



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Ciências Médicas

Isabela Perez Alves

**Associação entre fatores de risco cardiometabólicos e perímetro do
pescoço em adolescentes**

Rio de Janeiro

2024

Isabela Perez Alves

**Associação entre fatores de risco cardiometabólicos e perímetro do pescoço
em adolescentes**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Cristina Caetano Kuschnir

Coorientadora: Prof.^a Dra. Denise Tavares Giannini

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/ REDE SIRIUS/ CB/A

A474 Alves, Isabela Perez

Associação entre fatores de risco cardiometabólicos e perímetro do pescoço em adolescentes / Isabela Perez Alves. – 2024.
75 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Cristina Caetano Kuschnir
Coorientadora: Prof.^a Dra. Denise Tavares Giannini

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Médicas. Pós-Graduação em Ciências Médicas.

1. Obesidade – Complicações – Teses. 2. Fatores de risco de doenças cardíacas – Teses. 3. Pescoço – Fisiopatologia – Teses. 4. Saúde do adolescente – estatística e dados numéricos – Teses. I. Kuschnir, Maria Cristina Caetano. II. Giannini, Denise Tavares. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

CDU 616-056.2

Bibliotecário: Felipe Caldonazzo CRB7/7341

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Isabela Perez Alves

**Associação entre fatores de risco cardiometabólicos e perímetro do pescoço
em adolescentes**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 25 de novembro de 2024.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Cristina Caetano Kuschnir

Faculdade de Ciências Médicas - UERJ

Coorientadora: Prof.^a Dra. Denise Tavares Giannini

Faculdade de Ciências Médicas - UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Márcia Regina Simas Torres Klein

Faculdade de Ciências Médicas - UERJ

Prof.^a Dra. Claudia dos Santos Cople Rodrigues

Instituto de Nutrição - UERJ

Prof. Dr. Edson Ferreira Liberal

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus filhos Arthur e Simba, os maiores amores dessa vida, minha força e combustível para seguir e buscar sempre o meu melhor, e à minha avó Lucy, minha maior incentivadora, meu amor eterno e minha maior saudade. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Às mãos estendidas a mim, nessa jornada de duplo aprendizado: ser mãe e mestre, toda minha gratidão e carinho:

À Deus e meus protetores por me sustentarem e manterem de pé diante de todos os desafios. Sem minha fé não teria dado nem o primeiro passo;

Ao meu filho Arthur, meu companheiro por toda essa jornada, desde o ventre, você é o meu grande amor, minha fortaleza e minha maior missão. Obrigada por me escolher e me presentear todos os dias com seu sorriso e o amor mais puro e verdadeiro que existe;

Ao meu filho Simba, pelo seu amor puro e gigantesco, pelo seu companheirismo e lealdade, pela sua alegria contagiante e pelos melhores lambeijos do mundo;

Ao Leandro, meu companheiro nessa vida desde tão cedo, obrigada por acreditar em mim, por me apoiar e incentivar a continuar sempre;

À Luciane, minha mãe, porto seguro, melhor amiga e rede de apoio de todas as horas. Graças ao seu amor e dedicação eu sigo de cabeça erguida em mais essa vitória;

Ao meu pai, Carlos, por seu amor e cuidado sempre na minha caminhada;

Aos meus irmãos e melhores amigos, Renata e Bruno, e minha sobrinha Maria Manoela, pelo amor, cumplicidade e pelas risadas que tornam tudo sempre mais leve;

À minha avó Lucy e meu "paidrinho" Eugênio, meus exemplos de vida pessoal, acadêmica e profissional. Vocês me inspiram a me desafiar e ir sempre mais longe;

Ao meu avô Eugênio, pelo carinho e zelo da vida toda. E pela melhor salada de frutas, que trás energia em forma de amor para seguir adiante;

Às minhas orientadoras Denise e Maria Cristina, por acreditarem no meu potencial, incentivarem e acolherem durante mais essa jornada;

À equipe de nutrição do NESA, em especial à Carol, Luiza e Suzane, que foram incansáveis em me auxiliar na elaboração desse trabalho. Com leveza e parceria auxiliaram para que o trabalho fluísse com excelência;

À equipe NESA por sempre abrir as portas para mim e permitir que eu cresça e evolua como profissional e ser humano, e dessa vez em especial, por me acolheram com o meu pequeno nos braços. Meu carinho e admiração por esse lugar são enormes.

Não é o quanto fazemos, mas quanto amor colocamos naquilo que fazemos.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

ALVES, Isabela Perez. **Associação entre fatores de risco cardiometabólicos e perímetro do pescoço em adolescentes**. 2024. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

A adolescência é uma fase de transição, entre a infância e a vida adulta, onde ocorre crescimento fisiológico da grande maioria dos órgãos e tecidos corporais, incluindo o tecido adiposo, favorecendo o acúmulo excessivo de gordura corporal muito relacionado com o desenvolvimento de fatores de risco cardiometabólicos. A medida do perímetro do pescoço é uma medida antropométrica alternativa, simples, prática e consistente, que reflete o acúmulo de gordura subcutânea na parte superior do corpo, considerado um depósito de gordura disfuncional e diretamente associado às alterações metabólicas, além de minimizar a interferência de fatores psicológicos por exposição corporal na identificação de risco cardiometabólico nesta população. O presente estudo teve como objetivo avaliar a associação dos principais fatores de risco cardiometabólicos com a medida do perímetro do pescoço em adolescentes atendidos no ambulatório do Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um estudo do tipo observacional analítico transversal, realizado com adolescentes de ambos os sexos, com idade entre 12 e 18 anos. Os adolescentes foram submetidos à avaliação antropométrica, incluindo peso, altura, perímetro do pescoço e perímetro da cintura; avaliação bioquímica englobando dosagem sérica de perfil lipídico (colesterol total, HDL colesterol, LDL colesterol e triglicerídeos) e glicídico (glicemia de jejum, hemoglobina glicada, insulina sérica e HOMA-IR) e aferição de pressão arterial. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a correlação entre as variáveis, os critérios de Hopkins para avaliar a força do coeficiente de correlação e a regressão linear para avaliar a associação entre elas. A amostra final foi composta por um total de 360 adolescentes, sendo 194 meninas (53,89%), com média de idade de 14,37 (DP:1,75) anos. O perímetro do pescoço correlacionou-se positiva e significativamente ($p < 0,001$) com todas as variáveis estudadas. Estas correlações mostraram-se fortes entre perímetro do pescoço e as variáveis antropométricas peso corporal ($r:0,80$), índice de massa corporal ($r:0,70$) e perímetro da cintura ($0,78$). Apenas a correlação com o HDL colesterol foi negativa ($r:-0,27$). A análise de regressão linear mostrou relação estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre a medida do perímetro do pescoço e todas as variáveis estudadas, com exceção do colesterol total, LDL colesterol e glicemia de jejum, que mantiveram-se após ajuste por sexo, idade e maturação sexual. Assim, os resultados obtidos neste estudo demonstram que há relação entre o perímetro do pescoço, o acúmulo de gordura visceral abdominal, alterações de perfil lipídico, perfil glicídico e de pressão arterial, fortalecendo a utilização da medida do perímetro do pescoço como preditor de risco cardiometabólico em adolescentes.

Palavras-chave: antropometria; pescoço; metabolismo dos lipídeos; resistência à insulina; obesidade.

ABSTRACT

ALVES, Isabela Perez. *Association between cardiometabolic risk factors and neck circumference in adolescents*. 2024. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Adolescence is a transition phase, between childhood and adulthood, where physiological growth occurs in the vast majority of organs and body tissues, including adipose tissue, favoring the excessive accumulation of body fat, closely related to the development of cardiometabolic risk factors. Neck circumference is an alternative, simple, practical and consistent anthropometric measurement, which reflects the accumulation of subcutaneous fat in the upper part of body, considered a dysfunctional fat deposit and directly associated with metabolic changes, in addition to minimizing the interference of psychological factors of body exposure in identifying cardiometabolic risk in this population. This study aimed to evaluate the association of the main cardiometabolic risk factors with the measurement of neck circumference in adolescents treated at the outpatient clinic of the Adolescent Health Studies Center at the State University of Rio de Janeiro. This is a cross-sectional analytical observational study, carried out with adolescents of both sexes, aged between 12 and 18 years old. The adolescents underwent anthropometric assessment, including weight, height, neck circumference and waist circumference; biochemical assessment including serum lipid profile (total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides) and glucose profile (fasting glucose, glycated hemoglobin, serum insulin and HOMA-IR) and blood pressure measurement. Pearson's correlation coefficient was used to evaluate the correlation between variables, Hopkins' criteria to evaluate the strength of the correlation coefficient and linear regression to evaluate the association between them. The final sample consisted of a total of 360 adolescents, 194 of whom were girls (53.89%), with a mean age of 14.37 (SD: 1.75) years. Neck circumference was positively and significantly ($p < 0,001$) correlated with all variables studied. These correlations were strong between neck circumference and the anthropometric variables body weight ($r: 0,80$), body mass index ($r: 0,78$) and waist circumference ($r: 0,78$). Only the correlation with HDL cholesterol was negative ($r: -0,27$). The linear regression analysis showed a statistically significant ($p < 0,001$) relationship between the measurement of neck circumference and all variables studied, with the exception of total cholesterol, LDL cholesterol and fasting blood glucose, which remained after adjustment for sex, age and sexual maturation. Thus, the results obtained in this study demonstrate that there is a relationship between neck circumference, accumulation of abdominal visceral fat, changes in the lipid profile, glucose profile and blood pressure, strengthening the use of neck circumference measurement as a predictor of cardiometabolic risk in adolescents.

Keywords: anthropometry; neck; lipid metabolism; insulin resistance; obesity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica.....	24
Tabela 2 –	Análise descritiva das variáveis antropométricas, bioquímicas e níveis pressóricos dos adolescentes de acordo com o sexo.....	40
Tabela 3 –	Correlação entre o perímetro do pescoço, as variáveis antropométricas e bioquímicas e os níveis pressóricos em adolescentes, de acordo com o sexo.....	42
Tabela 4 –	Associação entre PP e variáveis antropométricas, bioquímicas e níveis pressóricos através da Regressão Linear.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIA	Bioimpedância Elétrica
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CT	Colesterol Total
DCV	Doenças Cardiovasculares
DEXA	Densitometria Computadorizada por Absorimetria Radiológica de Dupla Energia
DP	Desvio Padrão
GC	Gordura Corporal
GJ	Glicemia de Jejum
HDL	HDL Colesterol
HbA1c	Hemoglobina Glicada
HOMA-IR	<i>Homeostatic Model Assessment</i>
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	International Diabetes Federation
IMC	Índice de Massa Corporal
IMG	Índice de Massa Gorda
IMM	Índice de Massa Magra
IMT	Índice de Massa Triponderal
LDL	LDL Colesterol
LPL	Lipase Lipoproteica
NESA	Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PB	Perímetro do Braço
Pcoxa	Perímetro da Coxa
PC	Perímetro da Cintura

PP	Perímetro do Pescoço
PQ	Perímetro do Quadril
RCE	Razão Cintura-Estatura
RCQ	Razão Cintura-Quadril
RI	Resistência Insulínica
RNM	RNM - Ressonância Magnética
SISVAN	Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional
SM	Síndrome Metabólica
STATA	<i>Statistical Software for Professionals</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TAV	Tecido Adiposo Visceral
TC	Tomografia Computadorizada
TG	Triglicerídeos
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
cm	Centímetro
kg	Quilograma
m	Metro
mg/dl	Miligramas por decilitro
μU/mL	Microunidade por mililitro
mmol/L	Milimoles por litro
mmHG	Milímetros de mercúrio

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	14
1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
1.1	A importância da avaliação nutricional na prevenção de doenças metabólicas.....	17
1.2	Métodos de avaliação da adiposidade: abordagens e aplicações clínicas.....	17
1.3	Perímetro do pescoço como indicador antropométrico na predição de risco cardiometabólico em adolescentes: revisão crítica de estudos.....	19
2	OBJETIVOS.....	30
2.1	Objetivo geral	30
2.2	Objetivos específicos	30
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1	Desenho de estudo.....	31
3.2	Variáveis estudadas.....	31
3.2.1	<u>Variáveis sociodemográficas.....</u>	32
3.2.2	<u>Maturação sexual.....</u>	33
3.2.3	<u>Variáveis antropométricas.....</u>	33
3.2.4	<u>Pressão arterial.....</u>	35
3.2.5	<u>Variáveis laboratoriais.....</u>	35
3.3	Análises estatísticas.....	36
3.4	Aspectos éticos.....	37
4	RESULTADOS.....	38
5	DISCUSSÃO.....	44
	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	55
	ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética.....	57
	ANEXO B - Comprovação de submissão do artigo científico.....	59
	ANEXO C - Formato final do artigo científico submetido.....	60

INTRODUÇÃO

A adolescência é uma fase de transição, entre a infância e a vida adulta, marcada por intensos processos fisiológicos de desenvolvimento, incluindo mudanças psicológicas e na composição corporal, e maturação sexual^{1,2,3}. Durante esse período da vida ocorre um crescimento fisiológico da maioria dos órgãos e tecidos corporais, incluindo o tecido adiposo que associado a outros fatores ambientais e de estilo de vida, pode favorecer o acúmulo excessivo de gordura corporal^{1,3,4}. As chances de um adolescente obeso permanecer com este estado nutricional até a idade adulta pode chegar a 80%^{4,5}. Segundo Campos et al. (2007)⁵ isso acontece porque “nessa etapa do crescimento o indivíduo adquire aproximadamente 25% da sua estatura final e 50% da sua massa corporal”. Esse conjunto de transformações caracterizam a adolescência como um período crítico e determinante na formação do indivíduo adulto e seu estado nutricional.

A prevalência de obesidade vem aumentando em proporções alarmantes em todo o mundo, tanto nos países em desenvolvimento quanto nos desenvolvidos, e já é considerada uma epidemia global pela Organização Mundial da Saúde – OMS^{6,7,8,9}. Atualmente, o excesso de peso é um dos problemas mais graves de saúde pública, acometendo tanto indivíduos adultos como crianças e adolescentes^{7,10}.

De acordo com a OMS e a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) mais de 1 bilhão de pessoas no mundo tem obesidade, de forma que, em 2022, 1 em cada 8 pessoas no mundo estavam vivendo com obesidade. Destas 650 milhões são adultos, 340 milhões adolescentes e 39 milhões crianças. A projeção é que esse número continue aumentando, de forma que em 2025, cerca de 167 milhões de pessoas tornem-se acima do peso^{6,7,11}.

Em todo o mundo, o número de adultos com obesidade duplicou desde 1990, enquanto o número de adolescentes com obesidade quadruplicou no mesmo período. Segundo a OMS, em 2022, mais de 390 milhões de crianças e adolescentes de 5 a 19 anos viviam com excesso de peso, sendo 160 milhões com obesidade⁷.

Um relatório do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) denominado “Excesso de peso na infância em ascensão. Será tarde demais para

virar a maré na América Latina e no Caribe?” mostra que na América Latina e Caribe, aproximadamente 50 milhões de crianças e adolescentes de 5 a 19 anos apresentam excesso de peso. Esse número representa uma prevalência de 30,6%, que é elevada, em comparação com a prevalência global de 18,2%. O relatório traz ainda a prevalência por sub-regiões, onde a América do Sul é a mais afetada com 30 milhões de crianças e adolescentes com excesso de peso, seguida da América Central com 16 milhões, e do Caribe com 3 milhões¹².

No Brasil, um levantamento realizado pelo Observatório de Saúde na Infância (Observa Infância – Fiocruz), baseado nos dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), mostrou que o excesso de peso afetou 3 em cada 10 adolescentes brasileiros em 2022. Enquanto no período entre 2019-2021, período da pandemia de Covid-19, houve um aumento de 17,2% do número de adolescentes brasileiros com excesso de peso¹³. Dados do Ministério da Saúde corroboram com estes achados, uma vez que segundo a Pesquisa Nacional de Saúde – 2020, 19,4% dos adolescentes, acompanhados na atenção primária à saúde no sistema único de saúde (SUS), apresentavam excesso de peso, enquanto 6,7% apresentavam obesidade. Dessa forma, estima-se que cerca de 1,8 milhão de adolescentes brasileiros apresentem excesso de peso¹⁴.

Esse aumento na prevalência de obesidade na adolescência é muito preocupante devido ao alto risco de complicações e mortalidade na vida adulta ou na própria adolescência^{2,8,9,15}.

A obesidade é uma doença crônica caracterizada pelo acúmulo corporal excessivo de tecido adiposo, causado principalmente por um desequilíbrio entre ingestão calórica e gasto energético^{7,12}. Tanto a quantidade quanto a distribuição corporal desse excesso de gordura estão relacionados com alterações cardiometabólicas e doenças cardiovasculares (DCV), dificuldades respiratórias e de locomoção^{6,8,10,15}.

