Universidade Federal do Maranhão

Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Programa de Pós-Graduação em Saúde do Adulto

Mestrado Acadêmico

HISTÓRICO FAMILIAR DE HIPERTENSÃO E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES

NIVALDO DE JESUS SILVA SOARES JUNIOR

São Luís

2018

NIVALDO DE JESUS SILVA SOARES JUNIOR

HISTÓRICO FAMILIAR DE HIPERTENSÃO E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde do Adulto da Universidade Federal do Maranhão, com o objetivo de defesa de título de Mestre em Saúde do Adulto e da Criança.

Área de Concentração: Avaliação Clínico Laboratorial

Orientador:

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda

Coordenadora:

Profª. Drª. Maria do Desterro Soares Brandão Nascimento.

São Luís

2018

NIVALDO DE JESUS SILVA SOARES JUNIOR

HISTÓRICO FAMILIAR DE HIPERTENSÃO E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde do Adulto da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Grau de Mestre em Saúde do Adulto e da Criança.

A Banca Examinadora da Defesa de Mestrado, apresentada em sessão pública, considerou o candidato aprovado em: ___/___/___

_____

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda
Orientador

_____

Profª Drª. Janaína de Oliveira Brito Monzani
1ª Examinadora

_____

Profª. Drª. Flávia Castello Branco Vidal
2ª Examinador

_____

Prof. Dr. Robson Chacon Castoldi
3º Examinador

_____

Profª. Drª. Maria do Desterro Soares Brandão Nascimento
Suplente

Dedico esta pesquisa a Deus, a minha família, em especial, minha esposa e meu filho, minha mãe, meu pai, meus irmãos e aos amigos e professores que sempre se fizeram presentes ao longo de minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que eu chegasse até aqui, me sustentando a cada desafio e a cada dificuldade.

A minha esposa pelo apoio incondicional em cada passo durante toda essa trajetória. Ao meu filho, por me fortalecer a cada dia, mesmo sem ele saber.

A minha mãe, guerreira, por sempre me ajudar nos momentos que mais precisei me isolar para estudar. Ao meu pai, por servir de inspiração. Aos meus irmãos por sempre me apoiarem.

Meu orientador, Professor Doutor Cristiano Mostarda, por não medir esforços em compartilhar o seu enorme conhecimento com todos em sua volta, mostrando que todos nós somos capazes e pela sua gigante humildade para com todas as pessoas. Ao Professor Mestre Carlos Dias, por ter me incentivado e convidado a iniciar no mundo da pesquisa, sempre disposto a ajudar. A Professora Doutora Janaína Monzani, pelas colaborações sempre diretas e pontuais em todo esse processo.

Aos meus colegas do LACORE - Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício, os quais sempre estiveram presentes até aqui, nessa minha trajetória de pesquisa, que está apenas começando.

Aos colegas da turma 14, pelo compartilhamento de experiências durante toda a pós graduação.

Ao amigo e parceiro, Carlos Alberto, afinal, iniciamos e finalizamos esse trabalho juntos, mesmo com todas as dificuldades de quem aprende na prática e com os erros, conseguimos!

RESUMO

Introdução: Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é uma doença crônico-degenerativa e multicausal. Um importante fator de risco para essa doença é o sedentarismo, que está presente em muitas vezes, desde a adolescência. Essa doença está associada a alterações autonômicas como aumento da modulação simpática e redução da modulação vagal. Estudos apontam que o histórico familiar dessa doença, possui uma grande influência no que diz respeito às respostas fisiológicas dos indivíduos. **Objetivo:** Analisar o nível de atividade física e histórico familiar de HAS com relação ao comportamento do sistema nervoso autônomo de adolescentes. **Materiais e métodos:** Foram selecionados 162 adolescentes da rede pública de ensino com idade entre 11 e 18 anos, que foram divididos em Filhos de Normotensos (FN, n= 126) e Filhos de Hipertensos (FH, n= 36). Após a assinatura do Termo de Assentimento pelos mesmos e pelo Termo de Consentimento pelos pais, os adolescentes foram submetidos à Avaliação Antropométrica, Nível de Atividade Física através do questionário IPAQ, Maturação Sexual pela Prancha de Tanner, Índice da Qualidade de Sono pelo questionário de Pittsburgh e a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) utilizando o Eletrocardiograma. **Resultados:** Foi observado que os dois grupos FN e FH não possuem diferenças significativas nas principais variáveis que caracterizam ambos os grupos, como Pressão Arterial Sistólica e Diastólica ($p = 0,31$ / $p = 0,07$), Índice de Qualidade de Sono ($p = 0,57$), Circunferência da Cintura ($p = 0,44$) e Percentual de gordura ($p = 0,33$). O que mostra uma homogeneidade entre os grupos. Nas variáveis autonômicas, foram observadas diferenças estatisticamente diferentes no que tange o RMSSD, pNN50, Variância Total, HF e SD1, todas com $p<0,05$. Houve redução desses índices no grupo FH, onde todos eles representam uma retirada vagal. Ao analisar o nível de atividade física entre os grupos, a variável LF apresentou diferença significativa ($p = 0,03$) sendo maior no grupo FN com baixo nível de atividade física, indicando aumento simpático. Valendo ressaltar que em muitas variáveis, o Effect Size demostrou altíssima relevância clínica ($ES > 0,8$). **Conclusão:** A pesquisa mostrou que desde a adolescência, a disfunção autonômica já se faz presente, mesmo sem sinais de pressão arterial elevada ou qualquer outro sintoma de mais fácil e comum verificação e diagnóstico.

Palavras-chave: Hipertensão. Sistema Nervoso Autônomo. Atividade Física. Adolescente.

ABSTRACT

Introduction: Systemic Arterial Hypertension (SAH) is a chronic degenerative disease and multiple causes. An important risk factor for this disease is the sedentary lifestyle, which is present in many times since adolescence. This disease is associated with autonomic alterations such as increased sympathetic modulation and reduced vagal modulation. Studies also point out that the family history of this disease has a great influence on the physiological responses of individuals. **Objective:** To analyze the level of physical activity and family history of SAH in relation to the behavior of the autonomic nervous system of adolescents. **Materials and methods:** 162 adolescents from the public school system, aged 11 to 18 years, were divided into offspring of Normotensive (ON, n = 126) and offspring of Hypertensive (OH, n = 36). After the signing of the Term of Consent by the parents and the Consent Term by the parents, the adolescents were submitted to the Anthropometric Assessment, Physical Activity Level through the IPAQ questionnaire, Sexual Maturation by the Tanner Board, Sleep Quality Index by the Pittsburgh questionnaire and the Heart Rate Variability using the Electrocardiogram. **Results:** It was observed that the two ON and OH groups did not have significant differences in the main variables that characterize both groups, such as systolic and diastolic blood pressure ($p = 0.31$ / $p = 0.07$), Sleep Quality Index ($p = 0.57$), Waist Circumference ($p = 0.44$) and Fat percentage ($p = 0.33$). This shows a homogeneity between groups. In the autonomic variables, statistically different differences were observed regarding RMSSD, pNN50, Total Variance, HF and SD1, all with $p < 0.05$. There was a reduction of these indices in the OH group, where they all represent a vagal withdrawal. When analyzing the level of physical activity between the groups, the LF variable presented a significant difference ($p = 0.03$) being higher in the ON low level of physical activity group, indicating a sympathetic increase. It should be noted that in many variables, the Effect Size showed very high clinical relevance (ES> 0.8). **Conclusion:** Research has shown that since adolescence, autonomic dysfunction is already present, even without signs of high blood pressure or any other symptom of easier and more common verification and diagnosis.

Keywords: Hypertension. Autonomic Nervous System. Physical Activity. Adolescent.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Anatomia do sistema simpático e parassimpático..... 23
Figura 2 - Exemplo de intervalo RR e a série temporal utilizada para análise da VFC ...25
Figura 3 -Seleção de intervalos para análise das variáveis da VFC 28
Figura 4 - Ilustração da análise no domínio do tempo 28
Figura 5 - Ilustração da análise no domínio da frequência 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da PA de acordo com a medição casual ou no consultório a partir de 18 anos de idade..... 18

Tabela 2 – Valores de PA que requerem maiores investigações..... 21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	American College of Cardiology
AHA	American Heart Association
AVC	Acidente Vascular Cerebral
AVE	Acidente Vascular Encefálico
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
DAP	Doença Arterial Periférica
DCV	Doença Cardiovascular
DM	Diabetes Mellitus
DRC	Doença Renal Crônica
ELSA	Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto
FR	Fatores de Risco
HA	Hipertensão Arterial
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HF	High Frequency (Alta frequência)
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IC	Insuficiência Cardíaca
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	Internacional Physical Activity Questionnaire
LF	Low Frequency (Baixa frequência)
LF/HF	Balanço simpatovagal
NHBPEP	National High Blood Pressure Education Program
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
P90	Percentil 90
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
pNN 50	Percentagem das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R que são > 50ms
PAS	Pressão Arterial Sistólica

RMSSD	Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre intervalos entre intervalos normais adjacentes ao quadrado
RR	Ritmo cardíaco ou intervalo R-R
SD1	Desvio padrão dos intervalos R-R instantâneos
SD2	Desvio padrão dos intervalos R-R analisados em longo prazo
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNP	Sistema Nervoso Parassimpático ou vagal
SNS	Sistema Nervoso Simpático
ULF	Ultra Low Frequency (Ultra Baixa Frequência)
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VIGITEL	Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico
VLF	Very Low Frequency (Muito Baixa Frequência)

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO**.....12
2 OBJETIVO 14
2.1 Objetivo geral..... 14
2.2 Objetivos específicos 14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 15
3.1 Adolescência 15
3.2 Hipertensão Arterial Sistêmica 16
3.3 Hipertensão arterial na criança e no adolescente 18
3.4 Sistema Nervoso Autônomo 22
3.5 Variabilidade da Frequência Cardíaca 24
4 ARTIGO SUBMETIDO..... 30
5 CONCLUSÃO..... 51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 52
APÊNDICES 59
ANEXOS..... 66

1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma doença crônico-degenerativa de múltiplas causas, e tem como sua característica possuir constantes níveis elevados de pressão arterial (PA). Está associada frequentemente a alterações funcionais e/ou estruturais de órgãos como o coração (infarto do miocárdio) e rins (insuficiência renal), assim como também o sistema nervoso central e autônomo, síndrome metabólica e vasos sanguíneos (MALACHIAS MVB, 2016).

Sua prevalência e incidência é extremamente alta em todo o mundo, acrescentando sua baixa taxa de controle e sendo multifatorial, é considerada um importante problema de saúde pública. Ela é causada dentre outros fatores, pela contração de forma contínua dos vasos sanguíneos mesmo estando em repouso, o que dificulta a passagem do sangue, levando a um posterior enrijecimento desses vasos, o que a longo prazo pode levar a uma diminuição da luz do vaso ou rompimento do mesmo (MALACHIAS MVB, 2016; WHELTON *et al.*, 2017).

Na HAS, a modulação do sistema nervoso autônomo (SNA) está associada a alterações autonômicas que incluem usualmente a diminuição da ativação parassimpática e aumento da modulação simpática, mostrando que os indivíduos diagnosticados com a patologia, apresentam usualmente essa alteração no SNA (MOSTARDA et al., 2009).

Além dos diversos tratamentos médicos convencionais relativos a HAS, as modificações no estilo de vida têm-se mostrado eficientes na prevenção e no controle desses níveis tensionais elevados de PA (NEGRÃO; BARRETTO, 2010). Nesse sentido, a atividade física é uma aliada à saúde, responsável por reduzir vários fatores de risco cardiovasculares, obesidade, hipertensão, contribuindo também para a redução da incidência de diabetes tipo 2, alguns tipos de câncer e acidente vascular cerebral, bem como para redução da atividade simpática no coração e aumento da atividade vagal (BAUMAN, 2004; DIAS *et al.*, 2015; RACHELE *et al.*, 2016). O sedentarismo, é um fator de grande contribuição para a HAS, se tornando um problema crônico, causando complicações a saúde e mortes prematuras, assim como bilhões em gastos à saúde pública (POWELL; BRICKER; BLAIR, 2002).

De acordo com Caspersen, Pereira e Curran (2000), ao analisar o nível de atividade física utilizando entre outros métodos o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), observou-se que essa variável sofre grande influência no que diz respeito à idade, sexo, classe social, nível educacional entre outros fatores, segundo também os

dados do Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Estudos também apontam o sedentarismo como um importante fator de risco para adolescentes de acordo com Eaton *et al.*, (2006), além de apresentar a deterioração de vários aspectos de saúde afirmam Allender, Hutchinson e Foster (2008). Especialmente no que diz respeito aos pais, os mesmos possuem uma influência muito grande no comportamento dos filhos com relação à prática de atividade física (NORTON *et al.*, 2003; RACHELE *et al.*, 2016).

O sedentarismo pode ser ainda mais preocupante se originar desde a adolescência, que é uma fase crítica para o estabelecimento de fatores de risco para doença crônicas associadas a hábitos alimentares pouco saudáveis e comportamentos sedentários que podem perdurar durante toda a vida adulta (JENKINS; HORNER, 2005; EATON *et al.*, 2006; MUSAIGER; NABAG; AL-MANNAI, 2016). Nas últimas três décadas, a prevalência de excesso de peso corporal entre os jovens cresceu significativamente em todo o mundo, inclusive no Brasil, e mudanças nos padrões de atividade física acompanharam essa tendência (WANG; MONTEIRO; POPKIN, 2002; YANG *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2008).

Padrões de atividade física que deveriam seguir as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), preconiza que as crianças e adolescentes de 5 a 17 anos de idade, devem acumular pelo menos 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa diariamente, sendo considerado insuficiente abaixo deste nível (WANG *et al.*, 2015).

Portanto, embora a literatura apresente diversas evidências quanto aos benefícios do exercício físico sobre a função autonômica em diversas doenças, e sobre a influência do histórico familiar de HAS na ocorrência da patologia, poucos estudos têm sido direcionados aos adolescentes, e relacionando-os com o histórico familiar e o SNA.

Estudos tem investigado o risco aumentado de desenvolver a HAS que jovens filhos de pais hipertensos possuem, onde a razão não está totalmente elucidada, visto que as alterações vasculares e autonômicas, estão presentes nessa população antes mesmo de alterações nos níveis pressóricos (BOUTCHER, Y. N.; HOPP, J.P.; BOUTCHER, S. H, 2011; PORTELA et al., 2017; WANG et al., 2008).

Com isso, a presente pesquisa visa, através da determinação dos filhos de normotensos e filhos de hipertensos, observar o nível de atividade física e o comportamento do sistema nervoso autônomo através da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) em adolescentes e, dessa forma, buscar maior conhecimento e o melhor meio de prevenção para essa população específica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o nível de atividade física e histórico familiar de hipertensão arterial sistêmica com relação ao comportamento do sistema nervoso autônomo de adolescentes, alunos da rede pública de ensino de São Luís - MA.

