

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE MEDICINA**

**DANIEL MOORE FREITAS PALHARES**

**ANÁLISE DE ELETROCARDIOGRAMAS DIGITAIS DE PACIENTES ASSISTIDOS  
PELA REDE DE TELEASSISTÊNCIA DE MINAS GERAIS**

**Belo Horizonte  
2016**

DANIEL MOORE FREITAS PALHARES

**ANÁLISE DE ELETROCARDIOGRAMAS DIGITAIS DE PACIENTES ASSISTIDOS  
PELA REDE DE TELEASSISTÊNCIA DE MINAS GERAIS**

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

Orientador: Prof. Dr. Antonio Luiz Pinho Ribeiro

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milena Soriano Marcolino

**Belo Horizonte**

**2016**

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

### **REITOR**

Prof. Jaime Arturo Ramírez

### **VICE-REITORA**

Prof. Sandra Regina Goulart Almeida

### **PRÓ-REITORA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

Profa. Denise Maria Trombert de Oliveira

### **PRÓ-REITORA DE PESQUISA**

Prof. Ado Jório de Vasconcelos

### **FACULDADE DE MEDICINA**

**DIRETOR:** Prof. Tarcizo Afonso Nunes

**VICE-DIRETOR:** Prof. Humberto José Alves

### **CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**COORDENADOR:** Prof. Luiz Armando Cunha de Marco

**SUBCOORDENADOR:** Prof. Selmo Geber

### **CHEFE DO DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA**

Prof<sup>a</sup>. Valéria Maria Augusto

### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE: INFECTOLOGIA E MEDICINA TROPICAL**

**COORDENADOR:** Prof. Eduardo Antônio Ferraz Coelho

**SUBCOORDENADOR:** Prof. Antônio Luiz Pinho Ribeiro

### **COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE: INFECTOLOGIA E MEDICINA TROPICAL**

Prof. Antônio Luiz Pinho Ribeiro

Prof. Daniel Vitor de Vasconcelos Santos

Prof<sup>a</sup>. Denise Utsch Gonçalves

Prof. Eduardo Antônio Ferraz Coelho

Prof. Unai Tupinambás

Prof. Vandack Alencar Nobre Jr

Beatriz Cristina Silveira Salles – Representante Discente

## AGRADECIMENTOS

*“Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa.”*

*(João Guimarães Rosa)*

Dedico este trabalho principalmente a Deus, por permitir que tornasse possível todos os sonhos já conquistados e pelas conquistas que ainda estão por vir;

À minha família, especialmente meus pais e irmãos, que sempre me apoiaram, ofereceram ensinamentos bíblicos, disciplina, determinação e perseverança, proveram um lar harmonioso, amoroso e farto, aos quais devo os mais cordiais agradecimentos;

À Ana Carolina, companheira nos momentos de alegria e de dificuldade, que estimula e incentiva o meu trabalho e com quem divido minhas conquistas;

Aos grandes amigos do Colégio (Rouxinol e Promove), do Pré-vestibular (Bernoulli), da Faculdade de Medicina da UFMG, do Hospital de Câncer de Barretos, do Instituto Médico Legal e da Pós-Graduação em Ciência da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical;

À Maria Auxiliadora, pela primeira oportunidade acadêmica, importantes ensinamentos, companheirismo e amizade;

Aos amigos e colegas da Rede de Teleassistência de Minas Gerais, em especial Beatriz, Leonardo, Paulo e Thales, que tornaram possível a realização desta dissertação de Mestrado;

À Milena, responsável pelo meu grande crescimento acadêmico ao longo dos anos de Iniciação Científica e durante a Pós-Graduação;

Ao professor Tom, pelo apoio, incentivo, disponibilidade, cordialidade e oportunidade de orientar esta dissertação.

## RESUMO

**Introdução:** Considerando que os valores de frequência cardíaca e intervalos e eixos eletrocardiográficos possuem influência de idade e sexo, é essencial estudar quais são os percentis de parâmetros eletrocardiográficos por sexo e faixa etária de pacientes da atenção primária para definir os valores de referência e os critérios de normalidade para a população em estudo. Até o momento, nenhum estudo avaliou quais são os valores de referência específicos para a população da América Latina. Sendo assim, o objetivo desse estudo é estabelecer os valores de referência da população brasileira, com base em uma amostra de Minas Gerais. **Metodologia e métodos:** Trata-se de estudo retrospectivo observacional que avaliou os eletrocardiogramas digitais de 12 derivações de pacientes da atenção primária com idade maior que um ano, de 750 dos 853 municípios de Minas Gerais, entre janeiro de 2010 e janeiro de 2015. Os critérios de exclusão foram: 1) eletrocardiograma com defeitos técnicos ou anormalidades selecionadas; 2) pacientes com comorbidades autodeclaradas selecionadas ou que fazem uso contínuo de fármacos; 3) exames repetidos. O Programa de Análise de Eletrocardiogramas da Universidade de Glasgow foi usado para interpretar automaticamente os exames do estudo. Para cada variável, foram estabelecidos os percentis 1º, 2º, 50º, 98º e 99º. Os percentis 2º e 98º foram considerados, respectivamente, os limites inferiores e superiores de normalidade. Nossos resultados foram comparados com os resultados de quatro estudos realizados em populações diversas. **Resultados:** Um total de 1.493.905 eletrocardiogramas foram incluídos no estudo, 1.007.891 foram excluídos e 486.014 foram analisados. Este estudo forneceu valores de referência para frequência cardíaca, eixo frontal das ondas P, QRS e T, duração das ondas P e QRS, intervalos PR, QT e QT corrigido pelos métodos Hodges, Bazett, Fridericia e Framingham. De forma geral, nossos resultados foram similares aos de estudos realizados em diferentes populações, exceto em grupos etários extremos. **Conclusões:** Foram estabelecidos os valores de referência para pacientes brasileiros maiores de um ano. Os resultados do estudo são comparáveis aos resultados de estudos realizados em diferentes populações.

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma; epidemiologia; ondas; intervalos; homens; mulheres

---

## ABSTRACT

**Background:** Knowledge of reference values for sex and age group for primary care patients is mandatory for establishing which patients have abnormal exams. No studies assessed the reference standards for Latin American population. The purpose of this study was to establish the reference values for electrocardiogram for healthy pediatric and adult primary care patients from Minas Gerais. **Methods:** This retrospective observational study assessed all the consecutive 12-lead digital electrocardiograms of primary care patients of at least 1 year old in Minas Gerais state, Brazil, between January 2010 and January 2015. Exclusion criteria included: 1) electrocardiograms with technical problems or selected abnormalities; 2) patients with selected self-declared comorbidities or drug use; 3) exams from repeated patients. The University of Glasgow ECG Analysis Program was used to automatically interpret the exams. For each variable, the 1st, 2nd, 50th, 98th and 99th percentiles were determined and 2nd and 98th percentiles were considered, respectively, the lower and upper limits of normality. Our results were compared to four other studies of different populations. **Results:** A total of 1,493,905 ECGs were recorded, 1,007,891 were excluded and 486,014 were analyzed. This large study provided reference values for heart rate, P, QRS and T frontal axis, P and QRS overall duration, PR and QT overall intervals and QTc corrected by Hodges, Bazett, Fridericia and Framingham methods. Overall, our results were similar to other studies performed in different populations but there were differences in extreme ages and specific values. **Conclusions:** We provided reference values for Brazilians older than 1 year old. Our results are comparable to studies performed in different populations.

**Keywords:** Electrocardiogram; epidemiology; waves; intervals; men; women.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1: ECGs mensais de junho/2006 a agosto/2015.....	20
----------------------------------------------------------	----

### ARTIGO

Figure 1: QT index according sex.....	63
Figure 2: Excluded patients .....	64
Figure 3: Age and sex distribution of the study population .....	65
Figure 4: Percentiles 2nd, 50th and 98th for heart rate according age and sex.....	66
Figure 5: Comparison of lower, mean and upper normal limits for heart rate of different studies according age groups and sex.....	67
Figure 6: Percentiles 2nd, 50th and 98th for P-wave frontal axis according age and sex .....	68
Figure 7: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QRS-wave frontal axis according age and sex.. .....	69
Figure 8: Percentiles 2nd, 50th and 98th for T-wave frontal axis according age and sex .....	70
Figure 9: Comparison of lower, mean and upper normal limits for P-wave frontal axis of different studies according age groups and sex .....	71
Figure 10: Comparison of lower, mean and upper normal limits for QRS-wave frontal axis of different studies according age groups and sex .....	72
Figure 11: Comparison of lower, mean and upper normal limits for T-wave frontal axis of different studies according age groups and sex.....	73
Figure 12: Percentiles 2nd, 50th, 98th and 99th for overall P duration according age and sex .....	74
Figure 13: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall QRS duration according age and sex. ....	75
Figure 14: Comparison of lower, mean and upper normal limits for overall P duration of different studies according age groups and sex... ..	76
Figure 15: Comparison of lower, mean and upper normal limits for overall QRS duration of different studies according age groups and sex.....	77

Figure 16: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall PR interval according age and sex .....	78
Figure 17: Comparison of lower, mean and upper normal limits for overall PR interval of different studies according age groups and sex.....	79
Figure 18: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall QT interval according age and sex .....	80
Figure 19: Comparison of lower, mean and upper normal limits for overall QT interval of different studies according age groups and sex.....	81
Figure 20: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Hodges according age and sex .....	82
Figure 21: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Bazett according age and sex .....	83
Figure 22: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Friedericia according age and sex .....	84
Figure 23: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Framingham according age and sex .....	85
Figure 24: Comparison of lower, mean and upper normal limits for QTc Hodges of different studies according age groups and sex .....	86
Figure 25: Comparison of lower, mean and upper normal limits for QTc Bazett of different studies according age groups and sex. ....	87
Figure 26: Comparison of lower, mean and upper normal limits for QTc Fridericia of different studies according age groups and sex.....	88
Figure 27: Comparison of lower, mean and upper normal limits for QTc Framingham of different studies according age groups and sex ....	89



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Código Soundex original .....	27
Tabela 2: Código Soundex modificado para nomes brasileiros .....	28

## ARTIGO

Table 1: Selected studies of normal ECG intervals .....	59
Table 2: Age and sex distribution of the study population .....	60
Table 3: ECG parameters for patients from 1 to 29 years-old: (1st percentile; 2nd percentile; 50th percentile; 98th percentile; 99th percentile).....	61
Table 4: ECG parameters for patients older than 30 years-old: (1st percentile; 2nd percentile; 50th percentile; 98th percentile; 99th percentile).....	62

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CM	Código de Minnesota
COEP-UFMG	Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais
ECG	Eletrocardiograma
QTc	Intervalo QT corrigido
QTi	Intervalo QT
RL3	Programa Recklink3
RTMG	Rede de Teleassistência de Minas Gerais
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNI-G	Programa de Análise de Glasgow

## SUMÁRIO

<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>2 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
3.1 Telemedicina .....	16
3.1.1 História da telemedicina .....	16
3.1.2 Definição de telessaúde e telemedicina .....	17
3.1.3 Telecardiologia .....	18
3.1.4 Rede de Teleassistência em Minas Gerais .....	18
3.2 Eletrocardiograma .....	20
3.2.1 Código de Minnesota e análise automática de eletrocardiogramas .....	20
3.2.2 O Programa de Análise de Glasgow (Uni-G).....	21
3.2.3 Valores referência eletrocardiográficos .....	21
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
4.1 Objetivo geral .....	23
4.2 Objetivos específicos .....	23
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
5.1 Desenho do estudo .....	24
5.2 Critérios de inclusão .....	24
5.3 Critérios de exclusão .....	24
5.4 Coleta de dados .....	25
5.5 Padronização dos dados .....	26
5.6 O Programa de Glasgow .....	29
5.7 Faixas etárias .....	29
5.8 Comparação com outros estudos.....	29
5.9 Aspectos éticos .....	30
5.10 Análise estatística .....	30

<b>6 RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
6.1 Artigo.....	32
Abstract.....	33
Background.....	34
Methods.....	35
Results.....	40
Discussion.....	45
Conclusion.....	48
List of Abbreviation.....	49
Declarations.....	50
References.....	52
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>96</b>
Anexo 1: Declaração da Diretoria de Ensino e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.....	96
Anexo 2: Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.....	97
Anexo 3: Aprovação da Gerência de Ensino e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.....	102
Anexo 4: Ata da Defesa da Dissertação.....	103

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Trata-se de projeto de pesquisa realizado em banco de dados com mais de um milhão de eletrocardiogramas digitais, realizados em 750 dos 853 municípios de Minas Gerais e posteriormente analisados na Rede de Teleassistência de Minas Gerais (RTMG). Tal banco de dados armazena informações clínicas dos pacientes (comorbidades, medicamentos e sintomas clínicos que motivaram a realização do exame), informações próprias do exame e traçados eletrocardiográficos, os quais foram tratados com programa internacional de interpretação automática eletrocardiográfica, exportados para programa estatístico específico e analisados.

Considerando a grande prevalência de eletrocardiogramas normais realizados na atenção primária, foram estabelecidos os valores de referência de frequência cardíaca, eixos e intervalos eletrocardiográficos para os pacientes saudáveis do estudo. Dessa forma, o presente projeto de pesquisa foi inserido na linha de pesquisa de Telessáude.

O projeto de pesquisa é fruto da jornada de três anos como aluno de iniciação científica da RTMG, momento em que foram aprimorados conhecimentos de eletrocardiograma digital, telecardiologia, doença de Chagas, análise de bancos de dados e cálculos estatísticos. Após a conclusão da graduação, em 2013, o projeto de pesquisa foi considerado pelo aluno em questão e corroborado pelos professores e pesquisadores envolvidos no projeto, os quais conduziram a orientação do mesmo.

O anteprojeto de Mestrado foi apreciado e aprovado em 2014 no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e, em seguida, submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP-UFMG) sob o número CAAE – 37600914.7.0000.5149.

Todas as etapas da pesquisa foram desenvolvidas pelo aluno sob a orientação dos professores referenciados.

## 2 INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) é um método de investigação do aparelho cardiovascular com valor diagnóstico e prognóstico bem estabelecido, de fácil realização, baixo custo e grande utilidade clínica<sup>1</sup>. Entretanto, trata-se de exame de difícil interpretação para os profissionais de saúde da atenção primária, que são, em sua maioria, médicos generalistas com pouco tempo de formação. Nesse sentido, algumas estratégias podem ser utilizadas para melhorar a acurácia diagnóstica e, consecutivamente, a conduta desses profissionais.

A telecardiologia é uma estratégia economicamente viável, acessível e de grande utilidade, que fornece suporte para médicos da atenção primária por meio da transmissão de ECG digital e a discussão de casos em tempo real com cardiologistas<sup>1</sup>. A RTMG possui relevância ímpar no Estado, uma vez que assiste a atenção primária de 750 dos 853 municípios de Minas Gerais, sendo que desde a sua fundação, em 2005, mais de 2,3 milhões de eletrocardiogramas já foram realizados<sup>2</sup>.

A grande quantidade de exames disponível permite a ampla produção científica. Apesar de existir grande contingente de exames com alterações eletrocardiográficas, sabe-se que cerca de metade dos exames analisados na RTMG podem ser considerados normais ou variantes da normalidade<sup>3, 4</sup>. Considerando que as medidas de frequência cardíaca, intervalos e eixos eletrocardiográficos possuem influência de idade e sexo, estudar quais são os percentis de parâmetros eletrocardiográficos por sexo e faixa etária de pacientes saudáveis da atenção primária é essencial para definir os valores de referência e os critérios de normalidade para a população em estudo.

O conhecimento dos padrões de normalidade permite estabelecer o que é anormal e, por tanto, torna-se útil para embasar a tomada de decisão clínica. Além de ser uma informação importante para o profissional de saúde, dados epidemiológicos da população do estado de Minas Gerais são úteis para definir o perfil da população.

Com base no exposto, é essencial avaliar quais são os valores de referência para frequência cardíaca, eixos e intervalos eletrocardiográficos em pacientes saudáveis da atenção primária de Minas Gerais. Para fins de estudo, pacientes saudáveis foram definidos como pacientes sem alterações eletrocardiográficas selecionadas, sem comorbidades passíveis de afetarem o aparelho cardiovascular e sem uso contínuo de medicamentos.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 Telemedicina

#### 3.1.1 História da telemedicina

Os primórdios da telemedicina podem ser encontrados na invenção dos serviços de comunicação de longa distância, notoriamente o telégrafo, que posteriormente evoluiu com a invenção do *wireless*, telefone, televisão, dispositivos de imagem e a Internet<sup>5</sup>. Aronson indica que o primeiro relato de uso de telefone para telemedicina aconteceu em 1879, quando um médico ouviu a tosse de uma criança<sup>5,6</sup>. Após a década de 1880, outros médicos também experimentaram práticas médicas por meio de tecnologias de telecomunicações, como realizar diagnóstico e dar orientações por telefone. A possibilidade de transmissão de longa distância de informação médica foi estabelecida quando Willem Einthoven desenvolveu a transmissão de longa distância de dados gráficos em 1905 e, posteriormente, utilizou-a amplamente para transmitir eletrocardiogramas no Hospital Presbiteriano de Nova York em 1910<sup>7</sup>. Após a Primeira Guerra Mundial, relatos apontam a existência de diagnóstico à longa distância por meio de comunicação entre médicos da zona rural e hospitais e, nos anos 1960, exames neurológicos foram transmitidos a 112 milhas de distância entre o Hospital Estadual de Norfolk e o campus da Universidade de Nebraska, nos Estados Unidos<sup>7</sup>. A partir do início de 1970, as técnicas de comunicação digital tornaram-se comuns e a telemedicina melhorou em qualidade, precisão, conveniência e custo, de forma que até a década de 1990 já havia quatro serviços de telessaúde em funcionamento nos Estados Unidos<sup>7,8</sup>. Assim sendo, com a progressão e evolução da telemedicina houve expansão em diversas regiões do mundo.

No Brasil, ao longo do tempo também houve incorporação de tecnologias de serviços de telessaúde. Enquanto as experiências com teleassistência e tele diagnóstico eram insípidas até o final do século XX, com o passar dos anos houve a expansão dos programas nacionais até que, em 2010, o Ministério da Saúde publicou a Portaria MS/GM Nº 402 regulamentando o uso da telessaúde em território



brasileiro e, em 2011, redefiniu as regulamentações e ampliou o uso da telessaúde por meio da Portaria MS/GM Nº 2.546<sup>9-11</sup>.

### 3.1.2 Definição de telessaúde e telemedicina

De forma sucinta, a telemedicina pode ser entendida como a transmissão de informações e dados médicos via redes de telecomunicação a centros especializados<sup>12</sup>. Entretanto, outras definições já foram propostas:

- Conselho Federal de Medicina: “o exercício da Medicina através da utilização de metodologias interativas de comunicação audiovisual e de dados, com o objetivo de assistência, educação e pesquisa em saúde”<sup>13</sup>;
- Associação Americana de Telemedicina: “o uso da informação médica veiculada de um local para outro, por meio de comunicação eletrônica, para melhorar o status de saúde do paciente”<sup>14</sup>;
- *World Health Organization*: “o uso das tecnologias de informação e comunicação para melhorar os resultados dos pacientes, aumentando o acesso ao cuidado e à informação médica”<sup>15</sup>;
- “a organização e integração da tecnologia da informação, de modo que os recursos fora da organização local podem ser utilizados de forma sistemática nas atividades de serviços de saúde”<sup>16</sup>.

A telemedicina permite que áreas remotas com pouca quantidade de profissionais de saúde tenham suporte de especialistas que estão localizados em grandes centros urbanos<sup>17</sup>. Apesar de o termo “telessaúde” ter o mesmo princípio, é mais amplo e multidisciplinar e envolve outras áreas da saúde, como enfermagem, odontologia, psicologia, fisioterapia e fonoaudiologia<sup>18</sup>.

A telessaúde possui diversos nichos de atuação, como a realização de teleconsultoria, definida como a troca de informações com o objetivo de discutir

casos clínicos ou obter segunda opinião formativa, ou os serviços de telediagnóstico, entendido como a realização de exames complementares submetidos à análise à distância<sup>18-20</sup>.

O modo operacional da telemedicina pode ser classificado de duas formas: modo interativo, síncrono, em tempo real (“*real time*”), e o modo assíncrono (“*store-and-forward*”). No primeiro, o paciente está na presença de um profissional de saúde que se comunica em tempo real com o especialista; enquanto no segundo, todas as informações referentes ao paciente e ao atendimento são transmitidas e armazenadas até que o especialista tenha disponibilidade para avaliar, interpretar e responder ao solicitante.

### **3.1.3 Telecardiologia**

A utilização da telessaúde pode contemplar áreas diversas da medicina, tais como saúde mental, neurologia, patologia, radiologia, reabilitação, atenção à saúde cardiovascular, entre outras<sup>7</sup>.

No âmbito das doenças cardiovasculares, a telecardiologia indicou ser capaz de mudar o cuidado primário de pacientes de municípios remotos, mostrando boa aceitabilidade e alto nível de satisfação<sup>1</sup>.

Considerando que as doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no Brasil e que a eletrocardiografia digital é um método diagnóstico de baixo custo, de grande importância e de fácil transmissão por meios de comunicação, a cardiologia tornou-se um campo privilegiado para o uso da telemedicina no país<sup>1</sup>.

### **3.1.4 Rede de Teleassistência de Minas Gerais**

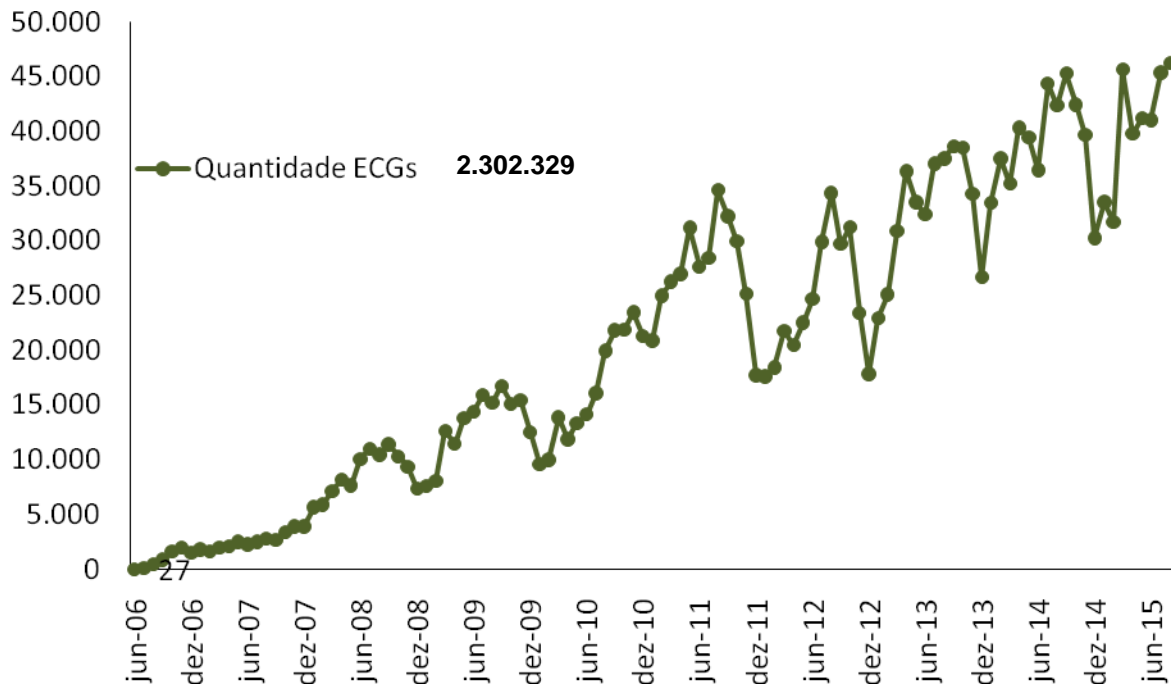
Minas Gerais é o quarto maior estado do país (586.519,727 Km<sup>2</sup>) e o segundo em número de habitantes (20.869.101)<sup>34</sup>. Suas características físicas refletem em grande desigualdade socioeconômica e dificuldade de acesso à saúde. Considerando as dimensões e características do estado, a importância clínico-

epidemiológica das doenças cardiovasculares em nosso meio e a missão constitucional do Estado brasileiro de prover atenção à saúde com qualidade, de forma igualitária e universal, em 2005 foram concentrados recursos públicos do governo de Minas Gerais e de agências de fomento à pesquisa com o intuito de conectar hospitais de universidades públicas do estado à atenção primária de municípios remotos e, com isso, dar suporte de telecardiologia aos profissionais.

As instituições participantes foram o Centro de Telessaúde do Hospital das Clínicas da UFMG, centro coordenador da Rede, Universidade Estadual de Montes Claros, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Universidade Federal de Juiz de Fora e adesão posterior da Universidade Federal de São João Del Rei<sup>1,18</sup>.

Inicialmente, o serviço de telessaúde foi implantado em 82 municípios com menos de 10.500 habitantes localizados em regiões carentes e remotas do estado. Apesar de a telecardiologia ter sido o foco principal do projeto, ao longo dos anos houve grande crescimento do programa, com inclusão de novos municípios e outras diversas modalidades de telemedicina e telediagnóstico, tais como teleconsultoria, holter e monitorização ambulatorial da pressão arterial. Atualmente, a RTMG assiste a atenção primária de 750 dos 853 municípios do estado e desenvolve variadas linhas de pesquisa em telemedicina e telecardiologia, conforme indica o Gráfico 1<sup>1-4, 18</sup>.

**Gráfico 1**  
**ECGs mensais de junho/2006 a agosto/2015**



Fonte: Elaborado pelo autor

## 3.2 Eletrocardiograma

### 3.2.1 Código de Minnesota e análise automática de eletrocardiogramas

O Código de Minnesota (CM) é o sistema internacional mais apropriado para a leitura e classificação padronizada e reprodutível de alterações eletrocardiográficas e, portanto, possui excelente aplicação em estudos epidemiológicos<sup>21</sup>. Enquanto o processo de codificação manual é complexo e lento, os programas de análise automática de eletrocardiogramas foram desenvolvidos para codificar rapidamente milhares de ECGs digitais e apresentaram, no mínimo, qualidade semelhante à classificação manual<sup>22, 23</sup>. Quando comparado à interpretação humana, os computadores apresentam vantagens no que tange à economia de tempo e dinheiro, produtividade, baixo custo e ausência de variabilidade intraobservador. Além disso, métodos automáticos apresentam qualidade considerável no que tange à mensuração de intervalos e eixos eletrocardiográficos<sup>22</sup>.

Sendo assim, a análise automática de eletrocardiogramas digitais é de grande utilidade à pesquisa clínica, sobretudo em estudos que tem envolvido grandes bases de dados em que a classificação manual seria praticamente impossível<sup>22</sup>.

### **3.2.2 O Programa de Análise de Glasgow (Uni-G)**

O Programa de Análise de Eletrocardiogramas de 12 derivações da Universidade de Glasgow, Escócia, é fruto de décadas de pesquisas e aprimoramentos realizados, desde 1964, pelo Professor Peter W. Macfarlane e equipe. Por volta de 1996, o programa foi autorizado para uso rotineiro em crianças, algo que já acontecia em adultos. Em seguida, versões do programa foram adotadas comercialmente por diversas empresas internacionais, como a Siemens, Burdick, Wisconsin, Spacelabs Healthcare, entre outras. Em 1991, estudo publicado na *New England Journal of Medicine* estabeleceu que esse programa está entre os melhores de análise de eletrocardiogramas<sup>24</sup>. Ressalta-se que estudos já foram realizados com a utilização do Uni-G, inclusive para determinar limites de normalidade de eletrocardiogramas em pacientes adultos e pediátricos em variadas populações e, dessa forma, demonstram a utilidade e a confiabilidade desse programa em novos estudos<sup>23-25</sup>.

### **3.2.3 Valores referência eletrocardiográficos**

Intervalos de referência comumente aceitos para o eletrocardiograma têm sido utilizados, com pouca mudança, por décadas. Os eletrocardiogramas manuais, que anteriormente eram realizados apenas em papel, cederam espaço para eletrocardiogramas digitais com medições mais precisas e de forma mais rápida, especialmente no que tange ao uso na telecardiologia.

