

TIAGO NÓBREGA MORATO

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA NORMAL DA CIRCULAÇÃO DO MEIO DE  
CONTRASTE EM ESTRUTURAS VASCULARES NOS EXAMES DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DAS ARTÉRIAS CORONÁRIAS

BRASÍLIA, 2015

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

TIAGO NÓBREGA MORATO

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA NORMAL DA CIRCULAÇÃO DO MEIO DE  
CONTRASTE EM ESTRUTURAS VASCULARES NOS EXAMES DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DAS ARTÉRIAS CORONÁRIAS

**Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Ciências da Saúde da  
Faculdade de Ciências da Saúde da  
Universidade de Brasília, como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre em  
Ciências da Saúde.**

Orientador: Luciano Farage  
Co-orientador: Guilherme Urpia Monte

BRASÍLIA  
2015

TIAGO NÓBREGA MORATO

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA NORMAL DA CIRCULAÇÃO DO MEIO DE  
CONTRASTE EM ESTRUTURAS VASCULARES NOS EXAMES DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DAS ARTÉRIAS CORONÁRIAS

**Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Ciências da Saúde da  
Faculdade de Ciências da Saúde da  
Universidade de Brasília, como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre em  
Ciências da Saúde.**

Aprovado em 27 de fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Luciano Farage (presidente)  
Universidade de Brasília

Alexandre Sérgio de Araújo Bezerra  
Universidade de Brasília

Verônica Moreira Amado  
Universidade de Brasília

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa. Sem seu apoio, não poderia ter desenvolvido este projeto.  
A Wagner Diniz de Paula, pelos anos de mentoria durante a formação acadêmica,  
pelo suporte intelectual e pelo encorajamento para realização da pesquisa.

## RESUMO

**Introdução:** O uso de agentes de contraste intravenoso é corriqueiro em pacientes submetidos à tomografia computadorizada (TC) de tórax. Sabe-se que o tempo de trânsito de contraste (TTC) do sítio de injeção até a circulação sistêmica tem relação com o débito cardíaco e pode trazer importantes informações funcionais, pouco estudadas até o momento.

**Objetivos:** Medir o TTC entre o tronco pulmonar e aorta ascendente em exames de TC de artérias coronárias de pacientes saudáveis, definindo padrões de normalidade para estes tempos de circulação.

**Métodos:** Pacientes ambulatoriais sadios encaminhados para realização de TC de artérias coronárias arrolados de forma consecutiva. Os TTC entre o sítio de injeção e a veia cava superior, tronco pulmonar e aorta ascendente foram medidos com base nas imagens de monitorização (*bolus tracking*). O débito cardíaco foi calculado a partir das imagens da TC pelo método geométrico e correlacionado com os TTC.

**Resultados:** Foram analisados 18 pacientes. O TTC médio entre a artéria pulmonar e a aorta ascendente foi de  $6,8 \pm 1,6$ s. Não houve correlação significativa entre o TTC na circulação pulmonar e o débito cardíaco medido pelo método geométrico.

**Conclusão:** O valor de normalidade do TTC entre a artéria pulmonar e aorta ascendente foi estabelecido, servindo de base para avaliação clínica.

**Palavras-chave:** Tempo de trânsito de contraste; Débito cardíaco; Tomografia computadorizada de tórax; Agente de contraste.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The use of contrast agents is a common radiological practice in chest tomography (CT) examinations. It's known that the transit time of the contrast agent (TTC) between the injection site and the systemic circulation is related to the cardiac output and can add important functional information. Nevertheless, there is little information regarding the normal transit times.

**Objectives:** Measure the TTC between main pulmonary artery and ascending aorta in coronary artery CT's of healthy patients, defining the normality values for such circulatory times.

**Methods:** Healthy ambulatorial patients who underwent coronary artery CT were included. The TTC's between the injection site and inferior vena cava, main pulmonary artery and ascending aorta were measured using the bolus tracking images. The cardiac output was measured from the CT images using the geometric method.

**Results:** 18 patients were included in the analysis. The mean TTC between the main pulmonary artery and aorta was  $6,8 \pm 1,6s$ . There was no significant correlation between the TTC and cardiac output measured by the geometric method.

**Conclusion:** The normal value for the TTC between main pulmonary artery and ascending aorta was determined, and can be used as a reference for future publications.

**Keywords:** Contrast transit time; Cardiac output; Chest computed tomography; Contrast agent.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Tempos médios de trânsito em segundos

Figura 2 - Relação entre os valores de índice cardíaco e tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Características demográficas da amostra

Tabela 2 - Resultado das análises pelo método geométrico

Tabela 3 - Tempos médios de circulação e intervalos de confiança

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SUS - Sistema Único de Saúde

TC - Tomografia Computadorizada

TTC - Tempo de Trânsito de Contraste

ROI - *Region of Interest*

Tempo I-VCS - tempo de circulação entre o sítio de injeção e a veia cava superior

Tempo VCS-TAP - tempo de circulação entre a veia cava superior e o tronco arterial pulmonar

Tempo TAP-AS - tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e a aorta ascendente

HAP - Hipertensão Arterial Pulmonar

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2. OBJETIVOS</b>	16
<b>3. MÉTODOS</b>	17
3.1 DESENHO DO ESTUDO	17
3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA	17
3.3 AQUISIÇÃO DE IMAGENS	18
3.4 ANÁLISE DAS IMAGENS	19
<b>3.4.1 Tempo de Circulação Venosa Periférica (Tempo I-VCS)</b>	19
<b>3.4.2 Tempo de Circulação entre Veia Cava Superior e Tronco Arterial Pulmonar (Tempo VCS-TAP)</b>	19
<b>3.4.3 Tempo de Circulação Vascular Pulmonar (Tempo TAP-AS)</b>	20
<b>3.4.3 Análise Geométrica</b>	21
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	21
<b>4. RESULTADOS</b>	22
<b>5. DISCUSSÃO</b>	25
<b>6. CONCLUSÃO</b>	29
<b>REFERÊNCIAS</b>	30
ANEXO 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	32
ANEXO 2. Ficha de Anamnese Clínica Dirigida	34
ANEXO 3. Aprovação Pelo Comitê de Ética	36

## 1. INTRODUÇÃO

A medicina contemporânea tem utilizado cada vez mais de exames de tomografia computadorizada na prática clínica diária (1). No Brasil, dados de informação em saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) indicam que o número de equipamentos de tomografia computadorizada tem aumentado na última década, assim como o número de exames realizados (2).

O sucesso da implementação em larga escala de exames tomográficos na prática clínica se deve a fatores tecnológicos que permitiram a popularização da técnica, sendo os principais: a alta resolução espacial e a crescente velocidade de aquisição de imagens.