2.2 Objetivos específicos

1) Caracterizar os adolescentes da pesquisa quanto às variáveis antropométricas e histórico familiar de Hipertensão Arterial;
2) Identificar o nível de atividade física dos participantes;
3) Avaliar o comportamento do sistema nervoso autônomo;
4) Avaliar a relação do histórico familiar com a resposta autonômica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Adolescência

A palavra adolescência vem do latim *adolescere*, que significa crescer. Segundo Melvin e Wolkmar (1993), a palavra *adolescence* foi utilizada pela primeira vez na língua inglesa em 1430, se referindo às idades que compreendiam entre 14 a 21 anos para os homens e 12 a 21 anos para as mulheres (SCHOEN-FERREIRA *et al*., 2010).

A adolescência é o período compreendido entre a infância e a vida adulta, que é caracterizado pelo desenvolvimento físico, mental, emocional, sexual e social, onde se inicia com as mudanças corporais da puberdade e termina quando o indivíduo consolida seu crescimento (EISENSTEIN, 2005).

As mudanças biológicas da puberdade são universais e visíveis, modificando as crianças, dando-lhes altura, forma e sexualidade de adultos. Essas mudanças porém, por si só, não transformam a pessoa em adulta, sendo necessárias outras mais variáveis e menos visíveis para alcançar a verdadeira maturidade (SCHOEN-FERREIRA *et al*., 2010).

Existem diversas definições e limites cronológicos atuais para caracterizar essa fase, em que pela Organização Mundial de Saúde (OMS) está entre 10 e 19 anos de idade, pela Organização das Nações Unidas (ONU) está entre 15 e 24 anos e no Ministério da Saúde do Brasil considera de 10 a 24 anos de idade. Para fins da maioria das pesquisas, é utilizada a classificação da OMS por ser válida em todo o mundo (EISENSTEIN, 2005).

Essa população, devido as características de variabilidade e diversidade dos parâmetros biológicos, é importante ressaltar que a idade cronológica, apesar de ser o quesito mais utilizado, em alguns estudos clínicos não é o melhor critério, por isso a importância da análise da maturação sexual (EISENSTEIN, 2005). Justamente por isso, Tanner, em sua pesquisa clássica, citou que muitas das diferenças entre os sexos no que diz respeito a dimensão corporal e forma observadas em adultos, são resultados de padrões de crescimento diferencial na adolescência (TANNER, 1981).

A definição da idade se faz ainda mais necessário, devido às diferenças fisiológicas apresentada nas faixas etárias e no que diz respeito aos hábitos que são cada vez mais cheios de tecnologia e reduzido nível de atividade física, que apresenta como consequência, o surgimento de diversas patologias, inclusive a obesidade e hipertensão arterial propriamente dita (ARÉVALO et al., 2018).

Obesidade e hipertensão, são doenças crônicas e não transmissíveis, cuja incidência têm aumentado vertiginosamente entre as crianças e adolescentes, inversamente com relação às doenças infectocontagiosas, o que caracteriza uma importante mudança no perfil epidemiológico, estabelecendo grandes desafios nos campos da assistência e da pesquisa referentes a esse grupo etário (GOLDANI et al., 2012).

A existência de um elevado número de óbitos atribuídos às doenças cardiovasculares no Brasil é proporcionado pelo surgimento de alguns fatores de risco desde a infância e pelo acréscimo de outros no decorrer da vida. Como as mudanças no cotidiano da população infantil ocorreram de forma drástica e num curto espaço de tempo, tais indivíduos também passaram a sofrer a ação de doenças relacionadas a esse novo contexto, como no caso da hipertensão arterial (FERREIRA; AYDOS, 2010).

3.2 Hipertensão Arterial Sistêmica

Hipertensão arterial (HA) é a condição clínica multifatorial caracterizada por elevação sustentada dos níveis pressóricos ≥ 130mmHg no caso da pressão arterial sistólica (PAS) e/ou ≥ 80mmHg da pressão arterial diastólica (PAD), onde frequentemente se associa a distúrbios metabólicos, alterações funcionais e/ou estruturais de órgãos-alvo, sendo agravada pela presença de outros fatores de risco (FR), como dislipidemia, obesidade abdominal, intolerância à glicose e diabetes mellitus (DM). Mantém associação independente com eventos como morte súbita, acidente vascular encefálico (AVE), infarto agudo do miocárdio (IAM), insuficiência cardíaca (IC), doença arterial periférica (DAP) e doença renal crônica (DRC), fatal e não fatal (LEWINGTON, 2003; WEBER *et al.*, 2014; MALACHIAS MVB, 2016).

A HA também é um fator de risco importante e independente para doença cardiovascular, acidente vascular encefálico (AVE) e doença renal. Nos Estados Unidos, o IAM e o AVC são, respectivamente, a primeira e a terceira causas de óbito, o que impõe enorme custo financeiro, sendo mais de 259 bilhões de dólares em custos diretos ou indiretos (SALGADO; CARVALHAES, 2003). A coronariopatia isquêmica e o AVC são responsáveis por cerca de um terço da mortalidade na população brasileira, e é também causa importante de absenteísmo ao trabalho e de aposentadorias precoces, o que torna a HA, então, um problema econômico e de saúde pública em todo o mundo (SALGADO; CARVALHAES, 2003).

No mundo, ela causa mais de 7 milhões de morte anualmente, no Brasil, a HA atinge 32,5% (36 milhões) de indivíduos adultos e mais de 60% dos idosos, contribuindo direta ou indiretamente para 50% das mortes por doença cardiovascular (DCV), e juntamente com DM, suas diversas complicações têm impacto elevado na perda da produtividade do trabalho e da renda familiar (MALACHIAS MVB, 2016; DONG *et al.*, 2017).

A prevalência de HA no Brasil varia de acordo com a população estudada e o método de avaliação. Em uma meta-análise realizada, os 40 estudos transversais e de coorte incluídos, mostraram tendência à diminuição da prevalência nas últimas três décadas, de 36,1% para 31,0%. Com 15.103 servidores públicos de seis capitais brasileiras, o ELSA (Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto), observou prevalência de HA em 35,8%, com predomínio entre homens (40,1% vs 32,2%) (PICON *et al.*, 2013; CHOR *et al.*, 2015).

Já nos dados do VIGITEL - Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico - (2006 a 2014), indicam que a prevalência de HA autorreferida entre indivíduos com 18 anos ou mais, residentes nas capitais, variou de 23% a 25%, respectivamente, sem diferenças em todo o período analisado, inclusive por sexo (BRASIL, 2007).

Para a população adulta, a definição de hipertensão arterial é epidemiológica, com o ponto de corte determinado com base na população com risco de desenvolver eventos mórbidos, isto é, a pressão arterial de um adulto é considerada anormal quando está acima de um nível com o qual existe associação com doença coronariana, AVC ou doença renal. Neste caso, o paciente merece ser tratado. Ao contrário, para crianças e adolescentes, a definição é estatística. Isto porque ainda não existem estudos determinando quais seriam os níveis pressóricos associados com doenças futuras (MORGENSTERN, 2002).

Os limites de pressão arterial (PA) considerados normais são arbitrários, entretanto, valores que classificam o comportamento da PA em adultos por meio de medidas casuais ou de consultório estão expressos na Tabela 1, em que, considerando normotensão quando as medidas de consultório são < 120/80 mmHg, a pressão elevada caracteriza-se pela presença de PAS entre 120 e 129 e PAD menor que 80 mmHg, e hipertensão, com PAS ≥ 130 mmHg e/ou PAD ≥ 80 mmHg (WHELTON *et al.*, 2017). Ressaltando que as pessoas com pressão elevada têm maior probabilidade de se tornarem hipertensos e maiores riscos de desenvolvimento de complicações cardiovasculares quando comparados a indivíduos com PA normal, < 120/80 mmHg, necessitando de

acompanhamento periódico (MANCIA *et al.*, 2013; ALESSI *et al.*, 2014; MALACHIAS MVB, 2016). Vale ressaltar que, nessa nova classificação do American Heart Association (AHA), o indivíduo que apresenta tanto a PAS quanto a PAD elevadas, deve ser classificado para a categoria mais alta, que seria a de Hipertensão Estágio 2 (WHELTON *et al.*, 2017).

Tabela 1 – Classificação da PA de acordo com a medição casual ou no consultório a partir de 18 anos de idade

Classificação	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
Normal	< 120	< 80
Elevada	120 – 129	< 80
Hipertensão estágio 1	130 – 139	80 – 90
Hipertensão estágio 2	≥ 140	≥ 90

Fonte: Whelton (2017).

Analisando o aspecto fisiopatológico da HA e no contexto dos seus mecanismos etiológicos multifatoriais, o desequilíbrio entre vários sistemas pressores além da alteração na curva pressão natriurese, fazem parte dos mecanismos fisiopatogênicos da hipertensão. Dentre os sistemas pressores, o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema renina angiotensina aldosterona já foram e têm sido constantemente estudados (IRIGOYEN *et al*., 2013; SAMPAIO; FERREIRA; SANTOS, 2013). Onde evidências apontam para a atividade do SNS aumentado, e inúmeros dados sugerem que em indivíduos com predisposição para o desenvolvimento de HA, o SNS está alterado precocemente e que o fator genético pode ser um importante determinante para o aumento do tônus simpático (LOPES *et al*., 2001; SOUZA *et al*., 2013).

3.3 Hipertensão arterial na criança e no adolescente

Nessa população específica, a HA também é assintomática, onde o diagnóstico precoce e o tratamento da HA na infância se fazem extremamente necessários (BRADY; REDWINE; FLYNN, 2014). A HA nessa fase e quando não tratada, tem graves consequências para a saúde, que incluem danos aos órgãos desde a infância, e aumento do risco de doença cardiovascular, AVC, doença renal e o desenvolvimento propriamente dito da hipertensão na fase adulta (EWALD; BOND; HALDEMAN, 2017).

Entre os diversos indicadores de risco que contribuem para o desenvolvimento da HA em crianças e adolescentes, destacam-se: os níveis iniciais elevados de PA, o histórico familiar, a obesidade, o sedentarismo, o tabagismo e o etilismo. Têm-se demonstrado também através de estudos, que crianças com níveis de PA elevados apresentam maior probabilidade de se tornarem adultos portadores da patologia (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Embora seja muito difícil se estabelecer numa determinada população, quando a presença da HAS e dos outros fatores de risco começam a impor uma carga negativa sobre o organismo, é possível inferir que, quanto mais precoce ocorra a presença desses fatores, maior será o impacto sobre a saúde cardiovascular. De fato, as doenças cardiovasculares são raras na infância, mas os seus precursores, têm sido cada vez mais visto nos jovens (BERENSON *et al.,* 1998; McGILL *et al*., 2002).

Devido a falta de dados de resultados, a definição de hipertensão em crianças e adolescentes se baseia na distribuição normativa da PA em crianças saudáveis, sendo um importante fator determinante da PA nessa população, a estatura. Devendo os níveis de PA serem interpretados com base no sexo, idade e estatura para evitar uma classificação errônea (FALKNER *et al.*, 2004).

A adoção das definições e da normatização de PA do *"National High Blood Pressure Education Program"* (NHBPEP) 2004, promoveu uniformidade na classificação da PA na população pediátrica (NATIONAL, 2004). Sugere-se que a porcentagem de crianças e adolescentes com diagnóstico de HA tenha dobrado nas últimas duas décadas. A prevalência atual de HA na idade pediátrica encontra-se em torno de 3% a 5%, sendo tais valores principalmente atribuídos primariamente ao grande aumento da obesidade infantil, ou de maneira secundária, mais frequentemente associada a nefropatias, ou primária, atribuída a causas genéticas com influência ambiental e predomínio em adolescentes (MUNTNER *et al.*, 2004; MCNIECE *et al.*, 2007; MALACHIAS MVB, 2016).

Para atribuir valores válidos para crianças e adolescentes, deve-se levar em consideração os Percentis (P), que são calculados com base na altura, peso, sexo e faixa etária. Portanto, são considerados com PA normal, quando a PAS e PAD estão abaixo do percentil 90 (P90); pré-hipertenso é definido como igual ou superior que o P90 e menor que o P95, ou mesmo quando está abaixo do P95 mas a PAS e PAD se encontram excedendo os mesmos valores de adultos, que seria 120/80 mmHg; a hipertensão estágio 1 quando a PAS ou PAD são maiores que o P95 e menor que o P99; e a hipertensão estágio 2 é definida com PAS ou PAD com P maior que 99 (EWALD; BOND;

HALDEMAMAN, 2017). Esses dados dos percentis de altura, podem ser obtidos por meio dos gráficos de crescimento do CDC (Centers for Disease Control and Prevention) e os valores de normalidade e hipertensão para crianças e adolescentes estão também disponíveis por meio de aplicativos para smartphones, como *PA Kids e Ped(z)*. (KUCZMARSKI *et al.*, 2002).

Ainda não existem dados que identifiquem um nível específico de PA na infância que leve a um desfecho adverso no aspecto cardiovascular na fase adulta. Por isso, foi criado um consenso na manutenção da definição estatística para a HA infantil, e para as crianças a partir dos 13 anos de idade, irão seguir as diretrizes do AHA e *American College of Cardiology* (ACC), onde inclusive, substituem o termo "pré-hipertensão" por "pressão arterial elevada" (FLYNN *et al.*, 2017).

Para que fosse simplificada a triagem de crianças e adolescentes, o Guideline 2017 criou uma nova tabela baseada no percentil 90 da PA para a idade e sexo e percentil 5 para a altura das crianças (KAELBER; PICKETT, 2009). Importante ressaltar que essa tabela simplificada (Tabela 2), foi desenvolvida para identificar as crianças e adolescentes que necessitam de uma avaliação mais aprofundada da sua PA, não devendo ser utilizada para diagnóstico de PA elevada ou HA. Para esses casos, deve se fazer uso da tabela completa (Anexo III e IV), tendo em vista ser mais específica. No caso dos adolescentes (≥13 anos), é aplicado o limiar de 120/80 mmHg independente do sexo, justamente para alinhar com a diretriz para adultos na detecção da PA elevada (FLYNN *et al.*, 2017).

Tabela 2 - Valores de PA que requerem maiores investigações

Idade	**PA (mmHg)**			
	Meninos		Meninas	
	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
1	98	52	98	54
2	100	55	101	58
3	101	58	102	60
4	102	60	103	62
5	103	63	104	64
6	105	66	105	67
7	106	68	106	68
8	107	69	107	69
9	107	70	108	71
10	108	72	109	72
11	110	74	111	74
12	113	75	114	75
≥13	120	80	120	80

Fonte: Kaelber; Pickett(2009).

Após história clínica e exame físico detalhados, crianças e adolescentes considerados hipertensos devem seguir um roteiro de investigação. Quanto mais jovem a criança, maior a chance de se tratar de HA secundária. As nefropatias parenquimatosas, renovasculares e obstrutivas são responsáveis por aproximadamente 60-90% desses casos, podendo acometer todas as faixas etárias (infantes, crianças e adolescentes), mas são mais prevalentes em crianças mais jovens com maiores elevações da PA (MALACHIAS MVB, 2016).