O tecido adiposo é responsável pela produção e secreção de diversos fatores bioativos moduladores responsáveis por interações cruciais com órgãos e tecidos vitais, conhecidos como adipocinas^{16,17,18}. A obesidade leva ao crescimento dos adipócitos e consequente disfunção do tecido adiposo, provocando alteração do perfil secretório desse tecido, secretando prioritariamente adipocinas pró-inflamatórias, como TNF α , IL6, IL-1 β , IL18^{18,20}. Essas citocinas atuam aumentando a lipólise, inibindo a enzima lipase lipoproteica (LPL) e aumentando a liberação de

ácidos graxos livres e glicerol na corrente sanguínea, e reduzindo a expressão celular de receptores sensíveis à insulina, resultando em alteração do perfil lipídico sérico e resistência à insulina^{17,20}. Além disso, essas citocinas estimulam a disfunção vascular endotelial, diretamente relacionada com a patogênese da aterosclerose e alteração de pressão arterial (PA)^{16,17,19}, através da redução de óxido nítrico endotelial e do aumento da expressão de moléculas de adesão pelas células endoteliais, da formação de fibrina e da agregação plaquetária^{18,20,21}. Estas alterações metabólicas favorecem o desenvolvimento de DCV e oferecem risco à saúde dessa população, fazendo-se essencial identificar e intervir precocemente para minimizar as complicações à saúde dessa população à curto e longo prazo.

Neste cenário, o perímetro do pescoço surge como uma medida antropométrica alternativa, prática e com potencial na identificação precoce de alterações cardiometabólicas nos adolescentes.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 A importância da avaliação nutricional na prevenção de doenças cardiometabólicas

A avaliação nutricional envolve diversas etapas que permitem avaliar a condição geral de saúde do indivíduo e definir o diagnóstico do seu estado nutricional. Entre estas etapas estão a avaliação socioeconômica e do ambiente em que vive o indivíduo, conhecimento de seus hábitos alimentares e estilo de vida, avaliação antropométrica e de parâmetros bioquímicos.

A avaliação antropométrica permite avaliar a composição corporal do indivíduo através da realização de medidas e índices corporais, que incluem peso, altura, circunferências e dobras cutâneas. A antropometria engloba métodos de mensuração de composição corporal pouco invasivas, de fácil execução e baixo custo, sendo os mais utilizados atualmente no diagnóstico precoce de alterações de estado nutricional desde desnutrição ao excesso de peso, da infância até a vida adulta. Assim como, são essenciais para identificação dos grupos mais necessitados de intervenção nutricional, auxilia no direcionamento para construção de políticas públicas e permite a avaliação das medidas de intervenção nas populações^{22,23}.

O acúmulo excessivo de tecido adiposo é altamente relacionado com alterações cardiometabólicas e pode ser identificado através de medidas antropométricas simples, não invasivas e de fácil execução na prática clínica. Assim, este grupo de métodos de avaliação da composição corporal é essencial na identificação de risco cardiometabólicos.

1.2 Métodos de avaliação da adiposidade: abordagens e aplicações clínicas

Os métodos de mensuração da gordura corporal por imagem, como a densitometria computadorizada por absorimetria radiológica de dupla energia (DEXA), a ressonância magnética (RNM) e a tomografia computadorizada (TC), são

considerados padrão ouro na mensuração de gordura corporal. No entanto, por serem métodos de alta complexibilidade e alto custo, não são utilizados na prática clínica. Além disso, a DEXA, apesar da acurácia, não diferencia a gordura visceral da subcutânea^{15,24,25}.

A bioimpedância elétrica (BIA) é um método de mensuração não invasivo, de menor custo, mais prático, rápido e de simples utilização. Contudo, sofre interferência de diversos fatores, entre eles alimentação, grau de atividade física e estado de hidratação corporal, o que torna este um método de baixa sensibilidade e difícil reprodutibilidade, limitando seu uso²⁴.

As medidas antropométricas constituem o grupo de métodos mais utilizados na mensuração de gordura corporal por serem de baixo custo, reprodutíveis e não invasivos. Entre estas medidas encontram-se as dobras cutâneas, o índice de massa corporal (IMC) e os perímetros. As dobras cutâneas avaliam a distribuição de gordura corporal através da realização de medidas em diversas regiões do corpo¹⁷, porém requerem um profissional treinado e tem baixa sensibilidade em pacientes obesos. O IMC é um método com referenciais internacionais padronizados e, atualmente, o mais utilizado, juntamente com o perímetro da cintura (PC), para identificação de excesso de peso e risco cardiometabólico, inclusive entre crianças e adolescentes²⁵. Porém, não permite avaliar a distribuição de gordura nos compartimentos corporais, como não difere tecido adiposo e massa muscular. A medida do PC, por sua vez, é influenciada pela distensão abdominal pós prandial e pelos movimentos respiratórios, além das limitações da adolescência que incluem a ausência de metodologia padrão para aferição e pontos de corte para esta faixa etária, e a dificuldade de aferição, principalmente relacionada a fatores psicológicos neste grupo populacional, uma vez que expressam constrangimento ao deixar o abdômen exposto^{15,25}.

O perímetro do pescoço (PP) é uma medida antropométrica alternativa, simples, prática e consistente, que reflete o acúmulo de gordura subcutânea na parte superior do corpo^{15,25}, o qual vem sendo considerado um depósito de gordura disfuncional e diretamente associado ao acúmulo de tecido adiposo visceral²⁶ e com excesso de ácidos graxos livres sistêmicos, que com sua atividade inflamatória contribui para alterações cardiometabólicas²⁷. Dessa forma, o PP mostra-se como uma medida promissora na identificação de risco cardiometabólico.

1.3 Perímetro do pescoço como indicador antropométrico na predição de risco cardiometabólico em adolescentes: revisão crítica de estudos

Buscando avaliar as evidências a cerca do potencial da medida do PP na predição de risco cardiometabólico na adolescência, foi realizada uma revisão bibliográfica em um período de 10 anos, compreendendo o intervalo entre os anos de 2014 a 2024, que resultou em um total de 40 artigos. Destes, 13 foram selecionados para revisão por abordar o tema relacionado a este estudo e que envolvesse a população alvo de adolescentes. Entre os selecionados, 2 foram realizados apenas com adolescentes, 6 com crianças e adolescentes, 5 com adolescentes e adultos jovens. Os artigos selecionados apresentavam avaliações da correlação do PP com variáveis antropométricas, bioquímicas e pressão arterial através da correlação de Pearson e associação entre essas variáveis avaliadas através de análises de regressão linear, além de alguns identificarem valores de pontos de corte do PP para as populações estudadas através da construção de curvas ROC.

Cronologicamente, o primeiro estudo revisado foi o de Coutinho et al (2014)²⁸, realizado com 2794 crianças e adolescentes brasileiros, e observou correlações positivas e significativas, estratificadas por cada ano de idade e sexo, com IMC e % gordura corporal (%GC). Este estudo construiu ainda, gráficos de curvas para classificação do PP como indicador de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de acordo com idade e sexo.

Silva et al (2014)²⁵, em estudo com 388 adolescentes brasileiros, encontrou correlações positivas e significativas entre o PP e as seguintes variáveis nas meninas pré-púberes: IMC, PC, insulina e HOMA, nas meninas púberes: IMC, PC, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), insulina, HOMA-IR, HDL-colesterol (HDL), triglicerídeos (TG), ácido úrico, enzimas hepáticas ALT e GGT, nos meninos pré-púberes: IMC, PC, PAS, PAD, ácido úrico e enzima hepática GGT, e nos meninos púberes: IMC, PC, PAS, PAD, insulina, HOMA-IR, LDL, HDL, TG, ácido úrico e enzima hepática GGT. Além disso, encontrou valores de pontos de corte para o PP como preditor de resistência insulínica (RI) de >32 cm e >34,1cm

para meninas pré-púberes e púberes, respectivamente, e de >30,3 cm e >34,8 cm para meninos pré-púberes e púberes, respectivamente.

Arnold et al (2014)²⁹, realizou um estudo com uma amostra de 109 adolescentes e adultos jovens afro-americanos, com idade entre 18 e 25 anos, que encontrou correlação significativa entre o PP e PC, peso, IMC e %GC. Além disso, o PP também apresentou associação significativa e positiva com LDL colesterol (LDL), insulina e TG. O estudo indicou ainda pontos de corte do PP para indicar excesso de gordura corporal e Síndrome Metabólica (SM) para homens (38cm e 41,5cm, respectivamente) e mulheres (35,5cm e 33,5cm, respectivamente).

Ferreti et al (2015)³⁰, avaliou uma amostra composta por 1668 crianças e adolescentes brasileiros, identificando os seguintes pontos de corte para o PP como indicador de sobrepeso de 34,25 cm nos meninos e 31,25 cm nas meninas, e como indicador de obesidade de 37,95 cm nos meninos e 32,65 cm nas meninas. Foi avaliada ainda, através de regressão linear, a associação, após ajuste, destes pontos de corte do PP como indicador de sobrepeso com as demais variáveis estudadas, encontrando associações positivas e significativas, com peso, IMC, perímetro do braço (PB), PC, perímetro da coxa (Pcoxa), maturação sexual e %GC, e para o PP como indicador de obesidade com peso, PB, PC, Pcoxa e %GC.

Kuciene et al (2015)³¹, avaliou a relação de medidas antropométricas e risco de alterações de PA em uma amostra de 1947 adolescentes lituanos, e encontrou correlações positivas e significativas do PP com IMC e PC. Além de correlações positivas e significativas do PP, IMC e PC com PAS e PAD. Além disso, descreveu associações positivas e significativas entre elevação de PP e maior risco de pré-hipertensão e hipertensão, entre sobrepeso/obesidade e risco de pré-hipertensão e hipertensão, e entre alteração de PC ($\geq$ percentil 75) e risco de pré-hipertensão e hipertensão.

Ozkaya et al (2016)³², em uma amostra composta por 1157 adolescentes e adultos jovens turcos, encontrou correlações positivas e significativas, em ambos os sexos, entre o PP e IMC, PC, perímetro do quadril (PQ), razão cintura-quadril (RCQ).

Kelishadi et al (2017)³³, em um estudo com 3843 crianças e adolescentes iranianos, com idade entre 7 a 18 anos, observou correlações positivas e significativas entre o PP e as variáveis IMC, PAS e PAD em ambos os sexos, e somente nos meninos com glicemia de jejum (GJ). Neste estudo, a regressão linear mostrou associação significativa entre PP e pressão arterial elevada, HDL colesterol

baixo, excesso de peso, obesidade, obesidade abdominal e SM, que mantiveram-se significativas após ajuste por sexo, idade, área de residência, tempo de tela, atividade física e situação socioeconômica.

Castro-Piñero et al (2017)³⁴, realizou um estudo com uma amostra de conveniência composta por 2198 crianças e adolescentes espanhóis, de 6 a 18 anos de idade, onde encontrou correlações significativas e positivas da medida do PP com todos os índices antropométricos e de composição corporal avaliados, incluindo IMC, PC, razão cintura-estatura (RCE), %GC e índice de massa magra (IMM), sendo estas mais fortes com PC e IMC, respectivamente, tanto nos meninos quanto nas meninas. O PP apresentou ainda correlação positiva e significativa com PAS, PAD, TG e HOMA-IR, além das proteínas C-3, C-4 e leptina, e negativa com adiponectina, em ambos os sexos. Foi observada ainda uma correlação positiva apenas entre os meninos com colesterol total (CT), LDL, proteína C reativa e visfatina. O PP apresentou ainda associação positiva e significativa com PAS, PAD, CT, TG, HOMA-IR, proteínas C-3, C-4, leptina, adiponectina e com a pontuação de risco cardiovascular, e somente nos meninos observou-se associação com LDL, proteína C reativa e visfatina. Além disso, este estudo sugeriu pontos de corte para a medida do PP para identificação de excesso de peso, de acordo com sexo e para cada idade dentro da faixa etária incluída no estudo.

Famodu et al (2018)³⁵, avaliou uma amostra de conveniência composta por 1514 adolescentes e adultos jovens americanos, com idade entre 18 e 28 anos, onde encontrou correlação significativa e positiva entre o PP e peso, altura, IMC, PC, PQ, RCQ e PAS. Entre as meninas o PP também correlacionou-se com PAD. Através da análise de ROC, indicou pontos de corte de $PP \geq 38$ cm em homens e $PP \geq 33,5$ em mulheres para determinar obesidade central, utilizando como base os pontos de corte do PC para adultos de 88 cm para mulheres e 102 cm para homens.

Mastroeni et al (2019)³⁶, avaliou uma amostra composta por 222 adolescentes brasileiros, com idade entre 15 e 17 anos, onde encontrou correlação significativa da SM e HOMA-IR com todos os parâmetros antropométricos avaliados. Esta relação foi mais forte entre SM, TG, PC e HOMA-IR com IMC. No entanto, o PP apresentou correlação maior com PAS e HDL, do que os demais parâmetros antropométricos avaliados. A análise de regressão linear neste estudo mostrou associação significativa da SM com todas as variáveis antropométricas avaliadas, mesmo após ajuste por idade, sexo, atividade física e educação materna. O estudo realizou

curvas ROC e estabeleceu pontos de corte das medidas antropométricas avaliadas para determinar SM, destacando o PP com pontos de corte de 36,4 cm, para os meninos, e 32,7 cm, para as meninas.

González-Cortés et al (2019)³⁷, analisou uma amostra de 548 crianças e adolescentes, que evidenciou correlações positivas e significativas do PP com as seguintes variáveis no sexo masculino: IMC, PC, HDL, TG, PAS, GJ, e no sexo feminino: IMC, PC, HDL, TG, PAS, PAD. Observou ainda área sob a curva ROC de 0,887, com sensibilidade de 90,2% e especificidade de 75,9% de prever IMC acima do percentil 85 que indica sobrepeso e obesidade, sugerindo a utilidade do PP como preditor de sobrepeso e obesidade em criança e adolescentes.

Téllez et al (2020)³⁸, em um estudo com 119 adolescentes e adultos jovens espanhóis, de 18 a 25 anos de idade, encontrou correlação positiva e significativa, em ambos os sexos, do PP com os seguintes indicadores de composição corporal: IMC, índice de massa triponderal (IMT), PC, tecido adiposo visceral (TAV), RCQ, RCE, índice de massa gorda (IMG), e IMM. A associação do PP com as variáveis avaliadas foi analisada pela regressão linear que mostrou associação positiva e significativa com IMG, TAV, e IMM em ambos os sexos. Neste estudo os índices IMG, IMM e TAV foram obtidos por DEXA.

Carvalho et al (2023)³⁹, avaliou 634 adolescentes e adultos jovens com idades de 18 a 19 anos, e buscou determinar pontos de corte de PP e RCE para identificar obesidade e risco cardiovascular nessa população. Através das curvas ROC, foram identificados pontos de corte do PP de 40,0 cm para o sexo feminino e 44,0 cm para o sexo masculino. Para a RCE, foi identificado o ponto de corte de 0,50 em ambos os sexos tanto para predizer a obesidade, quanto para o risco cardiovascular.

Assim, observamos que diversos estudos tem evidenciado relação do PP com componentes da SM e risco de DCV em adolescentes e adultos jovens^{29,32,35,38,39}, assim como apenas com adultos⁴⁰⁻⁴⁵ e alguns em crianças e adolescentes^{25,28,30,33,34,37}. Contudo, são escassos os estudos que avaliam essa relação exclusivamente na adolescência, principalmente durante e após o período da pandemia de COVID-19 vivenciada nos últimos anos. Valencia-Sosa et (2021)⁴⁶ em uma revisão sobre a utilização do PP como indicador de alteração metabólica em população pediátrica mostra que o PP reflete adiposidade central elevada nessa população, reforçando a hipótese de que o PP é um preditor de risco cardiometabólico.

Dessa maneira, dada a importância da adolescência na composição corporal e das alterações metabólicas para o desenvolvimento de DCV e seu impacto na perspectiva de vida dos adolescentes, assim como a facilidade e praticidade da medida do PP, mostra-se relevante o estudo da relação do PP com os fatores de risco cardiometabólicos nesta fase da vida, buscando avaliar sua utilização na prática clínica e em estudos epidemiológicos.

Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica (continua)

Autor, ano, país, referência	Amostra (n)	Idade (anos)	Tipo do estudo	Variáveis avaliadas	Resultados	
					Relações com o PP	Sugestão de pontos de corte (cm)
Coutinho et al., 2014, Brasil ²⁸	2794	6-19	Transversal	Peso, altura, IMC, PP, PC, %GC, RCE	Correlações positivas e significativas ($p < 0,001$) por idade com IMC (rh:0,63-0,83, rm:0,66-0,86), PC (rh:0,72-0,86, rm:0,72-0,87) e %GC (rh: 0,44-0,67, rm:0,64-0,83).	Construiu curvas para classificação do PP como indicador de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de acordo com idade e sexo.
Silva et al., 2014, Brasil ²⁵	388	10-19	Transversal	Peso, altura, IMC, PP, PC, %GC, PAS, PAD, GJ, HbA1c, insulina, HOMA-IR, CT, LDL, HDL, TG, AU, GGT, AST, ALT, tanner	Correlações positivas e significativas: Meninas pré-púberes: IMC ($r=0,39$; $p < 0,01$), PC ($r=0,51$; $p < 0,001$), insulina ($r=0,30$; $p < 0,05$) e HOMA-IR ($r=0,31$; $p < 0,05$); púberes: IMC ($r=0,53$; $p < 0,001$), PC ($r=0,71$; $p < 0,001$), PAS ($r=0,27$; $p < 0,001$), PAD ($r=0,16$; $p < 0,05$), insulina ($r=0,49$; $p < 0,001$), HOMA-IR ($r=0,46$; $p < 0,001$), HDL ($r=-0,26$; $p < 0,01$), TG ($r=0,30$; $p < 0,001$), AU ($r=0,43$; $p < 0,001$), ALT ($r=0,19$; $p < 0,05$) e GGT ($r=0,27$; $p < 0,001$). Meninos pré-púberes: IMC ($r=0,57$; $p < 0,001$), PC ($r=0,82$; $p < 0,001$), PAS ($r=0,49$; $p < 0,001$), PAD ($r=0,43$; $p < 0,001$), AU ($r=0,54$; $p < 0,001$) e GGT ($r=0,31$; $p < 0,05$); púberes: IMC ($r=0,58$; $p < 0,001$), PC ($r=0,78$; $p < 0,001$), PAS ($r=0,45$; $p < 0,001$), PAD ($r=0,34$; $p < 0,001$), insulina ($r=0,31$; $p < 0,01$), HOMA-IR ($r=0,30$; $p < 0,01$), LDL ($r=0,25$; $p < 0,01$), HDL ($r=-0,40$; $p < 0,001$), TG ($r=0,26$; $p < 0,01$), AU ($r=0,50$; $p < 0,001$) e GGT ($r=0,36$; $p < 0,001$).	PP como indicador de resistência insulínica: >32 cm (sensibilidade: 76,92% e especificidade: 77,50%) e $>34,1$ cm (sensibilidade: 56,41% e especificidade: 84,75%) para meninas pré-púberes e púberes, respectivamente, e $>30,3$ cm (sensibilidade: 100% e especificidade: 42,55%) e $>34,8$ cm (sensibilidade: 92% e especificidade: 57,33%) para meninos pré-púberes e púberes, respectivamente.

Legenda: Aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); ácido úrico (AU); colesterol total (CT); índice de massa corporal (IMC); HDL colesterol (HDL); hemoglobina glicada (HbA1c); % gordura corporal (%GC); gamaglutamiltransferase (GGT); glicemia de jejum (GJ); LDL colesterol (LDL); triglicerídeos (TG); pressão arterial diastólica (PAD); pressão arterial sistólica (PAS); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); razão cintura-estatura (RCE).

Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica (continuação)

Autor, ano, país, referência	Amostra (n)	Idade (anos)	Tipo do estudo	Variáveis avaliadas	Resultados	
					Relações com o PP	Sugestão de pontos de corte (cm)
Arnold et al., 2014, EUA ²⁹	109	18-25	Transversal	Peso, altura, IMC, PP, PC, PQ, %GC, GJ, insulina, TG, LDL, HDL, CT, HbA1c	Correlações positivas e significativas ($p < 0,0001$): Peso ($r=0,85$), IMC ($r=0,78$), PC ($r \geq 0,75$) e %GC ($r=0,51$) Associações significativas com LDL ($p \leq 0,02$), insulina ($p \leq 0,001$) e TG ($p \leq 0,002$)	PP como indicador excesso de gordura corporal: Homens=38 (sensibilidade: 88,9% e especificidade: 65,4%), mulheres=35,5 (sensibilidade: 41,7% e especificidade: 97,1%). Indicador de SM: Homens=41,5 (sensibilidade: 22,2% e especificidade: 90,3%), mulheres=33,5 (sensibilidade: 58% e especificidade: 100%).
Ferreti et al., 2015, Brasil ³⁰	1668	10-17	Transversal	Peso, altura, IMC, PP, PC, PQ, Pcoxa, PB, %GC, PAS, PAD	Associações positivas e significativas após ajuste: Para pontos de corte do PP como indicador de sobrepeso com: peso ($r=1,18$; $p < 0,01$), IMC (eutrofia $r:1,00$, sobrepeso $r:1,21$, obesidade $r:0,43$; $p=0,019$), PB ($r:1,13$; $p < 0,002$), PC ($r:1,02$; $p=0,024$), Pcoxa ($r:0,95$; $p=0,037$), maturação sexual (pré-puberal $r:1,00$, puberal $r:1,59$, pós-puberal $r:2,12$; $p=0,002$) e %GC ($r:0,96$, $p < 0,001$). Para pontos de corte do PP como indicador de obesidade com: peso ($r:1,18$; $p < 0,001$), PB ($r:1,13$; $p=0,002$), PC ($r:1,02$; $p=0,024$), Pcoxa ($r:0,95$; $p=0,037$) e %GC ($r:0,96$; $p < 0,001$).	PP como indicador de sobrepeso: Meninos=34,25 (sensibilidade: 53,3% e especificidade: 72,8%) e meninas=31,25 (sensibilidade: 61,2% e especificidade: 83%). PP como indicador de obesidade: Meninos=37,95 (sensibilidade: 34,2% e especificidade: 94,5%) e meninas=32,65 (sensibilidade: 63,8% e especificidade: 90,9%).

Legenda: Colesterol total (CT); índice de massa corporal (IMC); HDL colesterol (HDL); hemoglobina glicada (HbA1c); % gordura corporal (%GC); glicemia de jejum (GJ); LDL colesterol (LDL); triglicerídeos (TG); pressão arterial diastólica (PAD); pressão arterial sistólica (PAS); perímetro do braço (PB); perímetro da cintura (PC); perímetro da coxa (Pcoxa); perímetro do pescoço (PP); perímetro do quadril (PQ).

Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica (continuação)

Autor, ano, país, referência	Amostra (n)	Idade (anos)	Tipo do estudo	Variáveis avaliadas	Resultados	
					Relações com o PP	Sugestão de pontos de corte (cm)
Kuciene et al. 2015, Lituânia ³¹	1947	12-15	Transversal	Peso, altura, IMC, PP, PC, PQ, RCE, RCQ, CMB, PAS, PAD	Correlações positivas e significativas ($p<0,001$) do PP com IMC ($r:0,55$) e PC ($r:0,63$). Correlações positivas e significativas ($p=0,01$) do PP ($r:0,51$), IMC ($r:0,43$) e PC ($r:0,44$) com PAS, e PP ($r:0,11$), IMC ($r:0,20$), PC ($r:0,14$) com PAD. Associações positivas e significativas entre elevação de PP e maior risco de pré-hipertensão ($r:2,99$; $p<0,01$) e hipertensão ($r:4,05$; $p<0,01$), entre sobrepeso/obesidade e risco de pré-hipertensão ($r:3,53$; $p<0,001$) e hipertensão ($r:4,40$; $p<0,001$), e entre alteração de PC ($\geq$ percentil 75) e risco de pré-hipertensão ($r:3,37$; $p<0,001$) e hipertensão ($r:4,22$; $p<0,001$).	NA
Ozkaya et al., 2016, Turquia ³²	1157	18-24	Transversal	Peso, altura, IMC, PP, PC, PQ, RCQ	Correlações positivas e significativas ($p=0,01$): IMC ($rh:0,68$, $rm:0,48$), PC ($rh:0,68$, $rm:0,47$), PQ ($rh:0,64$, $rm:0,55$), RCQ ($rh:0,64$, $rm:0,24$).	NA
Kelishadi et al., 2017, Irã ³³	3843	7-18	Multicêntrico	Peso, altura, IMC, PC, PP, PA, GJ, TG, CT, LDL, HDL	Correlações positivas e significativas ($p<0,05$): IMC ($r=0,56$), PAS ($r=0,36$) e PAD ($r=0,28$) em ambos os sexos. Somente nos meninos com glicemia de jejum ($r=0,04$). Associações significativas ($p<0,05$) com PA elevada ($r:1,05$), HDL baixo ($r:1,11$), excesso de peso ($r:1,26$), obesidade ($r:1,23$), obesidade abdominal ($r:1,18$) e SM ($r:1,12$), mesmo após ajuste por sexo, idade, área de residência, TT, AF e situação socioeconômica.	NA

Legenda: Atividade física (AF), circunferência muscular do braço (CMB); colesterol total (CT); índice de massa corporal (IMC); HDL colesterol (HDL); glicemia de jejum (GJ); LDL colesterol (LDL); não avaliou (NA); triglicerídeos (TG); tempo de tela (TT); pressão arterial (PA); pressão arterial diastólica (PAD); pressão arterial sistólica (PAS); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); perímetro do quadril (PQ); razão cintura-estatura (RCE); razão cintura-quadril (RCQ); r homens (rh); r mulheres (rm); síndrome metabólica (SM).

Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica (continuação)

Autor, ano, país, referência	Amostra (n)	Idade (anos)	Tipo do estudo	Variáveis avaliadas	Resultados	
					Relações com o PP	Sugestão de pontos de corte (cm)
Castro-Piñero et al., 2017, Espanha ³⁴	2198	6-18	Transversal	Peso, altura, IMC, PC, PP, %GC, PA, TG, CT, LDL, HDL, PCR, C-3, C-4, adiponectina, leptina, IL-6, TNFa, visfatina, HOMA-IR	Correlações positivas e significativas ($p < 0,001$): IMC (rh:0,75, rm:0,79), PC (rh:0,86, rm:0,85), RCE (rh:0,61, rm:0,62), %GC (rh:0,55, rm:0,64), IMM (rh:0,49, rm:0,47), PAS (rh:0,51, rm:0,41), PAD (rh:0,33, rm:0,30), TG (rh:0,37, rm:0,28), HOMA-IR (rh:0,25, rm:0,27), C-3 (rh:0,19, rm:0,17), C-4 (rh:0,20, rm:0,16), leptina (rh:0,29, rm:0,42) e adiponectina (rh:0,22, rm:0,19). Somente nos meninos: CT (rh:0,38), LDL (rh:0,24), PCR (rh:0,24) e negativa com visfatina (rh:-0,33). Associações significativas ($p < 0,001$) em ambos os sexos com PAS (rh e rm:0,35), PAD (rh:0,11, rm:0,08), CT (rh:0,09, rm:0,04), TG (rh:0,03, rm:0,04), HOMA-IR (rh:0,16, rm:0,07), C-3 (rh:0,03, rm:0,02), C-4 (rh:0,03, rm:0,02), leptina (rh:0,06, rm:0,17), adiponectina (rh:0,04, rm:0,03) e com a pontuação de risco cardiovascular (rh:0,13, rm:0,20).	PP como indicador de excesso de peso/obesidade: o artigo disponibiliza uma tabela com valores que variam por sexo e para cada idade no intervalo de 6 a 18 anos.
Famodu et al. 2018, EUA ³⁵	1514	18-28	Transversal	PP, altura, peso corporal, IMC, PC, PQ, RCQ, PAS, PAD.	Correlação significativa ($p < 0,0001$) e positiva com peso (rh:0,69, rm:0,71), altura (rh:0,26, rm:0,28), IMC (rh:0,70, rm:0,69), PC (rh:0,69, rm:0,72), perímetro do quadril (rh:0,64, rm:0,69), RCQ (rh:0,46, rm:0,41) e PAS (rh:0,25, rm:0,31). Somente nas meninas: PAD ($r = 0,22$, $p < 0,0001$).	PP como indicador de obesidade central, utilizando como base os pontos de corte do PC para adultos de 88 cm para mulheres e 102 cm para homens: Homens ≥ 38 (sensibilidade: 96,2%, especificidade: 63,9%), mulheres $\geq 33,5$ (sensibilidade: 85,9%, especificidade: 84,5%).

Legenda: Colesterol total (CT); índice de massa corporal (IMC); HDL colesterol (HDL); %gordura corporal (%GC); LDL colesterol (LDL); triglicerídeos (TG); pressão arterial (PA) pressão arterial diastólica (PAD); pressão arterial sistólica (PAS); perímetro da cintura (PC); proteína C reativa (PCR); perímetro do pescoço (PP); perímetro do quadril (PQ); razão cintura-quadril (RCQ); r homens (rh); r mulheres (rm).

Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica (continuação)

Autor, ano, país, referência	Amostra (n)	Idade (anos)	Tipo do estudo	Variáveis avaliadas	Resultados	
					Relações com o PP	Sugestão de pontos de corte (cm)
Mastroeni et al, 2019, Brasil ³⁶	222	15-17	Transversal	Peso, altura, IMC, PC, PQ, PP, DCS, DCT, %GC, PA, GJ, insulina de jejum, CT, LDL, HDL, TG	Correlação significativa ($p<0,001$) e mais forte entre IMC e SM ($r=0,46$), TG ($r:0,21$), PC ($r:0,81$) e HOMA-IR ($r:0,39$). O PP apresentou correlação maior com PAS ($r=0,41$) e HDL colesterol ($-0,39$), do que os demais parâmetros antropométricos avaliados. Associação significativa ($p<0,001$) da SM com: IMC ($r:0,57$), PQ ($r:0,51$), PP ($r:0,69$), DCT ($r:0,56$), DCS ($r:0,53$), %GC ($r:0,69$), mantendo-se significativas mesmo após ajuste por idade, sexo, atividade física e educação materna.	PP como indicador de SM: Meninos=32,4 (sensibilidade: 100%, especificidade: 76,5%), meninas=32,7 (sensibilidade: 100%, especificidade: 83,1%).
González-Cortés et al, 2019, México ³⁷	548	6-18	Transversal	Peso, altura, IMC, PC, PP, PA, GJ, TG, HDL	Correlações positivas e significativas: Homens: IMC ($r:0,81$, $P<0,0001$), PC ($r:0,81$, $p<0,0001$), HDL ($r:-0,28$, $p<0,0001$), TG ($r:0,25$, $p<0,0001$), PAS ($r:0,27$, $p<0,0001$), GJ ($r:0,12$, $p<0,05$). Mulheres: IMC ($r:0,78$, $p<0,0001$), PC ($r:0,79$, $p<0,0001$), HDL ($-0,31$, $p<0,0001$), TG ($r:0,31$, $p<0,0001$), PAS ($r:0,33$, $p<0,0001$), PAD ($r:0,13$, $p<0,05$).	PP como indicador de excesso de peso: Área sob a curva ROC=0,887, sensibilidade de 90,2% e especificidade de 75,9% de prever IMC>percentil 85 (sobrepeso/obesidade).

Legenda: Colesterol total (CT); dobra cutânea tricipital (DCT); dobra cutânea subescapular (DCS); índice de massa corporal (IMC); HDL colesterol (HDL); %gordura corporal (%GC); glicemia de jejum (GJ); LDL colesterol (LDL); triglicerídeos (TG); pressão arterial (PA); pressão arterial diastólica (PAD); pressão arterial sistólica (PAS); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); perímetro do quadril (PQ).

Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão bibliográfica (conclusão)

Autor, ano, país, referência	Amostra (n)	Idade (anos)	Tipo do estudo	Variáveis avaliadas	Resultados	
					Relações com o PP	Sugestão de pontos de corte (cm)
Téllez et al, 2020, Espanha ³⁸	119	18-25	Transversal	PP, peso, altura, IMC, PC, PQ, RCQ, RCE, IMG, IMM, IMT, TAV	Correlação positiva e significativa ($p \leq 0,002$), em ambos os sexos, com IMC (rh:0,84, rm:0,70), IMT (rh:0,80, rm:0,63), PC (rh:0,86, rm:0,75), TAV (rh:0,82, rm:0,74), RCQ (rh:0,67, rm:0,51), RCE (rh:0,83, rm:0,68), IMG (rh:0,81, rm:0,61) e IMM (rh:0,68, rm:0,69). Associações positiva e significativa ($p < 0,001$) com IMG (rh:0,65, rm:0,35), TAV (rh:0,67, rm:0,54) e IMM (rh:0,45, rm:0,46).	NA
Carvalho et al, 2023, Brasil ³⁹	634	18-19	Transversal	PP, PC, RCE, peso, altura, IMC	NA	PP indicando obesidade e RCV: Homens=44 (sensibilidade: 68,2% e especificidade: 65,9% para obesidade; sensibilidade: 63,2% e especificidade: 63,8% para RCV, mulheres=40 (sensibilidade: 64,7% e especificidade: 72,2% para obesidade; sensibilidade: 61,8% e especificidade: 59,2% para RCV). RCE indicando obesidade e RCV=0,5 em ambos os sexos (para obesidade sensibilidade: 90,9% e 78,7%; especificidade: 75,3% e 79,4%, homens e mulheres; para RCV sensibilidade = 63,2% e 50,0%; especificidade = 72,5% e 55,9%, homens e mulheres, respectivamente).

