

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

**Associação do índice de massa corporal com absorptometria de Raio-x de Dupla Energia (DEXA) em diabéticos tipo 1**

**Association of body mass index with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in type 1 diabetics**

**Asociación del índice de masa corporal con la absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA) en diabéticos tipo 1**

William Cordeiro de Souza<sup>1</sup>

Valderi Abreu de Lima<sup>2</sup>

Suzana Nesi França<sup>2</sup>

Denise Barth Rebesco<sup>3</sup>

Neiva Leite<sup>2</sup>

Luis Paulo Gomes Mascarenhas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prefeitura do Município de Três Barras. Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Paraná, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste Irati. Paraná, Brasil.

## RESUMO

**Introdução:** Existem várias técnicas para avaliar a composição corporal, dentre elas o DEXA, porém apresenta alto custo. O índice de massa corporal (IMC) se apresenta como método mais utilizado. Entretanto, o mesmo apresenta limitações.

**Objetivo:** Verificar a aplicabilidade de uma nova equação do IMC e associar com o absorptometria de Raio-x de Dupla Energia (DEXA) em adolescentes com diabetes mellitus tipo 1.

**Métodos:** Pesquisa intencional composta por 30 adolescentes (15 meninos e 15 meninas), com idades entre 10 e 15 anos. Foi avaliada a estatura e a massa corporal para a obtenção dos  $IMC^{2.5}$  e  $oIMC^2$ . O percentual de gordura foi obtido através do DEXA. A hemoglobina glicada foi verificada por meio do teste imunoturbidimétrico TurbiClin. Para análise dos dados foi realizada a média, desvio padrão e percentual de frequência. A correlação entre as variáveis dos IMC, DEXA e hemoglobina glicada, foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Adotou-se um nível de significância de  $p < 0,05$ .

**Resultados:** A nova equação do  $IMC^{2.5}$  apresentou associação com  $IMC^{2.5}$  Escore Z ( $r=0,68$ ;  $p=0,001$ ),  $IMC^2$  ( $r=0,99$ ;  $p=0,001$ ),  $IMC^2$  Escore Z ( $r=0,67$ ;  $p=0,001$ ) e DEXA ( $r=0,58$ ;  $p=0,05$ ). Enquanto, o  $IMC^{2.5}$  Escore Z demonstrou associação positiva com  $oIMC^2$  ( $r=0,70$ ;  $p=0,001$ ) e  $IMC^2$  Escore Z ( $r=1,0$ ;  $p=0,001$ ).

**Conclusão:** Para os adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 tanto faz a equação utilizada para estimar o estado nutricional, pois a imprecisão de ambos os IMC continua a mesma para determinar percentual de gordura. O mesmo ocorre quando transformado em  $IMC^{2.5}$  escore Z, o nível de correlação continua semelhante.

**Palavras chave:** massa corporal; adolescentes; diabetes; absorptometria de raio-x de dupla energia, DEXA.

## ABSTRACT

**Introduction:** There are several techniques to evaluate body composition, among them DEXA stands out, but presents a high cost. On the other hand, body mass index (BMI) is the most used method. However, it has limitations.

**Objective:** To verify the applicability of a new BMI equation and to associate it with dual energy X-ray absorptiometry (DXA) in adolescents with DM1.

**Methods:** This research of intentional characteristics was composed of 30 adolescents (15 boys and 15 girls), aged between 10 and 15 years. Stature and body mass were evaluated to obtain  $BMI^{2.5}$  and  $BMI^2$ . The percentage of fat (%BF) was obtained through DXA. The glycated hemoglobin (HbA1c) was verified by mean soft he TurbiClin immunoturbidimetric test. Descriptive statistics (mean, standard deviation and percentage of frequency) were used to analyze the data. The correlation between the variables (BMI, DXA and HbA1c) was evaluated by the Pearson correlation coefficient. We adopted a significance level of  $p < 0.05$ .

**Results:** The new equation of  $BMI^{2.5}$  was associated with  $BMI^{2.5}$  Z score ( $r= 0.68$ ,  $p= 0.001$ ),  $BMI^2$  ( $r= 0.99$ ,  $p= 0.001$ ),  $BMI^2$  Z score ( $r= 0.67$ ,  $p= 0.001$ ) and DEXA ( $r= 0.58$ ,  $p= 0.05$ ). Meanwhile,  $BMI^{2.5}$  Z score showed a positive association with  $BMI^2$  ( $r= 0.70$ ,  $p= 0.001$ ) and  $BMI^2$  Z score ( $r= 1.0$ ,  $p= 0.001$ ).

**Conclusion:** We can highlight that for adolescents with DM1, the equation used to estimate the nutritional status is the same, since the imprecision of both BMI remains the same to determine

%G. The same occurs when transformed into BMI<sup>2.5</sup> Z score, the level of correlation continues similar.

**Keywords:** body mass; adolescents; diabetes; dual energy X-ray absorptiometry; DEXA.

## RESUMEN

**Introducción:** Existen varias técnicas para evaluar la composición corporal, entre ellas destaca el DEXA, pero presenta alto costo. Por otro lado, el índice de masa corporal (IMC) se presenta como método más utilizado. Sin embargo, el mismo presenta limitaciones.

