

Aplicação do Escore de Osso Trabecular para avaliação do risco de fratura de fragilidade em mulheres com *Diabetes mellitus* tipo 2

Application of the Trabecular Bone Score to assess the risk of fragility fracture in women with type 2 *Diabetes mellitus*

Aplicación del Score de Hueso Trabecular para la evaluación del riesgo de fractura por fragilidad em mujeres com *Diabetes mellitus* tipo 2

Recebido: 05/09/2024 | Revisado: 16/09/2024 | Aceitado: 17/09/2024 | Publicado: 21/09/2024

João Gabriel Cisneiros Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3349-1673>
Universidade Federal de Sergipe, Brasil
E-mail: jgabrielccardoso@gmail.com

Estéfano Lelis Santos Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0974-6488>
Universidade Federal de Sergipe, Brasil
E-mail: estefano.lelis@gmail.com

Andrey de Oliveira Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7946-6476>
Universidade Federal de Sergipe, Brasil
E-mail: andreyoliveira.aoc@gmail.com

Vitor Manuel Schitini de Macêdo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8752-3503>
Universidade Federal de Sergipe, Brasil
E-mail: schitinivitor@gmail.com

Ana Flávia Silveira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9853-4760>
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: 1silveiraanaflavia@gmail.com

Maria Eduarda Cisneiros Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7570-0591>
Universidade Tiradentes
E-mail: maria.ecisneiros@souunit.com.br

Francisco de Assis Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8464-6188>
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: frasp@academico.ufs.br

Resumo

Objetivo: Avaliar o Escore de Osso Trabecular e o risco de fraturas maiores e de quadril por meio do FRAX[®] Brasil ajustado pelo TBS em mulheres com Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) na pós-menopausa. **Materiais e Métodos:** Estudo transversal realizado no setor de densitometria óssea (DXA) de clínica privada. Foram elegíveis para o estudo 124 mulheres submetidas à realização de DXA e escore do osso trabecular (TBS). Estas foram agrupadas no Grupo Controle (GC) sem DM2 e Grupo Diabetes (GD) com DM2, pareados para idade, peso e altura. **Resultados:** Os fatores clínicos que apresentaram maior frequência foram osteoporose secundária e fratura prévia. Entre as fraturas, a do antebraço teve maior frequência. A média do TBS foi maior no Grupo Controle: GC = 1,338 ± 0,08 vs GD 1,279 ± 0,1 p < 0,002. O FRAX[®] Brasil ajustado pelo TBS detectou maior risco para fraturas no Grupo Diabetes. Houve correlação negativa entre idade e o TBS nos dois grupos (r = -0,25 p < 0,004). **Conclusão:** O uso do TBS e do FRAX[®] Brasil ajustado pelo TBS em mulheres na pós-menopausa com DM2 foi capaz de identificar menor TBS e maior risco de fraturas mesmo em indivíduos sem diagnóstico densitométrico para osteoporose.

Palavras-chave: Osteoporose; Fraturas; *Diabetes Mellitus*.

Abstract

Objective: To evaluate the Trabecular Bone Score (TBS) and the risk of major and hip fractures using FRAX[™] Brazil adjusted by TBS in postmenopausal women with type 2 Diabetes Mellitus. **Materials and Methods:** Cross-sectional study carried out in the bone densitometry (DXA) sector of a private clinic. A table of 124 women who underwent DXA and trabecular bone score (TBS) were eligible for the study. They were grouped into the Control

Group (CG) without DM2 and the Diabetes Group (GD) with DM2, matched for age, weight and height. Results: The most frequent clinical characteristics were secondary osteoporosis and previous fracture. Among the fractures, the forearm was the most common site of fracture. Mean TBS was higher in Control Group: CG = 1.338 ± 0.08 vs GD 1.279 ± 0.1 $p < 0.002$. FRAX™ Brazil adjusted by TBS detected a higher risk for fractures in the Diabetes Group. There was a negative correlation between age and TBS in both groups ($r = -0.25$ $p < 0.004$). Conclusion: The use of TBS and TBS-adjusted FRAX® Brazil in postmenopausal women with type 2 diabetes was able to identify lower TBS and higher fracture risk even in individuals without a densitometric diagnosis of osteoporosis.