Legenda: Índice de massa corporal (IMC); índice de massa gorda (IMG); índice de massa magra (IMM); índice de massa triponderal (IMT); não avaliou (NA); tecido adiposo visceral (TAV); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); perímetro do quadril (PQ); razão cintura-estatura (RCE); razão cintura-quadril (RCQ); risco cardiovascular (RCV); r homens (rh); r mulheres (rm).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a associação dos fatores de risco cardiometabólicos com a medida do perímetro do pescoço em adolescentes atendidos no ambulatório do Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente (NESA) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar PP, PC, IMC, RCE, perfis lipídico e glicídico, e pressão arterial dos adolescentes;
- b) Estudar relação entre PP e as medidas de adiposidade (IMC, PC, RCE);
- c) Correlacionar os fatores de risco cardiometabólicos presentes nos adolescentes com as medidas de PP dos mesmos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Desenho de estudo

Trata-se de um estudo do tipo observacional analítico transversal, com uma amostra composta por adolescentes acompanhados no ambulatório de atenção secundária e multidisciplinar do Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente (NESA) na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

O NESA é um ambulatório multiprofissional de atenção secundária à saúde do adolescente, que recebe pacientes regulados a partir do sistema de regulação do estado do Rio de Janeiro - SISREG. Por ser uma unidade de atendimento secundário recebe, em sua maioria, adolescentes com alteração do estado nutricional, sendo mais prevalente o excesso de peso. Os adolescentes incluídos no estudo foram regulados para atendimento nutricional na unidade e atenderam aos critérios de inclusão e exclusão. De forma que, foram incluídos adolescentes de ambos os sexos, com idade entre 12 e 18 anos e diagnóstico nutricional de eutrofia, sobrepeso ou obesidade segundo IMC/Idade. Foram excluídos aqueles que apresentaram deformidades, massas ou aumento de linfonodos na região cervical, síndrome de cushing, diabetes tipo I, doenças autoimunes em uso de corticoides e gestantes.

Para compor esta amostra, foi realizado cálculo amostral com um poder de 60% e confiança de 95%, com desvio padrão do PP estimado em 5 cm e prevalência dos fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes em 2,5%, obtendo um tamanho amostral de 320 adolescentes.

3.2 Variáveis estudadas

Neste estudo foram avaliadas variáveis sociodemográficas (sexo, idade e cor da pele), maturação sexual (tanner), antropométricas (peso, estatura, PC, RCE e PP), pressão arterial e exames laboratoriais que incluem perfis lipídico (colesterol

total, HDL colesterol, LDL colesterol e triglicerídeos) e glicídico (glicemia de jejum, hemoglobina glicada - HbA1c, insulina e resistência à insulina).

3.2.1 Variáveis sociodemográficas

3.2.1.1 Sexo

A variável sexo foi considerada a de nascimento do adolescente, coletada na certidão de nascimento.

3.2.1.2 Idade

A variável idade de cada adolescente foi calculada a partir da data de nascimento coletada em seu documento de identificação oficial.

3.2.1.3 Cor da pele

A variável cor da pele foi coletada através da autodeclaração dos próprios adolescentes de acordo com as categorias definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁴⁷.

3.2.1.4 Escolaridade

A escolaridade foi autodeclarada pelo adolescente e/ou seu responsável legal e classificada nas seguintes categorias: até o 5º ano do ensino fundamental

incompleto, 5º ano completo ao 9º ano incompleto do ensino fundamental, ensino fundamental completo e ensino médio incompleto, ensino médio completo.

3.2.2 Maturação sexual

A variável maturação sexual foi coletada do prontuário médico, classificada de acordo com os critérios de Tanner⁴⁸ e suas variáveis foram agrupadas de forma que os adolescentes no estágio 1 foram considerados na fase pré-púbere, aqueles classificados do estágio 2 ao estágio 4, foram considerados na fase da puberdade; e os classificados no estágio 5, foram considerados na fase pós-púbere. Foram considerados para a classificação final da maturação sexual o estadiamento das mamas para as meninas e da genitália externa para os meninos.

3.2.3 Variáveis antropométricas

3.2.3.1 Peso

O peso foi aferido, em Kg, com balança digital eletrônica da marca Micheliti®, com precisão de 0,1 Kg e máximo de 200 Kg, com o adolescente descalço, com roupas leves e em posição ortostática⁴⁹.

3.2.3.2 Estatura

A estatura (cm) foi aferida utilizando estadiômetro fixado à parede da marca Sanny®, com precisão de 0,1 cm, com adolescente descalço e com o corpo em posição anatômica e cabeça paralela ao solo de acordo com o plano de Frankfurt⁴⁹

3.2.3.3 Índice de massa corporal

A relação do peso (kg) com o quadrado da estatura (m) corresponde ao IMC. A avaliação do estado nutricional dos adolescentes foi realizada através do índice IMC para idade e sexo em escore-z, de acordo com a classificação proposta pela OMS para crianças e adolescente de 5 a 19 anos de idade, entre as seguintes categorias: < escore-z -2: magreza; > escore-z -2 e < escore-z +1: eutrofia; > escore-z +1: sobrepeso; e > escore-z +2: obesidade⁵⁰.

3.2.3.4 Perímetro da cintura

A medida do PC foi realizada com fita antropométrica inelástica, com escala de 0,1 centímetros, no ponto médio entre a borda inferior da última costela e a borda superior da crista ilíaca ao final de uma expiração normal, como proposto pela OMS⁶. Foram consideradas alteradas as medidas de PC acima do percentil 90⁵¹ de acordo com a classificação da International Diabetes Federation (IDF), 2007 para SM⁵²

3.2.3.5 Perímetro do pescoço

O PP foi medido com fita antropométrica inelástica, com escala de 0,1 centímetros, no ponto de maior proeminência da cartilagem da tireoide, com exceção dos meninos que apresentarem proeminência da laringe (Pomo de Adão), nos quais a medida foi realizada logo abaixo da proeminência. A medida do PP foi realizada com o adolescente sentado, com a cabeça ereta, olhos voltados para frente e pescoço em um plano horizontal^{53,32}. Até o momento não existem pontos de corte padronizados e validados para a classificação da medida do PP em adolescentes, diante disso essa variável foi analisada de forma contínua.

3.2.3.6 Razão cintura-estatura

A razão cintura estatura foi obtida através da razão entre a medida do PC (cm) e da estatura (cm). Os valores de RCE acima de 0,50 foram considerados alterados⁵⁴

3.2.4 Pressão arterial

A pressão arterial foi aferida com o aparelho Omron® 705-CP, validado para uso em adolescentes⁵⁵. As aferições foram realizadas no braço direito, com o adolescente sentado e relaxado, com o braço apoiado na altura do coração, em repouso prévio de 3 a 5 minutos e em ambiente calmo^{56,57}. Foram realizadas 3 aferições, sendo a primeira descartada e realizada uma média entre as demais para classificação.

A PA foi considerada alterada quando os valores apresentaram-se $\geq$ percentil 90, de acordo com a classificação do *Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents*, uma vez que a partir desta classificação já são indicadas mudanças no estilo de vida⁵⁷.

3.2.5 Variáveis laboratoriais

Para avaliação do perfil lipídico e glicídico foram realizadas coletas de sangue por punção venosa, em laboratórios especializados, precedidas de um jejum de 12 horas.

3.2.5.1 Perfil lipídico

Os níveis de TG, CT e HDL foram dosados através do método colorimétrico enzimático e o LDL calculado pela fórmula de Friedewald⁵⁸. A interpretação dos resultados está sendo feita utilizando os parâmetros da V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose⁵⁹, considerando alteração de perfil lipídico os valores de CT ≥ 170 mg/dl, LDL ≥ 110 mg/dl, HDL < 45 mg/dl e TG ≥ 90 mg/dl ou em utilização de hipolipemiente.

3.2.5.2 Perfil glicídico

A concentração de glicose sérica foi determinada por método enzimático com hexoquinase e os valores maiores ou iguais a 100mg/dl foram considerados elevados⁶⁰, assim como o uso de hipoglicemiante foi considerado como alteração de perfil glicídico. Enquanto a concentração de insulina sérica foi determinada pelo método de eletroquimioluminescência e valores ≥ 15 μ U/mL considerados elevados⁶¹. A hemoglobina glicada foi obtida através do método de inibição turbidimétrica e considerados valores alterados quando os resultados apresentaram-se superiores ou iguais a 5,7%, como proposto pela Sociedade Brasileira de Diabetes⁶⁰. A resistência insulínica foi avaliada por meio do índice HOMA-IR (*Homeostatic Model Assessment*), obtido através do cálculo do produto da insulina sérica de jejum (μ U/mL) e da glicemia de jejum (mmol/L) dividido por 22,5. Os resultados maiores que 3,16 foram considerados alterados e indicadores de RI⁶².

3.3 Análises estatísticas

Os dados foram armazenados no aplicativo EPINFO e analisados no *Statistical Software for Professionals (STATA) 14*. A distribuição das variáveis foi avaliada através do teste Kolmogorov-Sminorv. Os dados paramétricos descritos pela média e desvio padrão das variáveis contínuas. A análise das variáveis categóricas apresentada como percentual. Comparações entre grupos foram

realizadas através dos testes de *t-student*, para as variáveis paramétricas. A correlação entre variáveis de interesse realizada através do coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman e a classificação de força desse coeficiente realizada a partir dos critérios propostos por Hopkins⁶³. A avaliação da associação das variáveis foi realizada por meio da regressão linear. Todas as análises estatísticas utilizaram um erro alfa de 5%.

3.4 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (CEP/HUPE), sob o protocolo 07940712.4.0000.5259. Os pacientes participantes do estudo e seus responsáveis estão assinando o Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado (Apêndice 1).

4 RESULTADOS

Foram avaliados durante o estudo 365 adolescentes, dos quais, 3 foram excluídos por apresentarem síndrome de cushing e 2 por apresentarem diabetes tipo 1. A coleta de dados aconteceu em um ambulatório de atenção secundária, no período de junho de 2021 a junho de 2023. A amostra final foi composta por um total de 360 adolescentes, sendo 194 meninas (53,89%), com média de idade de 14,37 (DP:1,75) anos. Destes, 44,32% autodeclararam-se pardos, 74,21% apresentavam ensino fundamental incompleto e 59,70% encontravam-se na fase da puberdade. A tabela 2 apresenta as características da amostra estudada.

Em relação ao estado nutricional, 74,17% apresentavam diagnóstico nutricional de obesidade, 14,44% de sobrepeso e 11,39% de eutrofia. As médias de idade, estatura, IMC, PC e PP diferiram significativamente entre os sexos, com médias de idade (14,64 anos) e IMC (31,89 kg/m²) maiores nas meninas e de estatura (1,66 cm), PC (95,94 cm) e PP (37,79 cm) maiores nos meninos. Observou-se ainda entre os fatores de risco cardiometabólicos avaliados, uma alta prevalência de obesidade, PC alterado, RCE alterada, baixos níveis de HDL, hiperinsulinemia e resistência insulínica (Tabela 2).

A tabela 3 apresenta as correlações entre PP e as demais variáveis estudadas. O PP apresentou correlações significativas ($p < 0,001$) com todas as variáveis estudadas, sendo classificadas como fortes as correlações entre PP e peso corporal ($r:0,80$), PC ($r:0,78$) e IMC ($r:0,70$). Entre os meninos, observou-se correlação significativa entre o PP e as variáveis: peso ($r:0,82$; $p < 0,001$), estatura ($r:0,59$; $p < 0,001$), IMC ($r:0,74$; $p < 0,001$), PC ($r:0,77$; $p < 0,001$), RCE ($r:0,61$; $p < 0,001$), CT ($r:0,20$; $p = 0,009$), LDL ($r:0,16$; $p = 0,03$), TG ($r:0,21$; $p = 0,004$), insulina ($r:0,31$; $p < 0,001$), HOMA-IR ($r:0,32$; $p < 0,001$), PAS ($r:0,43$; $p < 0,001$) e PAD ($r:0,25$; $p = 0,001$), destacando-se as correlações positivas fortes entre PP, peso corporal, PC e IMC, e moderadas com RCE e estatura. Enquanto, entre as meninas, foram observadas correlações significativas entre PP e peso corporal ($r:0,81$; $p < 0,001$), IMC ($r:0,77$; $p < 0,001$), PC ($r:0,79$; $p < 0,001$), RCE ($p < 0,70$; $p < 0,001$), LDL ($r:0,16$; $p = 0,02$), HDL ($r:-0,33$; $p < 0,001$), TG ($r:0,19$; $p = 0,006$), HbA1c ($r:0,26$; $p < 0,001$), insulina ($r:0,22$; $p = 0,005$), HOMA-IR ($r:0,20$; $p = 0,003$), PAS ($r:0,33$, $p < 0,001$) e PAD

($r:0,28$; $p<0,001$), com destaque para as correlações positivas fortes entre PP, peso corporal, PC, IMC e RCE (Tabela 3).

Na tabela 4, através da análise de regressão linear, após ajuste por sexo, idade, e maturação sexual, observou-se relação estatisticamente significativa entre a medida do PP e as variáveis peso ($\beta^2:0,12$; $p<0,001$), IMC ($\beta^2:0,38$; $p<0,001$), PC ($\beta^2:0,18$; $p<0,001$), RCE ($\beta^2:25,24$; $p<0,001$), HDL ($\beta^2:-0,06$; $p=0,011$), TG ($\beta^2:0,02$; $p<0,001$), HbA1c ($\beta^2:2,14$; $p=0,002$), insulina ($\beta^2:0,05$; $p<0,001$), HOMA-IR ($\beta^2:0,20$, $p<0,0010$), PAS ($\beta^2:0,06$; $p<0,001$) e PAD ($\beta^2:0,08$; $p=0,002$). Assim, identificou-se relação entre o aumento do PP e a maioria dos fatores de risco cardiometabólicos estudados, incluindo alterações de medidas antropométricas, de perfil lipídico, de perfil glicídico e de pressão arterial, ressaltando apenas uma relação inversa com os níveis séricos de HDL.

A regressão linear indicou ainda que a variabilidade da medida do PP pode ser explicada principalmente pelas medidas antropométricas de adiposidade avaliadas no estudo. Estas medidas incluem peso corporal, PC, IMC e RCE, explicando, respectivamente, 61,36%, 56,73%, 52,33% e 40,86% da variabilidade da medida do PP na amostra estudada.

Tabela 2 – Características da população de adolescentes do estudo (continua)

Características	Total (n=360)	Meninos (n=166)	Meninas (n=194)	p-valor
Sociodemográficas				
Idade, anos	14,37 (1,75)	14,05 (1,71)	14,64 (1,74)	<0,001
Cor da Pele, %				
Negro	30,90	29,12	32,44	
Pardo	44,32	43,67	44,86	
Branco	24,20	26,58	22,16	
Amarelo	0,58	0,63	0,54	
Escolaridade, %				
Até 5º ano incompleto	2,26	2,70	1,82	
5º ano completo ao 9º ano incompleto	74,21	81,08	67,27	
EF completo e EM incompleto	23,53	16,22	30,91	
Maturação sexual, %				
Pré-púbere	1,49	2,92	0	
Puberdade	59,70	69,90	48,98	
Pós-púbere	38,81	27,18	51,02	
Medidas antropométricas				
Peso, Kg	84,19 (25,06)	85,89 (28,16)	82,73 (22,03)	0,121
Estatuta, m	1,63 (0,10)	1,66 (0,11)	1,60 (0,08)	<0,001
IMC, kg/m ²	31,22 (7,55)	30,45 (8,04)	31,89 (7,06)	0,036
PC, cm	94,08 (17,27)	95,94 (18,15)	92,49 (16,36)	0,030
PP, cm	36,64 (4,15)	37,79 (4,19)	35,64 (3,87)	<0,001
RCE	0,57 (0,09)	0,57 (0,09)	0,57 (0,09)	0,430

Legenda: Ensino fundamental (EF); ensino médio (EM); índice de massa corporal (IMC); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); razão cintura-estatura (RCE).