**Objetivo:** Verificar la aplicabilidad de una nueva ecuación del IMC y asociarse con la absorciometría con rayos X de doble energía DEXA en adolescentes con DM1.

**Métodos:** Esta investigación de característica intencional fue compuesta por 30 adolescentes (15 niños y 15 niñas), con edades entre 10 y 15 años. Se evaluó la estatura y la masa corporal para la obtención de los IMC<sup>2.5</sup> y el IMC<sup>2</sup>. El porcentaje de grasa (%G) se obtuvo a través del DEXA. La hemoglobina glucosa (HbA1c) se verificó mediante la prueba inmunturbidimétrica TurbiClin. Para el análisis de los datos se realizó la estadística descriptiva (media, desviación estándar y porcentaje de frecuencia). La correlación entre las variables (IMC, DEXA y HbA1c) fue evaluada por el coeficiente de correlación de Pearson. Se adoptó un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

**Resultados:** La nueva ecuación del IMC<sup>2.5</sup> presentó asociación con IMC<sup>2.5</sup> Escore Z ( $r = 0,68$ ;  $p = 0,001$ ), IMC<sup>2</sup> ( $r = 0,99$ ;  $p = 0,001$ ), IMC<sup>2</sup> Escore Z ( $r = 0,67$ ;  $p = 0,001$ ) y DEXA ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,05$ ). Mientras que el IMC<sup>2.5</sup> Escore Z demostró asociación positiva con el IMC<sup>2</sup> ( $r = 0,70$ ;  $p = 0,001$ ) e IMC<sup>2</sup> Escore Z ( $r = 1,0$ ;  $p = 0,001$ ).

**Conclusión:** Podemos destacar que para los adolescentes con DM1 tanto hace la ecuación utilizada para estimar el estado nutricional, pues la imprecisión de ambos IMC continúa siendo la misma para determinar %G. Lo mismo ocurre cuando se convierte en IMC<sup>2.5</sup>.

**Palabras clave:** masa corporal; adolescentes; diabetes; absorciometría con rayos X de doble energía, DEXA.

## INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é o distúrbio endócrino-metabólico mais comum em crianças e adolescentes, e sua incidência tem aumentado em todo o mundo desde a década de 1980, o aumento tem sido em torno de 3,8 % a 5,6 % ao ano e a doença afeta atualmente cerca de 500.000 crianças em todo o mundo.<sup>(1)</sup> O DM1 é caracterizado pela destruição das ilhotas de Langerhans e das células  $\beta$  secretoras de insulina no pâncreas mediadas pela resposta imune, e seu tratamento baseia-se na reposição de insulina subcutânea.<sup>(2)</sup>

Sabe-se que a terapia intensiva com insulina tem contribuído para um melhor controle glicêmico. No entanto, além de equilibrar os parâmetros glicêmicos a insulina promove o ganho de peso que por sua vez apresenta associação com as doenças crônico-degenerativas.<sup>(3)</sup> Os pacientes com DM1

são mais suscetíveis a desenvolver as doenças crônico-degenerativas, e esses índices aumentam para as pessoas com sobrepeso e obesidade.<sup>(4)</sup> Diante disso, se torna relevante conhecer os possíveis fatores de risco relacionados à composição corporal.

Para isso, a literatura apresenta várias técnicas, dentre elas destaca-se o DEXA (Absortometria de Raio-x de Dupla Energia) com as suas especificidades e sofisticação, porém apresenta alto custo.<sup>(5)</sup>

Por outro lado, o índice de massa corporal (IMC) se apresenta como método mais utilizado para avaliar o estado nutricional, pois apresenta fácil aplicação e baixo custo. Entretanto, o IMC apresenta limitações, uma das mais criticadas é a não distinção entre massa gorda e massa magra, podendo superestimar o nível de adiposidade.<sup>(6)</sup>

Um dos grandes críticos do IMC é o professor *Nick Trefethen*, um matemático inglês que propôs uma nova equação, segundo o autor essa nova fórmula apresenta uma melhor aproximação do tamanho e das formas corporais.<sup>(7)</sup> Esse índice ainda precisa ser testado através de pesquisas científicas em diferentes populações com amostras maiores e usando como referência um método para avaliar o estado nutricional com melhor precisão.<sup>(8)</sup>

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo verificar a aplicabilidade de uma nova equação do IMC e associar com o DEXA em adolescentes diabéticos tipo 1.

## MÉTODOS

Esta pesquisa de característica intencional foi composta por 30 adolescentes (15 meninos e 15 meninas), com diagnóstico de DM1 a mais de 6 meses, todos com idade entre 10 e 15 anos. Os participantes e seus responsáveis assinaram o termo de assentimento e o termo de consentimento livre e esclarecido. O presente estudo faz parte do projeto intitulado "Influência do horário de prática de exercício aeróbio contínuo e intermitente, relacionado à insulino terapia, na resposta glicêmica de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1" submetido a Plataforma Brasil e aprovado pelo comitê de ética em pesquisas com seres humanos do hospital de clínicas de Curitiba (Parecer nº: 1.101.601 - CAEE: 44193214.7.0000.0096).

