



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA**

**EDUARDO CAVALCANTI LAPA SANTOS**

**EFEITOS DA GASTRECTOMIA VERTICAL SOBRE A MECÂNICA DO**  
**VENTRÍCULO ESQUERDO**

Recife/PE  
2019

EDUARDO CAVALCANTI LAPA SANTOS

**EFEITOS DA GASTRECTOMIA VERTICAL SOBRE A MECÂNICA DO  
VENTRÍCULO ESQUERDO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Doutor em Cirurgia.

**Área de concentração:** Cardiologia

**Orientador:** Profº Drº Fernando Ribeiro de Moraes Neto

Catálogo na Fonte  
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4 1010

S237e Santos, Eduardo Cavalcanti Lapa.  
Efeitos da gastrectomia vertical sobre a mecânica do ventrículo esquerdo / Eduardo Cavalcanti Lapa Santos. – 2019.  
70 f.: il.; tab.

Orientador: Fernando Ribeiro de Moraes Neto.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS.  
Programa de Pós-Graduação em Cirurgia. Recife, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Cirurgia bariátrica. 2. Obesidade. 3. Ecocardiografia. 4. Gastrectomia vertical. 5. Speckle tracking. I. Moraes Neto, Fernando Ribeiro de (Orientador). II. Título.

617.91 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2019-226)

EDUARDO CAVALCANTI LAPA SANTOS

**EFEITOS DA GASTRECTOMIA VERTICAL SOBRE A MECÂNICA DO  
VENTRÍCULO ESQUERDO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Doutor em Cirurgia.

**Data da aprovação:** 24/04/2019

---

Profº Drº Fernando Ribeiro de Moraes Neto  
(Presidente) CCS/UFPE

---

Profº Drº Álvaro Antônio Bandeira Ferraz  
(Examinador Interno) CCS/UFPE

---

Profº Drº Flávio Kreimer  
(Examinador Interno) CCS/UFPE

---

Profº Drº Brivaldo Markman Filho  
(Examinador Interno) CCS/UFPE

---

Profº Drº Rodrigo Pinto Pedrosa  
(Examinador Externo) UPE

Dedico este trabalho:

Aos meus pais, **Frederick Lapa Santos e Cleusa Cavalcanti Lapa Santos**, por serem os meus maiores exemplos na medicina e na vida.

À minha esposa, **Patrícia Sampaio Gadelha**, pela imensa ajuda na confecção desta tese e por ser minha maior incentivadora.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Fernando Ribeiro de Moraes Neto, meu orientador, pelo incentivo para elaboração dessa tese.

Ao Dr Giordano Bruno Parente, cardiologista e ecocardiografista, por todo o suporte dado na coleta de dados dos pacientes.

Ao Dr José Maria del Castillo, cardiologista e ecocardiografista, pela inestimável ajuda na interpretação dos exames desta tese.

À toda a equipe de Serviço de Cirurgia Geral do HC-UFPE em especial ao Dr Flávio Kreimer e à enfermeira Giselle de Queiroz Menezes Batista Belo pela ajuda no recrutamento dos pacientes.

Aos pacientes participantes, sem os quais o trabalho científico não seria possível.

## RESUMO

Os efeitos da gastrectomia vertical (GV) sobre a mecânica do ventrículo esquerdo (VE) foram pouco estudados até o momento. O atual estudo foi desenhado para avaliar parâmetros de deformação e rotação do VE em seguimento de curto prazo após GV. Estudo prospectivo, observacional onde foram avaliados através de ecocardiograma com speckle tracking 25 pacientes submetidos à cirurgia bariátrica. Antes da cirurgia, 56% dos pacientes apresentavam valores de strain longitudinal global (SLG) alterados. Após a cirurgia (seguimento médio de 3,6 meses), houve melhora dos valores de SLG (de  $17,4 \pm 3,2$  para  $19,3 \pm 2,7\%$ ,  $p = 0,01$ ). Houve correlação inversa entre os valores absolutos de SLG no pré-operatório e a variação do parâmetro no seguimento ( $r = 0,577$ ,  $p = 0,002$ ). As medidas de strain circunferencial global (SCG) e strain radial global (SRG) foram normais no pré-operatório e não apresentaram modificação após a cirurgia. O mesmo foi observado para o twist de VE. GV está relacionada à melhora precoce dos valores de SLG sem promover mudança nas medidas de SRG, SCG e twist de VE.

**Palavras-chave:** Cirurgia Bariátrica. Obesidade. Ecocardiografia. Gastrectomia Vertical. Speckle Tracking.

## ABSTRACT

The aim of this study was to examine echocardiographic parameters of left ventricle (LV) mechanics in obese patients before and after sleeve gastrectomy (SG). Twenty-five obese individuals submitted to laparoscopic SG were enrolled in this study. Echocardiography was performed before and after the procedure, and left ventricle mechanics were evaluated by speckle tracking imaging. The mean follow-up was  $3.6 \pm 0.5$  months. Before surgery, 56% of the patients presented altered global longitudinal strain (GLS) values. After surgery, there was an improvement in GLS values (from  $17.4 \pm 3.2$  to  $19.3 \pm 2.7\%$ ,  $P = 0.01$ ). There was an inverse correlation between the absolute values of GLS in the preoperative period and the variation in the GLS at follow-up ( $r = 0.577$ ,  $P = 0.002$ ). Measurements of global circumferential strain (GCS), global radial strain (GRS), and LV twist were normal preoperatively and did not change after surgery. SG is related to the early improvement of GLS values without promoting changes in GRS, GCS and LV twist measurements.

**Keywords:** Bariatric surgery. Obesity. Echocardiography. Sleeve gastrectomy. Speckle tracking.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 -	Desenho mostrando a disposição das fibras musculares cardíacas.....	16
Figura 2 -	Comportamento de um objeto elástico ao sofrer deformação.....	17
Figura 3 -	Diferentes medidas de deformação miocárdica.....	19
Figura 4 -	Demonstração da técnica de speckle tracking.....	20
Figura 5 -	Exemplo prático de cálculo de strain longitudinal.....	21
Figura 6 -	Exemplo prático de cálculo de strain longitudinal.....	22
Tabela 1 -	Correlação entre valores de SLG e função sistólica do VE.....	26
Tabela 2 -	Resumo dos estudos que avaliaram mecânica de VE após cirurgia bariátrica.....	33
Tabela 3 -	Análise comparativa dos Parâmetros Clínicos no Pré-operatório e no Pós-operatório.....	41
Tabela 4 -	Análise comparativa dos Parâmetros ecocardiográficos do VE no Pré-operatório e no Pós-operatório.....	41
Figura 7 -	Correlação da diferença do Strain longitudinal do VE e do Strain longitudinal basal.....	42
Figura 8 -	Comparação da diferença do Strain longitudinal do VE do pré e pós operatório segundo a classificação do Strain longitudinal basal.....	43
Tabela 5 -	Avaliação dos valores de SLG divididos em grupos no pré-operatório e pós-operatório.....	43

**LISTA DE ABREVIATURAS**

AE	átrio esquerdo
DDVE	diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo
DGYR	derivação gástrica em <i>Y-Roux</i>
DLP	dislipidemia
DM	diabetes mellitus
DP	desvio padrão
DSVE	diâmetro sistólico final do ventrículo esquerdo
FE	fração de ejeção do ventrículo esquerdo
GV	gastrectomia vertical
HAS	hipertensão arterial sistêmica
HVE	hipertrofia de ventrículo esquerdo
ICFEP	insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada
IMC	índice de massa corpórea
OR	<i>odds ratio</i>
PAD	pressão arterial diastólica
PAS	pressão arterial sistólica
PP	parede posterior do ventrículo esquerdo
RI	regiões de interesse
SIV	septo interventricular
SCG	strain circunferencial global
SLG	strain longitudinal global
SRG	strain radial global
ST	spleckle tracking
SOS	<i>Swedish Obese Subjects Study</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
VAE	volume do átrio esquerdo
VE	ventrículo esquerdo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>13</b>
2.1	OBESIDADE E ALTERAÇÕES CARDÍACAS	13
2.2	OBESIDADE E FUNÇÃO SISTÓLICA DO VE	15
2.3	DEFORMAÇÃO CARDÍACA	16
2.3.1	<b>Conceitos básicos de mecânica ventricular</b>	16
2.3.2	<b>Parâmetros de mecânica ventricular</b>	18
2.3.3	<b>Técnicas disponíveis para se medir deformação</b>	19
2.3.4	<b>Técnica de mensuração dos parâmetros de mecânica ventricular</b>	21
2.3.5	<b>Vantagens do strain sobre a fração de ejeção</b>	23
2.3.6	<b>Fatores que influenciam o strain</b>	24
2.3.6.1	Fatores técnicos	24
2.3.6.2	Fatores do paciente	25
2.3.7	<b>Valores da normalidade</b>	25
2.3.8	<b>Utilidade clínica das medidas de mecânica ventricular</b>	26
2.3.8.1	Strain longitudinal	26
2.3.8.2	Strain radial	29
2.3.8.3	Strain circunferencial	29
2.3.8.4	Twist	29
2.3.9	<b>Obesidade e mecânica de VE</b>	31
2.3.10	<b>Cirurgia bariátrica e benefícios cardiovasculares</b>	32
2.3.11	<b>Cirurgia bariátrica e mecânica ventricular</b>	32
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>34</b>
3.1	OBJETIVO GERAL	34
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
<b>4</b>	<b>CASUÍSTICA E MÉTODOS</b>	<b>35</b>
4.1	LOCAL DO ESTUDO	35
4.2	DELINEAMENTO DO ESTUDO	35
4.3	PERÍODO DO ESTUDO	35
4.4	SELEÇÃO DOS PACIENTES	35
4.4.1	<b>Crítérios de inclusão</b>	35

4.4.2	<b>Crítérios de exclusão</b>	35
4.5	<b>PROCEDIMENTOS TÉCNICOS</b>	36
4.5.1	<b>Ecocardiograma transtorácico</b>	36
4.5.2	<b>Medidas de mecânica de VE</b>	37
4.5.3	<b>Cirurgia bariátrica</b>	38
4.6	<b>PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS</b>	38
4.6.1	<b>Cálculo do tamanho da amostra</b>	38
4.6.2	<b>Expressão das variáveis</b>	38
4.6.3	<b>Testes estatísticos utilizados</b>	39
4.6.4	<b>Força da verdade</b>	39
4.7	<b>PROCEDIMENTOS ÉTICOS</b>	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>50</b>
	<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A prevalência de obesidade vem aumentando e atualmente esta doença acomete mais de um terço da população adulta dos Estados Unidos<sup>1</sup>. Esta comorbidade está associada a alterações cardíacas funcionais e estruturais<sup>2</sup>. A maioria dos estudos que avaliou a função sistólica do ventrículo esquerdo (VE) em pacientes obesos não encontrou comprometimento deste parâmetro<sup>3,4,5</sup>. Contudo, nestes casos foi usado como parâmetro a fração de ejeção do VE, a qual possui uma série de limitações práticas<sup>6</sup>.

A utilização de métodos mais modernos de avaliação de mecânica ventricular mostrou que o conceito de que a função sistólica é preservada em indivíduos obesos não é universal<sup>7</sup>. A prevalência de alterações subclínicas da contratilidade desta câmara não é desprezível e pode ser encontrada mesmo em pacientes livres de outras comorbidades, o que reforça o conceito de cardiomiopatia da obesidade<sup>8</sup>.

A cirurgia bariátrica é procedimento utilizado no tratamento de graus avançados de obesidade que não respondem ao tratamento clínico. A gastrectomia vertical (GV) é atualmente a técnica mais empregada<sup>9</sup>. A cirurgia bariátrica é capaz de reverter parte das alterações cardíacas estruturais e funcionais causadas pela obesidade<sup>10</sup>. Os efeitos da GV sobre alguns parâmetros de deformação do VE foram examinados em alguns estudos prévios<sup>11-14</sup>. Contudo, estes trabalhos não avaliaram parâmetros como strain radial e twist do VE.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar os principais parâmetros de deformação do VE (strain longitudinal, radial e circunferencial assim como o twist) antes e após a realização de GV.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 OBESIDADE E ALTERAÇÕES CARDÍACAS

Dados do Ministério da Saúde mostram que a prevalência de obesidade na população brasileira tem aumentado nos últimos anos. Em 2006, 11,9% da população apresentava IMC acima de 30 kg/m<sup>2</sup>, número que se elevou para 18,9% em 2016<sup>15</sup>. No mesmo ano, a prevalência de obesidade na população adulta dos Estados Unidos foi de 39,6%<sup>1</sup>.

Obesidade está relacionada ao aumento de doenças cardiovasculares, como insuficiência cardíaca (IC), fibrilação atrial (FA) e coronariopatia<sup>16</sup>. A primeira evidência científica de que obesidade estava relacionada ao aumento do risco de IC surgiu de uma análise do Framingham Heart Study<sup>17</sup>. Posteriormente Kenchaiah et al mostraram que para cada um ponto de incremento no IMC o risco de IC aumentava em 5% em homens e em 7% em mulheres<sup>18</sup>.

A obesidade está relacionada a alterações estruturais e funcionais do ventrículo esquerdo (VE) por diferentes mecanismos, dentre os quais pode-se destacar:

1. Associação com comorbidades como hipertensão arterial sistêmica (HAS) e diabetes mellitus (DM)<sup>19,20</sup>
2. Presença de alterações hemodinâmicas secundárias ao excesso de peso<sup>21</sup>
3. Toxicidade miocárdica direta pela gordura<sup>22-24</sup>
4. Hiperreatividade simpática<sup>25</sup>

A obesidade está relacionada ao aumento da incidência de vários fatores de risco cardiovasculares como HAS e DM. Subanálise do estudo do Framingham Heart Study indicou que 26% dos casos de HAS em adultos são decorrentes do excesso de peso<sup>19</sup>. No caso do DM tipo 2, esta relação é ainda maior sendo estimado que 90% dos casos desta alteração metabólica sejam secundários ao peso excessivo<sup>20</sup>. Estas comorbidades estão ligadas a alterações cardíacas como hipertrofia de ventrículo esquerdo (HVE) e disfunção diastólica do ventrículo esquerdo (VE).

Mesmo ao avaliar pacientes obesos livres de doenças associadas, nota-se presença de alterações cardíacas as quais são chamadas por alguns autores de cardiomiopatia da obesidade<sup>26</sup>. Diferentes fatores podem explicar tal achado. Pacientes obesos possuem aumento não só de quantidade de gordura mas também de massa magra<sup>21</sup>. Excesso importante de gordura e de massa magra levam então a um aumento do volume sanguíneo circulante o que exige elevação do débito cardíaco. Neste estudo foi mostrado que o débito cardíaco de

pacientes obesos era consideravelmente maior do que o de pacientes com peso normal do grupo controle (6,4 L/min x 5,2 L/min, respectivamente).

O incremento do débito cardíaco pode gerar, a longo prazo, um aumento do diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo (DDVE) que por sua vez resulta em maior tensão sobre as paredes ventriculares<sup>10</sup>. Este fator resulta em aumento da espessura das paredes do VE. Zarich et al mostraram que pacientes obesos apresentavam espessura de paredes de VE cerca de 36% superior a indivíduos magros mesmo na ausência de comorbidades como HAS e DM<sup>2</sup>.

O aumento da espessura das paredes do VE causa, como consequência, a hipertrofia ventricular esquerda (HVE)<sup>27</sup>. Esta, por sua vez, é reconhecidamente um dos principais fatores de risco para morbidade e mortalidade de etiologia cardiovascular<sup>28</sup>.

Além dos efeitos hemodinâmicos descritos, há evidência de que o tecido adiposo pode ter efeitos miotóxicos diretos sobre o músculo cardíaco. Experimento em ratos mostrou que animais que possuíam aumento da expressão de genes responsáveis por maior armazenamento de ácidos graxos em seus miócitos apresentavam piores índices de função diastólica<sup>24</sup>. Um dos mecanismos através dos quais o acúmulo de ácidos graxos parece ser tóxico ao miocárdio é o acúmulo de ceramida no interior destas células. Tal substância, a qual atua como mediadora de apoptose celular, chegou a ficar com concentração três vezes superior em ratos obesos quando comparados com controles<sup>29</sup>.

Pacientes obesos apresentam sinais de aumento da atividade do sistema simpático. Karason et al mostraram que a excreção urinária de norepinefrina estava aumentada em indivíduos obesos assim como a variabilidade da frequência cardíaca reduzida quando comparado a grupo de indivíduos com IMC normal<sup>25</sup>. Tais achados foram atenuados após a realização de cirurgia bariátrica.

Além dos mecanismos citados previamente, outros também podem ser imputados na gênese da cardiomiopatia da obesidade. A presença de disfunção da microcirculação cardíaca é reportada em pacientes obesos<sup>26</sup>. Esta alteração vascular pode ser consequência do aumento da produção de uma série de produtos inflamatórios sintetizados pelos adipócitos como adiponectina e fator de necrose tumoral alfa. As alterações da vasomotricidade resultantes podem causar microinfartos na camada subendocárdica do VE<sup>30</sup>.

Por fim, pacientes obesos possuem ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, sendo os níveis desta relacionados à quantidade de gordura visceral<sup>31</sup>. Níveis aumentados de aldosterona estão relacionados à fibrose miocárdica e à HVE<sup>32</sup>.