Tabela 2 – Características da população de adolescentes do estudo (conclusão)

Características	Total (n=360)	Meninos (n=166)	Meninas (n=194)	p-valor
Fatores de risco cardiometabólicos, %				
Sobrepeso	14,44	14,46	14,43	
Obesidade	74,17	74,10	74,23	
PC elevado	61,67	66,27	57,73	
RCE alterado	81,11	80,12	81,96	
Hipercolesterolemia	31,94	27,71	35,57	
LDL elevado	24,93	21,47	27,89	
Hipertrigliceridemia	48,19	46,39	49,74	
HDL baixo	60,56	66,27	55,67	
Glicemia de jejum alterada	16,20	19,51	13,40	
HbA1c elevada	20,24	20,51	20	
Hiperinsulinemia	65,52	58,82	71,43	
Resistência insulínica	70,14	65,67	74,03	
Alteração de PA	48,44	46,67	50	

Legenda: Perímetro da cintura (PC); razão cintura-estatura (RCE); LDL colesterol (LDL); HDL colesterol (HDL); hemoglobina glicada (HbA1c); pressão arterial (PA).

Tabela 3 - Correlação entre o perímetro do pescoço, variáveis antropométricas e bioquímicas e os níveis pressóricos em adolescentes, de acordo com o sexo

Variáveis	Total (n=360)		Meninos (n=166)		Meninas (n=194)	
	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
Peso (kg)	0,80	< 0,001	0,82	< 0,001	0,81	< 0,001
IMC (kg/m ²)	0,70	< 0,001	0,74	< 0,001	0,77	< 0,001
PC (cm)	0,78	< 0,001	0,77	< 0,001	0,79	< 0,001
RCE	0,63	< 0,001	0,61	< 0,001	0,70	< 0,001
CT (mg/dl)	0,11	0,02	0,20	0,009	0,08	0,22
LDL (mg/dl)	0,14	0,004	0,16	0,03	0,16	0,02
HDL (mg/dl)	-0,27	< 0,001	-0,13	0,07	-0,33	< 0,001
TG (mg/dl)	0,18	< 0,001	0,21	0,004	0,19	0,006
GJ (mg/dl)	0,13	0,01	0,12	0,11	0,10	0,13
HbA1c (%)	0,17	0,001	0,06	0,38	0,26	< 0,001
Insulina (uU/mL)	0,23	< 0,001	0,31	< 0,001	0,22	0,005
HOMA-IR	0,23	< 0,001	0,32	< 0,001	0,20	0,003
PAS (mmHg)	0,40	< 0,001	0,43	< 0,001	0,33	< 0,001
PAD (mmHg)	0,25	< 0,001	0,25	0,001	0,28	< 0,001

Legenda: Índice de massa corporal (IMC); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); razão cintura-estatura (RCE); colesterol total (CT); LDL colesterol (LDL); HDL colesterol (HDL); triglicerídeos (TG); glicemia de jejum (GJ); hemoglobina glicada (HbA1c); pressão arterial sistólica (PAS); pressão arterial diastólica (PAD).

Tabela 4 - Associação entre perímetro do pescoço e variáveis antropométricas, bioquímicas e níveis pressóricos através da regressão linear

Variáveis	Coef. Bruto (β)	IC 95%	p-valor	Coef. ajustado* (β^2)	IC 95%	p-valor
Peso (kg)	0,13	0,12 – 0,14	< 0,001	0,12	0,11 – 0,14	< 0,001
IMC (kg/m ²)	0,38	0,34 – 0,43	< 0,001	0,38	0,32 – 0,44	< 0,001
PC (cm)	0,18	0,17 – 0,20	< 0,001	0,18	0,15 – 0,20	< 0,001
RCE	27,09	23,69 – 30,50	< 0,001	25,24	20,06 – 30,41	< 0,001
CT (mg/dl)	0,01	0,00 – 0,02	0,025	0,008	-0,009 – 0,02	0,356
LDL (mg/dl)	0,02	0,00 – 0,03	0,005	0,007	-0,013 – 0,02	0,466
HDL (mg/dl)	-0,09	-0,13 – -0,06	< 0,001	-0,06	-0,12 – -0,01	0,011
TG (mg/dl)	0,01	0,00 – 0,01	< 0,001	0,02	0,01 – 0,031	< 0,001
GJ (mg/dl)	0,02	0,00 – 0,05	0,013	0,01	-0,01 – 0,03	0,279
HbA1c (%)	1,57	0,58 – 2,56	0,002	2,14	0,83 – 3,46	0,002
Insulina (uU/mL)	0,05	0,02 – 0,08	< 0,001	0,05	0,02 – 0,08	< 0,001
HOMA-IR	0,21	0,12 – 0,30	< 0,001	0,20	0,10 – 0,31	< 0,001
PAS (mmHg)	0,11	0,08 – 0,14	< 0,001	0,06	0,03 – 0,10	< 0,001
PAD (mmHg)	0,09	0,05 – 0,13	< 0,001	0,08	0,02 – 0,13	0,002

Legenda: Índice de massa corporal (IMC); perímetro da cintura (PC); perímetro do pescoço (PP); Razão Cintura-Estatura (RCE); colesterol total (CT); LDL colesterol (LDL); HDL colesterol (HDL); triglicerídeos (TG); glicemia de jejum (GJ); hemoglobina glicada (HbA1c); pressão arterial sistólica (PAS); pressão arterial diastólica (PAD).

*Ajustado por idade, sexo e maturação sexual.

5 DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo é a forte correlação do PP com os parâmetros antropométricos: PC, peso corporal e IMC, tanto nos adolescentes do sexo feminino quanto do sexo masculino. O IMC e o PC são os principais parâmetros utilizados atualmente como indicadores de risco cardiometabólico, e refletem, respectivamente, o acúmulo de gordura corporal total e o acúmulo de gordura visceral abdominal. Assim, a forte correlação positiva da medida do PP com esses parâmetros reforça seu potencial como preditor de risco cardiometabólico nos adolescentes estudados. Estudos com crianças e adolescentes espanhóis encontraram correlações semelhantes entre o PP e estas variáveis antropométricas: Castro-Piñero *et al.* (2017)³⁴ descreveu correlações fortes entre PP, PC ($r:0,86$, $r:0,85$, meninos e meninas, respectivamente; $p<0,001$) e IMC ($r:0,75$, $r:0,79$, meninos e meninas, respectivamente; $p<0,001$) em crianças e adolescentes espanhóis, assim como Téllez *et al.* (2020)³⁸, encontrou correlações fortes entre PP, IMC ($r:0,84$, $r:0,70$, meninos e meninas, respectivamente; $p\leq0,002$) e PC ($r:0,86$, $r:0,75$, meninos e meninas, respectivamente; $p\leq0,002$). No Brasil, um estudo com crianças e adolescentes, descreveu correlações com cada idade, dentro da faixa etária avaliada (6-15 anos), significativas ($p<0,001$) e moderadas a fortes entre PP, IMC ($r:0,66-0,86$) e PC ($r:0,72-0,87$)²⁸. Nenhum estudo encontrou resultados semelhantes exclusivamente no período da adolescência.

Outra medida antropométrica que apresentou correlação positiva e significativa com o PP foi a RCE, classificada como moderada nos meninos ($r:0,61$; $p<0,001$) e forte entre as meninas ($r:0,70$; $p<0,001$). Téllez *et al.* (2020)³⁸, encontrou correlação forte entre PP e RCE nos meninos ($r:0,83$; $p\leq0,002$) e moderada nas meninas ($r:0,68$; $p\leq0,002$), intensidades inversas entre os sexos em comparação a este estudo. A RCE é uma medida antropométrica que vem sendo utilizada para detecção de acúmulo de gordura corporal e risco cardiovascular, inclusive em adolescentes^{38,54}. Dessa maneira, a correlação do PP com a RCE encontrada nesse estudo contribui para fortalecer seu papel na identificação de risco cardiometabólico nessa população.

Além da forte correlação positiva, o PP apresentou ainda associação significativa com peso corporal, PC, IMC e RCE, de forma que, o aumento da medida do PP está

diretamente relacionado com o aumento do peso, PC, IMC e RCE, e consequentemente do risco cardiometabólico neste grupo de adolescentes. Esse achado reforça a associação direta do acúmulo de gordura na região do pescoço com o acúmulo de tecido adiposo visceral e risco cardiometabólico^{25,26}.

O PP apresentou ainda correlações significativas com todos os componentes do perfil lipídico analisados. Sendo estas correlações positivas entre PP, LDL ($r:0,14$; $p=0,004$) e TG ($r:0,18$; $p<0,001$) em ambos os sexos, positivas entre PP e CT ($r:0,20$; $p=0,009$) nos adolescentes do sexo masculino, e negativa entre PP e HDL ($r:-0,33$; $p<0,001$) nos adolescentes do sexo feminino. Esses achados refletem correlação direta da medida do PP com a composição lipídica sérica dos adolescentes, fator importante para o risco cardiometabólico. Kurtoglu *et al.* (2012)⁵³ realizou estudo com crianças e adolescentes turcos com excesso de peso e idade entre 5 e 18 anos, onde encontrou correlação positiva entre medidas de PP, TG ($r:0,38$; $p<0,001$, $r:0,20$; $p=0,006$, meninos e meninas, respectivamente) e CT ($r:0,46$; $p<0,001$), sendo a última significativa somente nos meninos, além de correlação negativa com HDL ($r:-0,30$; $p<0,001$, $r:-0,18$; $p=0,01$, meninos e meninas, respectivamente). Um estudo com crianças e adolescentes mexicanos também encontrou correlação significativa ($p<0,0001$) e positiva entre PP e TG ($r:0,25$, $r:0,31$, meninos e meninas, respectivamente), e negativa entre PP e HDL em ambos os sexos ($r:-0,28$, $r:-0,31$, meninos e meninas, respectivamente)³⁷. Estudos de revisão sistemática com populações de crianças, adolescentes e adultos, também encontraram resultados semelhantes ao do presente estudo, com correlações significativas entre PP e as diferentes frações lipídicas séricas, sendo estas correlações positivas com CT, LDL e TG, e negativas com HDL^{15,64}.

A relação entre PP e as diferentes frações do perfil lipídico também foi observada através da análise de regressão linear que mostrou, de forma significativa, que ao tempo que aumenta a medida do PP, aumentam diretamente os níveis séricos de TG, e reduzem os níveis séricos de HDL. A importância desse achado se dá ao considerar o já conhecido papel protetor cardiovascular do HDL e a atuação das demais frações lipídicas séricas na formação de placas de ateroma e consequente desenvolvimento de DCV.

Todos os componentes do perfil glicídico avaliados correlacionaram-se positiva e significativamente com a medida do PP, diferindo entre os sexos apenas na correlação com a HbA1c que mostrou-se significativa apenas nos adolescentes do

sexo feminino. Esses resultados mostram associação importante entre a medida do PP e variáveis que compõem o diagnóstico de resistência insulínica. Os principais estudos que abordam a relação do PP com resistência insulínica em crianças e adolescentes encontraram associação desta medida antropométrica apenas com insulina e HOMA-IR^{25,53,65}. Silva *et al.* (2014)²⁵, encontrou correlações positivas e significativas entre PP, insulina ($r:0,29$, $r:0,43$; $p<0,001$, meninos e meninas, respectivamente) e HOMA-IR ($r:0,29$, $r:0,41$; $p<0,001$) em crianças e adolescentes brasileiros. Um estudo com crianças e adolescentes turcos, encontrou também correlações positivas e significativas entre PP, insulina ($r:0,32$, $r:0,45$; $p<0,001$, meninos e meninas, respectivamente) e HOMA-IR ($r:0,33$, $r:0,44$; $p<0,001$, meninos e meninas, respectivamente)⁵³. Da mesma forma, Androutsos *et al.* (2012)⁶⁵ em estudo com crianças e adolescentes gregos, observou correlações positivas e significativas ($p<0,001$) entre PP, insulina ($r:0,26$) e HOMA-IR ($r:0,26$) em ambos os sexos. Uma revisão sistemática de Moraes *et al.* (2018)¹⁵, reuniu 18 principais estudos realizados com crianças e adolescentes que avaliaram a relação do PP com fatores de risco cardiometabólicos, destes, três estudos encontraram relação do PP com HOMA-IR e insulina de jejum, mas apenas um encontrou essa relação com a glicemia de jejum.

A análise de regressão linear mostrou associação significativa entre o PP e todas as variáveis séricas avaliadas que compõem o perfil glicídico. De forma que, o aumento da medida do PP reflete diretamente no aumento dos níveis séricos de glicemia de jejum, insulina, hemoglobina glicada e consequentemente do HOMA-IR. Sabe-se que o acúmulo excessivo de gordura corporal está relacionado com alterações cardiometabólicas, entre elas a resistência insulínica^{25,64}. Assim, uma medida prática e simples, como o PP, que reflete esse acúmulo de gordura corporal é essencial para detecção cada vez mais precoce de distúrbios cardiometabólicos, como a RI, em todas as faixas etárias.

Em relação à pressão arterial, foram encontradas correlações positivas e significativas ($p<0,001$) entre PP, PAS ($r:0,40$) e PAD ($r:0,25$) nos adolescentes avaliados de ambos os sexos. Os resultados de um trabalho pertencente ao Estudo Brasileiro de Síndrome Metabólica realizado com crianças e adolescentes com faixa etária de 10 a 19 anos, encontrou resultados que corroboraram com os deste estudo, com correlações positivas e significativas ($p<0,001$) entre PP, PAS ($r:0,47$,

r:0,28, meninos e meninas, respectivamente) e PAD (r:0,37, r:0,18, meninos e meninas, respectivamente)²⁵.

O presente estudo encontrou além de correlação, uma associação significativa entre o PP e os níveis pressóricos sistólico e diastólico, de forma que estes aumentam a medida que aumenta o PP nos adolescentes, contribuindo para alteração de pressão arterial, fator que compõe o grupo de riscos cardiometabólicos. Castro-Piñero *et al* (2017)³⁴, em estudos com crianças e adolescentes espanhóis, encontrou resultados semelhantes de correlação positiva e significativa ($p < 0,001$) entre o PP e PA sistólica (r:0,51, r:0,41, meninos e meninas, respectivamente) e diastólica (r:0,33, r:0,30, meninos e meninas, respectivamente), além de associação significativa ($p < 0,001$) entre elevação de PP e alterações de PAS (r:0,35, em ambos os sexos) e PAD (r:0,11, r:0,08, meninos e meninas, respectivamente). Kuciene *et al* (2015)⁶¹, avaliou adolescentes lituanos e relatou correlações positivas e significativas ($p = 0,01$) do PP com PAS (r:0,51) e PAD (r:0,11) em ambos os sexos. A elevação da pressão arterial na infância e adolescência é preditora de doença hipertensiva na vida adulta e está associada com início de alterações cardíacas e renais. Um dos principais determinantes de alteração de pressão arterial em crianças e adolescentes é o excesso de peso corporal e consequentemente o acúmulo excessivo de gordura corporal^{34,66}. Assim, a relação positiva da medida do PP com as variáveis de PA, potencializa a utilização do PP como uma importante ferramenta na detecção de alterações de PA na população estudada.

A praticidade e viabilidade da utilização da medida do PP por todos os profissionais de saúde, justamente por ser uma medida simples e de fácil execução e reprodutibilidade, reforçam ainda mais a relevância da implementação dessa medida na prática clínica de equipes de saúde para detecção precoce de alteração de estado nutricional e risco cardiometabólico.

A principal limitação deste estudo foi a desigualdade na proporção de adolescentes classificados com excesso de peso, devido ao perfil dos pacientes atendidos no serviço de saúde onde foi realizado o estudo. Além disso, a não exclusão dos pacientes em uso de medicamentos hipoglicemiantes possivelmente interferiu na avaliação da relação do PP com as variáveis de perfil glicídico dos adolescentes.

CONCLUSÃO

Este estudo observou que há uma relação entre a medida do PP, o acúmulo de gordura total e visceral, alterações de perfil lipídico, perfil glicídico e de pressão arterial, fortalecendo a utilização da medida do PP como preditor de risco cardiometabólico em adolescentes. No entanto, há carência de estudos na literatura a cerca deste tema, exclusivamente com a população de adolescentes. Sendo assim, e considerando que a adolescência é a fase da vida determinante para a composição corporal do indivíduo, mostra-se de grande relevância, a realização de novos estudos, incluindo estudos de desenho longitudinal.

