics of the right ventricle in Chagas dilated cardiomyopathy. **Int J Cardiol**, v. 94, p. 79-85, 2004.

NUNES, M.C. *et al.* Predictors of mortality in patients with dilated cardiomyopathy: relevance of Chagas disease as an etiological factor. **Rev Esp Cardiol**, v. 63, p. 788-97, 2010.

NUNES, M.D. *et al.* Right ventricular dysfunction is an independent predictor of survival in patients with dilated chronic Chagas cardiomyopathy. **Int J Cardiol**, v. 127, p. 372-379, 2008.

OMMEN S.R., NISHIMURA R.A., APPLETON C.P., *et al.* Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler catheterization study. **Circulation**, v.102, p.1788-1794, 2000.

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. Estimacion cuantitativa de la enfermedad de Chagas en las Americas [in Spanish]. Montevideo, Uruguay: **Organizacion Panamericana de la Salud**; 2006.

ORTIZ, J. *et al.* Alteração contrátil segmentar na forma indeterminada da doença de Chagas. Estudo ecocardiográfico. **Arq Bras Cardiol**, v. 49, p. 217-220, 1987.

PAZIN-FILHO, A. *et al.* Minor segmental wall motion abnormalities detected in patients with Chagas disease have adverse prognostic implications. **Braz J Med Biol Res**, v. 39, n. 4, p. 483-7, 2006.

PEREIRA-BARRETTO, A.C.; AMATO NETO, V. Subsídios para nova conceituação da forma indeterminada da doença de Chagas. **Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo**, v. 41, p. 249-253, 1986.

PEREIRA-BARRETTO, A.C.; IANNI, B.M. The undetermined form of Chagas' heart disease: concept and forensic implications. **São Paulo Medical Journal /Rev Paul Med**, v. 113, p. 797-801, 1995.

PEREIRA, J.B.; WILLCOX, H.P.; CORA, J.R. Morbidade da doença de Chagas. III. Estudo longitudinal, de seis anos, em Virgem da Lapa, MG, Brasil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 80, p. 63-71, 1985.

PERK, G.; TUNICK, P.A.; KRONZON, I. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography--from technical considerations to clinical applications. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 20, n. 3, p. 234-43, Mar. 2007.

RASSI JR., A.; RASSI, A.; MARIN-NETO, J.A. Chagas Disease. **Lancet**, v. 17, n. 375(9723), p. 1388-402, Apr. 2010.

REUNIÃO I DE PESQUISA APLICADA EM DOENÇA DE CHAGAS. Validade do conceito de forma indeterminada de doença de Chagas. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 18, p. 46, 1985.

RIBEIRO, A.L.; ROCHA, M.O. Indeterminate form of Chagas disease: considerations about diagnosis and prognosis. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 31, n. 3, p. 301-314, 1998.

RICHAND, V. *et al.* An ultrasound speckle tracking (two-dimensional strain) analysis of myocardial deformation in professional soccer players compared with healthy subjects and hypertrophic cardiomyopathy. **Am J Cardiol**, v. 100, p. 128-132, 2007.

ROCHA, M.O.; RIBEIRO, A.L.; TEIXEIRA M.M. Clinical management of chronic Chagas cardiomyopathy. **Front Biosci**. Vol. 8, p. e44-54, 2003

ROCHA, M.O.C.; NUNES, M.C.P.; RIBEIRO, A.L. Morbidity and prognostic factors in chronic chagasic cardiopathy. Rio de Janeiro: **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 104, Suppl. I, p. 159-166, 2009.

ROCHA, M.O.C; TEIXEIRA, M.M.; RIBEIRO, A.L. An update on the management of Chagas cardiomyopathy. **Expert Review of Anti-infective Therapy**, v. 5, p. 727-743, 2007.

RUDSKI, L.G. *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**, v. 23, n. 7, p. 685-713, Jul. 2010.

SAGHIR, M.; ARECES, M.; MAKAN, M. Strain rate imaging differentiates hypertensive cardiac hypertrophy from physiologic cardiac hypertrophy (athlete's heart). **J Am Soc Echocardiogr**, v. 20, p. 151-157, 2007.

SCHMUNIS, G.A. Epidemiology of Chagas disease in non-endemic countries: the role of international migration. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 102, suppl 1, p. 75-85, 2007.

SENGUPTA, P.P. *et al.* Quantification of regional nonuniformity and paradoxical intramural mechanics in hypertrophic cardiomyopathy by high frame rate ultrasound myocardial strain mapping. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 18, p. 737-742, 2005.

SENGUPTA, P.P. *et al.* Twist mechanics of the left ventricle: principles and application. **J Am Coll Cardiol Imag**, v. 1, p. 366-376, 2008.

SILVA, C.E.S. *et al.* Avaliação da contratilidade segmentar na doença de Chagas utilizando a integral do gradiente intramiocárdico de velocidade (strain miocárdico) obtida pela ecocardiografia com Doppler tecidual. **Arq Bras Cardiol**, v. 84, p. 285-91, 2005.

SILVA, E.M. *et al.* Clinic and epidemiological study on Chagas disease in the Serra Azul district of Mateus Leme, central-western region of the State of Minas Gerais, Brazil. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 43, n. 2, p. 178-81, Apr. 2010.

SILVA, E.M. **Estudo epidemiológico da doença de Chagas no distrito de Serra Azul, Mateus Leme, Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais, Brasil.** Tese [Mestrado], Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008; 56 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arq Bras Cardiol**, v. 95, supl.1, p. 1-51, 2010.

STREETER, D.D. *et al.* Fiber orientation in the canine left ventricle during diastole and systole. **Circ Res**, v. 24, p. 339-347, 1969.

SUTHERLAND, G.R. *et al.* Strain and strain rate imaging: a new clinical approach to quantifying regional myocardial function. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 17, p. 788-802, 2004.

TARTIERE, J.M. *et al.* Colour tissue Doppler underestimates myocardial velocity as compared to spectral tissue Doppler: Poor reliability between both methods, **Eur J Echocardiogr**, v. 9, p. 268-272, 2008.

TESKE, A.J. *et al.* Echocardiographic tissue deformation imaging quantifies abnormal regional right ventricular function in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. **J Am Soc Echocardiogr**, v. 22, p. 920-927, 2009.

TORRENT-GUASP, F. La estructura macroscópica del miocardio ventricular. **Rev Esp Cardiol**, v. 33, p. 265-287, 1980.

TORRENT-GUASP, F. La mecánica agonista-antagonista de los segmentos descendente y ascendente de la banda miocárdica ventricular. **Rev Esp Cardiol**, v. 54, p. 1091-1102, 2001.

URHEIM, S. *et al.* Myocardial strain by Doppler echocardiography: Validation of a new method to quantify regional myocardial function. **Circulation**, v. 102, p. 1158–1164, 2000.

VIOTTI, R.J. *et al.* Value of echocardiography for diagnosis and prognosis of chronic Chagas disease cardiomyopathy without heart failure. **Heart**, v. 90, p. 655–660, 2004.

XAVIER, S.S. *et al.* Apical aneurysm in the chronic phase of Chagas disease: prevalence and prognostic value in an urban cohort of 1053 patients. **Rev SOCERJ**, v. 18, p. 351-356, 2005

YI, L.; GE, W.; SUN, L.Z. Anisotropic elastography for local passive properties and active contractility of myocardium from dynamic heart imaging sequence. **Int J Biomed Imaging**, p. 1-15, 2006.

YOERGER, D.M. *et al.* Echo- cardiographic findings in patients meeting task force criteria for arrhythmogenic right ventricular dysplasia: new insights from the multidisciplinary study of right ventricular dysplasia. **J Am Coll Cardiol**, v. 45, p. 860-5, 2005.

ANEXOS E APÊNDICE

Anexo A - Protocolo de *Strain* Bidimensional na Doença de Chagas Ambulatório de Referência em Doença de Chagas HC/UFGM

IDENTIFICAÇÃO:

Data: ____/____/____

Nome:		Idade:	Número:
Rua:		Cidade:	CEP:
Telefone:	Contato:	Peso:	Altura:
Data Nascimento: ____/____/____	Sexo : 1- M <input type="checkbox"/> 2- F <input type="checkbox"/>	Cor : 1-Parda <input type="checkbox"/> 2- Branca <input type="checkbox"/> 3- Negra <input type="checkbox"/>	
PA:	FC:	Superfície corpórea:	

ECOCARDIOGRAMA TRANSTORÁCICO

NÚMERO :

DVD :

DATA: ____/____/____

Medidas – Modo M		Doppler		Regurgitações valvares	
VD (mm)	___ _	E (cm/s)	___ _ _	IM : 1-Ausente 2- Leve 3-Moderado 4- Importante	___ _
Ved (mm)	___ _	A (cm/s)	___ _ _		
Ves (mm)	___ _	DT (ms)	___ _ _	IAo : 1-Ausente 2- Leve 3-Moderado 4- Importante	___ _
SIV (mm)	___ _	Vmáx IT (cm/s)	___ _ _		
PP (mm)	___ _	PSAP (mmHg)	___ _ _		___ _
FE Teicholz (%)	___ _			IT : 1-Ausente 2- Leve 3-Moderado 4- Importante	___ _
FS (%)	___ _	Átrio esquerdo			
Ao (mm)	___ _	Volume AE (ml)	___ _	IP : 1-Ausente 2- Leve 3-Moderado 4- Importante	___ _
AE (mm)	___ _	Volume AEi (ml/m ²)	___ _ _		
Doppler tecidual		Ventrículo Direito			___ _
E's (cm/s)	___ _ _		___ _ _	Aneurisma Apical 1-Sim 2-Não	___ _
A's (cm/s)	___ _ _	E' (cm/s)	___ _ _		
S's (cm/s)	___ _ _	A' (cm/s)	___ _ _	Déficit Contrátil 1-Sim 2-Não	___ _
TAS septal (ms)	___ _ _	S (cm/s)	___ _ _		
E'l (cm/s)	___ _ _	TAS lateral (início da onda sistólica)	___ _ _	Inferior Posterior Lateral SIV Ântero-lateral Pósterio-inferior	___ _
A'l (cm/s)	___ _ _				___ _
S'l (cm/s)	___ _ _				___ _
TAS lateral (ms)	___ _ _				___ _