## 2.2 OBESIDADE E FUNÇÃO SISTÓLICA DO VE

As alterações cardíacas estruturais e funcionais associadas à obesidade costumam ser avaliadas na prática clínica pela ecocardiografia, método diagnóstico amplamente disponível. A maioria dos estudos que utilizou este exame na avaliação de pacientes obesos reportou índices normais de função sistólica do VE<sup>3-5;33-37</sup>. Contudo, foi utilizada como medida de função sistólica a fração de ejeção, parâmetro que possui importantes limitações.

A fração de ejeção mede a quantidade de sangue que sai do VE durante a sístole. Trata-se de uma medida indireta da função contrátil desta câmara. Há casos em que contratilidade do VE está reduzida mas a FE mantém-se preservada devido à presença de hipertrofia da paredes e redução da cavidade desta câmara<sup>38</sup>. Em outras situações, como na insuficiência mitral, a FE pode estar superestimada uma vez que parte do sangue que é forçada para fora do VE durante a sístole volta para o átrio esquerdo, não sendo ejetado para a circulação sistêmica<sup>39</sup>.

A diretriz americana de ecocardiografia recomenda que a medida da fração de ejeção deve ser feita pelo método biplanar de Simpson<sup>40</sup>. Contudo, mesmo em estudos clínicos isso nem sempre é exequível já que é um método trabalhoso e que depende de janelas acústicas adequadas. Na análise do trial STICH, que avaliou pacientes com insuficiência cardíaca com FE<35%, o método de Simpson pôde ser empregado em apenas 44,1% dos pacientes<sup>6</sup>. Mesmo ao restringir-se a análise a este subgrupo em que o método biplanar foi factível, em mais da metade dos casos houve discordância significativa com a ressonância magnética cardíaca, considerada o método não invasivo mais confiável para o cálculo da fração de ejeção<sup>41</sup>.

Reduções da fração de ejeção do VE estão relacionadas com pior prognóstico. Para valores abaixo de 40%-45%, a fração de ejeção apresenta relação inversa com a mortalidade geral. Contudo, acima deste cutoff, o valor prognóstico do parâmetro é atenuado<sup>42</sup>. Em pacientes com insuficiência cardíaca e fração de ejeção preservada, este parâmetro não adiciona informações prognósticas<sup>43</sup>. Nota-se, portanto, que a FE possui importante limitações tanto do ponto de vista diagnóstico quando prognóstico.

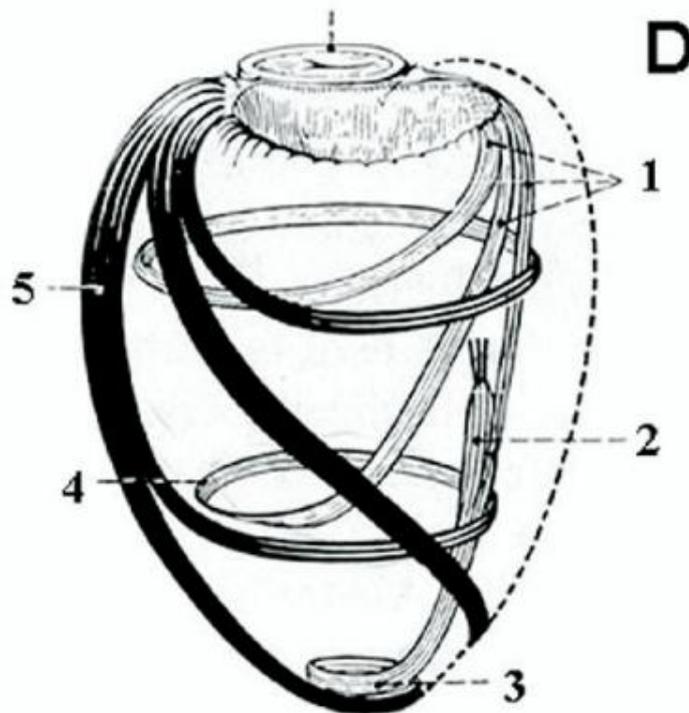
Nos últimos anos surgiram alternativas que permitem a avaliação da função sistólica de forma mais objetiva. Elas se baseiam na avaliação direta da mecânica ventricular através da mensuração da deformação miocárdica.

## 2.3 Deformação cardíaca

### 2.3.1 Conceitos básicos de mecânica ventricular

O coração humano é uma complexa rede de fibras musculares organizadas em diferentes camadas<sup>44</sup>. O VE é composto por três camadas musculares, sendo uma superficial (subepicárdica), uma média e uma profunda localizada no subendocárdio. As camadas superficial e profunda possuem uma disposição oblíqua em direções opostas enquanto que a porção média tem fibras dispostas em sentido circunferencial (figura 1).

Figura 1 - Desenho mostrando a disposição das fibras musculares cardíacas



1 – fibras subendocárdicas dispostas obliquamente; 2 – músculo papilar; 3 – ápice do VE; 4 – fibras da camada média, dispostas em sentido circunferencial; 5 – fibras superficiais subepicárdicas dispostas em sentido oblíquo contrário ao das fibras mais profundas.

Fonte: Figura retirada de Sengupta et al. J Am Soc Echocardiogr. 2007.

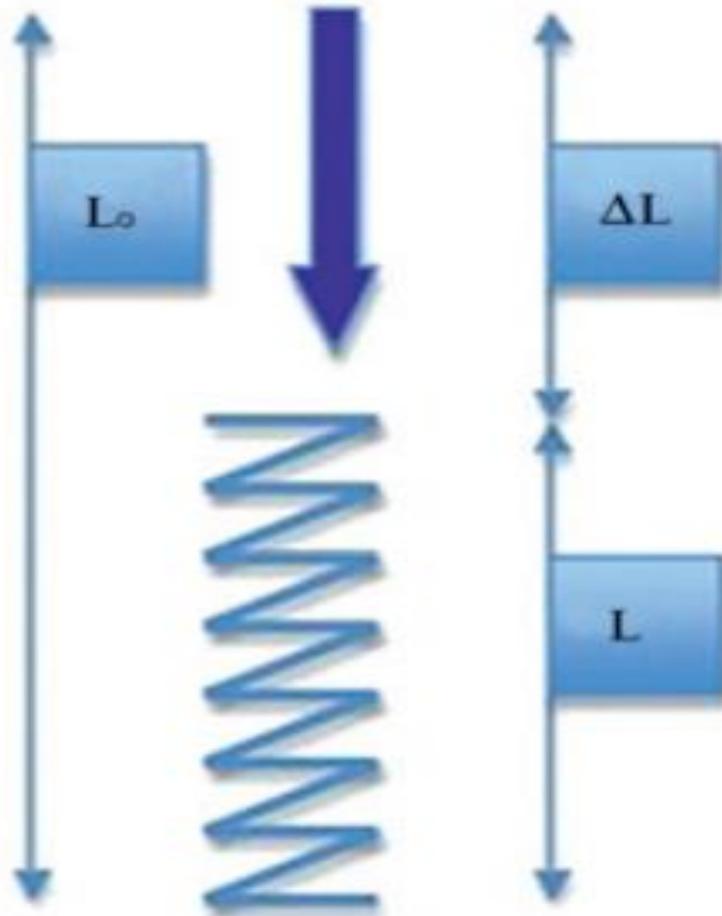
Esta complexa arquitetura do VE faz com que a mensuração da função contrátil desta câmara não seja simples. Novos métodos de avaliação vêm sendo testados nas últimas décadas com o objetivo de avaliar os diferentes componentes da contratilidade do VE.

O conceito de deformação miocárdica (myocardial strain em inglês) foi proposto no

começo da década de 1970<sup>45</sup>. Trata-se da quantificação da deformação que um objeto pode sofrer usando como referência seu tamanho e forma originais.

Tomando-se como exemplo um objeto unidimensional como uma linha, este só pode ser deformando em uma direção, encurtando-se ou alongando-se (figura 2).

Figura 2 – Comportamento de um objeto elástico ao sofrer deformação.



L0 – comprimento inicial; L = comprimento final; ΔL – diferença entre as duas medidas.

Fonte: Figura retirada de Blessberger et al. Heart. 2010.

A forma mais usada para se medir a deformação desta linha é o chamado strain Lagrangiano<sup>38</sup>. A fórmula é:

$$\text{Strain } (\varepsilon) = \frac{L - L_0}{L_0}$$

No caso do músculo cardíaco, o comprimento inicial (L0) é o medido no final da diástole e o comprimento final (L) é o visto ao final da sístole. O resultado é expresso em porcentagem. Quando o objeto encurta-se, o strain apresenta resultado negativo. Quando o objeto se alonga, o resultado é positivo.

Outra medida de deformação miocárdica é o strain rate, calculado dividindo-se o strain pelo tempo em que a deformação ocorreu, sendo expresso em 1/s.

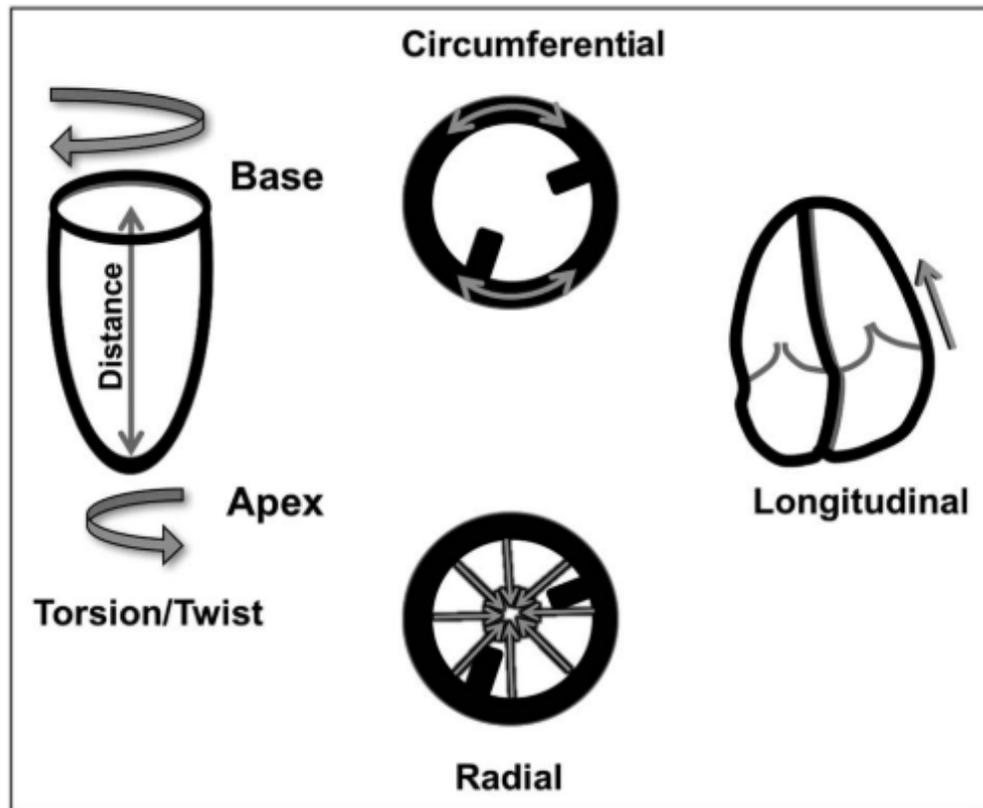
Uma outra forma de avaliar a mecânica miocárdica é a avaliação da torção do coração. Durante o período de contração isovolumétrica, o ápice do coração realiza uma rotação em sentido horário quando visto de sua porção apical. Após o início da ejeção do sangue através da valva aórtica, o ápice do VE passa então a rotacionar em sentido anti-horário enquanto que a base faz o oposto.

Esse comportamento faz com que o VE se comporte durante a sístole como uma toalha sendo torcida sobre si mesma<sup>46</sup>. A porção média do VE (na altura dos músculos papilares) praticamente não rotaciona durante a sístole. A medida do twist (ou torção do VE) é feita calculando-se a diferença absoluta, em graus, entre a rotação da base e do ápice cardíaco. Por convenção, movimentos em sentido horário recebem sinal negativo e movimentos em sentido anti-horário, positivo.

### **2.3.2 Parâmetros de mecânica ventricular**

A orientação das fibras miocárdicas e seu padrão de contração geram três padrões principais de deformação ou strain: longitudinal, radial e circunferencial (figura 3).

Figura 3 – Diferentes medidas de deformação miocárdica: strain longitudinal, radial e circunferencial, além do twist.



Fonte: Figura retirada de Narang et al. Curr Opin Cardiol 2018.

Durante a sístole fisiológica, ocorre encurtamento das fibras miocárdicas nos sentidos longitudinal e circunferencial, o que faz com que estes strain apresentem resultados negativos. Já no sentido radial há espessamento das fibras cardíacas durante a contração do VE, fazendo com que o strain radial seja expresso com sinal positivo. Nos casos dos strain longitudinal e circunferencial, deve-se considerar sempre o valor absoluto ao comparar-se medidas<sup>47</sup>. Ou seja, medidas mais negativas representam valores maiores (ex: strain longitudinal de -20% representa melhor função contrátil quando comparado a -12%).

O outro parâmetro de mecânica ventricular usado, o twist, é medido através da subtração algébrica das rotações apical e basal:

Twist = rotação apical – rotação basal

O resultado é expresso em graus e tem valor positivo.

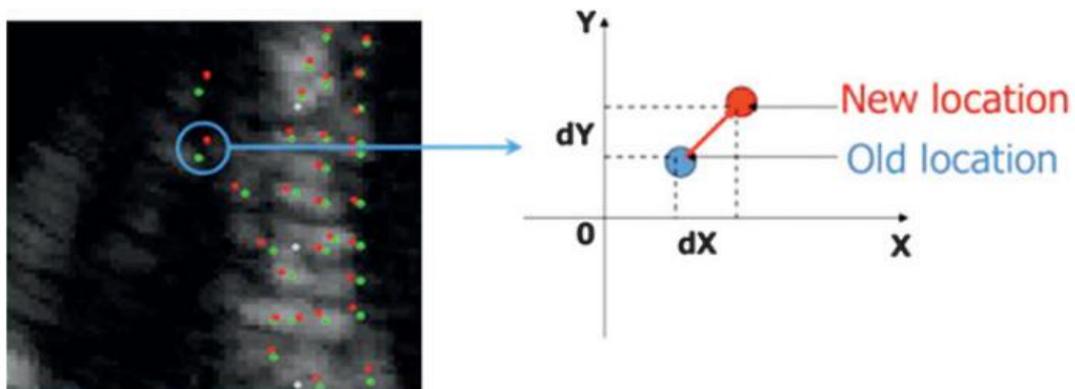
### 2.3.3 Técnicas disponíveis para se medir deformação

A deformação miocárdica começou a ser avaliada de forma não invasiva através de

ressonância magnética cardíaca<sup>48-50</sup>. No final da década de 1990, começaram a ser publicados os primeiros estudos avaliando deformação através da ecocardiografia<sup>51</sup>. A primeira técnica usada foi a do Doppler tecidual.

Atualmente a técnica mais usada para avaliar deformação miocárdica na ecocardiografia é o Speckle Tracking (ST)<sup>52</sup>. Esta se baseia no princípio que marcas acústicas estáveis são criadas a partir do resultado da interação das ondas do ultrassom com o miocárdio. Isso faz com que surjam no miocárdio segmentos com pequenas marcas estáveis (speckles) os quais podem ser seguidas através do ciclo cardíaco. Esta movimentação após ser analisada por algoritmos permite avaliar a deformação do tecido miocárdico (figura 4)<sup>53</sup>. Esta detecta alguns pontos brilhosos no miocárdio e assim acompanha sua posição ao longo do ciclo cardíaco. Os pontos em verde mostram a posição inicial e os pontos vermelhos a posição final.

Figura 4 – Demonstração da técnica de speckle tracking.



Fonte: Figura retirada de Blessberger et al. Heart 2010.

O ST apresenta várias vantagens em relação às medidas feitas por Doppler tecidual<sup>53</sup>. É independente do ângulo de insonação enquanto que no último o feixe ultrassônico precisa estar paralelo à movimentação do miocárdio. Além disso, o ST não é sujeito ao fenômeno de tethering (repuxamento de tecido fibrótico por miocárdio sadio adjacente). Tecido fibrótico não é capaz de contrair-se mas pode ser tracionado pelo miocárdio viável adjacente. Como o Doppler tecidual avalia a deformação miocárdica medindo a velocidade com que um tecido se desloca, ele pode interpretar uma região de fibrose como sendo efetivamente contrátil. Esse fenômeno não pode ocorrer com o ST uma vez que este avalia a posição e movimentação de diferentes pontos e não a sua velocidade<sup>53</sup>. Por fim, o ST permite o cálculo dos strain radial e

circunferencial enquanto que o Doppler tecidual permite a avaliação apenas do strain longitudinal.

A medida de strain por speckle tracking pelo ecocardiograma foi validado tomando-se como referência medidas de sonomicrometria, procedimento invasivo realizado em animais em que pequenos cristais piezoelétricos são colocados na superfície epicárdica do coração o que permite que a sua movimentação seja avaliada com precisão a partir de emissão de ondas de ultrassom<sup>54</sup>.

