

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Faculdade de Medicina

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO CARDÍACA DE  
CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS POR MEIO DAS  
TÉCNICAS *STRAIN E STRAIN RATE* BASEADAS NO  
DOPPLER E *SPECKLE TRACKING* BIDIMENSIONAL**

**JOSÉ AUGUSTO DE ALMEIDA BARBOSA**

**Belo Horizonte**  
**2011**

**JOSÉ AUGUSTO DE ALMEIDA BARBOSA**

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO CARDÍACA DE  
CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS POR MEIO DAS  
TÉCNICAS *STRAIN E STRAIN RATE* BASEADAS NO  
DOPPLER E *SPECKLE TRACKING* BIDIMENSIONAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

Área de Concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cleonice de Carvalho Coelho Mota.

Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Márcia Melo Barbosa.

**Belo Horizonte  
Faculdade de Medicina da UFMG**

**2011**

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Reitor: Prof. Clélio Campolina Diniz

Vice-Reitor: Prof<sup>a</sup> Rocksane de Carvalho Norton

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Ricardo Santiago Gomez

Pró-Reitor de Pesquisa: Prof. Renato de Lima dos Santos

### **FACULDADE DE MEDICINA**

Diretor: Prof. Francisco José Penna

Vice-Diretor: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Coordenador do Centro de Pós-Graduação:

Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação:

Prof<sup>a</sup> Teresa Cristina de Abreu Ferrari

Chefe do Departamento de Pediatria: Prof<sup>a</sup> Benigna Maria de Oliveira

### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

Coordenadora: Prof<sup>a</sup> Ana Cristina Simões e Silva

Subcoordenador: Prof. Eduardo Araújo Oliveira

### **COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE – área de concentração em Saúde da Criança e do Adolescente**

Prof<sup>a</sup> Ana Cristina Simões e Silva

Prof. Cássio da Cunha Ibiapina

Prof. Eduardo Araújo Oliveira

Prof. Francisco José Penna

Prof<sup>a</sup> Ivani Novato Silva

Prof. Jorge Andrade Pinto

Prof. Marcos José Burle de Aguiar

Prof<sup>a</sup> Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana

Representante discente: Michelle Ralil da Costa

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cleonice de Carvalho Coelho Mota, por ter me acolhido desde a fase inicial deste projeto. Obrigado pelos ensinamentos e confiança.

À Dr<sup>a</sup> Márcia Melo Barbosa, pela amizade, convivência, dedicação, profissionalismo, ensinamentos e valiosas colaborações para a realização deste projeto.

A toda a equipe do Ecocenter, que participou de maneira indireta desta pesquisa e tornou sua realização possível.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo P. Nunes, com sua grande experiência, muito obrigado por toda sua contribuição.

Aos meus pais, Marcos e Clara, pelo amor, confiança, dedicação e por estarem sempre ao meu lado, investindo na minha formação.

A minhas irmãs, Malo e Tereza, meus cunhados e sobrinhos, Fernando, Rubens, Henrique, Raquel, Nathalia e Flávio, companheiros de todos os momentos.

Ao Yerkes Pereira e Silva, por toda ajuda, contribuições para a realização do projeto de pesquisa e companheirismo.

Aos meus grandes amigos, Fabíola, Flávia, Felipe, Martinho, Leo, Raul, enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho, o meu carinho.

## NOTA EXPLICATIVA

A apresentação da presente tese foi organizada sob a forma de artigos científicos, de acordo com a Resolução 03/2010, aprovada pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Área de concentração Saúde da Criança e do Adolescente, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, disponível em [http://www.medicina.ufmg.br/cpg/programas/saude\\_crianca/arquivos/2010/Resolucao03-2010.pdf](http://www.medicina.ufmg.br/cpg/programas/saude_crianca/arquivos/2010/Resolucao03-2010.pdf).

O primeiro artigo consiste na revisão da literatura na qual são discutidos os principais aspectos da fisiopatologia da disfunção cardiovascular na obesidade e dos métodos não invasivos mais utilizados recentemente para avaliar essa disfunção. O segundo artigo tem como objetivo analisar a função cardíaca utilizando *strain* e *strain rate* baseados no Doppler e *spekle tracking* bidimensional em crianças e adolescentes obesos sem comorbidades em acompanhamento ambulatorial na Unidade de Nutrologia Pediátrica do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina e do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), entre 2009 e 2010.

As referências bibliográficas estão dispostas ao final de cada artigo ou seção e conforme as normas de Vancouver (*Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication* - [www.ICMJE.org](http://www.ICMJE.org)).