Strain bid Radial		Strain bid Circunfer.		Frame Rate Bid Strain bid Longitudinal	_ _ _ _ _
Rad Septal basal	- _ _ _		- _ _ _	Long Septal basal	- _ _ _
Rad Septal medial	- _ _ _	Circ Septal basal	- _ _ _	Long Septal medial	- _ _ _
Rad Septal apical	- _ _ _	Circ Septal medial	- _ _ _	Long Septal apical	- _ _ _
Rad Lateral basal	- _ _ _	Circ Septal apical	- _ _ _	Long Lateral basal	- _ _ _
Rad Lateral medial	- _ _ _	Circ Lateral basal	- _ _ _	Long Lateral medial	- _ _ _
Rad Lateral apical	- _ _ _	Circ Lateral medial	- _ _ _	Long Lateral apical	- _ _ _
Rad Inferior basal	- _ _ _	Circ Lateral apical	- _ _ _	Long Inferior basal	- _ _ _
Rad Inferior medial	- _ _ _	Circ Inferior basal	- _ _ _	Long Inferior medial	- _ _ _
Rad Inferior apical	- _ _ _	Circ Inferior medial	- _ _ _	Long Inferior apical	- _ _ _
Rad Anterior basal	- _ _ _	Circ Inferior apical	- _ _ _	Long Anterior basal	- _ _ _
Rad Anterior medial	- _ _ _	Circ Anterior basal	- _ _ _	Long Anterior medial	- _ _ _
Rad Anterior apical	- _ _ _	Circ Anterior medial	- _ _ _	Long Anterior apical	- _ _ _
Rad Posterior basal	- _ _ _	Circ Anterior apical	- _ _ _	Long Posterior basal	- _ _ _
Rad Posterior medial	- _ _ _	Circ Posterior basal	- _ _ _	Long Posterior medial	- _ _ _
Rad Posterior apical	- _ _ _	Circ Posterior medial	- _ _ _	Long Posterior apical	- _ _ _
Rad AntSeptal basal	- _ _ _	Circ Posterior apical	- _ _ _	Long AntSeptal basal	- _ _ _
Rad AntSeptal medial	- _ _ _	Circ AntSeptal basal	- _ _ _	Long AntSeptal medial	- _ _ _
Rad AntSeptal apical	- _ _ _	Circ AntSeptal medial		Long AntSeptal apical	- _ _ _
Strain bid AE (4 câmaras)		Circ AntSeptal apical		Strain bid AD (4 câmaras)	
Septal basal	- _ _ _		- _ _ _	Septal basal	- _ _ _
Septal medial	- _ _ _		- _ _ _	Septal medial	- _ _ _
Septal apical	- _ _ _	Strain bid VD (4 câmaras)	- _ _ _	Septal apical	- _ _ _
Lateral basal	- _ _ _	Septal basal	- _ _ _	Lateral basal	- _ _ _
Lateral medial	- _ _ _	Septal medial	- _ _ _	Lateral medial	- _ _ _
Lateral apical	- _ _ _	Septal apical	- _ _ _	Lateral apical	- _ _ _
Strain bid AE (2 câmaras)		Lateral basal			
Inferior basal	- _ _ _	Lateral medial			
Inferior medial	- _ _ _	Lateral apical			
Inferior apical	- _ _ _				
Anterior basal	- _ _ _				

Anexo B – Parecer ético

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP****Parecer nº. ETIC 0394.0.203.000-09****Interessado(a): Profa. Maria do Carmo Pereira Nunes
Departamento de Clínica Médica
Faculdade de Medicina - UFMG****DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 19 de novembro de 2009, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Avaliação da função ventricular, pela técnica do strain bidimensional, em indivíduos chagásicos nas formas crônicas indeterminada e cardíaca"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

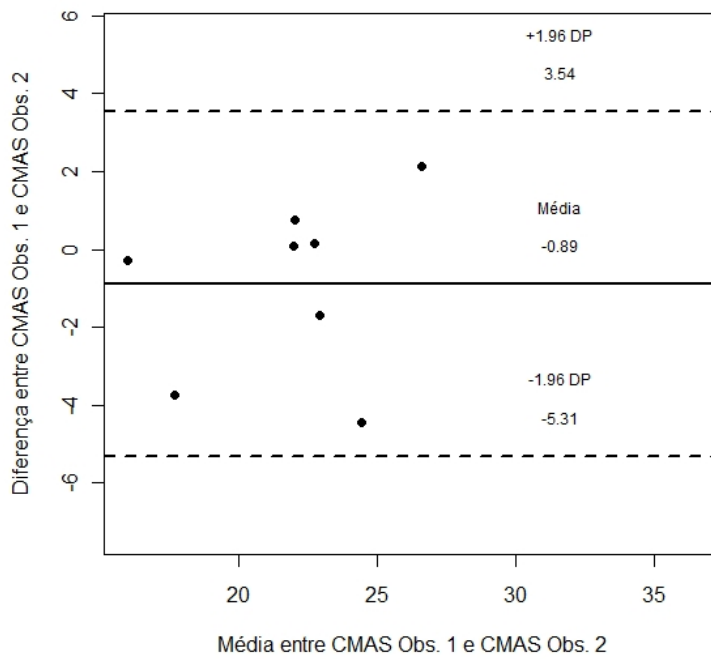
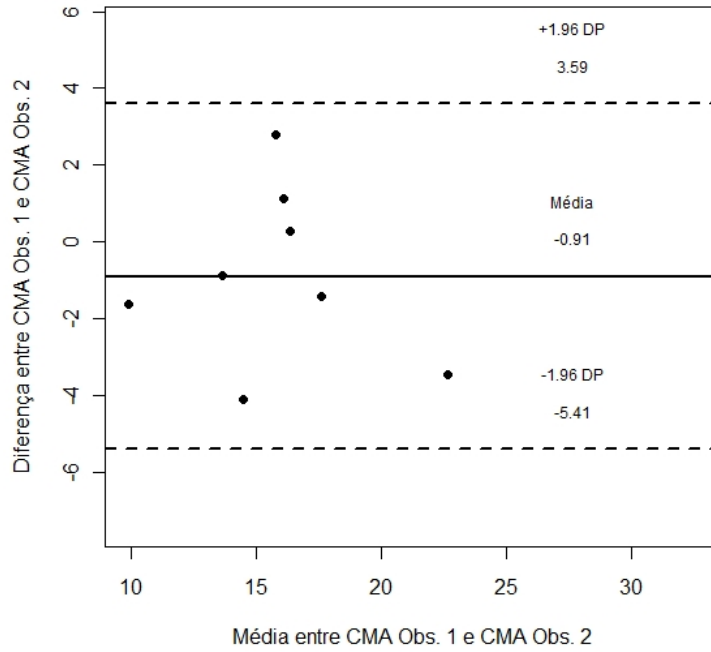
A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. T. Marques Amaral", is written over a horizontal line.

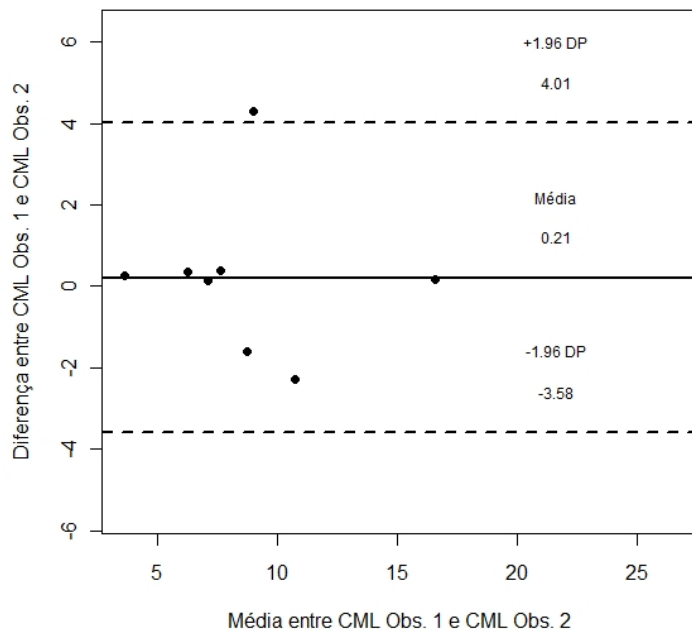
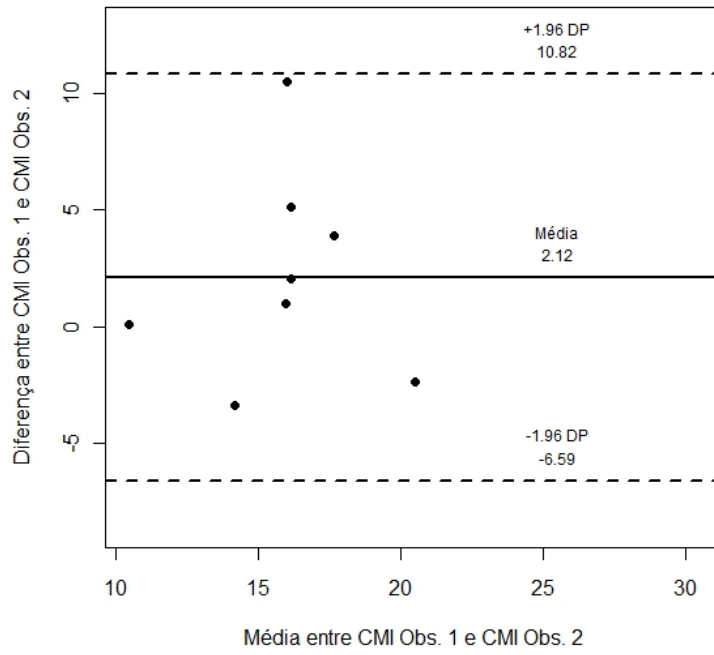
**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

