

## CAPÍTULO 3

# ATIVIDADE FÍSICA E HIPERTENSÃO ARTERIAL EM ADOLESCENTES – UMA REVISÃO ATUALIZADA

*Data de submissão: 28/02/2023*

*Data de aceite: 03/04/2023*

### **Nivaldo de Jesus Silva Soares Junior**

Laboratório de Adaptações  
Cardiovasculares ao Exercício – LACORE  
(UFMA)  
São Luís - MA  
<https://lattes.cnpq.br/7255670007904310>

### **Carlos Alberto Alves Dias-Filho**

Laboratório de Adaptações  
Cardiovasculares ao Exercício – LACORE  
(UFMA)  
Docente da Faculdade de Medicina ITPAC  
Santa Inês – MA

### **Carlos José Moraes Dias**

Universidade Federal do Maranhão  
(UFMA)  
Laboratório de Adaptações  
Cardiovasculares ao Exercício – LACORE  
(UFMA)  
Laboratório de Adaptações Cardiorrenais  
ao Exercício Físico – LACE (UFMA)  
São Luís – MA

### **Andressa Coelho Ferreira**

Laboratório de Adaptações  
Cardiovasculares ao Exercício – LACORE  
(UFMA)  
São Luís – MA

### **Rachel Melo Ribeiro**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
–Departamento de Medicina. São Luís – MA

### **Flávio de Oliveira Pires**

Universidade Federal do Maranhão  
(UFMA) – Departamento de Educação  
Física. São Luís – MA.

### **Mayara Moraes Machado Soares**

São Luís - MA

### **Vinicius Santos Mendes**

Discente do curso de Medicina – UFMA  
São Luís – MA

### **Lílian Fernanda Pereira Cavalcante**

Universidade Federal do Maranhão  
(UFMA)  
São Luís - MA

### **Monique Nayara Coelho Muniz**

Faculdade de Medicina – ITPAC - AFYA  
Santa Inês – MA

### **Alexsandro Guimarães Reis**

Faculdade de Medicina – ITPAC - AFYA  
Santa Inês – MA

### **Cristiano Teixeira Mostarda**

Universidade Federal do Maranhão  
(UFMA)  
Laboratório de Adaptações  
Cardiovasculares ao Exercício – LACORE  
(UFMA)  
São Luís – MA

**RESUMO:** As doenças crônicas não transmissíveis são causas de 7 em cada 10 mortes anualmente no mundo todo, onde cerca de 80% dessa mortalidade ocorre nos países em desenvolvimento como o Brasil. Dentre essas doenças, temos a Hipertensão Arterial (HA). Uma das causas dessa doença é a própria inatividade física, que também vem subindo a níveis alarmantes e esse comportamento se inicia desde a infância e adolescência, incluindo um maior uso das tecnologias que tem afastado de uma prática saudável, porém ela deve ser usada em favor de um estilo de vida ativo. Compreender a influência genética em questões de saúde e prevenir doenças cardiovasculares como a HA é de suma importância. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que o fator genético influencia cerca de 30% da variação da PA, contribuindo para a HA e doenças cardiovasculares. De forma que, polimorfismos genéticos podem influenciar a expressão e produção de componentes regulatórios presentes no sistema endócrino. Estes incluem o Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (SRAA), que desempenha, juntamente com outros fatores ambientais, um papel fundamental na patogênese da HA essencial em adultos e adolescentes. Somados a isso, o Histórico Familiar de Hipertensão (HFH) e o polimorfismo genético como importante preditor na sua prevalência, podendo apresentar respostas negativas desde a mais tenra idade no sistema nervoso autônomo (SNA) desses indivíduos como agravante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hipertensão Arterial. Polimorfismo do gene da ECA. Variabilidade da Frequência Cardíaca. Atividade Física.

## PHYSICAL ACTIVITY AND SYSTEMIC ARTERIAL HYPERTENSION IN ADOLESCENTS - AN UPDATED REVIEW

**ABSTRACT:** Chronic non-communicable diseases are the causes of 7 out of 10 deaths annually worldwide, where about 80% of this mortality occurs in developing countries such as Brazil. Among these diseases, we have Arterial Hypertension (AH). One of the causes of this disease is physical inactivity itself, which has also been rising to alarming levels and this behavior begins in childhood and adolescence, including greater use of technology that has distanced it from a healthy practice, but it must be used in favor of of an active lifestyle. Understanding the genetic influence on health issues and preventing cardiovascular diseases such as AH is of paramount importance. Epidemiological studies have shown that the genetic factor influences about 30% of BP variation, contributing to AH and cardiovascular diseases. Therefore, genetic polymorphisms can influence the expression and production of regulatory components present in the endocrine system. These include the Renin-Angiotensin-Aldosterone System (RAAS), which plays, along with other environmental factors, a key role in the pathogenesis of essential AH in adults and adolescents. as an important predictor of its prevalence, and may present negative responses from an early age in the autonomic nervous system (ANS) of these individuals as an aggravating factor.

**KEYWORDS:** Arterial Hypertension. ACE gene polymorphism. Heart Rate Variability. Physical activity.

## 1 | INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis são as causas de 7 em cada 10 mortes

anualmente no mundo todo, onde cerca de 80% dessa mortalidade ocorre nos países em desenvolvimento, o que representou um gasto estimado de 84 bilhões de dólares entre os anos de 2006 e 2017 nesses países (ABEGUNDE, et al., 2007; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Dentre as doenças crônicas não transmissíveis, as doenças cardiovasculares como a Hipertensão Arterial (HA) são mais comumente percebidas em indivíduos em idade adulta, porém, a manifestação destas doenças é resultante de diversos fatores como por exemplo o sedentarismo, inatividade física e o componente genético.

