

COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES HOMA-IR NA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA INSULÍNICA EM ADULTOS

Alana Maria Oliveira Feitosa¹
Maria Fernanda Spegiorin Salla Brune²

FEITOSA, A. M. O.; BRUNE, M. F. S. S. Comparação dos índices homa-ir na avaliação da resistência insulínica em adultos. *Arq. Cienc. Saúde UNIPAR*, Umuarama, v. 19, n. 2, p. 95-100, jan./abr. 2015

RESUMO: Este estudo tem como objetivo analisar a resistência à insulina em pacientes adultos usuários do Sistema Único de Saúde do município de Torixoréu-MT, comparando os índices HOMA1-IR e HOMA2-IR e também relacionando à glicemia e insulinemia em jejum dos pacientes. Para tanto, realizou-se um estudo epidemiológico, descritivo de corte transversal. Foi desenvolvido com base em dados oriundos de aplicação de questionário e exames clínicos laboratoriais, realizados no mês de Junho de 2014. Participaram 61 adultos, de ambos os gêneros, usuários do SUS no município de Torixoréu-MT. Os resultados evidenciaram a importância do exercício físico no controle da glicemia, mostrando que a hiperinsulinemia está associada ao excesso de peso. Além de mostrar o papel importante dos índices de HOMA1-IR e HOMA2-IR, que apesar de não se apresentarem de forma igual entre os grupos em estudo, possuíram boa correlação. Conclui-se que, ambos os índices garantem resultados que levam a detecção da resistência à insulina, que é um fator determinante para o DM2. **PALAVRAS-CHAVE:** Resistência à insulina; Glicemia; Diabetes *mellitus*.

COMPARISON OF HOMA-IR INDEXES IN EVALUATING INSULIN RESISTANCE IN ADULTS

ABSTRACT: This study aims to analyze insulin resistance in adult patients that use the Unified Health System in the city of Torixoréu-MT, comparing HOMA1-IR and HOMA2-IR indexes, as well as relating blood glucose and insulin levels in fasting patients. Therefore, an epidemiological study was developed using a cross-sectional description. It was developed based on data from a questionnaire and clinical laboratory tests performed in June 2014. A total of 61 adults from both genders participated in the survey. They are users of the SUS in the city of Torixoréu-MT. The results emphasize the importance of physical exercise on glycemic control, showing that hyperinsulinemia is associated with excessive weight. In addition to showing the important role of HOMA1-IR and HOMA2-IR indexes, although not equally present among the study groups, they presented good correlation. In conclusion, both indexes guarantee results that lead to the detection of insulin resistance, which is a key factor for T2DM.

KEYWORDS: Insulin resistance, blood glucose, Diabetes *mellitus*.

Introdução

A resistência insulínica é caracterizada pela diminuição na ação da insulina nos tecidos periféricos, o que resulta em um aumento compensatório da secreção de insulina. A desarmonia deste mecanismo leva a um gradativo decréscimo da tolerância à glicose, que pode resultar no surgimento de alterações hemodinâmicas e metabólicas, como o Diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2). Isso mostra que, possivelmente, as alterações fisiopatológicas desta doença estejam presentes vários anos antes de sua expressão clínica (CORRÊA et al., 2007; GAYOSO-DIZ et al., 2013; PISPRASERT et al., 2013).

Considerando a importância do diagnóstico precoce da resistência insulínica, estão disponíveis vários métodos para sua detecção, seja de forma direta ou indireta. Os métodos de diagnóstico indiretos avaliam o efeito da insulina endógena, como a insulinemia de jejum, HOMA- Homeostasis Model Assessment, teste de tolerância oral a glicose, teste de tolerância endovenoso à glicose com amostras frequentes e o QUICKI – Quantitative insulin sensitivity check index. Já os métodos diretos baseiam-se nos efeitos de uma determinada quantidade de insulina injetada no paciente, como o teste de tolerância à insulina (KITT), teste de supressão de insulina e a técnica do *clamp*, esta última considerada o padrão ouro para analisar a resistência à insulina (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006; ANTUNA-PUENTE et al., 2011).