**“O importante - e difícil - é saber viver aqui e agora.”**

**Chico Xavier.**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASE	<i>American Society of Echocardiography</i>
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
FEVE	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
IMC	Índice de massa corporal
IVCT	Tempo de contração isovolumétrico
IVRT	Tempo de relaxamento isovolumétrico
mmHg	Milímetro de mercúrio
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
SR	<i>Strain rate</i>
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
VAE	Volume do átrio esquerdo
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

FIGURA 1 Exemplo Doppler tecidual paciente sadio.....	14
FIGURA 2 <i>Strain</i> Doppler base septo interventricular.....	16
FIGURA 3 <i>Two-dimensional strain (speckle tracking)</i> de um paciente sadio..	17

### Quadro

QUADRO 1 - Caracterização dos parâmetros do Doppler tecidual.....	15
QUADRO 2 Métodos não invasivos, em ecocardiografia, na avaliação da função cardíaca.....	18
QUADRO 3 Recentes estudos utilizando Doppler tecidual, <i>strain</i> e <i>strain</i> <i>rate</i> na avaliação da função cardíaca em pacientes obesos.....	22

## SUMÁRIO<sup>1</sup>

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Avaliação não invasiva da função cardíaca.....	12
1.2 Avaliação não invasiva da função cardíaca em obesos.....	19
REFERÊNCIAS.....	25
2 ARTIGO DE REVISÃO - <i>CARDIOVASCULAR DYSFUNCTION IN OBESITY AND NEW DIAGNOSTIC IMAGING TECHNIQUES-THE ROLE OF THE NON-INVASIVE IMAGE METHODS</i> .....	30
3 OBJETIVOS.....	52
4 PACIENTES E MÉTODOS.....	53
4.1 Pacientes.....	53
4.1.1 Faixa Etária.....	53
4.1.2 Critérios de inclusão.....	53
4.1.3 Critérios de exclusão.....	53
4.2 Protocolo do estudo.....	54
4.3 Métodos.....	54
4.3.1 Grupos de Variáveis.....	54
4.4 Cálculo do Tamanho Amostral.....	57
4.5 Análise estatística.....	58
4.6 Aspectos Éticos.....	58
REFERÊNCIAS.....	60
5 RESULTADOS.....	62
<i>5.1 Original article - Decreased left ventricular strain in obese children and adolescents: a study using speckle tracking and color Doppler myocardial imaging</i> .....	62

---

<sup>1</sup> Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS.....	88
ANEXOS E APÊNDICES.....	90

## 1 INTRODUÇÃO

O sobrepeso e a obesidade podem ser conceituados como acúmulo corporal de tecido adiposo, representada por índice de massa corporal (IMC) igual ou superior ao percentil 85 e 95, respectivamente, de uma determinada população de referência. Em adultos, o IMC entre 25 e 30 kg/m<sup>2</sup> determina quadro de sobrepeso e acima de 30 kg/m<sup>2</sup>, obesidade<sup>1</sup>. Percentil acima de 97 e IMC ≥ 40 kg/m<sup>2</sup> caracterizam as formas graves da doença em crianças/adolescentes e adultos, respectivamente. A prevalência de sobrepeso e de obesidade, estimada em 300 milhões de indivíduos em todo o mundo<sup>1,2</sup>, está aumentando de forma alarmante. Estudos realizados em países em desenvolvimento mostram prevalência de obesidade de 20%, sendo ela ainda mais alta em países desenvolvidos. Em 2007-2008, nos Estados Unidos, a obesidade atingiu 32,21% dos adultos do sexo masculino e 35,5% do sexo feminino<sup>3</sup>.

Nos Estados Unidos, em relação à população pediátrica (dois a 19 anos de idade), segundo as definições padrões de sobrepeso e de obesidade, 11,9% estão no percentil 97 ou acima, 16,9% no percentil 95 ou acima e 31,7% no percentil 85 ou acima<sup>3,4</sup>. Pesquisas revelam o aumento da prevalência da obesidade, sendo maior na faixa de elevado risco, ou seja, em adultos com índice de massa corporal acima de 40 kg/m<sup>2</sup> e em crianças com percentil superior a 97<sup>5</sup>. Obesidade infantil frequentemente persiste na fase adulta e, em geral, 80% das crianças obesas se tornam adultos obesos<sup>6,7</sup>. A incidência de doenças relacionadas a obesidade cresce entre adultos e crianças, trazendo transtornos na saúde física, psicológica e grandes gastos financeiros na área da saúde<sup>5</sup>.