A estatura foi avaliada utilizando um estadiômetro vertical portátil (WCS®, Brasil), escalonado em 0,1. Os adolescentes foram avaliados descalços, braços ao longo do corpo e cabeça no plano horizontal de Frankfurt. A massa corporal foi avaliada com balança digital portátil Filizola®, Brasil, com resolução de 100 gramas. Na mensuração da massa corporal, o avaliado deveria se posicionar em pé, de costas para escala da balança, usando apenas sunga (meninos) e maiô (meninas).<sup>(9)</sup> Após a obtenção desses dados foi calculada nova fórmula do IMC<sup>2,5</sup> (IMCt= 1,3\* massa corporal(kg)/ estatura (m<sup>2,5</sup>)<sup>(10)</sup> e também foi calculada a equação tradicional do IMC<sup>2</sup> (IMCq= massa corporal (kg)/ estatura (m<sup>2</sup>).<sup>(11)</sup> O IMC Escore Z foi calculado em ambas as equações. Para a classificação do IMC foram utilizados os pontos de corte sugeridos pela Sociedade Brasileira de Pediatria.<sup>(12)</sup>

Para avaliação do percentual de gordura (%G) obtido através do DEXA foi utilizado o equipamento Hologic Discovery QDR®, com emissão de radiação de 5μSv. Trata-se de um procedimento de mapeamento dos diferentes constituintes do organismo onde a quantificação da gordura e do

músculo é determinada a partir da atenuação do raio-X na passagem pelos diversos tecidos corporais.<sup>(15)</sup> A classificação de sobrepeso e obesidade por densitometria óssea seguiu as recomendações de *Lohman*.<sup>(13)</sup>

A hemoglobina glicada (HbA1c) foi verificada por meio do teste imunoturbidimétrico TurbiClin. Após um jejum prévio de 12 horas, os avaliados realizaram punção venosa sanguínea. O sangue então foi guardado em tubo de ensaio e levado para análise cromatográfica.<sup>(4)</sup>

Para análise dos dados foi realizada a estatística descritiva (média, desvio padrão e percentual de frequência). A correlação entre as variáveis (IMC, DEXA e HbA1c) foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Adotou-se um nível de significância de  $p < 0,05$ . Para a análise dos dados utilizou-se o programa estatístico BioEstat 5.0.

## RESULTADOS

Os dados de caracterização da amostra estão demonstrados na [tabela 1](#). No total de 30 adolescentes com DM1 avaliados, foi possível observar na variável de IMC (em ambas equações) que 86,67 % ( $n = 26$ ) apresentaram peso adequado, enquanto, 13,33 % ( $n = 4$ ) apresentaram sobrepeso. No geral, o grupo avaliado foi classificado com peso normal. Através dos resultados obtidos pelo DEXA, 70 % ( $n = 21$ ) apresentaram percentual gordura corporal (%GC) adequado, 10 % ( $n = 3$ ) com %GC acima do recomendando e 20 % ( $n = 6$ ) com %GC muito acima do aconselhável. Diante disso, o grupo em geral avaliado foi classificado com %GC adequado.

**Tabela 1 - Caracterização da amostra**

Variáveis	GDM1
Idade (anos)	13,2 ± 1,9
Massa Corporal (kg)	49,68 ± 13,44
Estatura (m)	154,9 ± 12,60
IMC <sup>2.5</sup> (1,3*kg/m <sup>2.5</sup> )	18,71 ± 2,03
IMC <sup>2.5</sup> Escore Z (1,3*kg/m <sup>2.5</sup> )	0,24 ± 1,00
IMC <sup>2</sup> (kg/m)	20,08 ± 3,19
IMC <sup>2</sup> Escore Z (kg/m <sup>2</sup> )	0,27 ± 1,04
DEXA (%GC)	22,96 ± 8,67
HbA1c (%)	8,12 ± 1,51

Nota: IMC<sup>2.5</sup> - Proposto por *Trefethen*;<sup>12</sup> IMC<sup>2</sup>-*Quételet*.<sup>(13)</sup>

A [tabela 2](#) apresenta as associações entre as variáveis antropométricas do IMC<sup>2.5</sup>, IMC<sup>2.5</sup> Escore Z, IMC<sup>2</sup>, IMC<sup>2</sup> Escore Z e DEXA.

**Tabela 2** - Relação entre as variáveis antropométricas dos IMC, DEXA e HbA1c

Variáveis	IMC <sup>2.5</sup> Escore Z (1,3* kg/ m <sup>2.5</sup> )	IMC <sup>2</sup> (kg/ m <sup>2</sup> )	IMC <sup>2</sup> Escore Z (kg/ m <sup>2</sup> )	DEXA (%GC)	HbA1c (%)
IMC <sup>2.5</sup> (1,3* kg/ m <sup>2.5</sup> )	r = 0,68 p = 0,001	r = 0,99 p = 0,001	r = 0,67 p = 0,001	r = 0,58 p = 0,05	r = 0,30 p = 0,234
IMC <sup>2.5</sup> Escore (1,3* kg/ m <sup>2.5</sup> )	-	r = 0,70 p = 0,001	r=1,00 p=0,001	r = 0,58 p = 0,001	r = 0,44 p = 0,567
IMC <sup>2</sup> (kg/ m <sup>2</sup> )	-	-	r=0,70 p=0,001	r = 0,40 p = 0,05	r = 0,34 p = 0,222
IMC <sup>2</sup> Escore Z (kg/ m <sup>2</sup> )	-	-	-	r = 0,58 p = 0,001	r = 0,49 p = 0,321
DEXA (%GC)	-	-	-	-	r = 0,46 p = 0,132

