



Perfil clínico e metabólico e sua relação com resistência à insulina entre escolares

Clinical and metabolic profile and its relationship with insulin resistance among school children

Jéssica Denise Vieira Leal¹, Thaís Norberta Bezerra de Moura¹, Vanessa Natali de Carvalho¹, Ana Roberta Vilarouca da Silva¹, Artemízia Francisca de Sousa¹, Luisa Helena de Oliveira Lima¹

Objetivo: investigar o perfil clínico e metabólico e sua relação com resistência à insulina entre escolares. **Métodos:** estudo transversal realizado com 186 adolescentes de 10 a 19 anos. Foram consideradas variáveis clínicas: índice de massa corporal, circunferência da cintura e do pescoço, índice de conicidade, pressão arterial sistólica, diastólica e média; variáveis metabólicas: triglicerídeos, glicemia, colesterol total, *high-density lipoprotein* e *low-density lipoprotein* colesterol, insulina e índice *Homeostasis Model Assessment*. Considerou-se significância estatística $p < 0,05$. **Resultados:** observou-se prevalência do sexo feminino, com 19,4% e 6,5% de excesso de peso e obesidade, respectivamente. A prevalência de resistência à insulina foi de 42,5%. Na distribuição das variáveis clínicas e metabólicas dos adolescentes segundo os quartis do índice *Homeostasis Model Assessment* pressão arterial sistêmica, glicemia e insulina aumentaram à medida que os valores do índice *Homeostasis Model Assessment* elevavam. **Conclusão:** resistência insulínica está presente em adolescentes e esta condição associa-se às alterações clínicas e metabólicas. **Descritores:** Resistência à Insulina; Adolescente; Perfil de Saúde.

Objective: to investigate the clinical and metabolic profile and its relationship with insulin resistance among school children. **Methods:** a Cross-sectional study of 186 adolescents aged 10 to 19 years old. Clinical variables were: body mass index, waist circumference, and neck, conicity index, systolic, diastolic and mean blood pressure; and metabolic variables were: triglycerides, glucose, total cholesterol, high-density lipoprotein and low-density lipoprotein cholesterol, insulin and Homeostasis Model Assessment index. It was considered statistically significant at $p < 0.05$. **Results:** there was a prevalence of females, with 19.4% and 6.5% of overweight and obesity, respectively. The prevalence of insulin resistance was 42.5%. Distribution of clinical and metabolic variables of adolescents according to quartiles of the Homeostasis Model Assessment index blood pressure, blood glucose, and insulin increased the values of the Homeostasis Model Assessment index increased. **Conclusion:** insulin resistance is present in adolescents, and this condition is associated with the clinical and metabolic changes. **Descriptors:** Insulin Resistance; Adolescent; Health Profile.

¹Universidade Federal do Piauí. Picos, PI, Brasil.

Autor correspondente: Luisa Helena de Oliveira Lima
Rua Zuza Lino, 1239 - apto. 101 - Canto da Várzea - CEP: 64600-160. Picos, PI, Brasil. E-mail: luisa17lima@gmail.com

Introdução

O sobrepeso e a obesidade estão se tornando um problema de saúde pública emergente, mesmo na população jovem. A obesidade tem sido considerada um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento precoce de diversas comorbidades, como diabetes tipo II, pressão arterial elevada, certos tipos de câncer e outros problemas de saúde. No Brasil, como em outros países em desenvolvimento, aproximadamente 30,0% dos jovens são classificados como sobrepeso ou obesos⁽¹⁾. O sobrepeso é considerado um dos principais fatores de risco para doenças cardíacas. O processo de aterosclerose sofre influência, sobretudo, da obesidade, sendo considerado o mecanismo etiopatológico básico envolvido nas doenças cardiovasculares⁽²⁾.

A prevalência do sobrepeso e da obesidade entre os brasileiros, com destaque para o acentuado incremento na adolescência, chama atenção por ser esse um dos períodos críticos da vida para o início ou a persistência da obesidade e suas complicações, como a resistência à insulina, que está entre as principais desordens metabólicas⁽³⁾.

A resistência à insulina é definida como resposta diminuída às ações biológicas da insulina, anormalidade que ocorre principalmente em razão de ação inadequada da insulina nos tecidos periféricos, como tecido adiposo, muscular e hepático. Está associada ao excesso de gordura corporal e alterações metabólicas, como diabetes, dislipidemias, hipertensão arterial, que, em conjunto, constituem a síndrome metabólica⁽³⁾.