Deve-se ressaltar, primeiramente, que, apesar dos estudos anteriores feitos naqueles aparelhos, poucas pesquisas estudaram valores de referência em novos eletrocardiogramas digitais. Em segundo, fatores antropométricos podem mudar com o tempo, enquanto valores que anteriormente eram considerados normais podem ter se tornado menos aplicáveis. Também é preciso considerar que tais estudos foram realizados em outros países e, até o momento, nenhum considerou

exclusivamente a América Latina para determinar os valores de normalidade para a população local. Por último, observa-se que estudos não estratificaram os valores de referência para todas as faixas etárias ou não incluíram grande quantidade de pacientes nas faixas etárias extremas, o que permite que determinados grupos não tenham, até o momento, valores de referência adequadamente estabelecidos por diversos estudos.

Dessa forma, embora já esteja estabelecida a influência de sexo e faixa etária nos valores de referência eletrocardiográficos, até o presente momento valores genéricos sem estratificação por faixa etária ou sexo são utilizados rotineiramente em serviços médicos e na área acadêmica.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo geral

Analisar os eletrocardiogramas digitais de pacientes da atenção primária de municípios de Minas Gerais que tiveram os seus eletrocardiogramas enviados à Rede de Teleassistência de Minas Gerais entre 1º janeiro de 2010 e 21 de janeiro de 2015.

### 4.2 Objetivos específicos

- Utilizar programa de interpretação eletrocardiográfica automática de Glasgow para analisar os eletrocardiogramas do estudo e codificá-los conforme o Código de Minnesota.
- Utilizar programa de interpretação eletrocardiográfica automática de Glasgow para mensurar parâmetros eletrocardiográficos: frequência cardíaca; eixo das ondas P, QRS e T; duração das ondas P e QRS; duração dos intervalos PR e QT (QT<sub>i</sub>); intervalo QT corrigido (QT<sub>c</sub>) pelos métodos de Framingham, Hodges, Bazett e Fridericia.
- Analisar os percentis dos parâmetros eletrocardiográficos mensurados pelo programa Uni-G de pacientes considerados saudáveis conforme sexo e faixa etária e estabelecer os valores de referência para a população estudada.
- Comparar os percentis dos parâmetros eletrocardiográficos do presente estudo com estudos internacionalmente reconhecidos.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Desenho do estudo

Estudo observacional longitudinal retrospectivo de pacientes da atenção primária de municípios de Minas Gerais que tiveram os seus eletrocardiogramas enviados à Rede de Teleassistência de Minas Gerais entre 1º janeiro de 2010 e 21 de janeiro de 2015.

### 5.2 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo pacientes com idade maior que um ano cujos eletrocardiogramas foram realizados em unidades de atenção primária e enviados à Rede de Teleassistência de Minas Gerais entre 1º janeiro de 2010 e 21 de janeiro de 2015.

### 5.3 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão foram:

- Exames isoeletricos, com interferências ou artefatos, troca ou mau posicionamento de eletrodos (CM 9.8.1 ou 9.8.2);
- ECG com anormalidades selecionadas: infarto antigo do miocárdio (anormalidades maiores da onda Q [CM 1.1.x ou 1.2.x]), possível infarto antigo do miocárdio (anormalidades menores da onda Q com alterações do segmento ST ou da onda T [CM 1.3.x mais 4.1.x, 4.2, 5.1 ou 5.2]), bloqueios intraventriculares completos (CM 7.1, 7.2, 7.4 ou 7.8), hipertrofia do ventrículo esquerdo com anormalidades do segmento ST e da onda T (CM 3.1 associado com 4.1.x, 4.2, 5.1 ou 5.2), prolongamento maior do intervalo QT ( $QT_i \geq 116\%$ ), anormalidades maiores da condução atrioventricular ou uso de marcapasso (CM 6.1, 6.2.x, 6.4, 6.8, 8.6.1 ou 8.6.2), anormalidades maiores do segmento ST ou da onda T (CM 4.1.x, 4.2, 5.1 ou 5.2), flutter ou fibrilação



atrial (CM 8-3-x), taquicardia supraventricular (CM 8.4.2 associado com frequência cardíaca > 140), onda P de grande amplitude (CM 9.3), marcapasso mutável (CM 8.1.4), ritmo supraventricular persistente (CM 8.4.1 associado com frequência cardíaca  $\leq$  140), QRS $\geq$ 120ms ou assistolia ou fibrilação ventricular (CM8.2);

- ECG repetidos: para os fins desta análise, em pacientes que realizaram mais de um ECG, apenas o primeiro exame foi analisado e todos os ECG subsequentes foram excluídos;
- Pacientes que tiveram quaisquer comorbidades autodeclaradas exceto obesidade (hipertensão arterial, diabetes, tabagismo, dislipidemia, história pessoal de infarto do miocárdio, história pessoal de revascularização coronária, doença de Chagas e doença pulmonar crônica);
- Pacientes em uso de fármaco autodeclarados (diuréticos, digitálicos, beta-bloqueadores, inibidores de enzima conversora da angiotensina, amiodarona, bloqueadores dos canais de cálcio ou de qualquer droga listada no campo “outros”).

#### **5.4 Coleta de dados**

Todos os municípios assistidos pelo programa receberam aparelho de eletrocardiograma digital de 12 derivações com software específico. Esse software permite que o traçado seja anexado com a anamnese detalhada e, posteriormente, é enviado por meio da internet para uma equipe de cardiologistas experientes em eletrocardiografia da Rede de Teleassistência de Minas Gerais. A anamnese e todos os dados dos pacientes foram coletados pelo solicitante e por ele autodeclarados. Todos os exames realizados no período foram guardados em banco de dados específico. As seguintes variáveis foram incluídas:

- Dados do paciente: nome, data de nascimento, idade, sexo, comorbidades (hipertensão arterial sistêmica, doença de Chagas, diabetes mellitus,

dislipidemia, obesidade, doença pulmonar obstrutiva crônica e doença renal crônica), fármacos em uso (diuréticos, digitais, betabloqueadores, inibidores da enzima conversora de angiotensina, amiodarona, bloqueadores de canal de cálcio e “outros”), história pregressa (infarto agudo do miocárdio), história familiar (doença arterial coronariana), história social (estado civil, renda, escolaridade e tabagismo) e exame físico (altura e peso);

- Dados do exame: data de realização, prioridade do exame (eletivo, prioritário, urgente), município e motivo da realização do mesmo (presença ou ausência de dor torácica).

### 5.5 Padronização dos dados

Com o objetivo de identificar pacientes repetidos, utilizou-se a estratégia determinística, que consiste na utilização de uma mesma chave identificadora com qualidade suficiente para classificar os exames como pertencentes ao mesmo sujeito. Trata-se de método que compara variáveis idênticas de diversos exames. Nome, data de nascimento, sexo e município foram utilizados como variáveis identificadoras de um mesmo paciente.

Primeiramente, foi realizada a padronização dos nomes dos pacientes, que consiste na identificação de falhas de preenchimento e/ou digitação dos dados que foram relacionados, com o intuito de minimizar a ocorrência de erros durante o processo de identificação de pacientes iguais. Durante a padronização, foi realizada a transformação de caracteres alfabéticos do minúsculo para o maiúsculo, eliminação dos conectivos, pontuação, espaços em branco no início dos campos, preposições, acentos, cedilhas, algarismos e símbolos, tais como “DE, DA, DO, DOS, DAS, @, #, \$, %, [ ], \*, ( ), =, +, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, \ ? / ' : ; . - ! " \_ ”.

Logo a seguir, os nomes foram divididos em três campos: “primeiro nome”, “iniciais dos nomes do meio” e “último nome”. Para tanto, foi empregado o sistema de codificação Soundex, utilizado para discriminação fonética a fim de corrigir possíveis falhas de grafia<sup>26</sup>. Apesar de ser um algoritmo desenvolvido a partir do idioma inglês,

o código Soundex é considerado um bom discriminador para nomes de diferentes nacionalidades, exceto os de origem oriental.

Resumidamente, o algoritmo Soundex baseia-se na transformação do nome em códigos constituídos por até quatro dígitos, nos quais o primeiro dígito é definido como sendo o primeiro caractere do nome e os demais dígitos seguirão as regras de conversão, conforme indica a Tabela 1.

**Tabela 1**  
**Código Soundex original**

CARACTERES	CÓDIGO SOUNDEX
1,2,3,4,5,6,7,8,9,0	Desconsiderar, exceto se for o primeiro caracter
A,E,I,O,U,H,W,Y	Desconsiderar, exceto se for o primeiro caracter
B,F,P,V,	1
C,G,J,K,Q,S,X,Z	2
D,T	3
L	4
M,N	5
R	6

Fonte: Manual do ReLink III – Camargo Jr e Coeli (2007)<sup>35</sup>

Pesquisadores brasileiros<sup>27</sup>, ao trabalharem com bases de dados nacionais, identificaram inadequações do código para nomes brasileiros com variações de grafia, como, por exemplo, Helena x Elena; Jorge x George. Esses nomes estão sujeitos a erros de registros que possibilitam codificações Soundex diferentes. Para corrigir essas distorções, tais autores adicionaram alterações ao Soundex e incluíram-nas às rotinas de padronização do programa ReLink III (RL3), utilizado no presente estudo para padronizar o primeiro e o último nome dos pacientes, como indica a Tabela 2<sup>35</sup>. Os nomes do meio tiveram apenas suas iniciais mantidas e, no caso de não haver nome do meio, o campo foi preenchido com asterisco (\*). Por exemplo, o nome Jorge Manoel da Silva Moreira seria codificado como “J620” (primeiro nome), “MS” (nome do meio) e “M660” (último nome), enquanto João Silva seria codificado como “J00” (primeiro nome), “\*” (nome do meio) e “S410” (último nome).

**Tabela 2**  
**Código Soundex modificado para nomes brasileiros**

PRIMEIRA SÍLABA ORIGINAL	PRIMEIRA SÍLABA MODIFICADA
Primeira letra W e segunda letra A	Primeira letra passa a V
Primeira letra H	Apaga primeira letra
Primeira letra K e segunda letra A, O ou U	Primeira letra passa a C
Primeira letra Y	Primeira letra passa a I
Primeira letra C e segunda letra E ou I	Primeira letra passa a S
Primeira letra G e segunda letra E ou I	Primeira letra passa a J

Fonte: Manual do Reclink III – Camargo Jr e Coeli (2007)<sup>35</sup>

O sexo foi codificado como “M” e “F” para “masculino” e “feminino”, respectivamente. Cada município possui um identificador de ponto remoto codificado pela central da Rede de Teleassistência de Minas Gerais, que evita erros no armazenamento, e, dessa forma, dispensa padronização pelo método Soundex. Com relação à data de nascimento, foi observado que frequentemente os valores “dia” e “mês” eram inseridos de forma invertida, como, por exemplo, 03/10/1969 e 10/03/1969. A correção desses valores foi feita após extração da data em três campos distintos: “dia”, “mês” e “ano”. Uma vez que a ordem dos fatores não altera o produto, foi realizada a multiplicação dos valores contidos nos campos “dia” e “mês” e criou-se a nova variável “DiaMes”.

Ao final das etapas de padronização, as variáveis utilizadas para identificação de pacientes idênticos foram: “Soundex do primeiro nome”, “Inicial(is) do(s) nome(s) do meio”, “Soundex do último nome”, “Sexo”, “Código do município”, “ano de nascimento” e “DiaMes”. Foi criado um campo que consistiu na concatenação de todas essas variáveis, o que resultou em um campo único do tipo “A000MFS410M5561965121”, em que A000, MF, S410, M, 556, 1965 e 121 representam, respectivamente, “Soundex do primeiro nome”, “Iniciais dos nomes do meio”, “Soundex do último nome”, “Sexo”, “Código do município”, “ano de nascimento” e “DiaMes”. Exames que possuíam a variável “concatenação” idêntica foram considerados como sendo do mesmo paciente.

## 5.6 O programa de Glasgow

Para realizar a interpretação automática dos eletrocardiogramas do estudo<sup>23</sup>, foi utilizado o programa de análise de eletrocardiogramas digitais de 12 derivações Uni-G (v.28.4.1 de 16 de junho de 2009). Esse programa utiliza padrões rígidos de interpretação eletrocardiográfica e permite exportar dois tipos de informações:

- Descrição quantitativa: frequência cardíaca; eixo das ondas QRS, P e T; duração das ondas P e QRS; intervalos PR e QT; intervalo QT corrigido pelos métodos de Framingham, Hodges, Bazett e Fridericia;
- Descrição qualitativa: o software utiliza as mensurações para codificar os exames conforme o Código de Minnesota.

## 5.7 Faixas etárias

Os pacientes foram divididos em 14 faixas etárias: 01-02, 03-04, 05-07, 08-11, 12-15, 16-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, 80-89 anos e  $\geq 90$  anos.

## 5.8 Comparação com outros estudos

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura para identificar publicações relevantes na língua inglesa a respeito de valores de referência para eletrocardiogramas digitais, que incluíssem pelo menos um total de mil pacientes de ambos os sexos e qualquer idade. Para tanto, uma pesquisa abrangente foi realizada no banco de dados eletrônico PubMed, compreendendo todas as datas até 30 de setembro de 2015, com as seguintes palavras-chave e suas combinações: “*digital*”, “*electrocardiogram*”, “*electrocardiographic*”, “*ecg*”, “*ekg*”, “*reference values*”, “*reference ranges*”, “*normal limits*”, “*normal values*” e “*epidemiology*”. Estratégias adicionais incluíssem avaliações de revistas ou periódicos não indexados no banco de dados eletrônico anteriormente indicado.

Ao final, foram selecionados quatro estudos e comparados todos os resultados de

acordo com as faixas etárias e sexo<sup>28-31</sup>. Apenas um deles incluiu os percentis 1 e 99<sup>29</sup> e todos incluíram os percentis 2, 50 e 98. É preciso destacar que, uma vez que nem todos os autores incluíram todas as variáveis que incluímos, não foi possível realizar algumas comparações com todos os estudos em questão. Diferentes grupos etários não foram comparados, exceto quando se considerou que a diferença era relevante, como, por exemplo, 90-99 anos x  $\geq 90$  anos.

## 5.9 Aspectos éticos

Todos os termos éticos da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde<sup>32</sup> foram respeitados, tendo em vista que se tem aqui um estudo que envolve seres humanos como sujeitos de pesquisa. Ressalta-se que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG) sob o número CAAE – 37600914.7.0000.5149. Os resultados dessa investigação serão divulgados assegurando-se que nenhuma forma de identificação individual seja exposta.

## 5.10 Análise estatística

Estatísticas descritivas foram calculadas em toda a base de dados. Os dados categóricos foram relatados como contagens e percentagens; variáveis contínuas foram relatadas como média e desvio padrão ou mediana e percentis, conforme o caso. A idade foi arredondada para o número inteiro mais próximo. Para cada variável de interesse do eletrocardiograma foi determinada a mediana e os percentis 1, 2, 98 e 99, de acordo com sexo e faixa etária. Os percentis 2 e 98 foram considerados os limites inferiores e superiores de referência normal, respectivamente.

O método de regressão polinomial localmente ponderados (LOESS) foi usado para representar graficamente a relação entre o percentil e as variáveis eletrocardiográficas, para cada idade, de 1 a 90 anos<sup>33</sup>. O parâmetro de suavização das curvas foi escolhido após inspeção visual e foi definido como 0,40. Intervalos de confiança não foram computados, pois a casuística é muito grande.

Gráficos com o percentis 2, 50 e 98 para cada faixa etária e ambos os sexos foram criadas para comparar o resultado do presente estudo com os demais.

Gestão de dados e cálculos estatísticos foram realizados com IBM SPSS Statistics para Windows versão 20.0 (IBM Corp. 2011. Lançado Armonk, NY: IBM Corp) e software de computação estatística R versão 3.2.0 com pacotes de estrangeiros e **plyr**. As curvas Loess foram calculadas usando a função R `loess`<sup>33</sup>.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Artigo

#### **Normal Limits of the Electrocardiogram Derived from a Large Database of Brazilian Primary Care Patients.**

Palhares. Normal Limits of the Electrocardiogram.

Daniel M.F. Palhares, MD <sup>a,b</sup> ; Milena S. Marcolino, MD, PhD <sup>a,b</sup> ; Thales M.M. Santos <sup>a,b</sup>, José L. P. da Silva, PhD <sup>a</sup>; Paulo R. Gomes<sup>a</sup>; Leonardo B. Ribeiro <sup>a</sup>; Peter W. Macfarlane, MD, PhD <sup>c</sup>; Antonio L.P. Ribeiro, MD, PhD <sup>a,b</sup>

- a. Telehealth Network of Minas Gerais, Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Professor Alfredo Balena, 110, 1º Andar, Ala Sul, Sala 107, 30130-100, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- b. Medical School, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Professor Alfredo Balena, 190, Belo Horizonte, 30130-100, Brasil.
- c. Institute of Cardiovascular and Medical Sciences, University of Glasgow, Glasgow, UK.

Email addresses: Daniel M.F. Palhares (danielmoore2@msn.com), Milena S. Marcolino (milenamarc@gmail.com), Thales M.M. Santos (thales512@gmail.com), José L. P. da Silva (jlpadilha@yahoo.com.br), Paulo R. Gomes (paulogomes@hc.ufmg.br), Leonardo B. Ribeiro (leonardo.bonisson@hc.ufmg.br), Peter W. Macfarlane (peter.macfarlane@glasgow.ac.uk), Antonio L.P. Ribeiro ([tom@hc.ufmg.br](mailto:tom@hc.ufmg.br)).

Correspondence: Professor Antonio Luiz Pinho Ribeiro. Telehealth Network of Minas Gerais, Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Professor Alfredo Balena, 110, 1º Andar, Ala Sul, Sala 107, Belo Horizonte, 30130-100 Minas Gerais, Brazil. Phone: +55 31 3409 9201. E-mail: [tom@hc.ufmg.br](mailto:tom@hc.ufmg.br)



## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Knowledge of the normal limits of the electrocardiogram (ECG) is mandatory for establishing which patients have abnormal ECGs. No studies have assessed the reference standards for a Latin American population. Our aim was to establish the normal ranges of the ECG for pediatric and adult Brazilian primary care patients. **METHODS:** This retrospective observational study assessed all the consecutive 12-lead digital electrocardiograms of primary care patients at least 1 year old in Minas Gerais state, Brazil, recorded between 2010 and 2015. ECGs were excluded if there were technical problems, selected abnormalities were present or patients with selected self-declared comorbidities or on drug therapy. Only the first ECG from patients with multiple ECGs was accepted. The University of Glasgow ECG analysis program was used to automatically interpret the ECGs. For each variable, the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 50<sup>th</sup>, 98<sup>th</sup> and 99<sup>th</sup> percentiles were determined and results were compared to selected studies. **RESULTS:** A total of 1,493,905 ECGs were recorded. 1,007,891 were excluded and 486,014 were analyzed. This large study provided normal values for heart rate, P, QRS and T frontal axis, P and QRS overall duration, PR and QT overall intervals and QTc corrected by Hodges, Bazett, Fridericia and Framingham formulae. Overall, the results were similar to those from other studies performed in different populations but there were differences in extreme ages and specific measurements. **CONCLUSIONS:** This study has provided reference values for Latinos of both sexes older than 1 year. Our results are comparable to studies performed in different populations.

Keywords: electrocardiogram, computers, epidemiology, intervals, waves.

## **BACKGROUND**

The electrocardiogram (ECG) is a noninvasive, easy to perform, low cost test of wide clinical utility for investigation of the cardiac electrical activity with established diagnostic significance<sup>1</sup>. Knowledge of the normal ranges of measurements of intervals and axes of the pediatric and adult ECG is mandatory for establishing which patients have abnormal ECGs and who may therefore need special medical management. The use of computerized programs for automated ECG interpretation has shown good accuracy levels for ECG interval measurements, with benefits in saving time and money, and thus its use has increased for ECG analysis in epidemiological studies<sup>2-5</sup>. Different authors have studied digital ECGs using automated interpretation, and some have developed the reference values in different populations: Chinese, Caucasian, Blacks, South Asians and others<sup>6-13</sup>.

Despite their importance, certain studies appear to have some gaps that require further investigation to complement current knowledge. For instance, some studies included only a small number of age groups or had small sample sizes for subjects of extreme ages or did not study reference values in children. Other studies did not contain all possible ECG variables. Of importance is the fact that there is lack of data regarding the normal limits specific to a Latin American population. Given the frequent immigration of this population into North America and Europe and the known ECG variations in different populations<sup>14</sup>, the study of the normal limits of the ECG in Latinos is of importance for medical staff around the world. Therefore, the aim of this study was to establish the normal limits of ECG measurements in apparently healthy Brazilians by using a large sample of pediatric and adult primary care patients in whom ECGs were recorded with a modern digital electrocardiograph. Measurements were obtained with an internationally known well-validated ECG program<sup>5, 15</sup>. In addition, the software had the capability to undertake Minnesota Coding<sup>16</sup> using automated

techniques<sup>17</sup>.

## **METHODS**

### *Study population*

This retrospective observational study assessed all the 12-lead digital electrocardiograms of primary care patients of at least 1 year old in the state of Minas Gerais, Brazil, whose exams were sent to the Telehealth Network of Minas Gerais (TNMG) between 1<sup>st</sup> January 2010 and 21<sup>th</sup> January 2015. TNMG is a public telehealth service that was created in 2005 to provide support to the poorest cities of the state. After successive expansions, this service now assists the primary care professionals in 750 of the 853 cities. Minas Gerais is a special Brazilian state that can be considered representative in comparison to the rest of the country because of two main reasons. Firstly, while the north and northeast of Minas Gerais has HDI and poverty rates similar to the poorest states of Brazil, the south and central region of the state resembles the richest states of the country. Secondly, Minas Gerais is located in the middle of the country (southeast) and is the fourth largest state (586,521 Km<sup>2</sup>) with the second largest number of inhabitants in the country (20,869,101<sup>1, 18-20</sup>).

ECGs were excluded from the study if any one of the following criteria was met:

- There was interference, artifacts or electrode placement errors (Minnesota Code [MC] 9.8.1 or 9.8.2);
- The ECG had an established abnormality: old myocardial infarction (major Q wave abnormalities [MC 1.1.x or 1.2.x]), possible old myocardial infarction (minor Q wave abnormalities plus ST-T abnormalities [MC 1.3 plus 4.1, 4.2, 5.1 or 5.2]), major isolated ST-T abnormalities (MC 4.1, 4.2, 5.1 or 5.2) complete or intermittent

intraventricular blocks (MC 7.1, 7.2, 7.4 or 7.8), left ventricular hypertrophy plus ST-T abnormalities (MC 3.1 plus 4.1.x , 4.2, 5.1 or 5.2), major prolonged uncorrected QT interval ( $QT_i \geq 116\%$ ), major atrioventricular conduction abnormalities (MC 6.1, 6.2.x, 6.4, 6.8, 8.6.1 or 8.6.2), atrial fibrillation or flutter (MC 8-3-x), supraventricular tachycardia (MC 8.4.2 or 8-4-1 with heart rate  $> 140$  bpm), wandering atrial pacemaker (MC 8.1.4), supraventricular rhythm persistent (MC 8.4.1 plus heart rate  $\leq 140$ ), high amplitude P wave (MC 9.3), asystole or ventricular fibrillation (MC 8.2);

- Repeated exams: for the purpose of this analysis, only the first ECG from patients with multiple ECGs was analyzed.
- Patient had these self-declared comorbidities or cardiovascular risk factors: arterial hypertension, diabetes, smoking, dyslipidemia, personal history of myocardial infarction, personal history of coronary revascularization, Chagas disease and chronic pulmonary disease;
- Patient was receiving any kind of drug therapy (diuretics, digitalis, beta-blockers, angiotensin-converting-enzyme inhibitors, amiodarone, calcium channel blockers or any drug listed in the “others” field).

The study population was divided into 14 age groups: 01-02, 03-04, 05-07, 08-11, 12-15, 16-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, 80-89 years, and 90 years and older.

#### *Data acquisition*

Each primary care center received one of the two available digital electrocardiographs to record the digital 12-lead ECGs, ErgoPC 13 (MICROMED, Brazil) or ECG PC (TEB, Brazil), and one specific software that allowed entry of clinical information based on

patient's self-report and local medical record. The data acquisition rate of this two devices were 500 Hz and 600Hz at 5 and 3.9  $\mu$ V resolution, respectively. Thereafter, the ECGs with all personal information attached, were sent through the internet to the analysis center of the TNMG and were saved in a database that was used for data collection in the present study. All the patients' data were collected by the primary care practitioners and represent self-declared information.

### *Database*

For each patient, the database contains:

- patient identification: full name, gender, birth date and city of domicile;
- comorbidities and cardiovascular risk factors: arterial hypertension, obesity, diabetes, smoking, dyslipidemia, personal history of myocardial infarction, personal history of coronary revascularization, family history of coronary disease, Chagas disease and chronic pulmonary disease;
- medications: diuretics, digitalis, beta-blockers, angiotensin-converting-enzyme inhibitors, amiodarone and calcium channel blockers) or free text field (“others”);
- symptoms: chest pain and any equivalent;
- anthropometric measures: height and weight;
- 12 lead ECG recordings;
- administrative information about the ECG: date and city in which it was performed.

Patients' information (name, birth date and city) was standardized to avoid errors in identification, which could cause the inclusion of the same patient twice. Due to the frequent miscegenation in the Brazilian population, data from race was not considered in this study. Also, other information like pregnancy was not available and the healthcare professional could not fill out the form with blood pressure at the time the ECG was recorded.

### *The Glasgow Program*

The University of Glasgow (Uni-G) ECG analysis program (release 28.5, issued on January 2014) is internationally well-recognized computer software that was used to automatically interpret the ECGs in the TNMG database<sup>3</sup>. It has been in continuous development for over 25 years and it is applicable to neonates as well as adults<sup>5, 15</sup>. This program has been extensively evaluated, meeting the requirements of IEC 60601-2-25 and is used routinely world-wide. It provides all the standard amplitude, duration and axes measurements as well as a rhythm analysis and diagnostic interpretation<sup>21-23</sup>. It is well suited for epidemiological studies<sup>3-5, 15</sup>.

The Uni-G program uses strict standards of electrocardiographic interpretation and allows the export of two types of diagnostic statements, long and short:

- Quantitative description: average heart rate; P, QRS, and T axes; P and QRS durations; PR and QT intervals; and corrected QT (QTc) by the methods of Framingham, Hodges, Bazett and Fridericia;
- Qualitative description: the software uses the quantitative description to automatically classify the electrocardiographic abnormalities according to the Minnesota Code.

All the ECGs had their quantitative data analyzed, and reference values were established for each variable for the study population. QT index (QT<sub>i</sub>) was calculated according the formulae  $QT_i = (QT / 656) \times (\text{heart rate} + 100)^{24-25}$  and its prevalence was demonstrated in figure 1.

### *Comparison with other studies*

A systematic review of available literature was undertaken to identify relevant publications in English about electrocardiographic reference values for heart rate, axis and measurements that were derived from digital ECGs and a sample size of at least one thousand patients. A comprehensive search was conducted in the electronic database PubMed (covering all dates up to July 30, 2015), using the following keywords and their combinations: “digital”, “electrocardiogram”, “electrocardiographic”, “ecg”, “ekg”, “reference values”, “reference ranges”, “normal limits”, “normal values” and “epidemiology”. Additional strategies included reviews of journals or periodicals not indexed in the above mentioned electronic database. From all the available studies, we chose four that included patients with age groups, percentiles and variables similar to those that were included in the present study and we compared all the results according age and sex based groups<sup>7, 12, 13, 26</sup>. Only one of them included data for percentiles 1 and 99<sup>13</sup>, but all included percentiles 2, 50 and 98 (Table 1). Because not all studies included all of the variables which we studied, some comparisons could not be undertaken among all the studies. Different age groups were not compared, except when we considered that the difference was irrelevant eg. 90-99y versus age  $\geq 90$ y.

#### *Statistical analysis and estimation of normal values*

Descriptive statistics were computed for the whole database. Categorical data were reported as counts and percentages; continuous variables were reported as mean and standard deviation or median and percentiles, as appropriate. For each ECG variable, the median plus the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 98<sup>th</sup> and 99<sup>th</sup> percentiles of the measurement distribution per age and gender were determined. The 2<sup>nd</sup> percentile was taken as the lower limit and the 98<sup>th</sup> percentile as the upper limit of the normal range.

