

Avaliação do perfil de biomarcadores sanguíneos em adolescentes classificados pelo índice de massa corporal e percentual de gordura corporal

Assessment of blood biomarkers in adolescents classified by body mass index and body fat percentage

Evaluación del perfil de biomarcadores sanguíneos en adolescentes clasificados por el índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal

Maylla Luanna Barbosa Martins Bragança ¹
Bianca Rodrigues de Oliveira ¹
Jéssica Magalhães Fonseca ¹
Mônica Araújo Batalha ¹
Eduarda Gomes Boga ¹
Carla Cristine Nascimento da Silva Coelho ¹
Gilberto Kac ²
Antônio Augusto Moura da Silva ¹

doi: 10.1590/0102-311X00084719

Resumo

O objetivo do trabalho foi comparar biomarcadores em grupos de adolescentes classificados simultaneamente pelo índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura corporal, mensurados por meio da pletismografia por deslocamento de ar. Estudo transversal com 533 adolescentes de 18 e 19 anos de São Luís, Maranhão, Brasil. O IMC foi classificado em adequado ($< 25\text{kg/m}^2$) e excesso de peso ($\geq 25\text{kg/m}^2$). Definiu-se percentual de gordura corporal elevado $\geq 25\%$ para o sexo masculino e \geq o feminino. Os adolescentes foram classificados em quatro grupos: “eutrófico” (IMC e percentual de gordura corporal adequados), “obeso de peso normal” (IMC adequado com percentual de gordura corporal elevado), “excesso de peso com percentual de gordura corporal adequado” e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado”. As meninas registraram maiores valores de “obesidade de peso normal” (15,6%) e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado” (17,1%). Os adolescentes “obesos de peso normal” apresentaram maiores médias para colesterol total (172,5mg/dL) e LDL-colesterol (103,5mg/dL). Aqueles com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” registraram a menor média para HDL-colesterol (43,2mg/dL) em relação aos outros grupos; maior média para interleucina-6 (2,7pg/mL) em relação aos “eutróficos” e “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado”; e maiores medianas para triglicerídeos (114,0mg/dL) e proteína C reativa (0,14mg/mL) em relação aos “eutróficos” e “obesos de peso normal”. Os com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” apresentaram proteína C reativa igual aos com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado”. A avaliação do estado nutricional pelo IMC é limitada, pois 6,8% dos adolescentes registraram percentual de gordura corporal elevado apesar do IMC normal, além disto, os “obesos de peso normal” apresentaram dois biomarcadores piores que os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado”.

Índice de Massa Corporal; Adiposidade; Biomarcadores; Interleucina-6

Correspondência

M. L. B. M. Bragança
Universidade Federal do Maranhão.
Rua Barão de Itapary 155, São Luís, MA 65020-070, Brasil.
mayllabmartins@gmail.com

¹ Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.



Introdução

O índice de massa corporal (IMC) tem sido o indicador mais utilizado para a avaliação do estado nutricional e se estabeleceu como base para a classificação da obesidade, definida pela adiposidade excessiva. Embora o IMC seja capaz de identificar o excesso de peso corporal, o mesmo não consegue distinguir a massa de gordura da massa livre de gordura. Portanto, há uma subestimação significativa da prevalência da obesidade avaliada por esse índice ¹.

Devido a essa limitação, indivíduos com IMC adequado podem apresentar percentual de gordura corporal elevado, os chamados obesos de peso de normal ². Assim, tem sido observada prevalência significativa de indivíduos mal classificados como saudáveis simplesmente pelo fato de terem um IMC dentro da faixa de normalidade, tornando elevado o percentual de falsos negativos. Da mesma forma, indivíduos com massa magra preservada ou aumentada e adiposidade adequada, podem ser mal classificados na categoria de excesso de peso segundo o IMC, embora este percentual de falsos positivos seja baixo ³.

Estudos têm relatado associação entre percentual de gordura corporal elevado e risco aumentado de dislipidemias, diabetes, síndrome metabólica e mortalidade por doenças cardiovasculares, mesmo em indivíduos que apresentam IMC adequado ^{3,4}. Serrano et al. ⁵ observaram que adolescentes do sexo feminino com obesidade de peso normal medido por impedância bioelétrica apresentaram alterações na pressão arterial, fração lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol) de modo semelhante aos adolescentes com excesso de peso.

Além disso, indivíduos com percentual de gordura corporal elevado podem apresentar maior produção e secreção de citocinas pró-inflamatórias, tais como as interleucina-6 e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), condição associada com o aparecimento de doenças cardiovasculares, resistência à insulina e processos ateroscleróticos. Assim, taxas elevadas dessas citocinas podem ser consideradas indicadores de risco cardiovascular e de síndrome metabólica em obesos de peso normal ².

Para haver maior validade no diagnóstico nutricional torna-se necessária a utilização de biomarcadores, assim como de métodos capazes de estimar a composição corporal de forma mais válida ⁵. Dentre os métodos disponíveis, a pletismografia por deslocamento de ar (ADP) apresenta validade para diferentes populações, e sua estimativa de composição corporal não difere da determinada pela pesagem hidrostática que é considerada o padrão-ouro ⁶. Dessa forma, o presente estudo visa a comparar biomarcadores em quatro grupos de adolescentes da *Coorte RPS* em São Luís, Maranhão, Brasil, classificados simultaneamente pelo IMC e percentual de gordura corporal elevado avaliado pela ADP.

Métodos

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal que tem como fonte de dados uma coorte de nascimentos realizada em São Luís, intitulada *Determinantes ao Longo do Ciclo Vital da Obesidade, Precursores de Doenças Crônicas, Capital Humano e Saúde Mental: Uma Contribuição das Coortes de Nascimento de São Luís para o SUS*. Esse estudo compõe o Consórcio RPS, e há outros trabalhos realizados em Ribeirão Preto (São Paulo) e Pelotas (Rio Grande do Sul).

A coorte de nascimentos de São Luís incluiu recém-nascidos vivos de parto hospitalar de mães residentes no município, nascidos entre março de 1997 e fevereiro de 1998. Os participantes dessa coorte foram avaliados em três fases da vida: ao nascimento, na infância (7 a 9 anos) e na adolescência (18 e 19 anos). Para este trabalho foram usados os dados da terceira fase.