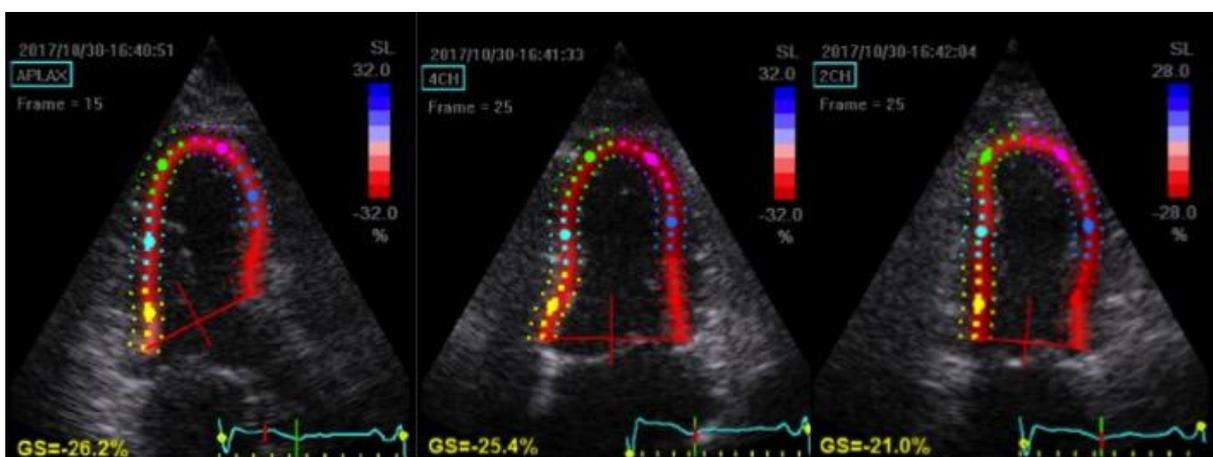
ST é uma técnica reproduzível sendo a variabilidade intra e interobservadores experientes mínima<sup>55</sup>.

Além de permitir a avaliação do strain miocárdico, o ST também é usado na mensuração da rotação do músculo cardíaco. Ao calcular a rotação dos segmentos basais e apicais do VE, é possível chegar-se ao cálculo do twist desta câmara. O uso do ST para avaliação da rotação cardíaca foi validado por Helle-Valle et al em 2005<sup>56</sup>. Ao testar o método em cães os pesquisadores encontraram uma boa correlação com o método invasivo da sonomicrometria ( $r$  0,94,  $p < 0,0001$ ).

### 2.3.4 Técnica de mensuração dos parâmetros de mecânica ventricular

O Strain longitudinal é medido através da janela apical. É calculado o strain para cada um dos segmentos presentes nos cortes de 4 câmaras, 2 câmaras e 3 câmaras, sendo feito a média do valor de todos os segmentos para chegar ao cálculo do strain longitudinal global (SLG) (figuras 5 e 6).

Figura 5 – Exemplo prático de cálculo de strain longitudinal.

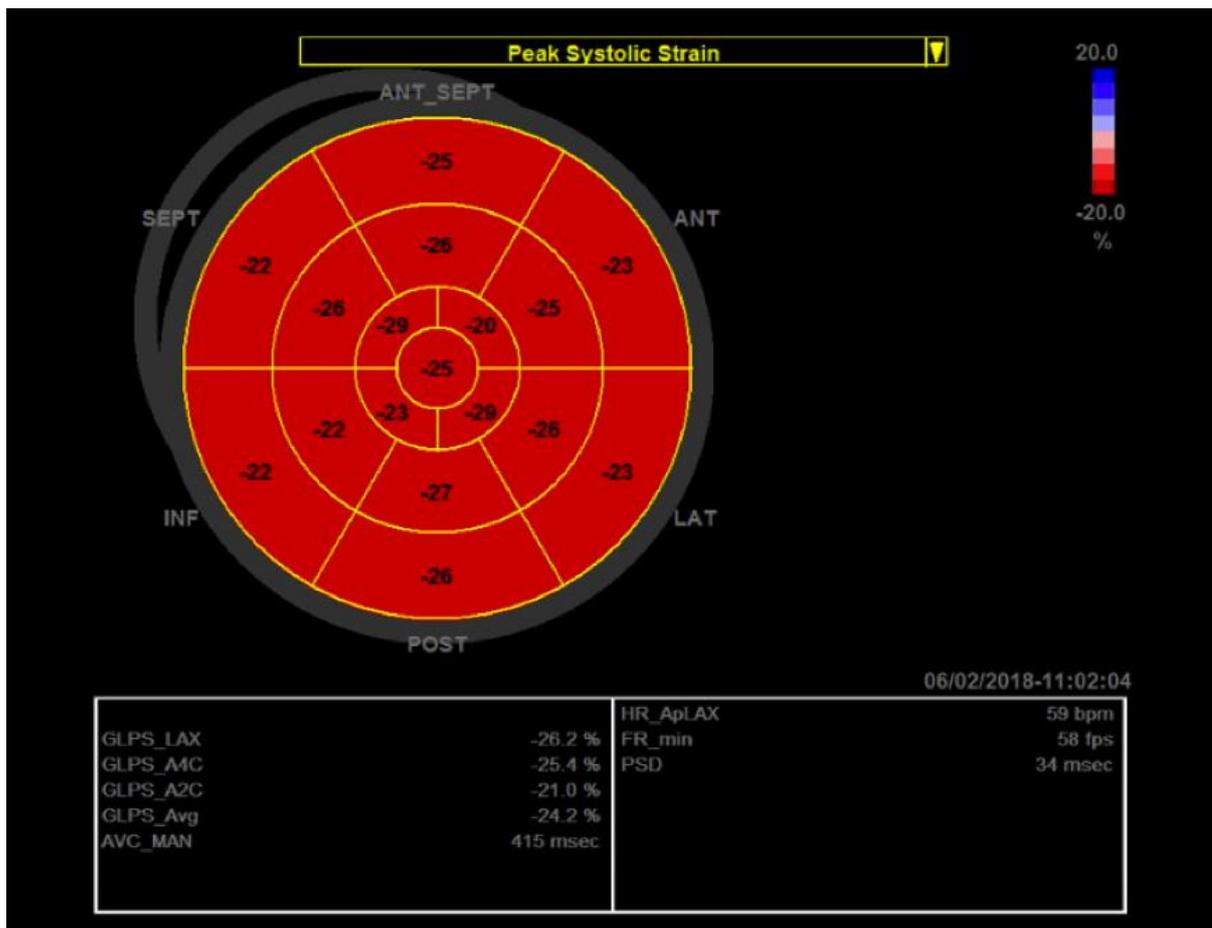


As imagens mostram o cálculo do strain global em cada um dos 3 cortes apicais. Legendas em inglês e sua

tradução: GS = strain global, APLAX = eixo longitudinal longo apical; 4CH = corte 4 câmaras apical; 2CH = corte 2 câmaras apical.

Fonte: Imagens de uma das pacientes do atual estudo.

Figura 6 – Exemplo prático de cálculo de strain longitudinal



Os valores de strain longitudinal avaliados nos 3 cortes apicais são somados pela máquina e posteriormente divididos por 3 para cálculo da média que aparece como GLSPS Avg (no caso, igual a -24,2%).

Fonte: Imagem de uma das pacientes do atual estudo.

Para as outras medidas de mecânica ventricular é usada a janela paraesternal transversal. No caso dos strain circunferencial e radial, avalia-se o VE nos cortes basal, médio e apical. Já no caso do twist, é medido a rotação basal e apical apenas, uma vez que os segmentos médios praticamente não apresentam rotação durante a sístole.

De acordo com recomendações das sociedades americana de ecocardiografia e europeia de imagem cardiovascular, o strain é medido no final da sístole, definido pelo momento em que a valva aórtica fecha-se<sup>47</sup>.

### 2.3.5 Vantagens do strain sobre a fração de ejeção

Apesar de tanto o strain quanto a FE medirem função sistólica, há uma diferença relevante entre ambos: o strain avalia diretamente a contratilidade miocárdica enquanto que a FE mede a função de bomba do VE, marcador indireto de inotropismo. Mesmo havendo redução da capacidade contrátil do VE, outros mecanismos como a mudança da geometria desta câmara podem manter o volume ejetado de sangue dentro dos limites da normalidade<sup>53</sup>.

A avaliação da função sistólica do VE através da deformação miocárdica apresenta vantagens sobre a FE, entre as quais: melhor reprodutibilidade<sup>57</sup>, maior acurácia diagnóstica<sup>41</sup> e valor incremental em termos prognósticos<sup>58</sup>.

As medidas de SLG mostraram-se mais precisas que o cálculo da FE. Medvedofsky et al compararam medidas de SLG feitas de forma semiautomatizada com aferições manuais da FE calculada pelo método de Simpson. Quando comparados examinadores com maior ou menor experiência no método, foi visto melhor correlação das medidas de SLG ( $r$  0,98 x  $r$  0,91 para a FE)<sup>57</sup>. A variabilidade intraobservador também foi menor com o strain. Além da melhor reprodutibilidade, a aferição do SLG consumiu apenas metade do tempo do cálculo da FE.

Negishi et al mostraram que apesar da experiência com o método influenciar na acurácia do SLG, mesmo ecocardiografistas sem contato prévio com a técnica tiveram um alto grau de precisão em suas medidas (coeficiente de correlação de 0,975)<sup>59</sup>. Tal número foi comparável ao grupo de examinadores mais experientes (coeficiente de correlação de 0,996).

Em termos diagnósticos, o SLG mostrou-se mais precoce em detectar a disfunção sistólica do VE quando comparado à FE. Esta depende de vários fatores, entre eles o SLG, o strain circunferencial global (SCG), a espessura das paredes do VE e o volume diastólico final do VE. Stokke et al mostraram que a alteração de um destes parâmetros pode ser compensada por outros, de forma a manter a FE preservada apesar de déficit contrátil já instalado<sup>60</sup>. Assim, a queda do SLG pode ser equilibrada por aumento do SCG ou da espessura das paredes, assim como pela queda do volume diastólico final. Esse cenário é particularmente relevante em pacientes com ventrículos hipertróficos e de pequeno volume, como em certos casos de HAS e de cardiomiopatia hipertrófica, nos quais a FE pode se manter preservada apesar de relevantes quedas no SLG.

Em termos prognósticos, o SLG também mostrou vantagens em relação à FE quando empregada em pacientes com insuficiência cardíaca. Uma metanálise englobando 5.721 pacientes com diferentes tipos de cardiopatia mostrou que o SLG foi um melhor preditor de

eventos (morte, IC, hospitalização por IC e arritmias malignas) que a FE<sup>61</sup>. Há evidência de que o SLG provê valor prognóstico incremental ao da FE<sup>58,62,63</sup>.

Mesmo quando empregado em uma população sem cardiopatia prévia, o SLG manteve importante função prognóstica. Biering-Sørensen et al mostraram que pacientes com SLG alterado apresentaram três vezes mais eventos cardiovasculares (infarto agudo do miocárdio, IC e morte cardiovascular) quando comparados aos pacientes em que o parâmetro encontrava-se normal. Nesse cenário, o SLG melhorou o valor preditivo do escore de risco de Framingham<sup>64</sup>.

## 2.3.6 Fatores que influenciam o strain

### 2.3.6.1 Fatores técnicos

Vários aspectos técnicos podem causar variabilidade entre as medidas. Cada empresa que produz aparelhos de ecocardiografia possui softwares específicos para a análise da deformação miocárdica. O uso de algoritmos diferentes para analisar o mesmo parâmetro fez com que houvesse significativa variabilidade nos resultados de strain medidos em diferentes equipamentos. Para minimizar este problema, em 2015 foi publicado um documento elaborado em conjunto pela Sociedade Americana de Ecocardiografia, a Associação Europeia de Imagem Cardiovascular e as empresas de aparelhos de ecocardiografia<sup>47</sup>. Tal publicação teve o objetivo de uniformizar os parâmetros para o cálculo do strain cardíaco.

Após este artigo, Yang et al notaram menor variabilidade entre as medidas feitas entre diferentes aparelhos, ficando os coeficientes de variação das medidas do SLG similares aos da FE medida pelo método de Simpson<sup>65</sup>. Já Farsalinos et al mostraram que a reprodutibilidade do SLG foi superior a das medidas de FE<sup>66</sup>. Neste estudo notou-se que os valores médios de SLG variaram de -18% a -21,5% a depender do aparelho usado, o que ratifica que em caso de medidas seriadas em um mesmo paciente, o ideal é que seja usado mesmo aparelho.

A qualidade da imagem obtida também influencia o resultado das medidas de deformação miocárdica. O encurtamento do ápice ventricular nas imagens apicais, por exemplo, pode causar alterações no SLG<sup>52</sup>. Em um estudo envolvendo indivíduos saudáveis, mais de 20% dos pacientes tiveram ao menos um segmento miocárdico com qualidade limitada para avaliação do strain<sup>67</sup>. O recomendado é que se dois ou mais segmentos de uma mesma imagem forem considerados inadequados para avaliação do strain, a mesma seja excluída do cálculo global<sup>66</sup>.

Variabilidade de frequência cardíaca torna pouco reprodutível o método, o que faz com que as medidas de strain em pacientes com fibrilação atrial fiquem mais suscetíveis a erro<sup>68</sup>.

A seleção adequada das bordas miocárdicas também é ponto importante na aferição do strain. Apesar do aparelho gerar bordas automáticas, é comum que o ecocardiografista tenha que fazer um ajuste manual das mesmas. A inclusão de parte das paredes atriais ou da via de saída do VE na amostra pode causar subestimação do SLG<sup>69</sup>.

### 2.3.6.2 Fatores do paciente

Diversos fatores individuais podem ter influência sobre o cálculo do strain. Estudo comparando pacientes acima de 60 anos com população abaixo dos 20 anos mostrou menores valores de SLG no primeiro grupo (-20,3% x -22,1%, respectivamente)<sup>70</sup>.

O gênero também influencia os valores de SLG. Pesquisadores mostraram que mulheres apresentam maiores valores de strain longitudinal, sendo a diferença absoluta maior que um ponto percentual, em média<sup>71,72</sup>.

Aletas de alto rendimento apresentam SLG e SCG mais elevados que indivíduos sedentários, não havendo diferença em relação ao strain radial global (SRG)<sup>73</sup>.

### 2.3.7 Valores da normalidade

Pelos motivos expostos previamente, há grande variação em relação aos valores reportados como normais para o strain miocárdico. Metanálise publicada em 2013 avaliou 2.597 pacientes saudáveis e definiu como valor médio do SLG -19,7% (valores da normalidade variando entre -15,9% e -22,1%)<sup>74</sup>. No mesmo estudo, os valores médios para o SCG foram de -23,3% (limites da normalidade entre -20,9% a -27,8%) e para o SRG foram de 47,3% (limites da normalidade entre 35,1% e 59%).

Kocabay e colaboradores publicaram em 2014 valores da normalidade um pouco diferentes<sup>75</sup>. O limite inferior da normalidade do SLG foi de -18,5% para mulheres e -16,9% para homens. Em relação ao strain radial e circunferencial, não houve diferença relevante entre gêneros ficando o limite inferior da normalidade em 24,6% e -15,4%, respectivamente.

A diretriz da Sociedade Americana de Ecocardiografia sobre medidas realizadas na ecocardiografia elenca várias fontes diferentes sobre valores da normalidade do SLG, incluindo a metanálise citada previamente<sup>76</sup>. Entre as 10 fontes incluídas, o valor médio do SLG variou entre -17,3% a -21,5%. A diretriz recomenda, como um guia geral, que um SLG

de -20% é esperado em indivíduos saudáveis. Potter et al sugerem em artigo recente que, ao avaliar-se o valor absoluto do SLG, sejam usados as seguintes referências(tabela 1)<sup>38</sup>:

**Tabela 1** – Correlação entre valores de SLG e função sistólica do VE. Adaptado de Potter et al. J Am Coll Cardiol 2018

Valor absoluto do SLG	Função sistólica de VE
>18%	normal
16% a 18%	borderline
12% a 16%	Reduzida
8% a 12%	Redução importante
<8%	Redução muito importante

Há maior discordância entre os valores normais do twist do VE. Lorenz et al reportaram um valor médio de twist aferido pela RMC de  $12,6 \pm 1,5$  graus<sup>77</sup>. Kocabay et al encontraram valores médio de  $20 \pm 7,3$  graus<sup>75</sup>.

### 2.3.8- Utilidade clínica das medidas de mecânica ventricular

Dos parâmetros de mecânica ventricular discutidos, o que apresenta uso prático recomendado por sociedades internacionais é o SLG, usado no rastreamento de toxicidade por quimioterápicos<sup>41</sup>. Já os strain radial e circunferencial, assim como o twist, são mais usados atualmente no campo de pesquisa<sup>47</sup>.

#### 2.3.8.1- Strain longitudinal

Os SLG é o dado com mais utilidade prática entre as medidas de deformação cardíaca medidas por Speckle Tracking. Uma das principais utilidades do strain na prática é a detecção de disfunção sistólica do VE na ausência de redução da FE<sup>38</sup>. Neste cenário, o SLG pode adicionar importantes informações prognósticas.

O cenário clínico onde o SLG está mais bem fundamentado é o da pesquisa de disfunção ventricular causada por agentes quimioterápicos como a antraciclina. A cardiotoxicidade por estes agentes é classicamente definida como uma queda da FE em mais de 10 pontos chegando a níveis inferiores a 53%<sup>41</sup>. A incidência varia entre 13% e 42% a

dependem da dose cumulativa dos antracíclicos e de outras terapias usadas em conjunto.

Neste contexto, vários estudos já mostraram que a redução do SLG precede a queda da FE, sendo portanto mais sensível na detecção da cardiotoxicidade<sup>78</sup>. Reduções relativas de 15% no SLG são preditivas de subsequente queda da FE. Assim, as diretrizes elaboradas pelas sociedades americanas de cardiologia já definem que reduções desta monta no SLG são indicativas de cardiotoxicidade<sup>41</sup>.

Apesar de ainda não ter sido incorporado por outras diretrizes em cardiologia, já há ampla evidência do valor prognóstico do SLG em diversas situações.