O primeiro modelo de tomógrafo, lançado em 1971, permitia aquisição de cortes axiais do crânio com espessura de 8 ou 13 mm e o tempo de aquisição das imagens era de 4,5 ou 20 minutos, a depender da espessura desejada e extensão de área a ser avaliada (3). Com o advento dos tomógrafos de feixe de elétrons, na década de 1980, foi possível aquisição de imagens com altíssima resolução temporal (cerca de 50 ms), porém ainda com resolução espacial limitada, apresentando espessuras de corte da ordem de 5 mm (4). Foi na década de 2000, com o advento dos tomógrafos com aquisição helicoidal e múltiplas fileiras de detectores, que o método atingiu a maturidade. Aparelhos modernos permitem aquisição de imagens do tórax ou abdome com resolução espacial submilimétrica e resolução temporal da ordem 75 ms, com tempo de aquisição de imagens de menos que 10 segundos (5).

Dentre os exames tomográficos, um dos mais solicitados é a tomografia computadorizada (TC) do tórax com injeção intravenosa de meio de contraste iodado, amplamente utilizada para avaliação de pacientes com doenças cardíacas e respiratórias. Em virtude de sua alta resolução espacial, permite avaliação morfológica detalhada. Entretanto, a despeito de sua resolução temporal, a tomografia computadorizada tem sido subutilizada para a avaliação de parâmetros funcionais, que nas mais diversas situações clínicas fornecem informações fundamentais na tomada de decisão terapêutica.

Um parâmetro funcional passível de estudo pelo método é a avaliação da função cardíaca. A aquisição de imagens pode ser sincronizada com o eletrocardiograma, permitindo posteriormente processar imagens cardíacas na sístole e diástole. Por meio da técnica de Simpson (6), possibilita a avaliação dos volumes sistólicos e diastólicos biventriculares e, dessa forma, o cálculo da fração de ejeção ventricular e do débito cardíaco (7, 8). Essa técnica é conhecida como técnica geométrica de avaliação da função cardíaca. Contudo, a avaliação sincronizada ao eletrocardiograma implica em utilização de maior dose de radiação, maior tempo de aquisição e maior número de imagens para pós-processamento, aumentando o tempo de avaliação pelo radiologista. Há ainda necessidade de pós-processamento e análise de imagem com *software* dedicado.

Atualmente, a técnica com maior reprodutibilidade para avaliação não invasiva de avaliação dos volumes ventriculares e fração de ejeção é a ressonância magnética cardíaca (9, 10). Assim como na tomografia, o método de medida dos volumes é o método de Simpson, e a correlação entre as técnicas é considerada muito boa ( $r = 0,97$ ) (11).

Outra forma de avaliação da função cardíaca, amplamente utilizada desde o meio de século XX, é a avaliação de débito cardíaco por meio de curva de concentração de marcador (12). O método se baseia na detecção da curva de concentração de um marcador em um ponto distante do local de injeção. O contraste iodado pode ser utilizado como marcador, e as medidas de densidade da tomografia apresentam relação linear com a concentração de contraste no sangue (13, 14). Desta forma, uma aquisição dinâmica no nível dos grandes vasos permite a medida seriada da concentração de contraste, com posterior estimativa do débito cardíaco por meio da equação de Stewart-Hamilton (13). Conceitualmente, a técnica é semelhante à medida do débito cardíaco pelo método de termodiluição de Fick (13).

As primeiras pesquisas com o método foram realizadas em tomógrafos de feixes de elétrons, ainda na década de 1980 (13), mostrando boa correlação ( $r = 0,92$ ) com o débito cardíaco medido por meio do método de medida de termodiluição e depois replicadas em tomógrafos mecânicos na década de 2000 (15), demonstrando correlação satisfatória com o método de análise geométrica ( $r = 0,87$ ). No entanto, Ludman et al. questionam as diferenças absolutas de medidas entre o

método geométrico e o método de diluição, que podem chegar a mais de 2 l/min (14).

Apesar das publicações iniciais promissoras com a técnica de curva de concentração de marcador, nunca ocorreu popularização do método. Uma das razões é a necessidade de realização de aquisição adicional (com um bolo de teste de contraste). Muito embora esta aquisição adicional seja usada em alguns centros para ajustar o tempo de início da aquisição final de imagens, na maior parte dos departamentos de radiologia ela foi substituída pela avaliação dinâmica da chegada do bolo de contraste, que é mais prática e não requer dose adicional de contraste. Outras razões para não popularização incluem a necessidade de cálculos avançados para aquisição dos dados e a necessidade de obtenção de uma curva de calibração do tomógrafo para concentrações de iodo (13-15).

Uma forma simplificada de avaliação global da função cardíaca é a observação do tempo entre a injeção do agente de contraste até sua chegada em estruturas vasculares torácicas. O pressuposto é de que o tempo que o agente de contraste leva para circular está diretamente relacionado ao débito cardíaco e extensão do território vascular a ser percorrido, este por sua vez proporcional ao peso e altura do paciente (16-20). Modelos matemáticos e experimentais demonstram a variação dos tempos até a chegada do contraste no tronco arterial pulmonar e na aorta após alterações no débito cardíaco (16, 17, 20).

Vanhoenacker et al. (21) sugerem uma forma simplificada de estimar a função ventricular através da medida do tempo de trânsito do meio de contraste entre os ventrículos direito e esquerdo, diferença esta relacionada ao tempo de trânsito do agente de contraste na circulação pulmonar. Os resultados obtidos foram promissores, com boa correlação com a medida de função cardíaca pela ressonância magnética. O autor sugere uma fórmula para calcular o índice cardíaco a partir do tempo de trânsito medido.

O uso dessa técnica é atrativo por ser simples, correlacionar-se com o débito cardíaco pela ressonância magnética, e dispensar *software* específico para análise ou calibragem do aparelho. Uma desvantagem da proposta do autor, no entanto, é a posição da medida realizada. Na prática clínica não se realiza avaliação da chegada do bolo de agente de contraste no nível dos ventrículos, e sim na altura do tronco arterial pulmonar, limitando a utilização rotineira do método.

O mesmo princípio de tempo de trânsito foi estudado em ressonância magnética cardíaca de pacientes com doenças cardiovasculares, com resultados animadores (22).

Utilizando o mesmo arrazoado teórico de Vanhoenacker e Shors (21, 22), que permite a estimativa da função cardíaca, pode ser possível estimar o tempo de circulação venosa periférica, medida entre o sítio da injeção intravenosa do meio de contraste e a chegada deste na veia cava superior, bem como o tempo de circulação vascular pulmonar, através da medida do tempo de trânsito de contraste entre o tronco da artéria pulmonar e a chegada do contraste na aorta ascendente. O uso de tal técnica seria vantajoso por sua simplicidade na aquisição dos tempos de circulação, não necessitar de sequência tomográfica com uso de alta dose de radiação ou calibragem do aparelho de tomografia. Nesse caso são utilizadas as imagens adquiridas na fase inicial do exame – a fase de monitoração da chegada do meio de contraste no vaso-alvo (popularmente conhecida por *bolus tracking*).