For analysis purposes, age was rounded to the nearest integer. Then, for each integer age, the reference percentile of the quantitative ECG variable was computed. Subsequently, the locally weighted polynomial regression method (LOESS) was used to graphically display a smoothed relationship for this reference percentile as a function of age for patients from 1 to 90 years old<sup>27</sup>. The span (smoothing) parameter was chosen after a visual inspection and was set to 0.40.

Graphs with the percentiles 2<sup>nd</sup>, 50<sup>th</sup> and 98<sup>th</sup> for each age group and both sexes were created to compare the result of different studies.

Data management and statistical computations were performed with IBM SPSS Statistics for Windows version 20.0 (IBM Corp. Released 2011. Armonk, NY: IBM Corp) and R statistical computing software version 3.2.0 with *foreign* and *plyr* packages. Loess curves were calculated using the R *loess* function<sup>27</sup>.

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais.

## **RESULTS**

### *Characteristics of the study population*

A total of 1,493,905 ECGs were recorded during the study period. The exclusion criteria were applied in consecutive steps (Figure 2). First, 18,619 ECGs with technical problems were excluded. From the 1,475,286 remaining ECGs, a total of 599,390 patients on various medicines or with selected ECG abnormalities or self-declared comorbidities were excluded. Finally, 389,882 ECGs from patients who had more than one ECG recorded during study period were ruled out. After all the exclusion criteria were applied, 486,014 ECGs were



analyzed (patients' mean age  $42.2 \pm 18.6$  years, 58.8% females). Figure 3 and Table 2 describe the study population.

### *Electrocardiographic findings*

#### Global measurements

Tables 3 and 4 show percentiles 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 50<sup>th</sup>, 98<sup>th</sup> and 99<sup>th</sup> for heart rate, P, QRS and T frontal axis, overall P and QRS duration, overall P and QT interval and QTc corrected by Hodges, Bazett, Fridericia and Framingham methods for different age groups and both sexes. All global parameters showed age trends and sex differences<sup>28-31</sup>.

#### Heart Rate

Figure 4 shows our reference values for heart rate. In males, it decreases during childhood and adolescence, reaches a median value of 65 bpm by the age of 16, stabilizes around 65-66 bpm from 20 to 79 years and increases to 70 bpm after 90 years-old. In females, the heart seems to beat faster. It also decreases during the first part of life, but reaches a median value of 73 bpm at age 16, then fluctuates around 70 to 73 bpm until 79 years old and increases to 76 bpm in women older than 90 years-old.

The percentiles for heart rate were compared to those of Mason<sup>13</sup>, Wu<sup>7</sup> and Rijnbeek<sup>12, 26</sup> studies (Figure 5), and we considered that our results were similar for most age groups in both sexes. However, some major differences were seen in results for men from 1-2y, 16-19y, 80-89y and  $\geq 90$ y, and women from 1-2y, 3-4y, 80-89y and  $\geq 90$ y.

## P, QRS and T frontal Axis

Figures 6, 7 and 8 show our results for the normal limits of the P, QRS and T-wave frontal axes respectively.

With respect to the P wave, the male P axis is generally, after 8 years of age, slightly more orientated in the inferior direction compared to that of females. For both males and females, the median P-wave frontal axis shifts superiorly during childhood, until 8-11 years, and then turns inferiorly with advancing age. Notwithstanding these small changes, the P wave axis is relatively constant throughout life.

It is well known that the median QRS axis shifts counterclockwise in the neonate and infant in the weeks and months after birth<sup>32</sup>. In our study, where the youngest participant was aged 1 year, the median QRS wave frontal axis shifted inferiorly for both sexes during childhood and by the age of 12-15 for females and 16-19 for males, it shifted superiorly, reaching 15 and 13 degrees for men and women, respectively, after 90 years-old. Although the median value is very similar for both sexes, men have a wider reference range during the whole of life.

The T wave frontal axis is very similar for men and women. The median varies from 43 to 38 and 43 to 45 degrees for men and women, respectively, until 20 years of age. In adult life, it rotates superiorly to 35-40 degrees but then moves inferiorly after 50 years of age for both sexes. The upper and lower limits tend to diverge progressively with aging.

Figures 9 to 11 compares our results to the others. The median P frontal axis was quite similar for all ages and sexes to that of Rijnbeek<sup>12, 26</sup>, although the percentiles 2 and 98 varied a little for males and females younger than 4 years and older than 80 years.

Although there were similar values for P frontal axis, Rijnbeek's<sup>12, 26</sup> and Wu's<sup>7</sup> studies showed larger differences for the QRS and T frontal axes, and in these studies, the axes were

seen to be orientated more inferiorly than ours. This difference happened in both sexes, but was more important for males than females. For the QRS frontal axis, our values were more comparable to those of Mason<sup>13</sup> than the others.

### Overall P and QRS duration

Figure 12 shows our results for the normal limits of the overall P duration, which is slightly greater for men than for women. The median value increases from about 85ms for both sexes in childhood to 114 ms in men and 112ms in women after 90 years-old.

Figure 13 shows our results for the overall QRS duration. The median duration has an important rise from the early phase of life until early adulthood in both sexes. Then, the median QRS duration remains stable around 92-96ms and 88-90 ms for men and women respectively. The median P and QRS durations are higher for men in almost all age groups.

Figure 14 and 15 compares our results to the other studies. The median values of overall P duration for both sexes and all ages were similar to those of to Rijnbeek<sup>12, 26</sup> and Wu<sup>7</sup>.

However, some differences were observed for the 2<sup>nd</sup> percentile from older than 60 years and for the 98<sup>th</sup> percentile from 1-4 years, in males and females.

The comparison of overall QRS duration showed similar results for the first, second and fifth percentiles in all studies, for both sexes and all age groups. However, percentiles 98 and 99 appeared to be slightly different for men older than 90 years in Mason's study and also the percentile 98 for men from 16-29 years and 70-89 years in Rijnbeek's<sup>12, 26</sup> study. For women, a small difference was seen for the 2<sup>nd</sup> percentile in subjects older than 90 years in Mason's<sup>13</sup> study and for the 98th percentile from 1-2 years in comparison with Rijnbeek's<sup>12, 26</sup> study.

## Overall PR Intervals

Figure 16 shows our results for the normal limits of the overall PR intervals. The median value is slightly higher for men in all age groups and increases with age in both sexes. In age groups 30-39 and 80-89 years, the medians are, respectively, 150ms and 164ms for men and 144ms and 156ms for women.

The median overall PR intervals were compared in all studies (Figure 17) and they appeared to have similar values. However, some discrepant values were seen in extreme age groups in both sexes. Some discrepancies were seen in the 2nd percentile in men older than 90 years in Mason's<sup>13</sup> study and in the 98<sup>th</sup> percentile for children from 1-7 years and men older than 80 years in Rijnbeek's<sup>12,26</sup> studies and in men older than 70 years and women older than 90 years old in Mason's<sup>13</sup> study.

## QT Interval

Figure 18 shows our results for the normal limits of the QT interval. It increases progressively from 1 to 89 years old in men and from 1 to 79 in women and reduces a little in the last phase of life. The values are quite similar in both sexes for each age group.

Figure 19 compares it to the other studies. For men, the values of QT interval in our study were quite similar to those of Rijnbeek<sup>12</sup>, while the values from Mason<sup>13</sup> and Wu<sup>7</sup> were longer than ours. For women, all the studies had similar values, except the percentiles 1, 2, 98 and 99 for subjects older than 90 years in Mason's<sup>13</sup> study, which appeared to have a wide range.

QTc Hodges, Bazett, Fridericia, Framingham<sup>28-31</sup>.

Figures 20 to 23 show our normal limits of the QTc using four different methods of correction. Women have higher medians, upper and lower limits than men in almost all age groups. The Bazett method showed higher values in both sexes for all ages in comparison to the other methods, whereas Hodges, Fridericia and Framingham showed values similar to each other. In the Bazett method, the median and 2<sup>nd</sup> and 98<sup>th</sup> percentiles have a fast decrease during childhood and adolescence, followed by a progressive increase until they reach a median 421ms and 437ms for men and women, respectively, from 60 to 69 years-old. Hodges, Fridericia and Framingham have similar behaviors: their median and percentiles initially describe an upward concavity during childhood. After adolescence, they have a linear increase with aging. The median for men and women from 60 to 69 years-old is, respectively, 421ms and 437ms (Bazett), 414ms and 423ms (Hodges), 414ms and 425ms (Fridericia) and 414ms and 424ms (Framingham).

The corrected QT intervals were compared to other studies as shown in Figures 24 to 27. The QTc Hodges and QTc Framingham were very similar in our study and in the study of Rijnbeek<sup>12</sup>, and the only large difference occurred in the 98<sup>th</sup> percentile for men and the 2<sup>nd</sup> and 98<sup>th</sup> percentiles for women from 80 to 90 years old. QTc Bazett and QTc Fridericia were compared to the results of Mason<sup>13</sup> and Rijnbeek<sup>12, 26</sup>. Overall, the results of Rijnbeek's<sup>7, 12, 26</sup> study were quite similar to ours, whereas Mason's<sup>13</sup> study had higher values than ours, for all percentiles, irrespective of age and sex.

## **DISCUSSION**

We studied the normal limits of the ECG in almost 500,000 pediatric and adult patients from primary care centers in the state of Minas Gerais Brazil, using automated analysis by an internationally recognized computer program<sup>5</sup>. To our knowledge, this is the largest study that

has derived ECG reference values and it is the first performed exclusively in Latinos. Other authors have undertaken similar studies in different populations, but using smaller sample sizes, without including all the variables and age groups that we did<sup>6-13</sup>.

Our population was large enough to permit very reliable measures from all age groups for both sexes, even at the extremes of age. In addition, the large sample size was important to create graphs with minimal smoothing, which would not be possible in smaller populations. For example, we created 14 age groups with an average of 34,715 patients in each group (ranging from 475 to 92,356) and included more than 39,000 patients in their seventies or older. We divided the patients into age groups similar to other studies and chose percentiles that had previously been adopted to allow comparison of reference values. Although the Brazilian population has a high level of miscegenation, we did not split up this population according to race.

Overall, our results were similar to those of other studies. Some larger differences were observed in extreme ages and extreme percentiles, which might have occurred mainly because of the small number of patients of extreme age in other studies but also due to differences in study population (race; inclusion or exclusion criteria).

Our study included 39,098 patients older than 70 years old while the studies of Mason<sup>13</sup> and Rijnbeek<sup>12</sup> included 5,139 and 942 patients, respectively, for the same age group. In addition, for children, we included 1,982 patients from 1 to 4 years old, while Rijnbeek<sup>26</sup> studied only 363. As we had a considerably greater number of patients in extreme age groups, we consider that for young children and seniors our results might be more stable than the data from other studies.

Most previous studies recruited healthy volunteers from the community with a normal cardiovascular system and included a clinical examination in order to exclude those with

evidence of any illness likely to affect the cardiovascular system and possibly the ECG. As we used a database that contained each study participant's ECG and clinical information based on a patient's self-report and medical record, we excluded individuals with known clinical conditions likely to affect the cardiovascular system, those on any kind of drugs and/or with frankly abnormal Minnesota Codes.. We opted to maintain the 6454 (1.3%) patients with premature beats (ventricular, supraventricular or combined) since it might happen in the "normal" population<sup>8</sup>. In summary, we have excluded patients with conditions that might affect the cardiovascular system and we accepted that the remaining population was an "apparently healthy population". However, since the fulfillment of patient data was undertaken by professionals in primary care, some diagnostic errors or underreporting of latent illness may have occurred, and this is one of our study limitations. On the other hand, the extremely large number of study participants should ensure that any measurements outliers due to such shortcomings will not have significantly affected the normal 2<sup>nd</sup> to 98<sup>th</sup> percentile normal ranges.

In broad terms, our results for QTc are very similar to the detailed paper by Luo et al<sup>33</sup> who showed that QT corrected by Bazett was generally out of line with QTc corrected by the Hodges, Fridericia and Framingham methods.

Results of PR interval measurements are also of considerable interest. An upper limit of normal of 220ms is often suggested but our data show two points. First of all, the large sample size indicates that males have a longer PR interval than females by around 20ms which may be accounted for by heart size and secondly the upper limit of normal increases rapidly above 70 years of age from 220ms to 260ms at age 90 in men and from 200ms to 240ms in women.

Once all the measures were made using computers, the reference values might be valid for computerized analyses and not manual measurements on paper. One other factor that has to be

acknowledged is that the automated approach itself is subject to what might be termed inter-program variation analogous to differences in measurements between two or more cardiologists, i.e. inter observer variation. In a comparison of 4 major algorithms using the same ECGs, it was shown that the mean QT interval varied by 8ms in a group of 200 normal subjects<sup>21</sup>. Although the sample size was small, the inference is clear that some variation in QT measurements between studies is due to the different algorithms used to derive the results. On this subject, it should be noted that the other four studies used different hardware and software as well as different analysis programs, which might be a confounding factor for accurately compare to our data. Also, their sample selection methods and populations sampled were different with the potential to affect direct measurement comparisons.

Although the ECG intervals are influenced by sex and age, simpler reference values like normal heart rate 60-100bpm or QRS duration <100ms for all ages and both sexes, are commonly used in primary care centers, and even in medical education. We recommend that those old normal ranges should be discarded and replaced by age and sex-specific values. In that respect, we consider that graphs and tables with the percentiles may help general practitioners undertaking ECG analysis.

Finally, this paper has concentrated on the comparison of ECG interval and axes measurements in different populations. In due course, it is hoped to produce a detailed comparison for the major ECG wave component amplitudes.

## **CONCLUSION**

This study contributes to the knowledge of the reference values in Latinos. Although we have seen small differences in comparison to studies in other populations, reference values for



electrocardiogram intervals and axes in Latinos are in general comparable to those obtained in those other populations.

## **LIST OF ABBREVIATIONS**

ECG: Electrocardiogram

QTc: Corrected QT

MC: Minnesota Code

QT<sub>i</sub>: QT index

TNMG: Telehealth Network of Minas Gerais

Uni-G: The University of Glasgow ECG Analysis Program

## DECLARATIONS

- Ethics approval and consent to participate: This study was approved by the ethics committee of the Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG): CAAE – 37600914.7.0000.5149. The data from the Telehealth Network of Minas Gerais was used with the written permission of the coordinator of the Telehealth Network of Minas Gerais, Dr Maria Beatriz Moreira Alkmim. Due to the retrospective nature of this research and considering the great number of involved patients, the authors could not have the informed consent from each patient. Therefore, the data was used without identifying or exposing any patient and with the permission of the ethics committee of the Universidade Federal de Minas Gerais which approved the study. The Professor Peter W. Macfarlane, who is one of the developers of the University of Glasgow (Uni-G) ECG analysis program, allowed the TNMG to use that program for the purpose of this study.
- Consent for publication: Not applicable
- Availability of data and material: The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.
- Competing interests: This is an independent study. The authors declare that they have no competing interests
- Funding: This study was funded by FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, RED-00004-14) and CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 465518/2014-1) and publication fees were supported by the Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical. The Telehealth Network of Minas Gerais is mainly funded by the State Government of Minas Gerais, by its Health Department (Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais), but also by the Ministry of Health, Ministry of Science and Technology, and Brazilian research agencies FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos, Projeto SIGTEL— Convênio 01.10.0717.00), FAPEMIG and CNPq. ALPR is recipient of scholarships from CNPq (Bolsa de Produtividade em Pesquisa) and FAPEMIG (Pesquisador Mineiro).
- Authors' contributions: DMFP, PWM, MSM and ALPR contributed to the conception and study design. DMFP, MSM, TMMS, JLPS, PRG, LBR, PWM and ALPR were involved in the creation of the database, in drafting and revising the manuscript; DMFP,

MSM, TMMS, JLPS, and ALPR were involved in the analysis of the data. Additionally, MSM and ALPR were responsible to coordinate and guide all the steps. All authors read and approved the final manuscript.

- Acknowledgments: The authors thank the entire team of the Telehealth Network of Minas Gerais, specially Dr Maria Beatriz M. Alkmim.

**REFERENCES:**

1. Ribeiro AL, Alkmim MB, Cardoso CS, Carvalho GG, Caiaffa WT, Andrade MV, da Cunha DF, Antunes AP, Resende AGA, Resende ES. Implementation of a telecardiology system in the state of Minas Gerais: the Minas Telecardio Project. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2010 Jul;95(1):70-8.
2. Kors JA, van Herpen G. The coming of age of computerized ECG processing: can it replace the cardiologist in epidemiological studies and clinical trials? *Studies in health technology and informatics*. 2001;84(Pt 2):1161-7.
3. Macfarlane PW, Devine B, Clark E. The university of glasgow (Uni-G) ECG analysis program. *Computers in Cardiology*, 2005; 2005 25-28 Sept. 2005.
4. Salerno SM, Alguire PC, Waxman HS. Competency in interpretation of 12-lead electrocardiograms: a summary and appraisal of published evidence. *Annals of internal medicine*. 2003 May 6;138(9):751-60.
5. Willems JL, Abreu-Lima C, Arnaud P, van Bommel JH, Brohet C, Degani R, Denis B, Gehring J, Graham I, van Herpen G, Machado H, Macfarlane PW, Michaelis J, Mouloupoulos SD, Rubel P, Zywiets C. The diagnostic performance of computer programs for the interpretation of electrocardiograms. *The New England journal of medicine*. 1991 Dec 19;325(25):1767-73.
6. Chen CY, Chiang BN, Macfarlane PW. Normal limits of the electrocardiogram in a Chinese population. *Journal of electrocardiology*. 1989 Jan;22(1):1-15.
7. Wu J, Kors JA, Rijnbeek PR, van Herpen G, Lu Z, Xu C. Normal limits of the electrocardiogram in Chinese subjects. *International journal of cardiology*. 2003 Jan;87(1):37-51.
8. Macfarlane PW, van Oosterom A, Pahlm O, Kligfield P, Janse J, Camm J. *Comprehensive electrocardiology*. London: Springer-Verlag; 2011.

9. Katibi I, Clark EN, Devine B, Lloyd SM, Macfarlane PW. Normal limits of the electrocardiogram in Nigerians. *Journal of electrocardiology*. 2013 Jul-Aug;46(4):289-95.
10. Dewhurst MJ, Di Marco LY, Dewhurst F, Adams PC, Murray A, Orega GP, Mwita JC, Walker RW, Langley P. Electrocardiographic reference values for a population of older adults in sub-Saharan Africa. *Annals of noninvasive electrocardiology : the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc.* 2014 Jan;19(1):34-42.
11. Macfarlane PW, Lloyd SM, Singh D, Hamde S, Clark E, Devine B, Francq BG, Kumar V. Normal limits of the electrocardiogram in Indians. *Journal of electrocardiology*. 2015 Jul-Aug;48(4):652-68.
12. Rijnbeek PR, van Herpen G, Bots ML, Man S, Verweij N, Hofman A, Hillege H, Numans ME, Swenne CA, Witteman JC, Kors JA. Normal values of the electrocardiogram for ages 16-90 years. *Journal of electrocardiology*. 2014 Nov-Dec;47(6):914-21.
13. Mason JW, Ramseth DJ, Chanter DO, Moon TE, Goodman DB, Mendzelevski B. Electrocardiographic reference ranges derived from 79,743 ambulatory subjects. *Journal of electrocardiology*. 2007 Jul;40(3):228-34.
14. Macfarlane PW, Katibi IA, Hamde ST, Singh D, Clark E, Devine B, Francq BG, Lloyd S, Kumar V. Racial differences in the ECG--selected aspects. *Journal of electrocardiology*. 2014 Nov-Dec;47(6):809-14.
15. Physio-Control, Inc., Medtronic B.V. Statement of Validation and Accuracy for the Glasgow 12-Lead ECG Analysis Program [Internet]. 2009. Available from: <http://www.physio-control.com/uploadedFiles/learning/clinical-topics/Glasgow%2012-lead%20ECG%20Analysis%20Program%20Statement%20of%20Validation%20and%20Accuracy%203302436.A.pdf>. accessed in 10 oct. 2015.

16. Prineas RJ, Crow RS, Blackburn H. The Minnesota Code Manual of Electrocardiographic Findings. *Standards and Procedures for Measurement and Classification*. Wright, Bristol. 1982.
17. Macfarlane PW, Latif S. Automated serial ECG comparison based on the Minnesota code. *Journal of electrocardiology*. 1996;29 Suppl:29-34.
18. Marcolino MS, Alkmim MB, Assis TGP, Palhares DMF, Silva GAC, Cunha LR, Sousa L, Abreu MP, Figueira RM, Ribeiro AL. A Rede de Teleassistência de Minas Gerais e suas contribuições para atingir os princípios de universalidade, equidade e integralidade do SUS - relato de experiência. *R Eletr de Com Inf Inov Saúde*. 2013 2013;7(2).
19. Alkmim MB, Figueira RM, Marcolino MS, Cardoso CS, Pena de Abreu M, Cunha LR, da Cunha DF, Antunes AP, Resende AG, Resende ES, Ribeiro AL. Improving patient access to specialized health care: the Telehealth Network of Minas Gerais, Brazil. *Bulletin of the World Health Organization*. 2012 May 1;90(5):373-8.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2014. Available from: <<http://ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg>>. accessed in 29 oct. 2015.
21. Kligfield P, Badilini F, Rowlandson I, Xue J, Clark E, Devine B, de Bie J, Mortara D, Babaeizadeh S, Gregg R, Helfenbein ED, Green CL. Comparison of automated measurements of electrocardiographic intervals and durations by computer-based algorithms of digital electrocardiographs. *American heart journal*. 2014 Feb;167(2):150-9 e1.
22. Macfarlane PW, Devine B, Latif S, McLaughlin S, Shoat DB, Watts MP. Methodology of ECG interpretation in the Glasgow program. *Methods of information in medicine*. 1990 Sep;29(4):354-61.

23. Macfarlane PW. Evolution of the Glasgow program for computer-assisted reporting of electrocardiograms--1964/1998. *Acta cardiologica*. 1998;53(2):117-20.
24. Rautaharju PM, Warren JW, Calhoun HP. Estimation of QT prolongation. A persistent, avoidable error in computer electrocardiography. *Journal of electrocardiology*. 1990;23 Suppl:111-7.
25. Rautaharju PM, Zhou SH, Wong S, Calhoun HP, Berenson GS, Prineas R, Davignon A. Sex differences in the evolution of the electrocardiographic QT interval with age. *The Canadian journal of cardiology*. 1992 Sep;8(7):690-5.
26. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. *New normal limits for the paediatric electrocardiogram*. *European heart journal*. 2001 Apr;22(8):702-11.
27. R Development Core Team (2011), R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria : the R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3-900051-07-0. Available online at <http://www.R-project.org/>.
28. Sagie A, Larson MG, Goldberg RJ, Bengtson JR, Levy D. An improved method for adjusting the QT interval for heart rate (the Framingham Heart Study). *The American journal of cardiology*. 1992 Sep 15;70(7):797-801.
29. Fridericia LS, Die Systolendauer im Elektrokardiogramm bei normalen Menschen und bei Herzkranken. *Acta. Med. Scan.*, 1920;53: 469-486.
30. Bazett HC. An analysis of the time relations of electrocardiograms. *Heart*. 1920;7: 353-370.
31. Hodges M, Salerno D, Erlie D. Bazett's QT correction reviewed. Evidence that a linear QT correction for heart is better. *J. Am. Coll Cardiol*. 1983;1:694.
32. Davignon A RP, Boisselle E, Soumis F, Megelas M, Choquette A. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatr Cardiol*. 1979;1:123-52.

33. Luo S, Michler K, Johnston P, Macfarlane PW. A comparison of commonly used QT correction formulae: the effect of heart rate on the QTc of normal ECGs. *Journal of electrocardiology*. 2004;37 Suppl:81-90.



**FIGURE LEGENDS:**

Figure 1: QT index according sex.

Figure 2: Excluded patients.

Figure 3: Age and sex distribution of the study population.

Figure 4: Percentiles 2nd, 50th and 98th for heart rate according age and sex.

Figure 5: Comparison of lower, median and upper normal limits for heart rate of different studies according age groups and sex.

Figure 6: Percentiles 2nd, 50th and 98th for P-wave frontal axis according age and sex.

Figure 7: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QRS-wave frontal axis according age and sex.

Figure 8: Percentiles 2nd, 50th and 98th for T-wave frontal axis according age and sex.

Figure 9: Comparison of lower, median and upper normal limits for P-wave frontal axis of different studies according age groups and sex.

Figure 10: Comparison of lower, median and upper normal limits for QRS-wave frontal axis of different studies according age groups and sex.

Figure 11: Comparison of lower, median and upper normal limits for T-wave frontal axis of different studies according age groups and sex.

Figure 12: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall P duration according age and sex.

Figure 13: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall QRS duration according age and sex.

Figure 14: Comparison of lower, median and upper normal limits for overall P duration of different studies according age groups and sex.

Figure 15: Comparison of lower, median and upper normal limits for overall QRS duration of different studies according age groups and sex.

Figure 16: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall PR interval according age and sex.

Figure 17: Comparison of lower, median and upper normal limits for overall PR interval of different studies according age groups and sex.

Figure 18: Percentiles 2nd, 50th and 98th for overall QT interval according age and sex.

Figure 19: Comparison of lower, median and upper normal limits for overall QT interval of different studies according age groups and sex.

Figure 20: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Hodges according age and sex.

Figure 21: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Bazett according age and sex.

Figure 22: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Fridericia according age and sex.

Figure 23: Percentiles 2nd, 50th and 98th for QTc Framingham according age and sex.

Figure 24: Comparison of lower, median and upper normal limits for QTc Hodges of different studies according age groups and sex.

Figure 25: Comparison of lower, median and upper normal limits for QTc Bazett of different studies according age groups and sex.

Figure 26: Comparison of lower, median and upper normal limits for QTc Fridericia of different studies according age groups and sex.

Figure 27: Comparison of lower, median and upper normal limits for QTc Framingham of different studies according age groups and sex.

**TABLES:**

Table 1: Selected studies of normal ECG intervals

Study	Population	Year	Patients (n)	Percentiles
Rijnbeek et al	0 to 16y; Dutch	2001	Male (944); Female (968)	2 <sup>nd</sup> , 50 <sup>th</sup> and 98 <sup>th</sup>
Wu et al	18 to $\geq$ 60y; Chinese	2003	Male (3,614); Female (1,746)	2 <sup>nd</sup> , 50 <sup>th</sup> and 98 <sup>th</sup>
Mason et al	0 to 99 years; Northern America (70%), Europe (21%), Africa (3%), Latin America (3%), and Asia (2%) and Oceania (2%).	2007	Male (14,297); Female (12,201)	1 <sup>st</sup> , 2 <sup>nd</sup> , 50 <sup>th</sup> , 98 <sup>th</sup> , 99 <sup>th</sup>
Rijnbeek et al	16 to 89y; Dutch	2014	Male (7,326); Female (6,028)	2 <sup>nd</sup> , 50 <sup>th</sup> and 98 <sup>th</sup>

Table 2: Age and sex distribution of the study population

Age group (years)	Male	Female	Total	
	n	n	n	%
1-2	259	216	475	0.1%
3-4	840	667	1507	0.3%
5-7	2486	1947	4433	0.9%
8-11	6802	4601	11403	2.4%
12-15	11812	10709	22521	4.6%
16-19	11295	14453	25748	5.3%
20-29	26063	43281	69344	14.3%
30-39	31138	55671	86809	17.9%
40-49	34414	57942	92356	19.0%
50-59	32988	46563	79551	16.4%
60-69	24149	28620	52769	10.9%
70-79	13499	15280	28779	5.9%
80-89	4120	4998	9118	1.9%
>=90	482	719	1201	0.2%
Total	200347	285667	486014	100%

Table 3: ECG parameters for patients from 1 to 29 years-old: (1st percentile; 2nd percentile; 50th percentile; 98th percentile; 99th percentile).