Compreender a influência genética em questões de saúde e prevenir doenças cardiovasculares como a HA é de suma importância. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que o fator genético influencia cerca de 30% da variação da PA (Fava, C. et al., 2004), contribuindo para a HA e doenças cardiovasculares (TOKER, et al., 2015). De forma que, polimorfismos genéticos podem influenciar a expressão e produção de componentes regulatórios presentes no sistema endócrino. Estes incluem o Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (SRAA), que desempenha, juntamente com outros fatores ambientais, um papel fundamental na patogênese da HA essencial em adultos e adolescentes (SIMONYTE, et al., 2017).

Assim, o polimorfismo do gene da Enzima Conversora de Angiotensina (ECA) é uma variante genética que pode alterar a função fisiológica cardiovascular em indivíduos com maior quantidade de angiotensina II (Ang II) (SIMONYTE, et al., 2017).

No que diz respeito à diminuição da VFC, esse mecanismo tem se mostrado ser um preditor independente de doenças cardiovasculares e mortalidade (SESSA, et al., 2018; THAYER, et al., 2010). Além disso, a VFC pode ser influenciada por diversos fatores, como obesidade geral e abdominal, maior PA e a inatividade física em diferentes populações (AZOUBEL, et al., 2021; FARAH, et al., 2013; MORAES, et al., 2019). Esses fatores de risco podem ocorrer desde a infância, como mostra o estudo (Ford, 2003), podendo ser influenciados por fatores genéticos (FARAH, et al., 2015).

Nesse aspecto, diante do fato do sedentarismo e a inatividade física estarem crescendo em adolescentes, a identificação de disfunções autonômicas nessa população com polimorfismo do gene da ECA torna-se relevante, pois sua modulação autonômica cardíaca pode ser alterada antes mesmo do desenvolvimento de doenças cardiovasculares. De forma que atividade física (ATF) regular pode atuar como um agente protetor contra essas comorbidades (GARG, et al., 2013; SOARES-JUNIOR, et al., 2019).

No entanto, ainda são escassas as pesquisas que têm estudado o impacto do polimorfismo no gene da ECA e o nível de ATF na disfunção autonômica dos adolescentes. E essa faixa etária de adolescentes deve haver uma atenção ainda maior, pois a prevalência de inatividade física é elevada, e aproximadamente 80% não atingem as recomendações que são de 60 minutos de ATF moderada à vigorosa na maioria dos dias da semana (SALLIS, et al., 2020; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022).

Apesar de a prática de ATF regular vir sendo apontada como importante nesse

processo de prevenção de doenças e dos seus inúmeros benefícios, é um grande desafio a sua prática efetiva em todo o mundo, e isso pode ter uma relação com os avanços tecnológicos atuais. Esses avanços tecnológicos ao mesmo tempo em que criam uma geração sedentária, tem procurado criar oportunidades para que, quem as utilize, possa se envolver dentro da tecnologia, e a criar comportamentos saudáveis e melhorar seu estilo de vida (SAWESI et al., 2016; MÜLLER et al., 2018).

Desta forma, a importância de analisar o comportamento cardiovascular e do sistema nervoso autônomo (SNA) dos adolescentes de acordo com os diferentes níveis de ATF apresentados, utilizando o método da VFC e o polimorfismo do gene da ECA em diversas variáveis.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Atividade física

Diversos são os conceitos relacionados a ATF. Caspersen et al. (1985) já conceituava como todo movimento corporal que resulta em gasto energético acima dos níveis de repouso. Sallis et al., (2020) definiu como sendo um comportamento complexo que compreende aspectos biológicos, psicológicos, socioculturais e ambientais.

O conceito estabelecido pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte versa sobre qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que requer gasto energético acima dos níveis de repouso, onde a ATF abrange amplamente o exercício, esportes e atividades físicas realizadas como parte da vida diária, ocupação, lazer e transporte ativo (GARBER, et al., 2011).

Nesse sentido, trazendo especificamente para o Brasil, o Guia de Atividade Física para População Brasileira, conceitua como um comportamento que envolve os movimentos voluntários do corpo, com gasto de energia acima do nível de repouso, promovendo interações sociais e com o ambiente, podendo acontecer no tempo livre, no deslocamento, no trabalho ou estudo e nas tarefas domésticas (BRASIL, 2021).

Com todos esses conceitos, observa-se também que a população mundial tem sido submetida a inúmeras mudanças em seu comportamento influenciadas por fatores como maior urbanização, maior expectativa de vida e a própria revolução tecnológica. Todos esses fatores e a grande transição demográfica, fizeram com que a ATF e seus benefícios passassem a ser cada vez mais estudados, como sendo peça fundamental para prevenção de doenças e promoção de saúde (NAHAS, 2017).

Portanto, a premissa da ATF é o movimento humano, sendo influenciada pelas manifestações biológica, fisiológica, econômica, psicológica, social e ambiental da cultura corporal, de modo que variados estudos têm demonstrado que o exercício físico pode influenciar positivamente na qualidade de vida tanto em indivíduos com alguma patologia,

quanto em populações saudáveis (ROPKE et al., 2017).