Em pacientes hipertensos com FE preservada, foi mostrado que reduções no SLG predizem eventos cardiovasculares (hazard ratio 1.449) tendo o cutoff de -17,5% poder discriminatório em relação a maior mortalidade<sup>79</sup>.

Kraigher-Krainer et al mostraram que 2 em cada 3 pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (ICFEP) possuíam SLG reduzido<sup>80</sup>. Houve correlação entre os níveis de strain longitudinal e os valores de NT-proBNP, biomarcador com importante papel prognóstico em pacientes com IC.

Pacientes diabéticos com fração de ejeção preservada possuem elevada prevalência de SLG alterado. Holland et al mostraram que 45% dos indivíduos possuíam SLG abaixo do valor absoluto da normalidade<sup>81</sup>. Este grupo teve 10% mais eventos cardiovasculares em seguimento de 7,4 anos do que o grupo com parâmetro normal. A presença de disfunção de VE em pacientes diabéticos na ausência de outros fatores como HAS e coronariopatia é denominada de cardiomiopatia diabética<sup>82</sup>.

Pacientes com estenose aórtica importante e FE preservada que possuem SLG reduzido apresentaram elevação de mortalidade em seguimento médio de 23 meses, sendo o aumento do risco incremental ao predito por escores de risco tradicionais<sup>83</sup>. Em outro estudo avaliando pacientes com estenose aórtica submetidos à cirurgia cardíaca, o SLG correlacionou-se com a quantidade de fibrose miocárdica presente em biópsia realizada durante a troca valvar, fato não observado com parâmetros mais tradicionais como área valvar aórtica e FE do VE<sup>84</sup>.

A avaliação da função sistólica do VE também é útil para indicar intervenção em outra valvopatia, a insuficiência mitral. Mesmo em pacientes assintomáticos, FE<60% é considerada indicação de intervenção na insuficiência mitral importante primária<sup>85</sup>. Contudo, há mais de 20 anos sabe-se que a função sistólica do VE pode estar comprometida nesta valvopatia mesmo na presença de FE preservada<sup>86</sup>. Neste cenário, o SLG mostrou ter valor prognóstico independente da FE. Mascle et al mostraram que em pacientes com valvopatia importante e FE preservada no pré-operatório, valores de SLG alterados foram preditores de

FE <50% após a cirurgia valvar<sup>87</sup>. O outro fator preditor foi o diâmetro sistólico de VE (DSVE), este já incorporado há décadas pelas diretrizes em cardiologia como parâmetro de indicação de cirurgia valvar em pacientes com insuficiência mitral importante assintomática.

Outra valvopatia em que a avaliação da função sistólica do VE possui papel importante na indicação de intervenção é a insuficiência aórtica. De acordo com as diretrizes, conduta invasiva está indicada em casos de regurgitação aórtica importante com FE < 50%, independente de sintomas<sup>85</sup>. Mas, assim como na insuficiência mitral, este achado pode ser tardio. Ewe et al mostraram que entre indivíduos com valvopatia importante e FE preservada, os sintomáticos apresentavam SLG inferior aos sintomáticos (valores absolutos de 14,9% x 16,8%, respectivamente)<sup>88</sup>. Entre os indivíduos assintomáticos, valores absolutos de SLG acima de 19,3% tiveram um valor preditivo negativo de 100% em afastar necessidade de intervenção durante o período de acompanhamento do estudo (4,2 anos, em média).

Pelos dados expostos, nota-se que a avaliação da função sistólica é relevante na condução de pacientes com valvopatia aórtica e/ou com insuficiência mitral. Contudo, nestes casos a FE altera-se tardiamente e o uso do SLG possivelmente pode ser incorporado à prática clínica para melhor definição de conduta clínica.

O papel do SLG também já foi estudado em miocardiopatias. Saito et al observaram que em pacientes com miocardiopatia hipertrófica, valores de SLG estavam associados à presença de fibrose detectável na ressonância magnética cardíaca<sup>89</sup>. O grupo com fibrose na RMC apresentou SLG médio de -11,8% enquanto que os que não possuíam alterações no realce tardio com gadolínio apresentaram valores médio de -15%. Adicionalmente, valores absolutos mais baixos foram preditores de eventos cardiovasculares (morte cardiovascular, taquicardia ventricular sustentada ou hospitalização por insuficiência cardíaca). Popovic et al também relataram correlação de valores alterados de SLG e presença de fibrose miocárdica detectada na RMC em pacientes com miocardiopatia hipertrófica (r 0.46, p 0.003)<sup>90</sup>.

O strain longitudinal também agrega informações tanto na coronariopatia crônica quanto em eventos agudos. Em pacientes com suspeita de síndrome coronariana aguda, um SLG absoluto superior a 21% teve um valor preditivo negativo de 92% na exclusão de coronariopatia obstrutiva<sup>91</sup>. Já em pacientes com histórico de infarto agudo do miocárdio prévio, o SLG teve boa correlação com a massa infartada avaliada pela RMC (r 0.84, p<0.001), sendo mais preciso que a FE medida pelo ecocardiograma ou pela RMC (r 0.58 e r 0.71, respectivamente)<sup>92</sup>.

### 2.3.8.2 Strain radial

Pacientes com FE inferior a 35%, portadores de complexo QRS largo e que apresentam sintomas de insuficiência cardíaca apesar do tratamento medicamentoso padrão são candidatos à terapia de ressincronização cardíaca através de marca-passo biventricular<sup>93</sup>. Contudo, uma parcela significativa deste grupo de pacientes não apresenta resposta à terapia de ressincronização.

O strain radial foi testado por Suffoletto et al na avaliação de pacientes candidatos à terapia de ressincronização ventricular<sup>94</sup>. Foi observado que uma medida de dissincronia superior a 130 ms teve boa acurácia em prever melhora da FE após 6 meses (89% de sensibilidade e 83% de especificidade), tornando este método uma alternativa para selecionar melhor pacientes que se beneficiam do tratamento invasivo.

### 2.3.8.3 Strain circunferencial

Em pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (ICFEP) há evidências de que a função sistólica pode estar comprometida quando avaliada por parâmetros de deformação miocárdica. Kraigher-Krainer et al mostraram que essa população quando comparada a indivíduos saudáveis apresentam não só valores mais baixos de SLG mas também de strain circunferencial<sup>80</sup>. Cerca de 40% dos pacientes avaliados apresentavam SCG reduzido. Valores mais baixos de SCG foram relacionados a mais internações por IC no passado assim como a maior prevalência de coronariopatia.

Pacientes hipertensos com hipertrofia de VE possuem valores de SCG reduzidos quando comparados a pacientes saudáveis ou hipertensos com morfologia normal desta câmara<sup>95</sup>. Este achado é ainda mais pronunciado nos casos de hipertrofia concêntrica do VE.

Pacientes com cardiomiopatia hipertrófica apresentam redução de todos os 3 tipos de strain (SLG, SCG e SRG) quando comparados a indivíduos sem cardiopatia<sup>96</sup>. Essas alterações foram descritas por Serri et al mesmo ao avaliar grupo de pacientes com FE preservada, o que mostra que disfunção sistólica global subclínica é frequente neste subgrupo de pacientes.

### 2.3.8.4 Twist

A idade apresenta influência sobre o twist de VE. Burns et al mostraram que este

parâmetro encontrava-se elevado em homens idosos<sup>97</sup>. Adicionalmente, o aumento do twist ventricular com o esforço físico encontrava-se reduzido nestes quando comparados a controles de menor idade, mostrando uma menor reserva de torção. Lumens et al também mostraram redução da torção do VE em pacientes com média de idade de 68 anos quando comparados a grupo com idade média de 23 anos<sup>98</sup>. Os outros parâmetros de função sistólica (ex: FE e volume ejetado de sangue) não apresentaram diferenças.

Achado de aumento da torção do VE foi observado por Stuber et al em trabalho comparando pacientes com estenose aórtica a indivíduos saudáveis a atletas<sup>99</sup>. Toorn et al reproduziram o achado de twist aumentado em pacientes com estenose aórtica e mostraram que o parâmetro reduziu após a cirurgia de troca valvar aórtica<sup>100</sup>.

A explicação proposta pelos autores para o aumento observado do twist de VE nessa condição de estenose aórtica é baseada na redução da função subendocárdica, o que resultaria em menor oposição ao movimento do subepicárdio. O subendocárdio é mais susceptível a injúrias secundária à idade a reduções subclínicas de perfusão. Isto está em concordância com estudo experimental em cães que mostrou que segundos após oclusão da artéria descendente anterior, a rotação apical aumentava às custas de disfunção exclusivamente da camada subendocárdica<sup>97</sup>.

O mecanismo citado ocorreria em estágios iniciais de cardiopatias em que apenas o subendocárdio está acometido. Posteriormente, quando todo o miocárdio está afetado, o twist acaba reduzindo-se<sup>98</sup>.

Estudos experimentais mostram a influência de intervenções externas no twist do VE. Helle-Valle et al viram que ao infundir dobutamina em cães houve elevação das rotações basal e apical<sup>56</sup>. Já quando foi realizada oclusão aguda da artéria descendente anterior a rotação apical apresentou queda significativa enquanto que o movimento basal permaneceu inalterado.

Fuchs et al demonstraram através de estudo com ressonância cardíaca que pacientes com insuficiência cardíaca (FE média de 26%) apresentavam rotação apical e basal de VE reduzidas em relação a controles sadios<sup>101</sup>. Após 6 meses de tratamento com as medicações padrão para a cardiopatia, notou-se melhora da rotação basal, com conseqüente elevação do twist. Bertini et al também mostraram melhora do parâmetro em pacientes com IC que foram submetidos à terapia de ressincronização cardíaca<sup>102</sup>. Tais achados sugerem que este parâmetro pode ser utilizado de forma seriada para avaliar resposta a terapêuticas.

### 2.3.9- Obesidade e mecânica de VE

A maioria dos estudos que avaliaram função sistólica do VE em pacientes obesos usou como método a FE sendo os relatos de parâmetros similares aos de indivíduos com peso normal ou mesmo de função hiperdinâmica<sup>103</sup>. Contudo, o uso de técnicas de deformação miocárdica vem mostrando sinais de disfunção sistólica de VE mesmo na presença de FE preservada.

Wong et al avaliaram o comportamento do strain longitudinal em pacientes de diferentes IMC<sup>104</sup>. Foi observado que quanto maior o IMC do paciente, menor era o strain longitudinal. Enquanto isso, a FE não mostrou mudança relevante. Os pacientes deste estudo não apresentavam comorbidades como HAS e DM. Os autores concluem que obesidade é um fator de risco para disfunção sistólica subclínica do VE.

Monte et al compararam medidas de deformação miocárdica em pacientes obesos e controles sadios<sup>8</sup>. Os pacientes com  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  apresentaram menores valores de SLG e de SRG. Já a FE e o SCG foram similares nos dois grupos.

Barbosa et al também compararam parâmetros de deformação miocárdica em indivíduos sadios e em pacientes obesos ( $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) que encontravam-se em pré-operatório de cirurgia bariátrica<sup>7</sup>. A FE não foi diferente nos dois grupos mas o SLG de ambos os ventrículos mostrou-se reduzido no grupo de pacientes obesos.

A redução de SLG em pacientes obesos pode ser vista de forma precoce em crianças e adolescentes acima do peso<sup>105</sup>. Numa população com idade média de 11,5 anos e sem comorbidades associadas, o SLG foi 9,8% inferior no grupo acima do peso (IMC médio de 29,9) quando comparado ao grupo controle.

Evidências mostram que a redução do peso em pacientes diabéticos e obesos pode ter efeitos benéficos nos parâmetros de mecânica miocárdica<sup>106</sup>. Lambadiari et al avaliaram 2 grupos de pacientes diabéticos antes e após 6 meses de tratamento com medicações distintas (liraglutide e metformina). O grupo tratado com liraglutide apresentou maior redução de peso no seguimento (6 kg x 1 kg no grupo da metformina). Enquanto o segundo grupo não apresentou melhora nos parâmetros de mecânica ventricular, os pacientes tratados com liraglutide mostraram elevação do SLG e redução do twist de VE. Estes achados foram mantidos mesmo após ajuste para outras variáveis como IMC, hemoglobina glicada e peso. Os autores sugeriram que a redução do twist após uso do liraglutide poderia ser um efeito direto da droga sobre os cardiomiócitos, independente da perda de peso. O acometimento das fibras subendocárdicas pelo DM e pela obesidade poderiam causar perda da função desta

camada, deixando o subepicárdio dominar ainda mais o processo de rotação, o que leva a uma elevação do twist basal. Com o efeito da droga, este processo seria inibido, trazendo os valores de twist de volta ao normal.

### 2.3.10 Cirurgia bariátrica e benefícios cardiovasculares

A cirurgia bariátrica é indicada para certos pacientes que possuem obesidade clinicamente grave. Os critérios clássicos para elegibilidade para o procedimento são: pacientes com  $IMC \geq 40 \text{ Kg/m}^2$  ou pacientes com  $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$  que tenham comorbidades potencialmente ameaçadoras à vida como HAS, DM descontrolado, apneia obstrutiva do sono, cardiomiopatia relacionada à obesidade ou problemas físicos que interfiram com a qualidade de vida do indivíduo como doença articular importante<sup>107</sup>. O procedimento também pode ser considerado em diabéticos com IMC entre 30 e 34,9  $\text{kg/m}^2$  que apresentem controle glicêmico insatisfatório<sup>108</sup>.

Há diferentes tipos de procedimentos cirúrgicos sendo os mais usados atualmente a derivação gástrica em *Y-Roux* (DGYR ou cirurgia de Fobi-Capella) e a gastrectomia vertical (GV).

A GV é um procedimento seguro que envolve a remoção do fundo e da maior parte do antro gástrico, criando assim um tubo (ou “manga”, sleeve em inglês) gástrico que restringe a quantidade de alimentos ingeridos. Esta técnica tem se tornado cada vez mais popular devido à sua simplicidade técnica e preservação do piloro, além de não causar má absorção no pós-operatório. Estudo mostrou que em 2013 a GV passou a ser a técnica mais usada de cirurgia bariátrica nos Estados Unidos<sup>9</sup>.

Um dos principais estudos sobre o tema, o *Swedish Obese Subjects Study* (SOS), comparou pacientes obesos que realizaram procedimentos bariátricos (grupo intervenção) com obesos tratados convencionalmente (grupo controle). Após seguimento de 10 anos, foram verificadas melhoras mais importantes nos índices de DM 2, HAS, hipertrigliceridemia e hiperuricemia nos pacientes no grupo cirúrgico que no controle<sup>109</sup>. Também foi detectada taxa de mortalidade 29% inferior no grupo cirúrgico. Tal redução foi por diminuição especialmente da ocorrência de infarto agudo do miocárdio<sup>110</sup>.

### 2.3.11- Cirurgia bariátrica e mecânica ventricular

Realizando revisão sistemática no Pubmed e na Cochrane Library e combinando os

termos speckle tracking, echocardiography, sleeve, bariatric surgery e obesity, obtém-se 8 estudos. O primeiro artigo publicado sobre o assunto foi o de di Bello<sup>111</sup>. Este autor utilizou a técnica do Doppler tecidual para avaliar o strain basicamente de duas regiões do miocárdio, não tendo, portanto, calculado o SLG. Os outros estudos utilizaram a técnica mais moderna de speckle tracking e reportaram o SLG, sendo resumidos na tabela abaixo<sup>11-14;112-114</sup>.

Tabela 2 - Resumo dos estudos que avaliaram mecânica de VE após cirurgia bariátrica.

Autor e ano do trabalho	Pacientes operados por sleeve	Tempo para o eco pós-op (em meses)	SLG basal	Melhora do SLG (%)	Mudança do Strain radial?	Mudança do Strain circunferencial?
Koshino 2013	0	23	-11,3	24,7%	<b>Não avaliado</b>	Não
Kaier 2014	18	6	-20,2	32,1%	<b>Não avaliado</b>	<b>Não avaliado</b>
Leung 2015	8	9	-13,2	49,2%	<b>Não avaliado</b>	<b>Não avaliado</b>
Kemaloğlu Öz 2016	53	6	-21	23,8%	<b>Não avaliado</b>	Aumento de 22,5%
Tuluce 2017	32	1	-14,4	10%	<b>Não avaliado</b>	<b>Não avaliado</b>
Shin 2017	0	15	-14,1	14,9%	Não	Não
Mostfa 2018	0	6	-17,2	31,9%	<b>Não avaliado</b>	<b>Não avaliado</b>

Fonte: Resultado da pesquisa.

Dos 7 estudos resumidos na tabela, apenas 4 incluíram pacientes submetidos à GV, englobando uma população de 111 pacientes. Os tempos de seguimento variaram consideravelmente, tendo apenas um estudo avaliado pacientes nos primeiros 180 dias de pós-operatório.

Todos os autores encontraram melhora do SLG após o procedimento. Contudo, apenas um trabalho avaliou o strain radial e três, o strain circunferencial. Em relação a este parâmetro, houve achados conflitantes com um autor encontrando aumento do parâmetro e outros dois não observando diferença. Nenhum dos artigos avaliou a evolução do Twist de VE após a cirurgia bariátrica.