O Modelo de Avaliação da Homeostase (HOMA1-IR) tem sido utilizado para se estimar a resistência à insulina. Trata-se de um modelo matemático desenvolvido em 1985, o qual reduz a sensibilidade à insulina pela simples medida da glicemia e insulina séricas de jejum, e tem sido um dos principais métodos para avaliar a resistência insulínica pela sua fácil aplicação e boa correlação com técnicas diretas de avaliação da resistência a insulina (MATTHEWS et al., 1985; OLIVEIRA; SOUZA; LIMA, 2005; VASQUES et al., 2008; MATOS; GIORELLI; DIAS, 2011; PONTES et al., 2012). Em 1998, o índice HOMA1-IR foi atualizado com alguns ajustes fisiológicos para uso em um programa computacional, sendo então denominado HOMA2-IR (LEVY; MATTHEWS; HERMANS, 1998).

Considerando a forte associação entre a resistência à insulina e obesidade em indivíduos aparentemente saudáveis, uma ferramenta simples como o HOMA torna-se uma importante aliada na detecção precoce da resistência à insulina (GELONEZE et al., 2009). Diante do diagnóstico de uma possível resistência insulínica, as intervenções clínicas para aumentar a sensibilidade à insulina e reduzir a obesidade abdominal podem intensificar-se, prevenindo o DM2 e doenças cardiovasculares.

O presente estudo objetivou analisar a resistência à insulina em pacientes adultos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) do município de Torixoréu-MT, comparando os índices HOMA1-IR e HOMA2-IR e também relacionando a

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v19i2.2015.5429>

¹Discente do Curso de Farmácia da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia. alana-mof94@hotmail.com

²Professora Associada da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Curso de Farmácia. fersalla@yahoo.com.br

glicemia e insulinemia em jejum dos pacientes.

Metodologia

Tratou-se de um estudo epidemiológico, descritivo de corte transversal. A população estudada foi composta por 61 adultos, de ambos os gêneros, usuários do SUS no município de Torixoréu-MT. A população de Torixoréu-MT é de aproximadamente 4.071 habitantes, e o município ocupa uma área de 2.399,459 km² (IBGE, 2010).

O processo de amostragem envolveu a divulgação do projeto pela equipe de saúde entre os usuários do SUS, e posterior agendamento da coleta de material biológico e entrevista aos interessados em participar da pesquisa. O estudo foi desenvolvido com base em dados oriundos de aplicação de questionário e exames clínicos laboratoriais, realizados no mês de Junho de 2014.

No questionário foram incluídas as variáveis: gênero, idade, peso, estatura, sedentarismo e tabagismo. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado de acordo com a fórmula $[IMC = \text{peso}(\text{kg})/\text{estatura}(\text{m})^2]$, e considerado como ponto de corte para sobrepeso $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ e obesidade $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$. Foram considerados sedentários aqueles participantes que relataram não praticar qualquer esporte ou exercício físico pelo menos três vezes na semana no horário de lazer. O tabagismo foi definido como o consumo de cigarro, independente da quantidade.

Foram realizadas dosagens de glicemia e insulinemia em jejum, e considerados hiperglicêmicos indivíduos com glicemia em jejum $\geq 100 \text{ mg/dL}$ e hiperinsulinêmicos aqueles com insulina sérica em jejum $\geq 20 \text{ } \mu\text{UI/mL}$ (ADA, 2012). A amostra de sangue foi obtida por punção venosa, preferencialmente na região da fossa ante-cubital, após breve garroteamento. Foram coletados aproximadamente 5 mL de sangue, utilizando-se o sistema de seringa e agulha descartáveis. A insulina foi dosada pela metodologia de ELISA

e a glicemia por reação enzimática-colorimétrica (glicose-oxidase), ambas utilizando o analisador bioquímico semi-automático Bioplus®, modelo Bio2000.