Participantes

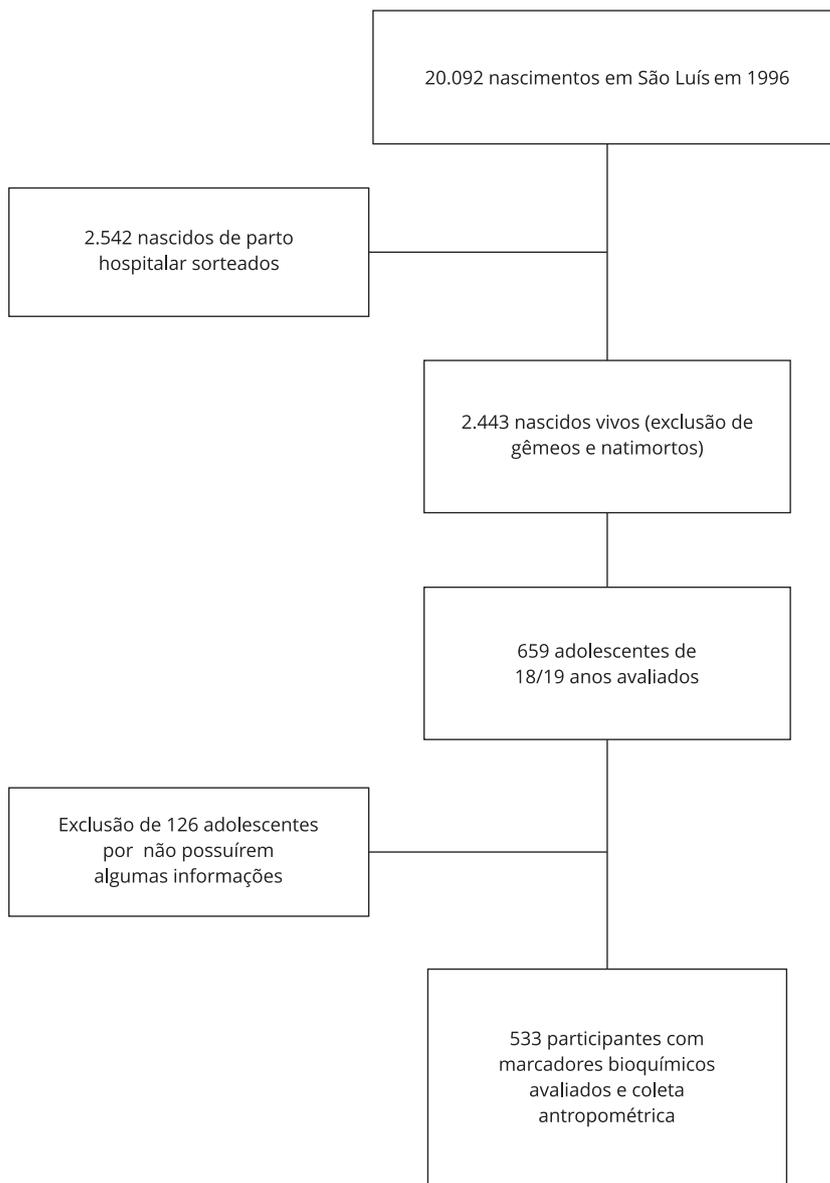
A coorte de nascimentos foi conduzida em dez hospitais públicos e privados que forneciam assistência ao parto. Utilizou-se amostragem sistemática com estratificação proporcional ao número de nascimentos em cada hospital. Foram recrutados um em cada sete partos em cada unidade hospitalar, contemplando nessa fase da coorte 2.542 nascidos. A população-alvo contemplou 96,3% de todos os

partos ocorridos em São Luís, que no ano de 1996 foi de 20.092 nascimentos. Com a exclusão de nascimentos múltiplos e natimortos, a amostra final dessa primeira fase totalizou 2.443 nascidos vivos ⁷.

Para a terceira fase da coorte, a localização dos participantes foi realizada por buscas em matrículas escolares e de universidades, nos endereços e contatos telefônicos anotados na primeira e segunda fases da coorte, nos registros de alistamento militar para os rapazes e nas mídias sociais. Um total de 659 adolescentes foi identificado e aceitou participar desse momento, comparecendo para a coleta de dados. Para este trabalho foram considerados os dados de 533 participantes, pois 106 deles não tiveram os biomarcadores avaliados e 20 não tinham informação para a antropometria (Figura 1).

Figura 1

Fluxograma amostral da coorte de nascimento *Determinantes ao Longo do Ciclo Vital da Obesidade, Precusores de Doenças Crônicas, Capital Humano e Saúde Mental: Uma Contribuição das Coortes de Nascimento de São Luís para o SUS.*



Coleta de dados e variáveis estudadas

A coleta de dados foi realizada por profissionais da área da saúde treinados. As informações foram registradas no programa *on-line* Research Electronic Data Capture (REDCap. <https://www.project-redcap.org/>)⁸. As variáveis sexo (masculino e feminino) e idade (anos) foram coletadas por meio de questionário.

Foram realizadas avaliações antropométricas e de composição corporal. A altura dos adolescentes foi obtida em centímetros usando-se estadiômetro de marca Altorexata (Belo Horizonte, Brasil). A massa corporal total foi obtida em quilogramas valendo-se de uma balança de marca Filizola (São Paulo, Brasil). O IMC foi calculado pelo peso em quilograma dividido pela altura em metros ao quadrado, sendo classificado em adequado e excesso de peso (sobrepeso e obesidade), segundo o critério da Organização Mundial da Saúde ($\geq 25\text{kg/m}^2$)⁹. A circunferência da cintura (em centímetros) foi obtida por meio do Dimensional Photonic Scanner (3DPS – ([TC]² Labs, Cary, Estados Unidos), que obtém imagem tridimensional do corpo.

O percentual de gordura corporal dos adolescentes foi avaliado pelo método de pletismografia por deslocamento de ar, usando-se o aparelho Bod Pod Gold Standard da marca COSMED (Roma, Itália). Com base no volume corporal mensurado pelo pletismógrafo e da massa corporal, o aparelho calculava a densidade corporal, que foi utilizada na equação de Siri para determinar a massa de gordura dos adolescentes¹⁰. Os adolescentes usaram touca para comprimir os cabelos, roupa leve e justa no corpo para minimizar erro potencial devido ao ar isotérmico que pode ficar preso na roupa e cabelo. Eles ficavam descalços, sem brincos, anéis, próteses dentárias e outros tipos de materiais metálicos. O aparelho era calibrado diariamente com um volume conhecido de 50 litros. O percentual de gordura corporal foi classificado segundo o critério de Williams¹¹ em: normal (< 25% para o sexo masculino e < 30% para o feminino) e alto ($\geq 25\%$ para o sexo masculino e $\geq 30\%$ para o feminino).