Além de estar relacionada diretamente ao débito cardíaco, a avaliação dos tempos para a chegada do meio de contraste até a veia cava superior e da cava superior até a artéria pulmonar pode, potencialmente, estar relacionada a alterações na resistência da circulação pulmonar e vem sendo ativamente estudada em pacientes com hipertensão pulmonar (23-25).

Em estudo retrospectivo de pacientes com hipertensão pulmonar definida, Davarpanah et al. (23) encontraram correlação entre o TTC, medido entre o sítio de injeção e o tronco pulmonar, e a presença de disfunção ventricular direita, sugerindo que o método pode ser utilizado como adjunto na avaliação de hipertensão arterial pulmonar.

Swift et al. (26), por sua vez, avaliaram o TTC entre o tronco arterial pulmonar e o átrio esquerdo em ressonância magnética dinâmica da circulação pulmonar de pacientes com hipertensão arterial pulmonar. Os autores demonstraram diferença significativa entre o tempo de trânsito no grupo que apresentou desfecho fatal no acompanhamento, evidenciando a potencialidade de uso do método para avaliação da hipertensão arterial pulmonar.

Em estudo com pacientes com hipertensão arterial pulmonar, Skrok et al. (27) demonstraram diferença significativa entre os tempos circulação entre o ventrículo direito e o ventrículo esquerdo nos pacientes com hipertensão arterial pulmonar

(tempo médio de 8,2s) e controles saudáveis (tempo médio de 6,4s). Houve ainda relação entre o tempo de trânsito e a pressão arterial pulmonar aferida de forma invasiva (27).

Outro grupo (28) investigou o uso de fórmula composta do tempo de trânsito do contraste na circulação pulmonar e débito cardíaco para avaliação da resistência vascular pulmonar aferida de modo invasivo em leitões. A fórmula foi capaz de prever a resistência vascular pulmonar com elevada correlação com o estudo invasivo ( $r = 0,92$ ).

Não obstante a importância das informações funcionais que se podem extrair por este método, há uma grande lacuna na literatura sobre os valores normais de TTC na circulação periférica e na circulação pulmonar. Esta carência de dados inviabiliza o emprego da técnica em larga escala.

## **2. OBJETIVOS**

Medir o TTC entre o tronco pulmonar e aorta ascendente em pacientes submetidos a tomografia computadorizada de aorta torácica e coronárias, definindo padrões de normalidade para estes tempos de circulação, sendo o débito cardíaco obtido a partir do cálculo dos volumes sistólico e diastólico, utilizando a regra de Simpson, do exame de tomografia computadorizada.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 DESENHO DO ESTUDO

Transversal

#### 3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA

Pacientes ambulatoriais adultos (maiores de 18 anos), encaminhados para realização de tomografia de artérias coronárias, no Setor de Imagem do Instituto de Cardiologia do Distrito Federal/ Fundação Universitária de Cardiologia, sem contra-indicação ao uso intravascular de meio de contraste iodado não-iônico.

Antes da inclusão no estudo, todos os pacientes foram informados quanto às contra-indicações da realização deste exame, esclarecimento de que a não participação no estudo não acarretaria em qualquer alteração na sua assistência médica habitual dentro ou fora do hospital, benefícios potenciais do estudo e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo I). Todos os pacientes foram submetidos a questionário padronizado, aplicado por médico assistente, contendo anamnese detalhada e resultados de exames anteriores (anexo II). O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética do Instituto de Cardiologia do Distrito Federal (anexo III).

Os critérios de inclusão aplicados foram idade superior à 18 anos e ausência de história de insuficiência cardíaca, doença valvar ou doença pulmonar conhecida e ausência de contraindicações ao uso de agente de contraste. Foram excluídos da análise pacientes com fração de ejeção menor que 55% e volumes sistólico e diastólico final indexados do ventrículo esquerdo maiores que 100 ou 50 ml/m<sup>2</sup>.

A partir de estudo preliminar com dados oriundos de TC de artérias pulmonares realizadas no Hospital Santa Luzia, estimou-se um desvio padrão populacional de aproximadamente 0,5 para a medida do tempo de trânsito de

contraste na circulação pulmonar, medida a partir dos tempos de chegada do agente de contraste no tronco arterial pulmonar e aorta ascendente. Baseado neste desvio padrão, estimou-se que seriam necessárias 16 observações para que a média da amostra estuda encontre-se entre dois desvios padrões da média populacional.

### 3.3 AQUISIÇÃO DE IMAGENS

Os exames de TC foram obtidos com o uso de tomógrafo com 80 fileiras de detectores (*Aquillion Prime*®, Toshiba, Japão). As imagens utilizadas para o cálculo dos tempos de circulação periférica e pulmonar serão obtidas conforme o protocolo padrão de exame, sem acréscimo no volume injetado de meio de contraste ou na dose de radiação.

Padronizou-se injeção intravenosa do meio de contraste iodado não-iônico (*Enetix*® 350 mg I / ml, Guerbet, Paris, França) na veia cubital do membro superior direito, através de cateter com calibre de 18G, com fluxo monofásico na velocidade de infusão de 5 ml/s, seguida por 20 ml de soro fisiológico 0,9%, também injetado à 5 ml/s. O volume administrado foi calculado levando em consideração o tempo para aquisição da fase pós-contraste, utilizando-se a seguinte fórmula: volume de agente de contraste = (tempo de aquisição em segundos + 10 ) \* 5, conforme orientações da fabricante do tomógrafo .

As imagens para o cálculo dos tempos de circulação periférica e pulmonar foram adquiridas 4 segundos após o início da injeção intravenosa do meio de contraste, em intervalos de 0,35 s e com espessura de 2 mm. Esta aquisição é interrompida de modo automático pelo equipamento, ao se atingir um limiar de incremento de atenuação no vaso-alvo (180 UH), monitorado em região de interesse (ROI – *region of interest*) inserida manualmente pelo operador. Como padrão, utiliza-se a aorta descendente como vaso alvo. Esta interrupção é seguida da aquisição das imagens diagnósticas do exame torácico. A técnica descrita é conhecida popularmente por *bolus tracking* e é a técnica padrão para realização de exames com contraste das artérias coronárias.

### 3.4 ANÁLISE DAS IMAGENS

As imagens para o cálculo dos tempos de trânsito vascular são reconstruídas no computador do tomógrafo com intervalos de 0,1 s e a série resultante é enviada para outro computador, denominado de estação de trabalho (*Vitrea*®, Toshiba, Japão), para o cálculo dos tempos de circulação. Além disso, a série pós-contraste (angiografia) é reconstruída em dez intervalos regulares ao longo do ciclo cardíaco e também é enviada para estação de trabalho, conforme detalhamento:

#### **3.4.1 Tempo De Circulação Venosa Periférica (Tempo I-VCS)**

Definido como o intervalo de tempo entre o início da injeção intravenosa do meio de contraste em veia na prega cubital até a detecção do aumento da atenuação relacionado a chegada do agente de contraste em ROI posicionado na porção distal da veia cava superior, momento em que a atenuação do sangue junto ao meio de contraste aumenta em 50 UH em relação à imagem pré-contraste.