Estudos epidemiológicos de HA na infância têm sido fonte importante de subsídios, fornecendo indícios consistentes de que a HAS do adulto começa na infância. Estudos longitudinais demonstram que a criança com níveis de pressão arterial mais elevados, mesmo que dentro de limites considerados normais, tende a evoluir ao longo da vida, mantendo uma pressão arterial mais elevada que as demais e apresentando maior probabilidade de se tornar um adulto hipertenso (SALGADO; CARVALHAES, 2003).

Em crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade e história familiar de HA, a forma mais prevalente de HA é a primária, porém deve-se realizar a investigação de causas secundárias sempre que possível nessa população (MALACHIAS MVB, 2016).

Em se tratando também de causa-efeito, deve-se observar a funcionalidade do sistema nervoso autonômico, pois uma disfunção nesse sistema, nesse caso uma hiperatividade simpática, também é parte da fisiopatologia da hipertensão (PARATI; ESLER, 2012).

3.4 Sistema nervoso autônomo

O Sistema Nervoso Autônomo se caracteriza por ser a porção do Sistema Nervoso Central responsável por controlar entre outras coisas, as funções viscerais, sendo ativado principalmente por centros que se situam na medula espinhal, tronco cerebral e hipotálamo, também conhecidos como nervos involuntários ou vegetativos, ativam as glândulas sudoríparas e salivares, algumas glândulas endócrinas, células musculares lisas e o músculo cardíaco, produzindo efeito excitatório ou inibitório, dependendo dos neurônios específicos ativados (GUYTON; HALL, 2011; MCARDLE; KATCH,F.; KATCH, V., 2016).

Os sinais autonômicos eferentes, responsáveis pela transmissão aos diferentes órgãos do corpo, o fazem através de duas grandes subdivisões que são o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP), que operam em paralelo, mas utilizam vias estruturalmente distintas e diferem em seus sistemas de transmissão (Figura 1) (GUYTON; HALL, 2011).

O SNS é a via cardio-estimuladora, que aumenta a frequência cardíaca e força de contração, enquanto o SNP é a via cardio-inibitória e atua através da redução da frequência cardíaca, pressão sanguínea e contratilidade. Entre outros fatores, é o impulso e a atração constantes entre esses dois membros do SNA, que regula a frequência cardíaca, pressão sanguínea, estrutura e função cardíaca e estabilidade elétrica do miocárdio (SINGH*;* KANDALA; CAMM 2014).

A organização do SNS é composta de duas cadeias de gânglios simpáticos paravertebrais, dois pré-vertebais (o celíaco e o hipogástrico) e nervos que vão dos gânglios para vários órgãos internos. A origem dos nervos simpáticos são nos segmentos T-1 ao L-2 da medula espinhal (tóraco-lombar), formando a cadeia simpática, em seguida se distribui para os órgãos que irão ser estimulados por esses nervos (BORTOLOTTO; SOUSA; HONG, 2013).

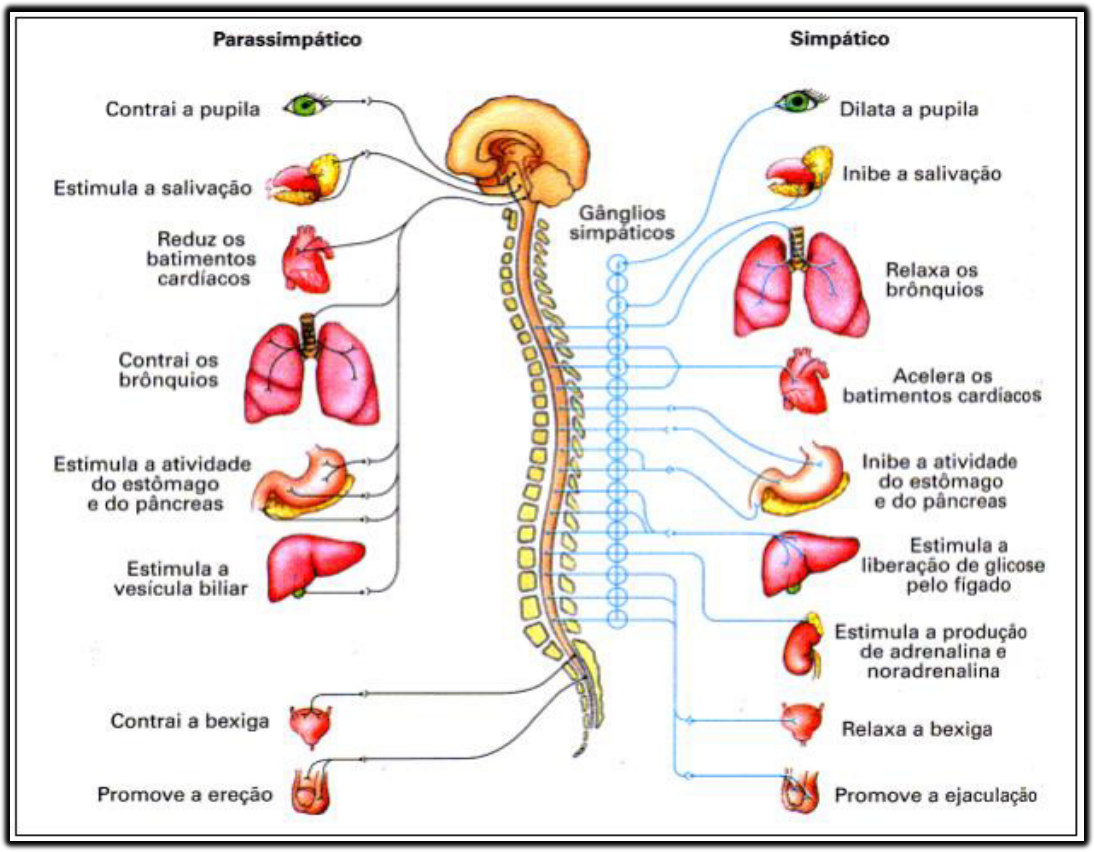


Figura 1: Anatomia do sistema simpático e parassimpático
Fonte: Disponível em: http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso4.asp#autonomo

A via de estímulos é formada por dois neurônios, um neurônio pré-ganglionar (o corpo celular fica na ponta intermédio-lateral da medula espinhal e a fibra vai para o nervo espinhal correspondente por uma raiz anterior da medula) com uma estrutura colinérgica e o neurônio pós-ganglionar com estrutura adrenérgica em sua maioria, onde a origem se dá em um dos gânglios de cadeia simpática ou em gânglios pré-vertebrais, seguindo em direção aos seus destinos, os órgãos efetores (GUYTON; HALL, 2011; BORTOLOTTO; SOUSA; HONG, 2013).

No caso do SNP, ele deixa o SNC principalmente pelos nervos cranianos III, VII, IX e X e pelo segundo e terceiro nervo espinhal, porém, a maioria das fibras nervosas parassimpáticas está no nervo vago representando 75%, onde vai ser distribuído em grande parte nas vísceras, coração, pulmão, fígado, entre outros (GUYTON; HALL, 2011).

As fibras parassimpáticas sacrais seguem a rota do plexo sacral de cada lado da medula nos nervos sacros 2 e 3 para serem distribuídos ao cólon descendente. O SNP também tem seus neurônios pré-ganglionares e pós-ganglionares, onde, ambos são

formadas por fibras colinérgicas na sua maioria. Exceto alguns nervos parassimpáticos cranianos, as fibras pré-ganglionares passam por todo um trajeto até chegar ao órgão que vai estimular, onde pode ser que as fibras pós-ganglionares estejam localizadas na própria parede dos órgãos (GUYTON; HALL, 2011).

A modulação da frequência cardíaca por meio da despolarização do nodo sinoatrial realizada pelo SNA é feita justamente através do uso das vias simpáticas e parassimpáticas. Observa-se então, a importância do SNA como neuromodulador do que acontece no corpo humano, especificamente nos sistemas cardiovascular e metabólico, permitindo a homeostase no que diz respeito tanto as alterações agudas e crônicas como também a nível fisiológico e patológico (MOSTARDA *et al.*, 2009).

As influências neurais no ritmo cardíaco fluem através dos componentes simpáticos e parassimpáticos, de uma forma em que o fornecimento de nervos aferentes e eferentes para o coração é feito pelas terminações simpáticas cobrindo todo miocárdio e no nodo sinusal e atrioventricular, e as parassimpáticas no miocárdio atrial, onde o controle neural depende intimamente da FC e atividade reflexa barorreceptora (MOSTARDA *et al.*, 2009).

Portanto, a integração dos ramos simpático e parassimpático do SNA sobre o coração determina a variabilidade de frequência cardíaca, ferramenta não invasiva que avalia as flutuações na FC provocadas pelas adaptações do SNA sobre o sistema cardiovascular e permite identificar fenômenos relacionados ao próprio SNA (RIBEIRO, et al., 2001). Essa análise da VFC é justamente a capacidade de avaliar a saúde cardíaca e o estado do sistema nervoso autônomo responsável pela regulação da atividade cardíaca (ACHARYA, et al., 2006).

3.5 Variabilidade da Frequência Cardíaca

Diversos estudos têm demonstrado que várias anomalias apresentam marcadores do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), como a redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), diminuição da sensibilidade barorreflexa e aumento da atividade simpática, situam-se como candidatos que aumentam o risco de hipertensão arterial (LOPES *et al.*, 2001; FRANCICA *et al.*, 2013).

A VFC é justamente denominada pelas variações que o ciclo cardíaco apresenta no tempo transcorrido entre duas ondas R consecutivas do eletrocardiograma (intervalo RR) (Figura 2) (CAMBRI *et al.*, 2008).

Dessa forma, a frequência cardíaca (FC) tem sido estudada em diferentes condições associadas ao repouso e ao exercício, onde quanto maior a variabilidade temporal dos intervalos entre batimentos consecutivos (R-R), maior a atividade parassimpática, tornando a facilidade de mensuração nesse método, ter ampliado seu estudo (MOSTARDA *et al.*, 2009).

A hiperatividade do SNS desempenha um papel importante no remodelamento cardíaco, no aumento da incidência de arritmias, e muitas vezes determinam um mau prognóstico para os pacientes sobreviventes de infarto do miocárdio (JANKOWSKA *et al.*, 2006; SINGH; KANDALA; CAMM, 2014; BARBOZA *et al.*, 2016).

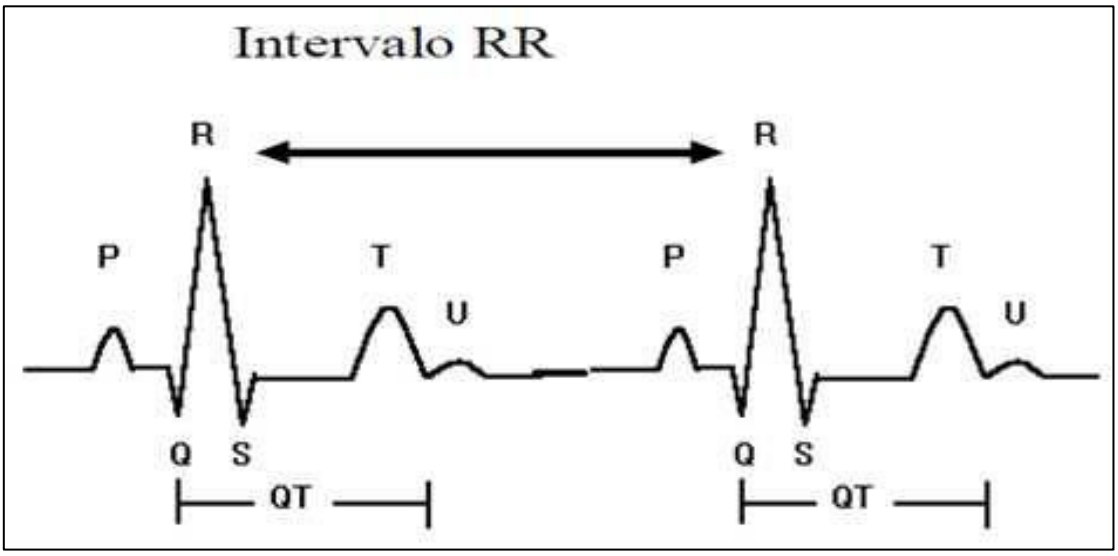


Figura 2: Exemplo de intervalo RR e a série temporal utilizada para análise da VFC
Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Exemplo-de-intervalo-RR-e-a-respectiva-serie-temporal-utilizada-para-analise-da_fig1_269673343

Além de ser usada como fator de risco cardiovascular assim também como, excesso de massa de gordura corporal, hiperglicemia, hiperinsulinemia, pressão arterial e dislipidemias. Além disso, estarem associados com a redução da VFC, está ainda associada a disfunção autonômica cardíaca, doenças crônicas degenerativas, arritmias letais, eventos cardíacos isquêmicos em indivíduos normais, e representa, dessa forma, um importante indicador do estado de saúde (CAMBRI *et al.*, 2008).

A avaliação clínica da função autonômica cardíaca, é justificada ao se verificar o equilíbrio entre a atividade simpática e parassimpática exercidas sobre o coração, apresentando grande significado em diversas condições clínicas e funcionais, podendo ser determinante em manifestações cardiovasculares (FRONCHETTI *et al.*, 2006).

Na fenda sináptica é liberada acetilcolina pelos terminais parassimpáticos que exerce sua influência na despolarização do nodo sinoatrial e, por apresentar uma velocidade de remoção muito rápida, provoca oscilações na duração dos intervalos R-R, acarretando variações rítmicas na FC. Inversamente, a noradrenalina, liberada pelos terminais simpáticos, possui uma velocidade de remoção lenta, ocasionando uma variação rítmica na FC, que pode ser observada somente em registros de longo prazo (CAMBRI *et al.*, 2008).

Com isso, a VFC se caracteriza pelos ajustes entre a modulação rápida e a lenta, sendo que essas variações na FC são caracterizadas principalmente pelas oscilações da atividade parassimpática, fazendo com que a atividade vagal sobre o coração seja um reflexo da amplitude da VFC (REIS *et al.*, 1998).

A VFC é um método que nos permite analisar o controle neural cardíaco durante períodos curtos ou prolongados, em diversas condições fisiológicas (durante o sono, monitoramento de 24 horas, repouso, exercício físico e bloqueio farmacológico) e patológicas (CAMBRI *et al.*, 2008).

Esta avaliação autonômica apresenta forte relação entre VFC e mortalidade pós-infarto agudo do miocárdio, tendo a vantagem de ser não invasiva, além de ser um recurso metodológico de grande simplicidade e fácil aplicação (CAMBRI *et al.*, 2008).

A VFC pode ser avaliada por dois métodos: pelo cálculo de índices baseado em operações estatísticas dos intervalos R-R (domínio do tempo) (Figura 3) e pela análise espectral de intervalos R-R ordenados (domínio da frequência) (Figura 4). Essas análises são realizadas em segmentos curtos - 0,5 a 5 minutos - ou em gravações de eletrocardiograma de 24 horas (Figura5) (MOSTARDA *et al.*, 2009).