O índice HOMA1-IR foi calculado pelo modelo matemático descrito por Matthews et al. (1985) realizado por meio da fórmula: $[\text{glicemia} (\text{mM}) \times \text{insulina} (\mu\text{UI/mL}) \div 22,5]$, enquanto o índice HOMA2-IR foi calculado pelo programa *HOMA Calculator*, versão 2.2.3, disponibilizado pela *Diabetes Trials Unit University of Oxford* em: www.dtu.oc.ac.uk. Os valores de corte para a resistência insulínica foram: HOMA1-IR > 4,65 e HOMA2-IR > 1,8 (GELONEZE et al., 2009; STERN et al., 2005).

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão ou porcentagem. A análise da distribuição normal dos dados foi realizada pelo teste de Anderson-Darling. Para a comparação entre os grupos utilizou-se o teste *t*. A correlação de Pearson relacionou os índices HOMA1-IR e HOMA2-IR. O nível de significância, adotado nos procedimentos estatísticos, foi de 95% de confiança ($p < 0,05$). Os dados foram analisados com o auxílio do software *GraphPad® Prism* versão 4.02.

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMT/CUA (CAAE: 14507513.1.0000.5587).

Resultados e Discussão

Foram analisados 61 indivíduos com idade média de 46,7 anos (variando entre 18 e 78 anos), prevalecendo o gênero feminino (56,38%) (Tabela 1). A maioria dos pacientes não pratica exercício físico (68,85%), enquanto um número baixo de indivíduos são fumantes (11,47%). Já em relação aos dados antropométricos, observou-se um IMC médio de 27,3 kg/m² ($\pm 5,78$), indicando sobrepeso nos pacientes estudados.

Tabela 1: Caracterização dos indivíduos atendidos pelo SUS no município de Torixoréu- MT, de acordo com parâmetros clínicos, laboratoriais e dados antropométricos.

Variáveis categóricas	Nº	%
Gênero Masculino	26	42,62
Sedentarismo	42	68,85
Tabagismo	7	11,47
Variáveis contínuas	Média(±DP)	
Idade(anos)	46,7±15,4	
Peso(kg)	72,4±17,3	
Altura(m)	1,63±0,08	
IMC (kg/m ²)	27,3±5,78	
Glicemia em jejum (mg/dL)	102,5±28,5	
Insulinemia em jejum (μUI/mL)	17,1±13,3	

Em relação aos parâmetros bioquímicos, os pacientes apresentaram uma glicemia média em jejum levemente elevada (102,5 mg/dL), enquanto a insulinemia média em jejum esteve dentro dos valores de referência (17,1 mg/dL) (Tabela 1).

O predomínio do gênero feminino neste estudo (57%) pode ser justificado pela maior procura de mulheres

pelos serviços de saúde, sendo o homem muitas vezes o responsável por suprir as necessidades do lar, o que lhe dificulta a busca por tratamento médico. Este fato também foi observado em outros estudos com o objetivo de caracterizar o acesso da população diabética ao serviço público de saúde (GRILLO; GORINI, 2007; MARINHO et al., 2012).

Considerando que a população estudada possui um

elevado número de sedentários (69%), esse fato pode justificar os elevados valores médios de IMC e glicemia da população estudada, sendo que o exercício físico é um fator importante para a redução da glicemia e IMC, favorecendo o controle de DM2 (Tabela 1) (CORRÊA et al., 2003; SILVA; LIMA, 2002; LYRA et al., 2006; GOMES et al., 2006; CONDOGNO; FERNANDES; MONTEIRO, 2012; LIMA et al., 2014). De acordo com Marinho et al. (2012), elevadas prevalências de obesidade central, sedentarismo, excesso de peso e alimentação inadequada, constituem fatores de risco modificáveis para DM2.

Os pacientes também foram classificados de acordo com suas categorias glicêmicas, sendo normoglicêmicos (glicemia de 70 a 99 mg/dL) ou hiperglicêmicos (glicemia ≥ 100 mg/dL) (Tabela 2), visando uma análise mais detalhada. Na Tabela 2 nota-se que houve uma diferença significativa entre os pacientes normo e hiperglicêmicos em relação à glicemia em jejum, o que justifica a classificação dos pacientes nas categorias glicêmicas. O índice HOMA1-IR também diferiu entre os grupos ($p=0,0044$), o que não ocorreu com o índice HOMA2-IR e com a insulinemia.