Devido à paucidade de dados sobre o comportamento dos diferentes parâmetros de mecânica do VE após a realização de gastrectomia vertical, foi desenhado o presente estudo.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar parâmetros de mecânica do VE antes e após a realização de gastrectomia vertical em pacientes obesos utilizando a técnica de Speckle Tracking.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1- Avaliar medidas de strain longitudinal global, radial global e circunferencial global de VE antes e após gastrectomia vertical
- 2- Avaliar medidas de twist de VE antes e após gastrectomia vertical

## **4 CASUÍSTICA E MÉTODOS**

### **4.1 LOCAL DO ESTUDO**

Foram estudados pacientes submetidos à cirurgia bariátrica no Serviço de Cirurgia Geral do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC-UFPE). O ecocardiograma transtorácico bidimensional com avaliação de mecânica de VE foi realizado por um único médico no Realcor (serviço de cardiologia do Real Hospital Português) sendo as imagens interpretadas por um outro médico com experiência no método no ECOPE (Escola de Ecocardiografia de Pernambuco). Este não era ciente dos dados dos pacientes avaliados (situação cirúrgica, presença de comorbidades, dados de exame físico)

### **4.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO**

O estudo é prospectivo, observacional, analítico, de corte longitudinal.

### **4.3 PERÍODO DO ESTUDO**

Os pacientes foram avaliados no período de maio de 2017 a agosto de 2018.

### **4.4. SELEÇÃO DOS PACIENTES**

Para o estudo foram selecionados pacientes com obesidade e com indicação de cirurgia bariátrica.

#### **4.4.1 Critérios de inclusão**

IMC superior a  $40 \text{ kg/m}^2$  ou superior a  $35 \text{ kg/m}^2$  associado a comorbidades, ter aceitado a realização de cirurgia bariátrica, idade superior ou igual a 18 anos, obtenção de imagens ecocardiográficas adequadas.

#### **4.4.2 Critérios de exclusão**

Insuficiência cardíaca, doença isquêmica do coração, valvopatias importantes, arritmias cardíacas, cardiopatias congênitas.

#### 4.5 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Os pacientes foram avaliados em dois momentos diferentes. O primeiro, no período pré-operatório. O segundo, após 3 a 6 meses da realização da cirurgia bariátrica. Em ambas as situações foi realizada avaliação clínica e ecocardiográfica.

A altura e o peso dos pacientes foram medidos por ocasião da realização do exame de ecocardiograma. Os pacientes estavam sem calçados e em uso de roupas leves. A altura foi aferida através de escala na parede. O peso foi medido em balança digital. O índice de massa corpórea foi medido através da fórmula: peso (Kg)/altura (metros) elevada ao quadrado.

As medidas de pressão arterial sistêmica foram feitas utilizando-se esfigmomanômetro calibrado, eletrônico, modelo Omron 7113. Foi utilizado manguito adequado para a circunferência do braço do paciente. Foram feitas 3 medidas seguidas, sendo feito a média das mesmas. Os pacientes permaneceram pelo menos 5 minutos sentados em repouso antes da realização da aferição.

##### 4.5.1 Ecocardiograma transtorácico

Os exames de ecocardiograma transtorácico bidimensional com Doppler foram realizados em um equipamento Vivid 7® (GE Healthcare) equipado por transdutor de 2,5 MHz.

Todas as medidas foram realizadas com os pacientes em repouso, deitados em decúbito lateral esquerdo. As medidas do VE foram feitas através do modo bidimensional na janela paraesternal longitudinal sendo os diâmetros diastólico final do VE, do septo interventricular e da parede posterior calculados ao final da diástole conforme recomendado pelas diretrizes internacionais<sup>76</sup>.

A massa do ventrículo esquerdo foi calculada através da fórmula proposta por Devereux<sup>115</sup>:  $0.8\{1.04[(DDVE + SIV + PP)^3 - DDVE^3]\} + 0.6$ .

A espessura relativa do VE foi calculada através da fórmula:  
 $ER = 2 \times PP / DDVE$ .

Foi utilizada a indexação da massa do VE pela altura elevada a 2,7 como proposto por de Simone et al<sup>116</sup>. Valores de massa indexada acima de  $51 \text{g/m}^{2.7}$  foram utilizados para definir HVE. A geometria do ventrículo esquerdo foi considerada normal nos casos em que a espessura relativa foi menor ou igual a 0,42 e a massa do VE indexada estava abaixo dos limites expostos anteriormente. Remodelamento concêntrico foi definido pela presença de massa indexada de VE nos limites da normalidade associado a espessura relativa superior a

0,42. Nos casos em que a massa indexada do VE ultrapassou os valores citados previamente definiu-se a presença de hipertrofia do ventrículo esquerdo sendo esta concêntrica quando a espessura relativa era maior que 0,42 e excêntrica quando a massa indexada de VE ficava abaixo deste valor.

O volume do AE (VAE) foi calculado através do método dos discos pela média dos valores encontrados no corte apical 4 câmaras e no corte apical 2 câmaras ao final da sístole ventricular. Nos casos em que a imagem no corte apical 2 câmaras não era adequada, utilizou-se o valor encontrado no corte apical 4 câmaras isoladamente. O volume não foi indexado à superfície corporal uma vez que tal cálculo pode subestimar a dimensão do AE em pacientes com obesidade importante.

As medidas de Doppler pulsado e de Doppler tecidual foram realizadas durante a respiração normal. As velocidades do influxo mitral foram obtidas no corte apical 4 câmaras com o posicionamento do Doppler pulsado entre as pontas das cúspides da valva mitral. As medidas de Doppler tecidual foram feitas utilizando a janela apical 4 câmaras, sendo colocada a amostra do Doppler na porção lateral do anel mitral e as medidas realizadas a uma velocidade de 100 mm/s.

A fração de ejeção do VE foi calculada pelo método biplanar de Simpson.

Na janela apical, foram gravadas imagens em três cortes: 4 câmaras, 3 câmaras e 2 câmaras. Na janela paraesternal transversal foram armazenadas imagens de vídeo nos 3 níveis do VE (basal, na altura da valva mitral; médio, tomando-se como referência os músculos papilares; e apical).

#### **4.5.2 Medidas de mecânica de VE**

Terminada a aquisição, os exames foram gravados para análise off-line. O programa utilizado para análise das imagens foi o EchoPAC 201 (GE Medical Systems, Horten, Noruega). Após marcação de pontos na face interna do VE, o equipamento delimitava de forma semi-automática a borda endocárdica e o limite epicárdico, definindo assim as chamadas “regiões de interesse” (RI). Dentro destas regiões, padrões pontilhados miocárdicos (speckles) eram detectados e os acompanhados automaticamente quadro-a-quadro ao longo do ciclo cardíaco. Uma avaliação automática da acurácia do seguimento do padrão pontilhado era fornecida pelo programa. Quando a avaliação considerava a qualidade da imagem subótima, ajustes na RI eram possíveis de forma a propiciar um seguimento mais acurado. Foram excluídos os pacientes nos quais mais do que dois segmentos foram considerados

como tendo a qualidade do rastreamento insuficiente pelo sistema de análise. Todo este processo foi realizado nas janelas apical e transversal sendo obtidos os diversos parâmetros que compõem a análise da mecânica de contração do VE, mencionados abaixo.

Pelas imagens apicais eram obtidos os resultados do valor médio do strain longitudinal de cada corte. O SLG foi o resultado da média dos valores encontrados nos 3 cortes apicais.

Através das imagens obtidas nos cortes transversais foram calculados o SRG, o SCG assim como as rotações basal e apical. A partir destes dois últimos parâmetros era possível o cálculo do twist de VE, que é o resultado da diferença absoluta entre as rotações apical e basal do VE.

### **4.5.3 Cirurgia bariátrica**

A técnica cirúrgica empregada foi a GV por via laparoscópica.

## **4.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS**

### **4.6.1 – Cálculo do tamanho da amostra**

Dado o tamanho amostral de 25 pacientes, o objetivo foi calcular qual o poder desta amostra para um estudo longitudinal considerando amostra pareada (pré-operatório x pós-operatório) e a variável de interesse sendo quantitativa (SLG). Considerando um nível de significância de 5%, média da diferença de 2 pontos e desvio padrão da diferença de 3 pontos, obteve-se um poder de 99,8% para detectar uma diferença de ao menos 10% na variável.

### **4.6.2 – Expressão das variáveis**

As variáveis quantitativas estudadas foram idade, índice de massa corpórea, peso, altura, índice de massa corpórea, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, uso de anti-hipertensivos, diâmetro do septo interventricular na diástole, diâmetro da parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole, diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo, espessura relativa do ventrículo esquerdo, massa do ventrículo esquerdo, volume do átrio esquerdo, fração de ejeção do ventrículo esquerdo, velocidade de onda E do influxo mitral, velocidade da onda A do influxo mitral, relação entre as ondas E e A do influxo mitral, relação E/E' médio, strain longitudinal global, strain circunferencial global, strain radial global, twist. As

variáveis qualitativas foram: gênero, presença ou não de HAS, presença ou não de diabetes, presença ou não de tabagismo.

Com o objetivo de caracterizar a amostra estudada, apresentamos as frequências relativas (percentuais) e absolutas (N) das classes de cada variável qualitativa. Para as variáveis quantitativas foram utilizadas médias para apresentar as informações com seus respectivos desvios-padrão.

#### **4.6.3 Testes estatísticos utilizados**

Para a análise dos dados foi construída uma planilha eletrônica no *Microsoft Excel*, versão 2007, a qual foi exportada posteriormente para o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 18.

Na análise comparativa dos dados ecocardiográficos antes e depois da realização da cirurgia bariátrica, aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, com a finalidade de verificar se as variáveis quantitativas seguiam uma distribuição normal. Nenhuma das variáveis analisadas teve a normalidade rejeitada. Dessa forma, aplicou-se o teste paramétrico t Student para amostras pareadas para a comparação das médias das variáveis quantitativas.

Para análise de duas variáveis quantitativas, foi estimado o coeficiente de correlação de Pearson. Também foi calculado teste de significância e construídos os diagramas de dispersão. O teste Qui-Quadrado de McNemar foi aplicado na comparação da morfologia do VE no pré-operatório e no pós-operatório.

#### **4.6.4 Força da verdade**

Foram adotados os seguintes parâmetros:  $\alpha = 0,05$  e  $\beta = 0,20$  que, respectivamente, indicam a possibilidade erro tipo 1 (falso positivo) e erro tipo 2 (falso negativo).

### **4.7 PROCEDIMENTOS ÉTICOS**

O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco com número do parecer 2.081.485 (Anexo 1). Os voluntários da pesquisa realizaram a leitura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) com explicação sobre a natureza da pesquisa, objetivos, métodos,

benefícios previstos e potenciais riscos que esta poderia acarretar e, apenas após assinatura desse instrumento, foram incluídos na investigação.

Os dados dos pacientes constam no prontuário e os dados referentes à pesquisa permanecerão em arquivo pessoal do pesquisador pelo prazo mínimo de cinco anos. Os dados referentes à pesquisa foram mantidos em sigilo, não sendo permitida a divulgação com a identificação dos pacientes, garantindo sua privacidade quanto aos dados envolvidos. O acompanhamento clínico dos indivíduos participantes da pesquisa foi realizado de forma habitual pelos seus médicos assistentes.

## 5 RESULTADOS

No presente estudo foram avaliados 25 pacientes, sendo 24 deles do sexo feminino. A média de idade foi de  $34,9 \pm 8,3$  anos. Apenas 1 paciente era diabético (prevalência de 4%) e 44% dos indivíduos apresentavam HAS. O tempo médio para a realização do ecocardiograma no pós-operatório foi de  $3,6 \pm 0,5$  meses após o procedimento cirúrgico. Os dados clínicos antes e após a GV podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise comparativa dos Parâmetros Clínicos no Pré-operatório e no Pós-operatório – Média (DP).

Parâmetros	PRÉ OP Média $\pm$ dp	PÓS OP Média $\pm$ dp	Redução média no pós operatório (IC 95%) <sup>b</sup>	p-valor
<b>Peso (Kg)</b>	118,0 $\pm$ 15,3	96,6 $\pm$ 12,3	21,4 (18,7 – 24,0) <sup>b</sup>	<0,001 <sup>a</sup>
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	46,8 $\pm$ 5,6	38,4 $\pm$ 5,1	8,4 (7,5 – 9,4)	<0,001 <sup>a</sup>
<b>Circunferência abdominal (cm)</b>	128,6 $\pm$ 8,8	111,0 $\pm$ 7,6	17,6 (14,1 – 21,1) <sup>b</sup>	<0,001 <sup>a</sup>
<b>Cintura (cm)</b>	116,8 $\pm$ 9,5	104,2 $\pm$ 9,2	12,6 (10,2 – 14,9) <sup>b</sup>	<0,001 <sup>a</sup>
<b>Quadril (cm)</b>	138,0 $\pm$ 9,0	123,5 $\pm$ 8,3	14,6 (12,5 – 16,6) <sup>b</sup>	<0,001 <sup>a</sup>
<b>PAS (mmHg)</b>	128,5 $\pm$ 12,5	117,1 $\pm$ 10,7	11,4 (6,5 – 16,2)	<0,001 <sup>a</sup>
<b>PAD (mmHg)</b>	79,6 $\pm$ 7,2	73,5 $\pm$ 7,2	6,1 (3,0 – 9,2)	<0,001 <sup>a</sup>
<b>FC (bpm)</b>	86,0 $\pm$ 14,4	76,9 $\pm$ 11,6	9,0 (4,6 – 13,5)	<0,001 <sup>a</sup>

dp = Desvio Padrão

<sup>a</sup> Diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ )

<sup>b</sup> Porcentagem de perda de peso média de 18%

Fonte: Resultado da pesquisa.

Em relação aos parâmetros ecocardiográficos do VE, observou-se melhora do SLG (tabela 4). Não houve mudanças significante nos outros parâmetros de mecânica ventricular.

Tabela 4 - Análise comparativa dos Parâmetros ecocardiográficos do VE no Pré-operatório e no Pós-Operatório

Parâmetros	PRÉ OP Média ± dp	PÓS OP Média ± dp	p-valor
<b>Medidas de câmaras esquerdas</b>			
Septo (mm)	9,04 ± 1,4	8,36 ± 1,3	0,054
Parede posterior (mm)	9,20 ± 1,1	8,52 ± 1,2	<b>0,026<sup>a</sup></b>
DDVE (mm)	51,0 ± 4,6	50,2 ± 3,4	0,295
DSVE (mm)	32,9 ± 3,6	32,0 ± 2,4	0,145
Espessura relativa	0,36 ± 0,06	0,34 ± 0,06	0,100
Massa do VE (g)	166,8 ± 29,0	147,5 ± 29,1	<b>0,005<sup>a</sup></b>
Massa do VE indexada (g/h <sup>2,7</sup> )	48,2 ± 9,9	43,1 ± 12,2	<b>0,011<sup>a</sup></b>
Volume do AE (mL) <sup>b</sup>	57,5 ± 17,3	60,6 ± 25,3	0,589
<b>Função diastólica do VE</b>			
Velocidade de onda E <sup>b</sup>	0,91 ± 0,18	0,94 ± 0,15	0,444
Velocidade de onda A	0,72 ± 0,22	0,64 ± 0,21	<b>0,013<sup>a</sup></b>
Relação E/A	1,35 ± 0,45	1,58 ± 0,43	<b>0,020<sup>a</sup></b>
Relação E/E' médio	8,6 ± 2,2	7,3 ± 2,7	<b>0,022<sup>a</sup></b>
<b>Função sistólica do VE</b>			
Fração de ejeção (%) <sup>b</sup>	61,0 ± 6,8	62,7 ± 4,2	0,331
<b>Strain de VE</b>			
Longitudinal	-17,4 ± 3,2	-19,3 ± 2,7	<b>0,001<sup>a</sup></b>
Radial	40,4 ± 13,2	39,2 ± 13,0	0,795
Circunferencial	-15,3 ± 3,3	-17,3 ± 3,6	0,080
<b>Rotação do VE</b>			
Twist	11,6 ± 3,8	10,8 ± 4,0	0,509

dp = Desvio Padrão

<sup>a</sup> Diferença estatisticamente significativa (p<0,05)<sup>b</sup> Aumento médio no pós operatório

Na análise da correlação da diferença da medida do Strain longitudinal de VE no pré e pós-operatório, não houve relação com a perda de peso após a cirurgia (tanto em valores absolutos quanto considerando a porcentagem de perda de peso). O mesmo foi encontrado

para as variações dos níveis pressóricos, de IMC e dos valores da MVE. Na avaliação com o Strain basal, a correlação foi significativa, demonstrando que quanto menor a medida absoluta do Strain, maior a redução no pós operatório (figuras 7 e 8).