Keywords: Osteoporosis; Fractures; *Diabetes Mellitus*.

Resumen

Objetivo: Evaluar el Score de Hueso Trabecular y el riesgo de fracturas mayores y de caídas mediante el FRAX® Brasil ajustado por el TBS en mujeres con Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) posmenopáusicas. Materiales y Métodos: Estudio transversal realizado en el sector de densitometría ósea (DXA) de una clínica privada. Fueron elegibles para el estudio 124 mujeres sometidas a DXA y score de hueso trabecular (TBS). Estas fueron agrupadas en el Grupo Control (GC) sin DM2 y el Grupo Diabetes (GD) con DM2, emparejadas por edad, peso y altura. Resultados: Los factores clínicos que presentaron mayor frecuencia fueron osteoporosis secundaria y fractura previa. Entre las fracturas, la del antebrazo tuvo mayor frecuencia. El promedio del TBS fue mayor en el Grupo Control: GC = $1,338 \pm 0,08$ vs GD $1,279 \pm 0,1$ $p < 0,002$. El FRAX® Brasil ajustado por el TBS detectó mayor riesgo de fracturas en el Grupo Diabetes. Hubo una correlación negativa entre la edad y el TBS en ambos grupos ($r = -0,25$ $p < 0,004$). Conclusión: El uso del TBS y del FRAX® Brasil ajustado por el TBS en mujeres posmenopáusicas con DM2 fue capaz de identificar un menor TBS y un mayor riesgo de fracturas, incluso en individuos sin diagnóstico densitométrico de osteoporosis.

Palabras clave: Osteoporosis; Fracturas; *Diabetes Mellitus*.

1. Introdução

O *Diabetes Mellitus* tipo 2 (DM 2) é caracterizado por hiperglicemia. Estudos epidemiológicos relatam prevalência nacional de 7,6% e dados da International Diabetes Federation (IDF) relatam que em 2019 16,7 milhões de pessoas eram portadoras de diabetes no Brasil (International Diabetes Federation, 2019). O DM 2 é prevalente na população idosa, a mesma população que também é afetada por osteoporose. Há evidências substanciais de que o diabetes está associado ao aumento de risco de fraturas osteoporóticas (Ferrari *et al.*, 2018; Bai *et al.*, 2020). Alterações nas propriedades esqueléticas ou na qualidade óssea são possíveis explicações para esta fragilidade esquelética relacionada ao DM 2 (Farr & Khosla, 2016). Portanto, o aprimoramento de métodos para melhorar a acurácia da avaliação do risco de fraturas nesta população tem sido uma preocupação.

A Densitometria Óssea (DXA) é o melhor método clínico para avaliar o risco de fraturas osteoporóticas em mulheres na pós-menopausa (Marshall *et al.*, 1996). Entretanto, a maioria das fraturas osteoporóticas ocorrem em pacientes sem osteoporose e vários fatores clínicos além da DMO foram identificados (Kanis *et al.*, 2007). A ferramenta FRAX melhorou a capacidade da DXA de avaliar o risco de fratura em mulheres na pós-menopausa, levando a novas abordagens para estratificar esse risco e definir indicação de tratamento (Hans *et al.*, 2011). No entanto, a análise de outros fatores de risco de fraturas relativos à qualidade óssea é considerada importante para melhorar ainda mais a avaliação desse risco (Pothuau *et al.*, 2009). Embora a Densidade Mineral Óssea (DMO) seja o principal determinante da resistência do osso, a microarquitetura trabecular constitui o principal componente da resistência óssea e é complementar à DMO (Bouxsein, 2005). O escore do osso trabecular (TBS), é uma ferramenta bastante útil para a predição de fraturas ósseas, fornecendo de maneira indireta e não invasiva a análise da microestrutura óssea a partir de imagens obtidas na mesma região de interesse da coluna lombar em exame de DXA (Winzenrieth *et al.*, 2010).