O IMC mostrou-se diferente entre os grupos estudados, reforçando a importância do exercício físico e da gordura visceral no metabolismo glicêmico (ROCHA et al., 2010; PAULI et al., 2009). No estudo de Mieldazis et al. (2010), os coeficientes de correlação encontrados sugerem uma associação significativa do IMC com a resistência insulínica, o que

indica uma relação entre hiperinsulinemia e excesso de peso.

A insulinemia não diferiu entre os grupos, apresentando valores médios de 15,3 μ U/mL e 19,9 μ U/mL em normo e hiperglicêmicos, respectivamente. Considerando a classificação da população baseado nos valores de glicemia, esperava-se que os pacientes hiperglicêmicos apresentassem uma maior concentração de insulina que os normoglicêmicos (Tabela 2). No entanto, em ambos os grupos os valores de insulinemia não ultrapassaram o valor de referência (até 20 μ U/mL).

Valores semelhantes de insulinemia em pacientes normo e hiperglicêmicos já foram descritos em outros estudos. De acordo com Galvão et al. (2012), a hiperinsulinemia é o fator-chave na resistência à insulina entre pacientes normoglicêmicos e não-diabéticos, sendo considerada um fator de risco independente para doenças isquêmicas do coração. A resistência à insulina é um processo lento e gradual, que pode evoluir para intolerância à glicose e DM2. Indivíduos ainda normoglicêmicos, porém com intolerância a glicose, manifestam duas características do DM2: redução da sensibilidade à insulina e disfunção das células β -pancreáticas. Como resultado, eles estão em alto risco de progressão para DM2, tendo uma taxa de conversão de 5 a 10% anualmente (ABDUL-GHANI et al., 2006). Skoze et al. (2008) também associaram a falta do controle glicêmico com a diminuição gradual na função das células β pancreáticas.

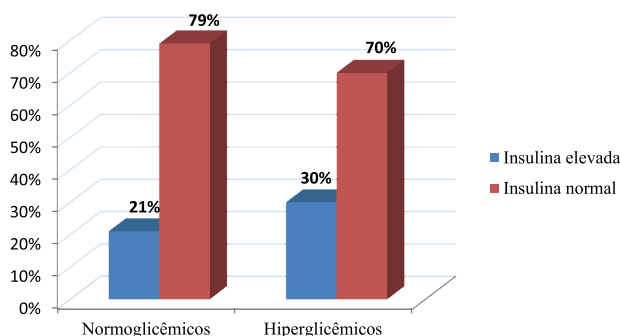
Tabela 2: Caracterização dos parâmetros bioquímicos e IMC dos pacientes atendidos no SUS no município de Torixoréu-MT, de acordo com as categorias glicêmicas.

	Normoglicêmicos n=38	Hiperglicêmicos n=23	p valor
Glicemia em jejum (mg/dL)	87,9 \pm 7,8	126 \pm 33,9	0,0001*
Insulinemia em jejum (μU/mL)	15,3 \pm 11,6	19,9 \pm 15,5	0,1899
HOMA1-IR	3,4 \pm 2,7	6,16 \pm 4,6	0,0044*
HOMA2-IR	1,8 \pm 1,1	2,51 \pm 1,6	0,0579
IMC	25,8 \pm 4,5	29,9 \pm 6,9	0,0095*

* Teste t ($p<0,05$)

A fim de aprofundar a interpretação dos valores de insulinemia encontrado nos pacientes de ambos os grupos, observa-se na Figura 1 que não houve variação na dosagem de insulina sérica em jejum para a maioria dos pacientes em estudo, independente da categoria glicêmica.

Figura 1: Percentual dos pacientes atendidos no SUS no município de Torixoréu-MT com insulinemia em jejum normal e elevada, de acordo com as categorias glicêmicas.