Diagnosticar a resistência à insulina não é fácil, devido à inexistência de um único método capaz de estimar o grau de sensibilidade individual à insulina. Dentre os diferentes métodos encontram-se os diretos, que procuram analisar os efeitos de uma quantidade pré-determinada de insulina administrada (teste de tolerância à insulina, teste de supressão da insulina e clampeamento), e os indiretos, que avaliam o efeito da insulina endógena (insulinemia de jejum, HOMA-IR

(*Homeostasis Model Assessment-insulin Resistance*) e o teste de tolerância oral à glicose)⁽⁴⁾.

É importante diagnosticar a resistência à insulina para que haja uma comparação em relação ao perfil metabólico e clínico, já que a Organização Mundial de Saúde requer a avaliação da resistência à insulina ou do distúrbio do metabolismo da glicose, como umas das alterações que muda os diferentes critérios diagnósticos da síndrome metabólica, sendo seu diagnóstico de relevância na avaliação da presença de alterações metabólicas.

Nesta perspectiva, este estudo teve como objetivo investigar o perfil clínico e metabólico e sua relação com resistência à insulina entre escolares.

Métodos

Estudo é do tipo transversal, foi realizado em oito escolas de ensino fundamental e médio privadas, da zona urbana do município de Picos-PI, que possuem séries/anos que se destinam à faixa etária em estudo (10 a 19 anos de idade) e que aceitaram participar do estudo concedendo autorização institucional, no período compreendido entre março a dezembro de 2015.

A população foi composta por todos os adolescentes de 10 a 19 anos regularmente matriculados nas escolas particulares da zona urbana de Picos. Para o cálculo do tamanho da amostra, utilizou-se a fórmula para estudos transversais com população finita⁽⁵⁾: $n = \frac{Z\alpha^2 * P * Q * N}{(Z\alpha^2 * P * Q) + (N - 1) * E^2}$. Onde: n=tamanho da amostra; $Z\alpha$ = coeficiente de confiança; N=tamanho da população; E=erro amostral absoluto; Q=porcentagem complementar (100-P); P=proporção de ocorrência do fenômeno em estudo.

Foram considerados como parâmetros o coeficiente de confiança de 95% (1,96), o erro amostral de 5,0% e população de 2250 adolescentes (10 a 19 anos) (N=2250), regularmente matriculados nas escolas da zona urbana. A prevalência considerada foi a menor prevalência esperada dentre as variáveis escolhidas para estudo (7,0%) para hipertensão arterial⁽⁶⁾

($p=0,07$). A partir da aplicação da fórmula encontrou-se um total de amostra de 186 participantes.

Para coleta de dados, foi utilizado um formulário adaptado de um estudo que identificou a ocorrência simultânea de fatores de risco cardiovascular e síndrome metabólica em amostra representativa de crianças e adolescentes, domiciliadas na cidade de Vitória e investigou os fatores socioeconômicos associados⁽⁷⁾. O formulário contém informações sobre identificação, antropometria, medidas hemodinâmicas, perfil lipídico e glicídico. Este formulário foi preenchido com o adolescente.

Para participar os adolescentes atenderam os critérios de inclusão: ter idade entre 10 a 19 anos. A amostra foi selecionada de forma aleatória simples entre todos os adolescentes que preencheram os critérios de elegibilidade nas instituições escolares selecionadas para o estudo. Estas nos disponibilizaram as listas de alunos matriculados. Foi feito um sorteio por meio do aplicativo *True Random Generator*.

Foram consideradas variáveis clínicas: índice de massa corporal, circunferência da cintura e do pescoço, índice de conicidade, pressão arterial sistólica, diastólica e média. As variáveis metabólicas foram: triglicerídeos, glicemia, colesterol total, HDL (*high-density lipoprotein*) colesterol e LDL-c *low-density lipoprotein cholesterol*, insulina e índice HOMA-IR.

O peso foi obtido por meio de balança do tipo plataforma da marca Filizola (Filizola, São Paulo, Brasil), colocada em superfície lisa, com capacidade para até 150kg e precisão de 100g. Os indivíduos estavam descalços e com roupas leves, posicionados no centro da balança, no plano vertical. A estatura foi aferida em posição ereta, pés descalços e unidos em paralelo, utilizando-se como instrumento um estadiômetro com resolução de 1mm.