A obesidade está geralmente associada a comorbidades, compondo a síndrome metabólica, destacando-se as complicações cardiovasculares com altas taxas de morbidade e mortalidade<sup>8</sup>. A disfunção endotelial que frequentemente acompanha esses pacientes, com aumento da expressão de marcadores pró-inflamatórios e redução da disponibilidade de vasodilatadores, geralmente é a responsável por essas complicações<sup>9,10</sup>. A obesidade é um preditor independente para doença coronariana. Entre indivíduos acima de 50 anos de idade, pacientes obesos têm risco dobrado de doença coronariana<sup>11,12</sup>. O aumento na prevalência de

hipertensão arterial está também associado à obesidade. Em estudo de prevalência de hipertensão, foram atribuídos 37% dos casos a sobrepeso ou à obesidade<sup>13</sup>, o que também foi referido por outros autores, que verificaram aumento na prevalência de hipertensão em adolescentes obesos<sup>14</sup>.

Obesidade e envolvimento do ventrículo esquerdo também estão bem estabelecidos na literatura. As alterações mais comumente encontradas são aumento do diâmetro e da massa, remodelamento concêntrico, hipertrofia excêntrica e disfunção diastólica, sistólica e falência cardíaca<sup>15,16</sup>.

### 1.1 Avaliação não invasiva da função cardíaca

A quantificação das funções sistólica e diastólica representa o maior benefício do ecoDopplercardiograma no *spectrum* de doenças cardíacas. O ecoDopplercardiograma padrão e a utilização de novas técnicas na determinação de disfunção cardíaca são importantes ferramentas para a avaliação de pacientes obesos.

Pela ecoDopplercardiografia, o tamanho das câmaras cardíacas e a avaliação da massa ventricular e das funções sistólica e diastólica estão bem padronizadas na literatura. A massa do ventrículo esquerdo (VE) é o total do peso do miocárdio do VE, derivado da multiplicação do seu volume pela densidade específica do músculo cardíaco. A massa do VE pode ser estimada pela medida da espessura septal, espessura da parede posterior e do diâmetro interno da VE ao fim da diástole, utilizando o modo M<sup>17</sup>. Uma das referências para o cálculo da massa ventricular esquerda é a fórmula recomendada pela *American Society of Echocardiography* (ASE) indexando a altura e elevando a potência de 2.7<sup>17</sup>. Isso se justifica pelo alto grau de correlação alométrica dessas medidas, que minimizam diferenças relacionadas ao gênero e ao peso quanto ao tamanho e à geometria cardíaca<sup>17</sup>.

A geometria ventricular esquerda pode ser classificada com base na espessura relativa da parede, ou seja, a relação do septo interventricular e a parede posterior do VE com a dimensão diastólica do VE. É uma medida que reflete a espessura relativa das paredes comparada ao tamanho da câmara. A geometria normal caracteriza-se por massa ventricular e espessura relativa da

parede normais. Na hipertrofia concêntrica, a massa e a espessura estão aumentadas; na hipertrofia excêntrica, a massa do VE está aumentada, porém com espessura normal; e no remodelamento concêntrico, a massa do VE está normal, entretanto, com aumento da espessura relativa da parede<sup>17</sup>.

A hipertrofia cardíaca pode ser compensatória devido a uma sobrecarga pressórica crônica, caracterizando uma hipertrofia concêntrica (paredes cardíacas espessadas e volume ventricular normal) e também na presença de sobrecarga volumétrica, caracterizando uma hipertrofia excêntrica (dilatação ventricular com espessura normal de parede)<sup>17</sup>.

Os índices convencionais de função ventricular global e regional definidos pela excursão endocárdica são considerados volume-dependentes e baseados no cálculo geométrico. A avaliação da função sistólica pelos modos M e bidimensional, apesar de amplamente utilizada, apresenta algumas limitações, tais como aplicação em poucas paredes do coração, grande variabilidade fisiológica (alterações de carga) e por serem altamente ângulo-dependentes<sup>17,18</sup>.

O Doppler tecidual estima a velocidade do deslocamento de uma amostra do coração durante o ciclo cardíaco, analisando sinais de baixa frequência e de alta amplitude produzidos pelo tecido miocárdico, o que permite a avaliação quantitativa das funções sistólica e diastólica e de eventos cardíacos. De fácil utilização, boa reprodutibilidade e alta resolução temporal, o método apresenta como principais limitações ser ângulo e volume-dependentes e não diferenciar os movimentos cardíacos ativos dos passivos<sup>18,19</sup>.

Para a avaliação das disfunções sistólica e diastólica, o Doppler tecidual é geralmente realizado no corte apical, nas paredes septal e lateral, medindo as velocidades da válvula mitral, entre as quais se incluem a velocidade sistólica (S'), a diastólica precoce (e') e a tardia (A'). O pico da velocidade sistólica (S') do anel mitral correlaciona-se bem com a fração de ejeção. Valores maiores que 7,5 cm/s no ventrículo esquerdo tem sensibilidade de 79% e especificidade de 88% para predizer sua função global normal. A velocidade da onda diastólica precoce (e') do anel mitral reflete a taxa de relaxamento miocárdico. Em pacientes normais, a medida e' aumenta proporcionalmente à elevação do gradiente transmitral (como no esforço ou no aumento da pré-carga). Já em pacientes com alteração do relaxamento diastólico, a onda e' reduz-se até a linha de base e não aumenta na mesma proporção verificada em pessoas normais.