A massa muscular (em quilograma) foi mensurada pelo aparelho de densitometria por dupla emissão de raios-X (DEXA), baseado em enCORE e de modelo Lunar Prodigy da marca GE Healthcare (Chicago, Estados Unidos).

O nível de atividade física foi aferido por meio do *Inquérito de Atividade Física Recordatório de 24 Horas*, elaborado baseando-se em uma adaptação do *Self Administered Physical Activity Checklist* (SAPAC)¹². O nível de atividade física foi obtido pelo cálculo do número de equivalentes metabólicos de tarefas (MET) por semana, o tempo gasto com cada atividade foi multiplicado pelo MET da atividade e pelo número de dias que o adolescente praticou aquela atividade. Os METs para cada atividade foram consultados no *Compendium of Physical Activities* (CAF)¹³. Para a classificação do nível de atividade física utilizaram-se os pontos de corte do *International Physical Activity Questionnaires* (IPAC) em MET/semana em: sedentário (0), baixo (1 a < 600), moderado (600 a < 3.000) e alto (≥ 3.000)¹⁴.

Amostras de 40mL de sangue foram coletadas da veia cubital de forma asséptica por técnico com experiência neste procedimento. Esse material foi mantido em congelador a temperaturas adequadas para cada tipo de análise (-20 ou -80°C) até a realização do exame. Com base na análise do sangue foram mensurados: interferon gama (IFN- γ) em pg/mL, Interleucina-4 em (IL-4) pg/mL, interleucina-17 (IL-17) em pg/mL, *vascular endothelial growth factor* (VEGF) em pg/mL, proteína C reativa (PCR) em ng/mL, interleucina-6 (IL-6) em pg/mL, *hepatocyte growth factor* (HGF) em pg/mL, fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) em pg/mL e *T cell expressed and secreted* (RANTES) em pg/mL. Esses biomarcadores foram analisados por meio do Milliplex MAP Human Cytokine Kit, fabricado pela Merck (Darmestádio, Alemanha) (Tabela 1).

Foi definida uma classificação em quatro grupos utilizando simultaneamente IMC e percentual de gordura corporal: “eutrófico” (IMC e percentual de gordura corporal adequados), “obeso de peso normal” (IMC adequado com percentual de gordura corporal elevado), “excesso de peso com percentual de gordura corporal adequado” e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado”.

Análise estatística

Os dados foram analisados no programa estatístico Stata versão 14.0 (<https://www.stata.com>). As variáveis categóricas foram descritas por meio de frequências absolutas e relativas. Realizou-se teste do qui-quadrado para verificar se houve diferença entre as frequências dos grupos, sexo e nível de

Tabela 1

Coefficientes de variabilidade intra e interensaio dos biomarcadores avaliados pelo Milliplex MAP Human Cytokine Kit.

Biomarcadores	Coefficiente de variabilidade intraensaio	Coefficiente de variabilidade interensaio
Interleucina-6 (pg/mL)	10,3	2,7
TNF- α (pg/mL)	85,0	20,0
PCR (ng/mL)	16,2	3,9
Interleucina 17 (pg/mL)	21,2	3,7
HGF (pg/mL)	33,8	22,2
VEGF (pg/mL)	11,7	20,5
IFN- γ (pg/mL)	35,1	3,9
RANTES (pg/mL)	1,6	4,5
Interleucina-4 (pg/mL)	27,1	22,4

TNF- α : fator de necrose tumoral alfa; IFN- γ : Interferon gama; HGF: *hepatocyte growth factor*; PCR: proteína C reativa; RANTES: *T cell expressed and secreted*; VEGF: *vascular endothelial growth factor*.

atividade física. A distribuição normal das variáveis contínuas foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e pelas medidas dos coeficientes de assimetria e curtose. As variáveis contínuas que registraram distribuição normal foram apresentadas pela média e desvio padrão e analisadas pelo teste ANOVA, as que não apresentaram distribuição normal foram descritas por meio de mediana e intervalo interquartil e analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis para verificar diferenças das medidas de tendência central entre os grupos. Optou-se por não fazer a análise entre os grupos e os biomarcadores separada pelo sexo, uma vez que encontramos apenas quatro adolescentes do sexo masculino com “obesidade de peso normal” e quatro adolescentes do sexo feminino com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado”.

Aspectos éticos e legais

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão pelo processo nº 1.302.489. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Resultados

Neste trabalho foram avaliados 533 adolescentes, com idades de 18 e 19 anos, dos quais 61,5% eram do sexo masculino. Os adolescentes apresentaram maior percentual de “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” (8,3%) em comparação ao sexo feminino que registrou maiores valores de “obesidade de peso normal” (15,6%) e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado” (17,1%) (Tabela 2).

Foram verificadas maiores médias de circunferência da cintura para os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” (96cm) sobre os “eutróficos” e “obesos de peso normal”, além de maiores médias do percentual de gordura corporal para adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” (35,1%) e para os “obesos de peso normal” (34,2%) em relação aos “eutróficos” (14,4%) e aqueles com “excesso de peso e PGC adequado” (18,8%). Os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” apresentaram a maior média para massa muscular (54,5kg) e o maior percentual nos níveis de atividade física alto (32,2%) e moderado (35,5%). Os “obesos de peso normal” eram mais sedentários (66,7%) (Tabela 3).

Em relação aos biomarcadores, adolescentes “obesos de peso normal” apresentaram maiores médias para colesterol total (172,5mg/dL) e LDL-colesterol (103,5mg/dL) entres todos os grupos.

Tabela 2

Classificação segundo índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura corporal em adolescentes. São Luís, Maranhão Brasil, 2016.

Grupos	Sexo masculino	Sexo feminino	Total
	% (n)	% (n)	% (n)
Eutróficos	82,0 (269)	65,4 (134)	75,6 (403)
Obeso de peso normal	1,2 (4)	15,6 (32)	6,8 (36)
Excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado	8,3 (27)	1,9 (4)	5,8 (31)
Excesso de peso e percentual de gordura corpora elevado	8,5 (28)	17,1 (35)	11,8 (63)
Total	100,0 (328)	100,0 (205)	100,0 (533)

Nota: valor de $p < 0,001$.