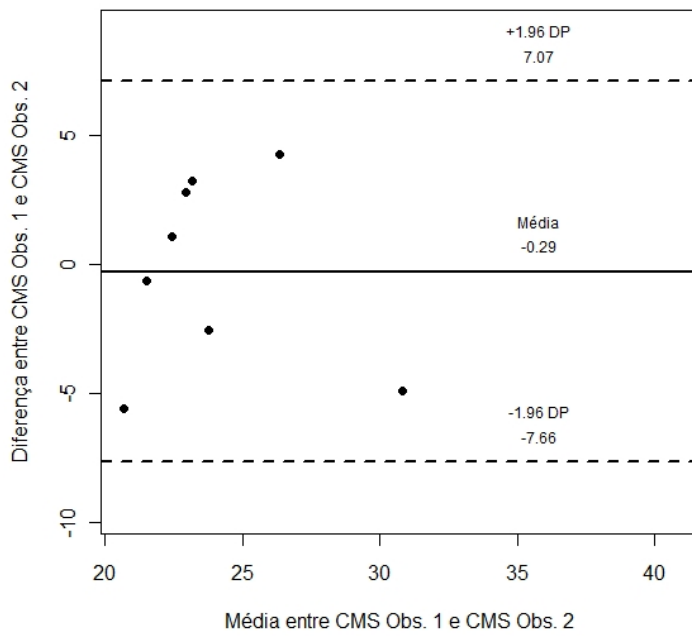
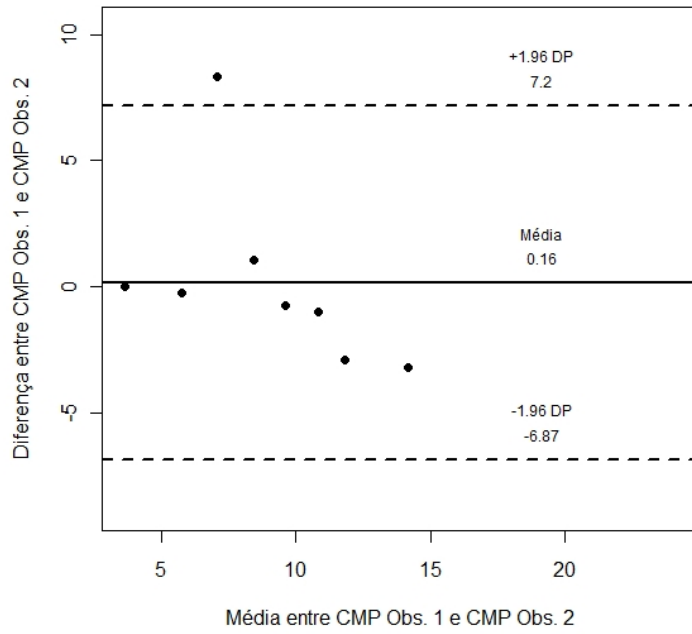
ANEXO C – Legenda para gráficos de variabilidade intra e interobservador

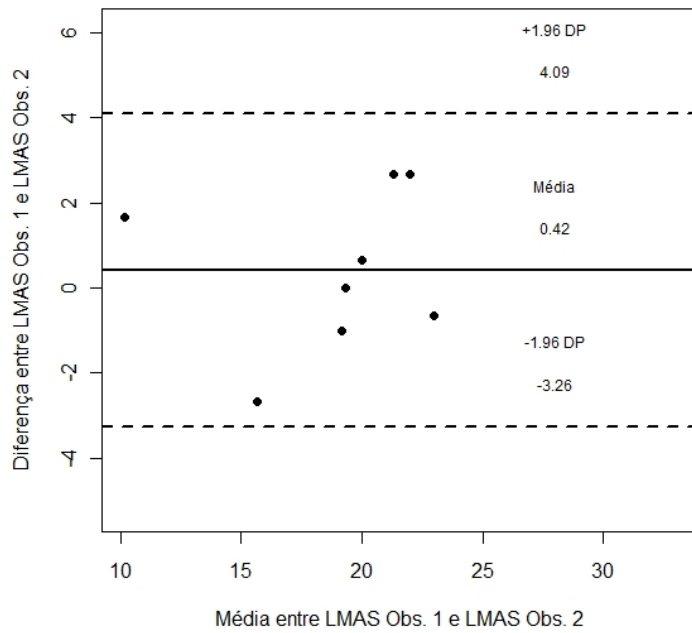
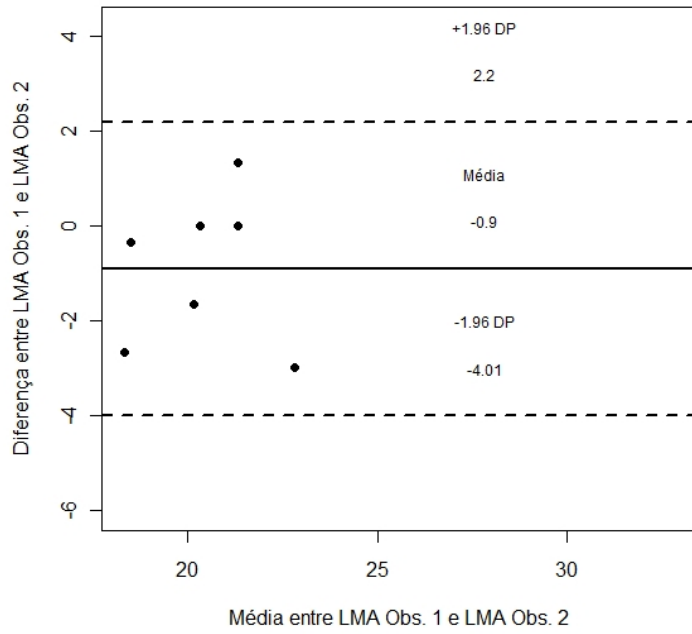
1	Radial Média Septal	RMS
2	Radial Média Lateral	RML
3	Radial Média Inferior	RMI
4	Radial Média Anterior	RMA
5	Radial Média Posterior	RMP
6	Radial Média Anterosseptal	RMAS
7	Circunferencial Média Septal	CMS
8	Circunferencial Média Lateral	CML
9	Circunferencial Média Inferior	CMI
10	Circunferencial Média Anterior	CMA
11	Circunferencial Média Posterior	CMP
12	Circunferencial Média Anterosseptal	CMAS
13	Longitudinal Média Septal	LMS
14	Longitudinal Média Lateral	LML
15	Longitudinal Média Inferior	LMI
16	Longitudinal Média Anterior	LMA
17	Longitudinal Média Posterior	LMP
18	Longitudinal Média Anterosseptal	LMAS

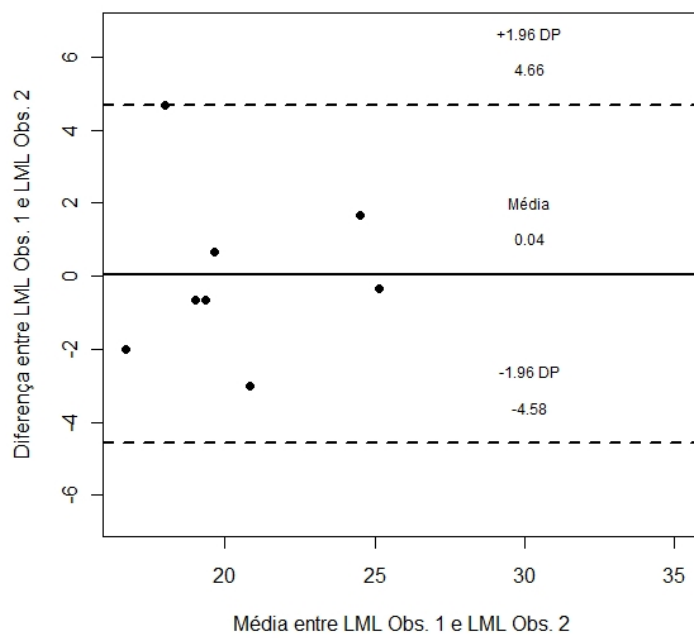
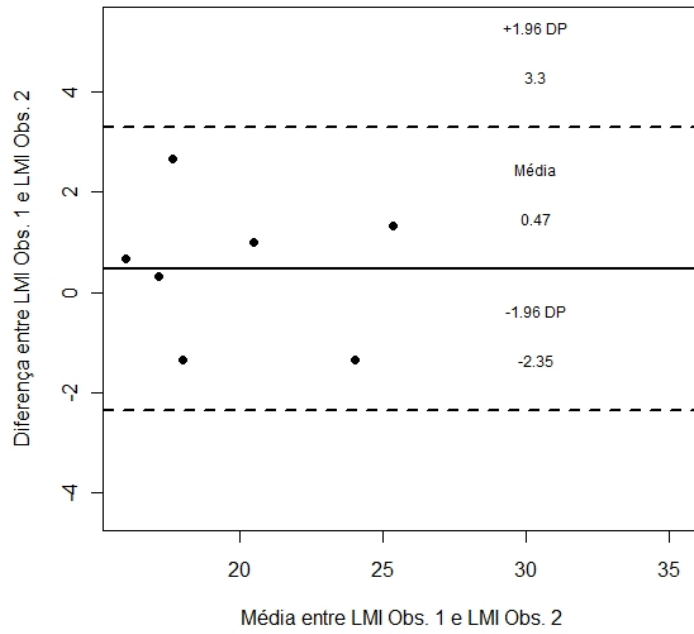
Anexo D – Gráficos de variabilidade intraobservador (Bland-Altman)