A diminuição da onda e' é um marcador precoce de disfunção diastólica<sup>19</sup>. Nas investigações registradas na literatura enfatizou-se que valores de e' menores que 3 cm/s são fatores de risco para mortalidade em pacientes com disfunção sistólica<sup>20</sup>. E também que uma relação E/e'  $\geq 15$  (onda E=pico precoce Doppler fluxo mitral) diante de infarto agudo do miocárdio tem valor preditivo independente para mortalidade<sup>21</sup>. A relação E/e' representa bom índice para estimar pressões de enchimento. Relação E/e' inferior a oito é geralmente associada a pressões de enchimento normais, enquanto acima de 15 se associa ao aumento dessas pressões<sup>19,22,23</sup> (FIG. 1). O QUADRO 1 sumariza esses principais parâmetros.

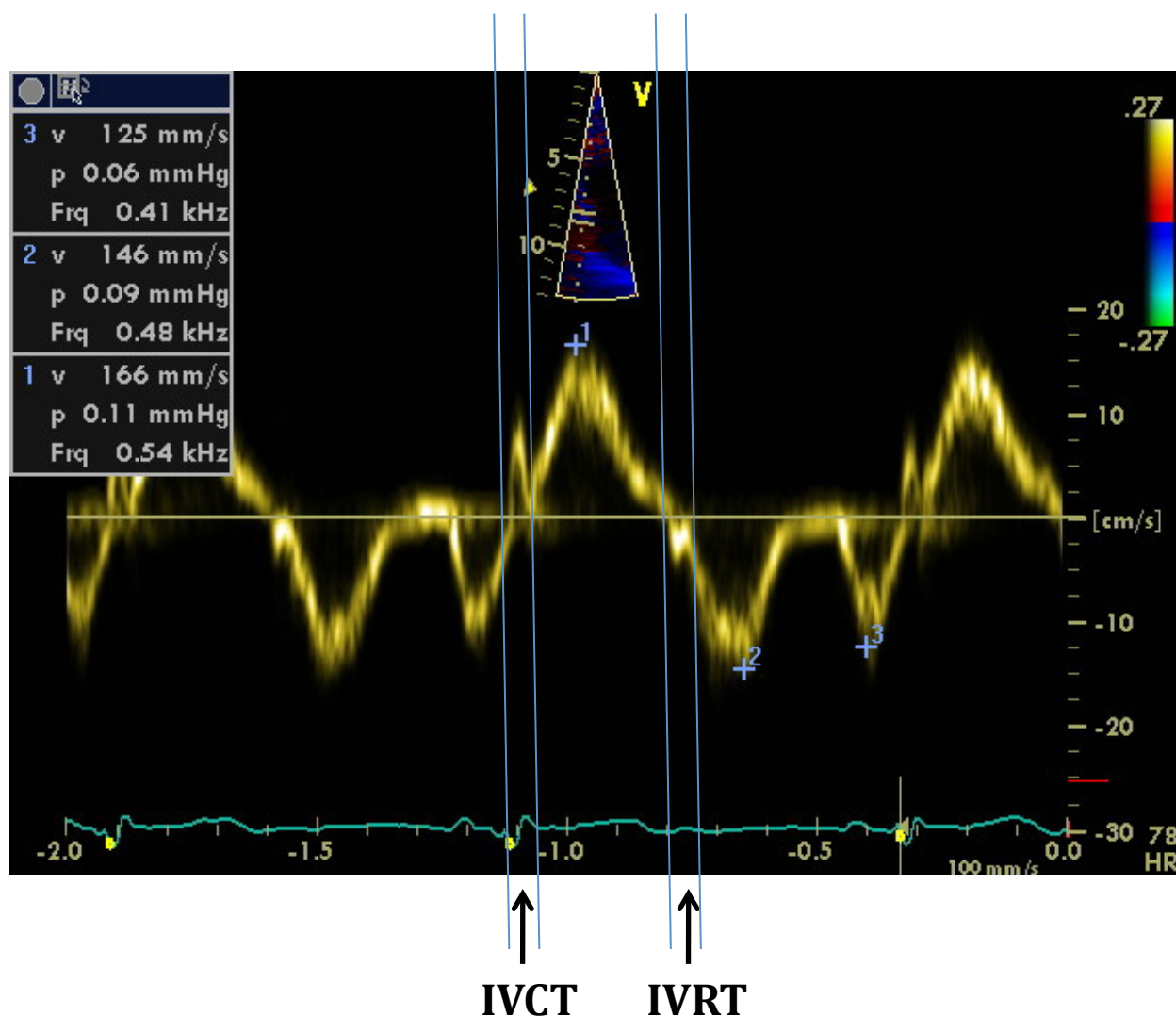


FIGURA 1 - Exemplo de Doppler tecidual em paciente sadio.