Eutróficos: IMC e percentual de gordura corporal adequados; Obeso de peso normal: IMC adequado e percentual de gordura corporal elevado; Excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado: excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal adequado; Excesso de peso e percentual de gordura corporal (percentual de gordura corporal) elevado: excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal elevado.

Tabela 3

Composição corporal e nível de atividade física de acordo com grupos classificados simultaneamente pelo índice de massa corporal (IMC) e pelo percentual de gordura corporal em adolescentes. São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

	Eutróficos (n = 403)	Obeso de peso normal (n = 36)	Excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado (n = 31)	Excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado (n = 63)
Composição corporal				
IMC (kg/m ²) *	20,0 (18,6-2,0) **,***, #	22,6 (21,2-23,5) ***, #, ##	25,7 (25,2-27,0) **, ##	27,8 (26,2-30,1) **, ##
Circunferência da cintura ###	78,5 (±6,2) **, ***, #	82,8 (±6,0) ***, #, ##	90,1 (±5,4) **, ##	96,0 (±10,2) **, ##
Gordura corporal (%) ###	14,4 (±7,7) **, ***, #	34,2 (±5,5) ***, ##	18,8 (±5,8) **, #, ##	35,1 (±5,9) ***, ##
Massa muscular (kg) ###	43,0 (±9,3) **, ***, #	34,2 (±5,3) ***, #, ##	54,5 (±7,2) **, #, ##	46,9 (±10,2) **, ***, ##
Nível de atividade física §				
Sedentarismo (%)	32,5	66,7	25,9	38,1
Baixo (%)	15,0	11,1	6,4	15,8
Moderado (%)	26,0	16,7	35,5	20,7
Alto (%)	26,5	5,5	32,2	25,4
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00

MET: equivalentes metabólicos de tarefas; Eutróficos: IMC e percentual de gordura corporal adequados; Obeso de peso normal: IMC adequado e percentual de gordura corporal elevado; Excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado: excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal adequado; Excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado: excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal elevado.

* Mediana e Intervalo interquartil. Classificação do nível de atividade física (IPAC): em sedentário (0 MET/semana), baixo (1 a < 600 MET/semana), moderado (600 a < 3.000 MET/semana) e alto (≥ 3.000 MET/semana).

** Valor de $p < 0,05$ quando comparado ao grupo obeso de peso normal;

*** Valor de $p < 0,05$ quando comparado ao grupo excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado;

Valor de $p < 0,05$ quando comparado ao grupo excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado.

Média e desvio padrão.

Valor de $p < 0,05$ quando comparado aos eutróficos;

§ Valor de $p = 0,006$.

Aqueles com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” registraram menor média para lipoproteína de alta densidade (HDL-colesterol – 43,2mg/dL) em relação aos outros grupos, maior média para IL-6 (2,7pg/mL) em relação aos “eutróficos” e aos com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado”, e maiores medianas para triglicerídeos (114,0mg/dL) e PCR (0,14ng/mL) em relação aos “eutróficos” e “obesos de peso normal”. Os adolescentes com “excesso de peso e PGC adequado” apresentaram PCR igual aos com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” (0,14ng/mL), mas superior aos “eutróficos (0,06ng/mL) (Tabela 4).

Discussão

Neste estudo, os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” apresentaram quatro biomarcadores com os piores valores (triglicerídeos, HDL-colesterol, IL-6 e PCR), os “obesos de peso normal” registraram dois biomarcadores mais elevados (colesterol total e LDL-colesterol) e os com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” obtiveram um biomarcador elevado (PCR) em relação aos “eutróficos”. O principal resultado é que os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” apresentaram o pior perfil lipídico e inflamatório. Além de que alguns adolescentes registraram percentual de gordura corporal elevado

Tabela 4

Biomarcadores entre grupos classificados simultaneamente pelo índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura corporal em adolescentes. São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

Biomarcadores	Eutróficos	Obeso de peso normal	Excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado	Excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado
	(n = 403)	(n = 36)	(n = 31)	(n = 63)
Triglicerídeos (mg/dL) *	81,0 (62,0-108,0) **	83,5 (62,5-105,5) **	91,0 (60,0-126,0)	114,0 (73,0-149,0) ***,#
Colesterol total (mg/dL) ##	149,6 (±26,5) **,#	172,5 (±29,9) **,***,###	152,8 (±36,1) #	162,0 (±35,0) ***,#
LDL-colesterol (mg/dL) ###	84,9 (±22,9) **,#	103,5 (±26,8) **,***,###	85,4 (±31,5) **,#	94,5 (±31,6) ***,#,###
HDL-colesterol (mg/dL) ##	46,9 (±10,9) **,#	49,7 (±11,7) **,***	46,2 (±10,4) **	43,2 (±11,1) ***,#,###
Interleucina 6 (pg/mL) ##	1,5 (1,0-2,7) **,#	2,4 (1,3-3,5) ***	1,5 (1,1-4,1) **	2,7 (1,5-5,3) ***,###
TNF-α (pg/mL) *	5,5 (3,9-8,1)	5,5 (3,7-7,5)	6,5 (3,9-8,5)	5,5 (4,0-8,1)
PCR (ng/mL) *	0,06 (0,02-0,14) **,###	0,10 (0,03-0,15) **	0,14 (0,05-0,19) ***	0,14 (0,08-0,69) ***,#
Interleucina-17 (pg/mL) *	2,7 (1,7-4,5)	2,6 (1,7-5,2)	2,4 (1,6-4,5)	2,1 (1,6-4,2)
HGF (pg/mL) *	763,1 (485,3-1.327,0)	792,4 (473,2-1.685,0)	838,61 (450,6-1.113,0)	744,2 (543,4-1.582,0)
VEGF (pg/mL) *	161,8 (12,94-465,1)	97,8 (0,9-335,5)	197,8 (23,9-370,9)	139,1 (6,5-380,4)
IFN-γ (pg/mL) *	7,2 (2,7-17,7)	8,4 (2,8-16,0)	7,2 (2,7-16,2)	5,8 (1,9-19,6)
RANTES (pg/mL) *	1.846,0 (1.223,0-3.307,0)	1.980,5 (1.312,5-3.808,0)	1.552,0 (1.264,0-5.192,0)	1.768,0 (903,3-3.475,0)
Interleucina-4 (pg/mL) *	1,9 (0,6-67,1) **	1,8 (0,6-18,8)	8,1 (0,5-67,1) **	1,1 (0,5-12,5) ***,###

LDL-colesterol: lipoproteína de baixa densidade; HDL-colesterol: lipoproteína de alta densidade; TNF-α: fator de necrose tumoral alfa; PCR: proteína C reativa; HGF: *hepatocyte growth factor*; VEGF: *vascular endothelial growth factor*; IFN-γ: Interferon gama; RANTES: *T cell expressed and secreted*.