Essa influência positiva se mostrou, tanto nesse momento pandêmico de SARSCOV2 vivido desde o ano de 2020 ao qual ainda estamos atravessando, quanto em outro momento pandêmico que temos observado ao longo dos anos que é a própria inatividade física, pois atinge um em cada três adultos em todo o mundo, causando cerca de 5,3 milhões de mortes em todo o planeta, assumindo a quarta principal causa de morte (HALLAL, et al., 2012; KOHL, et al., 2012; LEE, et al., 2012). Dessa forma, o sistema público de saúde tem se preocupado em desenvolver cada vez mais, programas que visam promover a prática de ATF (PRATT, et al., 2014).

Essa preocupação se reflete na vasta literatura científica demonstrando evidências sobre os benefícios da ATF nos mais variados contextos. Aonde pesquisas recentes indicam que um maior nível de ATF e conseqüente redução do tempo sedentário, melhoram os fatores de risco cardiometabólicos desde a infância (VÄISTÖ, et al., 2019).

O Guia de Atividade Física para a População destaca diversos benefícios da prática regular de ATF como prevenção e redução da mortalidade por hipertensão, diabetes e alguns tipos de câncer (como mama, estômago e intestino); diminui o estresse e sintomas de ansiedade e depressão; melhora o nível de sono (BRASIL, 2021).

Desta forma, a prática regular de ATF representa um importante marcador para a qualidade de vida das pessoas, sendo promotor de saúde, bem-estar e como meio de prevenção e tratamento de diversas patologias.

## 2.2 Intensidades da atividade física

A intensidade é o grau do esforço físico necessário para fazer uma ATF. Normalmente, quanto maior a intensidade, maior é o aumento dos batimentos cardíacos, da respiração, do gasto de energia e da percepção de esforço (Brasil, 2021), sendo o equivalente metabólico (MET) um parâmetro de medida fisiológica que expressa a intensidade das atividades físicas, onde um MET é a energia equivalente gasta por um indivíduo sentado em repouso, geralmente expresso como ml/kg/min. (mililitros de oxigênio por quilograma de peso por minuto) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). De forma que um MET é igual ao consumo de oxigênio em repouso, ou cerca de 250 ml/min para homens e 200 ml/min para mulheres, ou seja, a ATF realizada para 2 METs requer duas vezes o metabolismo de repouso, cerca de 500 ml/min para um homem, 3 METs são iguais a três vezes o valor de repouso, e assim por diante (MCARDLE; KATCH, D. ; KATCH, V., 2015).

Portanto, temos a classificação da intensidade de uma ATF como mostra a Figura 1, sendo apresentado um sistema de classificação que caracterize a intensidade da ATF em intensidade absoluta (METs) e relativa (% do  $VO_2$ máx) por faixas etárias.

Classificação	Intensidade relativa (% do $\dot{V}O_{2\text{ máx}}$ )	Intensidade absoluta (METs)			
		Jovem	Meia-idade	Idoso	> 80 anos
Repouso	< 10	1,0	1,0	1,0	1,0
Leve	< 35	< 4,5	< 3,5	< 2,5	< 1,5
Razoavelmente leve	< 50	< 6,5	< 5,0	< 3,5	< 2,0
Moderada	< 70	< 9,0	< 7,0	< 5,0	< 2,8
Pesada	< 70	> 9,0	> 7,0	> 5,0	> 2,8
Máxima	100	13,0	10,0	7,0	4,0

Figura 1 – Classificação dos níveis de atividade física com base no gasto energético

Fonte: Mcardle; Katch, D. ; Katch, V. (2015).

Por conseguinte, o controle das intensidades visa promover a melhora das capacidades físicas, contribuindo para que a população possa cumprir as recomendações das organizações mundiais e manterem-se fisicamente ativos. Visto que os dados do Ministério da Saúde, revelam que a frequência de adultos que praticam ATF moderada no tempo livre de pelo menos 150 minutos por semana, variou entre 32,3%, em São Paulo (maior cidade do País) e 40,1% em São Luís (BRASIL, 2021).

Esses dados, vem reforçar a recomendação da OMS em que todos os países devam estabelecer diretrizes e definir metas de ATF, implementando e desenvolvendo políticas públicas que permitam não somente adultos, mas crianças e adolescentes também, sejam fisicamente ativas (WORLD HEALTH 2020). As novas diretrizes da OMS sobre ATF e comportamento sedentário fornecem recomendações de saúde pública que oferecem benefícios significativos à saúde de toda a população de todas as faixas etárias, também baseada em pesquisas que demonstram uma rotina diária de ATF regular, está associada a redução de marcadores de risco para diversas causas de mortalidade prematura e condições crônicas de saúde, incluindo as doenças cardiovasculares, câncer, diabetes tipo 2, HA, etc. (WARBURTON; BREDIN, 2017).

### 2.3 Adolescência e atividade física

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).

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 ATF, que apresenta como consequência, o surgimento de diversas patologias, inclusive a obesidade e HA 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 proporcionada 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 HA e do elevado número cada vez mais crescente do sedentarismo (FERREIRA; AYDOS, 2010).

Isso vai de encontro aos diversos estudos que têm apontado para os enormes benefícios da prática regular de ATF para a saúde em todos os aspectos, e não apenas na saúde física, mas também na saúde mental e nos aspectos cognitivos, e isso inclui não somente adultos, mas crianças e adolescentes (POITRAS, et al., 2016).