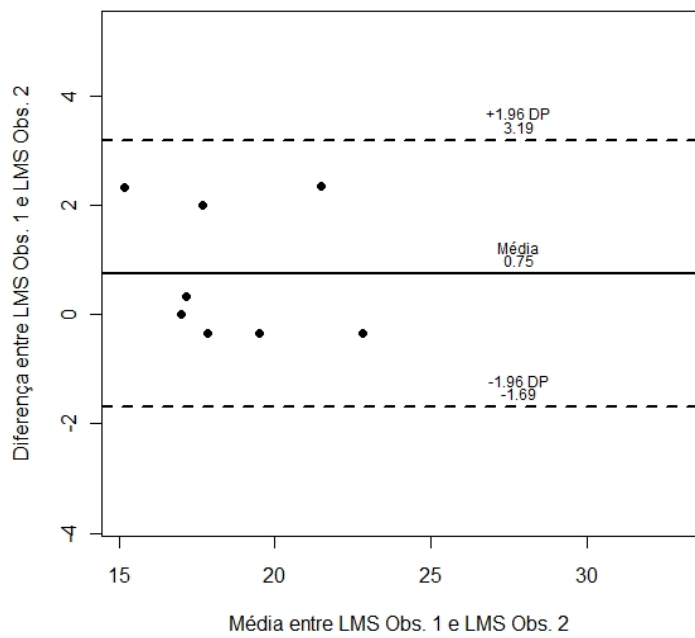
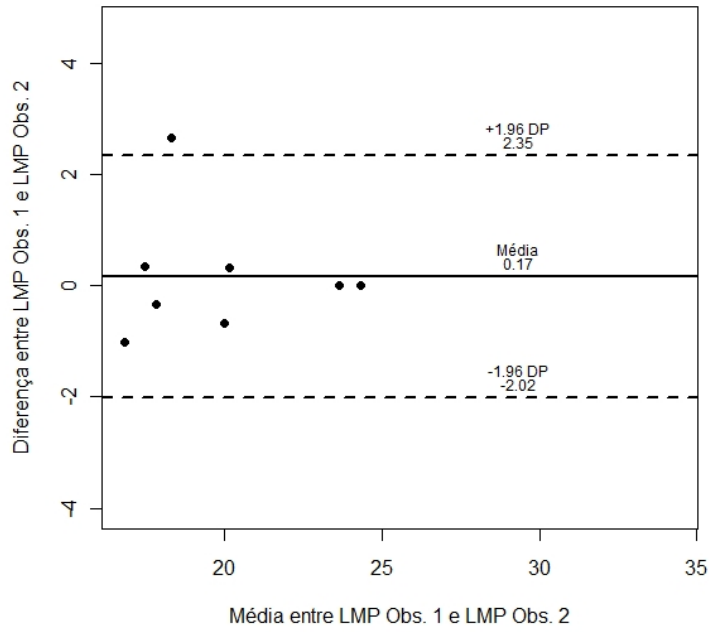


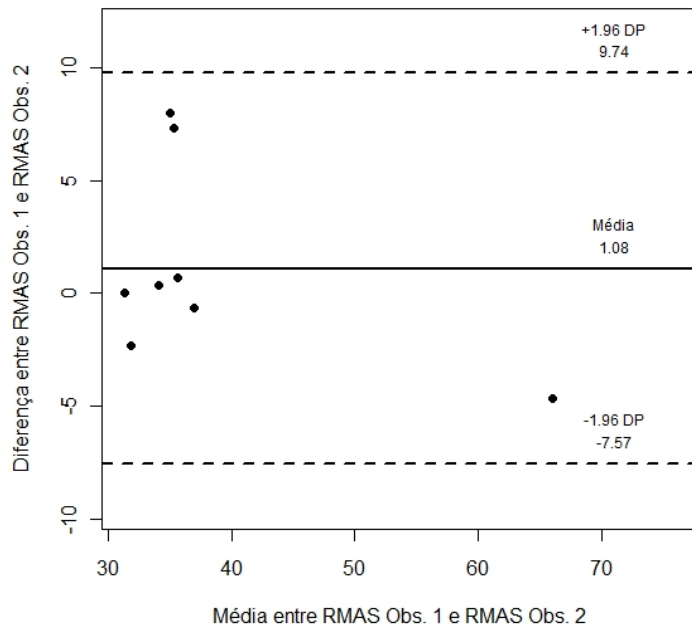
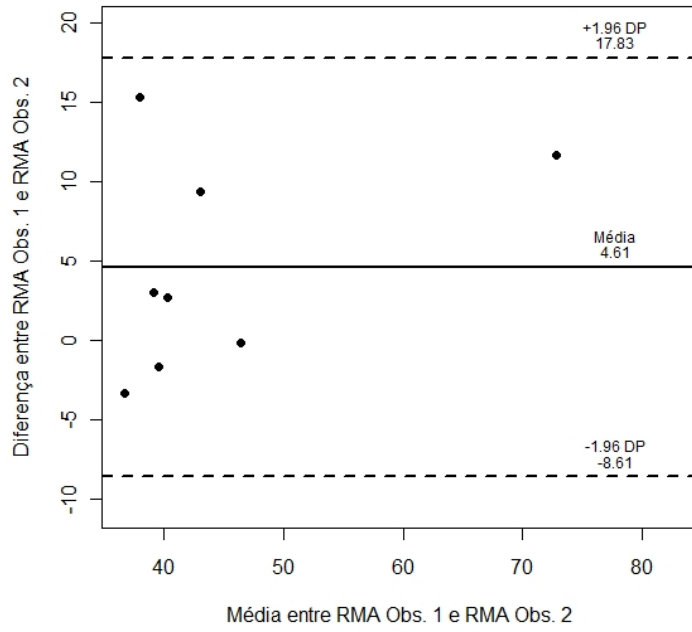


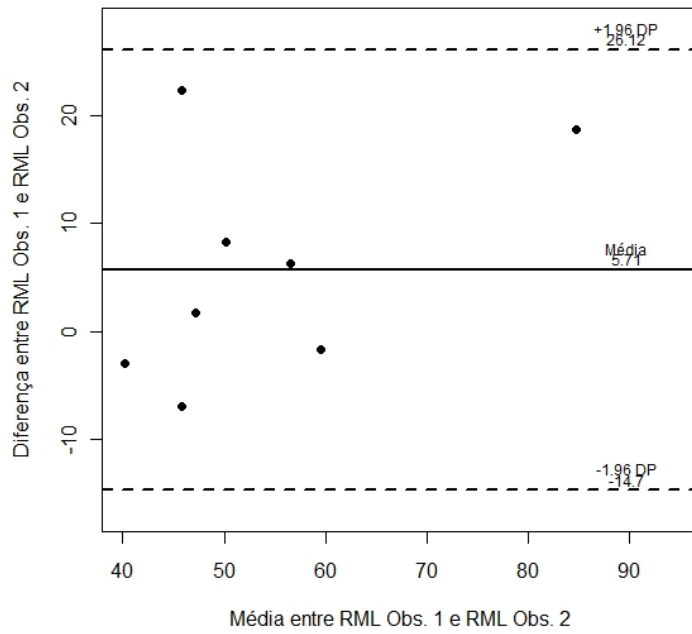
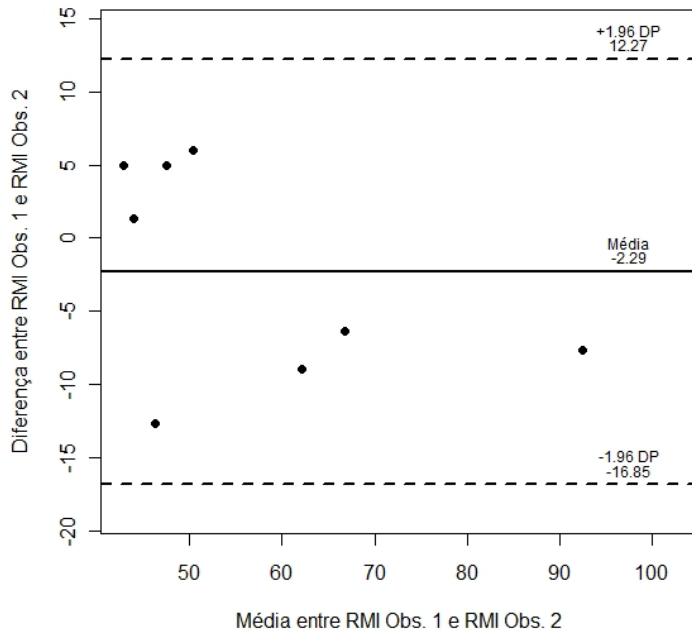