## DISCUSSÃO

Pode-se destacar que o IMC<sup>2.5</sup> ainda é um índice pouco conhecido, sem muita disseminação científica. Dessa forma, é difícil encontrar estudos científicos que busquem testar sua exatidão e aplicabilidade.<sup>(8)</sup> Os poucos estudos encontrados na literatura, ao correlacionar os resultados do IMC<sup>2.5</sup> e do IMC<sup>2</sup>, descrevem valores de coeficiente de correlação indicativos de linearidade positiva entre ambas equações. Estudos realizados com adolescentes como o de *Ferreira et al*<sup>(15)</sup> verificaram associação muito forte (r= 0,98; p=< 0,001) ao avaliar 113 escolares, com idades entre 10 a 15 anos. *Ribas Júnior et al*<sup>(16)</sup> encontram associação semelhante (r= 0,97; p=< 0,001) ao avaliar 58 escolares, com idades entre 10 a 14 anos. Corroborando com resultados foram encontrados no presente estudo.

*Westphal et al*<sup>(17)</sup> avaliaram 31 acadêmicos de educação física, com idades entre 18 a 58 anos, e observaram a mesma relação (r= 0,99; p=< 0,001). O mesmo ocorreu em estudo desenvolvido por *Souza et al*<sup>(18)</sup> ao avaliar 222 mulheres, com idades entre 18 e 49 anos, que encontraram relação muito forte e significativa (r = 0,98; p =< 0,001). Vale ressaltar que os avaliados dos trabalhos supracitados acima não são portadores do diabetes.

Cabe mencionar que *Trefethen*<sup>(10)</sup> relacionou a sua proposta do  $IMC^{2.5}$  com o  $IMC^2$  e encontrou correlação positiva e perfeita ( $r = 1,0$ ) entre ambas às equações. Tal fato foi observado no presente quanto relacionado o  $IMC^{2.5}$  Escore Z com o  $IMC^2$  Escore Z ( $r = 1,0$ ). De acordo com *Westphal et al*<sup>(17)</sup> os valores de associação indicativos de linearidade positiva entre as equações, provavelmente ocorre pelo motivo de relacionar variáveis semelhantes, no caso a massa corporal dividida pela estatura.

Quando relacionado o  $IMC^{2.5}$  com o DEXA foi observada correlação moderada e significativa ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,05$ ), e entre  $IMC^{2.5}$  Escore Z com DEXA foi observada correlação moderada e significativa ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,001$ ). Infelizmente, a literatura apresenta escassez em trabalhos que associaram a nova equação com o DEXA. Entretanto, foi possível perceber que o  $IMC^2$  quando associado ao DEXA, apresentou resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo quanto associado o  $IMC^{2.5}$ .

*Pietrobelli et al*<sup>(19)</sup> ao avaliar a relação entre o  $IMC^2$  e o DEXA em 198 crianças e adolescentes italianos saudáveis entre 5 e 19 anos de idade, encontraram relação moderada para os meninos ( $r = 0,63$ ) e para as meninas ( $r = 0,69$ ), respectivamente. *Kerruish et al*<sup>(20)</sup> avaliaram a composição corporal de adolescentes (13 a 18 anos) com anorexia nervosa e verificaram relação moderada ( $r = 0,46$ ) entre o  $IMC^2$  e o DEXA.

*Brayet et al*<sup>(21)</sup> avaliaram a gordura corporal de 129 meninos e meninas afro-americanos e brancos com idade entre 10 e 12 anos, e observaram que o  $IMC^2$  e o DEXA apresentou forte relação ( $r = 0,77$ ); houve moderada correlação para as crianças mais gordas ( $r = 0,66$ ) e nenhuma correlação para as crianças magras ( $r = 0,09$ ).

Segundo *Freedman et al*<sup>(22)</sup> a magnitude da associação entre os níveis de  $IMC^2$  na infância e a gordura corporal, determinada pela absorciometria por raios-X de dupla energia, densitometria e outros métodos, varia substancialmente entre associações relativamente modestas, aproximadamente ( $r = 0,5$ ). Tal fato corrobora com os resultados no presente estudo. De acordo com *Petroski*<sup>(9)</sup> o DEXA é considerado o método "padrão ouro" no desenvolvimento e validações de equações, devido a sua elevada precisão nos resultados.

A HbA1c apresentou valores médios de  $8,12 \pm 1,51$ , considerado resultado anormal, que indica diabetes mal controlado.<sup>(23)</sup> Os adolescentes com controle glicêmico inadequado encontrado no presente estudo pode indicar não adesão ao tratamento, influência de fatores ambiental e conseqüentemente, maior risco de desenvolver complicações crônicas e menor qualidade de vida.<sup>(24)</sup>

Não foram encontradas associações significativas entre o estado nutricional e o %GC quando relacionado com a HbA1c, possivelmente essa não relação ocorreu pelo motivo de os avaliados apresentarem estado nutricional e %GC dentro do recomendado. De acordo com *Fernandes*<sup>(25)</sup> a alta prevalência de sobrepeso e obesidade pode apresentar influência significativa na HbA1c.