O estudo no domínio da frequência ou a análise espectral têm alcançado considerável interesse por ser um método não invasivo que estima a atividade neural e não neural por meio de oscilações a curto e longo prazo da FC (MOSTARDA *et al.*, 2009). Os índices no domínio do tempo assim como o da frequência, são obtidos através de um registro contínuo de eletrocardiograma, determinando-se a dispersão da duração dos intervalos entre os batimentos, isto é, resultante de despolarização sinusal. Os diversos índices recomendados para mensuração da VFC no domínio do tempo podem ser derivados de cálculos aritméticos, estatísticos ou geométricos (histograma R-R). Os métodos estatísticos podem derivar direto dos intervalos R-R, ou da FC instantânea (REIS *et al.*, 1998; FRONCHETTI *et al.*, 2006).

Os métodos geométricos transformam uma série de intervalos R-R em um gráfico para posterior cálculo da distribuição da densidade de sinais. As medidas do domínio da frequência são derivadas da análise do espectro de potência que apresenta a distribuição da densidade em função da frequência. Esta análise decompõe a FC em seus componentes causadores, apresentando-os de acordo com a frequência com que alteram a FC (MOSTARDA *et al.*, 2009).

Para o cálculo da densidade espectral podem ser utilizados os métodos de transformação rápida de Fourier ou modelo auto-regressivo (REIS *et al.*, 1998). Ambos delimitam 4 faixas de frequência distintas:

1) Alta frequência, HF (0,15 a 0,40 Hz), modulada pelo SNP e gerada pela respiração;
2) Baixa frequência, LF (0,04 a 0,15 Hz) modulada pelo SNP e SNS. Esta frequência tem sido relacionada ao sistema barorreceptor e termorregulador, à atividade vasomotora e ao sistema renina-angiotensina;
3) Muito baixa frequência, VLF (0,01 a 0,04 Hz), considerada um marcador da atividade simpática;
4) Ultra baixa frequência, ULF (10-5 a10-2 Hz), que não apresenta uma correspondência fisiológica clara (REIS *et al.*, 1998).

Os componentes de baixa e alta frequência são mensurados em unidades absolutas de potência (ms²) ou podem ser expressos em valores relativos à potência total subtraindo-se o componente de muito baixa frequência (unidades normalizadas, alta frequência %, e baixa frequência %). A relação entre a potência de baixa para a de alta frequência (baixa frequência/alta frequência) pode ser considerada uma medida de equilíbrio simpato vagal (MOSTARDA *et al.*, 2009).

Ao se considerar a análise da VFC durante exercício, nota-se que a mesma apresenta certa dificuldade, uma vez que inúmeros fatores influenciam nos seus resultados, entre estes, aumento da atividade respiratória e do estado não estacionário do organismo. Durante o exercício físico, os intervalos R-R numa série temporal tendem a diminuir devido ao aumento da FC, acarretando um estado não estacionário, o que causa uma interferência nos dados calculados por meio da análise espectral e métodos tradicionais realizados no domínio do tempo (FRONCHETTI *et al.*, 2006).

Portanto, a importância da VFC para todas essas análises, está principalmente por avaliar as flutuações na FC provocadas pelas adaptações do SNA sobre o sistema cardiovascular, permitindo identificar fenômenos relacionados sobre o mesmo, onde a

integração dos ramos simpático e parassimpático sobre o coração, determina a própria VFC (VANDERLEI *et al.*, 2012).

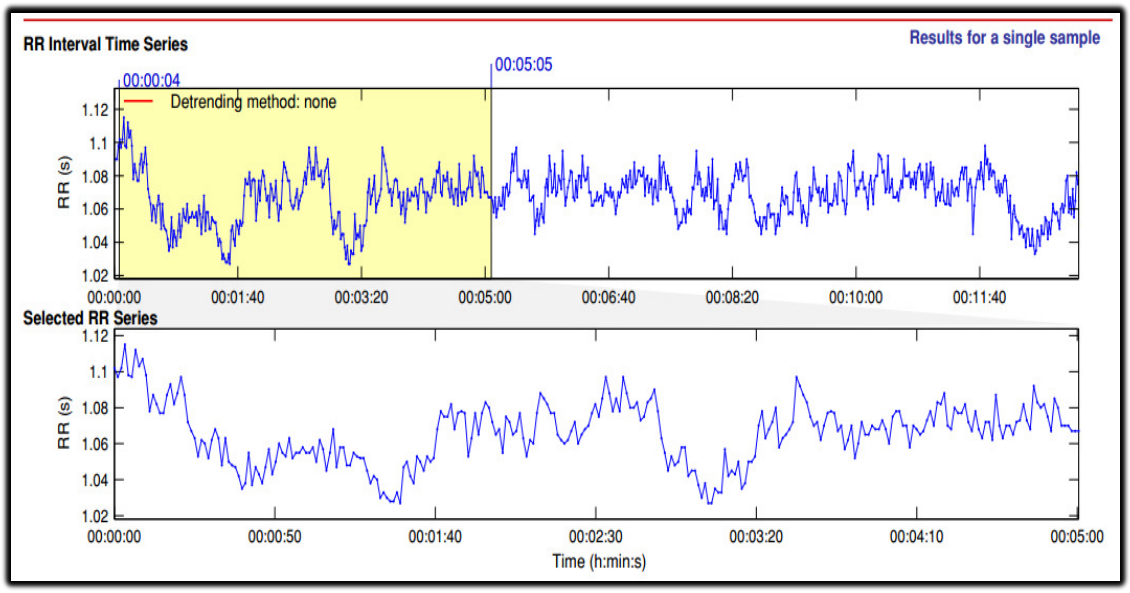


Figura 3: Seleção de intervalos para análise das variáveis da VFC.
Fonte: Disponível em: http://kubios- hrv.software.informer.com/2.2/#googtrans(en|pt)

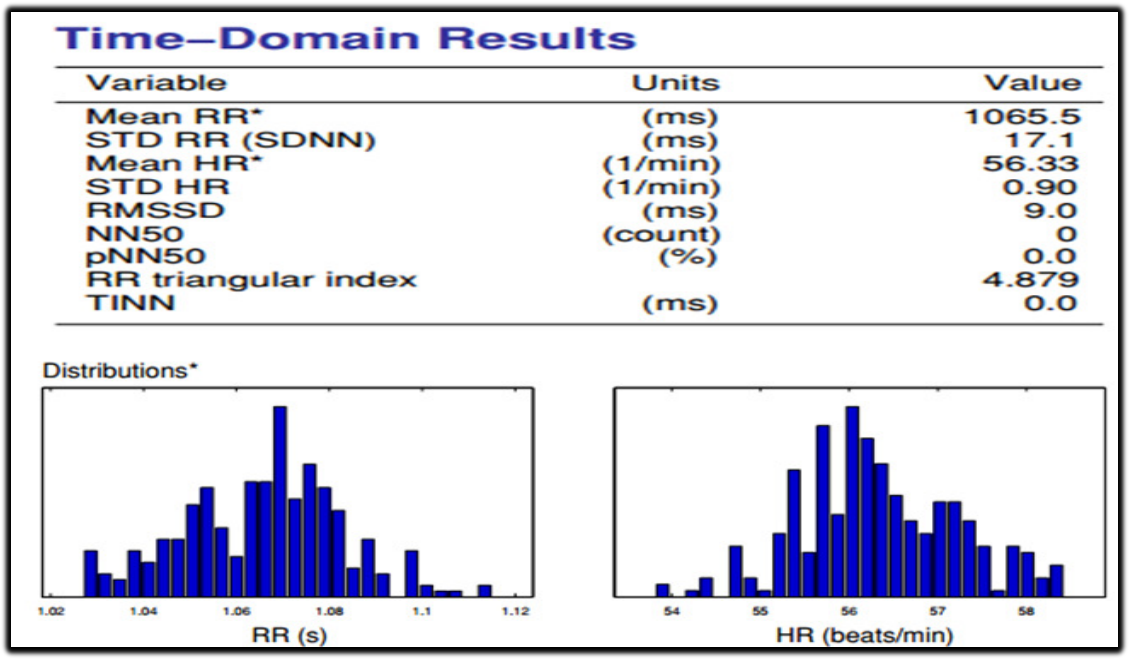
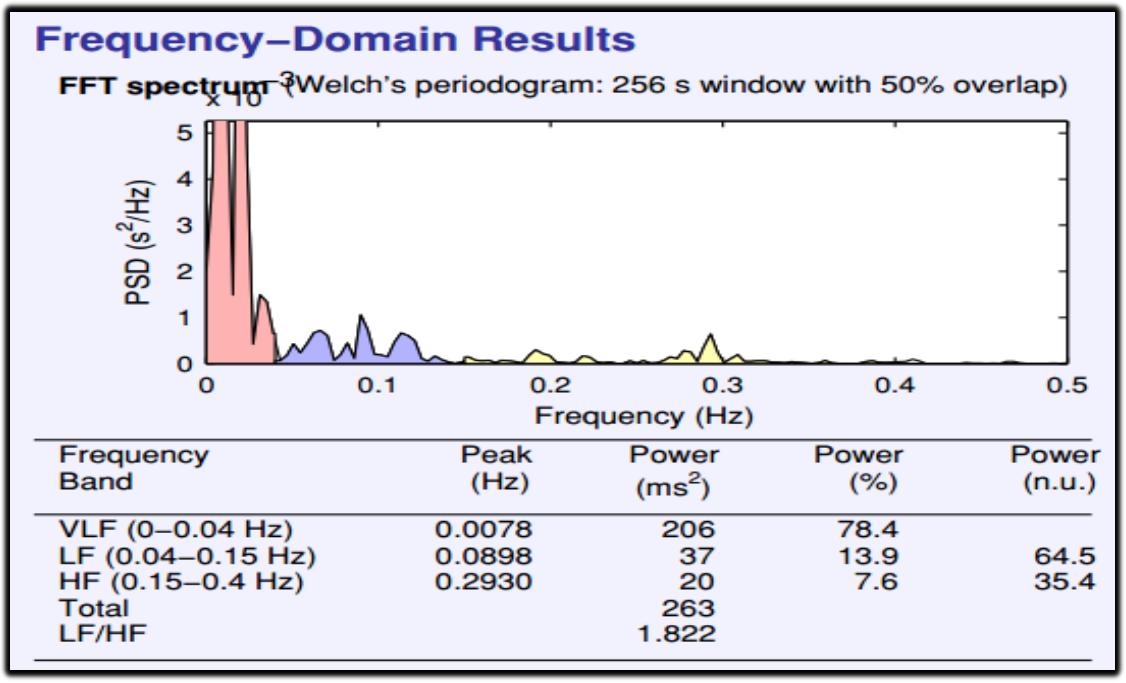


Figura 4: Ilustração da análise no domínio do tempo.
Fonte: Disponível em: http://kubios- hrv.software.informer.com/2.2/#googtrans(en|pt)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms^2)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF (0–0.04 Hz)	0.0078	206	78.4	
LF (0.04–0.15 Hz)	0.0898	37	13.9	64.5
HF (0.15–0.4 Hz)	0.2930	20	7.6	35.4
Total		263		
LF/HF		1.822		

Figura 5: Ilustração da análise no domínio da frequência.
Fonte: Disponível em: http://kubios- hrv.software.informer.com/2.2/#googtrans(en|pt)

4 ARTIGO SUBMETIDO

Journal of Sports Sciences

Offspring of hypertensive parents have a lower overall variability of at different levels of physical activity

--Manuscript Draft--

Full Title:	Offspring of hypertensive parents have a lower overall variability of at different levels of physical activity
Manuscript Number:	RJSP-2018-1052
Article Type:	Original Manuscript
Keywords:	Heart Rate Variability; Hypertension; Physical Activity Level; Adolescent; Autonomic Nervous System.
Abstract:	Background: Studies also point out that the family history of hypertension has a great influence about the autonomic responses of individuals, whose objective is to analyze the level of physical activity and family history of hypertension with the behavior of the autonomic nervous system of adolescents. Methods: 162 adolescents were divided into offspring of Normotensive (ON) and offspring of Hypertensive (OH). The adolescents submitted to the Anthropometric Assessment, Physical Activity Level, Sexual Maturation, Sleep Quality Index and Heart Rate Variability using the Electrocardiogram. Results: In the autonomic variables, statistically significant differences observed regarding RMSSD, pNN50, Total Variance, HF, and SD1. About the ON group, there was a reduction of these indices, where all of them represent a vagal withdrawal. When analyzing the level of physical activity, the LF variable was higher at the low level of physical activity ON group, indicating the tendency of sympathetic reduction in trained individuals. When using effect size, it also presented high clinical relevance in the same variables. Conclusion: Heart Rate Variability is reduced in people with a family history of hypertension. Research has shown that since adolescence, autonomic dysfunction is already present, even without signs of high blood pressure.
Order of Authors:	Nivaldo Soares Junior
	Carlos Alberto Alves Dias-Filho
	Bruna Cruz Magalhães
	Carlos José Dias
	Antonio Carlos Silva-Filho
	Bruno Rodrigues
	Janaina de Oliveira Brito-Monzani
	Cristiano Teixeira Mostarda

Title: Offspring of hypertensive parents have a lower overall variability of at different levels of physical activity.

Running title: Heart Rate Variability in Adolescents

Authors:

Nivaldo de Jesus Silva Soares Jr.[1,2], Carlos Alberto Alves Dias-Filho[1,2,] Bruna Cruz Magalhães[1,2], Carlos José Dias[1,2], Antonio Carlos Silva-Filho[1,2], Bruno Rodrigues, Janaina de Oliveira Brito-Monzani[1,2], Cristiano Teixeira Mostarda[1,2]

1 Laboratory of Cardiovascular Adaptations to Exercise – LACORE

2 Physical Education Dept., Universidade Federal do Maranhão

Correspondent author: Cristiano Teixeira Mostarda, Av. Dos Portugueses, 1966, Physical Education Department, São Luís, Maranhão, Brazil; cristiano.mostarda@gmail.com, +559898143-5532

Word count: 4.079

ABSTRACT

Introduction: Systemic Arterial Hypertension (SAH) is a chronic degenerative disease and multiple causes. An important risk factor for this disease is the sedentary lifestyle, which is present in many times since adolescence. This disease is associated with autonomic alterations such as increased sympathetic modulation and reduced vagal modulation. Studies also point out that the family history of this disease has a great influence on the physiological responses of individuals. **Objective:** To analyze the level of physical activity and family history of SAH in relation to the behavior of the autonomic nervous system of adolescents. **Materials and methods:** 162 adolescents from the public school system, aged 11 to 18 years, were divided into offspring of Normotensive (ON, n = 126) and offspring of Hypertensive (OH, n = 36). After the signing of the Term of Consent by the parents and the Consent Term by the parents, the adolescents were submitted to the Anthropometric Assessment, Physical Activity Level through the IPAQ questionnaire, Sexual Maturation by the Tanner Board, Sleep Quality Index by the Pittsburgh questionnaire and the Heart Rate Variability using the Electrocardiogram. **Results:** It was observed that the two ON and OH groups did not have significant differences in the main variables that characterize both groups, such as systolic and diastolic blood pressure ($p = 0.31$ / $p = 0.07$), Sleep Quality Index ($p = 0.57$), Waist Circumference ($p = 0.44$) and Fat percentage ($p = 0.33$). This shows a homogeneity between groups. In the autonomic variables, statistically different differences were observed regarding RMSSD, pNN50, Total Variance, HF and SD1, all with $p < 0.05$. There was a reduction of these indices in the OH group, where they all represent a vagal withdrawal. When analyzing the level of physical activity between the groups, the LF variable presented a significant difference ($p = 0.03$) being higher in the ON low level of physical activity group, indicating a sympathetic increase. It should be noted that in many variables, the Effect Size showed very high clinical relevance (ES> 0.8). **Conclusion:** Research has shown that since adolescence, autonomic dysfunction is already present, even without signs of high blood pressure or any other symptom of easier and more common verification and diagnosis.