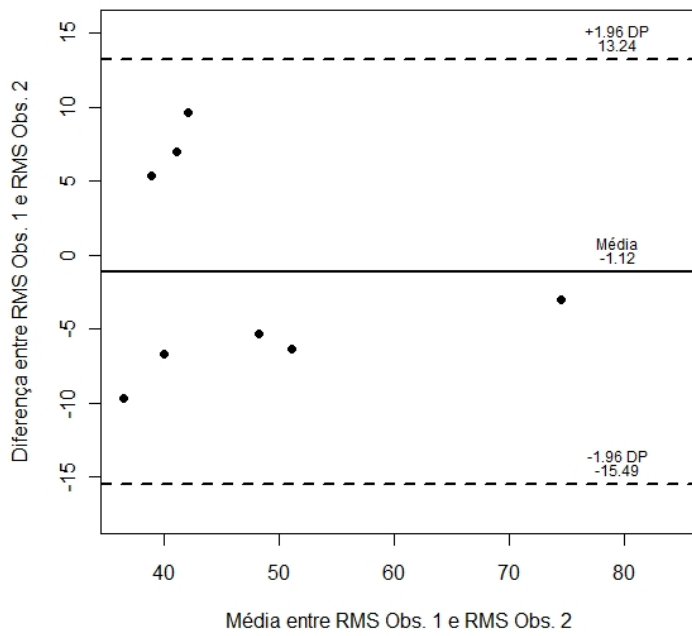
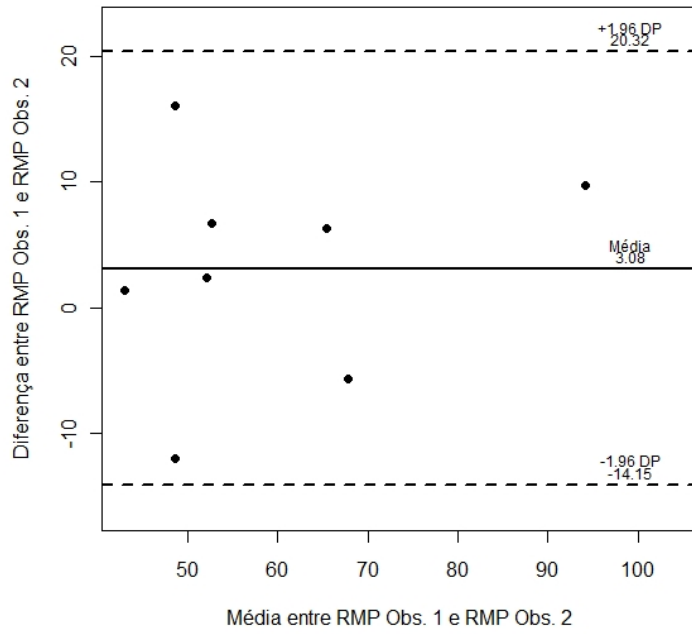


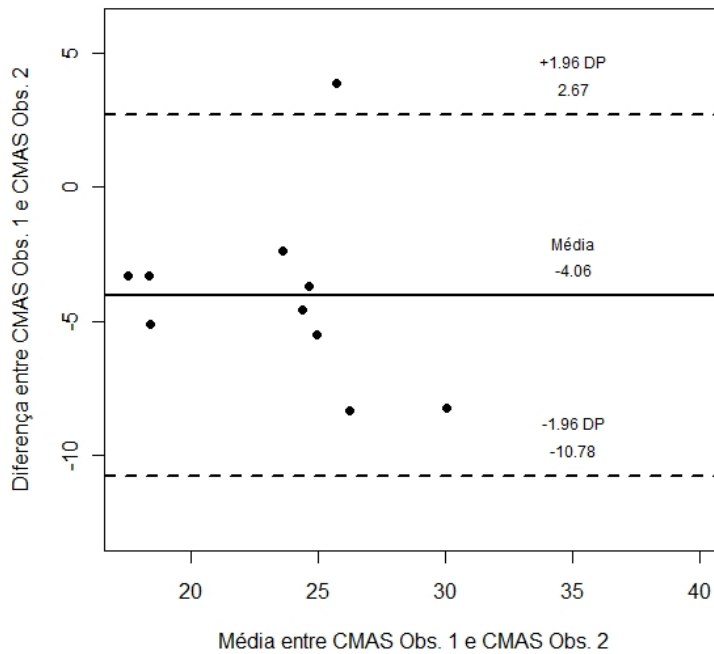
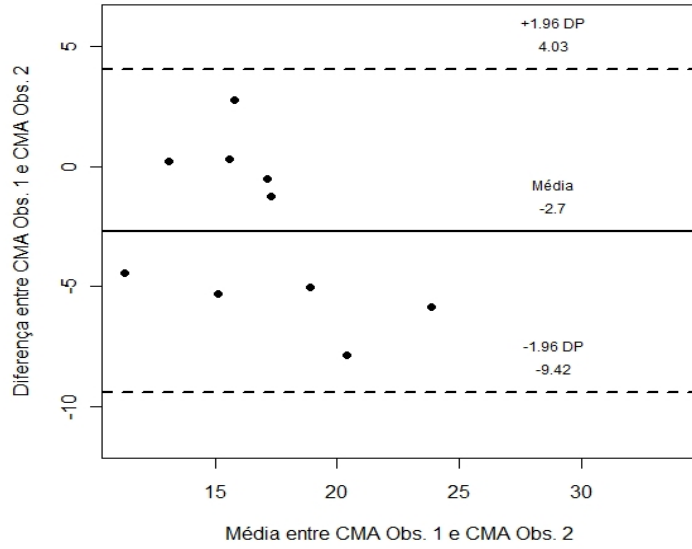


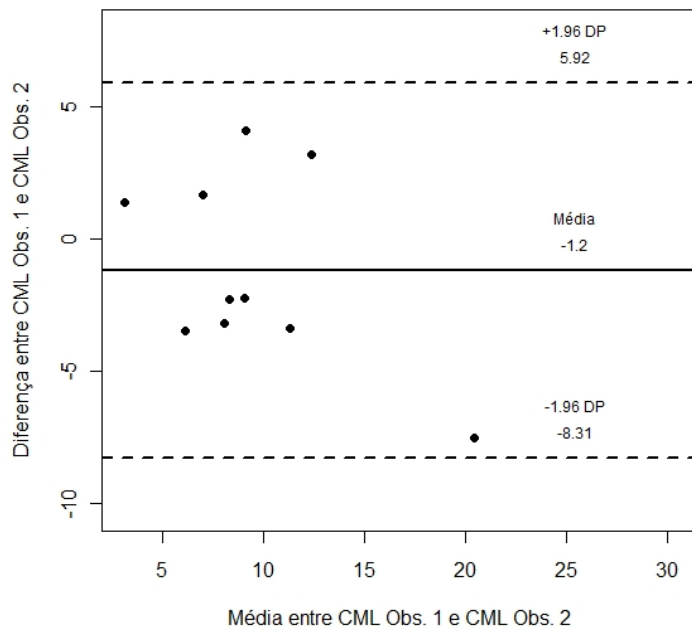
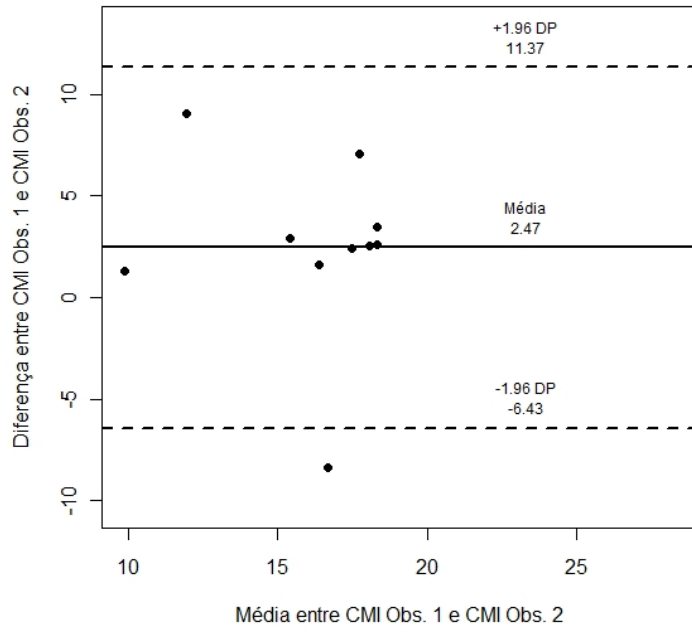


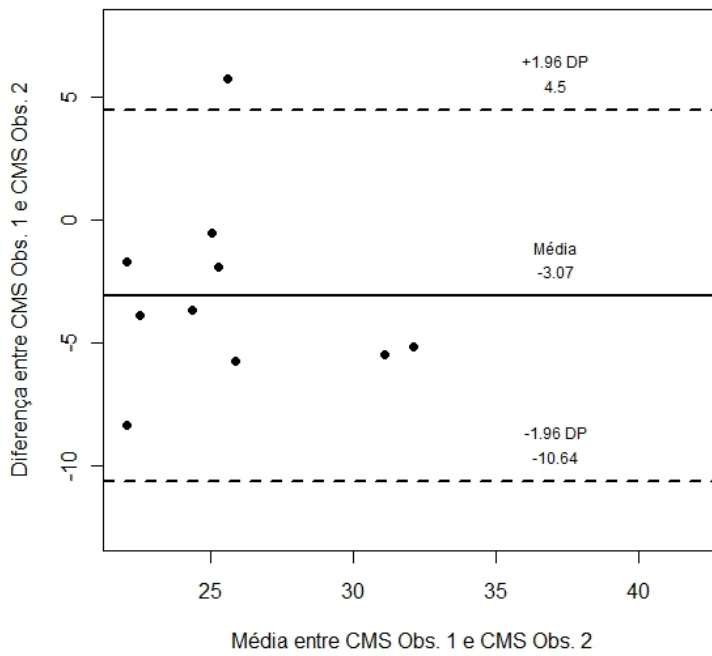
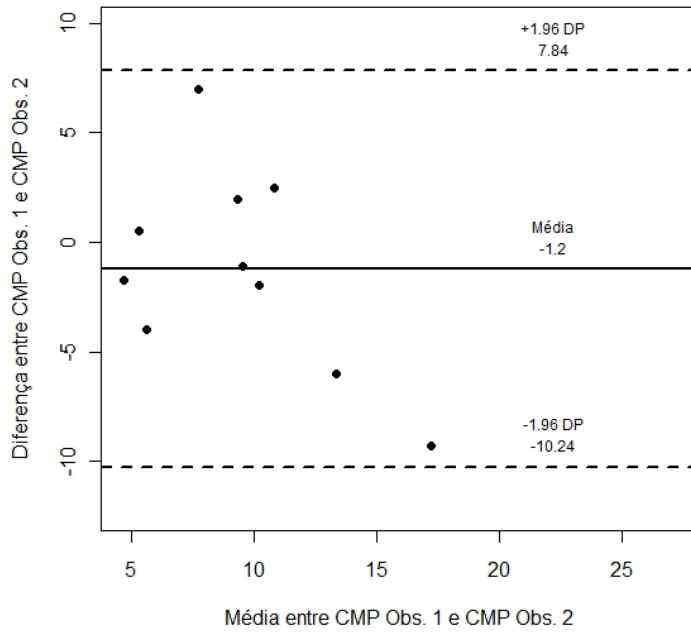