REFERÊNCIAS

- 1- Narciso J, Silva AJ, Rodrigues V, Monteiro MJ, Almeida A, Saavedra R et al. Behavioral, contextual and biological factors associated with obesity during adolescence: A systematic review. PLoS ONE 2019; 14(4):e0214941. DOI: 10.1371/journal.pone.0214941
- 2- Cardel MI, Atkinson MA, Taveras EM, Holm JC, Kelly AS. Obesity Treatment Among Adolescents: A Review of Current Evidence and Future Directions. JAMA Pediatr. 2020; 174(6):609–617. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2020.0085
- 3- Vizenin NP, Cardoso PMS, Maia CAG, Alves IP, Aranha GL, Giannini DT. Dislipidemia em Adolescentes Atendidos em um Hospital Universitário no Rio de Janeiro/Brasil: Prevalência e Associação. Arq Bras Cardiol 2019; 112 (2):147-151. DOI: 10.5935/abc.20180254
- 4- Ruiz LD, Zuelch ML, Dimitratos SM, Scherr RE. Adolescent Obesity: Diet Quality, Psychosocial Health, and Cardiometabolic Risk Factors. Nutrients 2020; 12(1):43. DOI: 10.3390/nu12010043
- 5- Campos LA, Leite AJM, Almeida PC. Prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes escolares do município de Fortaleza, Brasil. Recife, Rev. Bras. Saúde Matern. Infant. Abr/Jun, 2007; 7(2):183-190. DOI: 10.1590/s1519-38292007000200009
- 6- World Health Organization (WHO) consultation on obesity. Obesity: Preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO technical report series 894; 2000. 253p.
- 7- World Health Organization (WHO) [homepage na internet]. Obesity and overweight. Geneva: WHO; 2022. [atualizada em 01 mar 2024; acesso em 05 set 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- 8- Weihrach-Blüher S, Schwarz P, Klusmann JH. Childhood Obesity: Increased risk for cardiometabolic disease and cancer in adulthood. Metabolism 2019; 92:147-152. DOI: 10.1016/j.metabol.2018.12.001
- 9- Cominato L, Franco R, Damiani D. Adolescent obesity treatments: news, views and evidence. Arch Endocrinol Metab. 2021; 65(5):527-536. DOI: 10.20945/2359-3997000000393
- 10- Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. Nat Rev Endocrinol 2019; 15(5):288-298. DOI: 10.1038/s41574-019-0176-8
- 11- Organização Pan Americana da Saúde (OPAS) [homepage na internet]. Dia mundial da obesidade 2022. OPAS [atualizada em 04 mar 2022; acesso em 04 set

2024]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/4-3-2022-dia-mundial-da-obesidade-2022-acelerar-acao-para-acabar-com-obesidade>.

12- United Nations Children's Fund (UNICEF). Childhood overweight on the rise: is it too late to turn the tide in Latin American and the Caribbean? Relatório. Cidade do Panamá: UNICEF; 2023. 54p.

13- FIOCRUZ [homepage na internet]. Obesidade em crianças e jovens no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz [atualizada em 22 nov 2023; acesso em 04 set 2024]. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/obesidade-em-criancas-e-jovens-cresce-no-brasil-na-pandemia>.

14- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa nacional de saúde 2019: atenção primária à saúde e informações antropométricas: Brasil/IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro, 2020. 66p.

15- Moraes AA, Moraes UAB, Soares MMS, Romano MCC, Lamounier JA. Neck circumference in adolescents and cardiometabolic risk: A systematic review. *Rev Assoc Med Bras* 2018; 64(1):54-62. DOI: 10.1590/1806-9282.64.01.54

16- Koliaki C, Liatis S, Kokkinos A. Obesity and Cardiovascular Disease: Revisiting and Old Relationship. *Metabolism* 2019; 92:98-107. DOI: 10.1016/j.metabol.2018.10.011

17- Kahn CR, Wang G, Lee KY. Altered adipose tissue and adipocyte function in the pathogenesis of metabolic syndrome. *J Clin Invest*. 2019; 129(10):3990–4000. DOI: 10.1172/JCI129187

18- Landecho MF, Tuero C, Valentí V, Bilbao I, De la Higuera M, Frühbeck G. Relevance of Leptin and Other Adipokines in Obesity-Associated Cardiovascular Risk. *Nutrients* 2019; 11(11):2664. DOI: 10.3390/nu11112664

19- Neves SC, Rodrigues LM, São Bento PAS, Minayo MCS. Risk factors involved in adolescent obesity: an integrative review. *Cien Saude Colet* 2021; 26(3):4871-4884. DOI: 10.1590/1413-812320212611.3.30852019

20- Henning RJ. Obesity and obesity-induced inflammatory disease contribute to atherosclerosis: a review of the pathophysiology and treatment of obesity. *Am J Cardiovasc Dis* 2021; 11(4):504-529. ISSN: 2160-200X/AJCD0135880

21- Kwaifa IK, Bahari H, Yong YK, Noor SM. Endothelial Dysfunction in Obesity-Induced Inflammation: Molecular Mechanisms and Clinical Implications. *Biomolecules* 2020; 10(2):291. DOI: 10.3390/biom10020291

22- Montarroyos ECL, Costa KRL, Fortes RC. Antropometria e sua importância na avaliação do estado nutricional de crianças escolares. *Com. Ciências Saúde*. 2013; 24(1):21-26

- 23- Silva JMM, Sabino LL, Luzia DMM. Avaliação nutricional de alunos da educação infantil e fundamental no município de Planura/MG. *Rev Saber Acadêmico*. 2021; 32:68-76
- 24- Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP). Obesidade na infância e adolescência: Manual de Orientação 3ª edição. Departamento Científico de Nutrologia. São Paulo: SBP; 2019. 236p.
- 25- Silva CC, Zambon MP, Vasques ACJ, Rodrigues AMB, Camilo DF, Antonio MARGM et al. Circunferência do pescoço como um novo indicador antropométrico para redução de resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica em adolescentes: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Rev Paul Pediatr* 2014; 32(2):221-9. DOI: 10.1590/0103-0582201432210713
- 26- Preis SR, Massaro JM, Hoffmann U, D'Agostino RB, Levy D, Robins SJ et al. Neck Circumference as a Novel Measure of Cardiometabolic Risk: The Framingham Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(8):3701–3710. DOI: 10.1210/jc.2009-1779
- 27- Lee JJ, Pedley A, Therkelsen KE, Hoffmann U, Massaro JM, Levy D et al. Upper body subcutaneous fat is associated with cardiometabolic risk factors. *Am J Med* 2017; 130 (8):958–966. DOI: 10.1016/j.amjmed.2017.01.044
- 28- Coutinho CA, Longui CA, Monte O, Conde W, Kochi C et al. Measurement of Neck Circumference and Its Correlation with Body Composition in a Sample of Students in São Paulo, Brazil. *Horm Res Pediatr* 2014; 82:179–186. DOI: 10.1159/000364823
- 29- Arnold TJ, Schweitzer A, Hoffman HJ, Onyewu C, Hurtado ME, Hoffman EP et al. Neck and waist circumference biomarkers of cardiovascular risk in a cohort of predominantly African-American college students: a preliminary study. DOI: 10.1016/j.jand.2013.07.005
- 30- Ferreti RL, Cintra IP, Passos MAZ, Ferrari GLM, Fisberg M. Elevated neck circumference and associated factors in adolescents. *BMC Public Health* 2015; 15:208. DOI: 10.1186/s12889-015-1517-8
- 31- Kuciene R, Dulskiene V, Medzioniene J. Association of neck circumference and high blood pressure in children and adolescents: a case–control study. *BMC Pediatrics* 2015; 15:127. DOI: 10.1186/s12887-015-0444-2
- 32- Özkaya I, Tunçkale A. Neck Circumference Positively Related With Central Obesity And Overweight In Turkish University Students: A Preliminar Study. *Cent Eur J Public Health* 2016; 24(2):91-4. DOI: 10.21101/cejph.a4555
- 33- Kelishadi R, Heidari-Beni M, Qorbani M, Motamed-Gorji N, Motlagh ME, Ziaodini H, et al. Association of neck and wrist circumferences with cardio-metabolic risk in children and adolescents: The CASPIAN-V Study. *Nutrition* 2017; 43-44:32-38. DOI: 10.1016/j.nut.2017.06.009

- 34- Castro-Piñero J, Delgado-Alfonso A, Gracia-Marco L, Gómez-Martínez S, Esteban-Cornejo I, Veiga OL et al. Neck circumference and clustered cardiovascular risk factors in children and adolescents: crosssectional study. *BMJ Open* 2017; 7:e016048. DOI:10.1136/bmjopen-2017-016048
- 35- Famodu OA, Barr ML, Colby SE, Zhou W, Holásková I, Leary MP et al. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15(7):1480. DOI: 10.3390/ijerph15071480
- 36- Mastroeni SSBS, Mastroeni MF, Ekwaru JP, Setayeshgar S, Veugelers PJ, Gonçalves MC et al. Anthropometric measurements as a potential non-invasive alternative for the diagnosis of metabolic syndrome in adolescents. *Arch. Endocrinol. Metab.* 2019; 63(1):30-39. DOI: 10.20945/2359-3997000000100
- 37- González-Cortés CA, Téran-García M, Luevano-Contreras C, Portales-Pérez DP, Vargas-Morales JM, Cubillas-Tejeda AC. Neck Circumference and Its Association with Cardiometabolic Risk Factors in Pediatric Population. *Medicina* 2019, 55(5):183. DOI: 10.3390/medicina55050183
- 38- Téllez MJA, Acosta FM, Sanchez-Delgado G, Martinez-Tellez B, Muñoz-Hernández V, Martinez-Avila WD et al. Association of Neck Circumference with Anthropometric Indicators and Body Composition Measured by DXA in Young Spanish Adults. *Nutrients* 2020, 12(2):514. DOI: 10.3390/nu12020514
- 39- Carvalho WRC, França AKTC, Dos Santos AM, Padilha LL, Boguea EG. Pontos de corte da circunferência do pescoço e da relação cintura-estatura como preditores da obesidade e risco cardiovascular em adolescentes. *Rev Saude Publica* 2023; 57:24. DOI: 10.11606/s1518-8787.2023057004349
- 40- Torriani M, Gill CM, Daley S, Oliveira AL, Azevedo DC, Bredella MA. Compartmental neck fat accumulation and its relation to cardiovascular risk and metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2014; 100(5):1244-51. DOI: 10.3945/ajcn.114.088450
- 41- Ben-noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. *Obes Res* 2003; 11(2):226-31. DOI:10.1038/oby.2003.35
- 42- Baena CP, Lotufo AP, Fonseca MGM, Santos IS, Goulart AC, Benseñor IMJ. Neck Circumference Is Independently Associated with Cardiometabolic Risk Factors: Cross-Sectional Analysis from ELSA-Brasil. *Metabolic Syndrome and related disorders* 2016; 1–9. DOI: 10.1089/met.2015.0083
- 43- Lampignano L, Zupo R, Donghia R, Guerra V, Castellana F, Murro I et al. Cross-sectional relationship among different anthropometric parameters and cardio-metabolic risk factors in a cohort of patients with overweight or obesity. *PLoS One* 2020; 15(11):e0241841. DOI: 10.1371/journal.pone.0241841
- 44- Kaufer-Horwitz M, Carreto-Adán MG, Pérez-Hernández F. Perímetro de cuello y éxito del tratamiento de pacientes con obesidad: estudio de vida real. *Gac Med Mex* 2019; 155(6):596-601. DOI: 10.24875/GMM.19005387

- 45- Ebrahimi H, Mahmoudi P, Zamani F, Moradi S. Neck circumference and metabolic syndrome: A cross-sectional population-based study. *Prim Care Diabetes* 2021; 15(3):582-587. DOI: 10.1016/j.pcd.2021.02.002
- 46- Valencia-Sosa E, González-Pérez GJ, Martínez-Lopez E, Rodríguez-Echevarria R. Neck and wrist circumferences as indicators of metabolic alterations in the pediatric population: a scoping review. *Children* 2021; 8:297. DOI: 10.3390/children8040297
- 47- Brasil; Ministério da Saúde, Universidade de Brasília. Guia de implementação do quesito Raça/Cor/Etnia. Brasília: Ministério da Saúde; 2018. 38p.
- 48- Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell; 1962.
- 49- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988.
- 50- World Health Organization (WHO) [homepage na internet]. Growth reference data for 5-19 years. The WHO reference, 2007 [atualizada em 2007; acesso em 10 ago 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years>
- 51- Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist Circumference Percentiles In Nationally Representative Samples Of African-American, European-American, And Mexican-American Children And Adolescents. *J Pediatr* 2004; 145(4):439-44. DOI: 10.1016/j.jpeds.2004.06.044
- 52- Zimmet P, Alberti K, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 2007; 369(9579):2059-61. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60958-1.
- 53- Kurtoglu S, Hatipoglu N, Mazicioglu MM, Kondolot M. Neck circumference as a novel parameter to determine metabolic risk factors in obese children. *Eur J Clin Invest* 2012; 42(6):623–630. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2011.02627.x
- 54- Santos AS, Barros IS, da Silva JS, de Oliveira JF, de Melo GEL, Jr Zaffalon JR. Razão cintura-estatura e estilo de vida como preditores de risco cardiovascular em adolescentes. *Rev. Bras. Pesq. Saúde* 2020; 22(2):71-77. DOI: 10.47456/rbps.v22i2.30639
- 55- Furusawa EA, Ruiz MFO, Saito MI, Koch VH. Avaliação do monitor de medida de pressão arterial Omron 705-CP para uso em adolescentes e adultos jovens. *Arq. Bras. Cardiol.* 2005; 84(5):367-370. DOI: 10.1590/S0066-782X2005000500003
- 56- Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial - 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2021; 116(3):516-658. DOI: 10.36660/abc.20201238
- 57- Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, Blowey D, Carroll AE, Daniels SR et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in

Children and Adolescents. *Pediatrics* 2017; 140(3):e20171904 555-76. DOI: 10.1542/peds.2017-1904

58- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 1972; 18(6):499-502. PMID: 4337382

59- Faludi AA, Izar MCO, Saraiva JFK, Chacra APM, Bianco HT, Afiune Neto A et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. *Arq Bras Cardiol.* 2017; 109(2 Supl. 1): 1-76. DOI: 10.5935/abc.20170121

60- Rodacki M, Cobas RA, Zajdenverg L, Júnior WSS, Giacaglia L, Calliari LE et al. Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) [homepage na internet]. Diagnóstico de diabetes mellitus. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2024) [atualizada em 29 ago 2024; acesso em 01 set 2024]. DOI: 10.29327/5412848.2024-1. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/diagnostico-de-diabetes-mellitus/#ftoc-tabela-de-recomendacoes>

61- Ten S, Maclaren N. Insulin Resistance Syndrome in Children. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(6):2526–2539. DOI: 10.1210/jc.2004-0276

62- Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek ME, Yazici C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics* 2005; 115(4):e500-3. DOI:10.1542/peds.2004-1921

63- Hopkins WG. Internet Society for Sport Science: a new view of statistics [homepage na internet]. A Scale of Magnitudes for Effect Statistics [atualizada em nov 2016; acesso em 28 ago 2024]. Disponível em: <https://sportscience.sportsci.org/resource/stats/index.html>.

64- Ataie-Jafari A, Namazi N, Djalalinia S, Chaghamirzayi P, Abdar ME, Zadehe SS et al. Neck circumference and its association with cardiometabolic risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Diabetol Metab Syndr* 2018; 10:72. DOI: 10.1186/s13098-018-0373-y

65- Androutsos O, Grammatikaki E, Moschonis G, Roma-Giannikou E, Chrousos GP, Manios Y et al. Neck circumference: a useful screening tool of cardiovascular risk in children. *Pediatr Obes* 2012 Jun; 7:187–195. DOI:10.1111/j.2047-6310.2012.00052.x

66- Guo X, Li Y, Sun G, Yang Y, Zheng L, Zhang X et al. Prehypertension in children and adolescents: association with body weight and neck circumference. *Intern Med* 2012; 51:23-27. DOI: 10.2169/internalmedicine.51.6347

APÊNDICE – Termo de consentimento livre e esclarecido

Universidade do Estado do Rio De Janeiro
Hospital Universitário Pedro Ernesto
Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

“Relação entre Fatores de Risco Cardiometabólicos e Perímetro do Pescoço em Adolescentes”. **Responsável pela pesquisa: Dra. Denise Tavares Giannini. Pesquisadora: Nutricionista – Isabela Perez Alves.**

Para esclarecimentos, entrar em contato com as pesquisadoras através do telefone: (021) 987774265.

Nome: _____

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa, sem fins lucrativos, que investiga o estado nutricional, pressão arterial, exames bioquímicos e a conduta nutricional mais adequada ao adolescente atendido.

Durante toda a pesquisa, tudo será explicado a você. Você pode decidir se quer continuar ou não a participar da pesquisa em qualquer momento.

Se você concordar em participar será mensurado o seu peso, estatura, perímetros da cintura e pescoço, pressão arterial e solicitados exames de sangue (triglicerídeos, colesterol total e suas frações, glicemia de jejum, hemoglobina glicada e insulina). Para o peso utilizaremos uma balança digital, para estatura um estadiômetro fixo à parede, para os perímetros da cintura e pescoço uma fita inelástica. Esses métodos de avaliação não oferecem perigo à saúde e serão realizados por profissionais treinados.