Keywords: Heart Rate Variability; Hypertension; Physical Activity Level; Adolescent; Sedentary; Autonomic Nervous System.

BACKGROUND

Hypertension is a chronic degenerative disease of multiple causes, and its main characteristic is constant high blood pressure levels (Malachias, Póvoa et al. 2016). The Hypertension is often associated with functional and structural changes in organs such as the heart (myocardial infarction) and kidneys (renal failure), as well as the central and autonomic nervous system, metabolic syndrome and blood vessels (Kovell, Ahmed et al. 2015).

Hypertension prevalence and incidence are extremely high throughout the world, and, adding to the fact that its low rate of control is also multifactorial, it is considered one of the most important public health problems, being caused, among other factors, by the contraction and increase of the thickness of the blood vessels in a continuous way. Which hinders the passage of blood, leading to a subsequent stiffening of these vessels, which in the long term can cause clogging or rupture of the same (Malachias, Póvoa et al. 2016).

This vessel thickness present in hypertension also directly influences the modulation of the autonomic nervous system, which is associated with autonomic alterations that usually include the reduction of parasympathetic activation and increase of sympathetic modulation (Mostarda, Wichi et al. 2009).

In addition to various conventional medical treatments, lifestyle modifications have been shown to be effective in preventing and controlling high blood pressure levels (Kovell, Ahmed et al. 2015). Such lifestyle modifications are responsible for reducing many cardiovascular risk factors such as obesity, hypertension, also contributing to reducing the incidence of type 2 diabetes, some types of cancer and stroke. Contributing to the reduction of sympathetic activity in the heart and increased vagal modulation (Bauman 2004; Moraes Dias, Azoubel et al. 2015; Rachele, Cuddihy et al. 2016). Conversely, the sedentary lifestyle or low level of physical activity is a major contributing factor for hypertension, becoming a chronic problem, causing complications to health

and premature deaths, as well as billions in public health expenditures (Powell, Bricker et al. 2002).

A sedentary lifestyle may be even more worrying if it originates from adolescence, which is a critical phase for the establishment of chronic disease risk factors associated with unhealthy eating habits and sedentary behaviors that may persist throughout adult life (Jenkins and Horner 2005; Musaiger, Nabag et al. 2016). Over the past three decades, the prevalence of overweight among young people has increased significantly worldwide, including in Brazil, and changes in physical activity patterns have accompanied this trend (Wang, Monteiro et al. 2002; Yang, Telama et al. 2006; Silva, Nahas et al. 2008).

Although there is evidence of the benefits of physical activity on autonomic function in several diseases, and on the influence of the family history of hypertension on the occurrence of the pathology, few studies directed at the adolescents, relating them to the history and the autonomic nervous system.

Therefore, this study aimed to analyze the overall variability at different levels of physical activity in the offspring of hypertensive parents.

METHODS

Sample

The sample consisted of 162 adolescents, currently enrolled in a public school in the city of São Luís, Maranhão, Brazil. The sample was divided into two groups: offspring of Normotensive (ON) with 126 participants and offspring of Hypertensive parents (OH) with 36 participants, and later also, subdivided into low physical activity level and high physical activity level within each ON and OH group. Participant's age ranged between between11 and 18 years of age and regularly enrolled in school (Eveleth 1996). The parents signed the Informed Consent Form and answered questions about their condition as hypertensive or not. Each of the adolescents signed the Term of Assent.

Anthropometric evaluation

Weight measurement was performed using a digital scale on the kilogram scale (Balmak, BK – 50FAN, São Paulo). For stature, the EST 23 Trena Compact Stadiometer was used in the millimeter scale. Also, the body mass index (BMI) identified in the weight (Kg)/height (m^2) formula and the body composition evaluation using the Cescorf skinfold measure, utilizing the Slaughter protocol (Slaughter, Lohman et al. 1988; Organization 2000).

Physical Activity Level Assessment

To analyze the level of physical activity was performed by the application of the International Physical Activity Questionnaire (Matsudo, Araújo et al. 2001). The IPAQ was created by a multinational working group, to serve as a tool in epidemiological studies, analyzing the activity the previous week, using the classification of participants as high or low (Booth, Ainsworth et al. 2003; Rachele, Cuddihy et al. 2016). This questionnaire was validated to assess the level of habitual physical activity of adolescents (Guedes, Lopes et al. 2005; Mannocci, Masala et al. 2018). The adolescent was classified as Low if he did no activity for at least ten continuous minutes throughout the week or less than 600 MET-min/week. Was classified as Active if it had a Vigorous-intensity activity on at least three days and accumulating at least 1500 MET-minutes/ week OR 7 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous Intensity activities are achieving a minimum of at least 3000 MET-minutes/week. The data converted into METS (Metabolic Equivalent of Task) for better visualization.

Sexual maturation

The evaluation of sexual maturation performed by self-evaluation or evaluation by the legal guardians (Duke, Litt et al. 1980) using the Marshall and Tanner's scale (Marshall and Tanner 1969).

Sleep quality index

The evaluation of the sleep quality index was performed by applying the Pittsburgh Sleep Quality Questionnaire, where the evaluated person answers questions

about the quality of their sleep and some disturbances that may occur during the sleep. In the end, according to the answers, the index, or the score of each participant of the research was verified. The importance of this index was to avoid changes in data related to Heart Rate Variability (Barroso, Silva-Filho et al. 2016).

Blood Pressure

The protocol for collecting blood pressure data followed the latest Brazilian Guidelines for Hypertension (Ayub-Ferreira, Souza Neto et al. 2016) and The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents (Falkner, Daniels et al. 2004). Including the adequate cuff size and according to the height percentiles, all measurements were taken after 5 minutes of rest, with the participant comfortably seated, with straight feet resting on the floor and back and arm support, and with an antecubital fossa at the level of the heart. Maximum cuff inflation was calculated by adding 30 mmHg to the pulse obliteration pressure, and the cuff was emptied at a constant rate of 2 to 4 mm per second.

Heart Rate Variability

Heart Rate Variability (HRV) was obtained continuously and non-invasively, beat-to-beat, through the electrocardiogram (ECG) for 10 minutes. ECG records or recorded curves analyzed for the study of autonomic parameters, such as time domain and frequency domain variability. The use of algorithm through the software Kubios HRV 2.0 (Biosignal Analysis e Medical Imaging Group, Kuopio, Finlândia) was used to identify each heartbeat and to perform automatic detection of systolic events of the pressure wave, generating the final result of the spectral analysis with the respective ranges of interest. The spectral power integrated into three frequency bands of interest: High Frequency (HF- 0.15-0.4 Hz), Low Frequency (LF- 0.04-0.15 Hz) and to evaluate the autonomic balance, the ratio between two of them (LF / HF). The LF component is reported to reflect sympathetic and vagal modulation, whereas the HF component appears to be the result of vagal modulation. Also, the LF / HF component was proposed as a measure of cardiac sympathetic-vagal balance.

Other variables used in the study are RMSSD (the square root of the square mean of the differences between adjacent normal RR intervals), pNN50 (percentage of adjacent RR intervals with duration difference greater than 50ms) and total Variance that are in the time domain, and the nonlinear variables SD1 (instantaneous record of beat-to-beat variability and SD2 (long-term records).

Statistical analysis

Statistical analysis was performed and Kolmogorov-Smirnov normality test. The normal data were ANOVA and Tukey post-hoc, where they described in mean and standard deviation. To assess the magnitude of the results, and to verify their clinical relevance, the Effect Size was calculated according to Cohen, in which the indices greater than 0.8 demonstrated a high clinical relevance (COHEN). With the Tanner scale, the chi-square test was performed to evaluate the association between qualitative variables. The level of significance was set at 5% ($P < 0.05$).

RESULTS

Table 1 shows the characteristics of the participants of the study. The subjects had a mean age of 15.98 ± 0.17 years (ON) and 15.89 ± 0.35 years (OH). Within each ON and OH group, there was no significant difference in the level of physical activity observed by the IPAQ (p=0.12). Concerning Sleep Quality Index (p=0.57), Age (p=0.79), Weight (p=0.19), Height (p=0.58), Body Fat (p= 0.05) and Tanner Scale (p=0.26) none of them had a significant difference between the two groups.

No significant difference was found between groups when comparing Waist Circumference (p=0.44), Systolic Blood Pressure (p=0.31) and Diastolic Blood Pressure (p=0.07). However, a large clinically significant was achieved (Effect Size >0.8).

Table 2 demonstrates the autonomic variables of the adolescents. In the Time Domain analysis, Heart Rate (p=0.20) was higher in the OH group but no significant difference, like SD2 (p=0.05) has no significant difference. Other variables such as RMSSD (p=0.03), pNN50 (p=0.04), SD1 (p=0.03) and Total Variance (p=0.04) presented

significant difference. And all indexes have a large clinically significant effect size (Effect Size >0.8)

In the Frequency Domain, something HF(ms^2) (p=0.01) has a significant difference. However, all indexes presented large effect size (effect size>0.8).

In the RMSSD, pNN50, HF, and SD1 variables, which represent the vagal system, were all lower in the OH group, and in all, significant differences observed between the groups. The total variance, which represents the variation of all indices, was 2764 ± 163.1 and 2113 ± 203.7 for the ON and OH groups, respectively.

It is worth noting that in all the autonomic variables in Table 2, which presented statistically significant differences, the Effect Size (ES) value was higher than 0.8, demonstrating clinical relevance, or a large effect size.

Table 3 shows the division between ON and OH groups, and the subdivision between Low and High according to the IPAQ, and thus to evaluate the autonomic variables in these groups. A large statistically significant difference and great clinical relevance observed when analyzing the IPAQ. In the normalized LF, there was a significant difference in the ON group, being higher in the sedentary ones. The result about the Effect Size was moderate (Effect Size >0.30). It is important to note that even though there is no statistically significant difference in the other indices, the data demonstrate some behaviors that must take into account.

In making this subdivision, we observed that the assets, whether in the ON group or the OH group, present similar behaviors in the HR values. We observed differences concerning RMSSD and pNN50, where all are higher in OH group but are active, and are lower in the sedentary OH group.

In the HF variable with normalized values, which also represents the parasympathetic nervous system, the behavior is higher in the active than in the sedentary ON group, even without any statistically significant difference.

DISCUSSION

This study aimed to analyze the overall variability in the offspring of hypertensive parents at different levels of physical activity.

Comparison of the ON group with the OH group presented similar results in the variables of Systolic Blood Pressure, Diastolic Blood Pressure, Waist Circumference, Body Fat, Tanner Scale, and IPAQ, with no difference between groups, characterizing the two groups as homogeneous. They presented levels with no statistically significant difference, but the difference in Systolic Blood Pressure and Diastolic Blood Pressure was slightly higher than 2 mmHg, which made the result very clinically significant, as was confirmed by the Cohen's d.

Another index evaluated that there was also no significant difference between the groups was the Sleep Quality Index, which can interfere directly in the autonomic nervous system. Adequate sleep is essential for the normal growth and development of young people (Matricciani, Olds et al. 2012; Collings, Wijndaele et al. 2015). Studies have shown that short sleep duration may implicate in obesity since restricted sleep deregulates both endocrine secretions and Autonomic Nervous System itself (Knutson 2012; Collings, Wijndaele et al. 2015; Barroso, Silva-Filho et al. 2016).

The comparison between man and woman was not made, considering that among the several differences already established between them, there are some reports on differences related to different cardiac autonomic tonus between the sex. In healthy individuals, there is a predominance of parasympathetic tone over the sympathetic tone in women, and in men, the predominance of sympathetic over vagal is one of the reasons why women's blood pressure is generally lower than men's (Evans, Ziegler et al. 2001; Behbahani, Dabanloo et al. 2016).

Regarding Heart Rate Variability, in the time domain analysis, significant results were found in RMSSD, pNN50, Total Variance and SD1 components. These variables being extracted by the adjacent RR intervals were smaller in the OH group and are representative of the parasympathetic modulation. Even when Systolic Blood Pressure and Diastolic Blood Pressure are normal in both groups, the parasympathetic nervous

system reduced in hypertensive offspring. SD1, which represents the standard deviation of the instantaneous R-R intervals, indicating a parasympathetic influence on the sinoatrial nodule (Tulppo, Makikallio et al. 1996; Fronchetti, Nakamura et al. 2006), were also reduced in the offspring of hypertensives.

In the frequency domain analysis, significant differences observed in the HF who was higher in the offspring of normotensive individuals. This measure corresponds to respiratory modulation and is an indicator of the action of the vagus nerve on the heart (Barboza, Souza et al. 2016), and this index has already altered in offspring of hypertensive, even Systolic Blood Pressure and Diastolic Blood Pressure in normal values. The same happens with Total Variance, being lower in the OH group and representing the autonomic parasympathetic modulation.

All of the data in Table 2, which showed a significant statistical difference, also showed a high Effect Size value, which shows that the results were not only statistically significant but also a high clinical relevance.

These results in the time and frequency domain are similar to studies that indicate a reduction in the indices related to vagal tonus and increase in the sympathetic indexes, both related to the hypertensive population (Júnior, Moreira et al. 2004; Novais, Sakabe et al. 2004; Pal, Pal et al. 2011). The results are revealing the importance of vagal reduction as a possible contribution to the early stages of hypertension in adolescents susceptible to pathology according to family history.

Also in our findings, when analyzing the Autonomic Nervous System together with the level of physical activity, a significant difference was obtained in the LF, which represents the sympathetic system and was lower in the active ON group, which indicates a benefit of physical activity in the Autonomic Nervous System. In the same way that when analyzing using Cohen's d, we observed a moderate relevance. And even in the other variables that did not present significant differences between the Low and High level of Physical Activity, ON, and OH groups. In the OH, although the difference is not very significant, we observed a higher proportion in the Total Variance variable in

those with a high level of physical activity. This also indicates protection caused by physical activity in autonomic modulation. They showed values with similar tendencies of studies indicating that trained people show a reduction of sympathetic modulation in the heart and vessels, emphasizing the positive effects of physical exercise between other things, in the prevention of autonomic changes triggered by myocardial infarction (Barboza, Souza et al. 2016).