Pesquisas mostram a importância da ATF regular na adolescência como importante regulador de aspectos cognitivos, melhoras em quadros de ansiedade e depressão que cada vez têm sido mais pronunciados nessa faixa etária específica, principalmente porque pessoas com esses quadros de ansiedade e depressão, tendem a ser conseqüentemente menos ativas, o que traduz em diversos outros aspectos negativos na saúde (BIDDLE; ASARE, 2011; EISENSTEIN, 2005; PALUSKA; SCHWENK, 2000).

A preocupação específica com adolescentes, se dá pela crescente obesidade presente nessa etapa da vida, sendo considerada uma pandemia e levando a enormes gastos com saúde pública e conseqüentemente, ao acometimento de diversos fatores de

risco como os citados anteriormente (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2017).

Mesmo com os benefícios da prática regular de ATF na promoção da saúde estando bem estabelecidos na literatura, o número de adolescentes sedentários ainda é muito alarmante e crescente, onde estudos demonstraram que a recomendação da OMS de 60 minutos diários de atividade física não era atendida por mais de 80% dos adolescentes em mais de 100 países, sendo no Brasil, mais da metade dos estudantes também estiveram abaixo da meta estabelecida (GUTHOLD, et al., 2018; HALLAL., et al., 2012).

E nesse sentido, desde o ano de 2020, esse quadro têm-se agravado com a pandemia mundial de COVID-19 que assolou todas as pessoas, em que a medida de isolamento social se tornou um importante mecanismo para contenção e disseminação do vírus, levando ainda a um maior aumento de comportamento sedentário por todas as pessoas, e em especial aos adolescentes, que se viram impossibilitados de frequentar as escolas e mesmo praticar suas atividades de lazer, mesmo que poucas.

Portanto, o acesso e utilização exacerbado das tecnologias digitais que já se pronunciava como um importante fator de risco para o aumento do comportamento sedentário de adolescentes, foi agravado com o advento dessa atual pandemia de COVID-19, aumentando ainda mais a preocupação de todos os problemas que a prática insuficiente de atividade física traz consigo, entre eles, a HAS.

## 2.4 Hipertensão arterial sistêmica

HAS é a condição clínica multifatorial caracterizada por elevação sustentada dos níveis pressóricos  $\geq 140\text{mmHg}$  no caso da PAS e/ou  $\geq 90\text{mmHg}$  da 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 (BARROSO, et al., 2021; LEWINGTON, 2002; WEBER, et al., 2014).

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, e juntamente com DM, suas diversas complicações têm impacto elevado na perda da produtividade do trabalho e da renda familiar ( DONG, et al., 2017; MALACHIAS, et al., 2016)

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 (CHOR, et al., 2015; PICON, et al., 2013).

Para a população adulta, a definição de HA é epidemiológica, com o ponto de corte determinado com base na população com risco de desenvolver eventos mórbidos, isto é, a PA 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 deve 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 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 < 129/84 mmHg, a pressão elevada caracteriza-se pela presença de PAS entre 130 e 139 e PAD entre 85 e 89 mmHg, e hipertensão, com PAS  $\geq$  140 mmHg e/ou PAD  $\geq$  90 mmHg (BARROSO et al., 2021).

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 SRAA já foram e têm sido constantemente estudados (JANSKA et al., 2021; KRIEGER, et al., 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 (SOUZA, et al., 2013; SILVA et al., 2016; DIAS-FILHO et al., 2021).

<b>Classificação</b>	<b>PAS (mmHg)</b>	<b>PAD (mmHg)</b>
Ótima	< 120	< 80
Normal	120 – 129	80 - 84
Pré-hipertensão	130 – 139	85 – 89
Hipertensão estágio 1	140 - 159	90 - 99
Hipertensão estágio 2	160 - 179	100 – 109
Hipertensão estágio 3	$\geq$ 180	$\geq$ 110

Tabela 1 – Classificação da PA de acordo com a medição casual a partir de 18 anos de idade

Fonte: Barroso (2021).

## 2.5 Hipertensão arterial em adolescentes

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 (BRADY; REDWINE; FLYNN, 2014).

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; LOPES, 2014).

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 JR, et al., 2002).

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 (MALACHIAS, et al., 2016).

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 (MALACHIAS, et al., 2016; MCNIECE, et al., 2007; MUNTNER, et al., 2004).

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); PA elevada é definida 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.

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 American Heart Association (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 criou uma nova tabela baseada no percentil 90 da PA para a idade e sexo e percentil

5 para a altura das crianças. 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. No caso dos adolescentes ( $\geq 13$  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).

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, et al., 2016).

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
$\geq 13$	120	80	120	80

Tabela 2 - Valores de referência da PA em adolescentes

Fonte: Flynn (2017).

Em crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade e HFH, a forma mais

prevalente de HA é a primária, porém deve-se realizar a investigação de causas secundárias sempre que possível nessa população (MALACHIAS, et al., 2016). Em se tratando também de causa-efeito, deve-se observar a funcionalidade do SNA, pois uma disfunção nesse sistema, nesse caso uma hiperatividade simpática, também é parte da fisiopatologia da hipertensão (PARATI; ESLER, 2012).