Eutróficos: IMC e percentual de gordura corporal adequados; Obeso de peso normal: IMC adequado e percentual de gordura corporal elevado; Excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado: excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal adequado; Excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado: excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal elevado.

* Mediana e Intervalo interquartil;

** Valor de p < 0,05 quando comparado ao grupo excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado;

*** Valor de p < 0,05 quando comparado aos eutróficos;

Valor de p < 0,05 quando comparado ao grupo obeso de peso normal;

Média e desvio padrão;

Valor de p < 0,05 quando comparado ao grupo excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado.

apesar do IMC normal, que são os “obesos de peso normal”, apresentando valores mais elevados para alguns parâmetros do perfil lipídico. Nesse sentido, a utilização apenas do IMC é limitada para avaliar a obesidade e seus riscos com doenças ateroscleróticas e cardiovasculares em adolescentes.

Este trabalho apresenta algumas limitações: a perda de seguimento dos participantes da coorte de nascimento resultou em taxa de acompanhamento de 20,9%; além disso, houve ausência de informações para 126 adolescentes, limitando ainda mais a amostra em estudo; os números pequenos de participantes nos grupos classificados pelo “excesso de peso e percentual de gordura corporal normal”, o que reduziu a precisão de algumas estimativas; o uso da técnica de dosagem dos marcadores inflamatórios por Milliplex, que apresenta comprometimento na estabilidade, especificidade e com a possibilidade de ocorrer reação cruzada entre os reagentes; por ser um estudo transversal, não sendo possível estabelecer relação de causa-efeito entre os grupos estudados e seus biomarcadores.

Os pontos fortes foram a utilização do método de pletismografia por deslocamento de ar, que é um dos métodos mais válidos para mensurar adiposidade e a utilização de diferentes biomarcadores para avaliar riscos cardiovascular e inflamatório em adolescentes, incluindo biomarcadores relacionados ao processo inflamatório de baixo grau como a IL-6, TNF- α e PCR¹⁵, a processos inflamatórios mais intensos, tais quais IFN- γ , IL-17, IL-4 e RANTES^{16,17,18} e a doenças cardiovasculares como o VEGF e HFG^{19,20}.

Foram encontrados poucos trabalhos que analisaram todos os grupos considerados neste estudo. Martinez et al.⁴ verificaram, em 5.983 norte-americanos de 20 a 84 anos, prevalências para “obesidade de peso normal” de 4,5%, “excesso de peso com percentual de gordura corporal adequado” de 18% e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado” de 45,5%. Berg et al.³ observaram em 3.016 suecos de 25 a 74 anos prevalências separadas para homens e mulheres, respectivamente, de “obesidade de peso normal” de 10% e 8%, “excesso de peso com percentual de gordura corporal adequado” de 5% e 4% e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado” de 59% e 44%. Nesses dois estudos as prevalências de “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado” foram maiores do que a deste trabalho, o que era de se esperar por serem populações mais velhas. Entretanto, apesar deste estudo ser com uma população mais jovem, os valores de “obesidade de peso normal” foram equiparados em relação às prevalências encontradas em estudos conduzidos com adultos e idosos.

Esse achado é preocupante uma vez que os adolescentes com “obesidade de peso normal” apresentaram menor média para massa muscular e eram mais sedentários. Jean et al.²¹ discutem que a “obesidade de peso normal” está relacionada à quantidade reduzida de massa muscular, o que proporciona a ocorrência de menor gasto energético por haver menor quantidade de tecido metabolicamente ativo, estando ainda relacionada com o pior condicionamento aeróbico e desregulação metabólica.

Ao comparar nossos dados com os resultados de Berg et al.³ nota-se que os adolescentes do sexo feminino apresentaram o maior percentual de “obesidade de peso normal” e os do sexo masculino registraram o maior percentual de “excesso de peso com percentual de gordura corporal adequado”. As adolescentes têm maior percentual de gordura corporal devido às características genéticas e hormonais²². Os meninos apresentam maior percentual de “excesso de peso com percentual de gordura corporal adequado” possivelmente por terem maior quantidade de massa muscular e por praticarem mais atividade física²³.

Outro resultado relevante foi que os adolescentes com “obesidade de peso normal” apresentaram os maiores valores de colesterol total e LDL-colesterol, e os com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” registraram os piores valores para triglicerídeos e HDL-colesterol. Esses fatos podem ser devido ao percentual de gordura corporal excessivo e pelas suas médias serem próximas nos grupos com “obesidade de peso normal” e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado”. Nesse sentido, Serrano et al.⁵ estudaram 113 escolares do sexo feminino de 14 a 18 anos de Minas Gerais, Brasil, e encontraram que os adolescentes com “obesidade de peso normal” e “excesso de peso com percentual de gordura corporal elevado” apresentaram perfil lipídico pior do que os “eutróficos”. Esses autores apontaram para a preocupação da gênese da aterosclerose que está correlacionada aos níveis lipídicos nessa fase de vida. Ressaltaram ainda que mesmo o IMC estando adequado, ter percentual de gordura corporal elevado pode contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis que se apresentadas desde a adolescência podem ser agravadas na idade adulta.

O percentual de gordura corporal elevado também está implicado no processo inflamatório crônico e de baixo grau em que ocorre aumento dos níveis de citocinas inflamatórias e de proteínas de fase aguda, tais como a IL-6, TNF- α e percentual de gordura corporal, que são mediadores clássicos do processo inflamatório ²⁴.