These findings corroborate with several studies on the aspect of the physical condition, where the individuals with the better physical condition, present a higher Heart Rate Variability, different from the low level of physical activity individuals where it diminished. These studies have shown that adolescents who engage in moderate to vigorous physical activity are strongly and negatively related to the risk of cardiovascular disease by analyzing their autonomic functions (Oliveira, Barker et al. 2017). There are also studies demonstrating that Heart Rate Variability decreases with increasing age, in the same way, that obesity increases sympathetic activity and reduces parasympathetic (Reardon and Malik 1996; Karason, Mølgaard et al. 1999; Sharma, Subramanian et al. 2015). As well as the difference in Heart Rate Variability between trained and untrained individuals, where it presented higher in trained individuals, as demonstrated in other studies corroborating with the present research (Brunetto, Silva et al. 2005).

The clinical importance of Heart Rate Variability evaluation lies in its sensitivity as a marker of autonomic cardiac function, where its attenuation is closely related to aspects such as obesity, and in an increased state. Heart Rate Variability represents a state of good physical fitness and cardiovascular protection (Cohen, Syme et al. 2013; da Silva, Bianchini et al. 2014; Chen, Tseng et al. 2016).

Thus, the regular practice of physical activity has referred to as an increase in vagal tonus due to the physiological adaptations that occur due to the increase in cardiac work. In a way that, we arrive at a conclusion where, the elevation of the parasympathetic modulation induces electrical stability of the heart, and has increasingly thought of as a way to improve sleep time and quality (Strom and Silverberg 2016), while elevated

sympathetic activity increases the vulnerability of the heart and the risk of cardiovascular events (Novais, Sakabe et al. 2004; Brunetto, Silva et al. 2005).

Our work has shown a great contribution in the aspect of the increasingly precocious age, considering the shortage of this type of study in children under 18 years of age. It also contributed to demonstrate the autonomic alterations already present, even before presenting exacerbated elevations of SBP and DBP. .Demonstrating an important benefit of healthy practice in autonomic protection and delaying some symptoms arising from hypertension.

CONCLUSION

Indicating that the family history of hypertension seems to exert an influence on the Autonomic Nervous System of the adolescents, occurring a vagal withdrawal in positive history. As the offspring of normotensive who is a low level of physical activity, they presented indicative of greater sympathetic activity than the assets of the same group

DISCLOSURE OF INTEREST

The authors reported no potential conflict of interest

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to CAPES (Coordination of Higher Education Personnel) and FAPEMA (Founding of Support for Research and Scientific and Technological Development of Maranhão) for the constant support of research.

REFERENCES

Ayub-Ferreira, S. M., Souza Neto, J. D. d., Almeida, D. R., Biselli, B., Avila, M. S., Colafranceschi, A. S., . . . Galantini, D. R. (2016). Diretriz de Assistência Circulatória Mecânica da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 107*(2), 1-33.

Barboza, C., Souza, G., Oliveira, J., Silva, L., Mostarda, C., Dourado, P., . . . Rodrigues, B. (2016). Cardioprotective Properties of Aerobic and Resistance Training Against Myocardial Infarction. *International journal of sports medicine, 37*(06), 421-430.

Barroso, R., Silva-Filho, A. C., Dias, C. J., Soares Jr, N., Mostarda, A., Azoubel, L. A., . . . Mostarda, C. T. (2016). Effect of exercise training in heart rate variability, anxiety, depression, and sleep quality in kidney recipients: A preliminary study. *Journal of Health Psychology*, 1359105316676329.

Bauman, A. E. (2004). Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000–2003. *Journal of Science and Medicine in Sport, 7*(1), 6-19.

Behbahani, S., Dabanloo, N. J., Nasrabadi, A. M., & Dourado, A. (2016). Gender-Related Differences in Heart Rate Variability of Epileptic Patients. *American journal of men's health*, 1557988316638733.

Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med sci sports Exerc, 195*(9131/03), 3508-1381.

Brunetto, A. F., Silva, B. M., Roseguini, B. T., Hirai, D. M., & Guedes, D. P. (2005). Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte, 11*(1), 22-27.

Chen, S.-R., Tseng, C.-L., Kuo, S.-Y., & Chang, Y.-K. (2016). Effects of a physical activity intervention on autonomic and executive functions in obese young adolescents: A randomized controlled trial. *Health Psychology, 35*(10), 1120.

Cohen, M., Syme, C., McCrindle, B. W., & Hamilton, J. (2013). Autonomic nervous system balance in children and adolescents with craniopharyngioma and hypothalamic obesity. *European Journal of Endocrinology, 168*(6), 845-852.

Collings, P. J., Wijndaele, K., Corder, K., Westgate, K., Ridgway, C. L., Sharp, S. J., . . . Brage, S. (2015). Prospective associations between sedentary time, sleep duration and adiposity in adolescents. *Sleep medicine, 16*(6), 717-722.

da Silva, D. F., Bianchini, J. A. A., Antonini, V. D. S., Hermoso, D. A. M., Lopera, C. A., Pagan, B. G. M., . . . Junior, N. N. (2014). Parasympathetic cardiac activity is associated with cardiorespiratory fitness in overweight and obese adolescents. *Pediatric Cardiology, 35*(4), 684-690.

Duke, P. M., Litt, I. F., & Gross, R. T. (1980). Adolescents' self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics, 66*(6), 918-920.

Evans, J. M., Ziegler, M. G., Patwardhan, A. R., Ott, J. B., Kim, C. S., Leonelli, F. M., & Knapp, C. F. (2001). Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal, and hemodynamic indexes. *Journal of Applied Physiology, 91*(6), 2611-2618.

Falkner, B., Daniels, S. R., Flynn, J. T., Gidding, S., Green, L. A., Ingelfinger, J. R., . . . Prineas, R. J. (2004). The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics, 114*(2 III), 555-576.

Fronchetti, L., Nakamura, F., Aguiar, C., & Oliveira, F. (2006). Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo: aplicação do limiar de variabilidade da freqüência cardíaca. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 6*(1), 21-28.

Guedes, D. P., Lopes, C. C., & Guedes, J. (2005). Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 11*, 151 - 158.

Jenkins, S., & Horner, S. D. (2005). Barriers that influence eating behaviors in adolescents. *Journal of Pediatric Nursing, 20*(4), 258-267.

Júnior, A. d. S. M., Moreira, H. G., & Daher, M. T. (2004). Análise da variabilidade da freqüência cardíaca em pacientes hipertensos, antes e depois do tratamento com inibidores da enzima conversora da angiotensina II. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 83*(2), 165.

Karason, K., Mølgaard, H., Wikstrand, J., & Sjöström, L. (1999). Heart rate variability in obesity and the effect of weight loss. *The American journal of cardiology, 83*(8), 1242-1247.

Knutson, K. L. (2012). Does inadequate sleep play a role in vulnerability to obesity? *American Journal of Human Biology, 24*(3), 361-371.

Kovell, L. C., Ahmed, H. M., Misra, S., Whelton, S. P., Prokopowicz, G. P., Blumenthal, R. S., & McEvoy, J. W. (2015). US hypertension management guidelines: a review of the recent past and recommendations for the future. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease, 4*(12).

Malachias, M. V. B., Póvoa, R., Nogueira, A., Souza, D., Costa, L., & Magalhães, M. (2016). 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: chapter 3-clinical and complementary assessment. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 107*(3), 14-17.

Mannocci, A., Masala, D., Mei, D., Tribuzio, A., & Villari, P. (2018). International Physical Activity Questionnaire for Adolescents (IPAQ A): reliability of an Italian version. *Minerva pediatrica*.

Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of disease in childhood, 44*(235), 291.

Matricciani, L. A., Olds, T. S., Blunden, S., Rigney, G., & Williams, M. T. (2012). Never enough sleep: a brief history of sleep recommendations for children. *Pediatrics, 129*(3), 548-556.

Matsudo, S., Araújo, T., Marsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., & Braggion, G. (2001). Questinário internacional de atividade f1sica (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev. bras. ativ. fís. saúde*, 05-18.

Moraes Dias, C. J., Azoubel, A., Monteiro, L., Araújo Costa, H., Costa Maia, E., Rodrigues, B., . . . Leite, R. D. (2015). Autonomic modulation analysis in active and sedentary kidney transplanted recipients. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, 42*(12), 1239-1244.

Mostarda, C., Wichi, R., Sanches, I. C., Rodrigues, B., Angelis, K., & Irigoyen, M. C. (2009). Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico. *Rev Bras Hipertens, 16*(1), 55-60.

Musaiger, A. O., Nabag, F. O., & Al-Mannai, M. (2016). Obesity, Dietary Habits, and Sedentary Behaviors Among Adolescents in Sudan Alarming Risk Factors for Chronic Diseases in a Poor Country. *Food and nutrition bulletin, 37*(1), 65-72.

Novais, L., Sakabe, D., Takahashi, A., Gongora, H., Taciro, C., Martins, L., . . . Catai, A. (2004). Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico. *Rev Bras Fisioter, 8*(3), 207-213.

Oliveira, R. S., Barker, A. R., & Williams, C. A. (2017). Cardiac Autonomic Function, Cardiovascular Risk and Physical Activity in Adolescents. *International journal of sports medicine*.

Organization, W. H. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*: World Health Organization.

Pal, G., Pal, P., Nanda, N., Lalitha, V., Dutta, T., & Adithan, C. (2011). Sympathovagal imbalance in prehypertensive offspring of two parents versus one parent hypertensive. *International Journal of Hypertension, 2011*.

Powell, K. E., Bricker, S. K., & Blair, S. N. (2002). Treating inactivity. *American Journal of Preventive Medicine, 23*(2), 1-2.

Rachele, J. N., Cuddihy, T. F., Washington, T. L., & McPhail, S. M. (2016). Adolescent's perceptions of parental influences on physical activity. *International journal of adolescent medicine and health*.

Reardon, M., & Malik, M. (1996). Changes in heart rate variability with age. *Pacing and clinical electrophysiology, 19*(11), 1863-1866.

Sharma, V. K., Subramanian, S. K., Arunachalam, V., & Rajendran, R. (2015). Heart Rate Variability in Adolescents–Normative Data Stratified by Sex and Physical Activity. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 9*(10), CC08.

Silva, K. S. d., Nahas, M. V., Hoefelmann, L. P., Lopes, A. d. S., & Oliveira, E. S. d. (2008). Associations between physical activity, body mass index, and sedentary behaviors in adolescents. *Revista Brasileira de Epidemiologia, 11*(1), 159-168.

Slaughter, M. H., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bemben, D. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology*, 709-723.

Strom, M. A., & Silverberg, J. I. (2016). Associations of Physical Activity and Sedentary Behavior with Atopic Disease in United States Children. *The Journal of pediatrics*.

Tulppo, M. P., Makikallio, T., Takala, T., Seppanen, T., & Huikuri, H. V. (1996). Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *American journal of physiology-heart and circulatory physiology, 271*(1), H244-H252.

Wang, Y., Monteiro, C., & Popkin, B. M. (2002). Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *The American journal of clinical nutrition, 75*(6), 971-977.

Yang, X., Telama, R., Viikari, J., & Raitakari, O. T. (2006). Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 38*(5), 919.

Table 1 - Characterization of adolescents

Variables	Offspring of Normotensive (n= 126)	Offspring of Hypertensive (n= 36)	*p*	Effect Size
Anthropometric				
Age (years)	15.98 ± 0.17	15.89 ± 0.35	0.79	-0.32
Weight (kg)	54.09 ± 10.94	56.74 ± 12.07	0.19	0.23
Height (cm)	161.38 ± 12.19	162.38 ± 9.90	0.58	0.09
Waist Circumference (cm)	70.98 ± 0.70	72.08 ± 1.15	0.44	1.15
Body fat (%)	19.80 ± 5.54	20.66 ± 4.86	0.33	0.16
Cardiovascular				
Systolic Blood Pressure (mmHg)	112.9 ± 1.02	115.1 ± 1.66	0.31	1.59
Diastolic Blood Pressure (mmHg)	66.30 ± 0.64	68.83 ± 1.38	0.07	2.35
Indexes				
Pittsburgh Sleep Quality Index	3.18 ± 1.79	3.02 ± 1.67	0.57	-0.09
IPAQ (MET-min/week)	1634.83 ± 887.53	1128.28 ± 1035.09	0.12	-0.52
Tanner's sexual maturation index			χ^2	
Stage 1	3 (1.85%)	2 (1.23%)		
Stage 2	7 (4.32%)	5 (3.08%)	[3.9536]	0.26
Stage 3	112 (69.13%)	28 (17.28%)		
Stage 4	4 (2.46%)	1 (0.61%)		

Values are mean ± SD; IPAQ = international physical activity questionnaire; χ^2 Chi square test; [chi square value].

Table 2 - Autonomic variables of adolescents

Variables	Offspring of Normotensive (n= 126)	Offspring of Hypertensive (n= 36)	*p*	Effect Size
Time Domain				
HR (bpm)	76.10 ± 1.20	79.24 ± 1.83	0.20	2.02
RMSSD (ms)	51.10 ± 2.00	42.62 ± 2.83	0.03*	-3.46
pNN50 (%)	33.06 ± 1.83	25.59 ± 2.89	0.04*	-3.08
SD1 (ms)	36.19 ± 1.42	30.18 ± 2.0	0.03*	-3.46
SD2 (ms)	67.24 ± 2.43	58.18 ± 2.54	0.05	-3.64
Total variance (ms^2)	2764 ± 163.1	2113 ± 203.7	0.04*	-3.52
Frequency Domain				
LF (ms^2)	748.6 ± 54.82	597.9 ± 65.53	0.16	-2.49
HF (ms^2)	1134 ± 82.64	748.9 ± 85.60	0.01*	-4.57
LF (nu)	44.23 ± 1.51	46.97 ± 2.62	0.38	1.28
HF (nu)	55.77 ± 1.51	53.03 ± 2.62	0.38	-1.28
LF/HF	1.00 ± 0.08	1.15 ± 0.17	0.42	1.12

Values are mean ± SD; HR = heart rate; RMSSD = Square root of the mean of successive squared differences between adjacent R-Rs; pNN50 = Percentage of successive differences between R-R intervals that are> 50ms; TOTAL VARIANCE = total variance of indices; LF = Low frequency spectral component; HF = High frequency spectral component; NU = standard units; LF / HF = Relationship between LF and HF components; SD1 = Standard deviation of instantaneous R-R intervals; SD2 = Standard deviation of the R-R intervals analyzed in the long term;

Table 3 - autonomic variables and physical activity level

Variables	Offspring of Normotensive (n= 126)				Offspring of Hypertensive (n= 36)			
	LOW (n= 57)	HIGH (n= 69)	*p*	Effect Size	LOW (n= 16)	HIGH (n= 20)	*p*	Effect Size
IPAQ (MET – min/week)	425 ± 134.93	2311.31 ± 510.80	0.001*	5.04	329 ± 197.38	2581 ± 389.39	0.0004*	7.29
Time Domain								
RMSSD (ms)	56.04 ± 42.62	49.79 ± 33.04	0.39	-0.16	42.45 ± 22.05	56.69 ± 38.06	0.15	0.45
pNN50 (%)	29.04 ± 22.78	27.47 ± 22.12	0.71	-0.06	21.75 ± 18.45	33.08 ± 24.90	0.10	0.51
SD1 (ms)	39.96 ± 30.96	38.59 ± 24.96	0.79	-0.04	33.90 ± 18.92	39.33 ± 26.37	0.44	0.23
SD2 (ms)	67.59 ± 34.02	65.44 ± 27.93	0.71	-0.06	61.48 ± 19.47	66.51 ± 24.81	0.46	0.22
Total variance (ms^2)	3851.8 ± 5960.3	3116 ± 2916.8	0.42	-0.15	2511.6 ± 1980.3	3162.7 ± 3349.4	0.44	0.23
Frequency Domain								
LF (ms^2)	1079.8 ± 1662.32	811 ± 688.75	0.27	-0.21	735.46 ± 496.07	775.8 ± 556.5	0.79	0.07
HF (ms^2)	1607 ± 2922.09	1532.43 ± 2111.43	0.87	-0.02	1047.4 ± 1095.9	1605.1 ± 2629.1	0.38	0.27
LF (nu)	36.32 ± 14.99	30.65 ± 13.64	0.03*	-0.40	34.85 ± 10.58	33.53 ± 18.85	0.78	-0.08
HF (nu)	43.93 ± 17.60	44.05 ± 16.42	0.96	0.007	39.71 ± 17.81	43.80 ± 22.45	0.50	0.20
LF/HF	1.09 ± 0.91	0.87 ± 0.58	0.13	-0.28	1.05 ± 0.58	1.31 ± 1.41	0.44	0.24

Values are mean ± SD; HR = heart rate; RMSSD = Square root of the mean of successive squared differences between adjacent R-Rs; pNN50 = Percentage of successive differences between R-R intervals that are > 50ms; TOTAL VARIANCE = total variance of indices; LF = Low frequency spectral component; HF = High frequency spectral component; NU = standard units; LF / HF = Relationship between LF and HF components; SD1 = Standard deviation of instantaneous R-R intervals; SD2 = Standard deviation of the R-R intervals analyzed in the long term.