## 2.6 Hipertensão arterial e o componente genético

É de conhecimento geral que o HFH está diretamente relacionado com o desenvolvimento da patologia. Estudos epidemiológicos mostram que a variação da PA está relacionada em cerca de 30% com fatores genéticos, sendo mais comum em indivíduos que têm um ou dois pais hipertensos (FAVA, et al., 2004; POCH, et al., 2001; YAZDANPANA, et al., 2007).

Dentro das variáveis genéticas relacionada a HA temos os polimorfismos, que podem influenciar a expressão e produção de componentes regulatórios presentes no sistema endócrino como o SRAA, que desempenha um papel fundamental na patogênese da hipertensão (SINGH; MENSAH; BAKRIS, 2010).

A literatura apresenta que este polimorfismo pode aumentar as chances do desenvolvimento da HAS. Simonyte, et al., (2017), e que o alelo D está relacionado a uma hipertensão diastólica (SINGH, et al., 2016). Sendo, portanto, uma importante variante genética para a alteração da função fisiológica cardiovascular (Eleni, et al., 2008) em indivíduos que tem uma quantidade maior de Ang II.

Daí se demonstra a importância da ECA em regular a PA, convertendo Angiotensina I (Ang I) em Ang II, hormônio ativo que, promove a vasoconstrição (CHEN, et al., 2018; SIMONYTE, et al., 2017). A Ang II provoca a retenção de sais e água nos túbulos renais de maneira secundária à ação da aldosterona, que é liberada pelas glândulas supra-renais. Da mesma forma, a Ang II ainda possui uma interação indireta com o Sistema Nervoso Central (SNC) e o SNS, o que como consequência de sua elevação, pode levar a provocar alterações de diversos mecanismos, como disfunção autonômica e função endotelial, contribuindo para o desenvolvimento da HA e outras doenças cardiovasculares (GOPAR-NIETO, et al., 2021; GUNEY, et al., 2013).

Esses dados se reafirmam na população de adolescentes ao analisarmos o estudo de Park et al, (2009), que analisou o genótipo do polimorfismo do gene da ECA I/D com a gênese da HA em adolescentes entre 16 e 17 anos, concluindo que adolescentes hipertensos com o alelo D tem maior quantidade de ECA tanto a nível sérico como a nível cardíaco (GUNEY et al., 2013; PARK, et al., 2009).

Em consonância a isso, diversos fatores ambientais como a alimentação inadequada, baixa qualidade do sono, estresse e o sedentarismo, também possuem relevância direta nesse processo de desenvolvimento da hipertensão (HARSHFIELD, et al., 2009; LO, et al., 2018).

Nas pessoas que possuem histórico familiar, quando expostas a esses aspectos ambientais, ocorre uma maior ativação do SNS em detrimento do parassimpático, resultando em um desequilíbrio e em alterações estruturais e funcionais dos vasos que irão levar a um aumento da resistência vascular sistêmica, ocasionando a uma elevação da PA e isso é demonstrado ao observarmos que os filhos de pais hipertensos já possuem PA mais elevada que os filhos de pais normotensos e inversamente se os pais forem normotensos (DIAS-FILHO, et al., 2021; LOPES, et al., 2014).

Arelado ao componente genético, existem os fatores ambientais como o sedentarismo, que vem crescendo no mundo todo e contribui igualmente para a elevação dos níveis pressóricos. Essa elevação se dá pelo fato desse fator está diretamente associado a obesidade que possui relação direta com a elevação da PA, principalmente naqueles com predisposição genética (LOPES, 2014).

E um dos mecanismos dessa elevação da PA se dá devido a ativação do SNS que, em decorrência do envolvimento de barorreceptores e quimiorreceptores, eleva a produção de noradrenalina que é um importante vasoconstritor, assim como a angiotensina, que leva a uma ativação do SRAA, acarretando alterações estruturais e funcionais dos vasos e a uma maior resistência vascular e consequentemente da PA (BRANDÃO, et. al., 2013; LOPES, 2014).

Portanto, o SRAA tem relação direta com a HA. E no que tange ao HFH, estudos mostram uma maior atividade do SRAA em indivíduos que são filhos de pais hipertensos (DIAS-FILHO, et al., 2021; STOLARZ-SKRZYPEK; CZARNECKA, 2019). O SRAA e o SNS se relacionam diretamente devido a modulação do SRAA pelo simpático depender da presença de receptor  $\beta$  adrenérgico, o qual apresenta relação com a produção de renina pelo rim, e a renina ser o primeiro substrato na sequência de ativação desse sistema, aonde a ativação do SNS pode culminar na produção da angiotensina e aldosterona, que têm papel importante nos mecanismos e fisiopatologia da HAS (LOPES, 2014).

## 2.7 Sistema nervoso autônomo

No que tange o SNA e sua maturação ao longo do tempo, a adolescência é um período em que ocorre o desenvolvimento de todos os sistemas fisiológicos, em que alguns estudos mostram um estado maturacional diferenciado entre o Sistema Nervoso Parassimpático (SNP) e o SNS, de forma que o SNP inicia esse processo logo após o nascimento e o SNS costuma apresentar um decréscimo com o passar das idades entre a infância e a adolescência (DE ZAMBOTTI, et al., 2018; PHILBROOK, et al., 2018).

Os sinais autonômicos eferentes, responsáveis pela transmissão aos diferentes órgãos do corpo, o fazem através de duas grandes subdivisões que são o SNS e o SNP, que operam em paralelo, mas utilizam vias estruturalmente distintas e diferem em seus sistemas de transmissão (Figura 2) (HALL, 2021).