Para compensar a variação relacionada à presença de ruído quântico relacionada à aquisição com baixa dose de radiação, foi composto um gráfico com a atenuação medida para a ROI na veia cava superior e a curva resultante foi padronizada utilizando-se função polinomial de quinto grau para definir os valores de atenuação basais e o aumento de 50 UH, utilizando a opção de gráficos do programa Microsoft Excel 2003.

#### **3.4.2 Tempo de Circulação Entre Veia Cava Superior e Tronco Arterial Pulmonar (Tempo VCS-TAP)**

Definido como o intervalo de tempo entre a detecção do aumento da atenuação relacionado a chegada do agente de contraste em ROI na veia cava superior (momento em que a atenuação do sangue junto ao meio de contraste aumenta em 50 UH em relação à imagem sem contraste) e a detecção do aumento da atenuação relacionado a chegada do agente de contraste em ROI no tronco arterial pulmonar (momento em que a atenuação do sangue junto ao meio de contraste aumenta em 50 UH em relação à imagem sem contraste).

Assim como no cálculo do Tempo I-VCS, foram compostos gráficos com as atenuações medidas para as ROI no tronco arterial pulmonar e raiz aórtica, padronizadas utilizando-se função polinomial de quinto grau para definir os valores de atenuação basais e o aumento de 50 UH.

### **3.4.3 Tempo de Circulação Vascular Pulmonar (Tempo TAP-AS)**

Definido como o intervalo entre a detecção do aumento da atenuação relacionado a chegada do agente de contraste em ROI no tronco pulmonar (momento em que a atenuação do sangue junto ao meio de contraste aumenta em 50 UH em relação à imagem sem contraste) e a detecção do aumento da atenuação relacionado a chegada do agente de contraste em ROI na raiz aórtica (momento em que a atenuação do sangue junto ao meio de contraste aumenta em 50 UH em relação à imagem sem contraste).

Assim como no cálculo do Tempo I-VCS, foram compostos gráficos com as atenuações medidas para as ROI no tronco arterial pulmonar e raiz aórtica, padronizadas utilizando-se função polinomial de quinto grau para definir os valores de atenuação basais e o aumento de 50 UH.

A análise dos tempos de trânsito foi realizada de forma conjunta dois médicos (TNM e GUM) de forma cega aos resultados da análise geométrica.

### 3.4.3 Análise Geométrica

Os volumes sistólico final, diastólico final e volume ejetado do ventrículo esquerdo, assim como a fração de ejeção, o débito cardíaco e índice cardíaco são calculados a partir das imagens da fase pós-contraste de forma semi-automatizada na estação de trabalho, com correção manual dos contornos por radiologista com um ano de experiência com imagem cardíaca (T.N.M.), de forma cega aos resultados dos tempos de trânsito.

Apenas um observador realizou análise geométrica dada a baixa variabilidade interobservador do método.

## 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A padronização das curvas tempos de trânsito foi feita utilizando-se ajustamento polinomial de quinto grau por meio do software Excel for Mac 2011.

A avaliação da distribuição dos tempos de trânsito foi avaliada para normalidade pelo método de Shapiro-Wilk. A correlação entre os valores do tempo de trânsito de contraste e o índice cardíaco foi realizada por meio do teste de classes de Spearman. Comparação entre os grupos com e sem hipertensão arterial pelo teste de classes de Wilcoxon. As análises foram conduzidas com o uso do software STATA versão 13.

Avaliação de percentis e cálculos de desvio padrão foram realizados para o tempo de circulação vascular pulmonar, utilizando o software STATA versão 13.

#### 4. RESULTADOS

Foram incluídos 20 pacientes. O principal motivo de encaminhamento foi de investigação de dor torácica atípica (50%), seguido de rastreamento para doença arterial coronariana (44%). Destes, dois apresentaram volume diastólico final maior que 100 ml/m<sup>2</sup>, e foram excluídos das análises.

A média de idade da amostra foi de 56 anos, variando de 32 a 78 anos, com 44% do sexo masculino. Nenhum paciente apresentou história de insuficiência cardíaca ou doença pulmonar. Nove pacientes tinham antecedente de hipertensão arterial. A Tabela 1 resume os dados demográficos e clínicos da amostra estudada.

Tabela 1 - Características demográficas da amostra

Idade	56 ± 13 a
Sexo Masculino	44%
Presença de Hipertensão	50%
Peso	77,2 ± 15,7 kg
Altura	154 ± 36,9 cm
Frequência Cardíaca	59 ± 5,4 bpm

A fração de ejeção estimada pelo método geométrico variou de 55% a 74%, sendo a fração de ejeção média de 64%. O valor médio do índice cardíaco foi de 2,6 ± 0,44 l / min / m<sup>2</sup>, e variou de 2 a 3,6 l / min / m<sup>2</sup>. Os resultados da análise geométrica encontram-se resumidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da análise pelo método geométrico

Volume diastólico final indexado	67 ± 16,3 ml/m <sup>2</sup>
Volume sistólico final indexado	23,7 ± 9,5 ml/m <sup>2</sup>
Volume ejetado indexado	43,3 ± 8,1 ml/m <sup>2</sup>
Fração de ejeção	65 ± 5,9 %
Massa miocárdica	114 ± 29,2 g
Índice cardíaco	2,5 ± 0,44 l/min/m <sup>2</sup>

O tempo médio entre a injeção periférica do agente de contraste e a chegada na aorta ascendente foi de  $14,7 \pm 2,56$  s. O tempo médio de circulação venosa periférica foi de  $5,5 \pm 1,44$  s. O tempo médio de circulação entre veia cava superior e no tronco arterial pulmonar foi de  $2,5 \pm 1$  s e o tempo médio de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente foi de  $6,8 \pm 1,6$  s. O erro padrão da média para esta última medida foi de 0,4. Os resultados para os tempos médios de circulação aferidos encontram-se representados na Figura 1 e na Tabela 3.