O presente estudo encontrou diferença entre os valores de IL-6 e PCR entre os grupos. Entretanto, não foram observadas diferenças nos valores de TNF- α entre os grupos estudados. Os adolescentes não apresentaram diferenças nas concentrações de IL-6 entre os grupos com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” ou com “obesidade de peso normal”. Mas a IL-6 foi maior nesses dois grupos quando comparados aos indivíduos “eutróficos”, indicando que a IL-6 estava mais relacionada ao alto percentual de gordura corporal. Schlecht et al. ²⁵ observaram em 97 indivíduos da Alemanha de 22 a 69 anos que as associações entre o tecido adiposo visceral e a IL-6 eram mais fortes do que aquelas entre o IMC e a IL-6, indicando que o tecido adiposo pode fornecer informações metabólicas capturadas pela IL-6 que não são contabilizadas pelo IMC.

Os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” e “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” apresentaram concentrações iguais de PCR e estas concentrações foram maiores quando comparadas àquelas observadas em indivíduos “eutróficos”. Assim, maiores concentrações de PCR neste estudo estavam relacionadas à obesidade indicada pelo IMC e não ao alto percentual de gordura corporal. Resultados diferentes foram verificados em um estudo conduzido com 3.483 pessoas de 22 anos em Pelotas, Brasil, em que tanto obesos pelo IMC quanto os com percentual de gordura corporal elevado apresentaram maiores valores de IL-6 e PCR ²⁶.

Há relato de correlação positiva entre IL-6 e PCR com percentual de gordura corporal elevado, pois com os adipócitos aumentados as suas propriedades secretoras são alteradas, elevando os níveis circulantes de PCR e IL-6. Essas citocinas estão associadas a piores desfechos cardiovasculares e desempenham um importante papel em todos os estágios da aterosclerose, desde o início da progressão até a ruptura das placas ateroscleróticas ²⁵.

Os adolescentes com “obesidade de peso normal” apresentaram valores maiores para IL-6, mas não para PCR. A IL-6 é a principal interleucina que estimula a liberação de PCR no fígado, o que não exclui a possibilidade futura de haver valores maiores de PCR para os adolescentes com “obesidade de peso normal” se as mesmas características de exposição forem mantidas, uma vez que ocorre inicialmente alteração da IL-6 para que depois ocorra alteração do PCR ²⁷.

Um fator que chama atenção é o valor semelhante de PCR entre os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” e os de “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado”. O fato do PCR neste estudo estar relacionado à obesidade medida pelo IMC e não ao elevado percentual de gordura corporal nesses dois grupos pode ser porque esses adolescentes apresentaram outros fatores de risco para a elevação do PCR como o estresse, tabagismo, uso de medicamentos, consumo abusivo de álcool e alimentação inadequada, não sendo necessariamente pelo aumento do tecido adiposo ²⁸.

Ressalta-se ainda que os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” foram os que apresentaram o maior valor de massa muscular e os maiores percentuais de prática de atividade física moderada e alta. Nesse sentido, Kasapis & Thompson ²⁹ relataram que fazer exercício físico imediato e de curto prazo produz resposta inflamatória, uma vez que a lesão muscular induzida pelo exercício provoca uma resposta de reparo estimulando maior produção de PCR. Assim, pode ser que os adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal adequado” estivessem na época da coleta de dados iniciando alguma atividade física.

Neste estudo, não foram encontradas diferenças significativas ao comparar entre os diferentes grupos os valores de IFN- γ , IL-17, IL-4, VEGF, HFG e RANTES. Além das citocinas mediadoras clássicas do processo inflamatório na obesidade, o IFN- γ , IL-17, IL-4 e RANTES participam do processo inflamatório. Porém têm sido estudados com menor frequência como possíveis marcadores inflamatórios da obesidade e geralmente em populações com mais idade. Sumarac-Dumanovic et al. ³⁰ estudaram 46 mulheres de 20 a 52 anos na Sérvia e, em consonância com os nossos achados, não observaram maiores concentrações de IFN- γ nas mulheres obesas pelo IMC quando comparadas às “eutróficas”. Entretanto, esses mesmos autores observaram que as concentrações de IL-17 foram maiores nas mulheres obesas, independentemente do aumento dos níveis de gordura abdominal, resistência à insulina e leptina.

O RANTES é uma quimiocina relacionada principalmente ao processo aterogênico ³¹. Koh et al. ³² observaram associação entre as concentrações séricas de RANTES e marcadores de risco cardiovascular em um estudo caso-controle conduzido com 302 homens que tinham idades de 40 a 65 anos. Há registro que essa quimiocina apresenta-se em concentrações mais elevadas na ocorrência de obesidade ³³.

Neste trabalho não foram observadas diferenças entre os grupos nos valores de VEGF e HFG que são fatores de crescimento secretados pelo tecido adiposo. De forma contrária aos nossos achados, alguns estudos epidemiológicos sugerem que níveis aumentados de VEGF estariam associados à obesidade ³⁴. Entretanto, em um estudo realizado por Azizian et al. ³⁵ com 242 pessoas no Irã não foi observado diferença significativa nos níveis de VEGF entre indivíduos obesos e não obesos segundo o IMC. Rehman et al. ³⁶ observaram que os níveis circulantes de HGF, mas não os de VEGF, foram significativamente correlacionados com o IMC de 65 pessoas com idades de 32 a 41 anos em Indiana nos Estados Unidos. Bell et al. ³⁷ observaram que o aumento da secreção de HGF pode ser decorrente de eventos pós-transcricionais, possivelmente relacionados ao tamanho dos adipócitos e estímulo do TNF- α elevado no tecido adiposo de 29 indivíduos obesos de 45 a 49 anos.

A ausência de diferenças para TNF- α , IFN- γ , IL-17, IL-4, VEGF, HFG e RANTES, entre os grupos avaliados neste estudo, pode ser porque esses biomarcadores não são tão sensíveis às origens de problemas inflamatórios como são a IL-6 e PCR. Assim como ao fato da população deste estudo ser jovem, com pessoas de 18 e 19 anos, sendo que os trabalhos que avaliaram os outros biomarcadores o fizeram em populações mais velhas.