Diante disso, sugere-se que novos estudos sejam realizados com adolescentes diabéticos utilizando a nova equação juntamente com o DEXA, correlacionando-as, para assim dar mais fidelidade ao novo método de avaliação de estado nutricional.

Diante dos resultados pode-se destacar que para os adolescentes com DM1 tanto faz a equação utilizada para estimar o estado nutricional, pois a imprecisão de ambos os  $IMC$  continua a mesma para determinar %G. O mesmo ocorre quando o  $IMC$  é transformado em  $IMC$  escore Z, o nível de correlação continua semelhante.

## Conflictos de interés

Los autores no refieren conflictos de intereses.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade CJN, Alves CAD. Influence of socioeconomic and psychological factors in glycemic control in young children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr.* 2018;17:30285.
2. Ferreira I, Hovind P, Schalkwijk CG, Parving HH, Stehouwer CDA, Rossing P. Biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction as predictors of pulse pressure and incident hypertension in type 1 diabetes: a 20 year life-course study in an inception cohort. *Diabetologia.* 2018;61(1):231-41.
3. McEwan P, Bennett H, Bolin K, Evans M, Bergenheim K. Assessing the economic value of maintained improvements in Type 1 diabetes management, in terms of HbA1c, weight and hypoglycaemic event incidence. *DiabetMed.* 2018:1-10.
4. Lima VA, Mascarenhas LPG, França SN, Decimo JP, Souza. WC, Leite, N. Atividade física e alterações na hemoglobina glicada em adolescentes com diabetes mellitus tipo 1: Quanto é necessário? *Pensar a Prática.* 2018;21(1):147-55.
5. Moreira OC, Oliveira CEP, Paz JA. Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) reliability and intra observe are producibility for segmental body composition measuring. *Nutr Hosp.* 2018;35(2):340-5.
6. Segheto W, Hallal PC, Marins JCB, Silva DCG, Coelho FA, Ribeiro AQ. et al. Factor associated with body adiposity index (BAI) in adults: population-based study. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2018; 23(3):773-83.
7. Tjeertes E, Hoeks S, Ad van Vugt JL, Stolker RJ, Hoofwijk A. The new body mass index formula; not validated as a predictor of outcome in a large cohort study of patients undergoing general surgery. *Clinical Nutrition ESPEN.* 2017;22:24-7.
8. Pereira GAM, Matheus SC, Both DR, Behenck MS. Accuracy of alternative indexes for assessing the nutritional status of men and women. *Ver Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2017;19(3):290-8.
9. Petroski EL. Antropometria: Técnicas e Padronizações. 5ª. Ed. Várzea Paulista, (SP): Fontoura; 2011.
10. Trefethen N. BMI (Body Mass Index); 2013. Acesso: 10/04/2018. Disponível em: <http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/bmi.html>



11. Quetelet A. Recherches sur le poids de l'homme aux different âges. Nouveaux Memoire de l'Academie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles; 1832.
12. Sociedade Brasileira de Pediatria (BR). Avaliação nutricional da criança e do adolescente - Manual de Orientação/Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia. São Paulo (SP): Sociedade Brasileira de Pediatria, Departamento de Nutrologia; 2009.
13. Toombs RJ, Ducher G, Shepherd JA, De Souza MJ. The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. *Obesity*. 2012;20(1):30-9.
14. Lohman TG. The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth. *J Phys Educ Recreat Danc*. 1987;58(9):98-103.
15. Ferreira C, Robles AR, Mascarenhas LPG, Lima VA, Souza WB, Souza WC. Concordância entre o índice de massa corporal de Quételet e o de Trefethen na estimativa do estado nutricional de escolares. *Ver Pesq Fisio*. 2016;6(3):261-7.
16. Ribas Junior MA, Mascarenhas LPG, Cordova M, Lima VA, Grzelczak MT, Souza WC. Aplicabilidade do IMC de Trefethen em escolares. *Ver Pesqu Fisio*. 2016;6(2):91-8.
17. Westphal P, Ferreira C, Adamczeski M, Camargo L, Santos R, Massaneiro AC, et al. Relação entre o índice de massa corporal de Quételet e Trefethen. *Revista CPAQV*. 2016;(8):1-6.
18. Souza WC, Smolarek AC, Rebesco DB, Grzelczak MT, Lima VA, Mascarenhas LPG. Relação entre duas equações do índice de massa corporal em mulheres. *Saúde Meio Ambient*. 2018;7(1):72-80.
19. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: A validation study. *JPediatr*. 1998;132:204-10.
20. Kerruish KP, O'Connor J, Humphries MR, Kohn MR, Clarke SD, Briody JN. et al. Body composition in adolescents with anorexia nervosa. *The Am J Clin Nutr*. 2002;75(1):31-7.
21. Bray GA, DeLany JP, Harsha DW, Volaufova J, Champagne CC. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *Am J ClinNutr*. 2001;73(4):687-702.
22. Freedman DS, Wang J, Thornton JC, Mei Z, Sopher AB, Pierson Jr RN. et al. Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009;163(9):805-11.
23. Pontieri FM, Bachion MM. Crenças de pacientes diabéticos acerca da terapia nutricional e sua influência na adesão ao tratamento. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2010;15(1):151-60
24. Marques RMB, Fornés NS, Stringhini MLF. Fatores socioeconômicos, demográficos, nutricionais e de atividade física no controle glicêmico de adolescentes portadores de diabetes melito tipo. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2011;55(3):194-202.