No entanto, sabe-se que a DXA e o FRAX® subestimam o risco de fraturas em indivíduos com diabetes tipo 2 (Leslie *et al.*, 2018; De Abreu *et al.*, 2019). Por outro lado, uma meta-análise de 12 estudos envolvendo 40.508 adultos revelou que indivíduos com diabetes e pré-diabetes tiveram TBS significativamente menor em comparação com indivíduos normais (Ho-Pham & Nguyen, 2019). De forma similar, um estudo retrospectivo de 169 mulheres na pós-menopausa com diabetes tipo 2

mostrou que apenas o escore do FRAX® ajustado pelo TBS, e não a DMO ou o escore simples do FRAX®, foi significativamente associado a fraturas vertebrais (Choi *et al*, 2016). Tomados em conjunto, estes estudos sugeriram que o TBS e o FRAX® ajustado pelo TBS poderiam ser usados como ferramentas suplementares para discriminar fraturas osteoporóticas em indivíduos com DM 2 (Chuang *et al*, 2022).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o TBS e o risco de fraturas, estimado pelo FRAX, em mulheres na pós-menopausa por meio do FRAX® BRASIL ajustado pelo TBS.

2. Metodologia

O presente estudo é quantitativo, descritivo, de caráter transversal, realizado no setor de densitometria óssea de uma clínica privada localizada na cidade de Aracaju- Sergipe. Esse tipo de estudo é capaz de permitir o cálculo da prevalência de determinada variável, sendo ele o mais adequado para os objetivos desta pesquisa (Toassi & Petri, 2021).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe (CAAE Nº CAAE 58870622.0.0000.5546. Número do Parecer: 5.421.410).

Os dados utilizados para o estudo são provenientes do banco de dados de 331 indivíduos que realizaram DXA no período de janeiro a abril de 2022. Foram elegíveis para o estudo 124 mulheres submetidas à realização de DXA e do escore do osso trabecular (TBS), do inglês Trabecular Bone Score. Estas foram agrupadas em dois grupos. Grupo Controle (GC) mulheres sem o diagnóstico de DM2 e Grupo Diabetes (GD) mulheres com DM2,

Os critérios de inclusão para o Grupo Controle foram sexo feminino, período pós-menopausa, sem terapia de reposição hormonal ou para osteoporose e com diagnóstico densitométrico de massa óssea normal ou osteopenia. Para o Grupo Diabetes os critérios de inclusão foram os mesmos, com a inclusão do diagnóstico de DM2.

A DXA foi realizada no aparelho iDXA Lunar da GE Healthcare® e analisadas por único examinador. O TBS é obtido a partir de imagens obtidas na mesma região de interesse da coluna lombar em exame de DXA.

O instrumento de coleta de dados utilizado foi a ficha de anamnese para realização de DXA que aborda dados demográficos (sexo, peso, altura, raça) fatores de risco para osteoporose (menopausa, medicações em uso, patologias associadas, fraturas prévias, antecedente familiar para osteoporose, tabagismo e etilismo) e quedas.

Para análise dos dados foi realizado o cálculo do Risco de Fraturas Maiores (RFM) e Risco de Fraturas de Quadril (RFQ) por osteoporose utilizando a ferramenta FRAX® Brasil ajustado pelo TBS, a partir da plataforma da Universidade de Sheffield e da calculadora virtual da Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo (ABRASSO), disponível em <https://abrasso.org.br/calculadora/calculadora/>.

Esta ferramenta estima a probabilidade em 10 anos de uma fratura osteoporótica maior (quadril, coluna, antebraço e úmero proximal) ou do quadril isoladamente em indivíduos entre 40 e 90 anos de idade, sem e com a DMO do colo do fêmur. O risco de fratura é calculado a partir de dados inseridos no programa, integrando dados como idade, sexo, peso, altura, e oito fatores de risco clínicos (fratura prévia, fratura de quadril em país, tabagismo atual, uso de glicocorticoides sem especificação da dose e do tempo de uso, artrite reumatoide, osteoporose secundária, etilismo) e DMO do colo do fêmur.