Neste trabalho verificou-se que adolescentes com “excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado” apresentaram o pior perfil lipídico e inflamatório. Alguns adolescentes registraram ainda elevado percentual de gordura corporal apesar do IMC normal, obtendo valores mais elevados para alguns parâmetros do perfil lipídico. Nesse sentido, é notável a limitação do IMC como método de avaliação do estado de obesidade por não distinguir os compartimentos corpóreos, sendo insuficiente a utilização somente deste índice para avaliar obesidade em adolescentes. Assim, é pertinente realizar avaliação mais precisa incluindo biomarcadores, principalmente a IL-6 e PCR, e considerando a gordura corporal, a fim de acompanhar adequadamente os indivíduos com vistas aos riscos ou problemas de saúde relacionados ao percentual de gordura corporal elevado e com maior risco de desenvolverem doenças inflamatórias, ateroscleróticas e cardiovasculares.

Colaboradores

Todos os autores contribuíram na concepção do projeto, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação final da versão a ser publicada. Também são responsáveis por todos os aspectos do trabalho na garantia da exatidão e integridade de qualquer parte da obra.

Informações adicionais

ORCID: Maylla Luanna Barbosa Martins Bragança (0000-0002-6402-3899); Bianca Rodrigues de Oliveira (0000-0002-4786-8195); Jéssica Magalhães Fonseca (0000-0002-8756-0013); Mônica Araújo Batalha (0000-0003-0961-5151); Eduarda Gomes Boga (0000-0003-2656-8238); Carla Cristine Nascimento da Silva Coelho (0000-0003-4914-7727); Gilberto Kac (0000-0001-8603-9077); Antônio Augusto Moura da Silva (0000-0003-4968-5138).

Agradecimentos

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde (DECIT/MS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro.

Referências

- Shah NR, Braverman ER. Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. *PLoS One* 2012; 7:e33308.
- De Lorenzo A, Martinoli R, Vaia F, Di Renzo L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006; 16:513-23.
- Berg CM, Strandhagen E, Mehlig K, Subramoney S, Lissner L, Björck L. Normal weight adiposity in a Swedish population: how well is cardiovascular risk associated with excess body fat captured by BMI? *Obes Sci Pract* 2015; 1:50-8.
- Martinez KE, Tucker LA, Bailey BW, LeCheminant JD. Expanded normal weight obesity and insulin resistance in US adults of the National Health and Nutrition Examination Survey. *J Diabetes Res* 2017; 2017:9502643.
- Serrano HMS, Carvalho GQ, Pereira PF, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95:464-72.
- Mello MT, Dâmaso AR, Antunes HK, Siqueira KO, Castro ML, Bertolino SV, et al. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11:267-70.
- Cardoso VC, Simões VMF, Barbieri MA, Silva AAM, Bettiol H, Alves MTSSB, et al. Profile of three Brazilian birth cohort studies in Ribeirão Preto, SP and São Luís, MA. *Braz J Med Biol Res* 2007; 40:1165-76.
- Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap): a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform* 2009; 42:377-81.
- World Health Organization. physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods 1961. *Nutrition* 1993; 9:480-91.
- Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health* 1992; 82:358-63.
- Sallis JF, Strikmiller PK, Harsha DW, Feldman HA, Ehlinger S, Stone EJ, et al. Validation of interviewer-and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28:840-51.

13. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25:71-80.
14. Benedetti TRB, Antunes PC, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski EL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13:11-6.
15. Pahwa R, Jialal I. Chronic inflammation. *Treasure Island: StatPearls*; 2018.
16. Chehimi M, Vidal H, Eljaafari A. Pathogenic role of IL-17-producing immune cells in obesity, and related inflammatory diseases. *J Clin Med* 2017; 6:68.
17. Mikolajczyk TP, Nosalski R, Szczepaniak P, Budzyn K, Osmenda G, Skiba D, et al. Role of chemokine RANTES in the regulation of perivascular inflammation, T-cell accumulation, and vascular dysfunction in hypertension. *FASEB J* 2016; 30:1987-99.
18. Asadikaram G, Ram M, Izadi A, Fathollahi MS, Nematollahi MH, Najafipour H, et al. The study of the serum level of IL4, TGF β , IFN γ , and IL6 in overweight patients with and without diabetes mellitus and hypertension. *J Cell Biochem* 2019; 120:4147-57.
19. Karaman S, Leppanen VM, Alitalo K. Vascular endothelial growth factor signaling in development and disease. *Development* 2018; 145:dev151019.
20. Visiedo F, Bugatto F, Carrasco-Fernandez C, Saez-Benito A, Mateos RM, Cozar-Castellano I, et al. Hepatocyte growth factor is elevated in amniotic fluid from obese women and regulates placental glucose and fatty acid metabolism. *Placenta* 2015; 36:381-8.
21. Jean N, Somers VK, Sochor O, Medina-Inojosa J, Llano EM, Lopez-Jimenez F. Normal-weight obesity: implications for cardiovascular health. *Curr Atheroscler Rep* 2014; 16:464.
22. He Z, Rankinen T, Leon AS, Skinner JS, Tchernof A, Boucharde C. Plasma steroids, body composition, and fat distribution: effects of age, sex, and exercise training. *Int J Obes* 2018; 42:1366-77.
23. Schorr M, Dichtel LE, Gerweck AV, Valera RD, Torriani M, Miller KK, et al. Sex differences in body composition and association with cardiometabolic risk. *Biol Sex Differ* 2018; 9:28.
24. Engin A. The pathogenesis of obesity-associated adipose tissue inflammation. In: Engin AB, Engin A, editors. *Obesity and lipotoxicity*. Cham: Springer; 2017. p. 221-45.
25. Schlecht I, Fischer B, Behrens G, Leitzmann MF. Relations of visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue, body mass index, and waist circumference to serum concentrations of parameters of chronic inflammation. *Obes Facts* 2016; 9:144-57.
26. Menezes AMB, Oliveira PD, Wehrmeister FC. Association between interleukin-6, C-reactive protein and adiponectin with adiposity: findings from the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort at 18 and 22 years. *Cytokine* 2018; 110:44-51.
27. Eklund CM. Proinflammatory cytokines in CRP baseline regulation. *Adv Clin Chem* 2009; 48:111-36.
28. Wensley F, Gao P, Burgess S, Kaptoge S, Di Angelantonio E, Shah T, et al. Association between C reactive protein and coronary heart disease: Mendelian randomisation analysis based on individual participant data. *BMJ* 2011; 342:d548.
29. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45:1563-9.
30. Sumarac Dumanovic M, Stevanovic D, Ljubic A, Jorga J, Simic M, Stamenkovic Pejckovic D, et al. Increased activity of interleukin 23/interleukin 17 proinflammatory axis in obese women. *Int J Obes* 2009;33:151-6.
31. Versteyleen MO, Manca M, Joosen IA, Schmidt DE, Das M, Hofstra L, et al. CC chemokine ligands in patients presenting with stable chest pain: association with atherosclerosis and future cardiovascular events. *Neth Hear J* 2016; 24:722-9.
32. Koh SJ, Kim JY, Hyun YJ, Park SH, Chae JS, Park S, et al. Association of serum RANTES concentrations with established cardiovascular risk markers in middle-aged subjects. *Int J Cardiol* 2009; 132:102-8.
33. Saukkonen T, Mutt SJ, Jokelainen J, Saukkonen AM, Raza GS, Karhu T, et al. Adipokines and inflammatory markers in elderly subjects with high risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *Sci Rep* 2018; 8:12816.
34. Makey KL, Patterson SG, Robinson J, Loftin M, Waddell DE, Miele L, et al. Increased plasma levels of soluble vascular endothelial growth factor receptor 1 (sFlt-1) in women by moderate exercise and increased plasma levels of vascular endothelial growth factor in overweight/obese women. *Eur J Cancer Prev* 2013; 22:83-9.
35. Azizian M, Mahdipour E, Mirhafez SR, Shoeibi S, Nematy M, Esmaily H, et al. Cytokine profiles in overweight and obese subjects and normal weight individuals matched for age and gender. *Ann Clin Biochem* 2016; 53:663-8.
36. Rehman J, Considine RV, Bovenkerk JE, Li J, Slavens CA, Jones RM, et al. Obesity is associated with increased levels of circulating hepatocyte growth factor. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41:1408-13.
37. Bell LN, Ward JL, Degawa-Yamauchi M, Bovenkerk JE, Jones R, Cacucci BM, et al. Adipose tissue production of hepatocyte growth factor contributes to elevated serum HGF in obesity. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006; 291:E843-8.