25. Fernandes T. Impacto da terapêutica nutricional individualizada no controlo glicémico de pessoas com diabetes mellitus. Acta Portuguesa de Nutrição. 2017;9:18-22.

Recibido: 13/11/2018  
Aprobado: 23/02/2019

*William Cordeiro de Souza*. Prefeitura do Município de Três Barras. Santa Catarina, Brasil.  
Correo electrónico: [professor\\_williamsouza@yahoo.com.br](mailto:professor_williamsouza@yahoo.com.br)

## Texto en español

### INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 1 (DM1), es el trastorno endocrino metabólico más común en niños y adolescentes. Su incidencia ha aumentado en todo el mundo desde la década de 1980. El aumento ha sido del 3,8 % al 5,6 % por año y la enfermedad afecta actualmente, a alrededor de 500.000 niños en todo el mundo.<sup>(1)</sup> La DM1 se caracteriza por la destrucción, debido a una respuesta inmune, de los islotes de Langerhans del páncreas y las células beta secretoras de insulina. Su tratamiento se basa en la reposición de insulina por vía subcutánea.<sup>(2)</sup>

Se sabe que la terapia intensiva con insulina, ha contribuido a un mejor control glucémico. Sin embargo, además de equilibrar los parámetros glucémicos, la insulina promueve la ganancia de peso, que a su vez se asocia con enfermedades degenerativas crónicas.<sup>(3)</sup> Los pacientes con DM1 son más susceptibles a desarrollar estas enfermedades, y esos índices aumentan para las personas con sobrepeso y obesidad.<sup>(4)</sup> Ante ello, se hace relevante conocer los posibles factores de riesgo, relacionados con la composición corporal.

Con este propósito, la literatura presenta varias técnicas, entre ellas destaca la DEXA (absorciometría de rayos-X de doble energía) con sus especificidades, complejidad y además, alto costo.<sup>(5)</sup>

Por otro lado, el índice de masa corporal (IMC) se presenta como el método más utilizado para evaluar el estado nutricional; es de fácil aplicación y bajo costo. Sin embargo, presenta limitaciones. Una de las más criticadas es la no distinción entre masa grasa y masa magra, que puede sobreestimar el nivel de adiposidad.<sup>(6)</sup>

Uno de los grandes críticos del IMC, es el profesor *Nick Trefethen*, un matemático inglés, que propone una nueva ecuación. Según este autor, esa nueva fórmula tiene una mejor aproximación al tamaño y las formas corporales.<sup>(7)</sup> Este índice, todavía necesita ser probado a través de investigaciones científicas en diferentes poblaciones con muestras mayores, y utilizar como referencia un método para evaluar el estado nutricional, con más precisión.<sup>(8)</sup>

Sobre la base de lo planteado, este estudio tuvo como objetivo verificar la aplicabilidad de una nueva ecuación del IMC y asociar con la DEXA, en adolescentes diabéticos tipo 1.

## MÉTODOS

Se obtuvo una muestra intencional de 30 adolescentes (15 varones y 15 hembras), con diagnóstico de DM1 de más de 6 meses, todos con edad entre 10 y 15 años. Los participantes y sus responsables firmaron un consentimiento informado.

El presente estudio forma parte del proyecto titulado "Influencia del horario de práctica de ejercicio aeróbico continuo e intermitente, relacionado a la insulinoterapia, en la respuesta glucémica de niños y adolescentes con diabetes mellitus tipo 1" sometido a Plataforma Brasil y aprobado por el comité de ética en investigaciones con seres humanos, del Hospital de Clínicas de Curitiba (Opinión nº: 1.101.601 - CAEE: 44193214.7.0000.0096). Se excluyeron a los adolescentes que no aceptaron participar del estudio.

La estatura fue evaluada utilizando un estadiómetro vertical portátil (WCS®, Brasil), escalado en 0,1. Los adolescentes fueron evaluados descalzos, con los brazos a lo largo del cuerpo y la cabeza en el plano horizontal de Frankfurt. La masa corporal fue evaluada con una balanza digital portátil (Filizola®, Brasil), con resolución de 100 gramos. En la medición de la masa corporal, el evaluado debía colocarse de pie, de espaldas a la escala de la balanza, utilizando sólo traje de baño.<sup>(9)</sup> Después de la obtención de estos datos, se calculó una nueva fórmula del  $IMC^{2,5}$  ( $IMCt = 1,3 * \text{masa corporal (kg)} / \text{estatura (m}^{2,5})^{(10)}$ ) y también se calculó la ecuación tradicional del  $IMC^2$  ( $IMCq = \text{masa corporal (kg)} / \text{estatura (m}^2)^{(11)}$ ). El IMC fue calculado en ambas ecuaciones. Para la clasificación del IMC, se utilizaron los puntos de corte sugeridos por la Sociedad Brasileña de Pediatría.<sup>(12)</sup>