Parameter	Sex	1-2	3-4	5-7	8-11	12-15	16-19	20-29
Heart rate (bpm)	Male	(52; 59; 107; 166; 170)	(67; 70; 97; 132; 139)	(59; 61; 86; 120; 126)	(53; 55; 76; 108; 114)	(47; 49; 69; 101; 107)	(44; 46; 65; 98; 105)	(44; 46; 65; 98; 104)
	Female	(58; 66; 108; 163; 199)	(64; 69; 98; 138; 141)	(62; 64; 88; 124; 133)	(56; 58; 81; 115; 121)	(52; 54; 75; 107; 114)	(51; 53; 73; 105; 112)	(51; 53; 73; 104; 111)
P Frontal Axis (°)	Male	(-95; -10; 53; 85; 116)	(-30; -14; 50; 79; 96)	(-34; -22; 44; 74; 81)	(-35; -21; 41; 74; 79)	(-33; -20; 44; 77; 82)	(-32; -21; 54; 81; 85)	(-22; -13; 54; 80; 85)
	Female	(-12; -6; 53; 78; 85)	(-30; -10; 51; 76; 90)	(-19; -11; 49; 74; 83)	(-21; -12; 45; 74; 78)	(-21; -13; 48; 76; 80)	(-22; -13; 51; 77; 82)	(-18; -11; 51; 78; 81)
QRS Frontal Axis (°)	Male	(-46; -26; 61; 124; 132)	(-21; -9; 61; 99; 111)	(-29; -10; 64; 101; 111)	(-31; -8; 64; 99; 107)	(-28; -11; 66; 101; 107)	(-41; -18; 68; 100; 107)	(-37; -20; 59; 96; 101)
	Female	(-49; -20; 62; 102; 136)	(-22; -3; 66; 102; 108)	(-9; 0; 67; 100; 109)	(-14; 0; 66; 98; 104)	(-8; 2; 65; 95; 100)	(-13; 0; 63; 95; 99)	(-16; -5; 56; 89; 95)
T Frontal Axis (°)	Male	(-9; 2; 43; 70; 73)	(5; 9; 43; 65; 69)	(7; 13; 45; 67; 70)	(7; 12; 46; 68; 71)	(2; 9; 48; 71; 73)	(-3; 3; 47; 72; 75)	(-12; -5; 40; 71; 75)
	Female	(8; 12; 43; 73; 77)	(-4; 0; 42; 68; 70)	(4; 9; 44; 68; 71)	(1; 8; 45; 69; 72)	(0; 4; 44; 69; 73)	(-2; 3; 42; 70; 73)	(-7; -1; 38; 68; 72)
Overall P Duration (ms)	Male	(63; 64; 84; 124; 142)	(64; 70; 86; 112; 124)	(64; 68; 88; 114; 128)	(68; 72; 94; 118; 132)	(68; 72; 98; 124; 134)	(68; 74; 102; 126; 134)	(72; 78; 106; 132; 138)
	Female	(52; 63; 84; 115; 128)	(64; 68; 86; 115; 127)	(68; 72; 90; 116; 128)	(70; 72; 94; 116; 130)	(72; 76; 98; 124; 132)	(72; 78; 100; 128; 134)	(74; 78; 104; 132; 138)
Overall PR Interval (ms)	Male	(81; 86; 118; 184; 192)	(90; 92; 122; 170; 186)	(90; 94; 124; 174; 188)	(96; 100; 132; 180; 190)	(98; 104; 136; 188; 202)	(102; 106; 142; 196; 206)	(104; 110; 148; 200; 212)
	Female	(84; 87; 118; 171; 178)	(88; 90; 120; 166; 171)	(90; 94; 124; 166; 173)	(94; 98; 128; 178; 188)	(98; 102; 136; 184; 196)	(98; 104; 138; 188; 198)	(102; 106; 142; 192; 202)
Overall QRS Duration	Male	(60; 62; 74; 98; 101)	(64; 66; 76; 92; 96)	(66; 66; 80; 99; 102)	(68; 70; 84; 102; 106)	(72; 74; 90; 108; 112)	(74; 76; 94; 114; 116)	(76; 78; 96; 114; 116)
	Female	(58; 60; 72; 97; 100)	(62; 62; 74; 90; 94)	(62; 64; 78; 96; 98)	(66; 68; 80; 98; 100)	(68; 70; 84; 102; 106)	(70; 70; 86; 104; 108)	(70; 72; 88; 106; 110)
QT Interval (ms)	Male	(239; 250; 314; 412; 426)	(276; 281; 332; 396; 405)	(294; 300; 356; 412; 423)	(314; 322; 378; 436; 446)	(324; 332; 390; 452; 460)	(320; 328; 390; 454; 462)	(324; 332; 390; 456; 464)
	Female	(224; 255; 314; 419; 454)	(271; 278; 332; 396; 412)	(286; 296; 350; 402; 408)	(306; 314; 368; 426; 434)	(314; 322; 380; 440; 450)	(316; 326; 382; 442; 450)	(320; 328; 386; 446; 454)
QTc Hodges (ms)	Male	(367; 370; 405; 444; 455)	(364; 369; 399; 430; 437)	(370; 375; 403; 436; 441)	(374; 377; 408; 440; 445)	(370; 374; 408; 446; 452)	(364; 368; 400; 442; 450)	(365; 368; 400; 442; 449)
	Female	(363; 367; 404; 459; 470)	(369; 371; 401; 436; 440)	(371; 375; 403; 431; 437)	(373; 378; 407; 438; 442)	(375; 379; 409; 443; 449)	(373; 377; 408; 443; 449)	(375; 379; 411; 447; 452)
QTc Bazett (ms)	Male	(377; 384; 421; 459; 469)	(377; 384; 421; 460; 467)	(381; 388; 425; 463; 469)	(381; 386; 425; 463; 469)	(368; 374; 419; 462; 468)	(358; 364; 406; 452; 458)	(359; 364; 406; 451; 459)
	Female	(380; 383; 421; 467; 479)	(382; 388; 424; 464; 470)	(385; 390; 425; 461; 467)	(384; 389; 427; 465; 471)	(382; 387; 426; 466; 471)	(377; 383; 423; 463; 469)	(379; 385; 426; 466; 471)
QTc Fridericia (ms)	Male	(332; 342; 381; 429; 434)	(349; 358; 389; 427; 432)	(361; 367; 400; 439; 443)	(371; 376; 408; 442; 447)	(368; 372; 408; 447; 453)	(362; 366; 400; 441; 448)	(363; 367; 400; 439; 446)
	Female	(332; 339; 383; 445; 453)	(354; 358; 391; 431; 438)	(361; 366; 398; 433; 436)	(369; 374; 406; 440; 444)	(372; 377; 410; 446; 451)	(371; 375; 408; 444; 450)	(374; 378; 411; 448; 454)
QTc Framingham (ms)	Male	(336; 344; 382; 429; 435)	(355; 361; 390; 426; 430)	(364; 371; 401; 436; 441)	(374; 378; 409; 442; 446)	(368; 373; 409; 446; 452)	(359; 365; 400; 440; 447)	(361; 365; 400; 438; 444)
	Female	(332; 345; 382; 441; 448)	(358; 359; 390; 428; 435)	(363; 369; 399; 430; 434)	(372; 376; 406; 439; 444)	(375; 379; 410; 444; 450)	(373; 377; 409; 444; 449)	(375; 380; 412; 447; 453)

Table 4: ECG parameters for patients older than 30 years-old: (1st percentile; 2nd percentile; 50th percentile; 98th percentile; 99th percentile).

Parameter	Sex	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>=90
Heart rate (bpm)	Male	(44; 46; 65; 99; 105)	(44; 46; 66; 98; 104)	(44; 46; 66; 98; 104)	(44; 46; 66; 99; 104)	(45; 47; 66; 99; 105)	(45; 47; 68; 104; 111)	(47; 49; 70; 109; 118)
	Female	(50; 52; 72; 102; 107)	(49; 52; 71; 101; 107)	(48; 50; 70; 99; 105)	(48; 50; 70; 101; 106)	(48; 50; 71; 102; 106)	(48; 51; 73; 105; 111)	(50; 52; 76; 111; 120)
P Frontal Axis (°)	Male	(-15; -8; 53; 80; 85)	(-13; -5; 55; 80; 85)	(-12; -3; 57; 82; 87)	(-11; -3; 58; 84; 93)	(-12; -5; 60; 86; 95)	(-25; -9; 61; 94; 103)	(-35; -23; 61; 95; 101)
	Female	(-15; -8; 52; 78; 82)	(-13; -5; 53; 79; 83)	(-12; -4; 53; 79; 83)	(-12; -5; 54; 80; 85)	(-13; -5; 57; 84; 94)	(-15; -7; 58; 85; 97)	(-45; -13; 59; 85; 99)
QRS Frontal Axis (°)	Male	(-41; -28; 47; 90; 96)	(-48; -36; 38; 85; 91)	(-56; -45; 31; 82; 85)	(-61; -51; 23; 80; 84)	(-65; -57; 18; 79; 84)	(-70; -62; 15; 78; 83)	(-69; -62; 15; 84; 98)
	Female	(-24; -14; 46; 84; 87)	(-32; -23; 37; 80; 85)	(-41; -33; 28; 77; 82)	(-48; -40; 21; 74; 80)	(-53; -46; 17; 73; 79)	(-58; -51; 15; 72; 78)	(-63; -55; 13; 77; 80)
T Frontal Axis (°)	Male	(-18; -10; 35; 71; 75)	(-20; -12; 35; 73; 77)	(-23; -13; 39; 77; 83)	(-26; -15; 43; 81; 88)	(-27; -15; 48; 85; 95)	(-28; -18; 52; 90; 102)	(-37; -14; 55; 95; 99)
	Female	(-12; -4; 36; 69; 72)	(-16; -8; 36; 72; 76)	(-18; -9; 38; 77; 83)	(-18; -8; 42; 81; 90)	(-21; -10; 46; 85; 95)	(-23; -12; 50; 89; 99)	(-26; -11; 52; 97; 104)
Overall P Duration (ms)	Male	(76; 82; 110; 136; 140)	(78; 84; 110; 136; 140)	(78; 84; 112; 138; 144)	(74; 82; 114; 140; 146)	(72; 78; 114; 142; 146)	(68; 74; 114; 146; 150)	(62; 72; 114; 146; 150)
	Female	(74; 80; 106; 134; 138)	(76; 80; 106; 136; 140)	(76; 82; 108; 136; 142)	(76; 80; 110; 138; 144)	(72; 78; 112; 142; 146)	(68; 74; 112; 144; 150)	(68; 72; 112; 144; 148)
Overall PR Interval (ms)	Male	(108; 112; 150; 204; 216)	(108; 112; 152; 204; 216)	(106; 114; 152; 208; 220)	(108; 114; 154; 216; 228)	(108; 114; 158; 230; 246)	(108; 114; 164; 246; 268)	(106; 115; 166; 253; 289)
	Female	(102; 106; 144; 194; 206)	(102; 106; 144; 194; 204)	(104; 110; 148; 200; 210)	(104; 110; 150; 208; 218)	(106; 110; 154; 214; 230)	(106; 112; 156; 232; 244)	(106; 108; 160; 241; 251)
Overall QRS Duration (ms)	Male	(76; 78; 96; 114; 116)	(76; 78; 94; 114; 116)	(74; 76; 94; 114; 116)	(74; 76; 94; 114; 116)	(74; 76; 94; 114; 116)	(72; 76; 94; 116; 116)	(70; 72; 92; 116; 118)
	Female	(70; 72; 88; 108; 110)	(72; 72; 88; 108; 112)	(72; 74; 90; 110; 112)	(72; 74; 90; 110; 114)	(70; 72; 90; 112; 114)	(70; 72; 88; 112; 116)	(66; 70; 88; 110; 112)
QT Interval (ms)	Male	(324; 334; 392; 458; 468)	(328; 336; 396; 460; 472)	(328; 336; 398; 466; 478)	(328; 338; 402; 472; 484)	(326; 336; 404; 474; 486)	(320; 332; 406; 476; 488)	(307; 319; 400; 480; 491)
	Female	(326; 334; 392; 452; 460)	(328; 338; 396; 458; 468)	(332; 340; 402; 466; 474)	(330; 338; 402; 470; 480)	(328; 338; 402; 470; 478)	(320; 332; 400; 470; 480)	(309; 319; 394; 473; 480)
QTc Hodges (ms)	Male	(368; 372; 404; 445; 451)	(371; 375; 407; 450; 456)	(374; 378; 411; 454; 461)	(375; 380; 414; 459; 466)	(377; 382; 417; 462; 468)	(378; 383; 421; 465; 470)	(380; 385; 420; 471; 478)
	Female	(379; 383; 414; 452; 458)	(381; 385; 418; 456; 462)	(382; 387; 421; 460; 466)	(383; 388; 423; 464; 470)	(383; 388; 424; 464; 469)	(382; 388; 425; 465; 470)	(381; 385; 423; 465; 470)
QTc Bazett (ms)	Male	(363; 369; 411; 457; 463)	(367; 372; 414; 462; 468)	(370; 376; 418; 465; 471)	(373; 379; 421; 468; 474)	(375; 382; 426; 472; 478)	(379; 385; 431; 475; 479)	(375; 386; 434; 479; 484)
	Female	(382; 388; 429; 470; 476)	(385; 391; 432; 473; 478)	(386; 392; 435; 475; 480)	(386; 393; 437; 476; 481)	(389; 395; 439; 478; 481)	(389; 396; 441; 480; 483)	(383; 397; 442; 483; 485)
QTc Fridericia (ms)	Male	(367; 371; 404; 443; 449)	(370; 374; 407; 448; 454)	(372; 377; 411; 452; 458)	(374; 378; 414; 456; 461)	(374; 380; 418; 461; 465)	(376; 381; 421; 463; 467)	(377; 380; 420; 471; 473)
	Female	(377; 382; 416; 454; 459)	(379; 384; 419; 458; 463)	(381; 386; 423; 461; 465)	(381; 387; 425; 463; 468)	(380; 386; 426; 464; 467)	(377; 384; 427; 465; 469)	(371; 382; 425; 468; 470)
QTc Framingham (ms)	Male	(365; 370; 404; 442; 448)	(368; 373; 407; 447; 453)	(371; 376; 410; 451; 457)	(373; 378; 414; 455; 460)	(375; 380; 417; 460; 464)	(376; 382; 420; 462; 466)	(375; 380; 420; 470; 473)
	Female	(379; 383; 416; 453; 458)	(381; 386; 419; 457; 462)	(382; 387; 423; 460; 464)	(383; 388; 424; 463; 467)	(381; 388; 426; 463; 467)	(380; 386; 426; 465; 468)	(375; 381; 424; 465; 469)

**FIGURES:**

Figure 1 :

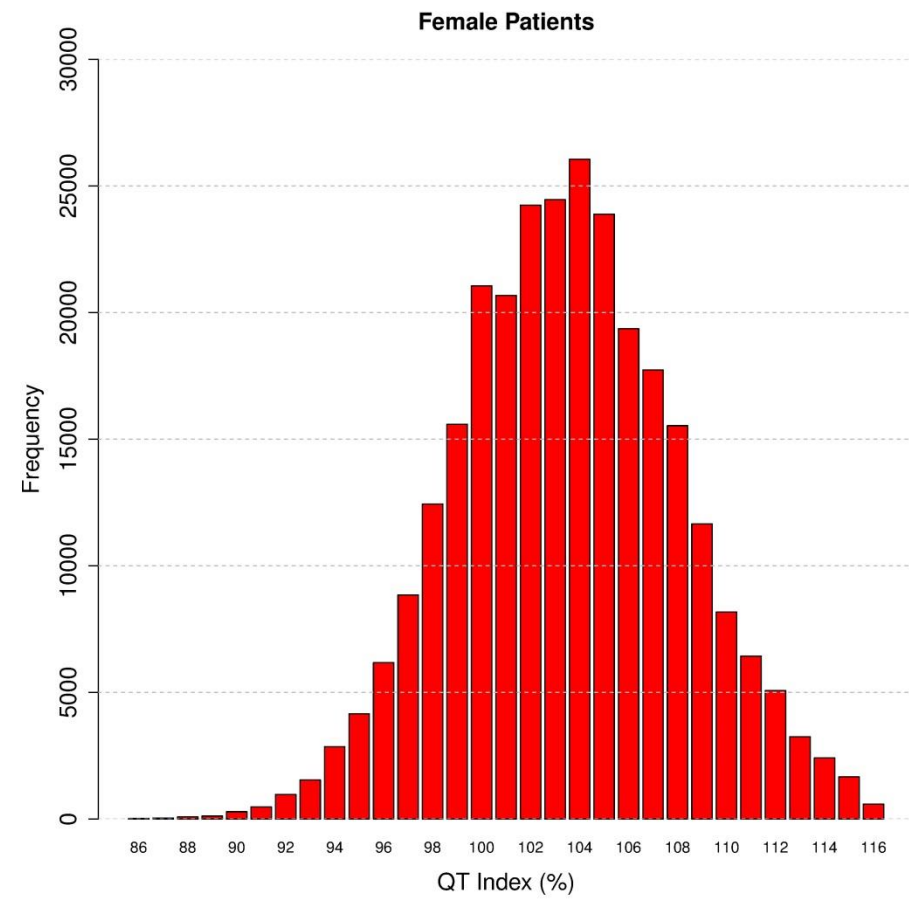
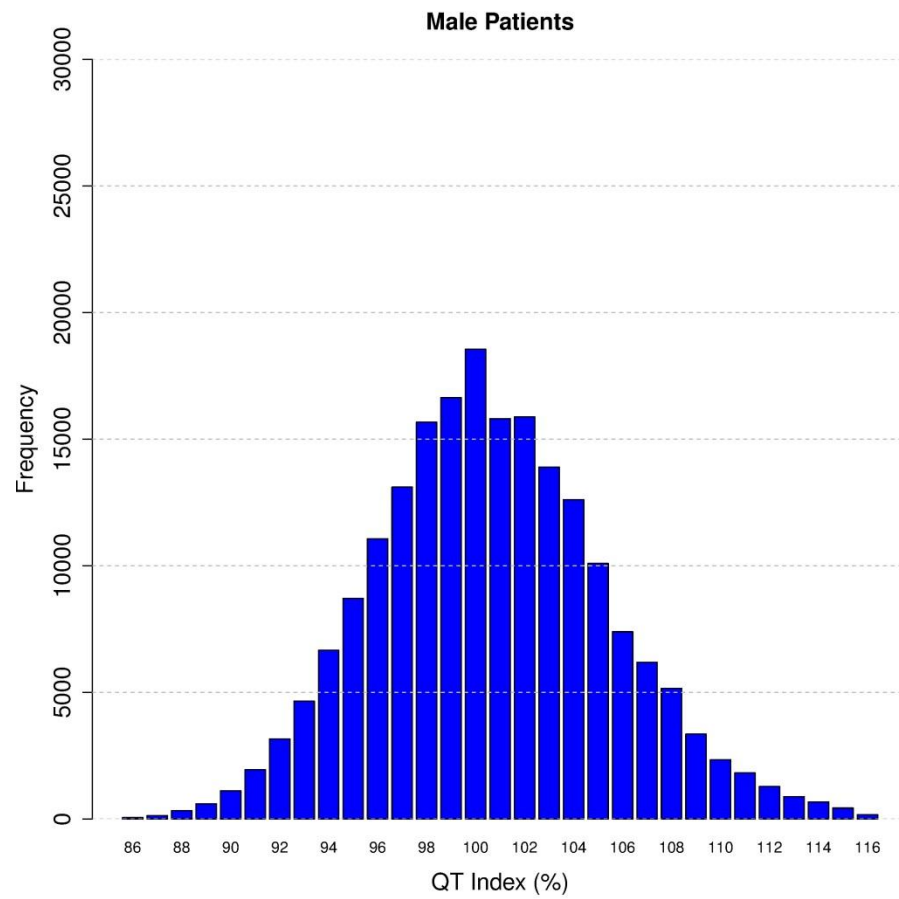
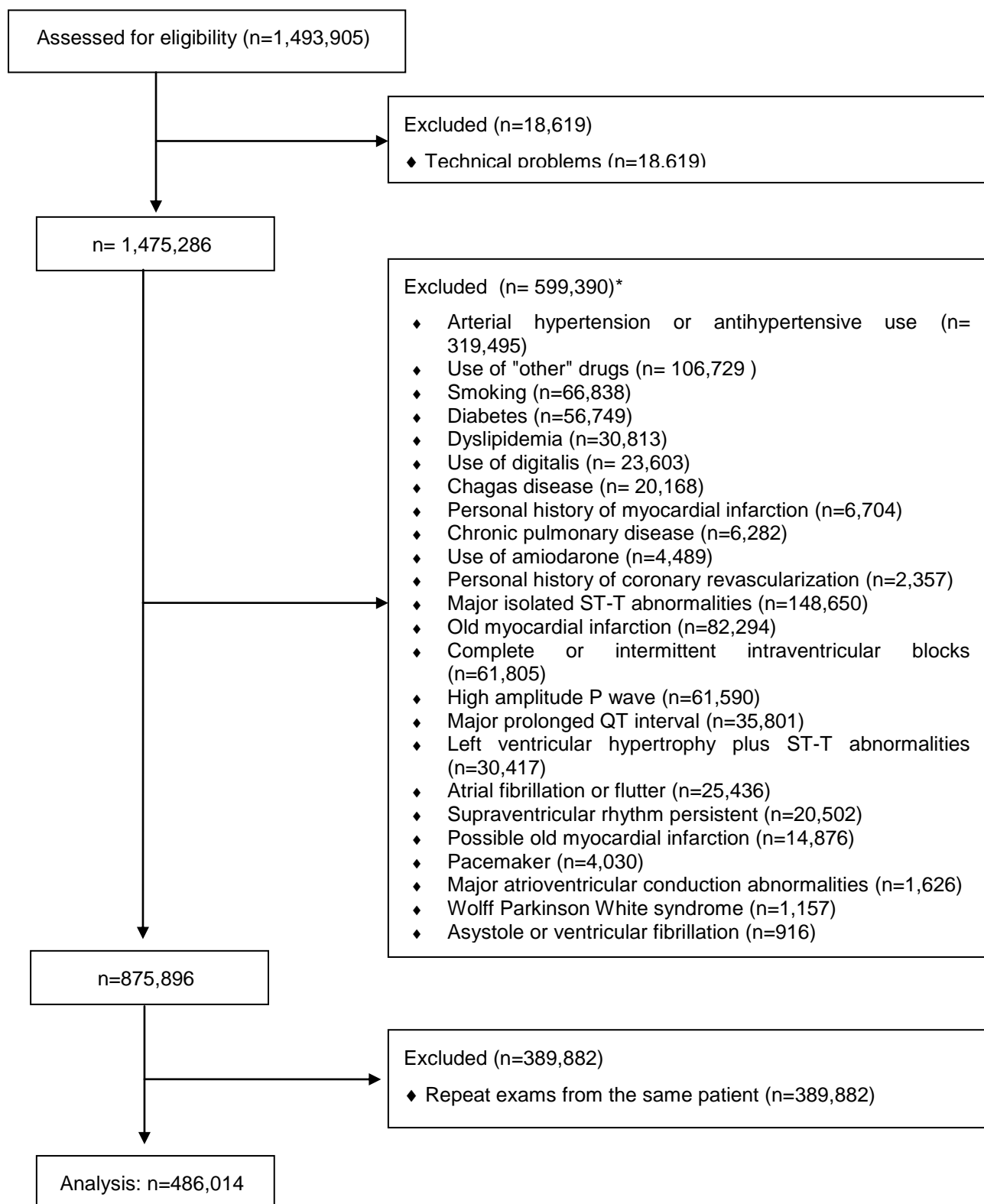


Figure 2:



\* Because each patient might fill more than one exclusion criterion, the sum of patients with comorbidities, on drug therapy or with ECG abnormalities, is greater than the number of ECGs that were excluded in the second step.



Figure 3 :

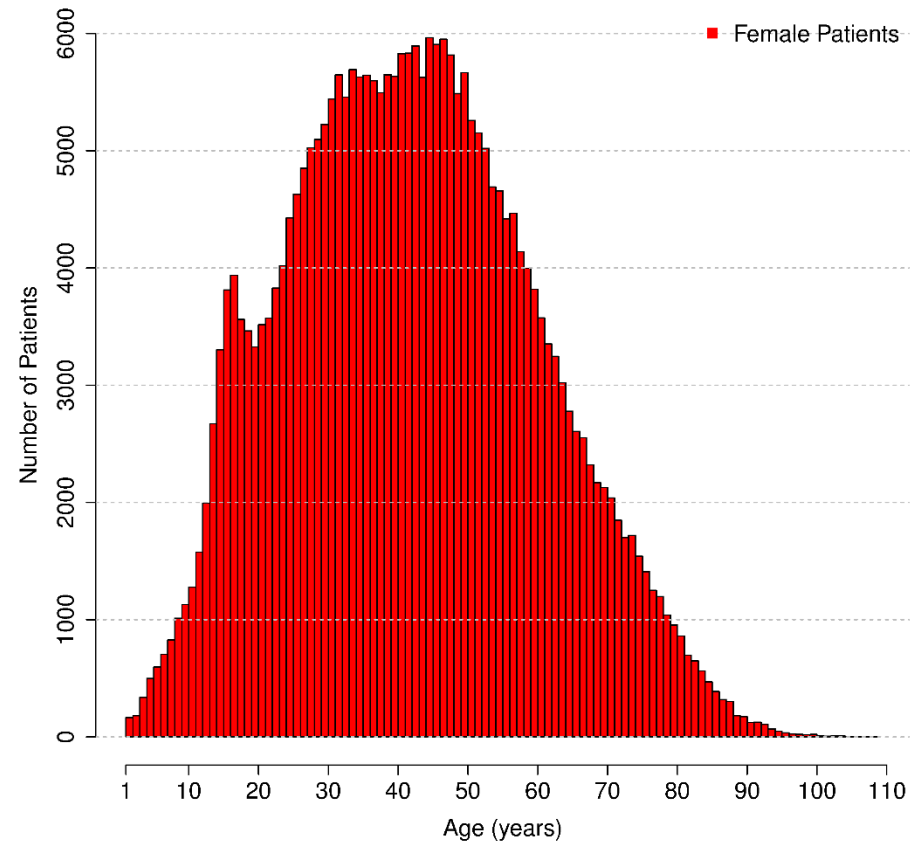
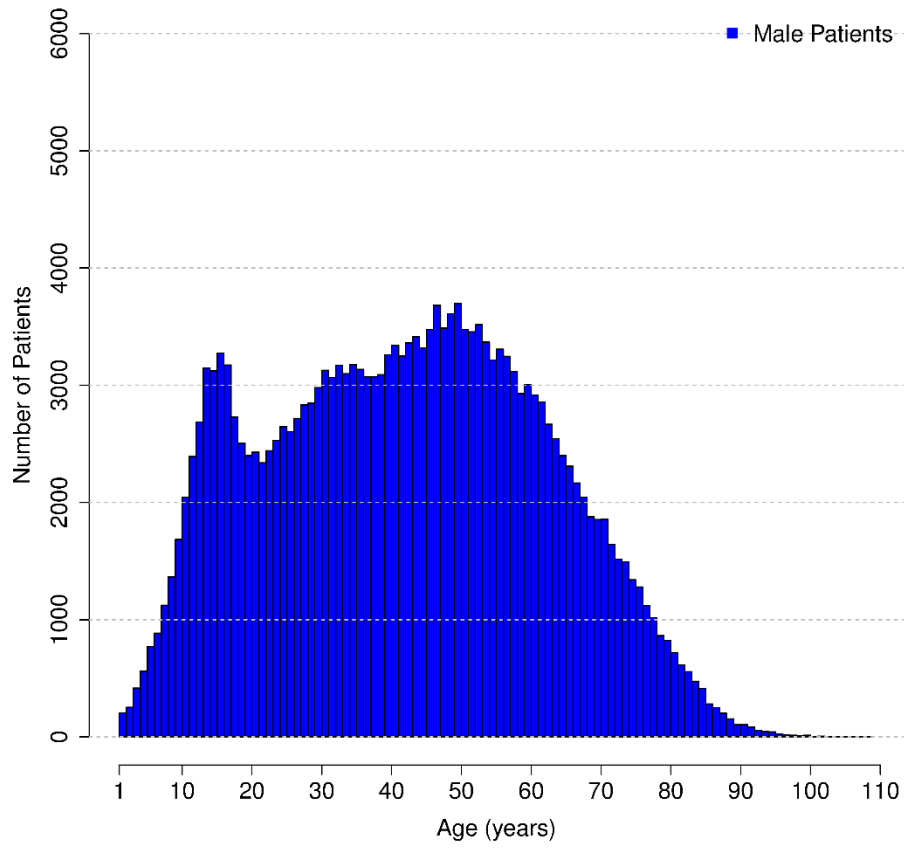