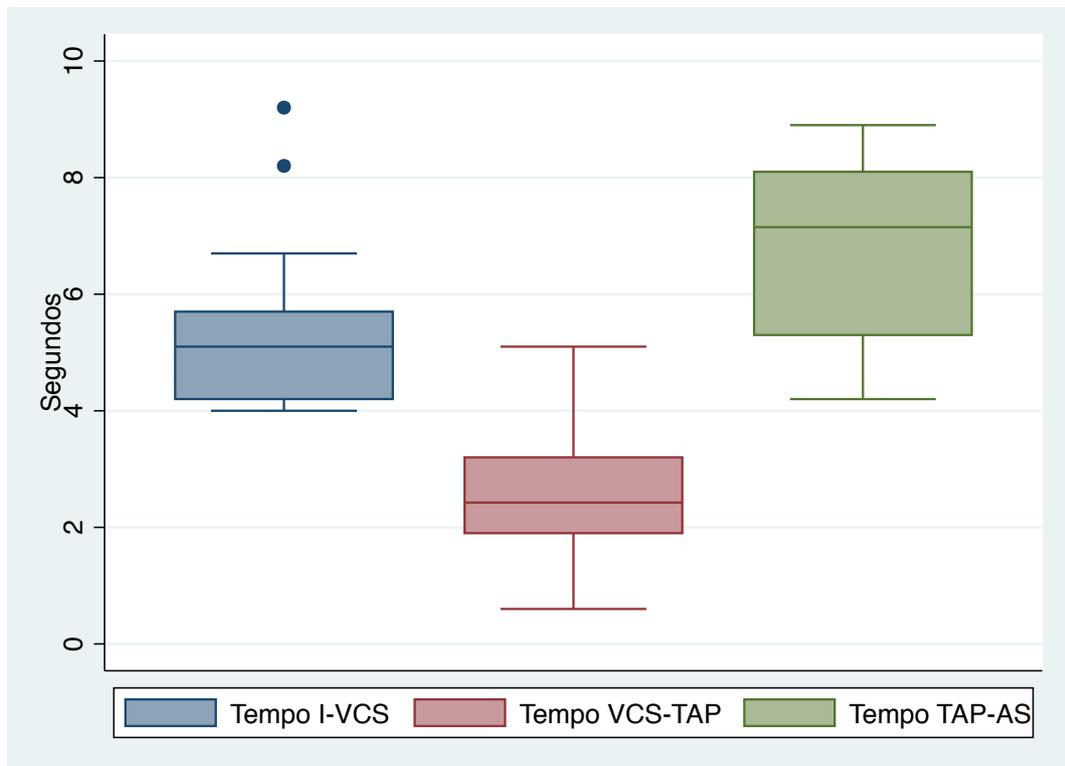


Figura 1 - Tempos médios de trânsito em segundos

Tabela 3 - Tempos médios de circulação e intervalos de confiança

Tempo I-VCS	5,5 s (IC95% 4,4 - 6,6)
Tempo VCS-TAP	2,5 s (IC95% 1,8 - 3,3)
Tempo TAP-AS	6,8 s (IC95% 5,6 - 8,1)

A distribuição do tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente **não foi normal** ( $p < 0,01$ ). Não houve correlação significativa entre o

tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente e o índice cardíaco ( $p = 0,63$ ), assim como fração de ejeção ( $p = 0,74$ ), volumes sistólico e diastólico final indexados ( $p = 0,59$  e  $0,53$ , respectivamente) e volume ejetado por batimento ( $p = 0,74$ ).

Não houve diferença significativa no tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente nos grupos com e sem hipertensão arterial ( $p = 0,19$ ).

A figura 2 apresenta um gráfico de dispersão relacionando o tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente e o índice cardíaco.

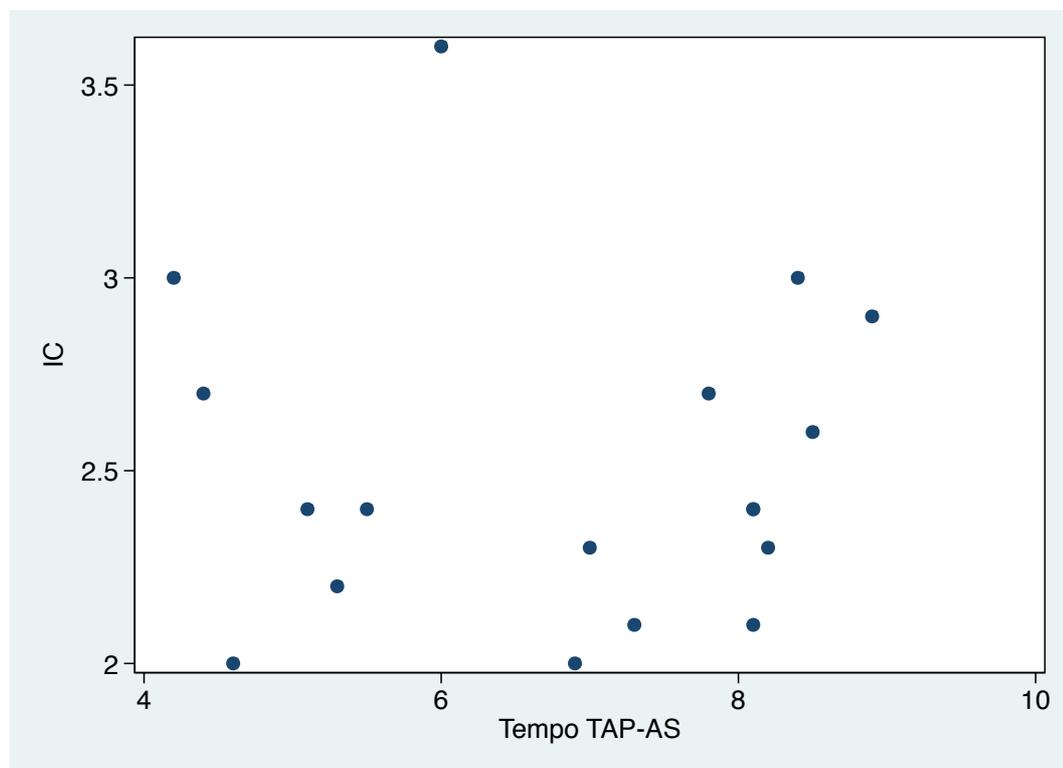


Figura 2 - Relação entre os valores de índice cardíaco e tempo de circulação entre o tronco arterial pulmonar e aorta ascendente

## 5. DISCUSSÃO

A investigação de tempos de trânsito de marcadores como forma de avaliação cardiovascular é antiga. Na década de 1930, um teste popular nos Estados Unidos era a avaliação do tempo entre a injeção de dehidrocolato de sódio em veia cubital e a percepção de gosto amargo pelo paciente (22). Este teste media o tempo de trânsito do marcador entre a veia periférica e a circulação carotídea externa e era utilizado como marcador de disfunção cardíaca. Apesar da popularidade inicial, acabou sendo abandonada pelo caráter subjetivo do teste.

No final do século XX e nas primeiras décadas do século XXI, observam-se publicações de novos trabalhos investigando os tempos de trânsito circulatórios, desta vez avaliados por meio de métodos de imagem modernos, notadamente ressonância magnética, tomografia computadorizada e ultrassonografia (13, 15, 22, 23, 28-30).