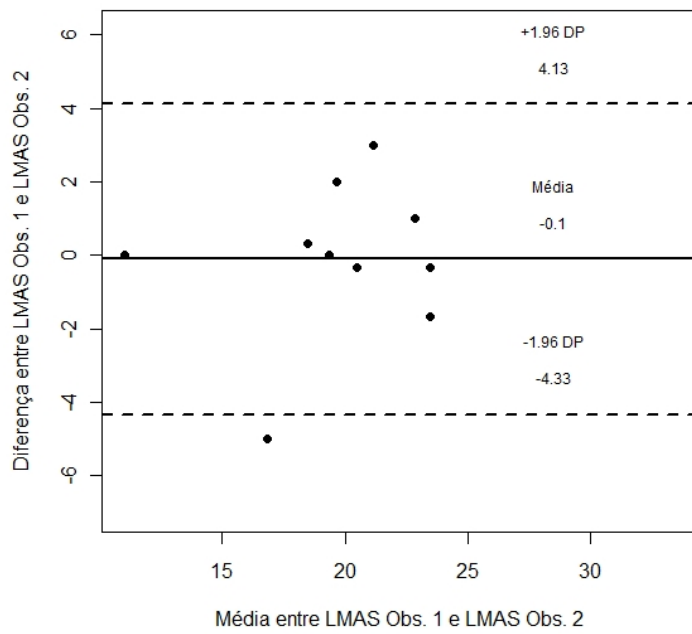
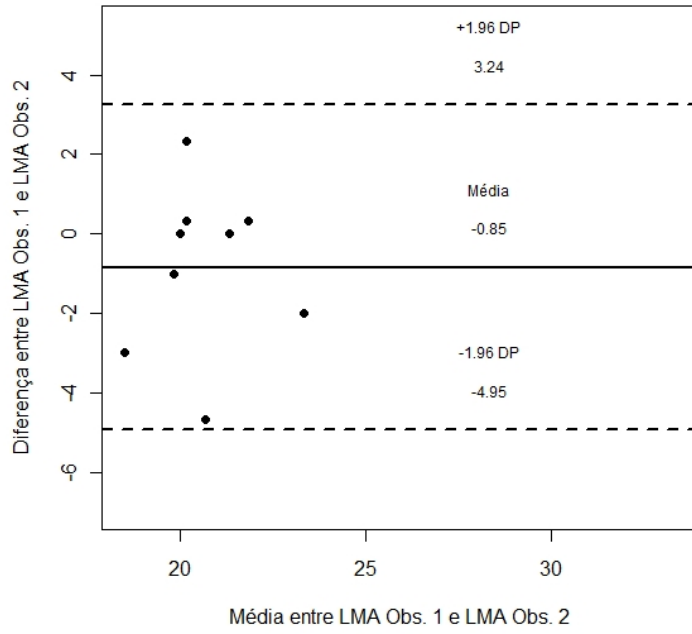


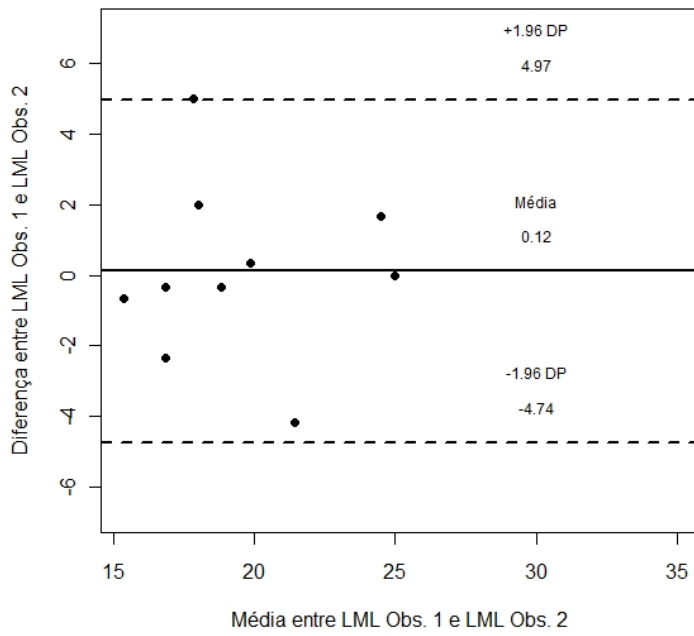
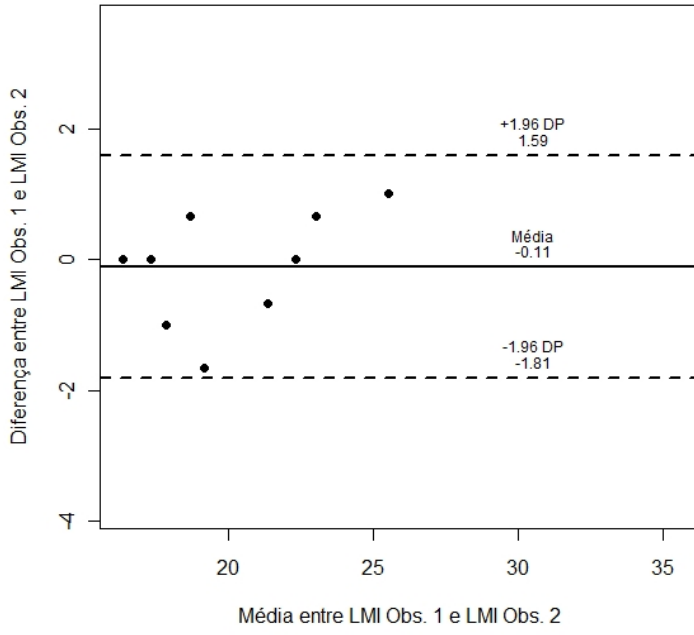


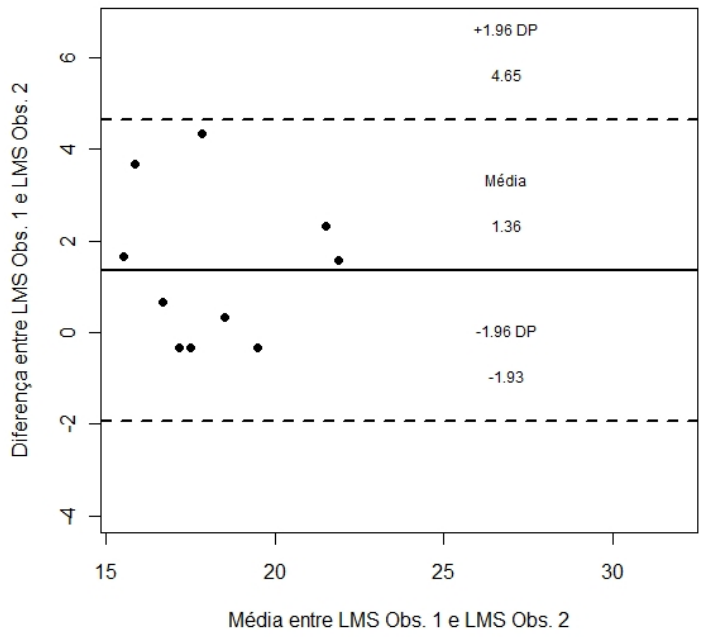
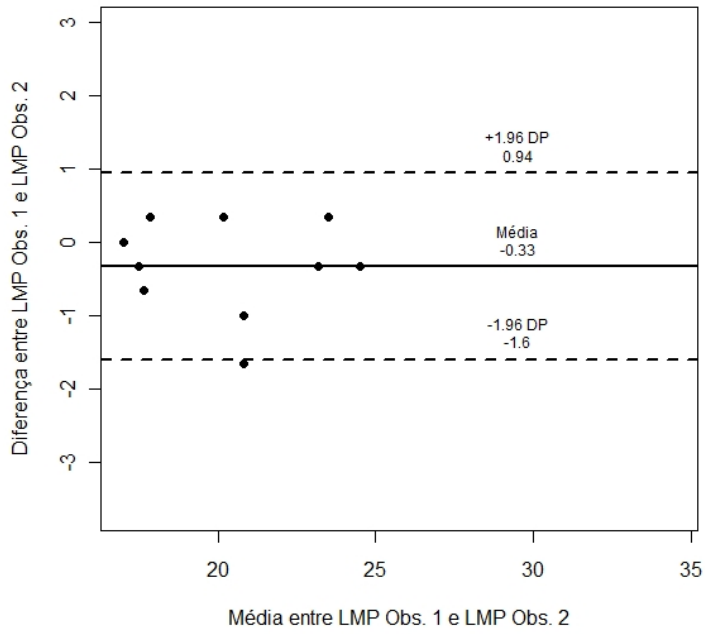
Anexo E – Gráficos de variabilidade interobservador (Bland-Altman)