Figure 4:

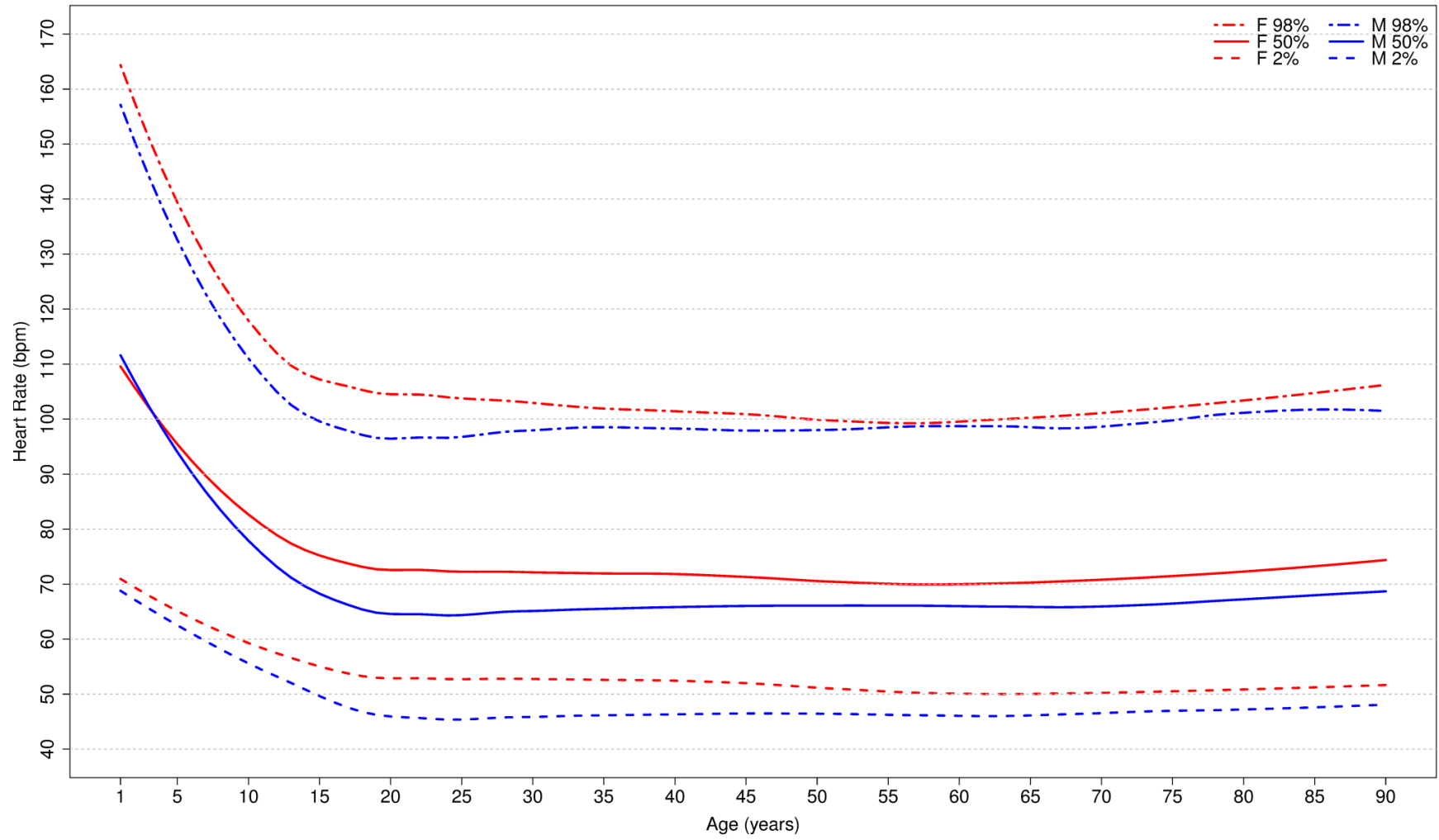


Figure 5:

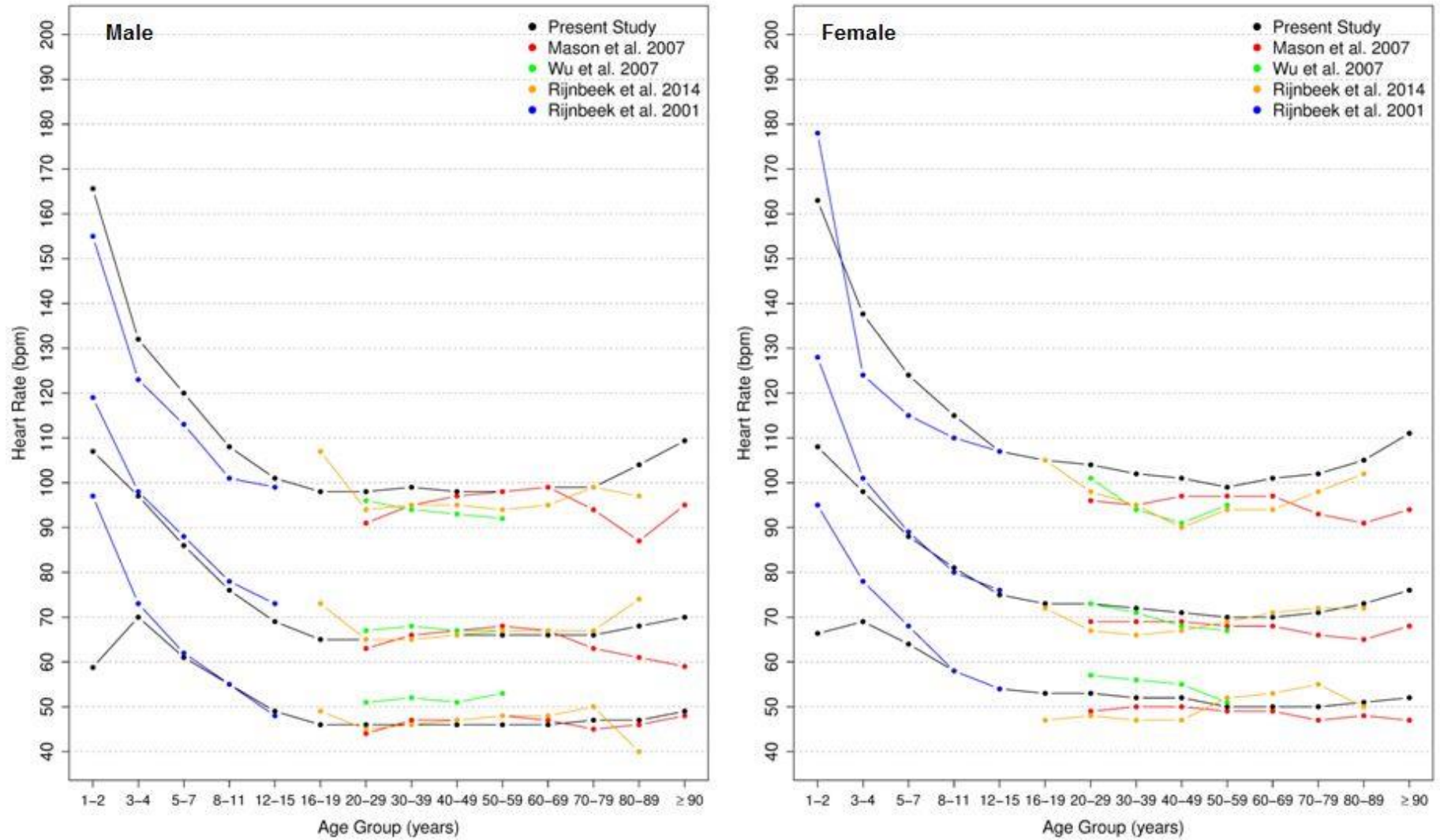


Figure 6:

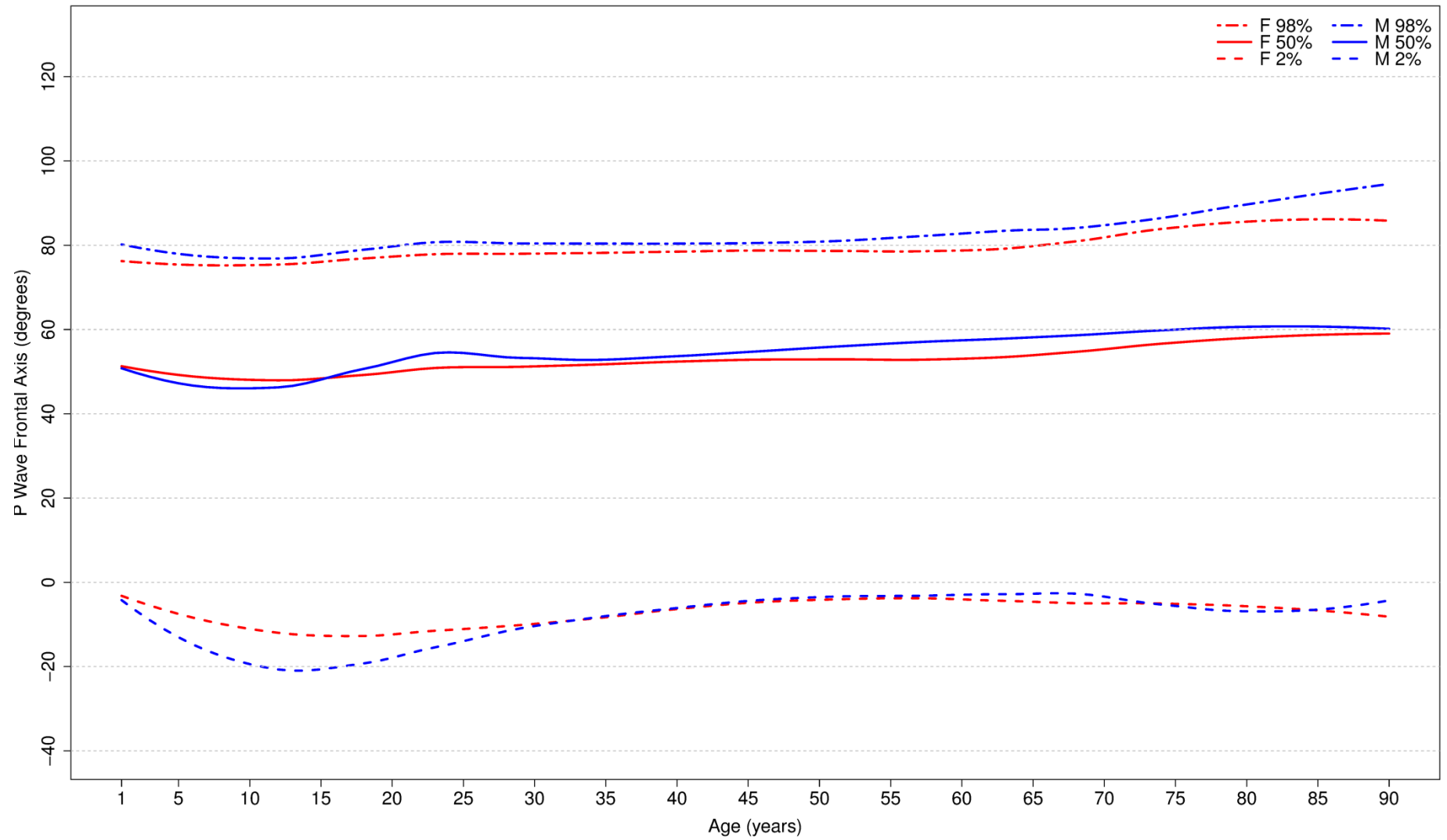


Figure 7 :

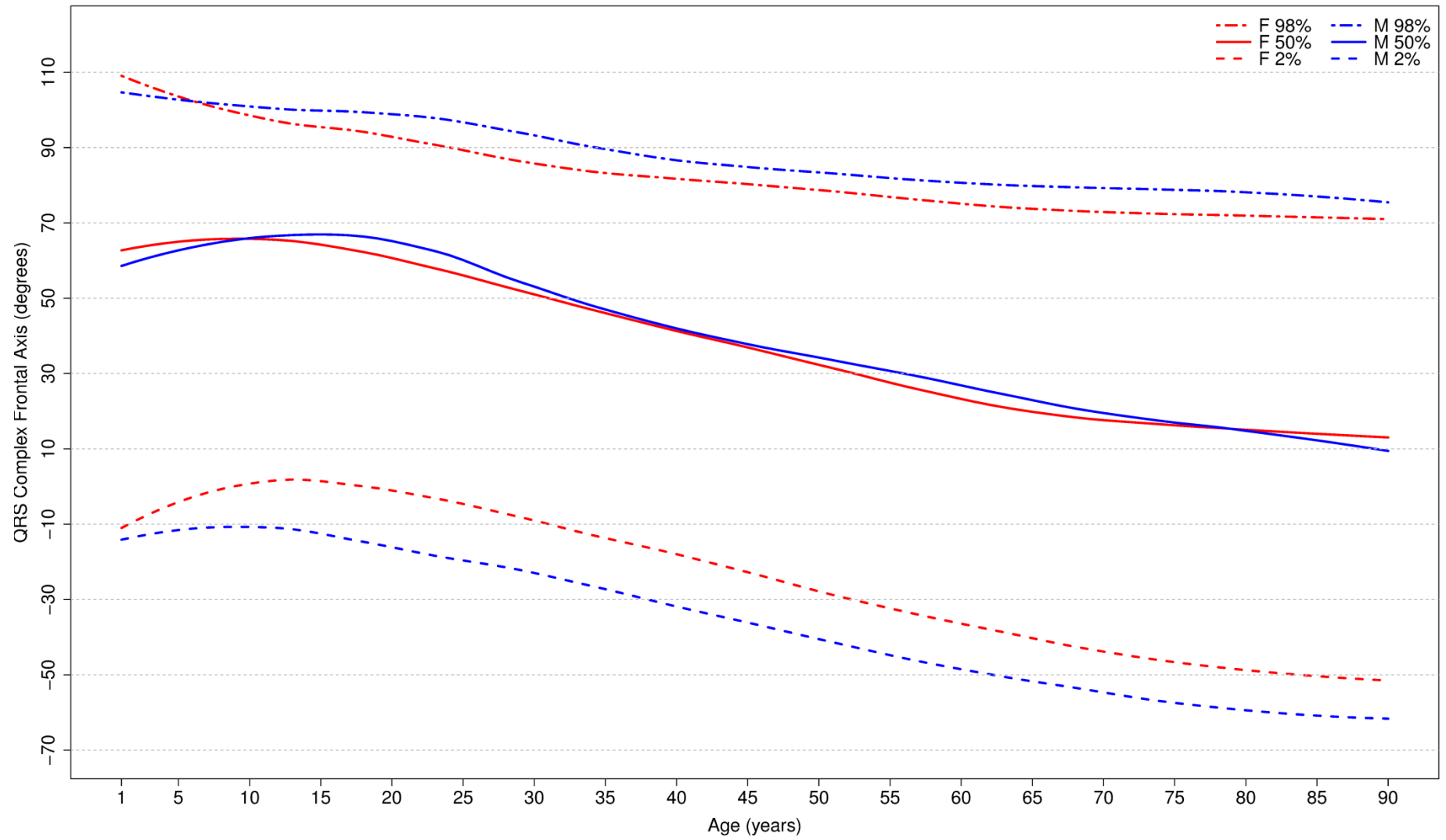


Figure 8:

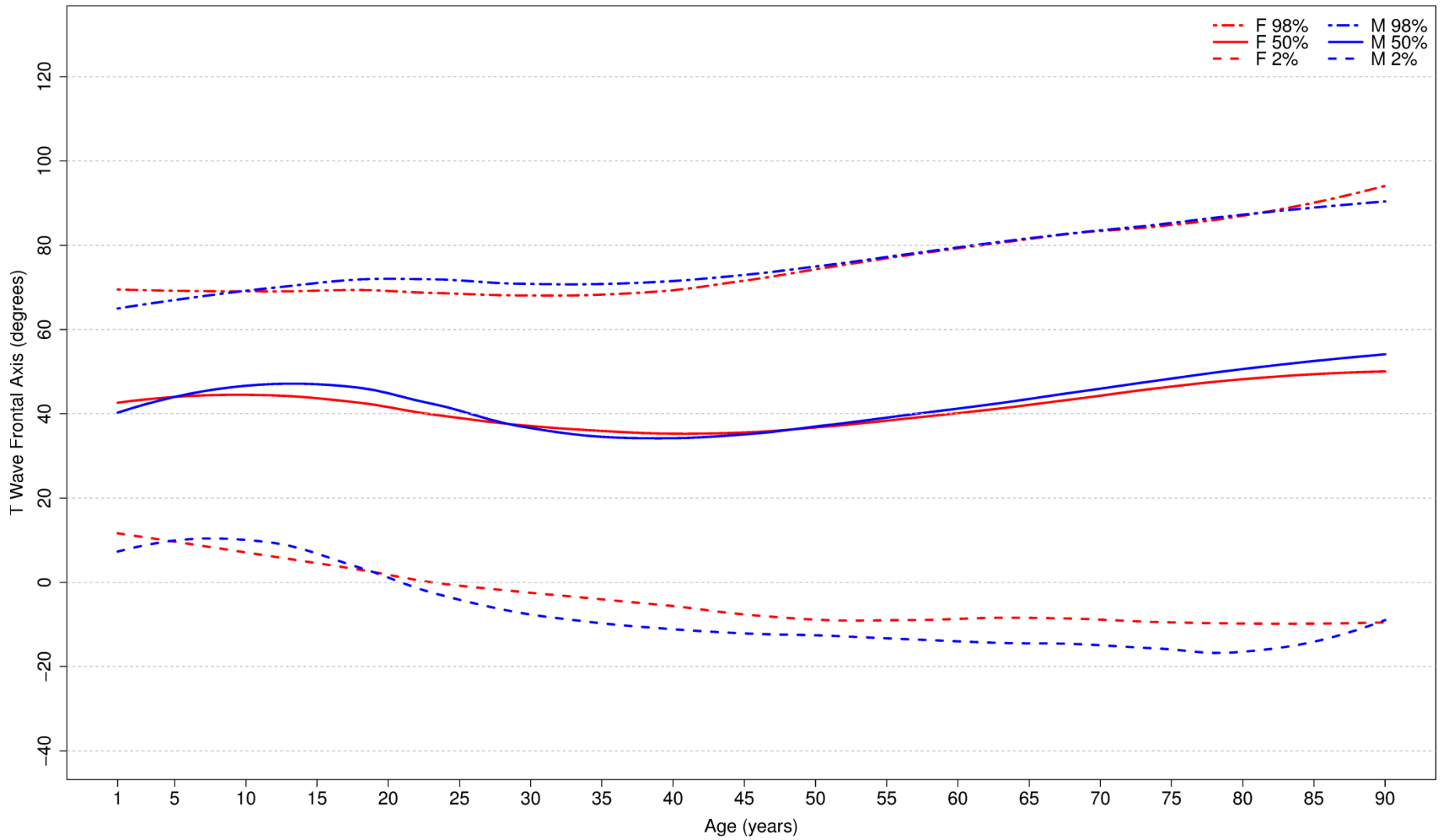


Figure 9:

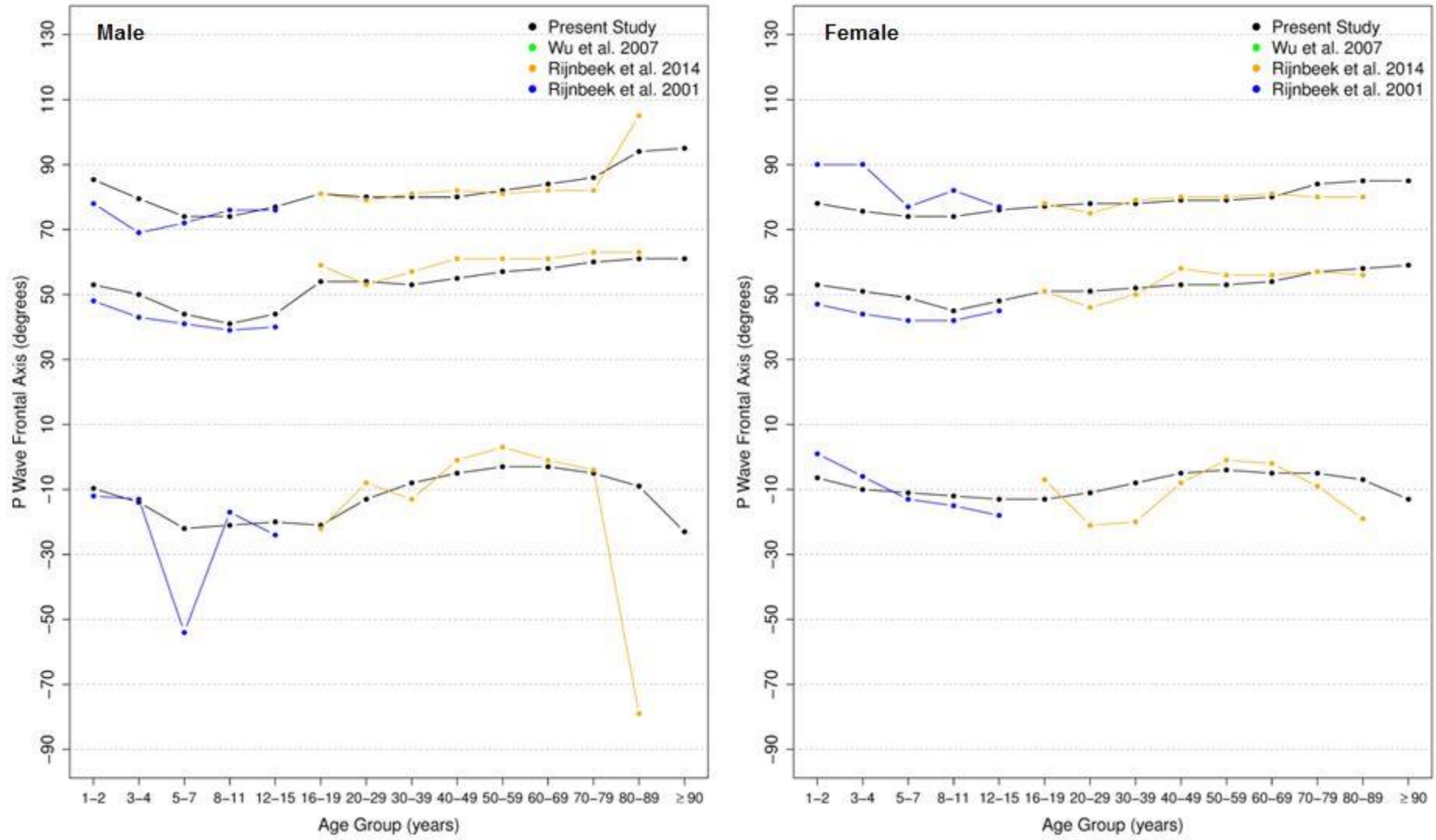


Figure 10:

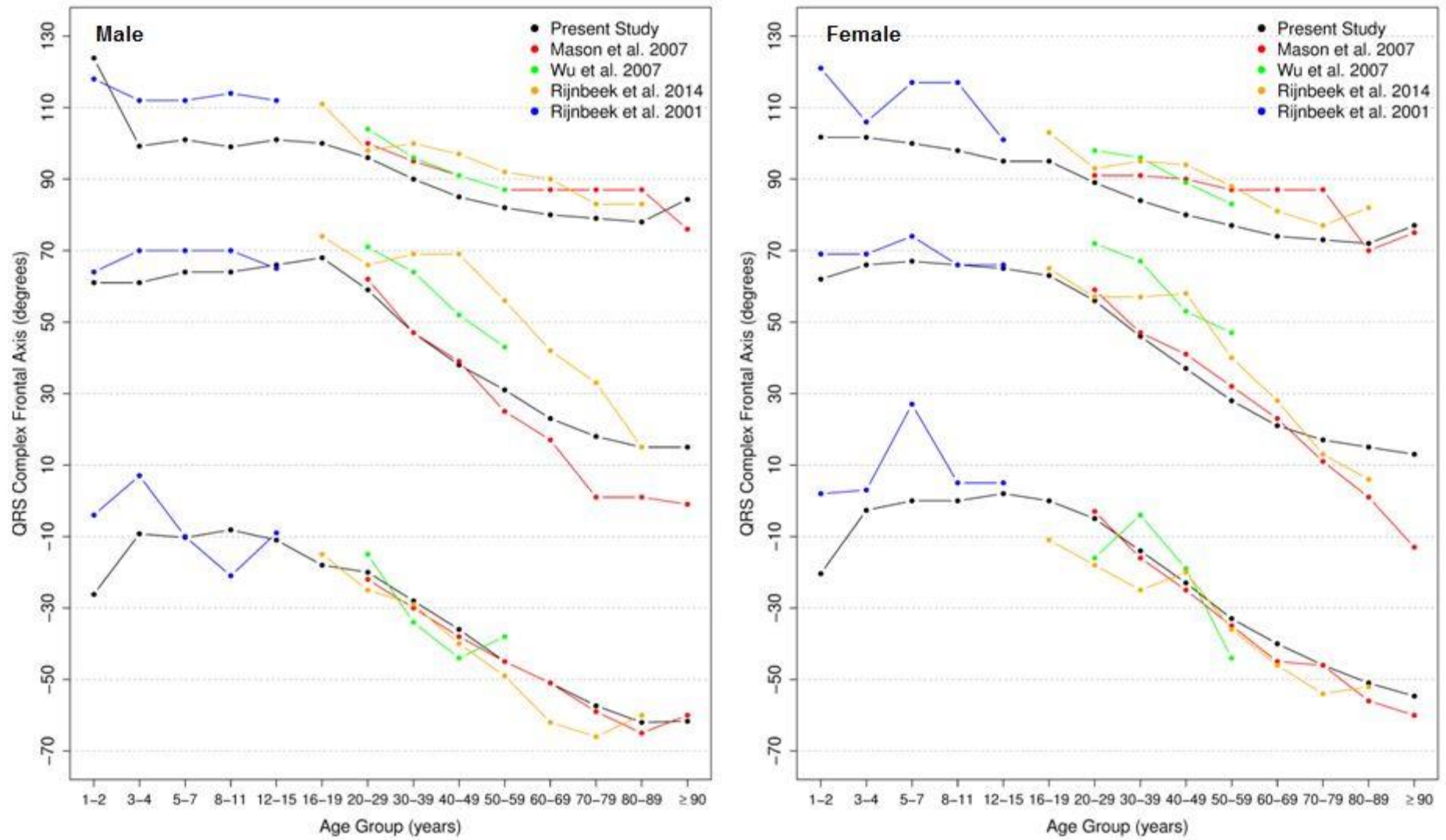




Figure 11:

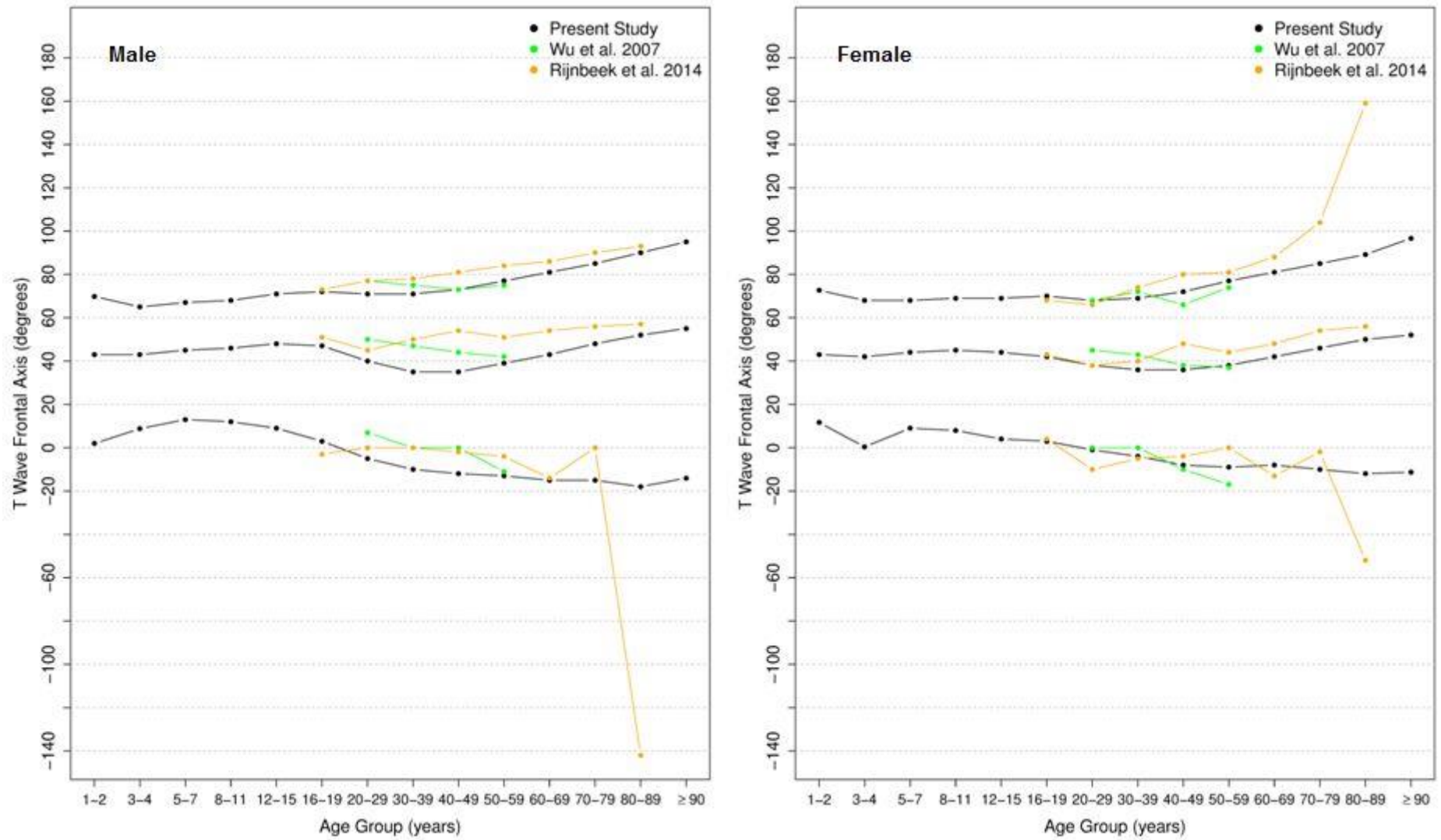


Figure 12:

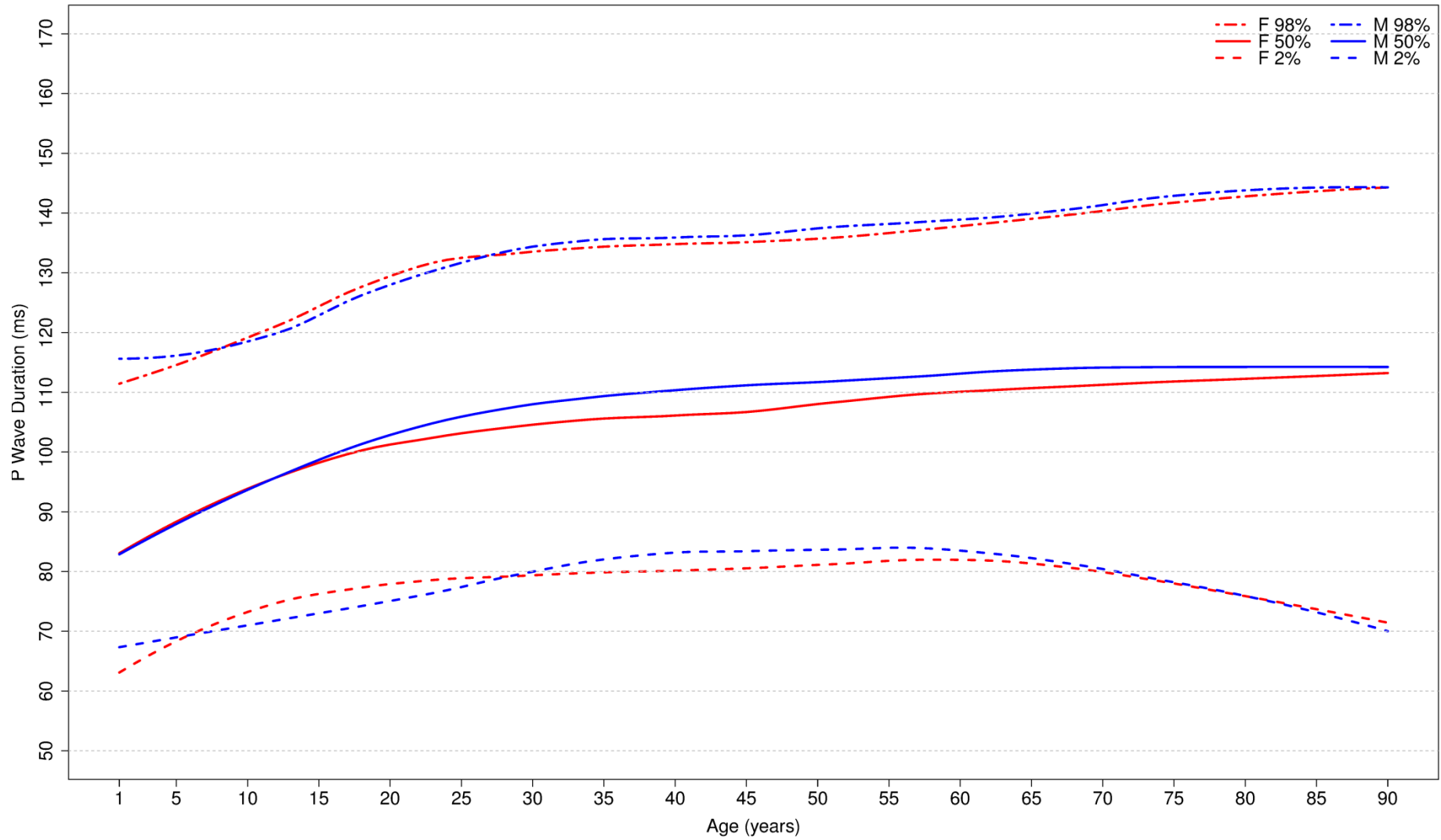


Figure 13:

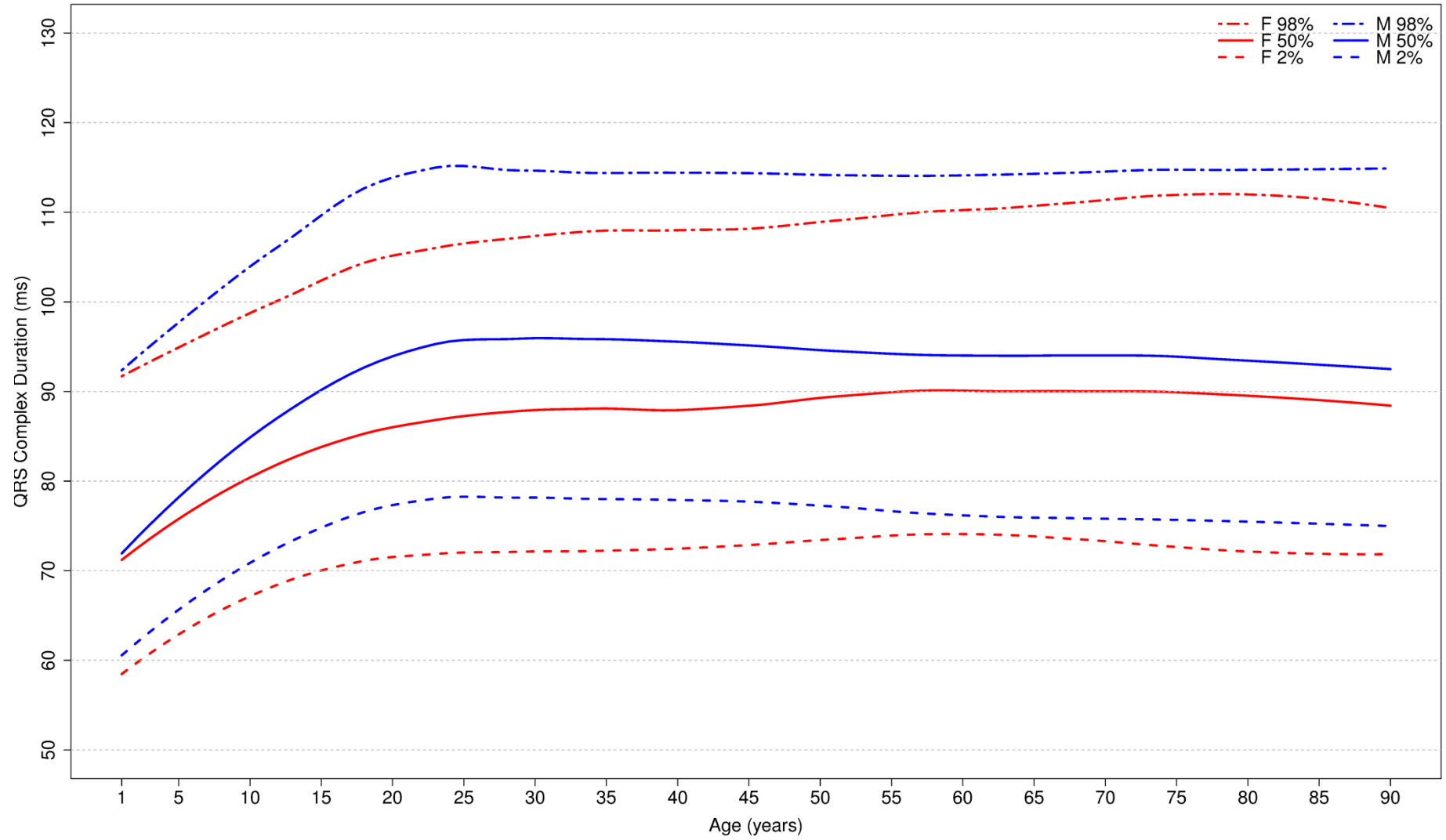


Figure 14:

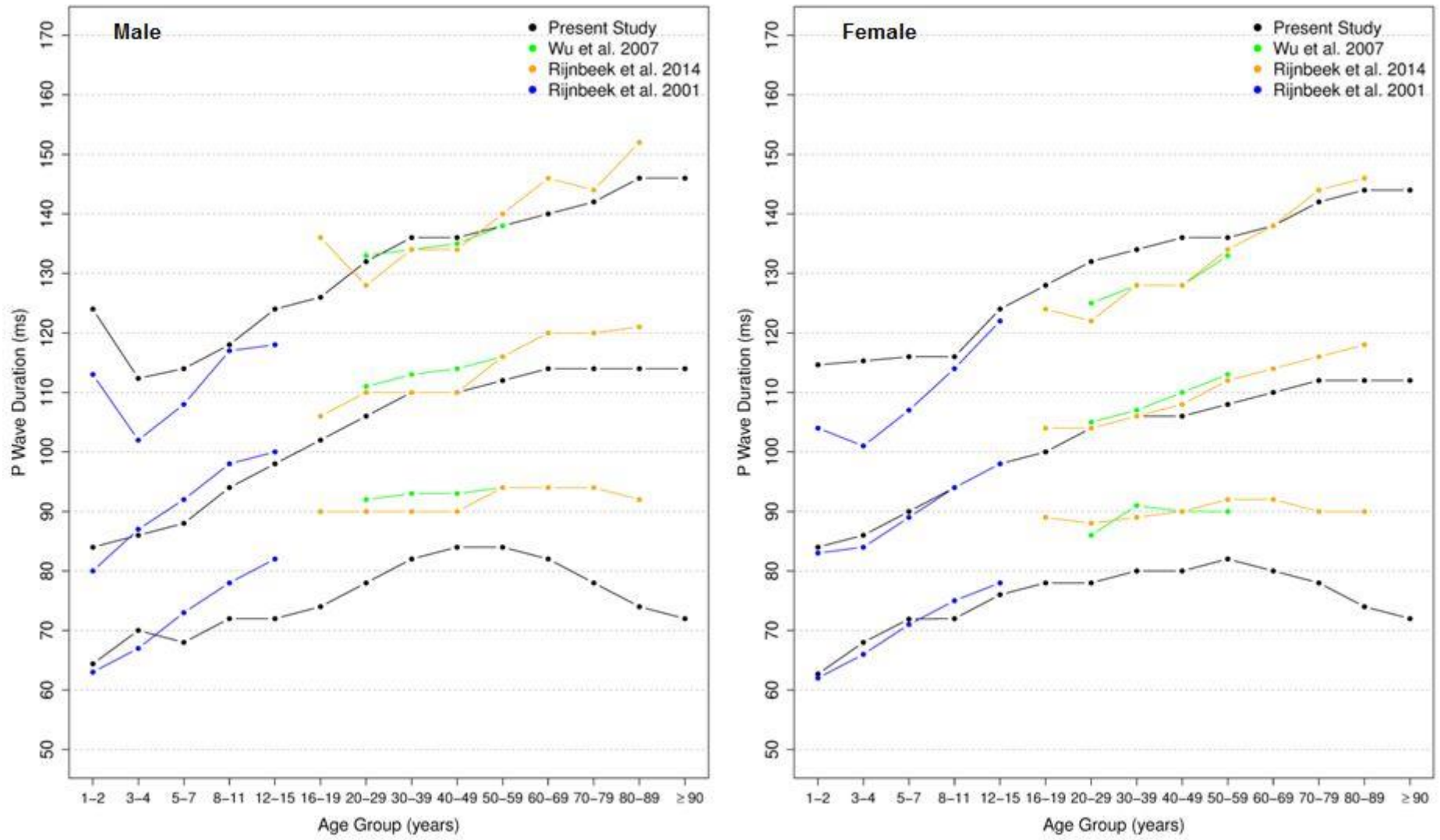


Figure 15:

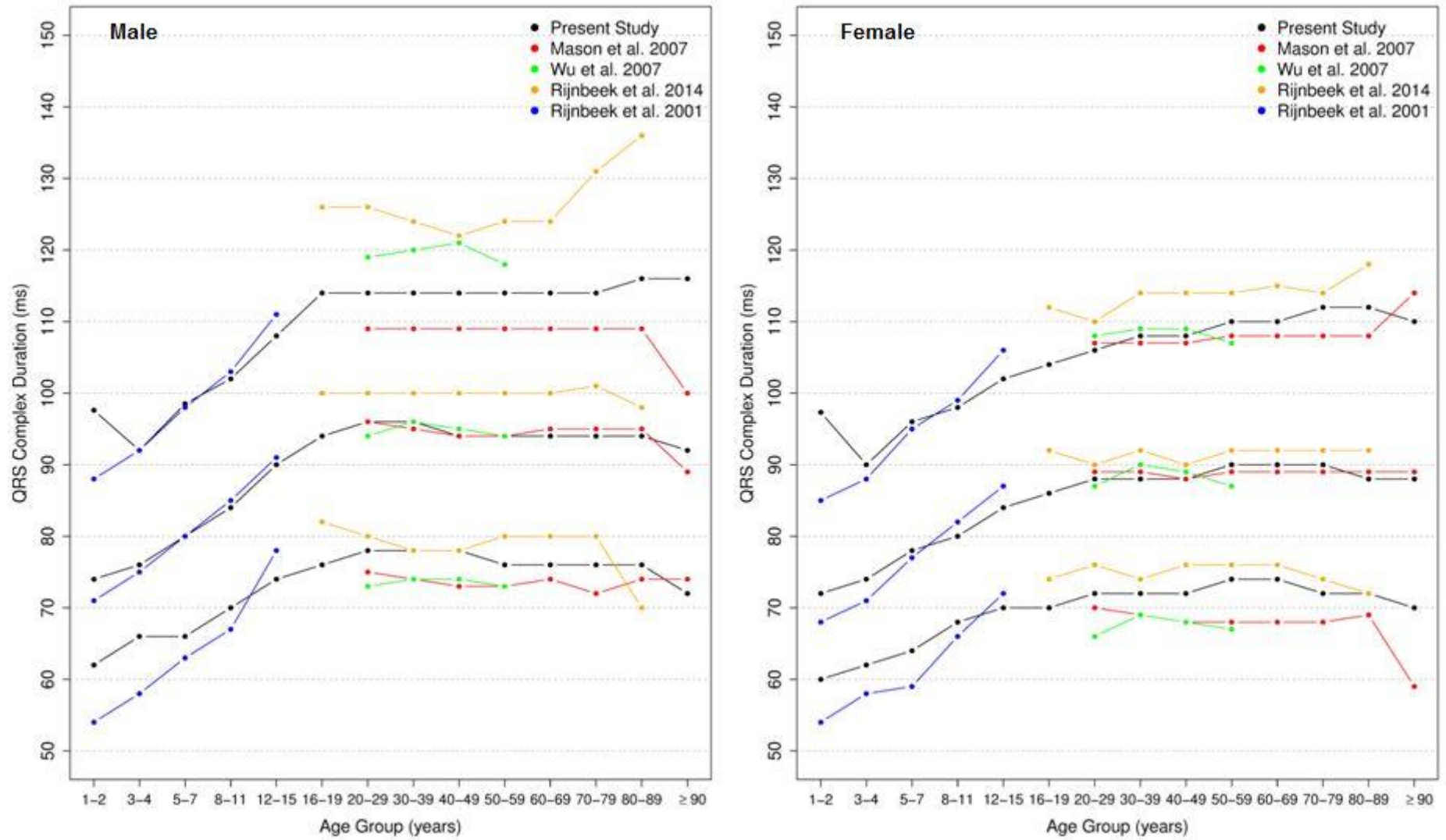


Figure 16:

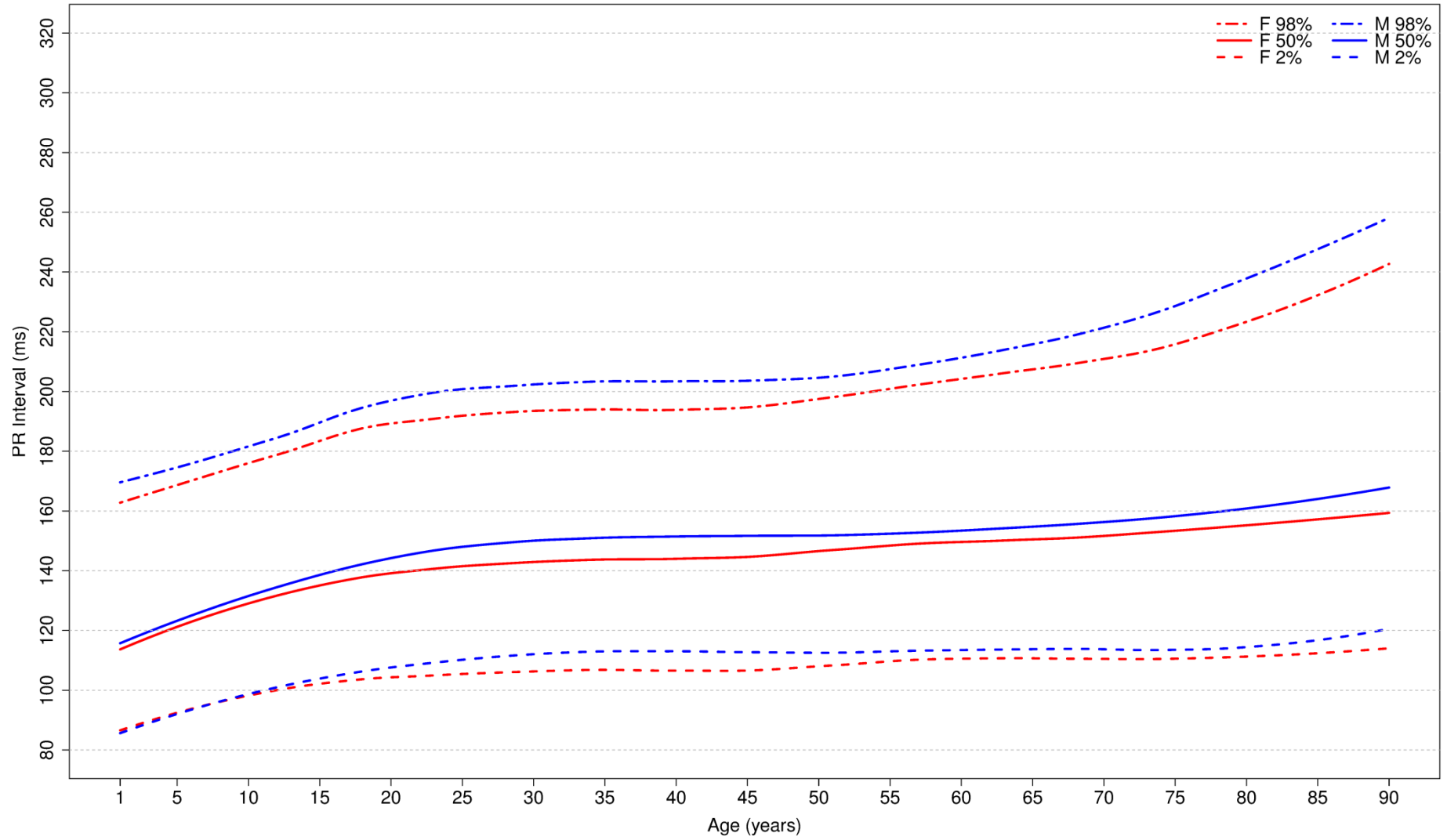


Figure 17:

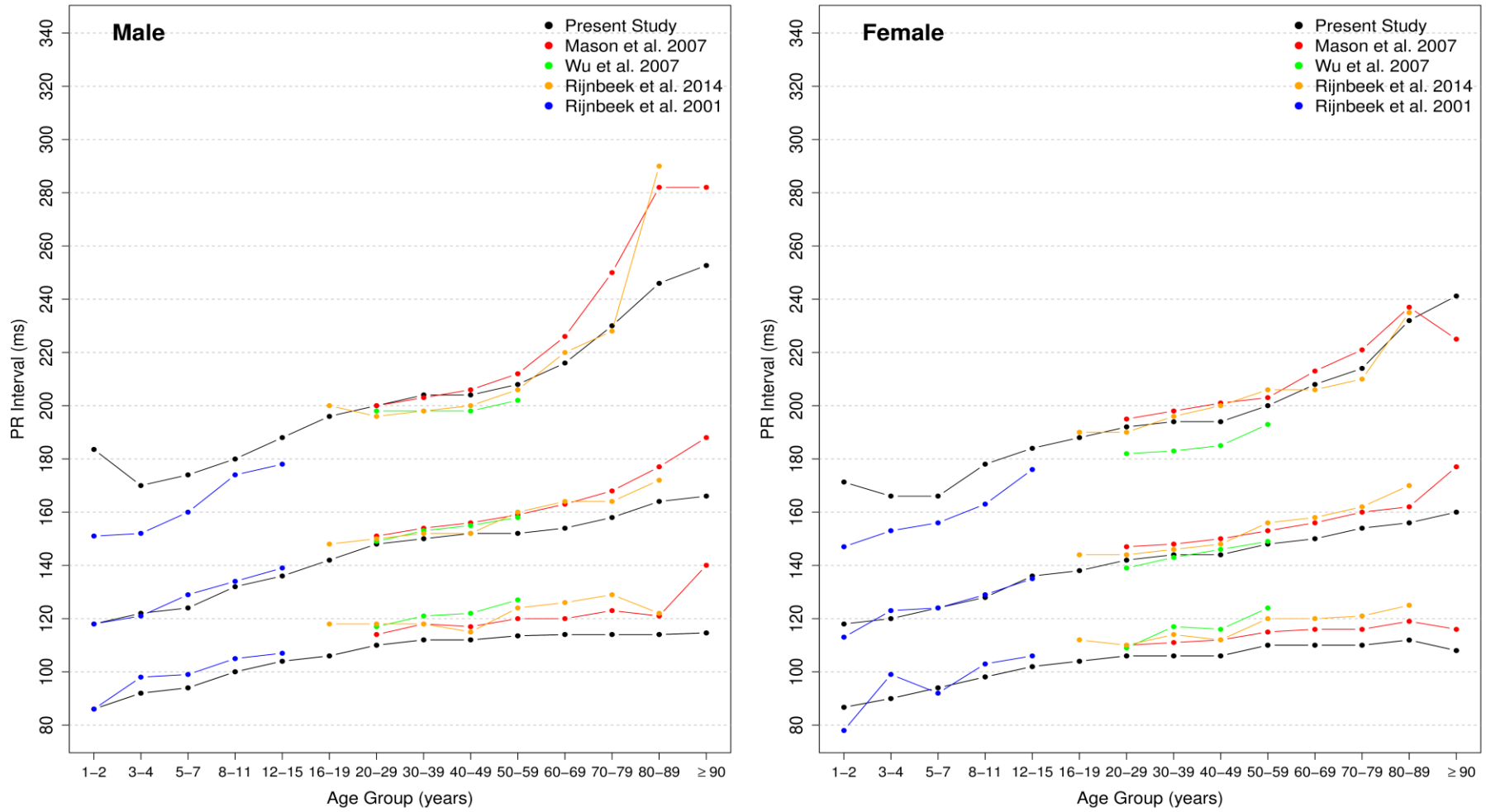


Figure 18:

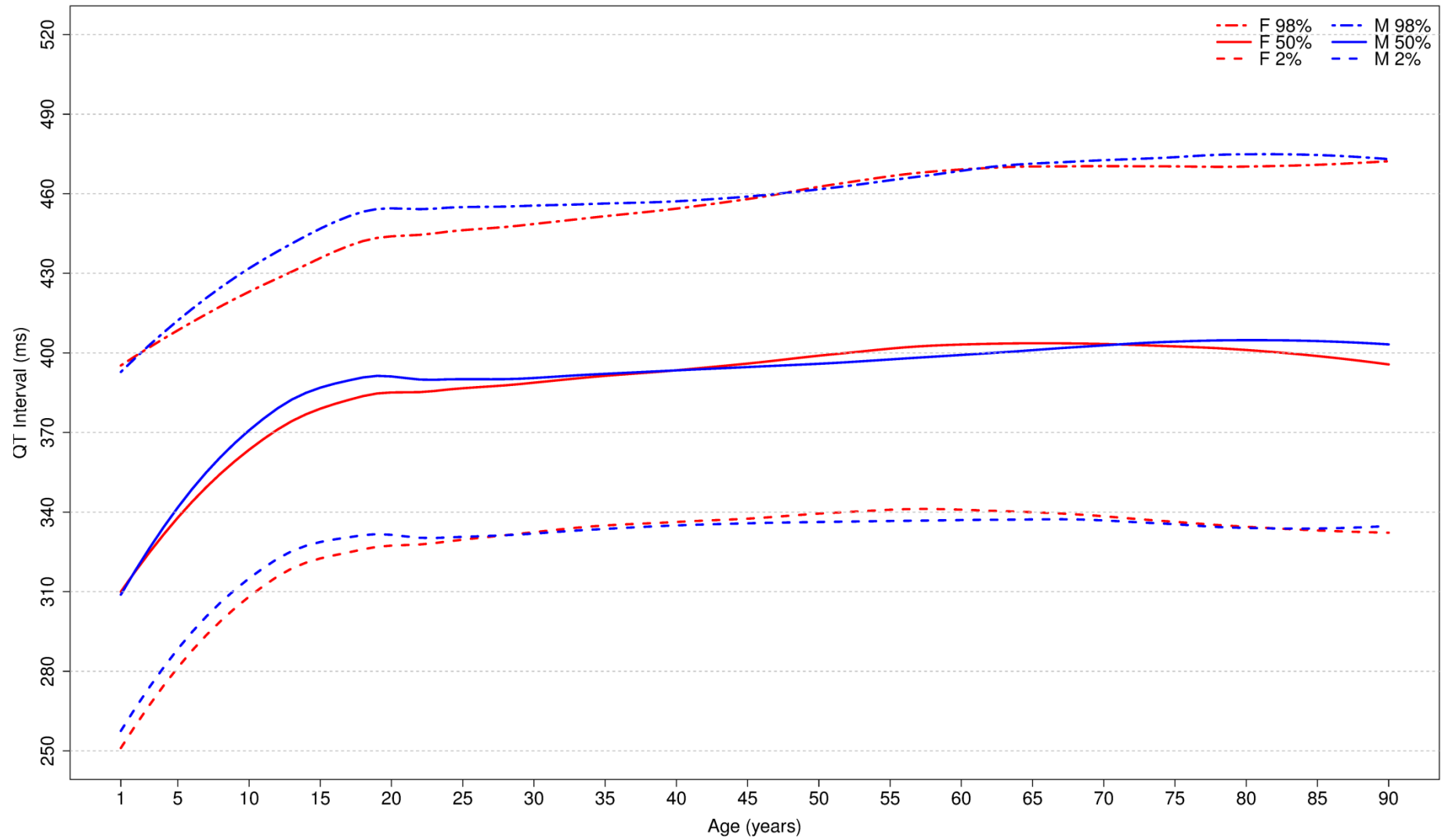




Figure 19:

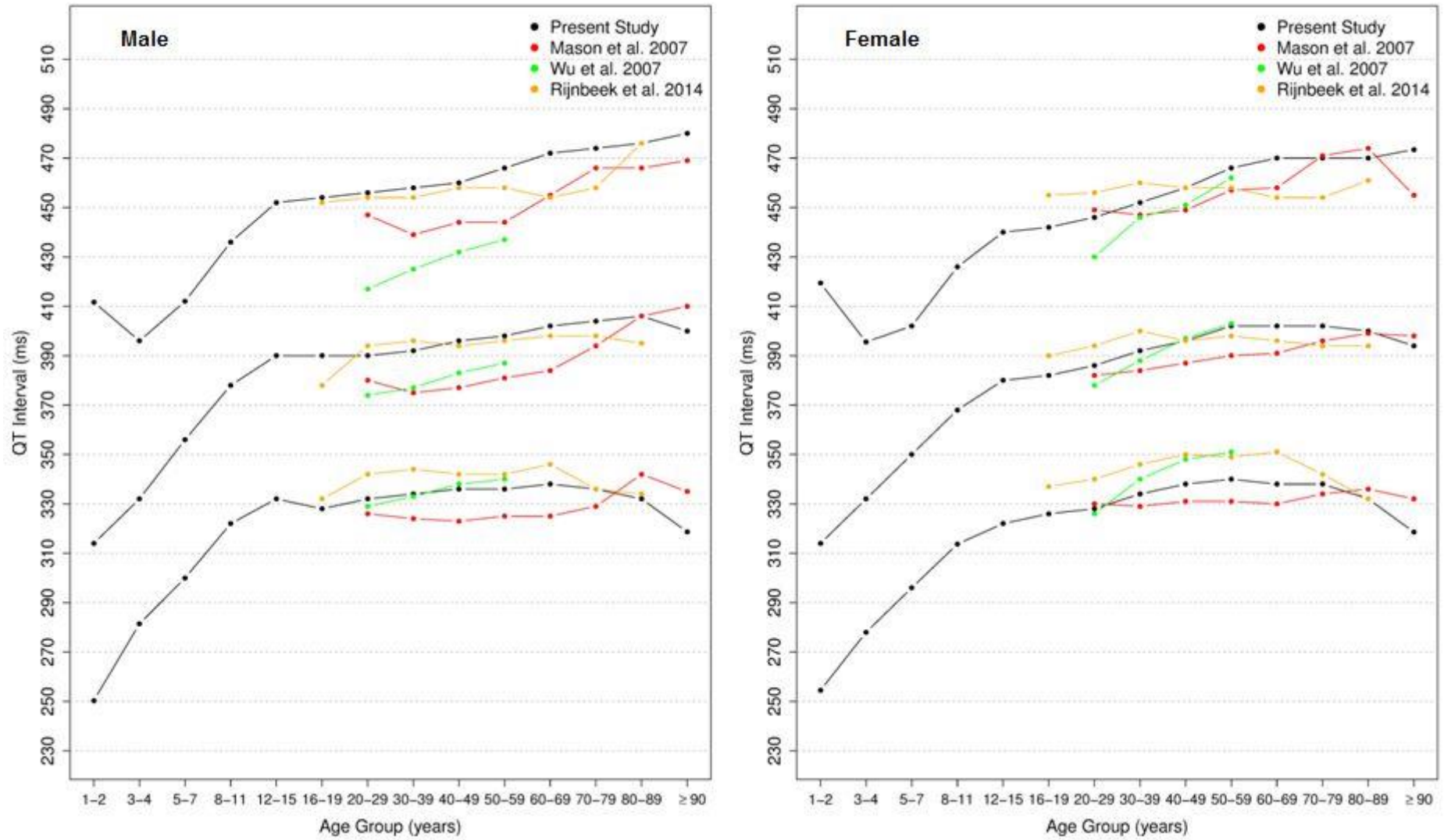


Figure 20:

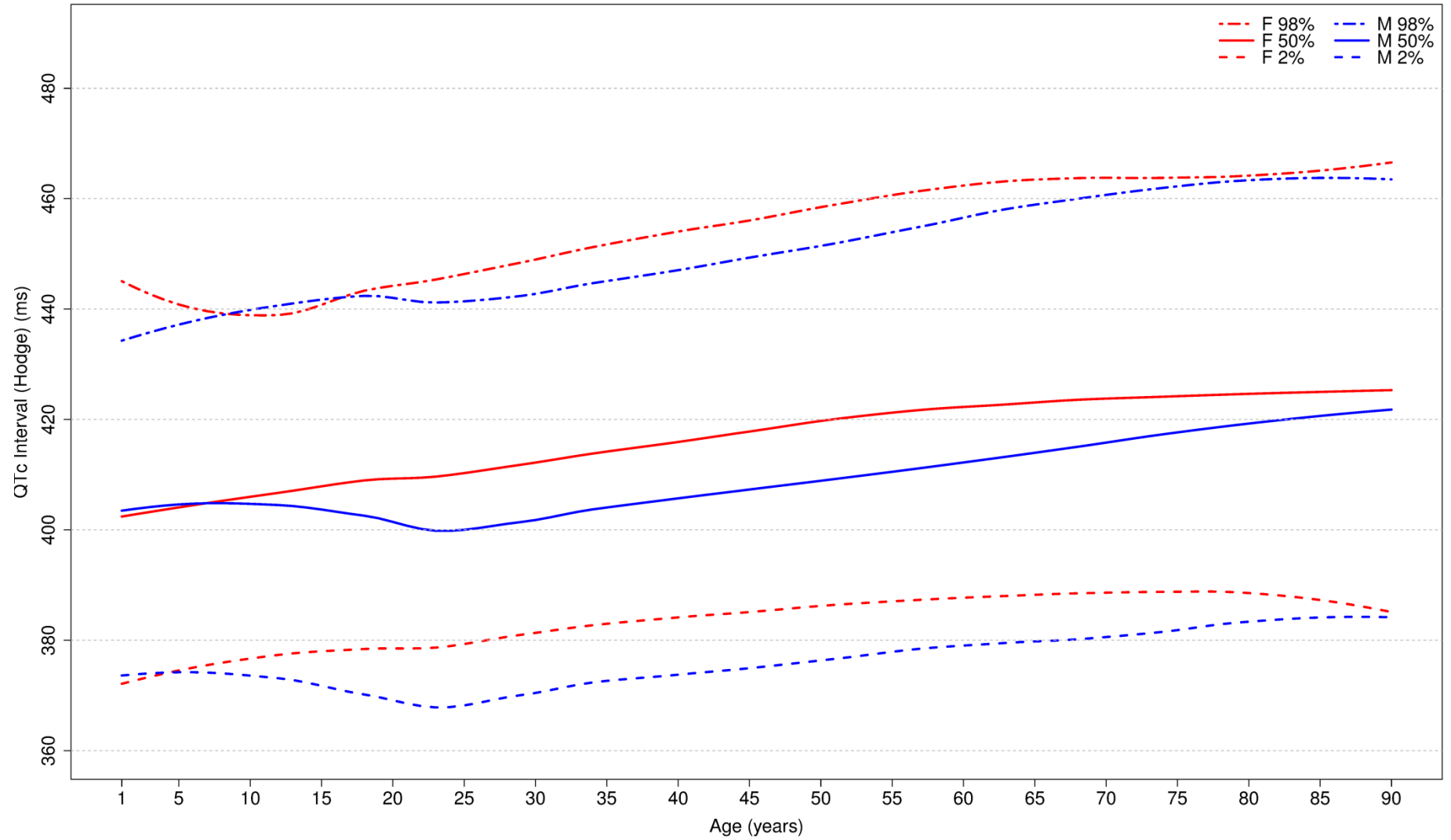


Figure 21:

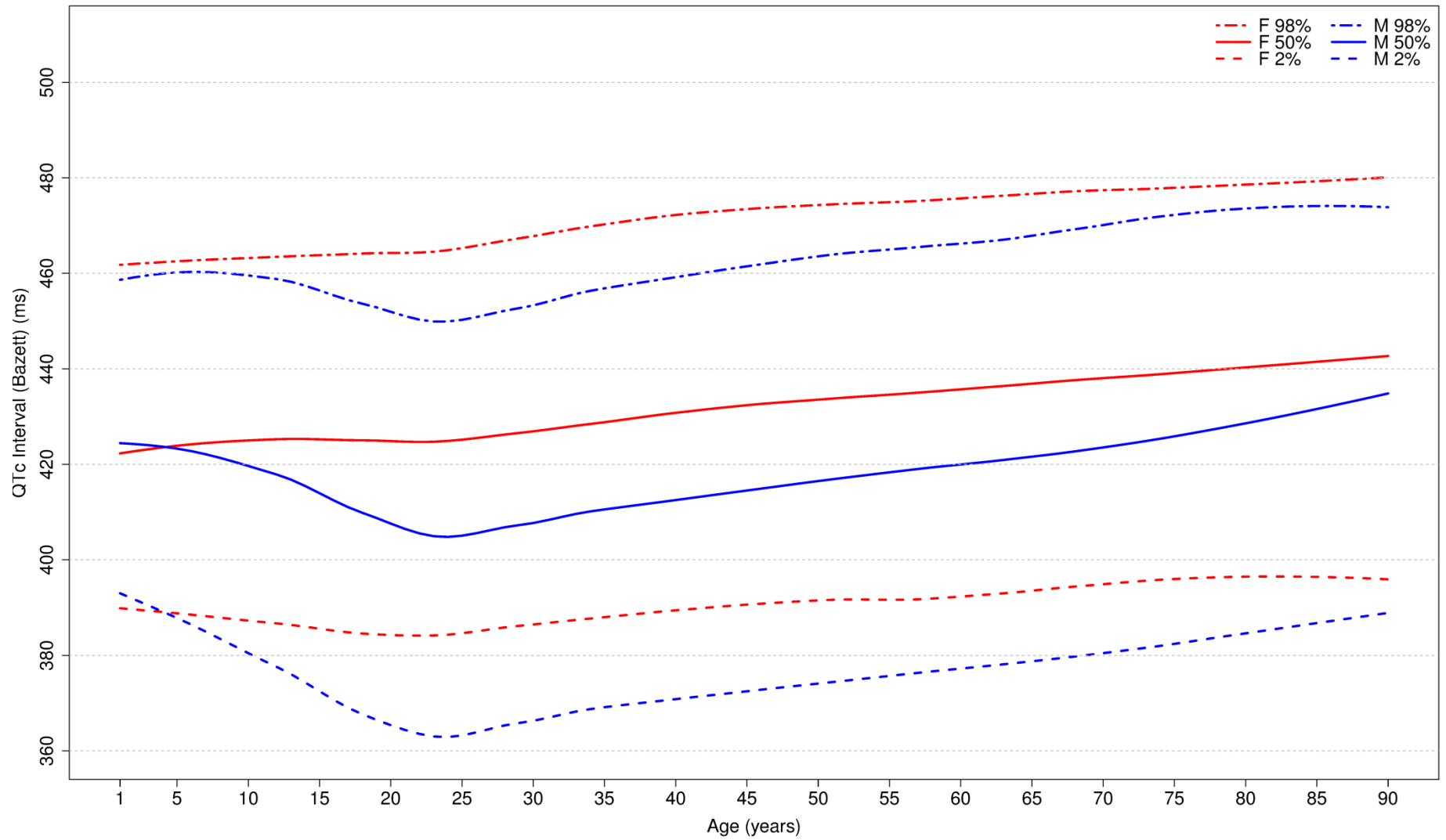


Figure 22:

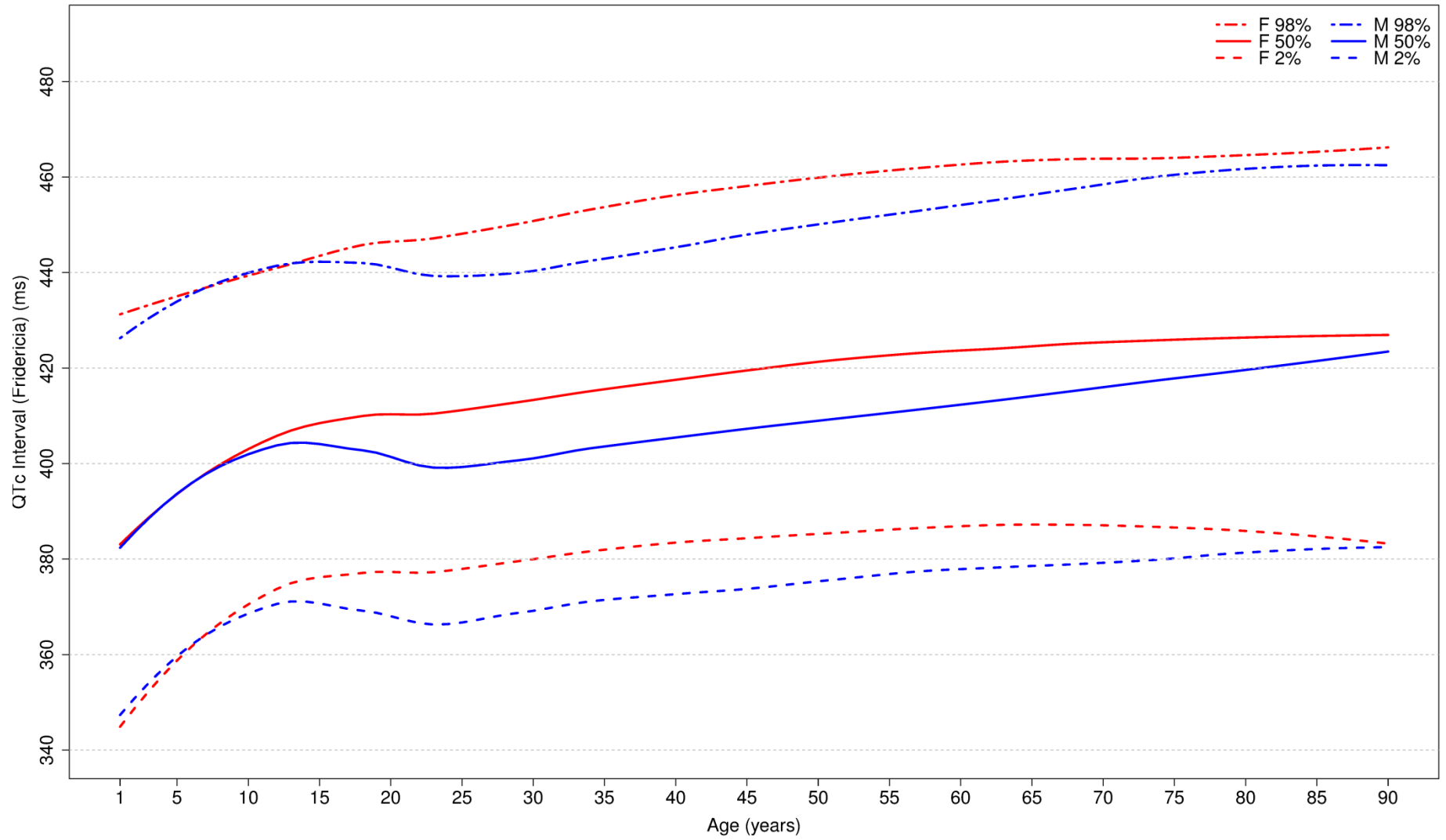


Figure 23:

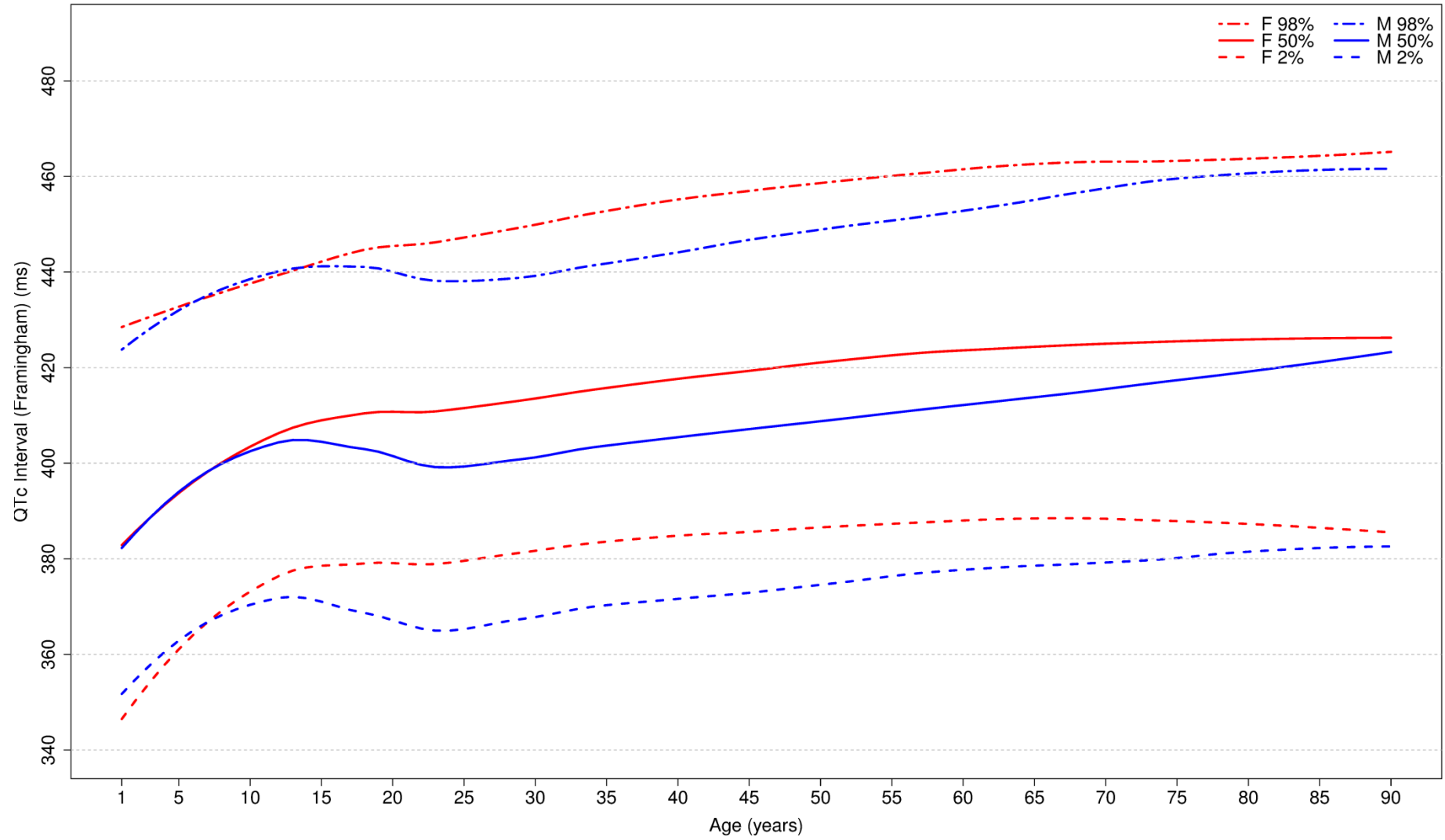


Figure 24:

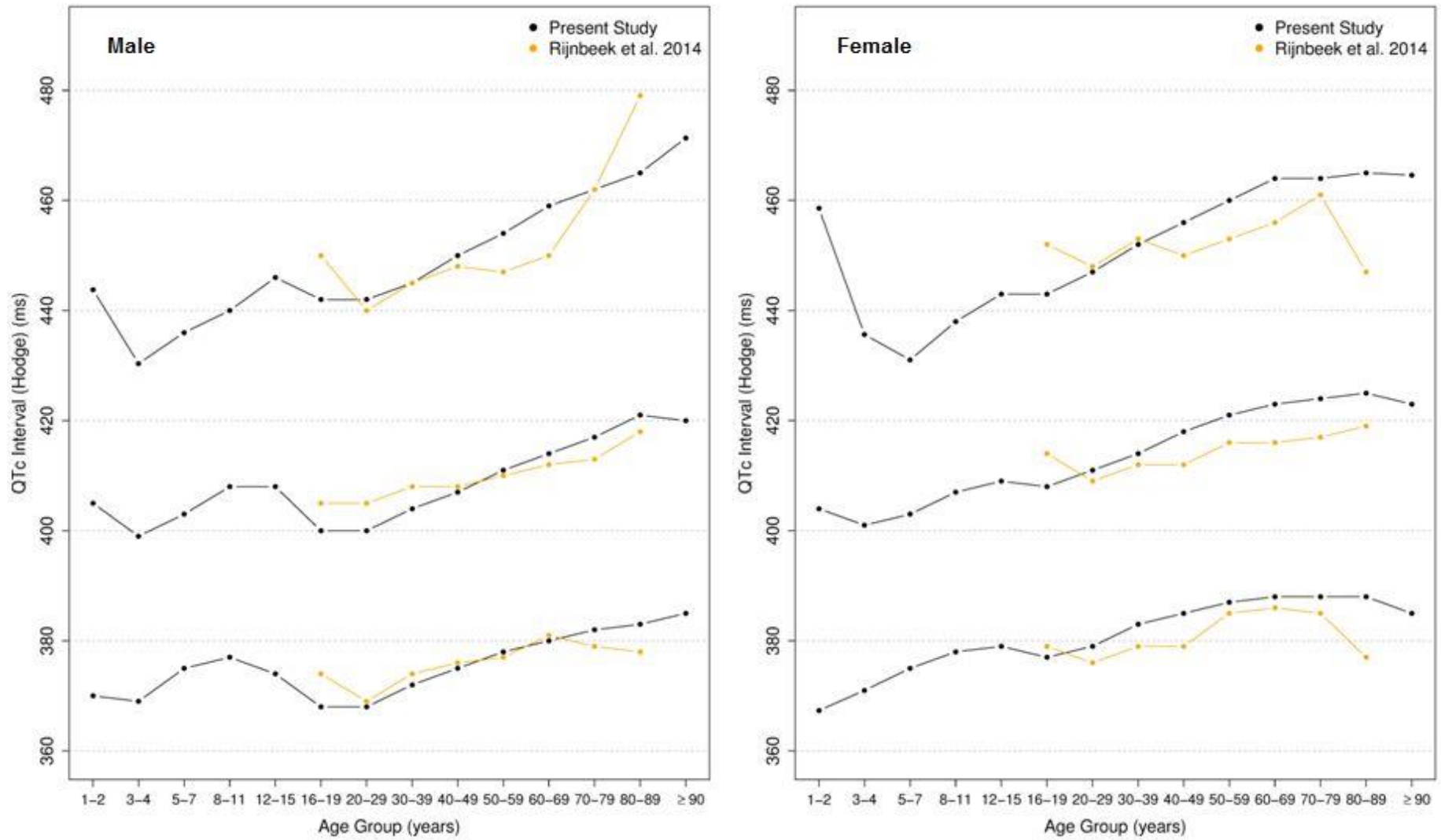




Figure 26:

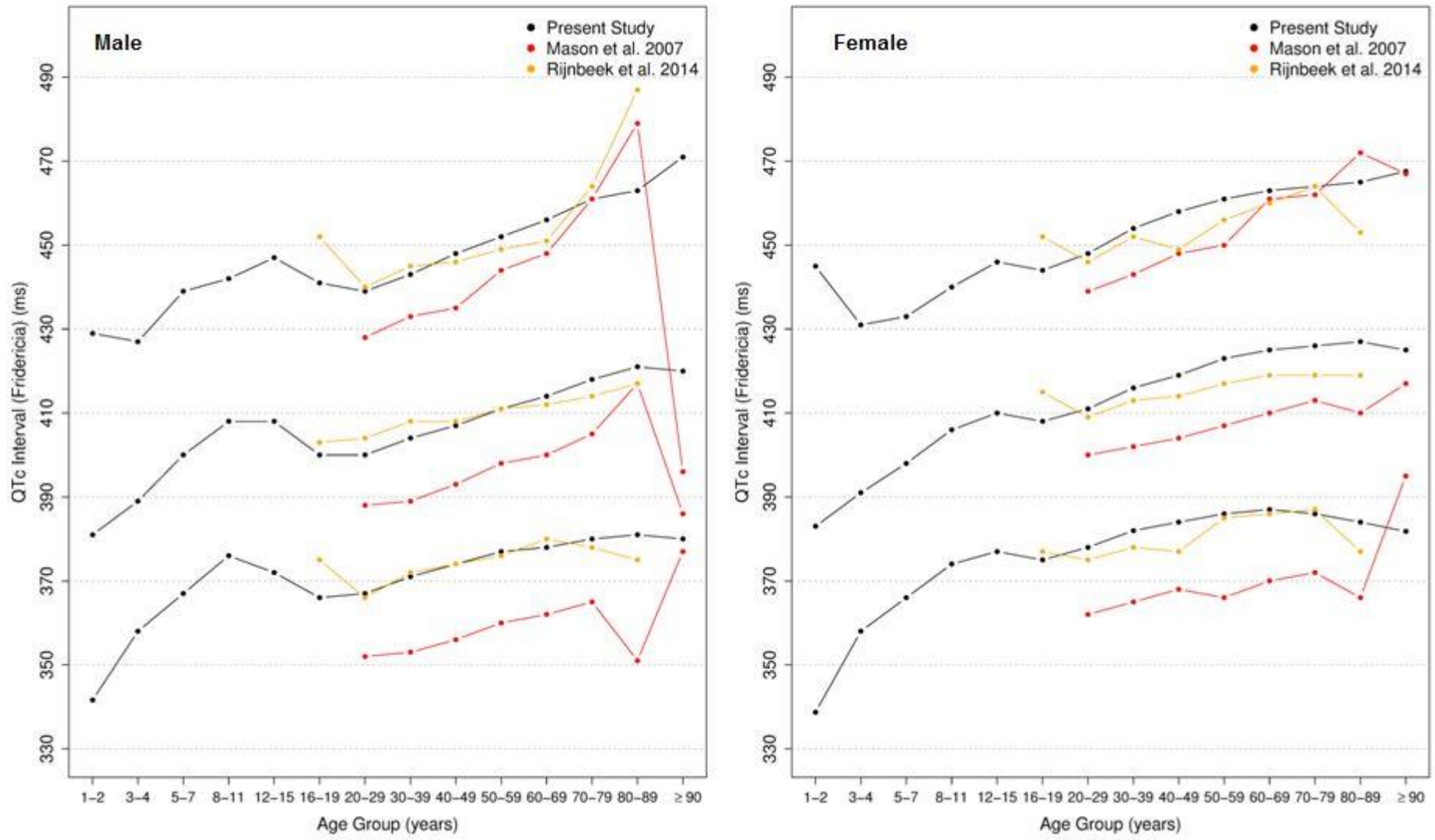
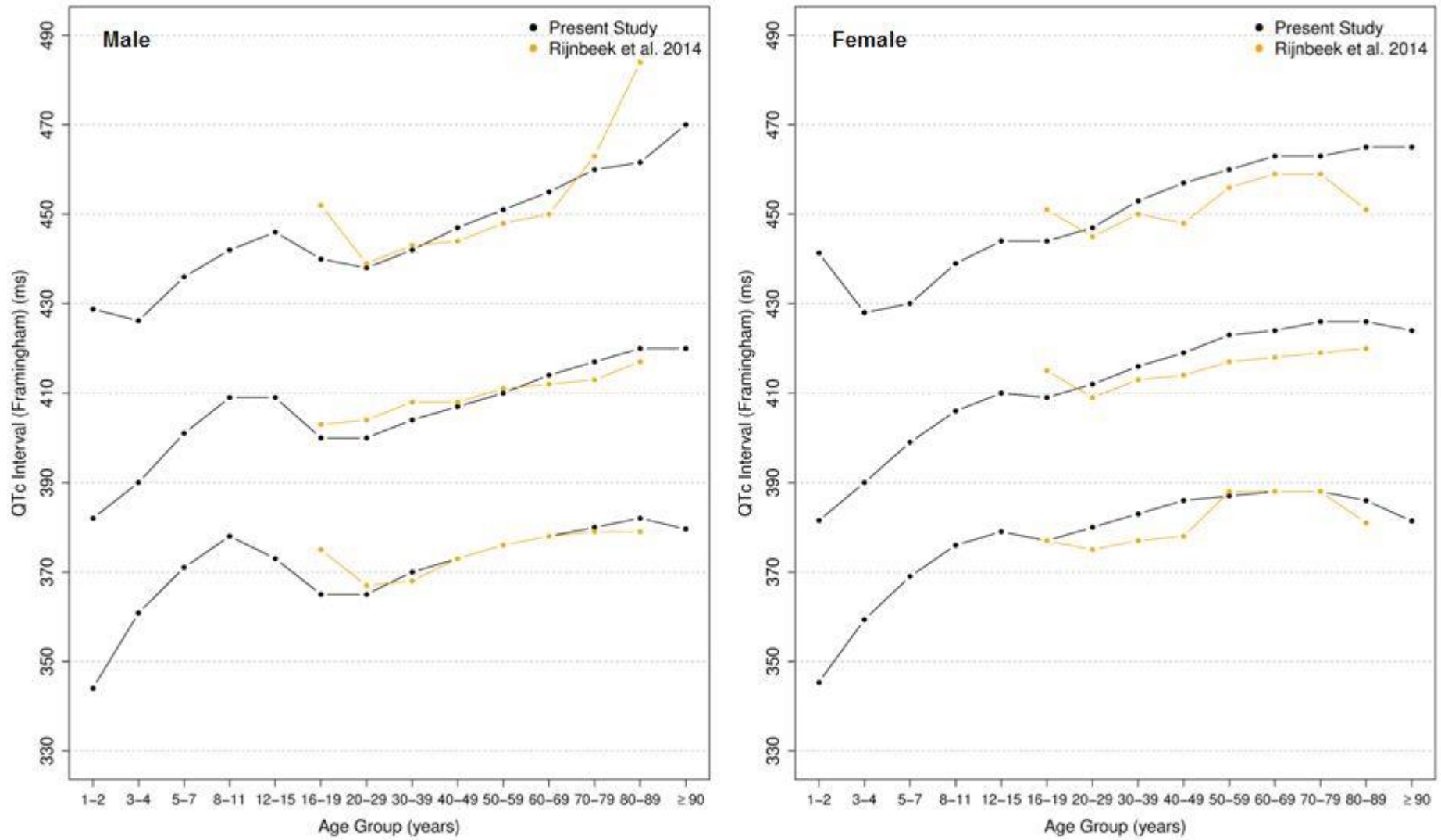




Figure 27:



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos valores de referência de eletrocardiogramas de quase 500 mil pacientes de ambos os sexos e diversas faixas etárias permitiu estabelecer padrões de normalidade para a população em questão. Até o momento, trata-se do maior estudo feito em âmbito internacional e do primeiro realizado exclusivamente na América Latina. Sendo assim, os resultados dados podem ser utilizados para definir padrões de referência tanto para a população local quanto a população brasileira que reside no exterior, com o objetivo final de embasar a tomada de decisão médica na prática diária bem como no âmbito acadêmico.