O grupo de Garrett *et al* (13) descreveu, ainda na década de 1980, um método para avaliação do índice cardíaco utilizando a curva da concentração do meio de contraste na circulação sistêmica após a injeção periférica, medida por tomógrafos *electron-beam* em cachorros, sob anestesia geral e em apnéia. O grupo de Ludmann (14) testou o método em humanos. Houve grande variabilidade dos valores estimados de índice cardíaco pelo método da curva de concentração e o método geométrico. Os autores creditam parte da variação a incapacidade de realização de apnéias prolongadas em humanos, diferente da metodologia dos trabalhos iniciais com cachorros, justificando parte da variabilidade observada.

O grupo de Mahnken (15) utilizou um tomógrafo mecânico de múltiplos detectores para a aquisição das imagens e utilizou técnica semelhante à Ludman *et al*. Seus resultados foram satisfatórios, com um desvio padrão da média de 0,51 l/min em relação ao método geométrico. No entanto, a necessidade de realização de calibração do tomógrafo, injeção adicional de meio de contraste, maior dose de radiação e necessidade de pós-processamento limitam a aplicação da técnica, que nunca se popularizou.

A avaliação dos TTC nas séries de *bolus tracking* apresentam relação direta com a função cardíaca. Este método apresenta várias vantagens em relação ao

método de diluição de marcador. Não há necessidade de injeção adicional de meio de contraste, nem dose extra de radiação. Além disso, o pós-processamento é mínimo, necessitando de apenas alguns segundos para contar nas imagens fonte o tempo que o meio de contraste demora para circular entre duas estruturas de interesse.

Seguindo esta linha de pesquisa, Davarpanah et al. (23) investigaram o TTC, medido entre o sítio de injeção e o tronco pulmonar, em pacientes com hipertensão pulmonar. Identificou-se diferença significativa entre o TTC do grupo controle e o grupo de pacientes com hipertensão pulmonar, definida como pressão sistólica estimada do ventrículo direito maior que 40 mmHg. Houve ainda diferença significativa entre o grupo com sinais de disfunção ventricular direita e sem sinais ao ecocardiograma.

De modo semelhante aos estudos de tomografia computadorizada, a avaliação dos TTC é factível utilizando ressonância magnética. *Swift et al* (26) avaliaram o TTC entre o tronco arterial pulmonar e o átrio esquerdo em ressonância magnética dinâmica da circulação pulmonar de pacientes com hipertensão arterial pulmonar. Houve diferença significativa entre o tempo de trânsito de pacientes sem desfecho desfavorável e pacientes que faleceram no acompanhamento. O potencial de aplicação clínica deste achado não pode ser subestimado, dado a paucidade de testes prognósticos não invasivos em pacientes com HAP.

Além do valor diagnóstico associado à avaliação dos TTC, o estudo da dinâmica do meio de contraste permite prever de forma mais consistente os tempos de aquisição de imagens (16, 17, 19, 20, 29).

Apesar de alguns resultados publicados sobre o tema em populações de pacientes com HAP e insuficiência cardíaca, não se identifica, em revisão de literatura em bases de dados indexadas (PUBMED, Scielo e LILACS), estudo populacional para determinação do valor de normalidade do tempo de trânsito. Tendo em vista esta lacuna, o objetivo do estudo foi a determinação de valor de referência populacional.

O tempo médio de trânsito foi de 6,8 s, estando próximo do tempo obtido em grupos controle de estudos que realizaram a medida. No estudo de Davarpanah et al. (23), o tempo médio de trânsito foi de 6,6 s no grupo controle e no estudo de Skrok et al. (27), o tempo médio foi de 6,4 s. Apesar do pequeno número de

pacientes arrolados neste estudo, considerando-se que o desvio padrão obtido represente o desvio padrão populacional, espera-se um poder de 80% e erro alfa de 0,05% para detecção de média distando 1,2 s da média populacional esperada. A inclusão de mais pacientes deve aumentar a fidedignidade do dado.

A maior parte dos trabalhos utilizou como referência o tempo de circulação entre o ventrículo direito e o ventrículo esquerdo. Para realizar esta medida, torna-se necessário realizar uma sequência adicional, com uso de injeção de teste de meio de contraste ou modificar o protocolo padrão de aquisição das angiotomografias. Escolhemos utilizar o tempo entre o tronco arterial pulmonar e raiz da aorta por simular de maneira mais fidedigna o posicionamento do corte de monitorização para realização de diversas angiotomografias torácicas, incluindo angiotomografias das artérias pulmonares, artérias coronárias e da aorta. Tal fato torna as medidas diretamente aplicáveis na prática clínica. Não espera-se diferença significativa entre as medidas descritas nos estudos prévios, dada a equidistância dos pontos de observação propostos por nosso grupo dos pontos utilizados por outros grupos (22, 23, 27).

Uma das preocupações atuais da prática radiológica é com a dose de radiação. Um dos pontos fortes da técnica proposta é que ela não implica em dose significativamente mais alta de radiação do que a utilizada de rotina. A aplicação da monitorização desde o momento inicial da injeção do agente de contraste determinou aquisição de cerca de 60 imagens adicionais do tórax, com a utilização de baixa corrente e voltagem (em geral, 100 kVp e 50 mAs). Alguns estudos vasculares poderiam ser realizados sem a monitorização da chegada do bolo de meio de contraste na estrutura alvo desde o início da injeção, como em angiotomografias de aorta. Nestes casos, em geral o tomógrafo é programado para iniciar a monitorização somente após um intervalo fixo, em geral 10 a 15 segundos, economizando dose de radiação e impedindo a análise dos tempos de trânsito. A dose adicional de radiação estimada para a monitorização proposta é de aproximadamente 0,07 mSv, que pode ser considerada muito baixa (a exposição anual da população geral é da ordem de 2 mSv).

Não houve relação significativa entre o tempo TAP-AS e o índice cardíaco na amostra estudada, diferente de dados prévios publicados (22, 23). Possivelmente, a

falta de relação possa ser explicada pela presença de um grupo pequeno de pacientes normais e a ausência de um grupo com função cardíaca alterada.

Por fim, muito embora a amostra seja suficiente para estudar os TTC médios, não foram incluídos pacientes suficientes para análise de percentis da distribuição. A fase de inclusão de pacientes continua e devemos ter um número maior de pacientes para avaliação no futuro próximo.

## **6. CONCLUSÃO**

O valor de normalidade dos TTC entre a artéria pulmonar e aorta ascendente foi estabelecido, servindo de base para avaliação clínica.