Nota-se neste estudo que a minoria dos pacientes apresentou insulina elevada, tanto no grupo normoglicêmico (21%) quanto no grupo hiperglicêmico (30%) (Figura 1). Estudos evidenciaram que a hiperinsulinemia pode ocorrer devido às células β -pancreáticas recompensarem a resistência à insulina por meio de um aumento na secreção da mesma, para assim tentar controlar o aumento da glicemia basal. Mas com o tempo essa compensação, que é insuficiente devido a uma resistência a este hormônio, pode levar à instalação de um estado de intolerância à glicose. Ainda, com o aumento da glicemia pode haver uma disfunção progressiva das células β , com um agravamento da resistência à insulina, originando um estado de glicotoxicidade (VASQUES et al., 2008; LOPES; OLIVEIRA; FORTUNATO, 2008).

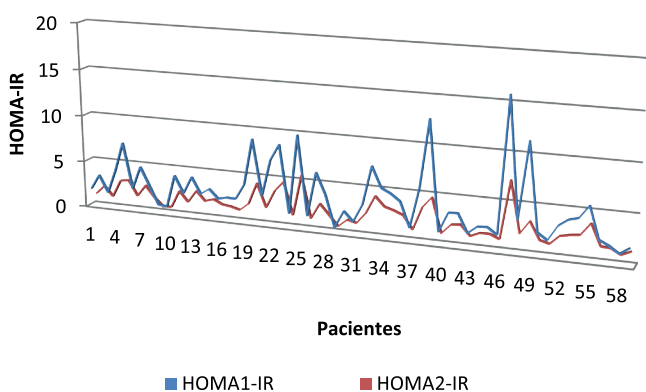
Ao comparar os índices HOMA1-IR e HOMA2-IR nos grupos normo e hiperglicêmicos estudados (Tabela 2), apenas o HOMA1-IR mostrou diferença significativa entre os grupos, o que foi surpreendente uma vez que o índice HOMA2-IR é considerado mais sensível e atual no diagnóstico de resistência à insulina. No entanto, os valores de refe-

rência para os índices HOMA1-IR e HOMA2-IR têm sido discutido na literatura, principalmente em relação às diferenças étnicas das populações estudadas (PRISPASERT et al., 2013; WALLACE; LEVY; MATTHEWS, 2004). Geloneze et al. (2009) determinaram os seguintes pontos de corte na identificação de resistência à insulina em brasileiros para os índices HOMA1-IR>2,7 e HOMA2-IR>1,8. Já a Sociedade Brasileira de Diabetes (2009) publicou, no mesmo ano, critérios diagnósticos para a resistência insulínica, incluindo HOMA1-IR>4,6.

O HOMA1-IR é considerado um cálculo mais simplificado de resistência à insulina, mas com algumas limitações, especialmente em indivíduos com hiperglicemia de jejum, por ser induzida pela secreção inadequada de insulina e do nível de homeostase entre glicose e insulina basal. Neste contexto, a correção deste índice pela dosagem de adiponectina (HOMA-AD) poderia suprir essas limitações, por tratar-se de um marcador inflamatório abundante sericamente, o qual poderia ser um preditor de resistência insulina nos indivíduos que estão com a glicemia de jejum moderadamente alterada e nos indivíduos que não apresentem alterações na glicemia (SILVA et al., 2011).

Apesar de ambos os índices não se apresentarem de forma igual entre os grupos, foi observada uma correlação entre ambos, considerada positiva de acordo com a análise de Pearson ($r=0,94$) (Figura 2).

Figura 2: Comparação entre os valores de HOMA1-IR e HOMA2-IR nos pacientes atendidos no SUS no município de Torixoréu-MT (n=59, pois o HOMA2-IR não pode ser calculado em dois pacientes devido à limitações do método).