1-Onda S' 2-Onda e' 3-Onda A'; IVCT= tempo de contração isovolumétrica; IVRT= tempo de relaxamento isovolumétrico.

QUADRO 1 - Caracterização dos parâmetros do Doppler tecidual

Parâmetros Doppler Tecidual	Características
<b>Onda S</b>	Pico de velocidade sistólica do Doppler tecidual, fase de ejeção sistólica <sup>21</sup> ;
<b>Onda e'</b>	pico de velocidade diastólica precoce do Doppler tecidual <sup>21</sup> ;
<b>Onda A'</b>	pico de velocidade diastólica tardia do Doppler tecidual <sup>21</sup> ;
<b>Relação E/e'</b>	relação entre o pico de velocidade diastólica precoce do Doppler fluxo mitral e o pico de velocidade diastólica precoce do Doppler tecidual <sup>21</sup> .

Novas técnicas, como *strain* e *strain rate*, baseadas no Doppler tecidual são ferramentas úteis para avaliar disfunção cardíaca em adultos e crianças, com a capacidade de estimar a função e contratilidade miocárdica. O *strain* é uma medida de deformidade tecidual, ou seja, da diferença entre seus comprimentos final e original. Durante a contração ventricular, o miocárdio contrai na direção longitudinal e circunferencial (*strain* negativo) e espessa ou alonga-se na direção radial (*strain* positivo)<sup>24</sup>. *Strain* é expresso em porcentagem ou fração de mudança de sua dimensão original.

O *strain rate* (SR) é baseado na diferença das velocidades de Doppler tecidual entre os volumes de amostras, dividida pela distância entre elas. O cálculo é feito a partir de uma linha de regressão de todas as velocidades em relação a distância estudada<sup>25</sup>. Como o SR descreve a velocidade de deformação, sua unidade de medida é 1/segundo ( $s^{-1}$ ). A integração dos valores do SR permite o cálculo do *strain*. Estudos mostram que o aumento da pré-carga está relacionado ao aumento do *strain* e aumento na pós-carga, com sua diminuição<sup>24</sup>, porém o SR é uma medida de função contrátil ventricular menos sensível a alterações de carga.

O *strain* e o SR, embora sejam ângulo-dependentes, apresentem boa resolução temporal e podem discriminar o movimento cardíaco relacionado a

estruturas adjacentes ao coração (contração passiva) do movimento de contração miocárdica (contração ativa). Consistem, assim, em avaliação mais acurada da verdadeira contração cardíaca<sup>26</sup> (FIG. 2).