Para a classificação do estado nutricional dos adolescentes foi utilizado o escore-z de índice de massa corporal⁽⁸⁾. A circunferência da cintura foi mensurada com o indivíduo em posição vertical, no ponto médio entre a margem inferior da última costela e a borda superior da crista ilíaca, no plano horizontal,

com fita métrica inextensível graduada em milímetros.

O cálculo do índice de conicidade⁽⁹⁾ foi feito conforme a seguinte equação:

$$\text{Índice de Conicidade} = \frac{\text{Circunferência da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\text{peso corporal (kg)}/\text{estatura (m)}}$$

A pressão arterial foi verificada pelo método auscultatório clássico com aparelho validado para a pesquisa. A verificação da pressão arterial⁽¹⁰⁾ seguiu os procedimentos recomendados nas VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Foram utilizados manguitos de tamanho apropriado à circunferência dos braços dos adolescentes e foi desenvolvido um protocolo para verificação da pressão arterial que considerou as médias de duas medidas de pressão arterial sistólica e diastólica aferidas no adolescente, após 5 minutos de descanso. No caso de a diferença entre a 1ª e a 2ª medidas da pressão arterial sistólica ou pressão arterial diastólica ser maior que 5mmHg foi realizada uma 3ª medida e considerada a média entre a 2ª e a 3ª medidas da pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica⁽⁸⁾. Para a classificação da pressão arterial foram consideradas as curvas para determinação do percentil da estatura da criança/adolescente de acordo com a idade e o sexo, segundo o *National High Blood Pressure Education Program* dos Estados Unidos e a tabela de percentil da pressão arterial⁽¹⁰⁾. A pressão arterial média foi determinada pela seguinte fórmula: pressão arterial média = pressão arterial sistólica + (pressão arterial diastólica x 2) / 3⁽¹¹⁾.

Os exames laboratoriais foram todos realizados no laboratório contratado para esse fim e incluíram dosagem sérica de colesterol total e frações, triglicerídeos, insulina e glicemia de jejum. As amostras de sangue foram coletadas por meio de punção venosa, após jejum de 12 horas. A coleta foi realizada em tubo a vácuo contendo gel separador sem anticoagulante. Após a coleta o sangue foi centrifugado por 10 minutos a 3.000 rpm para separar o soro dos demais componentes, e este foi utilizado para efetuar as análises.

Os níveis de colesterol total, triglicerídeos, HDL-colesterol e glicose foram determinados utilizando kit calorimétrico enzimático processado no aparelho Autohumalyzer A5, (Human GMBH, Kaiserlautern, Alemanha). A insulina foi determinada em equipamento ACS-180 Automated Chemiluminescence System (Ciba Corning, Diagnostics Corp; Medifield, EUA) e os níveis de LDL-colesterol foram calculados por meio de equação já consolidada⁽¹²⁾ Os resultados foram comparados com os valores de referência para a infância e adolescência⁽¹³⁾ da V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose.

O índice HOMA-IR foi utilizado para avaliar a resistência à insulina, tendo sido obtido com o cálculo do produto da insulina plasmática de jejum (U/mL) e da glicemia de jejum (mmol/L) dividido por 22,5. O ponto de corte utilizado foi maior ou igual a 3,43 para ambos os sexos⁽¹⁴⁾.

Os dados foram digitados em planilhas Excel 2010 (Microsoft, Washington, EUA) e analisados no programa *Statistical Package for the Social Sciences 20.0 International Business Machines Company*, New York, EUA). As variáveis contínuas foram testadas quanto à normalidade da distribuição pelo teste de Kolmogorov Smirnov. As diferenças para estas variáveis foram analisadas pelo Mann-Whitney, de acordo com a distribuição. As variáveis categóricas foram avaliadas pelo teste Qui-quadrado (com correção pelo teste exato de Fisher). Para avaliação da resistência à insulina e a sua relação com as variáveis clínicas e metabólicas, o índice HOMA-IR foi distribuído em quartis e as diferenças entre os valores destas variáveis foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis, de acordo com a distribuição. Para comparação dos quartis do índice HOMA-IR em pares, foi utilizado o Teste de Dunn. Para todas as análises considerou-se significância estatística o valor de p menor que 0,05.