Abstract

The study aimed to compare biomarkers in groups of adolescents classified simultaneously according to body mass index (BMI) and body fat percentage measured by air displacement plethysmography. This was a cross-sectional study with 533 adolescents 18 to 19 years of age in São Luís, Maranhão, Brazil. BMI was classified as adequate ($< 25\text{kg}/\text{m}^2$) versus excess weight ($\geq 25\text{kg}/\text{m}^2$). High body fat percentage was defined as $\geq 25\%$ for males and $\geq 30\%$ for females. The adolescents were classified in four groups: "normal weight" (adequate BMI and body fat percentage), "normal weight obese" (adequate BMI with high body fat percentage), "excess weight with adequate body fat percentage", and "excess weight with high body fat percentage". Girls showed higher proportions of "normal weight obesity" (15.6%) and "excess weight with high body fat percentage" (17.1%). "Normal weight obese" adolescents exhibited higher mean values for total cholesterol (172.5mg/dL) and LDL-cholesterol (103.5mg/dL). Those with "excess weight and high body fat percentage" showed lower mean HDL-cholesterol (43.2mg/dL) compared to the other groups, higher mean interleukin-6 (2.7pg/mL) than "normal weight" and "excess weight and adequate body fat percentage" adolescents, and higher median triglycerides (114.0mg/dL) and C-reactive protein (0.14ng/mL) than "normal weight" and "normal weight obese" adolescents. Those with "excess weight and adequate body fat percentage" exhibited the same C-reactive protein levels as those with "excess weight and high body fat percentage". Assessment of nutritional status by BMI alone is limited, since 6.8% of the adolescents presented high body fat percentage despite normal BMI, and those who were "normal weight obese" had two biomarkers that were worse than for adolescents with "excess weight and high body fat percentage".

Body Mass Index; Adiposity; Biomarkers; Interleukin-6

Resumen

El objetivo del estudio fue comparar biomarcadores en grupos de adolescentes, clasificados simultáneamente por el índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de grasa corporal (PGC), medido mediante pletismografía por desplazamiento de aire. Estudio transversal con 533 adolescentes de 18 y 19 años de São Luís, Maranhão, Brasil. El IMC fue clasificado en adecuado ($< 25\text{kg}/\text{m}^2$) y exceso de peso ($\geq 25\text{kg}/\text{m}^2$). Se definió el porcentaje de grasa corporal elevado $\geq 25\%$ para el sexo masculino, y $\geq 30\%$ para el femenino. Los adolescentes se clasificaron en cuatro grupos: "eutrófico" (IMC y porcentaje de grasa corporal adecuados), "obeso de peso normal" (IMC adecuado con porcentaje de grasa corporal elevado), "exceso de peso con porcentaje de grasa corporal adecuado" y "exceso de peso con porcentaje de grasa corporal elevado". Las niñas tuvieron mayores valores de "obesidad de peso normal" (15,6%) y "exceso de peso con porcentaje de grasa corporal elevado" (17,1%). Los adolescentes "obesos de peso normal" presentaron mayores medias para colesterol total (172,5mg/dL) y LDL-colesterol (103,5mg/dL). Aquellos con "exceso de peso y porcentaje de grasa corporal elevado" tuvieron una media menor para HDL-colesterol (43,2mg/dL), en relación con los otros grupos; mayor media para interleucina-6 (2,7pg/mL), en relación a los "eutróficos" y "exceso de peso y porcentaje de grasa corporal adecuado"; y mayores medianas para triglicéridos (114,0mg/dL) y proteína C reactiva (0,14ng/mL), en relación a los "eutróficos" y "obesos de peso normal". Quienes tenían "exceso de peso y porcentaje de grasa corporal adecuado" presentaron proteína C reactiva igual a los de "exceso de peso y porcentaje de grasa corporal elevado". La evaluación del estado nutricional por el IMC es limitada, puesto que un 6,8% de los adolescentes presentaron porcentaje de grasa corporal elevado, a pesar del IMC normal, asimismo los "obesos de peso normal" tuvieron dos biomarcadores peores que los adolescentes con "exceso de peso y porcentaje de grasa corporal elevado".

Índice de Masa Corporal; Adiposidad; Biomarcadores; Interleucina-6

Recebido em 05/Mai/2019

Versão final reapresentada em 06/Set/2019

Aprovado em 25/Out/2019