Figura 7 - Correlação da diferença do Strain longitudinal do VE e do Strain longitudinal basal

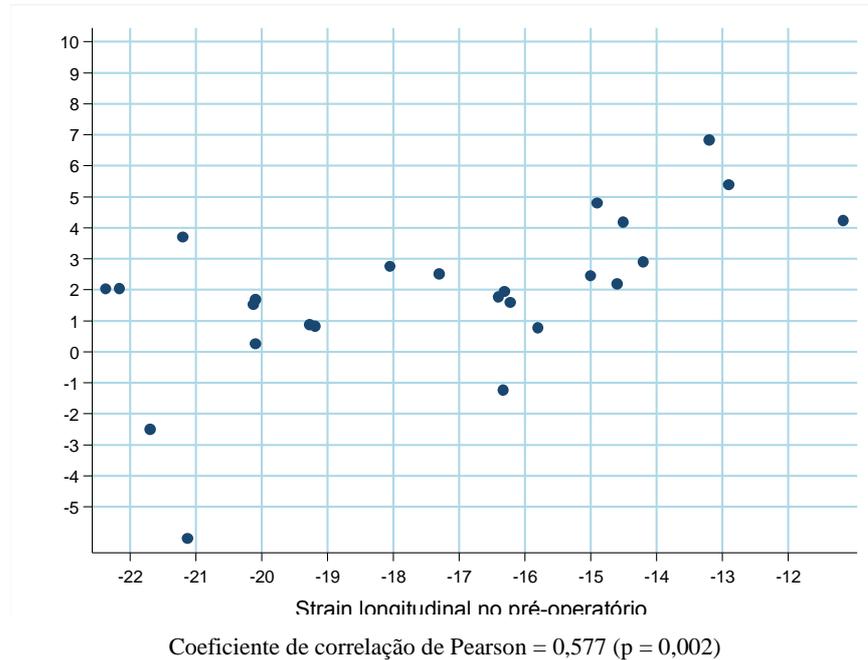
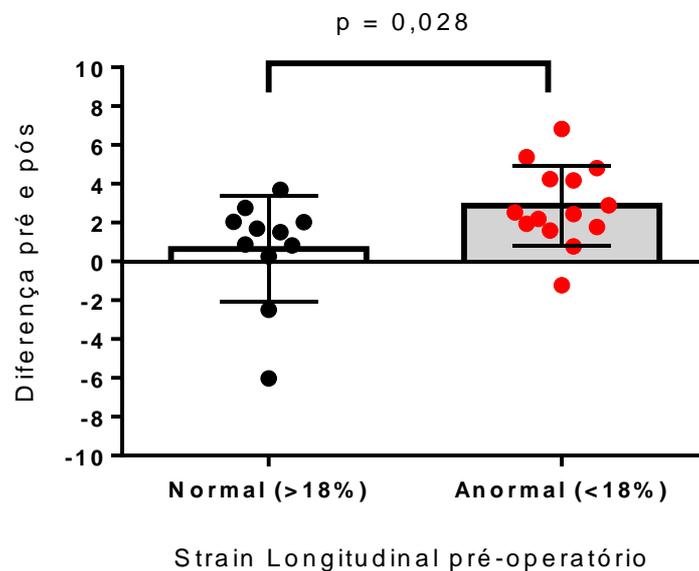


Figura 8 - Comparação da diferença do Strain longitudinal do VE do pré e pós operatório segundo a classificação do Strain longitudinal basal



Houve diferença estatisticamente significativa do SLG quando comparada a medida categorizada no antes e depois da cirurgia ( $p = 0,034$ ).

Tabela 5 - Avaliação dos valores de SLG divididos em grupos no pré-operatório e pós-operatório

<b>Valores de SLG</b>	<b>PRE OP</b>	<b>POS OP</b>
<b>&gt;18%</b>	11 (44%)	17 (68%)
<b>16% a 18%</b>	5 (20%)	5 (20%)
<b>&lt;16%</b>	9 (36%)	3 (12%)

Teste de Macnemar:  $p = 0,034$

Fonte: Resultado da pesquisa.

## 6 DISCUSSÃO

Obesidade pode levar a aumento da pré-carga e pós-carga do ventrículo esquerdo, aumentando assim a tensão parietal sobre as paredes desta câmara. Respostas compensatórias como HVE e disfunção diastólica podem surgir. Estudos publicados nos últimos 5 anos mostram que parâmetros de mecânica do VE também podem ser comprometidos pelo excesso de peso. O presente estudo ratifica que a GV melhora o SLG mesmo após um curto seguimento pós-operatório, além de ser o primeiro a avaliar o comportamento do SRG e do twist de VE após este tipo de procedimento.

No atual estudo foi observado uma melhora de 11% do SLG após 3,6 meses de seguimento pós-operatório. Todos os estudos que avaliaram strain longitudinal após cirurgia bariátrica mostraram melhora do parâmetro, mas a intensidade do incremento variou consideravelmente entre as casuísticas. Entre os fatores que podem explicar isto pode-se destacar o perfil clínico basal dos pacientes e o tempo de seguimento do estudo.

Kaier et al observaram uma elevação do SLG de 26,7% após 6 meses de cirurgia<sup>11</sup>. Essa diferença foi similar entre grupos GV e bypass. Além do tempo de seguimento mais longo, os pacientes não possuíam fatores de risco CV no começo do estudo o que é refletido no SLG mais elevado basal (20,9%).

No artigo de Shin et al o SLG basal era mais baixo (-14,1%) possivelmente devido à alta prevalência de DM entre os pacientes estudados (43%)<sup>113</sup>. O tempo de seguimento também foi mais longo (12 meses). Nessa casuística a melhora do SLG foi de 14,9%, sendo a variação do parâmetro explicada principalmente pela redução da massa do VE ( $r = 0.37$ ,  $p = 0.04$ ). Mudanças de gordura visceral e de resistência à insulina não se correlacionaram com a variação do SLG.

O trabalho que mostrou maior melhora do SLG foi o de Leung et al onde o parâmetro aumentou 49,2% após a GV<sup>12</sup>. Este estudo incluiu apenas pacientes diabéticos o que pode explicar maior alteração basal dos parâmetros ecocardiográficos (por exemplo, SLG de -13,2% e relação E/E' de 12 sugerindo aumento das pressões de enchimento de VE). Além disso, o tamanho amostral foi pequeno (apenas 8 pacientes) o que pode aumentar a variação no resultado.

Koshino et al avaliaram pacientes com alta prevalência de DM (57%) e de HAS (71%) no seu grupo cirúrgico o que pode justificar um SLG baixo basal (11,3%)<sup>112</sup>. O tempo de seguimento de 22,7 meses foi o mais longo entre os estudos que avaliaram SLG após cirurgia

bariátrica. A melhora do strain longitudinal foi de 24,7% a variação do SLG teve correlação com a variação do peso ( $r$  0,43).

O trabalho que avaliou os pacientes de forma mais precoce foi o de Tuluze et al<sup>14</sup>. Os autores observaram melhora de SLG similar ao da nossa amostra (10%), sendo incluídos apenas pacientes submetidos à GV. Esse estudo em conjunto com o atual, portanto, ratificam que esta técnica cirúrgica é relacionada à melhora rápida e significativa do strain longitudinal.

Os estudos de Mostfa e Kemaloğlu Öz e colaboradores incluíram apenas pacientes livres de comorbidades cardiovasculares<sup>13,114</sup>. Tal fato é refletido nos valores basais de SLG basal mais elevados (-17,2% e -21, respectivamente). No primeiro caso houve melhora de 31,9% do SLG, no segundo, de 23,8% ambos tendo repetido o ecocardiograma após 6 meses da cirurgia.

Os motivos para justificar elevada prevalência de SLG alterado em uma população jovem como a aqui reportada foram discutidos na revisão de literatura, especificamente na parte sobre cardiomiopatia da obesidade. Abel et al observaram que pacientes obesos apresentam estado pró-inflamatório o qual pode alterar a estrutura do miocárdio ao induzir formação de fibrose<sup>117</sup>. Tal fato associado a uma prevalência de 44% de HAS a qual pode reduzir o SLG ajudam a entender porque a maioria dos pacientes possuíam SLG abaixo do ponto de corte classicamente aceito como normal (-18%) e ratificam a existência de alterações cardíacas próprias da obesidade.

A precocidade das alterações no SLG são justificadas pelo fato da deformação no eixo longitudinal ocorrer predominantemente pela contração de fibras subendocárdicas as quais são as mais sensíveis a injúrias e à isquemia secundária pela HVE<sup>118</sup>.

O atual estudo não encontrou correlação entre a melhora do SLG no pós-operatório e a redução de peso mostrada pelos pacientes. Enquanto alguns dos estudos que avaliaram mecânica ventricular em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica não mencionam esta correlação em seus resultados<sup>11,13,113,114</sup>, outros reportaram interação entre os dois parâmetros. Koshino et al<sup>112</sup>, Leung et al<sup>12</sup> e Tuluze et al<sup>14</sup> observaram correlações positivas entre a redução do peso e a melhora do SLG.

Foi observado na atual amostra correlação entre os valores do SLG no pré-operatório e a variação do parâmetro após a cirurgia. Quanto menor o valor absoluto do SLG no pré-operatório, maior a melhora absoluta do parâmetro após a intervenção. Além disso, ao dicotomizar os pacientes em 2 grupos, notou-se que os pacientes com valores anormais de strain longitudinal (valor absoluto abaixo de 18%) tiveram melhora mais acentuada do parâmetro após a GV. Achado similar já havia sido reportado por Shin et al<sup>113</sup>.

Em relação ao SCG, o parâmetro basal médio (-15,3%) mostrou-se no limite inferior da normalidade sugerido por Kocabay<sup>75</sup>. Shin et al reportaram valores similares (-15,9%) no pré-operatório de cirurgia bariátrica<sup>113</sup>. Houve uma melhora média de 2,1 unidades, porém esta foi não significativa. O fato do valor de p ter sido limítrofe (0,08) sugere que possivelmente a hipótese nula não foi descartada devido ao baixo poder amostral. Previamente três trabalhos avaliaram o comportamento deste parâmetro após a realização de cirurgia bariátrica. Koshino et al<sup>112</sup> e Shin et al<sup>113</sup> não mostraram mudança do SCG no pós-operatório. Nestas 2 amostras não foram incluídos pacientes submetidos a GV. Já Kemaloğlu Öz et al observaram melhora de 22,5% no SCG após a realização de GV<sup>13</sup>.

As medidas de strain circunferencial costumam ser afetadas de forma mais tardia do que as de strain longitudinal. Isso se deve ao fato das fibras dispostas longitudinalmente estarem localizadas no subendocárdio o que faz com que sejam mais vulneráveis a agressões como o aumento da tensão parietal que ocorre com elevação da pós-carga<sup>60</sup>. Já as fibras dispostas circunferencialmente localizam-se no centro do miocárdio, estando mais protegidas contra esse efeito hemodinâmico assim como de eventos como microinfartos que tipicamente acometem a região subendocárdica<sup>30</sup>.

O SRG apresentou valores dentro da normalidade antes da cirurgia não havendo modificação após o procedimento. O único estudo prévio que avaliou strain radial após cirurgia bariátrica foi o publicado em 2017 por Shin e colaboradores, não tendo sido incluídos pacientes submetidos a GV<sup>113</sup>. Os valores de SRG nesta casuística também eram normais no pré-operatório mas inferiores ao vistos no atual trabalho (32% x 40,4%, respectivamente). A maior prevalência de DM no estudo de Shin (43%) pode justificar tal achado. A interpretação dos dois estudos sugere que o strain radial não se altera precocemente na obesidade e que a cirurgia bariátrica de curto e médio prazo não parece ter influência sobre o parâmetro.

O SRG foi a medida de mecânica ventricular com maior dispersão. Oxborough et al já haviam reportado que as medidas de strain radial possuem maior variabilidade intraobservador (coeficiente de variação intraclasse de 0,71) quando comparadas as do SLG, SCG e twist(0,80 x 0,78 x 0,95, respectivamente)<sup>119</sup>. Yingchoncharoen et al sugerem 2 motivos para esta maior variabilidade de medidas do SRG<sup>74</sup>. O primeiro é o fato de as medidas serem feitas no eixo curto, no qual menos músculo cardíaco é avaliado que nos cortes apicais onde o SLG é mensurado. O segundo fator é a questão da região de interesse do músculo cardíaco avaliado ter maior influência no SRG do que no SCG e SLG. Isso já que o espessamento do miocárdio é mais acentuado radialmente e assim pequenas variações de mesmo 1 mm podem fazer com que durante a sístole proporções diferentes de tecido

endocárdico e epicárdico sejam incluídos na amostra, gerando assim resultados mais heterogêneos. Possibilidade levantada por outro autor é a questão da movimentação do plano. Durante a sístole a base do VE se move em direção ao ápice cardíaco. Isso pode fazer com que o padrão de Speckles visto em um determinado momento seja diferente do avaliado poucos milissegundos após<sup>60</sup>.

Os valores de twist do VE encontrados no atual estudo foram normais antes do procedimento cirúrgico, não havendo modificação relevante após a GV. Nenhum estudo prévio avaliou o comportamento deste parâmetro de mecânica ventricular após cirurgia bariátrica. Outras intervenções já mostraram ser eficazes na mudança deste parâmetro. Lambadiari et al mostraram redução do twist em pacientes diabéticos e obesos após tratamento por 6 meses com liraglutide<sup>106</sup>. Neste estudo, contudo, mesmo pacientes que não apresentaram perda de peso significativa mostraram melhora de parâmetros de mecânica ventricular, o que sugere que as melhorias não são explicadas apenas pela perda ponderal.

Os resultados deste estudo mostram que alterações da mecânica do VE são comuns em pacientes obesos com  $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$  e com FE preservada, indicando assim disfunção sistólica subclínica desta câmara. As alterações do SLG podem ser rapidamente revertidas após realização de GV, indicando um potencial em prevenir insuficiência cardíaca sintomática no futuro.

O presente estudo apresenta algumas limitações. A maioria dos pacientes avaliados foram mulheres. O pequeno tamanho amostral pode ter impedido a demonstração que a GV melhora o SCG. Os parâmetros avaliados foram ecocardiográficos e não desfechos clínicos. Isso faz com que não se possa confirmar que a melhoria nos parâmetros de mecânica de VE se traduziriam em redução de desfechos clínicos como diminuição de surgimento de casos de insuficiência cardíaca clinicamente manifesta. Os strain radial e circunferencial não puderam ser calculados em três pacientes devido a limitações de qualidade imagem. Em relação às medidas de twist do VE, estas não foram possíveis em dois pacientes (8% da amostra). A exequibilidade na aferição deste parâmetro é variável, tendo sido reportado exclusão dos pacientes variando de 13% a 33% dos pacientes a depender do estudo<sup>120</sup>.

## **7 CONCLUSÃO**

As medidas de SLG do VE apresentaram melhora após realização de gastrectomia vertical. Não foram observadas alterações significativas nas medidas dos strain circunferencial e radial, assim como no twist.

## REFERÊNCIAS

1. Devito NJ, French L, Goldacre B. Trends in Obesity and Severe Obesity Prevalence in US Youth and Adults by Sex and Age , 2007-2008 to 2015-2016 Downloaded From : by a University Of North Carolina - Chapel Hill User on 08 / 21 / 2018. JAMA. 2018;319(16):2016–8.
2. Zarich SW, Kowalchuk GJ, Mcguire MP, Benotti PN, Mascioli EA, Nesto RW. Left Ventricular Filling Abnormalities in Asymptomatic Morbid Obesity. Am J Cardiol. 1990;68(4):377–81.
3. Peterson LR, Waggoner AD, Schechtman KB, Meyer T, Gropler RJ, Barzilai B, et al. Alterations in left ventricular structure and function in young healthy obese women: assessment by echocardiography and tissue Doppler imaging. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2004 Apr 21 [cited 2013 Nov 14];43(8):1399–404. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15093874>
4. Willens HJ, Chakko SC, Lowery MH, Byers P, Labrador E, Gallagher A, et al. Tissue Doppler imaging of the right and left ventricle in severe obesity (body mass index >35 kg/m<sup>2</sup>). Am J Cardiol [Internet]. 2004 Oct 15 [cited 2013 Nov 14];94(8):1087–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15476635>
5. Valezi AC, Machado VHS. Morphofunctional evaluation of the heart of obese patients before and after bariatric surgery. Obes Surg [Internet]. 2011 Dec [cited 2013 Oct 31];21(11):1693–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21544697>
6. Pellikka PA, She L, Holly TA, Lin G, Varadarajan P, Pai RG, et al. Variability in Ejection Fraction Measured By Echocardiography, Gated Single-Photon Emission Computed Tomography, and Cardiac Magnetic Resonance in Patients With Coronary Artery Disease and Left Ventricular Dysfunction. JAMA Netw Open [Internet]. 2018;1(4):e181456. Available from: <http://jamanetworkopen.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamanetworkopen.2018.1456>
7. Barbosa MM, Beleigoli AM, De Fatima Diniz M, Freire C V., Ribeiro AL, Nunes MCP. Strain imaging in morbid obesity: Insights into subclinical ventricular dysfunction. Clin Cardiol. 2011;34(5):288–93.