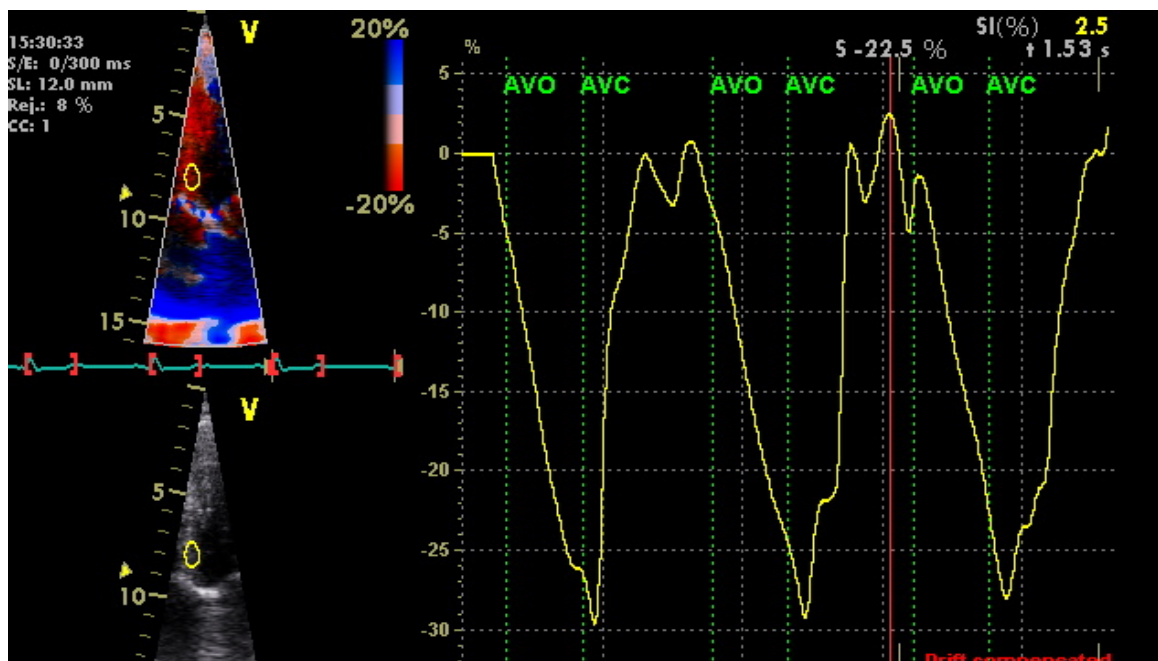


FIGURA 2 - *Strain* Doppler base septo interventricular.

O *strain* e o SR bidimensional (*Speckle tracking*) são técnicas pelas quais se analisam os movimentos cardíacos a partir dos marcadores naturais acústicos das imagens ultrassonográficas no plano bidimensional. Os marcadores acústicos (*speckles*) são distribuídos uniformemente na borda do miocárdio. O sistema de ultrassom determina a distância entre dois marcadores em uma região miocárdica definida e demarca essa distância durante o ciclo cardíaco, fornecendo a medida direta do *strain*<sup>27</sup>. O *strain* bidimensional apresenta as vantagens de ser ângulo-independente e discriminar movimento cardíaco passivo de ativo, sendo, porém, altamente dependente da qualidade de imagem e da velocidade de quadros<sup>18,28</sup> (FIG. 3).

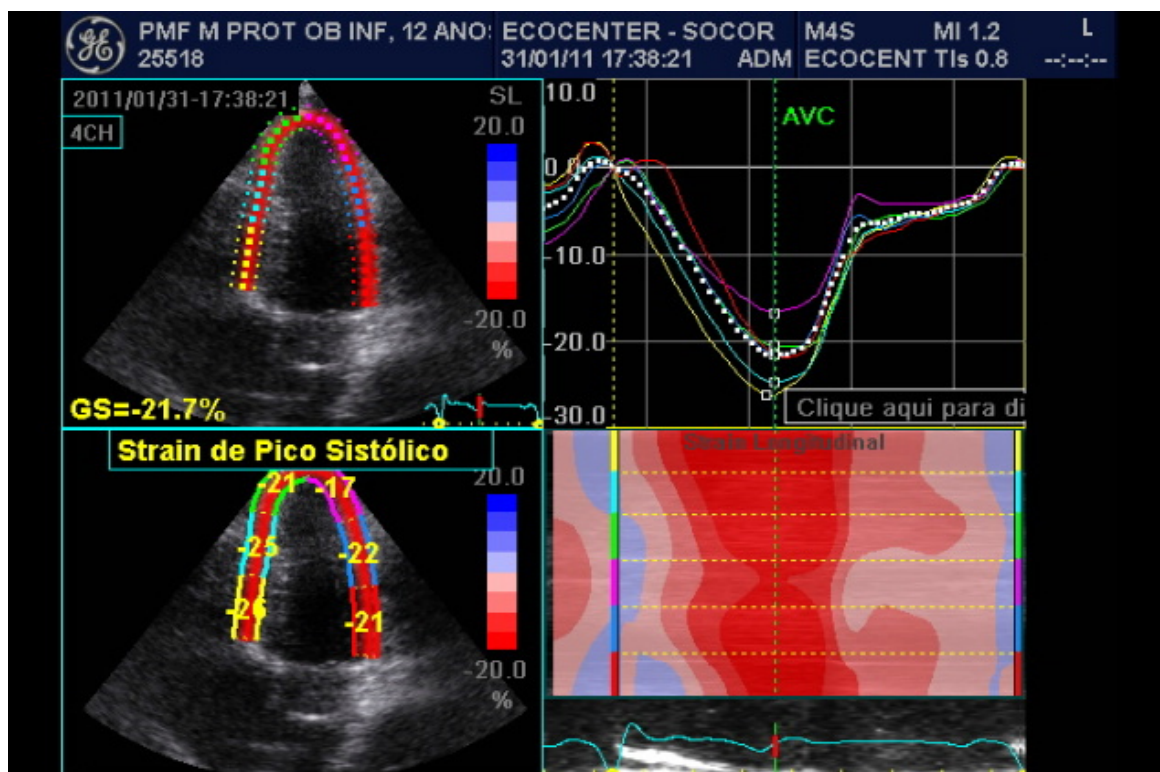


FIGURA 3 - *Two-dimensional strain (speckle tracking)* de um paciente sadio.