8 CONCLUSÃO

Nesse estudo identificamos que os adolescentes filhos de pais hipertensos apresentaram modulação simpática aumentada em relação aos filhos de pais normotensos, ainda que apresentem níveis pressóricos normais. Indicando que o histórico familiar de hipertensão, parece exercer uma influência no Sistema Nervoso Autônomo dos adolescentes, ocorrendo uma retirada vagal em histórico positivo. Assim como os filhos de normotensos que possuem um baixo nível de atividade física, apresentaram indicativo de maior atividade simpática que os ativos do mesmo grupo. Mostrando que de acordo com os estudos anteriores, a prática regular de atividade física parece exercer melhorias no que diz respeito a uma maior atividade vagal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, U. R., et al. Heart rate variability: a review. **Medical and Biological Engineering and Computing,** n. 44, p. 1031 – 1051, nov., 2006.

ALESSI, A. et al. I Brazilian position paper on prehypertension, white coat hypertension and masked hypertension: diagnosis and management. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia,** v. 102, n. 2, p. 110-119, 2014.

ALLENDER, S.; HUTCHINSON, L.; FOSTER, C. Life-change events and participation in physical activity: a systematic review. **Health Promotion International,** v. 23, n. 2, p. 160-172, 2008.

ARAÚJO, Thelma Leite de et al. Analysis of risk indicators for the arterial hypertension in children and teenagers. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 42, n. 1, p. 120-126, 2008.

ARÉVALO, A. P. et al. The impact of obesity on specific airway resistance and conductance among schoolchildren. **Archivos Argentinos Pediatria**, n.116, v. 2, p. e227-e233- e227. 2018.

BARBOZA, C. et al. Cardioprotective Properties of Aerobic and Resistance Training Against Myocardial Infarction. **International Journal of Sports Medicine,** v. 37, n. 6, p. 421-430, 2016.

BAUMAN, A. E. Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000–2003. **Journal of Science and Medicine in Sport,** v. 7, n. 1, p. 6-19, 2004.

BERENSON G. S, et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. **The New England Journal of Medicine.** n. 4, p. 1650-1654, jun. 1998.

BORTOLOTTO, L. A; SOUSA, M. G.; HONG, V.A.da C. Comprometimento de órgãos-alvo: vasos. In: BORTOLOTTO, L. A, et al. **Hipertensão Arterial:** bases fisiopatológicas e prática clínica. São Paulo: Atheneu, 2013.Cap. 20.

BOUTCHER, Y. N.; HOPP, J.P.; BOUTCHER, S. H. Acute effect of a single bout of aerobic exercise on vascular and baroreflex function of young males with a family history of hypertension. **Journal of Human Hypertension**. 2011;25(5):311-9.

BRADY, T. M.; REDWINE, K. M.; FLYNN, J. T. Screening blood pressure measurement in children: are we saving lives? **Pediatric Nephrology,** v. 29, n. 6, p. 947-950, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2006**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasilia, DF: Ministério da Saúde, 2007.

CAMBRI, L. T. et al. Variabilidade da frequência cardíaca e controle metabólico. **Arquivos Sanny de Pesquisa e Saúde,** v. 1, n. 1, p. 72-82, 2008.

CASPERSEN, C. J.; PEREIRA, M. A.; CURRAN, K. M. Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v. 32, n. 9, p. 1601-1609, 2000.

CHOR, D. et al. Prevalence, awareness, treatment and influence of socioeconomic variables on control of high blood pressure: results of the ELSA-Brasil Study. **PLOS one,** v. 10, n. 6, p. 1-14, 2015.

DE SOUZA, Silvia Beatriz Cavasin et al. High muscle sympathetic nerve activity is associated with left ventricular dysfunction in treated hypertensive patients. **American Journal of Hypertension**. v. 26, n. 7, p. 912-7, 2013.

DIAS, C. J. et al. Autonomic modulation analysis in active and sedentary kidney transplanted recipients. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology,** v. 42, n. 12, p. 1239-1244, 2015.

DONG, Y. et al. National Blood Pressure Reference for Chinese Han Children and Adolescents Aged 7 to 17 Years. **Hypertension**, n. 10, p. 1-9, set.2017.

EATON, D. K. et al. Youth risk behavior surveillance—United States, 2005. **Journal of School Health,** v. 76, n. 7, p. 353-372, 2006.

EISENSTEIN, E. Adolescência: definições, conceitos e critérios. **Adolescência e Saúde,** v. 2, n. 2, p. 6-7, 2005.

EWALD, D. R.; BOND, S. H.; HALDEMAN, L. A. Hypertension in Low-Income Adolescents. **Global Pediatric Health,** v. 4, p. 2-16, 2017.

FALKNER, B. et al. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. **Pediatrics,** v. 114, n. 2 III, p. 555-576, 2004.

FERREIRA, Joel Saraiva; AYDOS, Ricardo Dutra. Prevalence of hypertension among obese children and adolescents. **Ciência & Saúde coletiva**, v. 15, n. 1, p. 97-104, 2010.

FLYNN, J. T. et al. Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. **Pediatrics**, p. 1904, 2017.

FRANCICA, J. V. et al. Impairment on cardiovascular and autonomic adjustments to maximal isometric exercise tests in offspring of hypertensive parents. **European Journal of Preventive Cardiology,** v. 20, n. 3, p. 480-485, 2013.

FRONCHETTI, L. et al. Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo: aplicação do limiar de variabilidade da freqüência cardíaca. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto,** v. 6, n. 1, p. 21-28, 2006.

GOLDANI, M. Z, et al. O impacto da transição demográfico-epidemiológica na saúde da criança e do adolescente do Brasil. **Revista HCPA**, n. 32, v. 1, p. 49 – 57, mar., 2012.

GONÇALVES, V. S. et al. Accuracy of self-reported hypertension in Brazilian adolescents: Analysis of the Study of Cardiovascular Risk in Adolescents. **The Journal of Clinical Hypertension**, 2018.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

IRIGOYEN, M.C., et. al. Sistema Nervoso Autônomo na Hipertensão Arterial. In: KRIEGER, E.M, (Ed.). **Hipertensão Arteri**al: bases fisiológicas e prática clínica. São Paulo: Atheneu; 2013. Cap. 7.

JANKOWSKA, E. A. et al. Autonomic imbalance and immune activation in chronic heart failure–pathophysiological links. **Cardiovascular Research,** v. 70, n. 3, p. 434-445, 2006.

JENKINS, S.; HORNER, S. D. Barriers that influence eating behaviors in adolescents. **Journal of Pediatric Nursing,** v. 20, n. 4, p. 258-267, 2005.

JUHOLA, J. et al. Tracking of serum lipid levels, blood pressure, and body mass index from childhood to adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. **The Journal of Pediatrics,** v. 159, n. 4, p. 584-590, 2011.

_____. Childhood physical, environmental and genetic predictors of adult hypertension: the cardiovascular risk in young Finns study. **Circulation**, n.29, p. 3-9, mar. 2018.

KAELBER, D. C.; PICKETT, F. Simple table to identify children and adolescents needing further evaluation of blood pressure. **Pediatrics,** v. 123, n. 6, p. e972-e974, 2009.

KUCZMARSKI, R. J. et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. **Vital and Health Statistics,** series 11, Data from the national health survey, n. 246, p. 1-190, may 2002.

LEWINGTON, S. Prospective studies collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. **Lancet,** v. 361, n. 9362, p. 1903-1913, 2003.

LOPES, H. F. et al. Hemodynamic and metabolic profile in offspring of malignant hypertensive parents. **Hypertension,** v. 38, n. 3, p. 616-620, 2001.

_____. The pressor response to acute hyperlipidemia is enhanced in lean normotensive offspring of hypertensive parents. **American Journal of Hypertension,** v. 14, n. 10, p. 1031-7, 2001.

MALACHIAS MVB, S. W., et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia,** v. 107, n.3, supl.3, set. 2016.

MANCIA, G. et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). **Blood Pressure,** v. 22, n. 4, p. 193-278, 2013.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício:** nutrição, energia e desempenho humano. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MCGILL JR, H.C., et. al. Obesity accelerates the progression of coronary atherosclerosis in young men. **Circulation**, n. 29, p. 2712- 2717, apr. 2002.

MCNIECE, K. L. et al. Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. **The Journal of Pediatrics,** v. 150, n. 6, p. 640-644. Ed. 2007.

MELVIN, L., & WOLKMAR, F.R. **Aspectos Clínicos do Desenvolvimento na Infância e Adolescência**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

MORGENSTERN, B. Blood pressure, hypertension, and ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents. **American Journal of Hypertension,** v. 15, n. S2, p. 64S-66S, 2002.

MOSTARDA, C. et al. Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico. **Rev Bras Hipertens,** v. 16, n. 1, p. 55-60, 2009.

MUNTNER, P. et al. Trends in blood pressure among children and adolescents. **Jama,** v. 291, n. 17, p. 2107-2113, 2004.

MUSAIGER, A. O.; NABAG, F. O.; AL-MANNAI, M. Obesity, Dietary Habits, and Sedentary Behaviors Among Adolescents in Sudan Alarming Risk Factors for Chronic Diseases in a Poor Country. **Food and Nutrition Bulletin,** v. 37, n. 1, p. 65-72, 2016.

NATIONAL High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. **Pediatrics** v. 114, n. 2, aug. 2004

NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A. C. P. **Cardiologia do Exercício**: do atleta ao cardiopata. 3. ed. São Paulo: Manole, 2010.

NORTON, D. E. et al. Parental influence on models of primary prevention of cardiovascular disease in children. **European Journal of Cardiovascular Nursing,** v. 2, n. 4, p. 311-322, 2003.

PARATI, G.; ESLER, M. The human sympathetic nervous system: its relevance in hypertension and heart failure. **European Heart Journal**, p. ehs041, 2012.

PICON, R. V. et al. Prevalence of hypertension among elderly persons in urban Brazil: a systematic review with meta-analysis. **American Journal of Hypertension,** v. 26, n. 4, p. 541-548, 2013.

PORTELA, Natália et al. Prejuízo da Resistência Vascular Periférica durante o Exercício Físico Isométrico em Indivíduos Normotensos Filhos de Hipertensos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 2, p. 110-116, 2017.

POWELL, K. E.; BRICKER, S. K.; BLAIR, S. N. Treating inactivity. **American Journal of Preventive Medicine,** v. 23, n. 2, p. 1-2, 2002.

RACHELE, J. N. et al. Adolescent's perceptions of parental influences on physical activity. **International Journal of Adolescent Medicine and Health**, 2016.

REIS, A. F. D. et al. Disfunção parassimpática, variabilidade da freqüência cardíaca e estimulação colinérgica após infarto agudo do miocárdico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia,** v. 70, n. 3, p. 193-199, 1998.

RIBEIRO, T. F., et al. Heart rate variability under resting conditions in postmenopausal and young women. **Brazilian Journal of Medicinal and Biological Research**, n.34, p. 871 – 877, 2001.

SALGADO, C. M.; CARVALHAES, J. T. D. A. Hipertensão arterial na infância. **Jornal de Pediatria**, 2003.

SAMPAIO, W.O.; FERREIRA. A.J.; SANTOS, R.A.S. Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona. In: BORTOLOTTO, L. A, et al. **Hipertensão Arterial:** bases fisiopatológicas e prática clínica. São Paulo: Atheneu, 2013. Cap. 8.

SCHOEN-FERREIRA, Teresa Helena et al. Adolescência através dos séculos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 26, n. 2, p. 227-234, 2010.

SILVA, K. S. D. et al. Associations between physical activity, body mass index, and sedentary behaviors in adolescents. **Revista Brasileira de Epidemiologia,** v. 11, n. 1, p. 159-168, 2008.

SINGH, J. P.; KANDALA, J.; JOHN CAMM, A. Non-pharmacological modulation of the autonomic tone to treat heart failure. **European Heart Journal,** v. 35, n. 2, p. 77-85, 2014.

SUN, S. S. et al. Systolic blood pressure in childhood predicts hypertension and metabolic syndrome later in life. **Pediatrics,** v. 119, n. 2, p. 237-246, 2007.

TANNER, J. M. Growth and maturation during adolescence. **Nutrition Reviews,** v. 39, n. 2, p. 43-55, 1981.

VANDERLEI, F. M. et al. Heart rate variability in healthy adolescents at rest. **Journal of Human Growth and Development**, p. 173-178, 2012.

WANG, Nae-Yuh, et al. Blood pressure change and risk of hypertension associated with parental hypertension: the Johns Hopkins Precursors Study. Archives of Internal Medicine. 2008;168(6):643-8.

WANG, Q. et al. The epidemic characteristics of short stature in school students. **Italian Journal of Pediatrics,** v. 41, n. 1, p. 1-6, 2015.

WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **The American Journal of Clinical Nutrition,** v. 75, n. 6, p. 971-977, 2002.