O estudo respeitou as exigências formais contidas nas normas nacionais e internacionais regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

Resultados

Foram incluídos no estudo 186 adolescentes de ambos os sexos. Observou-se, de acordo com a Tabela 1, prevalência de adolescentes do sexo feminino e com idade entre 15 a 19 anos. Embora a maioria estivesse eutrófica, 19,4% e 6,5% encontravam-se com excesso de peso e obesidade, respectivamente. A prevalência de resistência à insulina foi de 42,5%.

Tabela 1 - Características clínicas e prevalência de resistência à insulina entre os adolescentes

Variáveis	n(%)
Sexo	
Masculino	71 (38,2)
Feminino	115 (61,8)
Idade (anos)	
10-14	79 (42,5)
15-19	107 (57,5)
Estado nutricional	
Magreza extrema	2 (1,1)
Magreza	6 (3,2)
Eutrofia	130 (69,9)
Excesso de peso	36 (19,4)
Obesidade	12 (6,5)
Resistência à insulina	
Sim	79 (42,5)
Não	107 (57,5)

De acordo com a Tabela 2, observou-se uma correlação negativa entre: índice de massa corporal e HDL-colesterol; circunferência da cintura e colesterol total e HDL-colesterol; circunferência do pescoço e colesterol total e HDL-colesterol ($p < 0,05$). A pressão arterial sistólica e pressão arterial média também apresentaram correlação negativa com colesterol total e LDL-colesterol ($p < 0,05$). O índice de massa corporal, circunferência da cintura e circunferência do pescoço apresentaram correlação positiva com a insulina e o índice HOMA-IR.

Tabela 2 - Correlação entre as características clínicas e metabólicas dos adolescentes pesquisados

Variáveis [†]	Triglicerídeos	Glicemia	Colesterol total	HDL-colesterol	LDL-colesterol	Insulina	HOMA-IR
Índice de massa corporal	-0,024	-0,183*	-0,032	-0,201*	0,015	0,103	0,069
Circunferência da cintura	0,031	-0,167*	-0,153*	-0,329*	-0,092	0,097	0,072
Circunferência do pescoço	0,026	-0,116	-0,137	-0,264*	-0,075	0,075	0,057
Índice de conicidade	0,126	0,083	-0,167*	-0,291*	-0,149*	0,034	0,054
Pressão arterial sistólica	-0,040	0,013	-0,197*	-0,073	-0,184*	0,062	0,062
Pressão arterial diastólica	-0,015	0,015	-0,148*	-0,100	-0,145*	0,097	0,099
Pressão arterial média	-0,039	0,029	-0,194*	-0,093	-0,186*	0,105	0,107

[†]Correlação Rho de Spearman. *p<0,05. HOMA-IR = Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance

Na Tabela 3, observamos que os indivíduos resistentes à insulina apresentaram valores médios menores de LDL-colesterol (93,50mg/dL (34,80-171,20) vs. 8 mg/dL (30,00-158,00) (p=0,002)) e maiores de insulina (6,20mcU/dL (1,30-18,00) vs. 25mcU/dL (11,70-89,80) (p=0,000)) quando comparados aos adolescentes que não tinham resistência à insulina. As demais variáveis não apresentaram relação estatisticamente significativa com a resistência à insulina (p>0,05).

Na distribuição das variáveis clínicas e metabólicas dos adolescentes, segundo os quartis do HOMA-IR, observou-se também o aumento das medianas de pressão arterial sistólica (p=0,023), glicemia

(p=0,009), aumento da insulina (p<0,001) à medida que os valores do HOMA-IR elevavam, com exceção dos níveis de LDL-colesterol (p=0,024), que diminuíram (Tabela 4).

Quando comparados os grupos de quartis dois a dois, observou-se diferença das medianas de pressão arterial sistólica entre o 1º e 2º quartis (p=0,017) e diferença das medianas de glicemia entre o 4º e 2º quartis (p=0,032). Todos os grupos de insulina diferiram entre si, elevando os valores de mediana à medida que os valores do HOMA-IR elevavam (p<0,001). Os níveis de LDL-colesterol não diferiram entre si, quando comparados dois a dois (p>0,05).