Sua mãe ou outro responsável poderá te acompanhar durante a realização do exame clínico e durante as consultas.

Se for detectada alguma alteração da sua saúde que necessite de uma nova avaliação, você será informado(a).

ASSINATURA DO ADOLESCENTE:

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:

Data: __/__/__

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética

	HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO/ UNIVERSIDADE DO ESTADO	
---	---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Fatores de risco cardiovascular em adolescentes com excesso de peso.

Pesquisador: DENISE TAVARES GIANNINI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 07940712.4.0000.5259

Instituição Proponente: Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 120.712

Data da Relatoria: 10/10/2012

Apresentação do Projeto:

Apresentação adequada, projeto bem estruturado e estudo transversal

Objetivo da Pesquisa:

Claros, avaliar os fatores de risco associados com obesidade em adolescentes~com excesso de peso

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos para os participantes e podem ser beneficiados com a identificação precoce de riscos cardiovasculares

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nenhum

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE adequado e bem estruturado contendo as informações necessárias

Recomendações:

colocar o Logo UERJ no TCLE

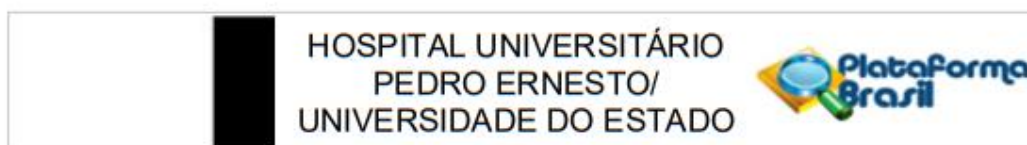
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

logo da UERJ no TCLE

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo			
Bairro: Vila Isabel		CEP: 20.551-030	
UF: RJ		Município: RIO DE JANEIRO	
Telefone: (21)2868-8253	Fax: (21)2264-0853	E-mail: cep-hupe@uerj.br	

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.
2. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.
3. O Comitê de Ética solicita a V. Sª., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.

RIO DE JANEIRO, 11 de Outubro de 2012

Assinador por:
WILLE OIGMAN
(Coordenador)

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **Fax:** (21)2264-0853 **E-mail:** cep-hupe@uerj.br

ANEXO B - Comprovação de submissão do artigo científico

Submission Confirmation



Thank you for your submission

Submitted to

Childhood Obesity

Manuscript ID

CHI-2024-0406

Title

Association between cardiometabolic risk factors and neck circumference in adolescents

Authors

Alves, Isabela

Giannini, Denise

Tupinambá, Caroline

Play, Luiza

Ferreira, Suzane

Kuschnir, Maria Cristina

Date Submitted

19-Nov-2024

ANEXO C - Formato final do artigo científico submetido

Title: Association between cardiometabolic risk factors and neck circumference in adolescents

Authors: Isabela Perez Alves^{1,2}, Denise Tavares Gianinni^{1,2}, Caroline Almeida Tupinambá², Luiza Jurado Piay², Suzane de Sousa Ferreira², Maria Cristina Caetano Kuschnir^{1,2}

1 Faculdade de Ciências Médicas/Universidade do Estado do Rio de Janeiro
(FCM/UERJ)

2 Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente/Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ (NESA/HUPE/UERJ)

Corresponding author: Isabela Perez Alves, e-mail: isabelaperez.nut@gmail.com

Keywords:Anthropometry. Neck. Lipid metabolism. Insulin resistance. Obesity.

ABSTRACT

Background: Adolescence is a transition phase marked by physiological growth, including adipose tissue, which may lead to excessive body fat. Neck circumference (NC) is an alternative anthropometric measure reflecting upper-body subcutaneous fat, a dysfunctional deposit linked to metabolic changes. This study aimed to assess the association between NC and cardiometabolic risk factors in adolescents attending in a clinic at the State University of Rio de Janeiro. **Methods:** This cross-sectional study included 360 adolescents (53.89% female) aged 12-18 years. Anthropometric measurements (weight, height, NC, waist circumference), biochemical assessments (lipid and glucose profiles), and blood pressure were recorded. Pearson's correlation and linear regression analyses were used to evaluate associations. **Results:** NC was significantly ($p < 0.001$) and positively correlated with weight ($r: 0.80$), BMI ($r: 0.78$), and waist circumference ($r: 0.78$), while negatively correlated with HDL cholesterol ($r: -0.27$). Regression analysis confirmed the significant relationship between NC and all variables except total cholesterol, LDL cholesterol, and fasting glucose after adjusting for sex, age, and sexual maturation. **Conclusion:** The findings suggest that NC is linked to abdominal visceral fat, insulin resistance, HDL cholesterol, triglycerides, and blood pressure—key components of metabolic syndrome. These results support the use of NC as a predictor of cardiometabolic risk in adolescents.

IMPACT STATEMENT

Adolescence is a decisive period for final body composition. Obesity is a disease with serious complications affecting all age groups, making early identification and intervention essential. Neck circumference (NC) has shown potential in predicting cardiometabolic risk in various populations, but studies focusing on adolescence remain limited..

INTRODUCTION

Adolescence is a transitional phase between childhood and adulthood, marked by intense physiological , including psychological and body composition changes, as well as sexual maturation^{1,2,3}. During this period, most body organs and tissues undergo physiological growth, including adipose tissue, which, when combined with environmental and lifestyle factors, can promote excessive body fat accumulation^{1,3,4}. The probability of an adolescent with obesity maintaining this condition into adulthood may reach up to 80%^{4,5}. According to Campos et al. (2007)⁵, this occurs because “during this growth phase, individuals acquire approximately 25% of their final height and 50% of their body mass”. These transformations characterize adolescence as a critical and determinant period in shaping an individual’s adult nutritional status.

The prevalence of obesity has been increasing at alarming rates worldwide, both in developing and developed countries. It is now considered a global epidemic by the World Health Organization (WHO)^{6,7,8,9}. Currently, overweight and obesity rank among the most serious public health issues, affecting individuals of all ages, including adolescents^{7,10}, with significant risks of complications and mortality^{2,8,9,11}.

Obesity is a chronic disease characterized by excessive adipose tissue accumulation, primarily resulting from an imbalance between caloric intake and energy expenditure^{7,11}. Both the quantity and distribution of this excess fat are linked to cardiometabolic alterations, cardiovascular diseases (CVD), and respiratory and mobility issues^{6,8,10,11}.

Obesity leads to adipocyte enlargement and adipose tissue dysfunction, altering its secretory profile to predominantly release pro-inflammatory adipokines such as TNF α , IL-6, IL-1 β , and IL-18^{12,13}. These cytokines increase lipolysis, inhibit

lipoprotein lipase (LPL), elevate free fatty acids and glycerol levels in the bloodstream, and reduce the expression of insulin-sensitive receptors, leading to altered serum lipid profiles and insulin resistance^{13,14}. Additionally, they contribute to endothelial vascular dysfunction, which is directly associated with the pathogenesis of atherosclerosis and blood pressure changes^{14,15,16} by reducing endothelial nitric oxide production and increasing adhesion molecule expression, fibrin formation, and platelet aggregation^{12,13,17}. These metabolic alterations drive the development of CVD and highlight the need for early identification and intervention to minimize short- and long-term health complications.

Various methods are used to measure body fat for diagnosing obesity. Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), magnetic resonance imaging (MRI), and computed tomography (CT) are considered gold standards but are complex and costly^{18,19}. Bioelectrical impedance analysis (BIA), a non-invasive and more practical alternative, is influenced by factors such as diet, physical activity, and hydration, making it less sensitive and harder to reproduce¹⁸.

Anthropometric measures are the most commonly used methods for assessing body fat due to their lowcost, reproducibility, and non-invasiveness. Skinfold thickness measurements evaluate fat distribution by measuring various body sites¹⁴ but require trained personnel and are less effective in obese patients. Body mass index (BMI), currently the most widely used method alongside waist circumference (WC), identifies overweight and cardiometabolic risk, including in adolescents¹⁹. However, BMI does not assess fat distribution across body compartments, and WC is influenced by abdominal distention and respiratory movements. Adolescents face additional challenges, such as the lack of standardized measurement methodologies and psychological factors like embarrassment when exposing the abdomen^{11,19}.

In this context, neck circumference (NC) emerges as a practical, simple, and consistent anthropometric measurement. It reflects subcutaneous fat accumulation in the upper body^{11,19}, which is associated with visceral fat deposition²⁰ and systemic free fatty acids that promote cardiometabolic alterations through inflammatory activity²¹. Thus, NC is a promising tool for identifying cardiometabolic risk, being suitable for clinical practice and epidemiological studies.

Given the importance of adolescence for body composition and metabolic changes influencing CVD development, as well as its impact on life expectancy, this

study aimed to assess the relationship between NC and cardiometabolic risk factors in adolescents.

MATERIAL AND METHODS

This is a cross-sectional observational study with a sample composed of adolescents followed in the secondary care and multidisciplinary outpatient clinic of the Adolescent Health Study Center (NESA) at the Rio de Janeiro State University (UERJ).

The study included adolescents of both sexes, aged between 12 and 18 years, with a nutritional diagnosis of eutrophy, overweight, or obesity according to BMI-for-age. Exclusion criteria were deformities, masses, or enlarged lymph nodes in the cervical region, Cushing's syndrome, chronic diseases, and pregnancy.

To determine the sample size, a power calculation of 60% and a 95% confidence level were used. The standard deviation for NC was estimated at 5 cm, with the prevalence of cardiometabolic risk factors among adolescents at 2.5%, resulting in a sample size of 320 adolescents.

The study assessed sociodemographic variables (sex, age, skin color, and education), sexual maturation, anthropometric variables (weight, height, WC, waist-to-height ratio [WHtR], and NC), blood pressure (BP), and laboratory tests including lipid profile (total cholesterol [TC], HDL cholesterol [HDL], LDL cholesterol [LDL], and triglycerides [TG]) and glucose metabolism markers (fasting glucose [FG], glycated hemoglobin [HbA1c], insulin, and insulin resistance [IR]). Skin color was self-reported by the adolescents according to categories defined by the Brazilian Institute of Geography and Statistics²². Education was self-reported by the adolescent too and classified into the categories: up to incomplete 5th year, complete 5th year to incomplete 9th year, complete elementary school and incomplete high school.

Sexual maturation was collected from medical records and classified according to Tanner's criteria²³. Stage 1 were considered prepubertal, stages 2 to 4 were classified as pubertal, and stage 5 were considered postpubertal. The final classification was based on breast development for girls and external genitalia development for boys.

Anthropometric variables

Weight was measured in kilograms (kg) using a digital electronic scale (Michelitti®) with a precision of 0.1 kg and a maximum capacity of 200 kg, with the adolescent barefoot, wearing light clothing, and standing in an upright position²⁴. Height (cm) was measured using a wall-mounted stadiometer (Sanny®) with a precision of 0.1 cm, with the adolescent barefoot, standing in an anatomical position, and head parallel to the ground according to the Frankfurt plane²⁴. BMI was calculated as the ratio of weight (kg) to the square of height (m). The adolescents' nutritional status was evaluated through BMI-for-age and sex z-scores, according to the WHO classification for children and adolescents aged 5 to 19 years, categorized as follows: z-score < -2: underweight; z-score > -2 and < +1: eutrophy; z-score > +1: overweight; z-score > +2: obesity²⁵.

WC and NC were measured using a non-elastic anthropometric tape with a 0.1 cm scale. WC was measured at the midpoint between the lower border of the last rib and the upper border of the iliac crest at the end of a normal expiration, as recommended by the WHO⁶. WC values above the 90th percentile were considered abnormal²⁶ according to the International Diabetes Federation (IDF) 2007 criteria for Metabolic Syndrome²⁷. NC was measured at the most prominent point of the thyroid cartilage, except for boys with a prominent larynx (Adam's apple), where the measurement was taken just below the prominence. NC was measured with the adolescent seated, head held upright, eyes looking forward, and neck in a horizontal plane^{28,29}. To date, there are no standardized and validated cut-off points for NC in adolescents, so this variable was analyzed continuously.

WHtR was calculated by dividing WC (cm) by height (cm), with values above 0.50 considered abnormal³⁰. BP was measured using an Omron® 705-CP device, validated for use in adolescents³¹. Measurements were taken on the right arm, with the adolescent seated and relaxed, arm supported at heart level, after 3 to 5 minutes of rest in a calm environment^{32,33}. Three measurements were taken, with the first discarded, and an average of the remaining two used for classification. BP was considered abnormal when values were $\geq$ the 90th percentile, following the Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents³³.

Blood samples for lipid and glucose profiles were collected by venipuncture in specialized laboratories, following a 12-hour fasting period. TG, TC, and HDL levels

were measured using the enzymatic colorimetric method, and LDL was calculated using the Friedewald formula³⁴. Lipid profile abnormalities were defined based on the V Brazilian Guidelines on Dyslipidemia and Atherosclerosis Prevention³⁵, with abnormal values defined as TC $\geq$ 170 mg/dL, LDL $\geq$ 110 mg/dL, HDL $<$ 45 mg/dL, TG $\geq$ 90 mg/dL, or the use of lipid-lowering medication.

Fasting glucose concentration was determined by an enzymatic method using hexokinase, and values greater than or equal to 100 mg/dL were considered elevated³⁶, as was the use of glucose-lowering medication. Serum insulin concentration was determined by electrochemiluminescence, with values $\geq$ 15 μ U/mL considered elevated³⁷. HbA1c was measured using the turbidimetric inhibition method, with values $\geq$ 5.7% considered abnormal, as proposed by the Brazilian Diabetes Society³⁶. Insulin resistance was assessed using the HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance) index, calculated as fasting serum insulin (μ U/mL) multiplied by fasting glucose (mmol/L) and divided by 22.5. Results greater than 3.16 were considered abnormal and indicative of IR³⁸.

Statistical Analysis

Data were stored in the EPINFO application and analyzed using Statistical Software for Professionals (STATA) version 14. The distribution of variables was evaluated using the Kolmogorov-Smirnov test. Parametric data were described by the mean and standard deviation of continuous variables. Categorical variables were presented as percentages. Comparisons between groups were made using the Student's t-test for parametric variables or the Mann-Whitney test for non-parametric variables. Correlations between variables of interest were analyzed using Pearson's or Spearman's correlation coefficients, with the strength of these correlations classified according to the criteria proposed by Hopkins³⁹. Associations between variables were assessed using linear regression. All statistical analyses used an alpha error of 5%.

Ethical Consideration

The study was approved by the Research Ethics Committee of the Pedro Ernesto University Hospital (CEP/HUPE), under protocol 07940712.4.0000.5259. All participants and their guardians signed the Free and Informed Consent Form.

RESULTS

During the study, 365 adolescents were evaluated at a secondary care outpatient clinic. Three were excluded due to Cushing's syndrome and two due to type 1 diabetes. The final sample consisted of 360 adolescents, with 194 girls (53.89%), and a mean age of 14.37 years (SD: 1.75). Of these, 44.32% self-identified as brown, 74.21% had incomplete elementary education, and 59.70% were in the pubertal stage. Table 1 presents the characteristics of the study sample.

Regarding nutritional status, 74.17% were classified as obese, 14.44% as overweight, and 11.39% as eutrophic. The mean age, height, BMI, WC, and NC differed significantly between sexes, with girls being older (14.64 years) and higher BMI (31.89 kg/m²), while boys had greater height (1.66 cm), WC (95.94 cm), and NC (37.79 cm). Among the cardiometabolic risk factors evaluated, a high prevalence of obesity, altered WC and WHtR, low HDL levels, hyperinsulinemia and insulin resistance should also be noted. (Table 1).

Table 2 shows correlations between NC and other studied variables. NC had significant correlations ($p < 0.001$) with all variables, being stronger with body weight ($r = 0.80$), WC ($r = 0.78$), and BMI ($r = 0.70$). Among boys, NC was significantly correlated with body weight ($r = 0.82$; $p < 0.001$), height ($r = 0.59$; $p < 0.001$), BMI ($r = 0.74$; $p < 0.001$), WC ($r = 0.77$; $p < 0.001$), WHtR ($r = 0.61$; $p < 0.001$), TC ($r = 0.20$; $p = 0.009$), LDL ($r = 0.16$; $p = 0.03$), TG ($r = 0.21$; $p = 0.004$), insulin ($r = 0.31$; $p < 0.001$), HOMA-IR ($r = 0.32$; $p < 0.001$), SBP ($r = 0.43$; $p < 0.001$), and DBP ($r = 0.25$; $p = 0.001$). These correlations were strong and positive with body weight, WC, and BMI, and moderate with WHtR and height. Among girls, significant correlations were found between NC and body weight ($r = 0.81$; $p < 0.001$), height ($r = 0.41$; $p < 0.001$), BMI ($r = 0.77$; $p < 0.001$), WC ($r = 0.79$; $p < 0.001$), WHtR ($r = 0.70$; $p < 0.001$), LDL ($r = 0.16$; $p = 0.02$), HDL ($r = -0.33$; $p < 0.001$), TG ($r = 0.19$; $p = 0.006$), HbA1c ($r = 0.26$; $p < 0.001$), insulin ($r = 0.22$; $p = 0.005$), HOMA-IR ($r = 0.20$; $p = 0.003$), SBP ($r = 0.33$; $p < 0.001$), and DBP ($r = 0.28$; $p < 0.001$), being strong and positive with body weight, WC, BMI, and WHtR (Table 2).