8. Monte IP, Mangiafico S, Buccheri S, Arcidiacono AA, Lavanco V, Privitera F, et al. Early changes of left ventricular geometry and deformational analysis in obese subjects without cardiovascular risk factors: A three-dimensional and speckle tracking echocardiographic study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2014;30(6):1037–47.
9. Khorgami Z, Shoar S, Andalib A, Aminian A, Brethauer SA, Schauer PR. Trends in utilization of bariatric surgery, 2010-2014: sleeve gastrectomy dominates. *Surg Obes Relat Dis [Internet]*. 2017;13(5):774–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2017.01.031>
10. Grapsa J, Tan TC, Paschou S a, Kalogeropoulos AS, Shimony A, Kaier T, et al. The effect of bariatric surgery on echocardiographic indices: a review of the literature. *Eur J Clin Invest [Internet]*. 2013 Nov [cited 2013 Oct 25];43(11):1224–30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24117129>
11. Kaier TE, Morgan D, Grapsa J, Demir OM, Paschou SA, Sundar S, et al. Ventricular remodelling post-bariatric surgery: Is the type of surgery relevant? A prospective study with 3D speckle tracking. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging [Internet]*. 2014 Nov [cited 2014 Nov 4];15(11):1256–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24966185>
12. Leung M, Xie M, Durmush E, Leung DY, Wong VW. Weight Loss with Sleeve Gastrectomy in Obese Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiac Function. *Obes Surg*. 2016;26(2):321–6.
13. Kemaloglu Öz T, Ünal Dayı S, Seyit H, Öz A, Osken A, Atasoy I, et al. The effects of weight loss after sleeve gastrectomy on left ventricular systolic function in men versus women. *J Clin Ultrasound*. 2016;
14. Tuluce K, Kara C, Tuluce SY, Cetin N, Topaloglu C, Bozkaya YT, et al. Early Reverse Cardiac Remodeling Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg [Internet]*. 2017;27(2):364–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2301-2>
15. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2016 [Internet]*. 2017. 157 p. Available from: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2016\\_saude\\_suplementar.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2016_saude_suplementar.pdf)
16. Lavie CJ, Laddu D, Arena R, Ortega FB, Alpert MA, Kushner RF. Healthy Weight and Obesity Prevention. 2018;72(13).
17. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk

- factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* [Internet]. 1983 May;67(5):968–77. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6219830>
18. Kenchaiah S, Evans JC, Levy D, Wilson PWF, Benjamin EJ, Larson MG, et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med*. 2002;346(3):605–612.
  19. Wilson PWF, Sullivan L, Kannel WB, Parise H, D'Agostino RB. Overweight and Obesity as Determinants of Cardiovascular Risk. *Arch Intern Med*. 2003;162(16):1867.
  20. Hossain P, Kavar B, El Nahas M. Obesity and Diabetes in the Developing World — A Growing Challenge. *N Engl J Med*. 2007;356(3):213–5.
  21. Kardassis D, Bech-Hanssen O, Schönander M, Sjöström L, Petzold M, Karason K. Impact of body composition, fat distribution and sustained weight loss on cardiac function in obesity. *Int J Cardiol* [Internet]. 2012 Aug 23 [cited 2013 Nov 14];159(2):128–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21367473>
  22. Borradaile NM, Schaffer JE. Lipotoxicity in the heart. *Curr Hypertens Rep*. 2005 Dec;7(6):412–7.
  23. Drosatos K, Schulze PC. Cardiac lipotoxicity: Molecular pathways and therapeutic implications. *Curr Heart Fail Rep*. 2013;10(2):109–21.
  24. Christoffersen C, Bollano E, Lindegaard MLS, Bartels ED, Goetze JP, Andersen CB, et al. Cardiac lipid accumulation associated with diastolic dysfunction in obese mice. *Endocrinology*. 2003;144(8):3483–90.
  25. Karason K, Mølgaard H, Wikstrand J, Sjöström L. Heart rate variability in obesity and the effect of weight loss. *Am J Cardiol*. 1999;83(8):1242–7.
  26. Wong C, Marwick TH. Obesity cardiomyopathy: Pathogenesis and pathophysiology. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2007;4(8):436–43.
  27. Lakhani M, Fein S. Effects of obesity and subsequent weight reduction on left ventricular function. *Cardiol Rev* [Internet]. 2011 [cited 2014 Sep 4];19(1):1–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21135595>
  28. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl J Med*. 1990;322(22):1561–6.

29. Zhou Y-TT, Grayburn P, Karim A, Shimabukuro M, Higa M, Baetens D, et al. Lipotoxic heart disease in obese rats: implications for human obesity. *Proc Natl Acad Sci U S A* [Internet]. 2000;97(4):1784–9. Available from: <http://www.pnas.org/content/97/4/1784.long%5Cnhttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=26513&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
30. Laine H, Raitakari O, Sundell J, Nuutila P, Luotolahti M, Knuuti J, et al. Obesity Affects Myocardial Vasoreactivity and Coronary Flow Response to Insulin. *Obes Res.* 2008;10(7):617–24.
31. Goodfriend TL, Kelley DE, Goodpaster BH, Winters SJ. Visceral obesity and insulin resistance are associated with plasma aldosterone levels in women. *Obes Res.* 1999;7(4):355–62.
32. Brilla CG, Matsubara LS, Weber KT. Anti-aldosterone treatment and the prevention of myocardial fibrosis in primary and secondary hyperaldosteronism. Vol. 25, *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. 1993. p. 563–75.
33. Crisostomo L, Araujo L, Câmara E, Carvalho C, Silva FA, Vieira M, et al. Left ventricular mass and function in young obese. *Int J Obes.* 2001;(25):233–8.
34. Otto ME, Belohlavek M, Khandheria B, Gilman G, Svatikova A, Somers V. Comparison of right and left ventricular function in obese and nonobese men. *Am J Cardiol* [Internet]. 2004 Jun 15 [cited 2014 Nov 6];93(12):1569–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15194042>
35. Stoddard MF, Tseuda K, Thomas M, Dillon S, Kupersmith J. The influence of obesity on left ventricular filling and systolic function. *Am Heart J* [Internet]. 1992 Sep;124(3):694–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1514498>
36. Wong CY, O'Moore-Sullivan T, Leano R, Byrne N, Beller E, Marwick TH. Alterations of left ventricular myocardial characteristics associated with obesity. *Circulation* [Internet]. 2004 Nov 9 [cited 2013 Nov 11];110(19):3081–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15520317>
37. Grandi A, Zanzi P, Piantanida E, Gaudio G, Bertolini A, Guasti L, et al. Obesity and left ventricular diastolic function : noninvasive study in normotensives and newly diagnosed never-treated hypertensives. *Int J Obes.* 2000;24:954–8.
38. Potter E, Marwick TH. Assessment of Left Ventricular Function by Echocardiography

- The Case for Routinely Adding Global Longitudinal Strain to Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11:260–74.
39. Carabello BA. A tragedy of modern cardiology: Using ejection fraction to gauge left ventricular function in mitral regurgitation. *Heart*. 2017;103(8):570–1.
  40. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2018;32(1):1–64. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894731718303183>
  41. Plana JC, Galderisi M, Barac A, Ewer MS, Ky B, Scherrer-Crosbie M, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: A report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15(10):1063–93.
  42. Curtis JP, Sokol SI, Wang Y, Rathore SS, Ko DT, Jadbabaie F, et al. The association of left ventricular ejection fraction, mortality, and cause of death in stable outpatients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2003;42(4):736–42. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(03\)00789-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(03)00789-7)
  43. Senni M, Tribouilloy CM, Rodeheffer RJ, Jacobsen SJ, Evans JM, Bailey KR, et al. Congestive heart failure in the community: a study of all incident cases in Olmsted County, Minnesota, in 1991. *Circulation*. 1998 Nov;98(21):2282–9.
  44. Torrent-Guasp F, Ballester M, Buckberg GD, Carreras F, Flotats A, Carrió I, et al. Spatial orientation of the ventricular muscle band: Physiologic contribution and surgical implications. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;122(2):389–92.
  45. Mirsky I, Parmley WW. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. *Circ Res*. 1973 Aug;33(2):233–43.
  46. Burns AT, McDonald IG, Thomas JD, MacIsaac A, Prior D. Doin' the twist: New tools for an old concept of myocardial function. *Heart*. 2008;94(8):978–83.
  47. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize

- deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(1):1–11.
48. Buchalter MB, Weiss JL, Rogers WJ, Zerhouni EA, Weisfeldt ML, Beyar R, et al. Noninvasive quantification of left ventricular rotational deformation in normal humans using magnetic resonance imaging myocardial tagging. *Circulation*. 1990;81(4):1236–44.
  49. Rademakers FE, Rogers WJ, Guier WH, Hutchins GM, Siu C, Weisfeldt ML, et al. Relation of Regional Cross-Fiber Shortening to Wall Thickening in the Intact Heart Three-dimensional Strain Analysis by NMR Tagging. *Circulation*. 1994;89(3):1174–83.
  50. Axel L. Noninvasive measurement of cardiac strain with MRI. *Adv Exp Med Biol*. 1997;430:249–56.
  51. Heimdal A, Støylen A, Torp H, Skjaerpe T. Real-Time Strain Rate Imaging of the Left Ventricle by Ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 1998;11(11):1013–9.
  52. Collier P, Phelan D, Klein A, Fuster V. A Test in Context: Myocardial Strain Measured by Speckle-Tracking Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2017;6(2).
  53. Blessberger H, Binder T. Two dimensional speckle tracking echocardiography: Basic principles. *Heart*. 2010;96(9):716–22.
  54. Amundsen BH, Helle-Valle T, Edvardsen T, Torp H, Crosby J, Lyseggen E, et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking echocardiography: Validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2006;47(4):789–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2005.10.040>
  55. Belghiti H, Reant P, Brette S, Picard F, Serri K, Lafitte M, et al. Automated function imaging : a new operator-independent strain method Imagerie paramétrique fonctionnelle automatique : 2008;101:163–9.
  56. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, Lyseggen E, Amundsen BH, Smith HJ, et al. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation: speckle tracking echocardiography. *Circulation*. 2005;112(20):3149–56.
  57. Medvedofsky D, Kebed K, Laffin L, Stone J, Addetia K, Lang RM, et al. Reproducibility and experience dependence of echocardiographic indices of left

- ventricular function: Side-by-side comparison of global longitudinal strain and ejection fraction. *Echocardiography*. 2017;34(3):365–70.
58. Stanton T, Leano R, Marwick TH. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: Comparison with ejection fraction and wall motion scoring. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2009;2(5):356–64.
  59. Negishi T, Negishi K, Thavendiranathan P, Cho GY, Popescu BA, Vinereanu D, et al. Effect of Experience and Training on the Concordance and Precision of Strain Measurements. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(5):518–22.
  60. Stokke TM, Hasselberg NE, Smedsrud MK, Sarvari SI, Haugaa KH, Smiseth OA, et al. Geometry as a Confounder When Assessing Ventricular Systolic Function Comparison Between Ejection Fraction and Strain. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:942–54.
  61. Kalam K, Otahal P, Marwick TH. Prognostic implications of global LV dysfunction: A systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart*. 2014;100(21):1673–80.
  62. Zhang KW, French B, May Khan A, Plappert T, Fang JC, Sweitzer NK, et al. Strain improves risk prediction beyond ejection fraction in chronic systolic heart failure. *J Am Heart Assoc*. 2014;3(1):1–10.
  63. Sengeløv M, Jørgensen PG, Jensen JS, Bruun NE, Olsen FJ, Fritz-Hansen T, et al. Global Longitudinal Strain is a Superior Predictor of All-Cause Mortality in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(12):1351–9.
  64. Biering-Sørensen T, Biering-Sørensen SR, Olsen FJ, Sengeløv M, Jørgensen PG, Mogelvang R, et al. Global Longitudinal Strain by Echocardiography Predicts Long-Term Risk of Cardiovascular Morbidity and Mortality in a Low-Risk General Population: The Copenhagen City Heart Study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2017;10(3).
  65. Yang H, Marwick TH, Fukuda N, Oe H, Saito M, Thomas JD, et al. Improvement in strain concordance between two major vendors after the strain standardization initiative. *J Am Soc Echocardiogr [Internet]*. 2015;28(6):642–648.e6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2014.12.009>
  66. Farsalinos KE, Daraban AM, Ünlü S, Thomas JD, Badano LP, Voigt JU. Head-to-Head Comparison of Global Longitudinal Strain Measurements among Nine Different

- Vendors: The EACVI/ASE Inter-Vendor Comparison Study. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(10):1171–81.
67. Marwick TH, Leano RL, Brown J, Sun JP, Hoffmann R, Lysyansky P, et al. Myocardial Strain Measurement With 2-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography. Definition of Normal Range. *JACC Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2009;2(1):80–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmg.2007.12.007>
68. Kusunose K, Yamada H, Nishio S, Tomita N, Hotchi J, Bando M, et al. Index-beat assessment of left ventricular systolic and diastolic function during atrial fibrillation using myocardial strain and strain rate. *J Am Soc Echocardiogr.* 2012 Sep;25(9):953–9.
69. Negishi K, Negishi T, Kurosawa K, Hristova K, Popescu BA, Vinereanu D, et al. Practical guidance in echocardiographic assessment of global longitudinal strain. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015;8(4):489–92.
70. Zghal F, Bougteb H, Réant P, Lafitte S, Roudaut R. Assessing global and regional left ventricular myocardial function in elderly patients using the bidimensional strain method. *Echocardiography.* 2011;28(9):978–82.
71. Takigiku K, Takeuchi M, Izumi C, Yuda S, Sakata K, Ohte N, et al. Normal Range of Left Ventricular 2-Dimensional Strain. *Circ J* [Internet]. 2012;76(11):2623–32. Available from: <http://japanlinkcenter.org/DN/JST.JSTAGE/circj/CJ-12-0264?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>
72. Cheng S, Larson MG, McCabe EL, Osypiuk E, Lehman BT, Stanchev P, et al. Age- and sex-based reference limits and clinical correlates of myocardial strain and synchrony: The framingham heart study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013;6(5):692–9.
73. Lo Iudice F, Petitto M, Ferrone M, Esposito R, Vaccaro A, Buonauro A, et al. Determinants of myocardial mechanics in top-level endurance athletes: Three-dimensional speckle tracking evaluation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017;18(5):549–55.
74. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popović ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: A meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(2):185–91.
75. Kocabay G, Cucchini U, Iliceto S, Badano LP, Mihaila S, Gentian D, et al. Normal Left Ventricular Mechanics by Two-dimensional Speckle-tracking Echocardiography. Reference Values in Healthy Adults. *Rev Española Cardiol (English Ed).*

- 2014;67(8):651–8.
76. Lang RM, Badano LP, Mor-avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults : An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1):1–39.e14.
77. Lorenz CH, Pastorek JS, Bundy JM. Delineation of normal human left ventricular twist throughout systole by tagged cine magnetic resonance imaging. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2000;2(2):97–108.
78. Thavendiranathan P, Poulin F, Lim KD, Plana JC, Woo A, Marwick TH. Use of myocardial strain imaging by echocardiography for the early detection of cardiotoxicity in patients during and after cancer chemotherapy: A systematic review. *J Am Coll Cardiol [Internet].* 2014;63(25 PART A):2751–68. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2014.01.073>
79. Lee WH, Liu YW, Yang LT, Tsai WC. Prognostic value of longitudinal strain of subepicardial myocardium in patients with hypertension. *J Hypertens.* 2016;34(6):1195–200.
80. Kraigher-Krainer E, Shah AM, Gupta DK, Santos A, Claggett B, Pieske B, et al. Impaired systolic function by strain imaging in heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(5):447–56.
81. Holland DJ, Marwick TH, Haluska BA, Leano R, Hordern MD, Hare JL, et al. Subclinical LV dysfunction and 10-year outcomes in type 2 diabetes mellitus. *Heart.* 2015;101(13):1061–6.
82. Miki T, Yuda S, Kouzu H, Miura T. Diabetic cardiomyopathy: Pathophysiology and clinical features. *Heart Fail Rev.* 2013;18(2):149–66.
83. Yingchoncharoen T, Gibby C, Rodriguez L, Grimm R, Marwick TH. Association of Myocardial Deformation With Outcome in Asymptomatic Aortic Stenosis With Normal Ejection Fraction. *Hong Kong J Paediatr.* 2016;21(3):168–77.
84. Weidemann F, Herrmann S, Störk S, Niemann M, Frantz S, Lange V, et al. Impact of myocardial fibrosis in patients with symptomatic severe aortic stenosis. *Circulation.* 2009;120(7):577–84.