Imagem apical quatro câmaras. Bidimensional *Speckle tracking* análise dos seis segmentos do miocárdio das paredes septal e lateral.

O QUADRO 2 sumariza os principais métodos não invasivos, em ecocardiografia, utilizados para avaliação cardíaca, com suas vantagens e limitações.

QUADRO 2 - Métodos não invasivos, em ecocardiografia, na avaliação da função cardíaca

Método	Vantagens	Limitações
<b>Modo M Bidimensional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil acessibilidade<sup>17,18</sup>;</li> <li>- boa resolução temporal<sup>17,18</sup>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicado em poucas paredes do miocárdio<sup>17,18</sup>;</li> <li>- ângulo-dependente<sup>17,18</sup>;</li> <li>- grande variabilidade fisiológica (alterações de carga)<sup>17,18</sup>.</li> </ul>
<b>Doppler tecidual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil acessibilidade<sup>18,19</sup>;</li> <li>- alta resolução temporal<sup>18,19</sup>;</li> <li>- menor variabilidade fisiológica (alterações de carga)<sup>18,19</sup>;</li> <li>- análise da função cardíaca regional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não discriminar movimentos cardíacos ativos dos passivos<sup>18,19</sup>;</li> <li>- ângulo-dependente<sup>18,19</sup>.</li> </ul>
<b>Strain e strain rate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode discriminar movimentos cardíacos ativos dos passivos<sup>18,19</sup>;</li> <li>- alta resolução temporal<sup>18,19</sup>;</li> <li>- menor variabilidade fisiológica<sup>18,19</sup>;</li> <li>- baixa variabilidade inter e intraobservador<sup>18,19</sup>;</li> <li>- análise da função cardíaca regional<sup>18,19</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ângulo-dependente<sup>18,19</sup>;</li> <li>- necessário equipamento especializado<sup>19</sup>.</li> </ul>
<b>Speckle tracking bidimensional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode discriminar movimentos cardíacos ativos dos passivos<sup>18,19</sup>;</li> <li>- ângulo-independente;<sup>18,19</sup></li> <li>- menor variabilidade fisiológica<sup>18,19</sup>;</li> <li>- análise de função regional<sup>18,19</sup>;</li> <li>- análise automatizada<sup>18,19</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagem-dependente<sup>18,19</sup>;</li> <li>- necessidade de alta velocidade de quadros por segundo; (<i>frame rate/s</i>)<sup>18,19</sup>;</li> <li>- baixa resolução temporal<sup>18,19</sup>;</li> <li>- necessário equipamento especializado<sup>19</sup>.</li> </ul>

## 1.2 Avaliação não invasiva da função cardíaca em obesos

Efeitos da obesidade no coração, tais como hipertrofia ventricular esquerda, dilatação atrial esquerda e alteração subclínica nas funções sistólica e diastólica, são fatores precursores de formas mais estabelecidas de disfunção e falência cardíacas. Entender a associação entre obesidade, falência cardíaca e progressão da doença ainda é um desafio e a avaliação não invasiva pela ecografia constitui uma importante ferramenta na avaliação desses pacientes<sup>29</sup>.

Utilizando a ecoDopplercardiografia convencional, constatou-se que pacientes adultos com sobrepeso ou obesos, quando comparados a controles eutróficos, exibiam aumento no volume diastólico final do ventrículo esquerdo, na massa ventricular esquerda indexada à altura e no diâmetro do átrio esquerdo<sup>30</sup>. Em 2003, evidenciou-se que mulheres obesas adultas comparadas a grupo-controle de pacientes não obesos apresentavam aumento na dimensão ventricular esquerda, aumento atrial esquerdo e disfunção diastólica<sup>31</sup>. Estudo retrospectivo conduzido em 2009 envolvendo 24.265 pacientes não encontrou associação entre índice de massa corporal e disfunção sistólica analisada pela fração de encurtamento. Esse trabalho documenta ausência de correlação entre obesidade e disfunção sistólica pela ecografia convencional<sup>32</sup>.

Em estudo coorte analisando a influência da obesidade em população de mais idade, utilizando o Doppler tecidual e as relações  $A/E$  e  $E/e'$ , salientou-se que pacientes com sobrepeso e obesos tinham valor baixo de  $e'$  e alta relação  $E/e'$  quando comparado com controles magros<sup>33</sup>. Em relação à população pediátrica, verificou-se, em 2006, que adolescentes obesos comparados a controles saudáveis apresentavam aumento na massa e hipertrofia ventricular esquerda<sup>34</sup>. Investigação em crianças obesas comparadas a controles de peso normal reportou aumento na massa ventricular esquerda, no diâmetro de átrio esquerdo e no tecido gorduroso epicárdico<sup>35</sup>.