In Table 3, through linear regression analysis, after adjustment for sex, age, and sexual maturation, a statistically significant relationship was observed between NC measurement and the variables weight (β :0.12; $p<0.001$), BMI (β :0.38; $p<0.001$), WC (β :0.18; $p<0.001$), WHtR (β :25.24; $p<0.001$), HDL (β :-0.06; $p=0.011$), TG (β :0.02; $p<0.001$), HbA1c (β :2.14; $p=0.002$), insulin (β :0.05; $p<0.001$), HOMA-IR (β :0.20, $p<0.001$), SBP (β :0.06; $p<0.001$) and DBP (β :0.08; $p=0.002$). Thus, an association between increased NC and most studied cardiometabolic risk factors, including anthropometric, lipid, glycemic, and blood pressure alterations, was identified, with the exception of an inverse relationship with HDL levels.

Linear regression also indicated that the variability of the NC measurement can be explained mainly by the anthropometric measurements of adiposity evaluated in the study. These measurements include body weight, WC, BMI and WHtR, explaining, respectively, 61.36%, 56.73%, 52.33% and 40.86% of the variability in the NC measurement in the experimental sample.

DISCUSSION

The main finding of this study is the strong correlation between NC and anthropometric parameters such as WC, body weight, and BMI in both male and female adolescents. BMI and WC are currently the main indicators of cardiometabolic risk, reflecting total body fat accumulation and abdominal visceral fat, respectively. The strong positive correlation between NC and these parameters suggests its potential as a predictor of cardiometabolic risk in the adolescents evaluated. Previous studies with Spanish children and adolescents have found similar correlations. Castro-Piñero et al. (2017)⁴⁰ reported strong correlations ($P<0,001$) between NC, WC ($r:0,86$, $r:0,85$, boys and girls, respectively), and BMI ($r:0,75$, $r:0,79$, boys and girls, respectively), as did Téllez et al. (2020)⁴¹, who also found strong correlations between NC, WC ($r:0,86$, $r:0,75$, boys and girls, respectively), and BMI ($r:0,84$, $r:0,74$, boys and girls, respectively). Brazilian study with children and adolescents found strong a moderate correlations between NC, BMI ($r:0,66-0,86$) and WC ($r:0,72-0,87$)⁴².

The positive correlation between NC and WHtR was significant, particularly in females, where the correlation was classified as strong. WHtR has been used as an

indicator of body fat accumulation and cardiovascular risk, even in adolescents. NC also showed a significant association with body weight, WC, BMI and WHtR, so that the increase in NC measurement is directly related to the increase in weight, WC, BMI and WHtR, and consequently the cardiometabolic risk. This finding reinforces the direct association of fat accumulation in the neck region with the accumulation of visceral adipose tissue and cardiometabolic risk^{19,20}.

NC also showed significant correlations with lipid profile components, such as TC, LDL, TG, and a negative correlation with HDL. These findings are consistent with other studies in pediatric populations as Kurtoglu et al. (2012)²⁸, that in a study with Turkish children and adolescents, found a positive correlation between NC, TG (r:0.38; r:0.20; boys and girls, respectively) and TC (r: 0.46; only in boys), in addition to a negative correlation with HDL (r:-0.30, r:-0.18; boys and girls, respectively). Meanwhile, a study with Mexican children and adolescents also found a significant ($p<0.0001$) and positive correlation between NC and TG (r:0.25, r:0.31, boys and girls, respectively), and negative with HDL in both sexes (r:-0.28, r:-0.31, boys and girls, respectively)⁴³. The linear regression analysis confirmed that increases in NC are associated with increases in serum levels of LDL and a reduction in HDL levels, further emphasizing the clinical relevance of these findings.

Additionally, a significant relationship and association was observed between NC and glycemic profile parameters, particularly insulin, HbA1c, and HOMA-IR, which are indicators of insulin resistance. The positive relation between NC and these parameters suggests that body fat accumulation, as reflected by NC, is associated with the development of insulin resistance, a condition frequently linked to obesity and cardiometabolic risk. Silva et al. (2014)¹⁹, found positive and significant correlations ($p<0.001$) between NC, insulin (r:0.29, r:0.43; boys and girls, respectively) and HOMA-IR (r:0.29, r :0.41; boys and girls, respectively) in Brazilian children and adolescents. Likewise, a study with Turkish children and adolescents also found positive and significant ($p<0,001$) correlations between NC, insulin (r:0.32, r:0.45; boys and girls, respectively) and HOMA-IR (r:0, 33, r:0.44; boys and girls, respectively)²⁸. A systematic review by Moraes et al (2018)¹¹, brought together 18 main studies carried out with children and adolescents that evaluated the relationship between NC and cardiometabolic risk factors, of which three studies related NC with HOMA-IR and fasting insulin, but only one found this relationship with fasting blood glucose.

SBP and DBP were also significantly correlated and associated with NC, so that SBP and DBP levels increase as NC increases in adolescents. The results of work with Brazilian children and adolescents corroborated those of this study, with positive and significant correlations ($p < 0.001$) between NC, SBP ($r: 0.47$, $r: 0.28$, boys and girls, respectively) and DBP ($r: 0.37$, $r: 0.18$, boys and girls, respectively)¹⁹. Just as Kuciene et al (2015)⁴⁴ described positive and significant correlations ($p = 0.01$) of NC with SBP ($r: 0.51$) and DBP ($r: 0.11$) in Lithuanian adolescents of both sexes.

The main limitation of this study was the unequal proportion of overweight adolescents, due to the profile of the patients attended at the health service where the study was conducted. Additionally, the inclusion of patients on hypoglycemic medications may have interfered with the evaluation of the relationship between NC and glycemic parameters.

CONCLUSION

This study identified a significant relationship between NC, abdominal visceral fat accumulation, and changes in lipid, glycemic, and blood pressure profiles, reinforcing the use of NC as a predictor of cardiometabolic risk in adolescents. However, the scarcity of studies focused exclusively on this population highlights the need for further research, especially considering the importance of adolescence as a critical phase for an individual's body composition and future health.

Authorship contribution

Author 1(IPA): Conceptualization (lead); writing – original draft (lead); formal analysis (lead); methodology (lead); writing – review and editing (equal). **Author 2 (DTG):** Software (lead); formal analysis (supporting); methodology (supporting); review and editing (equal). **Author 3 (MCCK):** writing – review and editing (equal). **Authors 4,5,6 (CAT, LJP, SSF):** Methodology (supporting).

Conflict of Interest

No conflict of interest in this study.

Funding statement

This study received financial support from the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

REFERENCES

- 1- Narciso J, Silva AJ, Rodrigues V et al. Behavioral, contextual and biological factors associated with obesity during adolescence: A systematic review. PLoS ONE 2019; 14(4):e0214941. DOI: 10.1371/journal.pone.0214941
- 2- Cardel MI, Atkinson MA, Taveras EM et al. Obesity Treatment Among Adolescents: A Review of Current Evidence and Future Directions. JAMA Pediatr. 2020; 174(6):609–617. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2020.0085
- 3- Vizentin NP, Cardoso PMS, Maia CAG et al. Dislipidemia em Adolescentes Atendidos em um Hospital Universitário no Rio de Janeiro/Brasil: Prevalência e Associação. Arq Bras Cardiol 2019; 112 (2):147-151. DOI: 10.5935/abc.20180254
- 4- Ruiz LD, Zuelch ML, Dimitratos SM et al. Adolescent Obesity: Diet Quality, Psychosocial Health, and Cardiometabolic Risk Factors. Nutrients 2020; 12(1):43. DOI: 10.3390/nu12010043
- 5- Campos LA, Leite AJM, Almeida PC. Prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes escolares do município de Fortaleza, Brasil. Recife, Rev. Bras. Saúde Matern. Infant. Abr/Jun, 2007; 7(2):183-190. DOI: 10.1590/s1519-38292007000200009
- 6- World Health Organization (WHO) consultation on obesity. Obesity: Preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO technical report series 894; 2000. 253p.
- 7- World Health Organization (WHO) [internet homepage]. Obesity and overweight. Geneva: WHO; 2022. [updated in 01 mar 2024; access in 05 set 2024]. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- 8- Weihrauch-Blüher S, Schwarz P, Klusmann JH. Childhood Obesity: Increased risk for cardiometabolic disease and cancer in adulthood. Metabolism 2019; 92:147-152. DOI: 10.1016/j.metabol.2018.12.001
- 9- Cominato L, Franco R, Damiani D. Adolescent obesity treatments: news, views and evidence. Arch Endocrinol Metab. 2021; 65(5):527-536. DOI: 10.20945/2359-3997000000393
- 10- Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. Nat Rev Endocrinol 2019; 15(5):288-298. DOI: 10.1038/s41574-019-0176-8
- 11- Morais AA, Morais UAB, Soares MMS et al. Neck circumference in adolescents and cardiometabolic risk: A systematic review. Rev Assoc Med Bras 2018; 64(1):54-62. DOI: 10.1590/1806-9282.64.01.54
- 12- Landecho MF, Tuero C, Valentí V et al. Relevance of Leptin and Other Adipokines in Obesity-Associated Cardiovascular Risk. Nutrients 2019; 11(11):2664. DOI: 10.3390/nu11112664

- 13- Henning RJ. Obesity and obesity-induced inflammatory disease contribute to atherosclerosis: a review of the pathophysiology and treatment of obesity. *Am J Cardiovasc Dis* 2021; 11(4):504-529. ISSN: 2160-200X/AJCD0135880
- 14- Kahn CR, Wang G, Lee KY. Altered adipose tissue and adipocyte function in the pathogenesis of metabolic syndrome. *J Clin Invest*. 2019; 129(10):3990–4000. DOI: 10.1172/JCI129187
- 15- Koliaki C, Liatis S, Kokkinos A. Obesity and Cardiovascular Disease: Revisiting and Old Relationship. *Metabolism* 2019; 92:98-107. DOI: 10.1016/j.metabol.2018.10.011
- 16- Neves SC, Rodrigues LM, São Bento PAS et al. Minayo MCS. Risk factors involved in adolescent obesity: an integrative review. *Cien Saude Colet* 2021; 26(3):4871-4884. DOI: 10.1590/1413-812320212611.3.30852019
- 17- Kwaifa IK, Bahari H, Yong YK et al. Endothelial Dysfunction in Obesity-Induced Inflammation: Molecular Mechanisms and Clinical Implications. *Biomolecules* 2020; 10(2):291. DOI: 10.3390/biom10020291
- 18- Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP). Obesidade na infância e adolescência: Manual de Orientação 3ª edição. Departamento Científico de Nutrologia. São Paulo: SBP; 2019. 236p.
- 19- Silva CC, Zambon MP, Vasques ACJ et al. Neck circumference as a new anthropometric indicator for prediction of insulin resistance and components of metabolic syndrome in adolescents: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Rev Paul Pediatr* 2014; 32(2):221-9. DOI: 10.1590/0103-0582201432210713
- 20- Preis SR, Massaro JM, Hoffmann U et al. Neck Circumference as a Novel Measure of Cardiometabolic Risk: The Framingham Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(8):3701–3710. DOI: 10.1210/jc.2009-1779
- 21- Lee JJ, Pedley A, Therkelsen KE et al. Upper body subcutaneous fat is associated with cardiometabolic risk factors. *Am J Med* 2017; 130 (8):958–966. DOI: 10.1016/j.amjmed.2017.01.044
- 22- Brasil; Ministério da Saúde, Universidade de Brasília. Guia de implementação do quesito Raça/Cor/Etnia. Brasília: Ministério da Saúde; 2018. 38p.
- 23- Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell; 1962.
- 24- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988.
- 25- World Health Organization (WHO) [internet homepag]. Growth reference data for 5-19 years. The WHO reference, 2007 [updated in 2007; acess in 10 ago 2024]. Available at: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years>

- 26- Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A et al. Waist Circumference Percentiles In Nationally Representative Samples Of African-American, European-American, And Mexican-American Children And Adolescents. *J Pediatr* 2004; 145(4):439-44. DOI: 10.1016/j.jpeds.2004.06.044
- 27- Zimmet P, Alberti K, Kaufman F et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 2007; 369(9579):2059-61. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60958-1.
- 28- Kurtoglu S, Hatipoglu N, Mazicioglu MM et al. Neck circumference as a novel parameter to determine metabolic risk factors in obese children. *Eur J Clin Invest* 2012; 42(6):623–630. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2011.02627.x
- 29- Özkaya I, Tunçkale A. Neck Circumference Positively Related With Central Obesity And Overweight In Turkish University Students: A Preliminar Study. *Cent Eur J Public Health* 2016; 24(2):91-4. DOI: 10.21101/cejph.a4555
- 30- Santos AS, Barros IS, da Silva JS et al. Razão cintura-estatura e estilo de vida como preditores de risco cardiovascular em adolescentes. *Rev. Bras. Pesq. Saúde* 2020; 22(2):71-77. DOI: 10.47456/rbps.v22i2.30639
- 31- Furusawa EA, Ruiz MFO, Saito MI et al. Avaliação do monitor de medida de pressão arterial Omron 705-CP para uso em adolescentes e adultos jovens. *Arq. Bras. Cardiol.* 2005; 84(5):367-370. DOI: 10.1590/S0066-782X2005000500003
- 32- Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial - 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2021; 116(3):516-658. DOI: 10.36660/abc.20201238
- 33- Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 2017; 140(3):e20171904 555-76. DOI: 10.1542/peds.2017-1904
- 34- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 1972; 18(6):499-502. PMID: 4337382
- 35- Faludi AA, Izar MCO, Saraiva JFK et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. *Arq Bras Cardiol.* 2017; 109(2 Supl. 1): 1-76. DOI: 10.5935/abc.20170121
- 36- Rodacki M, Cobas RA, Zajdenverg L et al. Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) [internet homepage]. Diagnóstico de diabetes mellitus. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2024) [updated in 29 ago 2024; acess in 01 set 2024]. DOI: 10.29327/5412848.2024-1. Available at: <https://diretriz.diabetes.org.br/diagnostico-de-diabetes-mellitus/#ftoc-tabela-de-recomendacoes>
- 37- Ten S, Maclaren N. Insulin Resistance Syndrome in Children. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(6):2526–2539. DOI: 10.1210/jc.2004-0276

- 38- Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M et al. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics* 2005; 115(4):e500-3. DOI:10.1542/peds.2004-1921
- 39- Hopkins WG. Internet Society for Sport Science: a new view of statistics [internet homepage]. A Scale of Magnitudes for Effect Statistics [updated in nov 2016; access in 28 ago 2024]. Available at: <https://sportscience.sportsci.org/resource/stats/index.html>.
- 40- Castro-Piñero J, Delgado-Alfonso A, Gracia-Marco L et al. Neck circumference and clustered cardiovascular risk factors in children and adolescents: crosssectional study. *BMJ Open* 2017; 7:e016048. DOI:10.1136/bmjopen-2017-016048
- 41- Téllez MJA, Acosta FM, Sanchez-Delgado G et al. Association of Neck Circumference with Anthropometric Indicators and Body Composition Measured by DXA in Young Spanish Adults. *Nutrients* 2020, 12(2):514. DOI: 10.3390/nu12020514
- 42- Coutinho CA, Longui CA, Monte O et al. Measurement of Neck Circumference and Its Correlation with Body Composition in a Sample of Students in São Paulo, Brazil. *Horm Res Pediatr* 2014; 82:179–186. DOI: 10.1159/000364823
- 43- González-Cortés CA, Téran-García M, Luevano-Contreras C et al. Neck Circumference and Its Association with Cardiometabolic Risk Factors in Pediatric Population. *Medicina* 2019, 55(5):183. DOI: 10.3390/medicina55050183
- 44- Kuciene R, Dulskiene V, Medzioniene J. Association of neck circumference and high blood pressure in children and adolescents: a case–control study. *BMC Pediatrics* 2015; 15:127. DOI: 10.1186/s12887-015-0444-2