Essa diferença estatística entre os índices de HOMA1-IR e HOMA2-IR (Tabela 2) pode ser explicada pela limitação em relação ao valor de insulina para o cálculo do índice de HOMA2-IR, pois o programa *HOMA Calculator* não aceita valores maiores que 400 pmol/L de insulina. Ainda, o tamanho da amostra estudada (n=61) também pode ter contribuído estatisticamente com essa desigualdade entre os índices, já que estes são métodos adequados para estudos em larga escala, também pode-se levar em consideração a miscigenação da amostra em estudo uma vez que a população brasileira é considerada heterogênea. (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006; ABREU; FONSECA; SANTOS, 2011).

Conclusão

Os índices HOMA1-IR e HOMA2-IR apresentaram uma correlação para o diagnóstico de resistência à insulina na população estudada, apesar do índice HOMA1-IR ter sido mais específico na detecção da resistência à insulina em hiperglicêmicos.

Ao observar o perfil da população estudada, cujos valores de glicemia médios apresentaram-se alterados, e considerando a relação entre DM2 com outras patologias, torna-se de fundamental importância a detecção precoce da resistência à insulina, visto que um tratamento mais agressivo, incluindo mudanças no estilo de vida e metas rigorosas no que se refere a níveis pressóricos e lipídicos é altamente recomendado em pacientes com resistência à insulina. Assim, o uso de índices como o HOMA-IR e o IMC se tornam atrativos neste processo frente ao seu baixo custo e facilidade na obtenção dos dados.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externo.

Vinculação Acadêmica

Este artigo representa o Projeto de Extensão (SIG- Proj N°: 172395.790.8670.10032014) realizado na Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Universitário do Araguaia.

Referências

ABDUL-GHANI M. A. et al. insulin secretion and action in subjects with impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance. **Diabetes**, v. 55, p.1430-1435, 2006.

ABREU E.; FONSECA, M. J.; SANTOS, A. C. Associação entre a hiperuricemia e a resistência à insulina. **Act Med Port**. v. 24, n.,2, p. 565-574, 2011.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus **diabetes care**, v. 35, n.1, p. 64-71, 2012.

ANTUNA-PUENTE, B. et al. How can we measure insulin sensitivity/resistance? **Diabetes e metabolism**, v. 37, p.179-188, 2011.

CONDOGNO J. S.; FERNANDES, R. A.; MONTEIRO, H. L. Prática de atividades físicas e custo do tratamento ambulatorial de diabéticos tipo 2 atendidos em unidade básica de saúde. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v. 56, n.1, p. 6-11, 2012.

CORRÊA F. H. et al. Avaliação da secreção e resistência insulínica em indivíduos com diferentes graus de tolerância à glicose - do metabolismo normal ao diabetes Mellitus. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v. 51, n. 9, p. 1498-1505, 2007.