O SNS é a via cardio-estimuladora, que aumenta a FC e força de contração, enquanto

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

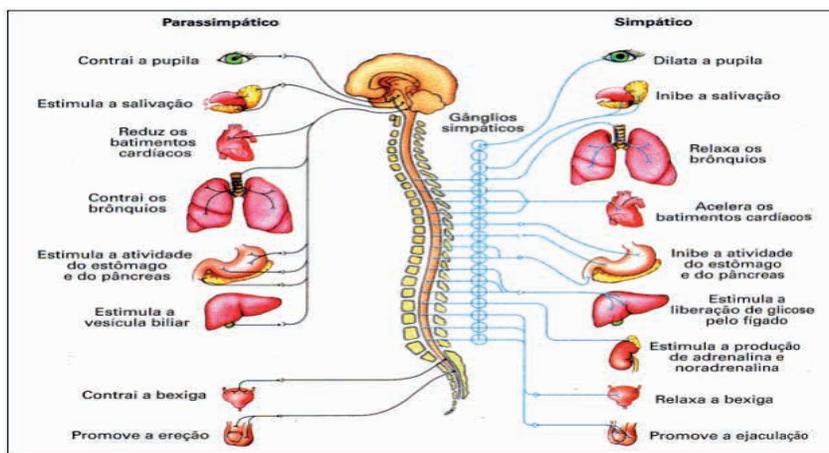


Figura 2 - Anatomia do sistema simpático e parassimpático

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 (BORTOLOTTI et al., 2013; HALL, 2021).

A modulação da FC 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 (HALL, 2021; 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 (HALL, 2021).

Portanto, a integração dos ramos simpático e parassimpático do SNA sobre o coração determina a VFC, 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 (CAMBRI et al., 2008; RIBEIRO, et al., 2001). Essa análise da VFC é justamente a capacidade de avaliar a saúde cardíaca e o estado do SNA responsável pela regulação da atividade cardíaca (ACHARYA, et al., 2006).

## 2.8 Variabilidade da frequência cardíaca

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

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 3) (CAMBRI, et al., 2008).

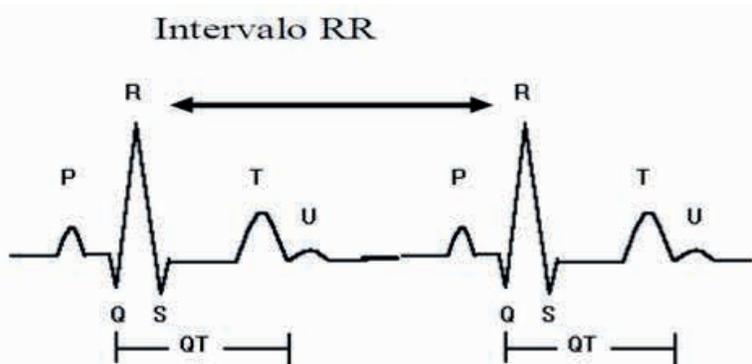


Figura 3 - Exemplo de intervalo RR e a série temporal utilizada para análise da VFC

Fonte: Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure>

Dessa forma, a 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 (BARBOZA, et al., 2016; JANKOWSKA, et al., 2006; SINGH; KANDALA; CAMM, 2014).

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).

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).

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 (DE ZAMBOTTI, et al., 2018). 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 (FRONCHETTI, et al., 2006; REIS et al., 1998).

Ao se considerar a análise da VFC durante exercício, nota-se que ela 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 ele, onde a integração dos ramos simpático e parassimpático sobre o coração, determina a própria VFC (VANDERLEI, et al., 2012).

## REFERÊNCIAS

ABEGUNDE, D. O. et al. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. **The Lancet**, v. 370, n. 9603, p. 1929-1938, 2007.

ACHARYA, U. R., et al. Heart rate variability: a review. **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 44, n. 12, p. 1031-1051, 2006.

ARAÚJO, T. 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 de Pediatría**, v,116, n. 2, p. e227-e233, 2018.

AZOUBEL, Luana Anaisse et al. Analysis of Sensitivity and Specificity of Cutoff Points for Resting Heart Rate in 6,794 Brazilian Adolescents: A Cross-Sectional Study. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 117, p. 82-83, 2021.

BARBOZA, C., et al. Cardioprotective properties of aerobic and resistance training against myocardial infarction. **International Journal of Sports Medicine**, v.37, n. 06, p. 421-430, 2016.

BARROSO, Weimar Kunz Sebba et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial–2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, p. 516-658, 2021.

BERENSON, G. S., et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. **New England Journal of Medicine**, v.338, n. 23, p. 1650-1656, 1998.

BIDDLE, S. J.; ASARE, M. J. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. **British Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 11, p. 886-895, 2011.

BORTOLOTTI, L. , et al. Comprometimento de Órgãos-Alvo: Vasos. **Hipertensão Arterial-Bases Fisiopatológicas e Prática Clínica**. São Paulo: Atheneu p. 359-376, 2013.

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

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Guia de atividade física para a população brasileira: recomendações para gestores e profissionais de saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.

BRANDÃO, A. A., et al. Desnervação simpática renal no tratamento da hipertensão arterial resistente: perspectivas atuais. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, n. 4, p. 364-371, 2013.