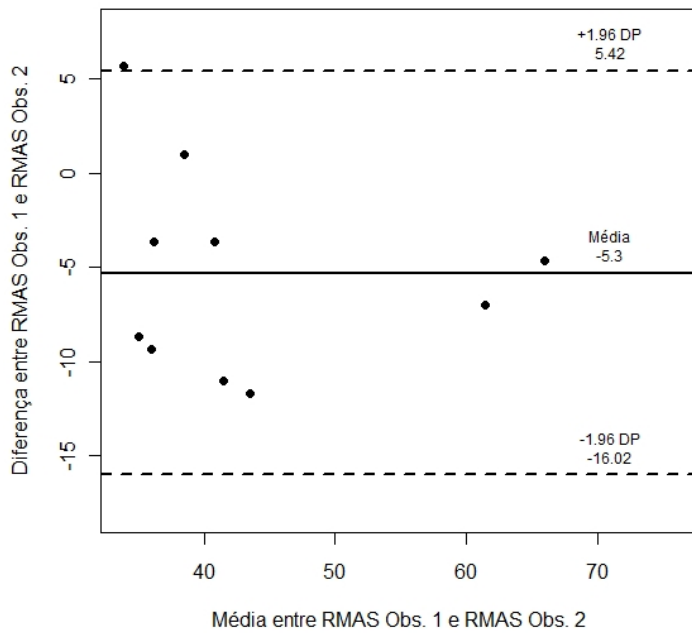
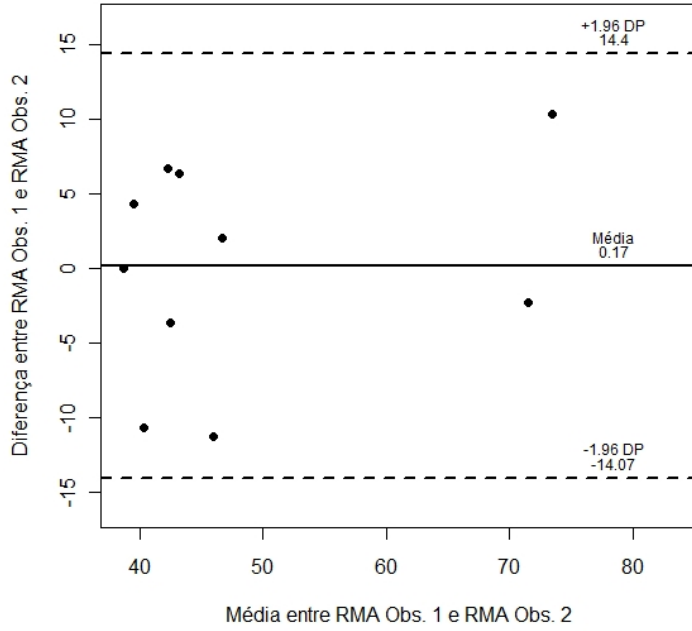


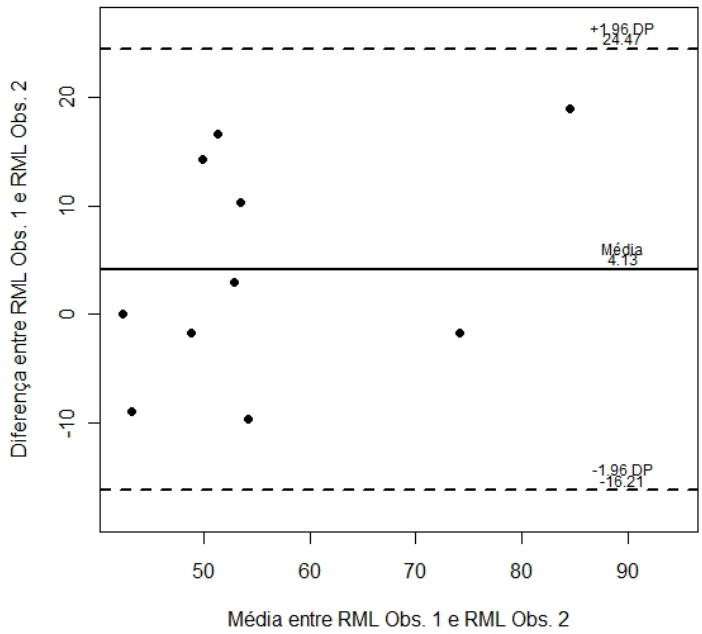
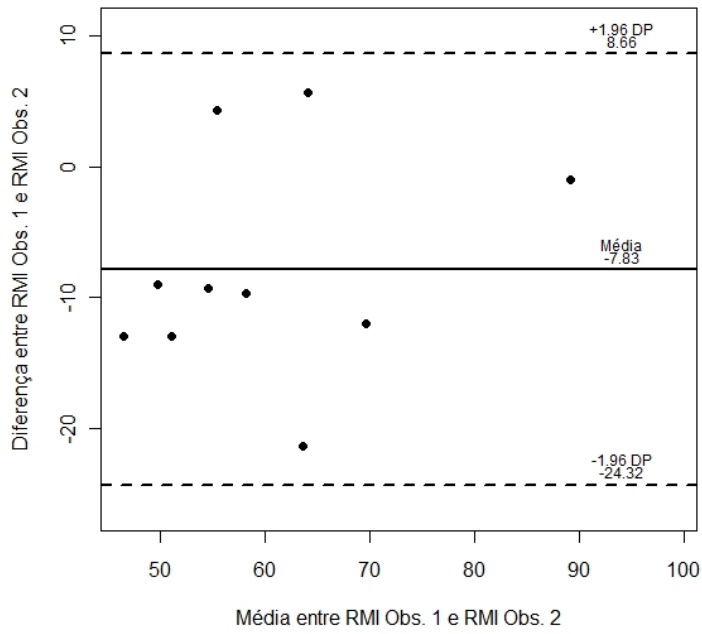


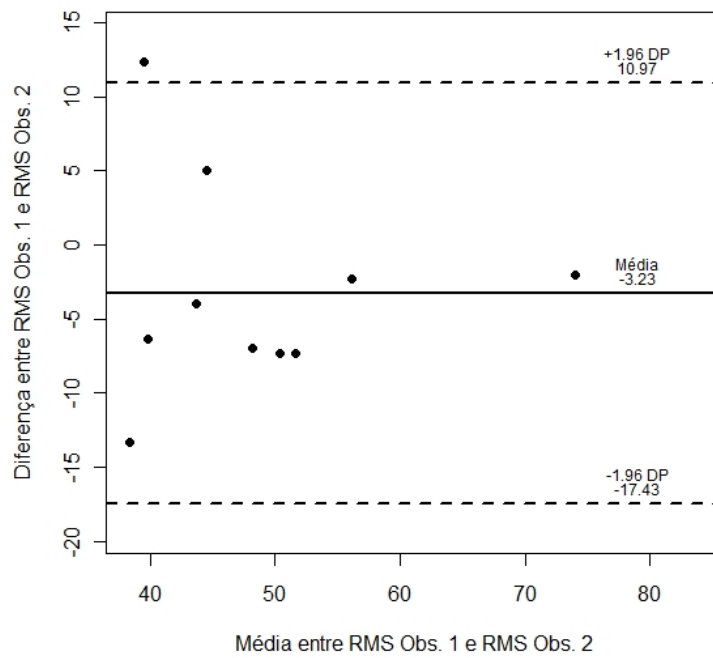
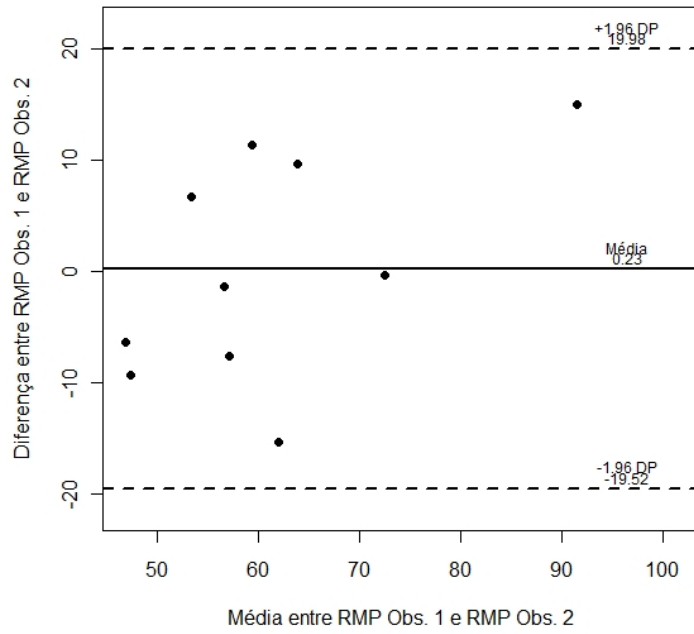












Apêndice A - Termo de consentimento para participar de estudo de pesquisa clínica: indivíduos chagásicos

TÍTULO: Avaliação da função ventricular, pela técnica do *strain* bidimensional, em indivíduos chagásicos sem cardiopatia aparente.

INTRODUÇÃO: você está sendo convidado a participar de uma pesquisa clínica e, antes de aceitar, é necessário que leia e compreenda a seguinte explicação sobre o procedimento proposto. Esta declaração descreve o objetivo, procedimentos, benefícios, riscos, desconforto e precauções do estudo.

OBJETIVO: avaliar a função do músculo do coração (ventrículos) nos pacientes portadores de doença de Chagas.

RESUMO: a doença de Chagas leva ao acometimento cardíaco e está entre as principais causas de doenças do coração em nosso meio, com profundas repercussões médicas, sociais e trabalhistas. O mecanismo da lesão cardíaca não é ainda inteiramente conhecido, necessitando de novos estudos para melhor entendimento dessa enfermidade. O coração do portador de doença de Chagas pode ter diminuição de sua contratilidade, levando à alta chance de crescimento de suas câmaras. O reconhecimento do comprometimento do ventrículo esquerdo pelo ecocardiograma identifica os pacientes de alto risco, necessitando de melhor controle clínico e tratamento mais rigoroso. O objetivo deste estudo é detectar alterações da contratilidade do ventrículo esquerdo que estão associadas à gravidade da doença. O ecocardiograma é um ultrassom do coração, sem risco para o paciente e amplamente utilizado na cardiologia atual. A análise da contração do coração e do fluxo sanguíneo é possível por meio do emprego de várias técnicas, obtendo-se importantes informações da função de contração e relaxamento das câmaras cardíacas.

PROCEDIMENTO: caso você aceite participar deste estudo, deve comparecer ao Ecocenter (Hospital Socor; Rua Juiz de Fora, 150 – Barro Preto – Tel-32956462) para realização de consulta e do ecocardiograma. Este exame consiste na colocação de equipamento de ultrassom no tórax para obtenção das imagens do coração. O paciente fica deitado do lado esquerdo em uma cama, em sala com ar-condicionado, durante 30 minutos. Não é necessário jejum ou interrupção dos medicamentos. O exame é realizado por cardiologista especializado em ecocardiografia e a sala é equipada com todos os aparelhos necessários para garantir a segurança dos pacientes. Os pesquisadores serão responsáveis pelo custeio do transporte ao Ecocenter para a realização do exame.