85. Tarasoutchi F, Montera M, Ramos A, Sampaio R, Rosa V, Accorsi T, et al. Atualização Das Diretrizes Brasileiras De Valvopatias: Abordagem Das Lesões Anatomicamente Importantes. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2017;109(6):1–34. Available from: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/abc.20180007>
86. Starling MR, Kirsh MM, Montgomery DG, Gross MD. Impaired left ventricular contractile function in patients with long-term mitral regurgitation and normal ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 1993;22(1):239–50.
87. Mascle S, Schnell F, Thebault C, Corbineau H, Laurent M, Hamonic S, et al. Predictive value of global longitudinal strain in a surgical population of organic mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2012;25(7):766–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2012.04.009>
88. Ewe SH, Haeck MLA, Ng ACT, Witkowski TG, Auger D, Leong DP, et al. Detection of subtle left ventricular systolic dysfunction in patients with significant aortic regurgitation and preserved left ventricular ejection fraction: Speckle tracking echocardiographic analysis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(9):992–9.
89. Saito M, Okayama H, Yoshii T, Higashi H, Morioka H, Hiasa G, et al. Clinical significance of global two-dimensional strain as a surrogate parameter of myocardial fibrosis and cardiac events in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2012;13(7):617–23.
90. Popović ZB, Kwon DH, Mishra M, Buakhamsri A, Greenberg NL, Thamilarsan M, et al. Association Between Regional Ventricular Function and Myocardial Fibrosis in Hypertrophic Cardiomyopathy Assessed by Speckle Tracking Echocardiography and Delayed Hyperenhancement Magnetic Resonance Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(12):1299–305.
91. Dahlslett T, Karlsen S, Grenne B, Eek C, Sjøli B, Skulstad H, et al. Early assessment of strain echocardiography can accurately exclude significant coronary artery stenosis in suspected non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2014;27(5):512–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2014.01.019>
92. Gjesdal O, Hopp E, Vartdal T, Lunde K, Helle-Valle T, Aakhus S, et al. Global longitudinal strain measured by two-dimensional speckle tracking echocardiography is

- closely related to myocardial infarct size in chronic ischaemic heart disease. *Clin Sci* [Internet]. 2007;113(6):287–96. Available from:  
<http://clinsci.org/lookup/doi/10.1042/CS20070066>
93. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Colvin MM, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of Amer. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(6):776–803.
  94. Suffoletto MS, Dohi K, Cannesson M, Saba S, Gorcsan J. Novel speckle-tracking radial strain from routine black-and-white echocardiographic images to quantify dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. *Circulation*. 2006;113(7):960–8.
  95. Mizuguchi Y, Oishi Y, Miyoshi H, Iuchi A, Nagase N, Oki T. Concentric left ventricular hypertrophy brings deterioration of systolic longitudinal, circumferential, and radial myocardial deformation in hypertensive patients with preserved left ventricular pump function. *J Cardiol*. 2010;55(1):23–33.
  96. Serri K, Reant P, Lafitte M, Berhouet M, Le Bouffos V, Roudaut R, et al. Global and regional myocardial function quantification by two-dimensional strain: Application in hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(6):1175–81.
  97. Burns AT, La Gerche A, MacIsaac AI, Prior DL. Augmentation of Left Ventricular Torsion with Exercise is Attenuated with Age. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(4):315–20.
  98. Lumens J. Impaired subendocardial contractile myofiber function in asymptomatic aged humans, as detected using MRI. *AJP Hear Circ Physiol* [Internet]. 2006;291(4):H1573–9. Available from:  
<http://ajpheart.physiology.org/cgi/doi/10.1152/ajpheart.00074.2006>
  99. Stuber M, Scheidegger MB, Fischer SE, Nagel E, Steinemann F, Hess OM, et al. Alterations in the local myocardial motion pattern in patients suffering from pressure overload due to aortic stenosis. *Circulation*. 1999 Jul;100(4):361–8.
  100. Toorn AVANDER, Barenbrug P, Snoep G, Veen FHVANDER, Delhaas T, Prinzen FW, et al. Transmural gradients of cardiac myofiber shortening in aortic valve stenosis

- patients using MRI tagging. 2002;1609–15.
101. Fuchs E, Müller MF, Oswald H, Thöny H, Mohacsi P, Hess OM. Cardiac rotation and relaxation in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2004;6(6):715–22.
  102. Bertini M, Marsan NA, Delgado V, van Bommel RJ, Nucifora G, Borleffs CJW, et al. Effects of Cardiac Resynchronization Therapy on Left Ventricular Twist. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2009;54(14):1317–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2009.05.063>
  103. Alpert MA, Terry BE, Lambert CR, Kelly DL, Panayiotou H, Mukerji V, et al. Factors influencing left ventricular systolic function in nonhypertens morbidly obese patients and effect of weight loss induced by gastroplasty. *Am J Cardiol*. 1993;71:733–7.
  104. Wong CY, O’Moore-Sullivan T, Leano R, Byrne N, Beller E, Marwick TH. Alterations of left ventricular myocardial characteristics associated with obesity. *Circulation*. 2004;110(19):3081–7.
  105. Barbosa JAA, Mota CCC, Simões E Silva AC, Nunes MDGP, Barbosa MM. Assessing pre-clinical ventricular dysfunction in obese children and adolescents: The value of speckle tracking imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(9):882–9.
  106. Lambadiari V, Pavlidis G, Kousathana F, Varoudi M, Vlastos D, Maratou E, et al. Effects of 6-month treatment with the glucagon like peptide-1 analogue liraglutide on arterial stiffness, left ventricular myocardial deformation and oxidative stress in subjects with newly diagnosed type 2 diabetes. *Cardiovasc Diabetol*. 2018 Jan;17(1):8.
  107. Pareek M, Schauer PR, Kaplan LM, Leiter LA, Rubino F, Bhatt DL. Metabolic Surgery: Weight Loss, Diabetes, and Beyond. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71:670–87.
  108. Association AD. 8. Obesity Management for the Treatment of Type 2 Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2019. *Diabetes Care* [Internet]. 2019;42(Supplement 1):S81 LP-S89. Available from: [http://care.diabetesjournals.org/content/42/Supplement\\_1/S81.abstract](http://care.diabetesjournals.org/content/42/Supplement_1/S81.abstract)
  109. Sjöström L, Lindroos A-K, Peltonen M, Togerson J, Bouchard C, Carlsson B, et al. Lifestyle, Diabetes and Cardiovascular Risk Factors 10 Years after Bariatric Surgery. *N Engl J Med*. 2004;(351):2683–93.
  110. Ashrafian H, le Roux CW, Darzi A, Athanasiou T. Effects of bariatric surgery on

- cardiovascular function. *Circulation* [Internet]. 2008 Nov 11 [cited 2013 Oct 25];118(20):2091–102. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19001033>
111. Di Bello V, Santini F, Di Cori A, Pucci A, Talini E, Palagi C, et al. Effects of bariatric surgery on early myocardial alterations in adult severely obese subjects. *Cardiology*. 2008;109(4):241–8.
  112. Koshino Y, Villarraga HR, Somers VK, Miranda WR, Garza CA, Hsiao JF, et al. Changes in myocardial mechanics in patients with obesity following major weight loss after bariatric surgery. *Obesity*. 2013;
  113. Shin SH, Lee YJ, Heo YS, Park SD, Kwon SW, Woo SI, et al. Beneficial Effects of Bariatric Surgery on Cardiac Structure and Function in Obesity. *Obes Surg* [Internet]. 2017;27(3):620–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2330-x>
  114. Mostfa SA. Impact of obesity and surgical weight reduction on cardiac remodeling. *Indian Heart J* [Internet]. 2018;70:S224–8. Available from:  
<https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.01.012>
  115. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: Comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol*. 1986;57(6):450–8.
  116. de Simone G, Daniels SR, Devereux RB, Meyer RA, Roman MJ, de Divitiis O, et al. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 1992 Nov 1;20(5):1251–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1401629>
  117. Abel E, Litwin SE, Sweeney G. Cardiac remodeling in obesity. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013;6(1):142–52.
  118. Geyer H, Caracciolo G, Abe H, Wilansky S, Carerj S, Gentile F, et al. Assessment of Myocardial Mechanics Using Speckle Tracking Echocardiography: Fundamentals and Clinical Applications. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2010;23(4):351–69. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2010.02.015>
  119. Oxborough D, George K, Birch KM. Intraobserver reliability of two-dimensional ultrasound derived strain imaging in the assessment of the left ventricle, right ventricle, and left atrium of healthy human hearts. *Echocardiography*. 2012;29(7):793–802.

120. Kauer F, Vletter WB, Soliman OII, Geleijnse ML, van der Zwaan HB, van Dalen BM, et al. Feasibility and reproducibility of left ventricular rotation parameters measured by speckle tracking echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2009;10(5):669–76.

**APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **Efeitos da gastrectomia vertical sobre o coração**, que está sob a responsabilidade do pesquisador Eduardo Cavalcanti Lapa Santos (Endereço profissional: Avenida Moraes Rego, S/N, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP 50670-420, Departamento de Cardiologia – ramal 3847; Telefone para contato – 081-99686-4444; Email – [eduardolapa@gmail.com](mailto:eduardolapa@gmail.com)). Também participam desta pesquisa: Giordano Bruno Parente (contato – 3416-1209), Maria Inês Remígio de Aguiar (contato – 2126-3847), Patrícia Sampaio Gadelha (contato – 2126-3847), Rodrigo Pinto Pedrosa (contato – 3035-3045), Álvaro Antônio Bandeira Ferraz (contato – 2126-8519), Arthur Cezário de Holanda (contato – 2126-3847). A pesquisa está sob a orientação do Fernando Ribeiro de Moraes Neto (contato – 3416-1248; email – [f.moraes@uol.com.br](mailto:f.moraes@uol.com.br))

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Caso decida participar desta pesquisa, solicitamos que o senhor permita a esta pesquisa acessar os resultados dos exames de ecocardiograma transtorácico bidimensional (ultrassonografia do coração) e de poligrafia respiratória antes e após a cirurgia.

O ecocardiograma transtorácico bidimensional é uma ultrassonografia do coração que é realizada de forma rotineira antes da realização de cirurgia bariátrica. Trata-se de exame não invasivo e que traz informações importantes em relação ao funcionamento do coração,

podendo detectar doenças cardíacas não previamente identificadas por exames mais simples. O exame é feito em cerca de 20 minutos e não precisa de nenhum tipo de preparo particular.

A poligrafia respiratória é um exame não invasivo comumente indicado em pacientes com obesidade avançada devido à alta prevalência da chamada Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono neste grupo de indivíduos. O exame é realizado através de aparelho portátil, na própria casa do paciente. Este recebe o equipamento que inclui um oxímetro (pequeno dispositivo que fica no dedo indicador de uma das mãos e mede a oxigenação do sangue e os batimentos do coração), um cateter para colocar no nariz o qual mede o fluxo de ar e uma cinta que é colocada no tórax do paciente para medir as suas respirações.

Os exames pré-operatório faz parte da rotina da avaliação cardiovascular realizada antes de cirurgia bariátrica. Os exames pós-operatório serão feitos entre 3 e 12 meses após a cirurgia.

Por se tratarem de métodos diagnósticos não invasivos, os riscos da realização dos exames são mínimos. A pressão exercida pelo transdutor do ecocardiograma pode causar leve desconforto durante a realização de pressão. O paciente também pode se sentir constrangido devido ao fato de ter que despir-se da cintura para a cima para a realização do exame. Para minimizar tais incômodos, os pacientes serão previamente instruídos sobre o procedimento. O ecocardiografista irá aplicar o mínimo de força necessário para aquisição das imagens e será ofertado vestimenta adequada para que o paciente cubra o tórax, expondo apenas a região necessária para a colocação do transdutor sobre a pele. Já em relação à poligrafia respiratória, a mesma pode causar leve incômodo durante sua realização (ex: sensação de desconforto devido ao cateter nasal). Para reduzir tais efeitos, os pacientes serão devidamente esclarecidos sobre o exame na entrega do equipamento a ser levado para o domicílio e será usado cateter nasal maleável.

Em relação aos benefícios diretos para os participantes da pesquisa, os dados diagnósticos obtidos através destes exames podem dar importantes informações acerca da presença de comorbidades associadas à obesidade.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (imagens de exames de ecocardiograma e laudos de poligrafia respiratória), ficarão armazenados em pastas de arquivo sob a responsabilidade do pesquisador responsável no endereço Av. Boa Viagem, n 6396, apt 701, CEP 51130-000 pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: [cepccs@ufpe.br](mailto:cepccs@ufpe.br)).**

---

(assinatura do pesquisador)

#### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)**

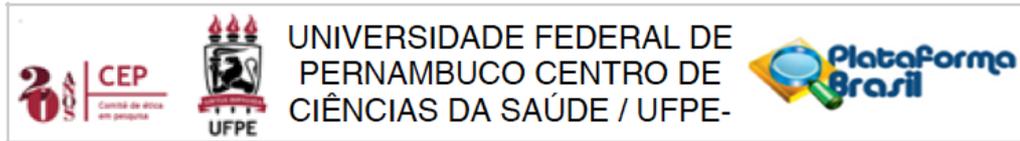
Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **Efeitos da gastrectomia vertical sobre o coração** como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção da minha assistência.

Recife \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.** (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

**ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeitos da gastrectomia vertical sobre o coração

**Pesquisador:** Eduardo Cavalcanti Lapa Santos

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 66722217.0.0000.5208

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.081.485

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de uma pesquisa com a finalidade de elaboração de tese de doutorado, para atender aos requisitos do Programa de Pós-graduação em Cirurgia, do aluno Eduardo Cavalcanti Lapa Santos, sob a orientação do Prof.Dr.FERNANDO RIBEIRO DE MORAES NETO.

O estudo é descritivo, prospectivo, observacional, analítico, de corte longitudinal. Serão estudados 50 pacientes obesos, antes e após a realização de cirurgia bariátrica por via laparoscópica (Gastrectomia Vertical) através da realização de Ecocardiograma e Poligrafia respiratória. Com a finalidade de avaliar parâmetros ecocardiográficos estruturais e funcionais em pacientes obesos no pré e pós-operatório de GV.

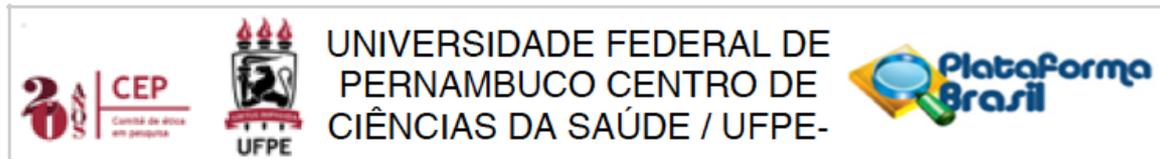
Os pacientes serão avaliados em dois momentos diferentes. O primeiro, no período pré-operatório. O segundo, após 3 a 12 meses da realização da GV. Em ambas as ocasiões será realizada avaliação clínica e ecocardiográfica além de poligrafia respiratória.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Geral:

- Avaliar parâmetros ecocardiográficos estruturais e funcionais em pacientes obesos no pré e pós-

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.081.485

operatório de GV.

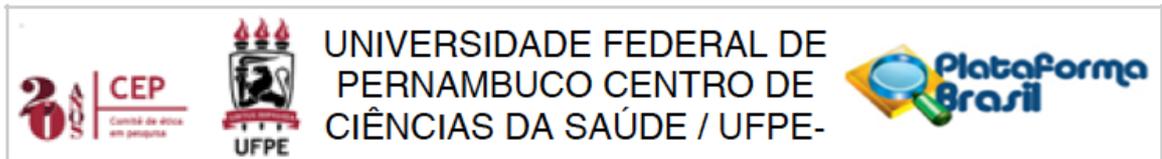
Objetivos específicos:

- Avaliar parâmetros estruturais de ventrículo esquerdo (diâmetros diastólico e sistólico, espessuras de parede septal e posterior, espessura relativa e massa) antes e após GV.
- Avaliar parâmetros de função diastólica de ventrículo esquerdo (velocidades de ondas E, A e E', relação E/A e tempo de desaceleração de onda E) antes e após a realização de GV.
- Avaliar parâmetros de função sistólica do VE (fração de ejeção do ventrículo esquerdo medida pelo método de Teichholz e velocidade de onda S no anel mitral) antes e após a GV.
- Avaliar parâmetros de contratilidade do VD através da velocidade de onda S do anel tricúspide lateral antes e após a realização de GV.
- Avaliar dados de deformação miocárdica (SLG) do VD e do VE.
- Avaliar o volume do átrio esquerdo antes e após a realização de GV
- Avaliar presença de SAOS por poligrafia respiratória antes da realização de GV e repetir o exame após a GV naqueles portadores de SAOS no pré-operatório
- Correlacionar dados de melhora da SAOS com parâmetros estruturais e funcionais de ventrículo direito.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Por se tratarem de métodos diagnósticos não invasivos, os riscos da realização dos exames são mínimos. A pressão exercida pelo transdutor do ecocardiograma pode causar leve desconforto durante à realização de pressão. O paciente também pode se sentir constrangido devido ao fato de ter que despir-se da cintura para a cima para a realização do exame. Para minimizar tais incômodos, os pacientes serão previamente instruídos sobre o procedimento. O ecocardiografista irá aplicar o mínimo de força necessário para aquisição das imagens e será ofertado vestimenta adequada para que o paciente cubra o tórax, expondo apenas a região necessária para a colocação do transdutor sobre a pele. Já em relação à poligrafia respiratória, a mesma pode causar leve incômodo durante sua realização (ex: sensação de desconforto devido ao cateter nasal). Para reduzir tais efeitos, os pacientes serão devidamente esclarecidos sobre o exame na entrega do equipamento a ser levado para o domicílio e será usado cateter nasal maleável.

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.081.485

Quanto aos benefícios, através da análise das variáveis clínicas e ecocardiográficas, esta pesquisa trará informações acerca do benefício cardiovascular da cirurgia bariátrica e da perda de peso.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O estudo mostra-se relevante uma vez que poderá trazer novos conhecimentos sobre as consequências da gastrectomia vertical (GV) sobre o coração.

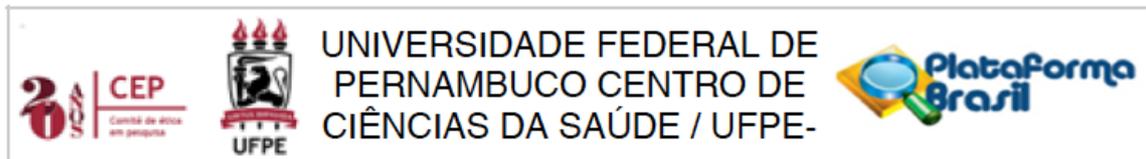
A maioria dos estudos que avaliaram, através de ecocardiograma, os efeitos da cirurgia bariátrica sobre a estrutura e a função cardíaca incluíram majoritariamente pacientes submetidos à Bypass Gástrico em Y de Roux. As evidências sobre as consequências da gastrectomia vertical (GV) sobre o coração são derivadas de apenas 4 estudos. O maior destes incluiu apenas 18 pacientes submetidos à técnica sendo o único estudo que avaliou a deformação miocárdica entre os citados. Desta forma, nota-se uma paucidade de dados na literatura sobre os efeitos da GV sobre o coração.

Poucos estudos avaliaram o efeito específico da GV na melhora da SAOS, e os que avaliaram esse parâmetro, usaram dados reportados pelos pacientes e não medição objetiva pela poligrafia respiratória .

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- Folha de Rosto: OK;
- Carta de Anuência do Ricad: OK;
- Carta de Anuência do MCor: OK;
- Carta de Anuência do Realcor: OK;
- Curriculum Lattes dos pesquisadores: OK;
- Termo de Confidencialidade: OK;

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.081.485

- TCLE: OK.

**Recomendações:**

Nenhuma.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Nenhuma.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.