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

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. J. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, v. 100, n. 2, p. 126, 1985.

CHEN, Y. J., et al. First-line drugs inhibiting the renin angiotensin system versus other first-line antihypertensive drug classes for hypertension. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 11, 2018.

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. e0127382, 2015.

DE ZAMBOTTI, Massimiliano et al. Sex-and age-dependent differences in autonomic nervous system functioning in adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 62, n. 2, p. 184-190, 2018.

DIAS-FILHO, C. A. A., et al. The effect of family history of hypertension and polymorphism of the ACE gene (rs1799752) on cardiac autonomic modulation in adolescents. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 48, n. 2, p. 177-185, 2021.

DONG, Y., et al. National blood pressure reference for Chinese Han children and adolescents aged 7 to 17 years. **Hypertension**, v. 70, n. 5, p. 897-906, 2017.

ELENI, S., et al. "Angiotensin-I converting enzyme gene and I/D polymorphism distribution in the Greek population and a comparison with other European populations. **Journal of genetics** v. 87.n. 1, p. 91-93, 2008.

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

EWALD, D. R.; BOND, S. H.; HALDEMAN, L. A. Hypertension in low-income adolescents. **Global Pediatric Health**, 4, p. 23, 2017.

FARAH, Breno Quintella et al. Association between resting heart rate and cardiovascular risk factors in adolescents. **European journal of pediatrics**, v. 174, n. 12, p. 1621-1628, 2015.

FARAH, Breno Quintella et al. Heart rate variability and its relationship with central and general obesity in obese normotensive adolescents. **Einstein**, Sao Paulo, v. 11, p. 285-290, 2013.

FAVA, C. et al. Heritability of ambulatory and office blood pressure phenotypes in Swedish families. **Journal of Hypertension**, v. 22, n. 9, p. 1717-1721, 2004.

FERREIRA, J. S.; AYDOS, R. D. Prevalence of hypertension among obese children and adolescents. **Ciência & Saúde**, 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** v.140, n. 3, 2017.

FORD, Earl S. C-reactive protein concentration and cardiovascular disease risk factors in children: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2000. **Circulation**, v. 108, n. 9, p. 1053-1058, 2003.

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 frequência cardíaca. **Revista Portuguesa de Ciência do Desporto** v.6, n. 1, p. 21-28, 2006.

GARBER, C. E., et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GARG, Rinku et al. The isometric handgrip exercise as a test for unmasking hypertension in the offsprings of hypertensive parents. *Journal of clinical and diagnostic research*: **JCDR**, v. 7, n. 6, p. 996, 2013.

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

GOPAR-NIETO, R. et al. ¿ Cómo tratar la hipertensión arterial sistémica? Estrategias de tratamiento actuales. **Archivos de Cardiología de México**, v. 91, n. 4, p. 493-499, 2021.

GUNEY, A., et al. Effects of ACE polymorphisms and other risk factors on the severity of coronary artery disease. **Genetic and Molecuar Research**, v. 12, n. 4, p. 6895-6906, 2013.

GUTHOLD, R., et.al. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1· 9 million participants. **The Lancet Global Health**, v. 6, n. 10, p. e1077-e1086, 2018.

HALL, G. **Tratado de Fisiología Médica**. 14 ed. Rio de Janeiro, Elsevier Health Sciences, 2021.

HALLAL, P. C., et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 247-257, 2012.

HARSHFIELD, G. A., et al. Stress-induced sodium retention and hypertension: a review and hypothesis. **Current Hypertension Reports**, v. 11, n. 1, p. 29-34, 2009.

ILTIS, P.; GIVENS, M. J. Validation of the Caltrac Accelerometer during simulated multi-gearred Cycling at different work rates. **Journal of Exercise Physiology**, v 3, n. 2, 2000.

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.

JANSKA, Natpat et al. A study of the association between angiotensinogen (AGT) gene polymorphism (M235T) and preeclampsia in Thai pregnant women. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, v. 41, n. 7, p. 1062-1066, 2021.

KATCH, F.; KATCH, V.; MCARDLE, W. **Fisiologia do Exercício-Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro, RJ : Guanabara Koogan 2016.

KOHL, H. W., et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. **The Lancet**, 380, n. 9838, p. 294-305, 2012.

KRIEGER, E. M., et al. **Hipertensão arterial: bases fisiopatológicas e prática clínica**. São Paulo: Atheneu, 2013.

LEE, I.-M. et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

LEWINGTON, S. J. L. 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. **The Lancet**, v. 360, p. 1903-1913, 2002.

LO, K., et al. Subjective sleep quality, blood pressure, and hypertension: a meta-analysis. **The Journal Of Clinical Hypertension**, v. 20, n. 3, p. 592-605, 2018.

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

\_\_\_\_\_. Genética e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**. p. 87-91, 2014.

MALACHIAS, M. V. B, et al. 7 th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 3-Clinical and Complementary Assessment. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, n. 107, p. 14-17, 2016.

\_\_\_\_\_. 7 Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial: Conceituação, Epidemiologia e Prevenção Primária. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3 p. 1-6, set./2016.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Guanbara-Koogan, 2015.

MCGILL JR, H. C., et al. Obesity accelerates the progression of coronary atherosclerosis in young men. **Circulation**, v. 105, n. 23, p. 2712-2718, 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. e641, 2007.