Tabela 3 - Variáveis clínicas e metabólicas de crianças e adolescentes, segundo ausência/presença de resistência à insulina

Variáveis [‡]	Resistência à insulina		p [†]
	Ausente	Presente	
Índice de massa corporal	20,38 (12,65-33,27)	20,65 (14,94-31,28)	0,641
Circunferência da cintura	68,00 (23,70-87,50)	70,30 (53,70-92,50)	0,277
Circunferência do pescoço	31,00 (10,40-40,00)	31,20 (23,00-40,60)	0,408
Índice de conicidade	11,06 (4,09-13,48)	11,18 (10,13-12,77)	0,344
Pressão arterial sistólica	110,00 (90,00-134,00)	108,00 (90,00-140,00)	0,985
Pressão arterial diastólica	70,00 (50,00-92,00)	70,00 (50,00-94,00)	0,293
Pressão arterial média	83,33 (63,33-100,66)	82,00 (67,33-101,00)	0,421
Triglicerídeos	66,70 (31,40-258,60)	78,00 (33,00-342,90)	0,088
Glicemia	73,40 (53,80-93,30)	72,30 (51,90-118,70)	0,396
Colesterol total	156,30 (100,00-231,90)	147,60 (85,00-238,60)	0,074
HDL-colesterol	47,30 (30,70-74,70)	49,00 (30,80-68,90)	0,223
LDL-colesterol	93,50 (34,80-171,20)	82,00 (30,00-158,00)	0,002*
Insulina	6,20 (1,30-18,00)	25,00 (11,70-89,80)	0,000*

[‡]Valores expressos em mediana (Vmín-Vmáx). [†]Teste de Mann-Whitney. *p<0,05

Tabela 4 - Perfil clínico e metabólico dos adolescentes pesquisados, segundo os quartis do índice HOMA-IR

Variáveis [‡]	Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance				p [†]
	≤ 1,028	1,029-1,879	1,880-3,857	≥ 3,858	
Índice de massa corporal	19,73 (15,01-31,27)	20,29 (12,65-27,65)	20,82 (13,43-33,27)	20,60 (14,94-28,93)	0,551
Circunferência da cintura	67,20 (23,70-85,70)	69,50 (26,80-87,50)	69,70 (26,00-92,50)	71,12 (53,70-90,50)	0,637
Índice de conicidade	11,06 (4,62-12,18)	11,16 (4,39-12,43)	11,06 (4,09-13,48)	11,17 (10,16-12,50)	0,547
Circunferência do pescoço	31,00 (10,40-38,50)	31,00 (11,10-40,00)	31,00 (12,00-40,60)	31,85 (23,00-36,90)	0,820
Pressão arterial sistólica	104,00 (90-124)	112,00 (90-134)	110,00 (90-126)	107,50 (92-140)	0,023*
Pressão arterial diastólica	68,00 (50-84)	68,00 (50-92)	70,00 (58-90)	68,50 (50-94)	0,108
Pressão arterial média	80,66 (70,00-92,66)	84,66 (63,33-100,66)	85,33 (70,00-100,66)	81,83 (67,33-101,00)	0,073
Triglicerídeos	65,10 (31,40-119,50)	68,60 (35,10-258,60)	78,00 (35,10-253,50)	76,30 (33,00-342,90)	0,123
Glicemia	70,10 (53,80-93,30)	74,50 (60,00-92,10)	75,90 (54,00-94,40)	71,20 (51,90-11870)	0,009*
Colesterol total	152,10 (100,60-227,30)	161,10 (105,90-231,90)	150,40 (100-210,90)	144,40 (85-238,60)	0,197
HDL-colesterol	47,40 (33,90-65,10)	46,30 (30,70-74,70)	48,00 (31,80-68,90)	50,00 (30,80-66,00)	0,227
LDL-colesterol	90,20 (34,80-167,50)	97,20 (36-171,20)	86,10 (42-131,40)	77,10 (30-158)	0,024*
Insulina	4,5 (1,3-6,4)	7,7 (5,7-10,9)	14,0 (9,1-22)	31,8 (19,7-89,8)	0,000*

‡Valores expressos em mediana (V_{mín}-V_{máx}). †Teste de Kruskal-Wallis. *p<0,05

Discussão

Traçado o perfil socioeconômico dos adolescentes, observou-se que a maioria dos pesquisados é do sexo feminino 61,8%, corrobora com outra pesquisa onde o sexo feminino também foi maioria (51,8%) e nesse estudo puderam observar que as maiores inadequações de colesterol total, triglicerídeos, de excesso de gordura corporal, de resistência à insulina e de insulina alterada foram no sexo feminino⁽²⁾. Sabe-se que no sexo feminino os depósitos de gordura visceral se associam mais fortemente a um perfil metabólico adverso, pois comparativamente aos homens, apresentam maior mobilização de ácidos graxos provenientes da gordura visceral e maior tendência ao acúmulo de gordura ectópica⁽¹⁵⁾.