WEBER, M. A. et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community. **The Journal of Clinical Hypertension,** v. 16, n. 1, p. 14-26, 2014.

WHELTON, P. K. et al. **Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults**. 2017. Disponível em: < http://hyper.ahajournals.org/content/hypertensionaha/early/2017/11/10/HYP.0000000000000065.full.pdf >.Acesso em: 10 fev 2018.

YANG, X. et al. Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v. 38, n. 5, p. 919, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

INFORMAÇÃO SOBRE A PESQUISA:

HISTÓRICO FAMILIAR E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES

Convidamos o(a) senhor(a) pai e/ou mãe ou responsável ao consentimento da participação do seu filho na pesquisa que se destina a identificar o nível de atividade física, o histórico familiar de hipertensão e analisar a composição corporal.

Este estudo é importante porque ocorre progressivamente uma melhora na assistência com relação à saúde de todos, especialmente na melhora da qualidade de vida dos adolescentes.

Portanto esse estudo tem como objetivo, fazer uma análise de melhoras físicas, relacionadas ao nível de atividade física em adolescentes. O estudo será feito da seguinte maneira: as amostras serão coletada na própria área da escola. A avaliação antropométrica, composição corporal, avaliação do nível de atividade física, avaliação da maturação sexual e registro da pressão arterial batimento a batimento, que serão realizadas apenas uma vez no estudo.

O risco é o possível constrangimento durante a coleta da maturação sexual, mas, será minimizado porque as meninas serão avaliadas por mulheres e os meninos por homens e serão feitas em uma sala isolada.

Os benefícios que seu filho ou filha pode esperar, é criar uma melhor compreensão no que diz respeito a influência familiar na prevalência de hipertensão arterial e na composição corporal nos adolescentes.

Sempre que você desejar será fornecido esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo. A qualquer momento, seu filho ou filha poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar seu consentimento, sem que para isto sofra qualquer penalidade ou prejuízo. Será garantido o sigilo quanto a identificação e das informações obtidas pela participação, exceto aos responsáveis pelo estudo, e a divulgação das mencionadas informações, só será feita entre profissionais estudiosos do assunto. O nome do participante não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Você será indenizado(a) por qualquer despesa que venha a ter com sua participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão, sendo que para essas despesas estão garantidos os recursos.

_____	_____
Nivaldo Soares Junior	Pai ou responsável
Pesquisador responsável	

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

INFORMAÇÃO SOBRE A PESQUISA:

HISTÓRICO FAMILIAR E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES

Você está sendo convidado a participar de um estudo de pesquisa que se destina identificar o nível de atividade física, analisar a composição corporal e avaliar as respostas autonômicas.

Este estudo é importante porque ocorre progressivamente uma melhora na assistência com relação à saúde de todos, especialmente na melhora da qualidade de vida dos adolescentes.

Por tanto esse estudo tem como objetivo, fazer uma análise de melhoras físicas, relacionadas ao nível de atividade física em adolescentes. O estudo será feito da seguinte maneira: as amostras serão coletada na própria área da escola. A avaliação antropométrica, composição corporal, avaliação do nível de atividade física, avaliação da maturação sexual, registro da pressão arterial batimento a batimento, variabilidade no domínio do tempo e variabilidade no domínio da frequência, serão realizadas apenas uma vez no estudo.

O risco é o possível constrangimento durante a coleta da maturação sexual, mas, será minimizado porque as meninas serão avaliadas por mulheres e os meninos por homens e serão feitas em uma sala isolada.

Os benefícios que seu filho ou filha pode esperar é criar uma melhor compreensão no que diz respeito a influência familiar na prevalência de hipertensão arterial, na disfunção autonômica e na composição corporal nos adolescentes.

Sempre que você desejar será fornecido esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo. A qualquer momento, seu filho ou filha poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar seu consentimento, sem que para isto sofra qualquer penalidade ou prejuízo. Será garantido o sigilo quanto a identificação e das informações obtidas pela participação, exceto aos responsáveis pelo estudo, e a divulgação das mencionadas informações, só será feita entre profissionais estudiosos do assunto. O nome do participante não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Você será indenizado (a) por qualquer despesa que venha a ter com sua participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão, sendo que para essas despesas estão garantidos os recursos.

_____	_____
Nivaldo Soares Junior	Participante
Pesquisador responsável	

APÊNDICE C - TERMO DE ANUÊNCIA DOS PESQUISADORES MEMBROS DA EQUIPE

O projeto de pesquisa " HISTÓRICO FAMILIAR E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES" do candidato Nivaldo de Jesus Silva Soares Junior ao EDITAL PPPGI Nº 20/2016, está vinculado a Pesquisa "Rede Nacional de Pesquisa em Hipertensão Arterial Sistêmica na Criança e no Adolescente (HASCA): Registro Nacional e Pesquisa Translacional", aprovado com o financiamento de R$ 750.000,00 pelo CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq, pela chamada CNPq/MS/SCTIE/DECIT Nº 33/2014 - Criação da Rede Nacional de Pesquisas em Doenças Cardiovasculares, apresentando como membros da equipe o Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda e o Prof Ms. Carlos José Moraes Dias.

São Luís, 20 de setembro de 2016.

_____

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda

(Responsável pelo projeto principal)

_____

Prof. Ms. Carlos José Moraes Dias

APÊNDICE D - TERMO DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA PESQUISA

O projeto de pesquisa " HISTÓRICO FAMILIAR E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DE ADOLESCENTES" do candidato Nivaldo de Jesus Silva Soares Junior ao EDITAL PPPGI Nº 20/2016, está vinculado a Pesquisa "Rede Nacional de Pesquisa em Hipertensão Arterial Sistêmica na Criança e no Adolescente (HASCA): Registro Nacional e Pesquisa Translacional", já aprovado pelo comitê de Ética da UFMA, será realizado no LACORE (Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício), sob a responsabilidade do Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda.

São Luís, 20 de setembro de 2016.

_____

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda

(LACORE)

ANEXOS

ANEXO I– IPAQ (QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA).

NOME:_____

Data: _____/ _____ / _____ Idade: _____

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

 atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal

 atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃOINCLUA CAMINHADA)

dias _____ por SEMANA ( ) Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos

elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA ( ) Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

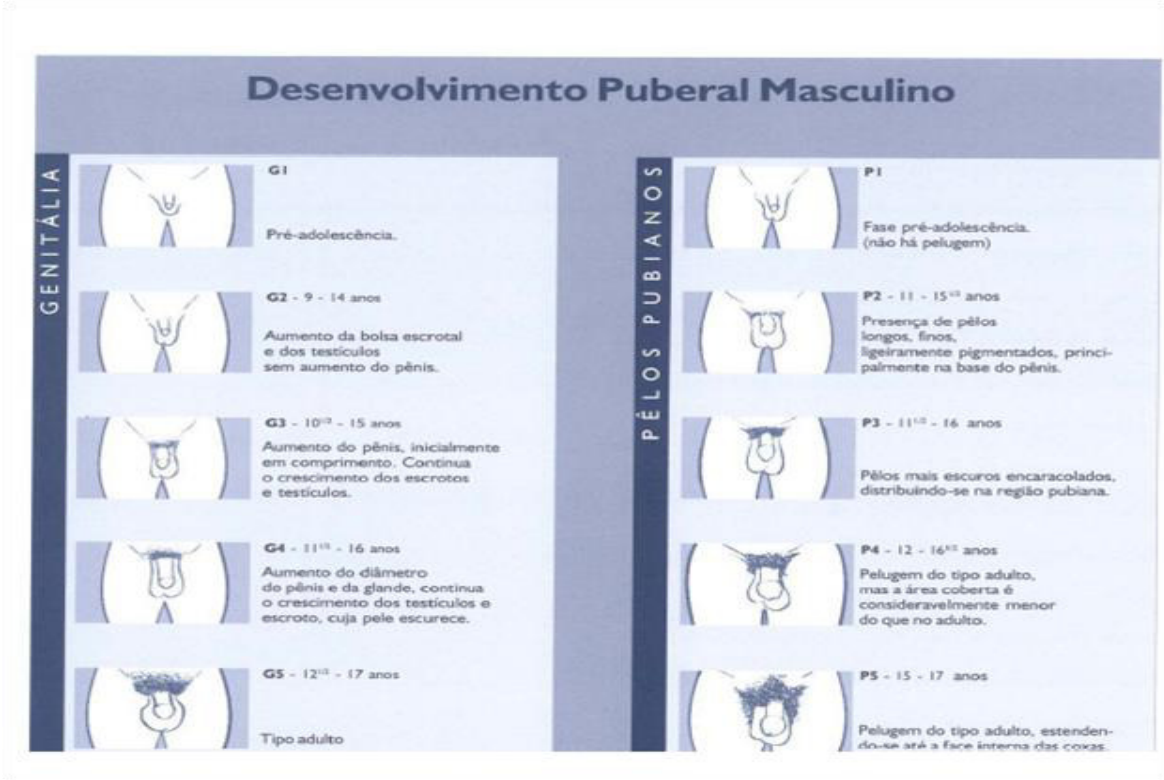
4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

_____horas ____minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana?

_____horas ____minutos.

ANEXO II - PRANCHA DE TANNER



ANEXO III – NÍVEIS DE PRESSÃO PARA PERCENTIS 90 E 95 EM MENINOS

Idade (anos)	Percentil de pressão sanguínea[1]	Pressão sanguínea sistólica por percentil de altura (mmHg)[2]							Pressão sanguínea diastólica por percentil de altura (mmHg)[2]						
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
1	90	94	95	97	98	100	102	102	50	51	52	53	54	54	55
	95	98	99	101	102	104	106	106	55	55	56	57	58	59	59
2	90	98	99	100	102	104	105	106	55	55	56	57	58	59	59
	95	101	102	104	106	108	109	110	59	59	60	61	62	63	63
3	90	100	101	103	105	107	108	109	59	59	60	61	62	63	63
	95	104	105	107	109	111	112	113	63	63	64	65	66	67	67
4	90	102	103	105	107	109	110	111	62	62	63	64	65	66	66
	95	106	107	109	111	113	114	115	66	67	67	68	69	70	71
5	90	104	105	106	108	110	112	112	65	65	66	67	68	69	69
	95	108	109	110	112	114	115	116	69	70	70	71	72	73	74
6	90	105	106	108	110	111	113	114	67	68	69	70	70	71	72
	95	109	110	112	114	115	117	117	72	72	73	74	75	76	76
7	90	106	107	109	111	113	114	115	69	70	71	72	72	73	74
	95	110	111	113	115	116	118	119	74	74	75	76	77	78	78
8	90	107	108	110	112	114	115	116	71	71	72	73	74	75	75
	95	111	112	114	116	118	119	120	75	76	76	77	78	79	80
9	90	109	110	112	113	115	117	117	72	73	73	74	75	76	77
	95	113	114	116	117	119	121	121	76	77	78	79	80	80	81
10	90	110	112	113	115	117	118	119	73	74	74	75	76	77	78
	95	114	115	117	119	121	122	123	77	78	79	80	80	81	82
11	90	112	113	115	117	119	120	121	74	74	75	76	77	78	78
	95	116	117	119	121	123	124	125	78	79	79	80	81	82	83
12	90	115	116	117	119	121	123	123	75	75	76	77	78	78	79
	95	119	120	121	123	125	126	127	79	79	80	81	82	83	83
13	90	117	118	120	122	124	125	126	75	76	76	77	78	79	80
	95	121	122	124	126	128	129	130	79	80	81	82	83	83	84
14	90	120	121	123	125	126	128	128	76	76	77	78	79	80	80
	95	124	125	127	128	130	132	132	80	81	81	82	83	84	85
15	90	123	124	125	127	129	131	131	77	77	78	79	80	81	81
	95	127	128	129	131	133	134	135	81	82	83	83	84	85	86
16	90	125	126	128	130	132	133	134	79	79	80	81	82	82	83
	95	129	130	132	134	136	137	138	83	83	84	85	86	87	87
17	90	128	129	131	133	134	136	136	81	81	82	83	84	85	85
	95	132	133	135	136	138	140	140	85	85	86	87	88	89	89

ANEXO IV – NÍVEIS DE PRESSÃO PARA PERCENTIS 90 E 95 EM MENINAS

Idade (anos)	Percentil de pressão sanguínea[1]	Pressão sanguínea sistólica por percentil de altura (mmHg)[2]							Pressão sanguínea diastólica por percentil de altura (mmHg)[2]						
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
1	90	97	98	99	100	102	103	104	53	53	53	54	55	56	56
	95	101	102	103	104	105	107	107	57	57	57	58	59	60	60
2	90	99	99	100	102	103	104	105	57	57	58	58	59	60	61
	95	102	103	104	105	107	108	109	61	61	62	62	63	64	65
3	90	100	100	102	103	104	105	106	61	61	61	62	63	63	64
	95	104	104	105	107	108	109	110	65	65	65	66	67	67	68
4	90	101	102	103	104	106	107	108	63	63	64	65	65	66	67
	95	105	106	107	108	109	111	111	67	67	68	69	69	70	71
5	90	103	103	104	106	107	108	109	65	66	66	67	68	68	69
	95	107	107	108	110	111	112	113	69	70	70	71	72	72	73
6	90	104	105	106	107	109	110	111	67	67	68	69	69	70	71
	95	108	109	110	111	112	114	114	71	71	72	73	73	74	75
7	90	106	107	108	109	110	112	112	69	69	69	70	71	72	72
	95	110	110	112	113	114	115	116	73	73	73	74	75	76	76
8	90	108	109	110	111	112	113	114	70	70	71	71	72	73	74
	95	112	112	113	115	116	117	118	74	74	75	75	76	77	78
9	90	110	110	112	113	114	115	116	71	72	72	73	74	74	75
	95	114	114	115	117	118	119	120	75	76	76	77	78	78	79
10	90	112	112	114	115	116	117	118	73	73	73	74	75	76	76
	95	116	116	117	119	120	121	122	77	77	77	78	79	80	80
11	90	114	114	116	117	118	119	120	74	74	75	75	76	77	77
	95	118	118	119	121	122	123	124	78	78	79	79	80	81	81
12	90	116	116	118	119	120	121	122	75	75	76	76	77	78	78
	95	120	120	121	123	124	125	126	79	79	80	80	81	82	82
13	90	118	118	119	121	122	123	124	76	76	77	78	78	79	80
	95	121	122	123	125	126	127	128	80	80	81	82	82	83	84
14	90	119	120	121	122	124	125	126	77	77	78	79	79	80	81
	95	123	124	125	126	128	129	130	81	81	82	83	83	84	85
15	90	121	121	122	124	125	126	127	78	78	79	79	80	81	82
	95	124	125	126	128	129	130	131	82	82	83	83	84	85	86
16	90	122	122	123	125	126	127	128	79	79	79	80	81	82	82
	95	125	126	127	128	130	131	132	83	83	83	84	85	86	86
17	90	122	123	124	125	126	128	128	79	79	79	80	81	82	82
	95	126	126	127	129	130	131	132	83	83	83	84	85	86	86