DESCONFORTO: o contato do equipamento com o tórax poderá causar leve dolorimento local, principalmente nas mulheres, devido à interposição da mama, o que torna necessária discreta compressão para melhorar a qualidade da imagem cardíaca.

BENEFÍCIOS: sua participação poderá contribuir para o conhecimento médico da doença de Chagas, podendo colaborar, no futuro, para a melhoria do tratamento dessa doença.

CONFIDENCIALIDADE: os resultados de seus exames serão analisados em sigilo até onde é permitido pela lei. No entanto, o pesquisador, a orientadora da pesquisa e, sob certas circunstâncias, o Comitê de Ética em Pesquisa UFMG poderão ter acesso aos dados confidenciais que o identificam pelo nome. Qualquer publicação dos dados não o identificará. Ao assinar este formulário de consentimento, você autoriza o pesquisador a fornecer seus registros para o orientador e para o comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.

DESLIGAMENTO: sua participação neste estudo é voluntária e sua recusa em participar ou seu desligamento do estudo não acarretará penalidades ou perda de benefícios aos quais você tem direito. Você poderá cessar sua participação a qualquer momento, sem prejuízo para a continuidade de seu acompanhamento.

CONTATO COM PESQUISADOR: pode ser feito com a Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo (orientadora) pelo telefone 3409.9437 (Setor de Cardiologia Hospital das Clínicas da UFMG) ou com o Dr. Daniel (pesquisador) pelo telefone 3295.6462 (Ecocenter - Hospital Socor). Caso tenha alguma dúvida sobre os seus direitos como paciente de pesquisa, você deverá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (Av. Pres. Antônio Carlos, 6.627 - Unidade Administrativa II - 2º andar – sala 2.005 – telefone 3409.4592.)

CONSENTIMENTO: li e entendi as informações precedentes. Tive a oportunidade de fazer perguntas e todas as minhas dúvidas foram respondidas a contento. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim, indicando o meu consentimento para que eu próprio participe do estudo, até que eu decida o contrário.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____

Ass. do paciente ou responsável: _____

Ass. da 1ª testemunha: _____

Ass. da 2ª testemunha: _____

Ass. do pesquisador: _____

Ass. do orientador: _____

Termo de consentimento para participar de estudo de pesquisa clínica – indivíduos saudáveis

TÍTULO: Avaliação da função ventricular, pela técnica do *strain* bidimensional, em indivíduos chagásicos sem cardiopatia aparente.

INTRODUÇÃO: você está sendo convidado a participar de uma pesquisa clínica e, antes de aceitar, é necessário que leia e compreenda a seguinte explicação sobre o procedimento proposto. Esta declaração descreve o objetivo, procedimentos, benefícios, riscos, desconforto e precauções do estudo.

OBJETIVO: avaliar a função do músculo do coração (ventrículos) em pessoas saudáveis para comparar com corações de pacientes portadores de doença de Chagas.

RESUMO: a doença de Chagas leva ao acometimento cardíaco e está entre as principais causas de doenças do coração em nosso meio, com profundas repercussões médicas, sociais e trabalhistas. O mecanismo da lesão cardíaca não é ainda inteiramente conhecido, necessitando de novos estudos para melhor entendimento dessa enfermidade. O coração do portador de doença de Chagas pode ter diminuição de sua contratilidade, levando à alta chance de crescimento de suas câmaras. O reconhecimento do comprometimento do ventrículo esquerdo pelo ecocardiograma identifica os pacientes de alto risco, necessitando de melhor controle clínico e tratamento mais rigoroso. O objetivo deste estudo é detectar alterações da contratilidade do ventrículo esquerdo em pacientes com doença de Chagas, sendo necessário comparar com corações saudáveis. O ecocardiograma é um ultrassom do coração, sem risco para o paciente e amplamente utilizado na cardiologia atual. A análise da contração do coração e do fluxo sanguíneo é possível por meio do emprego de várias técnicas, obtendo-se importantes informações da função de contração e relaxamento das câmaras cardíacas.

PROCEDIMENTO: caso você aceite participar deste estudo, deve comparecer ao Ecocenter (Hospital Socor; Rua Juiz de Fora, 150 – Barro Preto – Tel-3295.6462) para realização de consulta e do ecocardiograma. Este exame consiste na colocação de equipamento de ultrassom no tórax para obtenção das imagens do coração. O participante fica deitado do lado esquerdo em uma cama, em uma sala com ar-condicionado, durante 30 minutos. Não é necessário jejum. O exame é realizado por cardiologista especializado em ecocardiografia e a sala é equipada com todos os aparelhos necessários para garantir a segurança dos participantes. Os pesquisadores serão responsáveis pelo custeio do transporte ao Ecocenter para a realização do exame.

DESCONFORTO: o contato do equipamento com o tórax poderá causar leve dolorimento local, principalmente nas mulheres, devido à interposição da mama, o que torna necessária discreta compressão para melhorar a qualidade da imagem cardíaca.

BENEFÍCIOS: sua participação poderá contribuir para o conhecimento médico da doença de Chagas, podendo colaborar, no futuro, para a melhoria do tratamento dessa doença.

CONFIDENCIALIDADE: os resultados de seus exames serão analisados em sigilo até onde é permitido pela lei. No entanto, o pesquisador, a orientadora da pesquisa e, sob certas circunstâncias, o Comitê de Ética em Pesquisa UFMG poderão ter acesso aos dados confidenciais que o identificam pelo nome. Qualquer publicação dos dados não o identificará. Ao assinar este formulário de consentimento, você autoriza o pesquisador a fornecer seus registros para o orientador e para o comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.

DESLIGAMENTO: sua participação neste estudo é voluntária e sua recusa em participar ou seu desligamento do estudo não acarretará penalidades ou perda de benefícios aos quais você tem direito. Você poderá cessar sua participação a qualquer momento, sem prejuízo algum.

CONTATO COM PESQUISADOR: pode ser feito com a Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo (orientadora) pelo telefone 3409.9437 (Setor de Cardiologia do Hospital das Clínicas da UFMG) ou com o Dr. Daniel (pesquisador) pelo telefone 3295.6462 (Setor de Ecocardiografia do Hospital Socor). Caso tenha alguma dúvida sobre os seus direitos como paciente de pesquisa, você deverá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (Av. Pres. Antônio Carlos, 6.627 - Unidade Administrativa II - 2º andar – sala 2.005 – telefone 3409.4592.)

CONSENTIMENTO: li e entendi as informações precedentes. Tive a oportunidade de fazer perguntas e todas as minhas dúvidas foram respondidas a contento. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim, indicando o meu consentimento para que eu próprio participe do estudo, até que eu decida o contrário.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____

Ass. do paciente ou responsável: _____

Ass. da 1ª testemunha: _____

Ass. da 2ª testemunha: _____

Ass. do pesquisador: _____

Ass. do orientador: _____



FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO
Av. Prof. A. João Batista 190 / sala 523
Belo Horizonte - MG - CEP 31.130-103
Fone: (31) 3409.9641 FAX: (31) 3109.9680



DECLARAÇÃO

A Comissão Examinadora abaixo assinada, composta pelos professores doutores: Maria do Carmo Pereira Nunes, Manoel Otávio da Costa Rocha, Sérgio Salles Xavier e Márcio Vinicius Lins Barros, aprovou a defesa de dissertação intitulada: "**AValiação DA FUNÇÃO VENTRICULAR, PELA TÉCNICA DO STRAIN BIDIMENSIONAL, EM INDIVÍDUOS CHAGÁSICOS SEM CARDIOPATIA APARENTE**" apresentada pelo mestrando **DANIEL FURTADO VIDIGAL**, para obtenção do título de Mestre em Medicina, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizada em 28 de fevereiro de 2011.

Prof. Maria do Carmo Pereira Nunes
Orientadora

Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha
Coorientador

Prof. Sérgio Salles Xavier

Prof. Márcio Vinicius Lins Barros



FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO
Av. Prof. A. Sá de Balena 190 - sala 523
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100
Fone: (31) 34099640 FAX: (31) 34099641



UFMG

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de **DANIEL FURTADO VIDIGAL**, nº de registro 2009654425. Às quatorze horas do dia vinte e oito do mês de fevereiro de dois mil e onze, reuniu-se na Faculdade de Medicina da UFMG, a Comissão Examinadora de dissertação indicada pelo Colegiado do Programa, para julgar o trabalho final intitulado: **"AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO VENTRICULAR, PELA TÉCNICA DO STRAIN BIDIMENSIONAL, EM INDIVÍDUOS CHAGÁSICOS SEM CARDIOPATIA APARENTE"**, requisito final para a obtenção do grau de mestre em Medicina, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical. Aberto a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Maria do Carmo Pereira Nunes, após dar a conhecer aos presentes o teor das normas regulamentares do trabalho final, passou a palavra ao candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Profa. Maria do Carmo Pereira Nunes /Orientadora	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovado</u>
Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha/Coorientador	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovado</u>
Prof. Sérgio Sales Xavier	Instituição: FIDCRUZ RJ	Indicação: <u>REPROVADO</u>
Prof. Márcio Vinícius Lins Barros	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovado</u>

Pelas indicações, o candidato foi considerado APROVADO.

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2011.

Profa. Maria do Carmo Pereira Nunes _____
 Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha _____
 Prof. Sérgio Sales Xavier _____
 Prof. Márcio Vinícius Lins Barros _____
 Prof. Vandack Alencar Nobre Junior/Coordenador _____

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador.

Prof. Vandack Alencar Nobre Jr.
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Saúde:
Infectologia e Medicina Tropical
Faculdade de Medicina - UFMG