Com relação ao excesso de peso e obesidade respectivamente foram de 19,4% e 6,5%, mostrando que há uma prevalência dessa comorbidade na população estudada. Em uma pesquisa temporal avaliando a variação em doze anos nas prevalências de excesso de peso e obesidade em adolescentes realizado no Sul do país mostra que há um grande incremento na prevalência de excesso de peso nos estudantes (43,0%,

p=0,009), passando de 21,5% em 2000, para 30,7% em 2012. Para a obesidade, a taxa de ganho foi ainda maior (93,0%, p=0,01), já que a prevalência praticamente dobrou de um ano para o outro, passando de 5,0% em 2000 para 9,7% em 2012⁽¹⁶⁾.

O sobrepeso vem se agravando nessa idade apesar de suas causas serem passíveis de prevenção, no entanto, é o agravo em maior evolução no mundo. No Brasil, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar, o sobrepeso está presente em 16% dos adolescentes entre 13 e 15 anos e a obesidade, em 7,2%⁽¹⁷⁾.

Como uma das complicações da obesidade aparece a resistência à insulina, que nesse estudo foi de 42,5% sendo muito semelhante à literatura que apresentou percentuais expressivos de alterações clínicas e metabólicas, sendo a hiperinsulinemia a maior (42,3%)⁽³⁾. Outra pesquisa mostrou diferentes prevalências com diferentes métodos, em relação resistência à insulina, definida pelos três critérios propostos, o índice HOMA-IR detectou 67,9% dos pacientes; de acordo com o critério clínico proposto⁽⁹⁾ 57,1 % apresentaram a condição e 43,4%

dos indivíduos foram classificados através do critério razão glicose-insulina⁽¹⁵⁾.

Os resultados encontrados no presente estudo indicam a existência de uma forte associação entre o índice HOMA-IR e o baixo HDL-colesterol. Já que as prevalências de alterações na insulina de jejum e nas frações lipídicas HDL-colesterol e LDL-colesterol são relevantes, uma vez que estudos têm demonstrado que a hiperinsulinemia é fator de risco independente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares por potencializar o surgimento de dislipidemia. Nessa situação ocorre diminuição da capacidade da insulina de estimular a utilização da glicose pelo músculo e pelo tecido adiposo, gerando prejuízos à supressão da lipólise, condição que eleva a circulação de ácidos graxos livres e altera ainda mais o transporte de glicose para os tecidos-alvo, inibindo a ação da insulina⁽⁴⁾.

Quando se analisou as variáveis clínicas e metabólicas, todas obtiveram correlação negativa com o HDL-colesterol, confirmando que níveis aumentados de HDL-colesterol diminuem o risco relativo para doenças cardiovasculares, pela habilidade deste realizar o transporte reverso do colesterol e prevenir a oxidação e agregação das partículas de LDL-colesterol na parede arterial, diminuindo o potencial aterogênico desta lipoproteína⁽¹⁸⁾.

Além da correlação com o HDL-colesterol, a pressão arterial sistólica e a glicemia obtiveram aumento das medianas no segundo e terceiro quartis, e houve aumento da insulina à medida que os valores HOMA-IR elevaram, demonstrando que os componentes da síndrome metabólica (pressão arterial sistólica, glicemia, insulina e HDL-colesterol) estão intimamente ligados a resistência à insulina. Esses resultados são sustentados por pesquisas que demonstram a relação entre variáveis associadas ao excesso de peso e/ou de gordura corporal e a resistência à insulina e síndrome metabólica, em adolescentes⁽¹⁹⁾.