- CORRÊA, F. H. S. et al. Influência da gordura corporal no controle clínico e metabólico de pacientes com diabetes Mellitus Tipo 2. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 47, n. 1, p. 62-68, 2003.
- GALVÃO, R. et al. Efeitos de diferentes graus de sensibilidade à insulina na função endotelial de pacientes obesos. **Arq Bras Cardiol.** v. 98, n. 1, p. 45-51, 2012.
- GAYOSO-DIZ P. et al. Insulin resistance (HOMA-IR) cut-off values and the metabolic syndrome in a general adult population: effect of gender and age: EPIRCE cross-sectional study. **BMC Endocrine Disorders**, v.13, p. 47-56, 2013.
- GELONEZE, B.; TAMBASCIA, M. A. Avaliação laboratorial e diagnóstico da resistência insulínica; **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 50, n. 2, p. 208-215, 2006.
- GELONEZE, B. et al. Índices HOMA1-IR e HOMA2-IR para identificação de resistência à insulina e síndrome metabólica - Estudo Brasileiro de Síndrome Metabólica (BRAMS), **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 53, n. 2, p. 281-287, 2009.
- GOMES, M. B. et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em pacientes com diabetes Mellitus do Tipo 2 no Brasil: estudo multicêntrico nacional. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 50, n. 1, p.136-144, 2006.
- GRILLO, M. F. F.; GORINI, M. I. P. C. Caracterização de pessoas com diabetes mellitus tipo 2. **Rev. Bras. Enferm.** v. 60, n.1, p. 49-54, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) . Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 ago. 2014.
- LEVY, J. C.; MATTHEWS, D. R.; HERMANS, M. P. Correct homeostasis model assessment (HOMA) evaluation uses the computer program. **Diabetes Care**, v. 21, n. 12, p. 2191-2192, 1998.
- LIMA, A. C. S. et al. Fatores de risco para diabetes mellitus tipo 2 em universitários: associação com variáveis sócio demográficas. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v. 22, n. 3, p. 484-490, 2014.
- LOPES, J. P.; OLIVEIRA S. M.; FORTUNATO, J. S. Stress oxidativo e seus efeitos na insulino-resistência e disfunção das células β -pancreáticas: relação com as complicações da diabetes Mellitus Tipo 2. **Acta Med Port.** v. 21, n. 3, p. 293-302, 2008.
- LYRA, R. et al. Prevenção do Diabetes Mellitus Tipo 2. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 50, n. 2, p. 139- 149, 2006.
- MATOS L. N.; GIORELLI G.V.; DIAS, C. B. Correlação dos indicadores antropométricos em identificar a sensibilidade e resistência insulínicas. **Sao Paulo Med J.** v. 129, n. 1, p. 30-35, 2011.
- MARINHO, N. B. P. et al. Diabetes *mellitus*: fatores associados entre usuários da estratégia saúde da família, **Acta Paul Enferm.** v. 25, n. 4, p. 595-600, 2012.
- MATTHEWS, D. R. et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man, **Diabetologia**, v. 28, p. 412- 419, 1985.
- MIELDAZIS, S. F. A. et al. Avaliação do hiperinsulinismo em amostra de crianças pré-pubescentes. **Jornal de Pediatria**, v. 86, n. 3, p. 245- 249, 2010.
- OLIVEIRA, E. P.; SOUZA, M. L. A.; LIMA, L. D. A. Índice HOMA (homeostasis model assessment) na prática clínica: uma revisão. **J Bras Patol Med Lab.** v. 41, n. 4, p. 237-243, 2005.
- PAULI, J. R. et al. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético, **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 53, n. 4, p. 399- 408, 2009.
- PISPRASERT, V. et al. Limitations in the use of indices using glucose and insulin levels to predict insulin sensitivity, **Diabetes Care**, v. 36, p. 845-853, 2013.
- PONTES, A. G. et al. Resistência à insulina em mulheres com síndrome dos ovários policísticos: relação com as variáveis antropométricas e bioquímicas. **Rev Bras Ginecol Obstet.** v. 34, n. 2, p. 74-79, 2012.
- ROCHA, N. P. et al. Análise de diferentes medidas antropométricas na identificação de síndrome metabólica, com ou sem alteração do metabolismo glicídico. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 54, n. 7, p. 636-643, 2010.
- SILVA, A. M. O. et al. Relação de resistência à insulina nos componentes da síndrome metabólica por índices de Homa-IR e Homa-AD. **Bariátrica e Metabólica Ibero-americana**, v.1, n. 3, p. 201-204, 2011.
- SILVA, C. A.; LIMA W. C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 à curto prazo. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 46, n. 5, p. 550-556, 2002.
- SKOZE, E. et al. Effect of aging on glucose homeostasis. **Diabetes Care**, v. 31, n. 3, p. 539-543, 2008.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES: Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. v. 3, 2009.
- STERN, S. E. et al. Identification of individuals with insulin resistance using routine clinical measurements, **Diabetes**, v. 54, p. 333-339, 2005.
- VASQUES, A. C. J. et al. Análise crítica do uso dos índices do homeostasis model assessment (homa) na avaliação da resistência à insulina e capacidade funcional das células- β pancreáticas, **Arq Bras Endrocrinol Metab.** v. 52, n.1, p.

32-39, 2008.

WALLACE, T. M.; LEVY, J. C. MATTHEWS, D. R. Use and abuse of homa modeling. **Diabetes Care**, v. 27, n. 6, p. 1487-1495, 2004.

Recebido: 06/02/2015

Aceito: 18/04/2015