Para la evaluación del porcentaje de grasa (%G) obtenido a través del DEXA, se utilizó el equipo Hologic Discovery QDR®, con emisión de radiación de 5µSv. Se trata de un procedimiento de mapeo de los diferentes constituyentes del organismo, donde la cuantificación de la grasa y del músculo, se determina a partir de la atenuación de los rayos X en el paso por los diversos tejidos corporales.<sup>(15)</sup> La clasificación de sobrepeso y obesidad por densitometría ósea, siguió las recomendaciones de *Lohman*.<sup>(13)</sup>

La hemoglobina glicosilada (HbA1c), se verificó mediante la prueba inmunturbidimétrica TurbiClin. Después de un ayuno de 12 horas, a los evaluados se le extrajo una muestra de sangre que fue guardada en tubo de ensayo, para análisis cromatográfico.<sup>(4)</sup>

Para el análisis de los datos se calculó la estadística descriptiva (media, desviación estándar y porcentaje de frecuencia). La correlación entre las variables (IMC, DEXA y HbA1c) fue evaluada por el coeficiente de correlación de Pearson. Se adoptó un nivel de significación de  $p < 0,05$ . Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico BioEstat 5.0.

## RESULTADOS

Los datos de caracterización de la muestra se demuestran en la [tabla 1](#). De 30 adolescentes con DM1 evaluados, fue posible observar en la variable de IMC (en ambas ecuaciones) que 86,67 % ( $n = 26$ ) presentaron peso adecuado, mientras que 13,33 % ( $n = 4$ ) presentaron sobrepeso. En general, el grupo evaluado fue clasificado con peso normal. En los resultados obtenidos por el DEXA, el 70 % ( $n = 21$ ) presentó un porcentaje de grasa corporal (%GC) adecuado, 10 % ( $n = 3$ ) con %GC por encima del recomendado y 20 % ( $n = 6$ ) con %GC muy por encima de lo aconsejable. Por lo tanto, el grupo evaluado en general, fue clasificado con %GC adecuado.

**Tabla 1** - Caracterización de la muestra

Variables	GDM1
Edad (años)	13,2 ± 1,9
Masa corporal (kg)	49,68 ± 13,44
Estatura (cm)	154,9 ± 12,60
IMC <sup>2.5</sup> (1,3* kg/ m <sup>2.5</sup> )	18,71 ± 2,03
IMC <sup>2.5</sup> puntaje Z (1,3* kg/ m <sup>2.5</sup> )	0,24 ± 1,00
IMC <sup>2</sup> (kg/ m)	20,08 ± 3,19
IMC <sup>2</sup> puntaje Z (kg/ m <sup>2</sup> )	0,27 ± 1,04
DEXA (%GC)	22,96 ± 8,67
HbA1c (%)	8,12 ± 1,51

Nota: IMC<sup>2.5</sup> – Propuesto por Trefethen;<sup>12</sup> IMC<sup>2</sup>–Quételet.<sup>(13)</sup>

La [tabla 2](#) presenta las asociaciones entre las variables antropométricas del IMC<sup>2.5</sup>, puntaje Z del IMC<sup>2.5</sup>, IMC<sup>2</sup>, puntaje Z del IMC<sup>2</sup> y DEXA.

**Tabla 2** – Relación entre las variables antropométricas de los IMC, DEXA y HbA1c

Variables	IMC <sup>2,5</sup> puntaje Z (1,3* kg/ m <sup>2,5</sup> )	IMC <sup>2</sup> (kg/ m <sup>2</sup> )	IMC <sup>2</sup> puntaje Z (kg/ m <sup>2</sup> )	DEXA (%GC)	HbA1c (%)
IMC <sup>2,5</sup> (1,3* kg/ m <sup>2,5</sup> )	r = 0,68 p = 0,001	r = 0,99 p = 0,001	r = 0,67 p = 0,001	r = 0,58 p = 0,05	r = 0,30 p = 0,234
IMC <sup>2,5</sup> Escore (1,3* kg/ m <sup>2,5</sup> )	-	r = 0,70 p = 0,001	r = 1,00 p = 0,001	r = 0,58 p = 0,001	r = 0,44 p = 0,567
IMC <sup>2</sup> (kg/ m <sup>2</sup> )	-	-	r = 0,70 p = 0,001	r = 0,40 p = 0,05	r = 0,34 p = 0,222
IMC <sup>2</sup> puntaje Z (kg/ m <sup>2</sup> )	-	-	-	r = 0,58 p = 0,001	r = 0,49 p = 0,321
DEXA (%GC)	-	-	-	-	r = 0,46 p = 0,132

## DISCUSIÓN

Se puede destacar que el IMC<sup>2,5</sup> se mantiene como un índice poco conocido, sin mucha diseminación científica.<sup>(8)</sup> Los escasos estudios encontrados en la literatura, al correlacionar los resultados del IMC<sup>2,5</sup> y del IMC<sup>2</sup>, describen valores de coeficiente de correlación indicativos de linealidad positiva entre ambas ecuaciones. Los estudios realizados con adolescentes, como el de *Ferreira* y otros<sup>(15)</sup> verificaron asociación muy fuerte ( $r = 0,98$ ;  $p \leq 0,001$ ) al evaluar 113 escolares, con edades entre 10 a 15 años. *Ribas Júnior* y otros<sup>(16)</sup> encontraron asociación similar ( $r = 0,97$ ;  $p \leq 0,001$ ) al evaluar 58 escolares, con edades entre 10 a 14 años. Los resultados del presente estudio, corroboran estos hallazgos.