Conclusão

De acordo com os resultados deste estudo, pode-se concluir que resistência à insulina está presente em adolescentes, e que esta condição associa-se a alterações clínicas e metabólicas. Portanto, o nível de resistência a insulina deve ser monitorado em todos os adolescentes, em especial os com excesso de peso e/ou de gordura corporal, pois parece que, quanto maiores os níveis de *Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance*, maior a frequência de fatores de risco cardiovascular, o que justifica a inclusão da resistência à insulina como componente da síndrome metabólica.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí, pelo financiamento da pesquisa por meio do edital FAPEPI/SESAPI/MS/CNPq, Processo nº 03/2013.

Colaborações

Leal JDV, Moura TNB, Silva ARV e Sousa AF contribuíram na aprovação final da versão a ser publicada e na redação do artigo. Carvalho VN contribuiu na concepção do projeto e análise dos dados. Lima LHO contribuiu na concepção do projeto, análise dos dados, redação e aprovação final do artigo e revisão crítica relevante do conteúdo intelectual.

Referências

1. Burgos MS, Reuter CP, Possuelo LG, Valim ARM, Renner JDP, Tornquist L, et al. Parâmetros de obesidade como preditores de desenvolvimento precoce de fatores de risco cardiometabólicos. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2015; 20(8):2381-8.
2. Staiano AE, Gupta AK, Katzmarzyk PT. Cardiometabolic risk factors and fat distribution in children and adolescents. *J Pediatr*. 2014; 164(3):560-5.

3. Faria ER, Faria FR, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Sant'Ana LFR, Novaes JF, et al. Resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica, análise por sexo e por fase da adolescência. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2014; 58(6):610-8.
4. Romualdo MCS, Nóbrega FJ, Escrivão MAMS. Resistência à insulina em crianças e adolescentes obesos. *J Pediatr.* 2014; 90(6):600-7.
5. Luiz RR, Magnanini MMF. O tamanho da amostra em investigações epidemiológicas. In: Medronho AR, Carvalho DM, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, organizadores. *Epidemiologia.* São Paulo: Atheneu; 2011. p. 415-27.
6. Silva MAM, Rivera IR, Ferraz MRMT, Pinheiro AJT, Carvalho ACC, Alves SW, et al. Prevalência de fatores de risco cardiovascular em crianças e adolescentes da rede de ensino da cidade de Maceió. *Arq Bras Cardiol.* 2005; 84 (5):387-92.
7. Molina MCB, Faria CP, Montero MP, Cade NV, Mill JG. Fatores de risco cardiovascular em crianças de 7 a 10 anos de área urbana, Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2010; 26(5):909-17.
8. World Health Organization. WHO child growth standards - methods and development: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Geneva: WHO; 2006.
9. Carneiro IBP, Sampaio HAC, Carioca AAF, Pinto FJM, Damasceno NRT. Antigos e novos indicadores antropométricos como preditores de resistência à insulina em adolescentes. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2014; 58(8):838-43.
10. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95(supl 1):1-51.
11. Villa JKD, Silva AR, Santos TSS, Ribeiro AQ, Sant'Ana LFR. Risco de síndrome metabólica em crianças: uso de um escore único. *Rev Paul Pediatr.* 2015; 33(2):187-93.
12. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 1972; 18:499-502.
13. Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol.* 2013; 101(supl 1):1-20.
14. García CB, García LC, Jiménez LC, González VA, Calvo RC, Alcázar VMJ, et al. The HOMA and QUICKI indexes, and insulin and C-peptide levels in healthy children. Cut off points to identify metabolic syndrome in healthy children. *An Pediatr (Barc).* 2007; 66:481-90.
15. Marcadenti A, Oliveira VG, Bertoni VM, Wittke E, Dourado LP, Souza RB, et al. Resistência à insulina e indicadores antropométricos em pacientes com síndrome coronariana aguda. *Rev Bras Cardiol.* 2013;26(4):259-66.
16. Xavier MO, Bielemann RM, Maciel FV, Neutzling MB, Gigante PD. Variação temporal no excesso de peso e obesidade em adolescentes de escola privada do Sul do Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2014; 19(1):74-85.
17. Ministério da Saúde (BR). Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PENSE). Rio de Janeiro: IBGE; 2009.
18. Ramos AT, Carvalho DF, Gonzaga NC, Cardoso AS, Noronha JAF, Cardoso MAA. Perfil lipídico em crianças e adolescentes com excesso de peso. *Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum.* 2011; 21(3):780-8.
19. Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Lamounier JA, Peluzio MCG, Franceschini SCC, et al. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Cardiol Young.* 2012(2);162-9.