## REFERÊNCIAS

1. Voress M. The increasing use of CT and its risks. *Radiologic technology*. 2007;79(2):186-90.
2. Freitas M.B., E.M. Y. Survey on the distribution of imaging diagnosis equipment and frequency of radiological examinations in the State of São Paulo, Brazil. *Radiol Bras*. 2005;38(5):347-54.
3. Alexander RE, Gunderman RB. EMI and the first CT scanner. *Journal of the American College of Radiology : JACR*. 2010;7(10):778-81.
4. Janowitz WR. Current status of mechanical computed tomography in cardiac imaging. *The American journal of cardiology*. 2001;88(2A):35E-8E.
5. Petersilka M, Bruder H, Krauss B, Stierstorfer K, Flohr TG. Technical principles of dual source CT. *European journal of radiology*. 2008;68(3):362-8.
6. Thiele H, Paetsch I, Schnackenburg B, Bornstedt A, Grebe O, Wellnhofer E, et al. Improved accuracy of quantitative assessment of left ventricular volume and ejection fraction by geometric models with steady-state free precession. *Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2002;4(3):327-39.
7. Coche E, Vlassenbroek A, Roelants V, D'Hoore W, Verschuren F, Goncette L, et al. Evaluation of biventricular ejection fraction with ECG-gated 16-slice CT: preliminary findings in acute pulmonary embolism in comparison with radionuclide ventriculography. *European radiology*. 2005;15(7):1432-40.
8. Scheffel H, Stolzmann P, Leschka S, Desbiolles L, Seifert B, Marincek B, et al. Ventricular short-axis measurements in patients with pulmonary embolism: Effect of ECG-gating on variability, accuracy, and risk prediction. *European journal of radiology*. 2012;81(9):2195-202.
9. Grothues F, Braun-Dullaes R. Serial assessment of ventricular morphology and function. *Heart failure clinics*. 2009;5(3):301-14, v.
10. American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus D, Hundley WG, Bluemke DA, Finn JP, Flamm SD, Fogel MA, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010;55(23):2614-62.
11. Raman SV, Shah M, McCarthy B, Garcia A, Ferketich AK. Multi-detector row cardiac computed tomography accurately quantifies right and left ventricular size and function compared with cardiac magnetic resonance. *American heart journal*. 2006;151(3):736-44.
12. Morris LE, Blumgart HL. Velocity of blood flow in health and disease. *Circulation*. 1957;15(3):448-60.
13. Garrett JS, Lanzer P, Jaschke W, Botvinick E, Sievers R, Higgins CB, et al. Measurement of cardiac output by cine computed tomography. *The American journal of cardiology*. 1985;56(10):657-61.
14. Ludman P.F., Coats A.J., Poole-Wilson P.A., R.S. R. Measurement accuracy of cardiac output in humans: indicator dilution technique vs geometric analysis by ultrafast computed tomography. *Journal of the American College of Cardiology*. 1993;21:1482-9.
15. Mahnken AH, Klotz E, Hennemuth A, Jung B, Koos R, Wildberger JE, et al. Measurement of cardiac output from a test-bolus injection in multislice computed tomography. *European radiology*. 2003;13(11):2498-504.

16. Bae K.T., Heiken J.P., J.A. B. Aortic and Hepatic Contrast medium enhancement at CT. Part I. Prediction with a computer model. *Radiology*. 1998;207:647-55.
17. Bae K.T., Heiken J.P., J.A. B. Aortic and Hepatic Contrast medium enhancement at CT. Part II. Effects of reduced cardiac output in a porcine model. *Radiology*. 1998;207:657-62.
18. Bae K.T., Tran H.Q., J.P. H. Multiphasic Contrast Medium Injection to Generate Uniform Contrast Enhancement at CT Angiography: Pharmacokinetic Analysis and Experimental Porcine Model. *Radiology*. 2000;216:872-80.
19. K.T. B. Peak Contrast Enhancement in CT and MR Angiography: When Does It Occur and Why? Pharmacokinetic Study in a Porcine Model. *Radiology*. 2003;227:809-16.
20. Kyongtae T Bae MD P. Optimization of Contrast Enhancement in Thoracic MDCT. *Radiologic Clinics of NA*. 2010;48(1):9-29.
21. Vanhoenacker PK, Van Hoe LR. A simple method to estimate cardiac function during routine multi-row detector CT exams. *European radiology*. 2007;17(11):2845-51.
22. Shors SM, Cotts WG, Pavlovic-Surjancev B, Francois CJ, Gheorghide M, Finn JP. Heart failure: evaluation of cardiopulmonary transit times with time-resolved MR angiography. *Radiology*. 2003;229(3):743-8.
23. Davarpanah AH, Hodnett PA, Farrelly CT, Shah SJ, Cuttica M, Ragin AB, et al. MDCT Bolus Tracking Data as an Adjunct for Predicting the Diagnosis of Pulmonary Hypertension and Concomitant Right-Heart Failure. *American Journal of Roentgenology*. 2011;197(5):1064-72.
24. Swift AJ, Telfer A, Rajaram S, Condliffe R, Marshall H, Capener D, et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in patients with pulmonary arterial hypertension. *Pulmonary circulation*. 2014;4(1):61-70.
25. Swift AJ, Wild JM, Nagle SK, Roldan-Alzate A, Francois CJ, Fain S, et al. Quantitative magnetic resonance imaging of pulmonary hypertension: a practical approach to the current state of the art. *J Thorac Imaging*. 2014;29(2):68-79.
26. Swift AJ, Rajaram S, Hurdman J, Hill C, Davies C, Sproson TW, et al. Noninvasive estimation of PA pressure, flow, and resistance with CMR imaging: derivation and prospective validation study from the ASPIRE registry. *JACC Cardiovascular imaging*. 2013;6(10):1036-47.
27. Skrok J, Shehata ML, Mathai S, Girgis RE, Zaiman A, Mudd JO, et al. Pulmonary arterial hypertension: MR imaging-derived first-pass bolus kinetic parameters are biomarkers for pulmonary hemodynamics, cardiac function, and ventricular remodeling. *Radiology*. 2012;263(3):678-87.
28. Muller HM, Rehak PH, Puchinger M, Wagner D, Marte W, Tscheliessnigg KH. Measurement of cardiac output and pulmonary transit time for assessment of pulmonary vascular resistance in domestic piglets. *Experimental physiology*. 2009;94(6):659-64.
29. Francois C.J., Bonow R.O., Shors S.M., J.P. F. Analysis of transit times in heart disease with contrast enhanced magnetic resonance imaging. *Radiology*. 2003;227:447– 52.
30. Choi BG, Sanai R, Yang B, Young HA, Mazhari R, Reiner JS, et al. Estimation of cardiac output and pulmonary vascular resistance by contrast echocardiography transit time measurement: a prospective pilot study. *Cardiovasc Ultrasound*. 2014;12(1):44.

## ANEXO I

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Projeto:** “Avaliação dos tempos de chegada do meio de contraste em estruturas vasculares nos exames de tomografia computadorizada de aorta e coronárias”

**Pesquisador Responsável:** Tiago Nóbrega Morato

**Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável:** Instituto de Cardiologia do Distrito Federal.

**Telefones para contato:** (61) 8116 4114

**Nome do voluntário:** \_\_\_\_\_

**Idade:** \_\_\_\_\_ **anos** **R.G.** \_\_\_\_\_

**Responsável legal(quando for o caso):**

\_\_\_\_\_  
**R.G. Responsável legal:** \_\_\_\_\_

O(A) Sr. (ª) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “AVALIAÇÃO DOS TEMPOS DE CHEGADA DO MEIO DE CONTRASTE EM ESTRUTURAS VASCULARES NOS EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE AORTA E CORONÁRIAS”.