MORAES, Íbis AP et al. Fractal correlations and linear analyses of heart rate variability in healthy young people with different levels of physical activity. **Cardiology in the Young**, v. 29, n. 10, p. 1236-1242, 2019.

MORGENSTERN, B. J. 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. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 16, n. 1, p. 55-60, 2009.

MÜLLER, A.M; MAHER, C.A.; VANDELANOTTE, C. et al. Physical Activity, Sedentary Behavior, and Diet-Related eHealth and mHealth Research: Bibliometric Analysis. **J Med Internet Res**, v.18, n.20, apr. 2018.

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

NAHAS, M. V. J. L. M. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceito e sugetões para um estilo de vida. 7 ed. ampl. atual. Florianópolis: Editora do autor., 2017. p. 278

PALUSKA, S. A; SCHWENK, T. L. Physical activity and mental health: current concepts. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 29, n. 3, p. 167-180, 2000.

PARATI, G.; ESLER, D. The human sympathetic nervous system: its relevance in hypertension and heart failure. **European Heart Journal**, v. 33, n. 9, p. 1058-1066, 2012.

PARK, E. Y. et al. Insertion/deletion polymorphism of angiotensin converting enzyme gene in Korean hypertensive adolescents. **Heart and Vessels**, v. 24, n. 3, p. 193-198, 2009.

PHILBROOK, Lauren E. et al. Marital conflict and trajectories of adolescent adjustment: The role of autonomic nervous system coordination. *Developmental psychology*, v. 54, n. 9, p. 1687, 2018.

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

POCH, E., et al. Molecular basis of salt sensitivity in human hypertension: evaluation of renin-angiotensin-aldosterone system gene polymorphisms. ***Hypertension***, v. 38, n. 5, p. 1204-1209, 2001.

POITRAS, V. J., et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. ***Applied Physiology, and Metabolism***, v.41, n. 6, p. S197-S239, 2016.

PRATT, M., et al. The cost of physical inactivity: moving into the 21st century. ***British Journal of Sports Medicine***, v. 48, n. 3, p. 171-173, 2014.

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

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

ROPKE, L. M., et al. Efeito da atividade física na qualidade do sono e qualidade de vida: revisão sistematizada. ***Archives of Health Investigationa***, v. 6, n. 12, 2017.

SALLIS, J. F. S. et al. An international physical activity and public health research agenda to inform coronavirus disease-2019 ***Policies and Practices***. 9, n. 4, p. 328, 2020.

SESSA, Francesco et al. Heart rate variability as predictive factor for sudden cardiac death. ***Aging*** (Albany NY), v. 10, n. 2, p. 166, 2018..

SILVA, Alison O. et al. Association between general and abdominal obesity with high blood pressure: difference between genders. *Jornal de pediatria*, v. 92, p. 174-180, 2016.

SIMONYTE, S., et al. Renin-angiotensin system gene polymorphisms and high blood pressure in Lithuanian children and adolescents. ***Bmc Medical Genetics***, v.18, n. 1, p. 1-9, 2017.

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

SINGH, M.; MENSAH, G. A.; BAKRIS, G. J. C. Pathogenesis and clinical physiology of hypertension. ***Cardiology Clinics***, v. 28, n. 4, p. 545-559, 2010.

SINGH, M., et al. Molecular genetics of essential hypertension. ***Clinical and Experimental Hypertension***, v. 38, n. 3, p. 268-277, 2016.

SOARES-JUNIOR, Nivaldo et al. Active Lifestyle can Contribute to Attenuation of Cardiac Autonomic Dysfunction in Adolescent Offspring of Hypertensive Parents. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 22, n. 3, 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. **Manual de Orientação**: grupo de trabalho em atividade física. Rio de Janeiro: SBP, 2017.

SOUZA., 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. 912-917, 2013.

STOLARZ-SKRZYPEK, K.; CZARNECKA, D. **Parental History of Hypertension as the Determinant of Cardiovascular Function**. Michigan: Springer, 2019. p. 27-36.

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

THAYER, J. F.; YAMAMOTO, S. S.; BROSSCHOT, J. F. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. **International Journal of Cardiology**, v. 141, n. 2, p. 122-131, 2010.

TOKER, Rabia Tutuncu et al. Circadian blood pressure rhythm in normotensive offspring of hypertensive parents. **Cardiology journal**, v. 22, n. 2, p. 172-178, 2015.

VÄISTÖ, J., et al. Longitudinal associations of physical activity and sedentary time with cardiometabolic risk factors in children. **Scandinavian Journal of Medicine & Science**. v. 29, n. 1, p. 113-123, 2019.

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

WARBURTON, D. E.; BREDIN, S. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. **Current Opinion in Cardiology**. v. 32, n. 5, p. 541-556, 2017.

WEBER, M. A. et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. **The Journal of Clinical Hypertension**. v. 32, n. 1, p. 3-15, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on alcohol and health 2018**. Geneva: World Health Organization, 2019.

\_\_\_\_\_. **Guidelines on physical activity and sedentary behaviour**: web annex: evidence profiles. Geneva: World Health Organization, 2020.

\_\_\_\_\_. **Global status report on physical activity 2022**. Geneva: World Health Organization, 2022.

YAZDANPANA, M., et al. Effects of the renin-angiotensin system genes and salt sensitivity genes on blood pressure and atherosclerosis in the total population and patients with type 2 **Diabetes**. v. 56, p. 1905-1912, jul. 2007.