Utilizando Doppler tecidual em pesquisa realizada em 2006, detectou-se disfunção diastólica em crianças obesas menores de 16 anos<sup>36</sup>. E, finalmente, analisando função diastólica esquerda em crianças obesas e obesas hipertensas, descreveu-se que pacientes com hipertrofia ventricular esquerda de forma concêntrica possuem maior risco de evoluir para disfunção diastólica<sup>37</sup>.

O *strain* e o SR estão sendo amplamente utilizados em pesquisas clínicas para detectar disfunção subclínica em pacientes obesos<sup>38</sup>. A investigação em pacientes adultos obesos com IMC acima de 35 kg/m<sup>2</sup> revelou disfunção sistólica subclínica mesmo após ajuste de variáveis tais como pressão arterial, idade e massa ventricular esquerda<sup>39</sup>. Além disso, ao analisarem pacientes com sobrepeso e obesos sem doença cardíaca evidente, os mesmos autores ressaltaram disfunção ventricular direita independente da presença de apneia do sono.

Em outro estudo no mesmo ano, utilizando a técnica de *strain* e SR para analisar o efeito da perda de peso a partir de mudanças de hábitos (dieta e atividade física), apurou-se melhora da função diastólica dos pacientes<sup>40</sup>. Em outros estudos foi confirmada, também, importante relação entre obesidade, resistência à insulina e disfunções sistólica e diastólica<sup>41,42</sup>. Mais recentemente, em 2011, evidenciou-se que pacientes hipertensos obesos, quando comparados a hipertensos não obesos, demonstravam piora na função cardíaca<sup>43</sup>. Na avaliação de pacientes com obesidade mórbida, ou seja, IMC acima de 40 kg/m<sup>2</sup>, constatou-se disfunção sistólica e diastólica biventricular<sup>44</sup>. Na avaliação da função do ventrículo direito (VD) em pacientes com síndrome metabólica, registrou-se diminuída performance ventricular. Na mesma investigação, observou-se relação E/e' estatisticamente superior em relação ao grupo-controle, caracterizando disfunção diastólica<sup>45</sup>.

Em relação à população pediátrica, apurou-se, em estudo retrospectivo utilizando *strain* e SR, disfunção diastólica em crianças com sobrepeso (percentil maior do que 85) e disfunções sistólica e diastólica em crianças obesas (percentil maior do que 95)<sup>46</sup>. Em 2006, acompanhando crianças obesas não hipertensas comparadas a controles magros, foram encontradas, nas primeiras, valores de *strain* e SR dos ventrículos direito e esquerdo inferiores em relação ao grupo controle, caracterizando disfunção sistólica biventricular<sup>47</sup>. Em 2010, estudo em adolescentes obesos analisando a função cardíaca utilizando *strain* e *strain rate* antes e após três meses de treinamento aeróbico, observaram recuperação da função cardíaca sistólica e diastólica<sup>48</sup>.

Existe consistente evidência de que alterações do átrio esquerdo são altamente preditivos de doenças cardiovasculares<sup>49</sup>. O aumento atrial esquerdo em pacientes obesos está relacionado à expansão do volume intravascular e a

alterações nas pressões de enchimento ventricular esquerdo<sup>42</sup>. A avaliação do átrio esquerdo para prever disfunção cardíaca, utilizando-se Doppler tecidual, *strain* e SR, também está bem registrada em pacientes obesos, porém com resultados conflitantes. Em 2006, trabalho de avaliação da influência de obesidade em população pediátrica sugeriu forte relação entre obesidade, resistência insulínica e aumento atrial esquerdo<sup>50</sup>. Em 2008, utilizando *strain* e SR, demonstrou-se disfunção atrial direita e esquerda em crianças obesas não hipertensas<sup>51</sup>. Porém, estudo utilizando a mesma técnica para analisar disfunção atrial em obesos adultos com IMC acima de 30 kg/m<sup>2</sup> e comparando-os ao grupo-controle não evidenciou essa alteração<sup>52</sup>.

No QUADRO 3 apresentam-se, esquematicamente, alguns estudos que, nos últimos anos, utilizaram Doppler tecidual, *strain* e SR em pacientes obesos.

Conclui-se que há, atualmente, formas seguras não invasivas para se avaliar função cardíaca em pacientes com sobrepeso e obesos, as quais possibilitam a detecção de disfunção subclínica precoce e, conseqüentemente, sua abordagem antes que evolua para formas mais grave.

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da obesidade na função cardíaca em crianças e adolescentes sem comorbidades, utilizando novas técnicas não invasivas com *strain* e SR e *speckle tracking* bidimensional, capazes de detectar disfunção subclínica.