O objetivo da pesquisa é o de medir, na sua tomografia de tórax, o tempo que o agente de contraste que será injetado para realização do exame leva para chegar até os vasos do pulmão e a artéria aorta. Essas medidas podem ser úteis para identificar pessoas com doenças cardíacas e pulmonares.

A Pesquisa consiste em realizarmos medidas na tomografia de tórax que foi solicitada por seu médico e, a partir das imagens adquiridas, avaliar a função cardíaca.

Com a participação, o(a) Sr.(ª) não terá nenhum gasto financeiro, não será submetido a desconforto físico e não correrá riscos adicionais.

As informações obtidas serão publicadas em revista científica da área médica e seu nome permanecerá em segredo. Seus dados serão guardados de maneira confidencial.

Você poderá desistir de participar a qualquer momento, se assim desejar, sem qualquer prejuízo para seu exame de tomografia ou para seus cuidados clínicos.

Qualquer dúvida você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável : TIAGO NÓBREGA MORATO (RG: 2246445 SSP- DF) pelo telefone (61- 8116 4114) ou com o comitê de ética do Instituto de Cardiologia do Distrito Federal (61- 3403 5552).

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_  
declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

***Ou***

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_,  
responsável legal por \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_,  
declaro ter sido informado e concordo com a sua participação, como voluntário, no projeto de pesquisa acima descrito.

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do paciente  
ou seu responsável legal

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do responsável  
por obter o consentimento

\_\_\_\_\_  
Testemunha

\_\_\_\_\_  
Testemunha

ANEXO 2  
FICHA DE ANAMNESE CLÍNICA DIRIGIDA

**Data do exame:**

**Registro:**

**Nome completo:**

**Data de Nascimento:**

**Sexo:**

**Motivo do exame:**

**História patológica pregressa:**

Doença cardíaca (em caso positivo, detalhar):

Doença pulmonar (em caso positivo, detalhar):

Cirurgia cardíaca ou torácica prévia:

Uso de medicações:

Uso prévio de acesso venoso central em membros superiores:

**Outras exposições:**

Uso de cafeína nas últimas 12 horas

Uso de nicotina nas últimas 12 horas

**Outras informações:**

Exames prévios (ecocardiograma, cintilografia cardíaca ou ressonância magnética cardíaca) - se positivo, anexar cópia.

Sintomas de insuficiência cardíaca (dispnéia aos esforços, ortopnéia, edema de membros inferiores)

**Peso (kg):**

**Altura (cm):**

**Frequência de pulso (bpm):**

**Pesquisador responsável pela coleta de dados:**

---

**ANEXO 3**  
**APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA**

INSTITUTO DE CARDIOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL - ICDF

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da dinâmica do meio de contraste e sua correlação com a função sistólica ventricular nos exames de angiotomografia computadorizada de tórax

Pesquisador: Tiago Nóbrega Morato

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 30170714.8.0000.0026

Instituição Proponente: Instituto de Cardiologia do Distrito Federal - IC Patrocinador

Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER Número do Parecer: 954.166

Data da Relatoria: 03/12/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo prospectivo, transversal cujo objetivo primário é medir os TTC (Tempo de Trânsito de Contraste) entre o sítio de injeção e a veia cava superior, tronco pulmonar e aorta ascendente em pacientes submetidos à tomografia computadorizada de aorta torácica e coronárias, definindo padrões de normalidades para estes tempos de circulação; e como objetivo secundário avaliar, nos pacientes com débito cardíaco reduzido, a diferença dos tempos de circulação venosa periférica e circulação pulmonar em relação aos pacientes com débito cardíaco normal.

Objetivo da Pesquisa:

Medir os TTC entre o sítio de injeção (fossa antecubital do membro superior) e a veia cava superior, tronco pulmonar e aorta ascendente em pacientes submetidos à tomografia computadorizada de aorta torácica e coronárias, definindo padrões de normalidades para estes tempo de circulação, sendo o débito cardíaco obtido a partir do cálculo dos volumes sistólicos e diastólico do exame de tomografia

computadorizada. Avaliar, nos pacientes com débito cardíaco reduzido, a diferença dos tempos de circulação venosa periférica e circulação pulmonar em relação aos pacientes com débito cardíaco normal.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos do projeto são mínimos, já que não serão realizados outros procedimentos além da realização do exame que o paciente já iria realizar. O paciente será orientado com relação aos riscos de realizar um tomografia computadorizada com contraste conforme termo de consentimento aplicado pela instituição antes da realização do exame.

Como benefício o estudo pretende fornecer informações para auxiliar nos diagnósticos de disfunção ventricular esquerda e hipertensão pulmonar.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- Antes da inclusão no estudo, todos os pacientes serão informados sobre as contraindicações do exame, esclarecimentos do estudo e benefícios, e receberão o TCLE para assinatura, após será aplicado um questionário padronizado.

N- o estudo os exames serão realizados conforme rotina do serviço, sem realização de exames adicionais e sem acréscimo de no volume injetado de meio de contraste ou dose de radiação. A injeção intravenosa do meio de contraste iodado não iônico será realizada na veia da prega cubital do membro superior direito com fluxo monofásico na velocidade de infusão de 4 ml/s. o volume administrado será o habitual para exame de tomografia computadorizada, calculado com base na massa corporal do paciente e no tempo de aquisição (1,5ml por Kg).

- As imagens para cálculo do tempo de circulação periférica e pulmonar serão adquiridas a partir do início da injeção intravenosa do meio de contraste, sendo reconstruídas no computador e enviadas para outro computador (estação de trabalho) para realização dos cálculos do tempo de circulação venosa periférica e do tempo de circulação vascular pulmonar.

- A fração de ejeção e o débito cardíaco serão calculados a partir das imagens cine cardíacos com uso de software específico. Com os dados da TC serão analisados as frações de ejeção dos pacientes envolvidos no estudo utilizando o método volumétrico descrito por Simpson. Todos os resultados obtidos serão analisados com o uso de software SPSS versão 16.

- O custeio da pesquisa será realizado pelo próprio pesquisador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- A justificativa do estudo e os objetivos estão claros e, encontram-se bem estabelecidos.

- A metodologia do estudo está bem clara, sendo realizado o ajuste para inclusão somente de pacientes acima de 18 anos que irão realizar tomografia computadorizada em serviço de radiologia e excluídos pacientes abaixo de 18 anos.

- O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido está elaborado em forma de convite à participação no estudo.

Recomendações:

- Enumerar no projeto do estudo os riscos relacionados ao exame de TC com contraste e acrescentar a mesma informação no TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

- Estudo aprovado em reunião do CEP do ICDF de 04/12/2014.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 13 de Fevereiro de 2015

Assinado por:

LUIS GUSTAVO GOMES FERREIRA (Coordenador)