*Westphal* y otros<sup>(17)</sup> evaluaron 31 académicos de educación física, con edades entre 18 y 58 años, y observaron la misma relación ( $r = 0,99$ ;  $p \leq 0,001$ ). En el estudio realizado por *Souza* y otros<sup>(18)</sup> al evaluar 222 mujeres, con edades entre 18 y 49 años, encontraron relación muy fuerte y significativa ( $r = 0,98$ ;  $p \leq 0,001$ ). Es importante resaltar que los evaluados en los trabajos arriba citados, no son portadores de diabetes.

Cabe mencionar que *Trefethen*<sup>(10)</sup> relacionó su propuesta del IMC<sup>2,5</sup> con el IMC<sup>2</sup> y encontró correlación positiva y perfecta ( $r = 1,0$ ) entre ambas ecuaciones. Este hecho fue observado en el presente trabajo, en la relación del puntaje Z del IMC<sup>2,5</sup> con el puntaje Z del IMC<sup>2</sup> ( $r = 1,0$ ). De acuerdo con *Westphal* y otros,<sup>(17)</sup> los valores de asociación indicativos de linealidad positiva entre las ecuaciones, probablemente ocurre por el motivo de relacionar variables semejantes, en el caso la masa corporal dividida por la estatura.

Sobre la relación del  $IMC^{2,5}$  con el DEXA, se observó una correlación moderada y significativa ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,05$ ), y entre el puntaje Z del  $IMC^{2,5}$  con DEXA, fue observada correlación moderada y significativa ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,001$ ). Desafortunadamente, hay escasez de trabajos en la literatura, que asocien la nueva ecuación con la DEXA. Sin embargo, fue posible percibir que el  $IMC^2$ , cuando está asociado al DEXA, presenta resultados semejantes a los encontrados en el presente estudio como asociado al  $IMC^{2,5}$ .

*Pietrobelli* y otros<sup>(19)</sup> al evaluar la relación entre el  $IMC^2$  y la DEXA, en 198 niños y adolescentes italianos sanos, entre 5 y 19 años de edad, encontraron una relación moderada para los varones ( $r = 0,63$ ) y para las hembras ( $r = 0,69$ ), respectivamente. *Kerruish* y otros<sup>(20)</sup> evaluaron la composición corporal de adolescentes (13 a 18 años) con anorexia nerviosa y verificaron relación moderada ( $r = 0,46$ ) entre el  $IMC^2$  y el DEXA.

*Brayet* y otros<sup>(21)</sup> evaluaron la grasa corporal de 129 niños y niñas afroamericanos blancos, con edad entre 10 y 12 años, y observaron que el  $IMC^2$  y la DEXA presentaron fuerte relación ( $r = 0,77$ ); hubo moderada correlación para los niños más gordos ( $r = 0,66$ ) y ninguna correlación para los más delgados ( $r = 0,09$ ).

Según *Freedman* y otros<sup>(22)</sup> la magnitud de la asociación entre los niveles de  $IMC^2$  en la infancia y la grasa corporal, determinada por la absorciometría por rayos X de doble energía, densitometría y otros métodos, varía sustancialmente entre asociaciones relativamente modestas, aproximadamente  $r = 0,5$ . Este hecho, corrobora los resultados del presente estudio. De acuerdo con *Petroski*<sup>(9)</sup> la DEXA es considerada el método "patrón de oro", en el desarrollo y validaciones de ecuaciones, debido a su elevada precisión.

La HbA1c presentó valores medios de  $8,12 \pm 1,51$ , que es anormal e indica diabetes mal controlada.<sup>(23)</sup> Los adolescentes con control glucémico inadecuado, encontrados en el presente estudio, puede indicar no adhesión al tratamiento, influencia de factores ambientales y consecuentemente, mayor riesgo de desarrollar complicaciones crónicas y menor calidad de vida.<sup>(24)</sup>

No se encontraron asociaciones significativas entre el estado nutricional y el %GC cuando se relacionó con la HbA1c (%), posiblemente esa ausencia de relación ocurrió porque los evaluados presentaban buen estado nutricional y %GC dentro de lo recomendado. De acuerdo con *Fernandes*,<sup>(25)</sup> la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad puede presentar una influencia significativa en la HbA1c.

Por lo tanto, se sugiere realizar nuevos estudios en adolescentes diabéticos, utilizando la nueva ecuación, con la DEXA, correlacionándolas para dar más fidelidad al nuevo método de evaluación de estado nutricional.

Sobre la base de estos resultados, se puede destacar que para los adolescentes con DM1 es similar la ecuación utilizada para estimar el estado nutricional, pues la imprecisión de ambos  $IMC$  continúa parecido para determinar %G. Lo mismo ocurre cuando se convierte en puntaje Z del  $IMC$ , en el cual, el nivel de correlación sigue similar.