Para este trabalho, foi utilizado programa de análise automática de eletrocardiogramas que possui reconhecimento internacional e qualidade inquestionável, o que proporciona credibilidade ao estudo em questão. Apesar de existirem pesquisas semelhantes em outras populações, ressalta-se que a presente investigação incluiu banco de dados com população infinitamente maior que as demais e, portanto, tem importância ímpar.

Ressalta-se que a frequência cardíaca e os intervalos e eixos eletrocardiográficos são amplamente influenciados pela faixa etária e sexo. Entretanto, valores de referência mais simples e práticos continuam sendo utilizados no âmbito acadêmico sem levar em consideração sexo e faixa etária, por exemplo, frequência cardíaca normal 60-100bpm ou QRS < 100ms. Com isso, uma vez que observamos que esses valores práticos destoam dos resultados do presente estudo, recomendamos que as faixas de normalidade estabelecidas aqui sejam usadas rotineiramente em detrimento dos valores que não são personalizados por sexo e idade.

Sendo assim, consideramos que o projeto de pesquisa em questão cumpriu os objetivos propostos e foi importante para enriquecer cientificamente a Universidade Federal de Minas Gerais, assim como a Rede de Teleassistência de Minas Gerais e os pesquisadores envolvidos. Também permitiu divulgar a importância da telemedicina como ferramenta de assistência aos municípios remotos no estado de

Minas Gerais, bem como divulgar conhecimentos produzidos a fim de melhorar a prática médica e, consecutivamente, assistência à população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 RIBEIRO, A. L. et al. Implementation of a telecardiology system in the state of Minas Gerais: the Minas Telecardio Project. **Arq Bras Cardiol**, v. 95, n. 1, p. 70-78, jul., 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20563526>. Acesso em: 14jun. 2015.
- 2 CHAZARD, E. et al. One Million Electrocardiograms of Primary Care Patients: A Descriptive Analysis. **Stud Health Technol Inform**, v. 216, p. 69-73, 2015. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26262012>. Acesso em: 13 nov. 2015.
- 3 MARCOLINO, M. S. et al. Prevalence of normal electrocardiograms in primary care patients. **Rev Assoc Med Bras**, v. 60, n. 3, p. 236-241, mai/jun, 2014. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25004269>. Acesso em: 14 jun. 2015.
- 4 MARCOLINO, M. S. et al. Electrocardiogram and Chagas disease: a large population database of primary care patients. **Glob Heart**, v. 10, n. 3, p. 167-172, set., 2015. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26407512>. Acesso em: 08 nov. 2015.
- 5 EIKELBOOM, R. H. The telegraph and the beginnings of telemedicine in Australia. **Stud Health Technol Inform**, v. 182, p. 67-72, 2012. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23138081>. Acesso em: 14jun. 2015.
- 6 ARONSON, S. H. The Lancet on the telephone 1876-1975. **Med Hist**, v. 21, n. 1, p. 69-87, jan., 1977. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/320411>. Acesso em: 14 jun. 2015
- 7 SCALVINI, S. et al. Telemedicine: a new frontier for effective healthcare services. **Monaldi Arch Chest Dis**, v. 61, n. 4, p. 226-233, out./dez., 2004. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15909613>. Acesso em: 14 jun. 2015
- 8 WHITTEN, P. The state of telecommunication technologies to enhance older adults' access to health services. In: ROGERS, A; FISK, A.(Orgs.). **Human factors interventions for the health care of older adults**. Lawrence Erlbaum: Mahwah/NJ, 2001. p. 121-146.
- 9 OLIVEIRA, G. L. et al. Physician satisfaction with care to cardiovascular diseases in the municipalities of Minas Gerais: Cardiosatis-TEAM Scale. **Rev Bras Epidemiol**, v. 14, n. 2, p. 240-252, jun., 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21655691>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- 10 Brasil. Ministério da Saúde. Portaria MS/GM Nº 402. 24 de Fevereiro de

2010. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2010/prt0402\\_24\\_02\\_2010.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2010/prt0402_24_02_2010.html) Acesso em: 15ago. 2015.
- 11 Brasil. Ministério da Saúde. Portaria MS/GM Nº 2.546. 27 de outubro de 2011. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2546\\_27\\_10\\_2011\\_comp.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2546_27_10_2011_comp.html). Acesso em: 12set. 2015.
- 12 GAGNON, M. P.; FORTIN, J. P.; LANDRY, R. Telehealth to support practice in remote regions: a survey among medical residents. **Telemed J E Health**, v. 11, n. 4, p. 442-450, aug., 2005. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16149890>. Acesso em: 15 set. 2015.
- 13 CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM nº 1.643, de 07 de agosto de 2002. Define e disciplina a prestação de serviços através da Telemedicina. Brasília, DF. 2002. Disponível em: [http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/cfm/2002/1643\\_2002.htm](http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/cfm/2002/1643_2002.htm). Acesso em: 29 jul. 2015.
- 14 AMERICAN TELEMEDICINE ASSOCIATION. **What is Telemedicine?**. Washington/Estados Unidos, 2012. Disponível em: <http://www.americantelemed.org/learn/what-is-telemedicine>. Acesso em: 29jul. 2015.
- 15 WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States - Report on the Second Global Survey on eHealth 2009**. Global Observatory for eHealth Series, v. 2, 2010. Disponível em: [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf). Acesso em: 03 jul. 2015.
- 16 INGENERF, J. Telemedicine and terminology: different needs of context information. **IEEE Trans Inf Technol Biomed**, v. 3, n. 2, p. 92-100, jun., 1999. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10719490>. Acesso em: 03 jul. 2015.
- 17 KHADER, Y. S. et al. Telecardiology application in jordan: its impact on diagnosis and disease management, patients' quality of life, and time-and cost-savings. **Int J Telemed Appl**, v. 2014, p. 819-837, 2014. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25400661>. Acesso em: 04abr. 2015.
- 18 MARCOLINO, M. S.; ALKMIM, M. B.; ASSIS, T. G. P.; PALHARES, D. M. F.; SILVA, G. A. C.; CUNHA, L. R.; SOUSA, L.; ABREU, M. P.; FIGUEIRA, R. M.; RIBEIRO, A. L. A Rede de Teleassistência de Minas Gerais e suas contribuições para atingir os princípios de universalidade, equidade e integralidade do SUS - relato de experiência. **R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde**, v. 7, n. 2, 2013.

- 19 NERLICH, M. et al. Teleconsultation practice guidelines: report from G8 Global Health Applications Subproject 4. **Telemed J E Health**, v. 8, n. 4, p. 411-418, winter, 2002. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12626110>. Acesso em: 20 set. 2015.
- 20 PAIM, J. et al. The Brazilian health system: history, advances, and challenges. **Lancet**, v. 377, n. 9779, p. 1778-1797,21, maio, 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21561655>. Acesso em: 30 jun. 2015.
- 21 BLACKBURN, H. et al. The electrocardiogram in population studies. A classification system. **Circulation**, v. 21, p. 1160-1175, jun, 1960. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13849070>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- 22 KORS, J. A.; VAN HERPEN, G. The coming of age of computerized ECG processing: can it replace the cardiologist in epidemiological studies and clinical trials? **Stud Health Technol Inform**, v. 84, n. 2, p. 1161-1167, 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11604912>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- 23 MACFARLANE, P. W.; DEVINE, B.; CLARK, E. **The university of glasgow (Uni-G) ECG analysis program**. Computers in Cardiology, 2005. 25-28, set., 2005, 2005. p. 451-454.
- 24 WILLEMS, J. L. et al. The diagnostic performance of computer programs for the interpretation of electrocardiograms. **N Engl J Med**, v. 325, n. 25, p. 1767-1773, 19, dez, 1991. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1834940>. Acesso em: 02 abr. 2015.
- 25 MACFARLANE, P. W. et al. **Comprehensive Electrocardiology**. 2. Springer-Verlag Londres, 2010. XVIII, 2291.
- 26 NEWCOMBE, H. B. et al. Automatic linkage of vital records. **Science**, v. 130, n. 3381, p. 954-959, 16, out, 1959. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14426783>. Acesso em: 12 mai. 2015.
- 27 CAMARGO, K. R., JR.; COELI, C. M. Reclink: an application for database linkage implementing the probabilistic record linkage method. **Cad Saúde Pública**, v. 16, n. 2, p. 439-47, abr/jun, 2000. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10883042>. Acesso em: 12 mai. 2015.
- 28 RIJNBEEK, P. R. et al. Normal values of the electrocardiogram for ages 16-90 years. **J Electrocardiol**, v. 47, n. 6, p. 914-21, nov/dez, 2014.
- 29 MASON, J. W. et al. Electrocardiographic reference ranges derived from 79,743 ambulatory subjects. **J Electrocardiol**, v. 40, n. 3, p. 228-234, jul, 2007.

- 30 WU, J. et al. Normal limits of the electrocardiogram in Chinese subjects. **Int J Cardiol**, v. 87, n. 1, p. 37-51, jan, 2003.
- 31 RIJNBEEK, P. R. et al. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. **Eur Heart J**, v. 22, n. 8, p. 702-711, abr, 2001.
- 32 BRASIL. Resolução Nº 466, de 12 de Dezembro de 2012. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. **Diário Oficial da União, Brasília, 13 jun. 2013. Nº 12. Seção 1.**, n. Seção 1, p. 59, Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 29 out. 2015
- 33 TEAM, R. C. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2012.
- 34 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2014**. Disponível em: <http://ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg>. Acesso em: 29 out. 2015.
- 35 CAMARGO Jr, K. R.; COELI, C.M. Reclink III: Relacionamento Probabilístico de Registros, Versão 3.1.6.3160. **Manual**. Rio de Janeiro, 2007.

## ANEXO 1

Declaração da Diretoria de Ensino e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Hospital das Clínicas**  
**Gerência de Ensino e Pesquisa**

### DECLARAÇÃO

Declaramos para fins de comprovação no Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos – COEP/UFMG que o projeto de pesquisa intitulado, **“AVALIAÇÃO DE PROGNÓSTICO DE PACIENTES CHAGÁSICOS E NÃO CHAGÁSICOS COM FLUTTER OU FIBRILAÇÃO ATRIAL ASSISTIDOS PELA REDE DE TELEASSISTÊNCIA DE MINAS GERAIS”** de responsabilidade do Prof. Antonio Luiz Pinho Ribeiro, foi recebido na Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão/HC-UFMG para registro e avaliação.

Belo Horizonte, 15 de janeiro de 2015.

Elzi Cota Vilela  
 Secretária Gerência de Ensino e  
 Pesquisa do HC/UFMG



## ANEXO 2

Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE PROGNÓSTICO DE PACIENTES CHAGÁSICOS E NÃO CHAGÁSICOS COM FLUTTER OU FIBRILAÇÃO ATRIAL ASSISTIDOS PELA REDE DE TELEASSISTÊNCIA DE MINAS GERAIS

**Pesquisador:** Antonio Luiz Pinho Ribeiro

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 37600914.7.0000.5149

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Minas Gerais

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 938.671

**Data da Relatoria:** 20/01/2015

#### Apresentação do Projeto:

Fibrilação atrial (FA) é a arritmia cardíaca mais comum na prática clínica e sua prevalência e incidência de FA têm aumentado nos últimos anos. Não raramente, a FA associa-se a outras arritmias, principalmente flutter atrial, de forma que em cerca de 6,1% dos casos essas arritmias coexistem. A doença de Chagas é uma doença tropical negligenciada cuja prevalência no Brasil tem apresentado declínio nos últimos anos.

Em 30% dos pacientes com infecção crônica ocorre envolvimento cardíaco, fibrose progressiva do miocárdio e lesão do sistema de condução. Na fase avançada da doença, é comum a ocorrência de miocardiopatia dilatada, arritmias complexas e morte súbita. Eventos tromboembólicos também são comuns, sendo a cardiopatia Chagásica fator de risco independente para ocorrência de AVEi e morte por essa etiologia. A FA é uma arritmia frequente em pacientes chagásicos, cuja prevalência em infectados é de 4 a 12%.

Metodologia Proposta: Estudo observacional longitudinal retrospectivo de pacientes chagásicos e não chagásicos da Atenção Primária de municípios de Minas Gerais cujos eletrocardiogramas foram analisados por cardiologistas da Rede de Teleassistência de Minas Gerais entre janeiro de 2010 e dezembro de 2012. Todos os 660 municípios assistidos pelo programa receberam aparelho de eletrocardiograma digital de doze derivações com software específico. Esse software

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II

**CEP:** 31.270-901

**UF:** MG

**Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 938.671

permite que o traçado seja anexado com anamnese detalhada e enviado através da internet para uma equipe de cardiologistas experientes em eletrocardiografia da Rede de Teleassistência de Minas Gerais, os quais foram responsáveis por analisá-los e laudá-los. A anamnese e todos os dados dos pacientes foram coletados pelo solicitante. Todos os exames realizados no período foram guardados em banco de dados específico. A acurácia de dois métodos informatizados de interpretação eletrocardiográfica será avaliada em uma amostra de exames a fim de que os mesmos sejam utilizados em todos os eletrocardiogramas do estudo. Será selecionada uma amostra aleatória de 900 exames que foram realizados em janeiro de 2011, e os dois métodos serão comparados com a interpretação de um cardiologista experiente, o qual será considerado o padrão-ouro. O primeiro método utilizará o programa SQL Developer para buscar palavras-chaves nos laudos do cardiologista, os quais são constituídos de textos livres não estruturados. O segundo método utilizará o programa Glasgow University Interpreter (GUI) para análise morfológica dos traçados eletrocardiográficos por meio de padrões rígidos de interpretação. Ele avalia o valor de todos os intervalos, eixo e duração do complexo QRS e das ondas P e T, frequência cardíaca sinusal e ventricular. O programa também exportará interpretação sucinta com as principais alterações eletrocardiográficas identificadas. Os dois métodos serão comparados com o padrão-ouro, e a acurácia será avaliada. Com base na acurácia, esses métodos serão posteriormente utilizados em todos os eletrocardiogramas do estudo. A interpretação dos laudos dos cardiologistas conforme o primeiro método e os valores de intervalos eletrocardiográficos, o eixo das ondas, a frequência atrial e ventricular e a interpretação automatizada dos traçados conforme o GUI serão exportados junto com todas as variáveis do exame e do paciente para o programa estatístico SPSS V.18. Será avaliada a prevalência de flutter e FA na população geral, bem como em pacientes chagásicos e não chagásicos. O desfecho primário do estudo é mortalidade por todas as causas. Os dados coletados serão associados por meio de relacionamento probabilístico de registros, ou record linkage, com dados do Sistema de Informações Hospitalares (SIHSUS) e de Mortalidade (SIM) do Sistema Único de Saúde (SUS), os quais são obtidos prioritariamente a partir de informações contidas em Autorização de Internação Hospitalar (AIH) e Declaração de Óbito, respectivamente, e estão disponíveis na internet no portal de informática do SUS (DATASUS). O método de relacionamento probabilístico será realizado pelo programa ReLink III (RL3) e baseia-se na probabilidade de concordância ou não entre variáveis comuns de diferentes bancos de dados, de forma que é possível determinar qual a probabilidade de um par de registros referir-se a um mesmo indivíduo. As variáveis utilizadas serão nome e último sobrenome, data de nascimento, sexo e município de residência do paciente. Todas as

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 938.671

etapas que serão realizadas pelo programa RL3 no presente estudo seguirão os procedimentos ideais conforme realizado em estudos-pilotos desenvolvidos pelos autores do software, os quais utilizaram bases de dados semelhantes a aqueles que serão usadas no presente estudo.

**Critério de Inclusão:** Serão incluídos no estudo pacientes cujos eletrocardiogramas foram analisados por cardiologistas da Rede de Teleassistência de Minas Gerais entre 1º de janeiro de 2010 e 31 de dezembro de 2012.

**Critério de Exclusão:** Pacientes cujos eletrocardiogramas foram realizados em Unidades de Pronto Atendimento serão excluídos do estudo. Exames isoeletrícos, com interferências, troca ou mau posicionamento de eletrodos, que comprometeram a análise, também serão excluídos. Em pacientes que realizaram mais de um eletrocardiograma será avaliado o primeiro exame e os subsequentes serão excluídos.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

- Avaliar, por pareamento probabilístico com a base de dados do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH-SUS), a ocorrência de internações por eventos tromboembólicos e insuficiência cardíaca em pacientes chagásicos e não chagásicos e relacioná-la com a presença de flutter ou FA ao eletrocardiograma basal;

- Avaliar, por pareamento probabilístico com a base de dados do Sistema de Informação de Mortalidade do Sistema Único de Saúde (SIM), a ocorrência de morte por causas cardíacas e não cardíacas em pacientes chagásicos e não chagásicos e relacioná-la com a presença de flutter ou FA ao eletrocardiograma basal;

Objetivos Secundários:

- Validar sistema informatizado de busca de alterações eletrocardiográficas em eletrocardiogramas digitais e em laudos de cardiologistas com base em padrão-ouro de interpretação;

- Avaliar a prevalência de flutter e fibrilação atrial em pacientes chagásicos e não chagásicos e correlacioná-la com indicadores sociodemográficos conforme mesorregiões do estado.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** o pesquisador relata que não há riscos. Trata-se de estudo com banco de dados de eletrocardiogramas.

**Benefícios:** O Brasil e, particularmente Minas Gerais, são regiões endêmicas de doença de Chagas. Apesar da redução da prevalência da doença, o envelhecimento da população aumenta a quantidade de pacientes infectados que ultrapassam os 60 anos. Concomitantemente, existe aumento da incidência e prevalência de pacientes com flutter e fibrilação atrial. A coexistência

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S1 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 938.671

dessas duas afecções torna importante avaliar o papel prognóstico dessa arritmia em pacientes chagásicos e não chagásicos como parte integral da tomada de decisões clínicas. Isso permite identificar pacientes que merecem abordagem especial, incluindo retornos frequentes, propedêutica selecionada, aconselhamento médico diferenciado e terapêutica farmacológica e não farmacológica agressiva. Para administradores públicos, a informação pode ser importante para redirecionamento de recursos conforme o perfil da população.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante e exequível. Avaliará a mortalidade por todas as causas e hospitalização por acidente vascular encefálico e descompensação de insuficiência cardíaca congestiva em pacientes chagásicos e não chagásicos portadores de Flutter ou Fibrilação atrial ao eletrocardiograma basal. Foi solicitada a dispensa do TCLE. O Centro de Telessaúde dispõe de um banco de 700.000 eletrocardiogramas armazenados com anamnese (comorbidades, sintomatologia que motivou realização do exame, história pregressa, etc) que foram preenchidos e enviados pelo médico assistente da atenção básica de 660 municípios do estado de Minas Gerais.

O anteprojeto de mestrado em questão é continuação de projeto de pesquisa que foi desenvolvido em três anos de iniciação científica realizado no Centro de Telessaúde do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Em carta resposta ao COEP os pesquisadores esclarecem:

1. Colaboração Internacional: inicialmente, os pesquisadores envolvidos no Projeto de Pesquisa em questão vislumbraram a possibilidade de cooperação internacional com os referidos pesquisadores franceses (Emmanuel Chazard e colaboradores). Entretanto, alguns meses após submissão do Projeto ao COEP ocorreram mudanças na proposta inicial de colaboração e cooperação científica internacional, e então optamos por conduzir o estudo sem a participação dos pesquisadores franceses e por manter a pesquisa em questão vinculada unicamente ao Centro de Telessaúde do Hospital das Clínicas da UFMG. Dessa forma, não haverá qualquer colaboração internacional. Para que haja adequação, foi retificada a parte do Projeto Detalhado que dita sobre a colaboração internacional e o mesmo foi reenviado à Plataforma Brasil ("Anteprojeto -Após correções COEP.pdf"). 2. Cronograma da Plataforma Brasil: o cronograma da Plataforma Brasil foi adequado aquele presente no Projeto Detalhado. 3. Carta de Entrada na DEPE: o Projeto foi enviado ao DEPE e em anexo segue documento comprobatório de envio ("Carta Depe.pdf").

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

Presentes: Projeto de Pesquisa Plataforma Brasil, projeto de pesquisa original, folha de rosto (devidamente preenchida e assinada pelo coordenador da pesquisa e pelo Diretor da Faculdade de

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S1 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II

**CEP:** 31.270-901

**UF:** MG

**Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 938.671

Medicina da UFMG), parecer consubstanciado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Infectologia e Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da UFMG, parecer com aprovação da Clínica Médica, carta de anuência da Coordenadora da Rede de Teleassistência de Minas Gerais, carta de anuência do Diretor do Hospital das Clínicas (que também é o pesquisador responsável), declaração de entrada na DEPE.

**Recomendações:**

Recomenda-se a aprovação do projeto de pesquisa.

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

Somos favoráveis à aprovação do projeto "AVALIAÇÃO DE PROGNÓSTICO DE PACIENTES CHAGÁSICOS E NÃO CHAGÁSICOS COM FLUTTER OU FIBRILAÇÃO ATRIAL ASSISTIDOS PELA REDE DE TELEASSISTÊNCIA DE MINAS GERAIS" do Pesquisador Prof. Dr. Antônio Luiz Pinho Ribeiro.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado conforme parecer.

BELO HORIZONTE, 27 de Janeiro de 2015

---

**Assinado por:**  
**Telma Campos Medeiros Lorentz**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br



### ANEXO 3

Aprovação da Gerência de Ensino e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.



Universidade Federal de Minas Gerais

Hospital das Clínicas

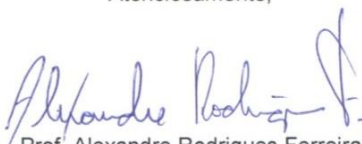
Gerência de Ensino e Pesquisa

Belo Horizonte, 16 de abril de 2015.

**PROCESSO: Nº 005/2015 “AVALIAÇÃO DE PROGNÓSTICO DE PACIENTES CHAGÁSICOS E NÃO CHAGÁSICOS COM FLUTER OU FIBRILAÇÃO ATRIAL ASSISTIDOS PELA REDE DE TELEASSISTÊNCIA DE MINAS GERAIS**

Reportando-nos ao projeto de pesquisa acima referenciado, considerando sua concordância com o parecer da Comissão de Avaliação Econômico-financeira de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas e a aprovação pelo COEP/UFMG em 27/01/2015, esta Gerência aprova seu desenvolvimento no âmbito institucional. Solicitamos enviar à DEPE **relatório** parcial ou final, após um ano.

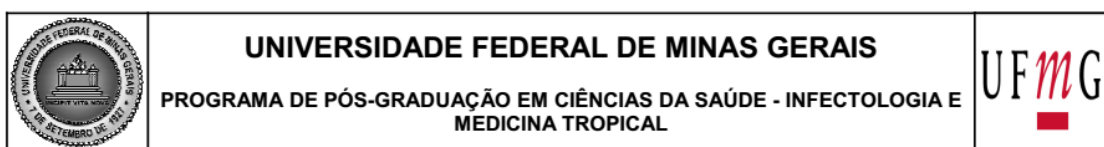
Atenciosamente,

  
 Prof. Alexandre Rodrigues Ferreira  
 Gerente de Ensino e Pesquisa do HC-UFMG  
 Filial EBSERH  
 Insc. 181196 - PT: 937 de 17/11/14

Sr.  
 Prof. Antonio Luiz Pinho Ribeiro  
 Dpto. Clínica Médica  
 Faculdade de Medicina - UFMG

## ANEXO 4

Ata da Defesa da Dissertação.



### ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DO ALUNO **DANIEL MOORE FREITAS PALHARES**

Realizou-se, no dia 07 de março de 2016, às 14:00 horas, na sala de Teleconferência - 1º andar do Hospital das Clínicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, a 293ª defesa de dissertação, intitulada “*Análise de eletrocardiogramas digitais de pacientes assistidos pela Rede de Teleassistência de Minas Gerais*”, apresentada por DANIEL MOORE FREITAS PALHARES, número de registro 2014662660, graduado no curso de MEDICINA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Medicina pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA SAÚDE - INFECTOLOGIA E MEDICINA TROPICAL, à seguinte Comissão Examinadora: Prof. Antonio Luiz Pinho Ribeiro - Orientador (UFMG), Prof. Ronald Prineas (Wake Forest), Prof. Bruno Ramos Nascimento (UFMG).

A Comissão considerou a dissertação:

( X ) Aprovada

( ) Reprovada

Finalizados os trabalhos, foi lavrada a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 07 de março de 2016.

  
 Prof. Antonio Luiz Pinho Ribeiro

  
 Prof. Ronald Prineas

  
 Prof. Bruno Ramos Nascimento