Foram considerados tabagistas os indivíduos com hábito de fumar atualmente e etilista os indivíduos que refere ingestão de três unidades de álcool ou mais por dia. Isso equivale a um copo-padrão de cerveja (285 mL), uma medida de drinque (30 mL), um copo médio de vinho (120 mL) ou uma medida de aperitivo (60 mL).

Para a análise estatística, foi utilizado o programa estatístico GraphPad versão 8.0, 2016. Os valores das variáveis foram expressos em porcentagem, média e desvio-padrão; A comparação entre os grupos para amostras que apresentaram distribuição não normal foi realizada pelo teste de Mann-Whitney U e para as com distribuição normal o test T-student. Para as

variáveis categóricas o teste exato de Fisher. A correlação entre as variáveis pelo Coeficiente de Spearman. O nível de significância adotado para rejeição da hipótese de nulidade foi de 5% ($p \leq 0,05$).

Os grupos foram pareados para peso, altura e IMC.

3. Resultados

As características demográficas das 124 participantes do estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados demográficos e fatores de risco clínico para osteoporose das participantes do Grupo Controle (GC) e Grupo Diabetes (GD).

Variáveis	Grupo Controle (GC) N= 62	Grupo Diabetes (GD) N = 62	P
Idade (a)	70,1 ± 5,9	68,3 ± 6,9	0,12
Peso (kg)	65,2 ± 13,8	67,3 ± 12,6	0,30
Altura (m)	156,8 ± 7,4	157 ± 7,8	0,78
IMC (kg/m ²)	26,4 ± 4,6	27,3 ± 4,4	0,31
Fratura prévia	3 (4,8%)	11 (17,7%)	0,04
Fratura de quadril em pais	2 (3,2%)	1 (1,6%)	1,00
Tabagismo	0	0	1,00
Etilismo	0	0	1,00
Glicocorticoides	2 (3,2%)	1 (1,6%)	1,00
Artrite reumatoide	1 (1,6%)	1 (1,6%)	1,00
Osteoporose secundária	3 (4,8%)	4 (6,5%)	1,00

A: Anos; KG: Quilos; M: Metro; IMC: Índice de Massa Corpórea. Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Os fatores de risco que apresentaram maior frequência foram osteoporose secundária e fratura prévia (Risco Relativo = 1,15). Entre as fraturas, a do antebraço foi o sítio ósseo que apresentou maior frequência nos dois grupos (GC = 2 vs GD = 7). Em nossa casuística foi observado que 7 (11,3%) participantes de cada grupo relataram queda nos últimos seis meses.

Tabela 2 - Valores do escore do osso trabecular (TBS) para Grupo Controle (GC) e Grupo Diabetes (GD).

TBS	GRUPO CONTROLE (GC) N = 62	GRUPO DIABETES (GD) N = 62
Microestrutura normal ≥ 1,310	41 (67,7%)	28 (45,2%)
Parcialmente degradada entre 1,310 e 1,230	12 (19,4%)	17 (27,4%)
Microestrutura degradada ≤ 1,230	9 (14,5%)	17 (27,4%)

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Em relação ao escore do osso trabecular, TBS, o Grupo Controle apresentou média maior em comparação ao Grupo Diabetes (TBS: GC = 1,338 ± 0,08 vs GD 1,279 ± 0,1 p <0,002). Na Tabela 2 apresentamos a distribuição dos participantes conforme a degradação da microestrutura. As microarquiteturas degradadas foram mais comuns entre os portadores de DM2.

Tabela 3 - Risco de fraturas maiores e de quadril para Grupo Controle (GC) e Grupo Diabetes (GD) por meio do FRAX® Brasil e FRAX® Brasil ajustado pelo TBS.

RISCO DE FRATURAS	GRUPO CONTROLE (GC)		GRUPO DIABETES (GD)	
	N = 62		N = 62	
	Baixo Risco	Alto Risco	Baixo Risco	Alto Risco
RFM FRAX	62 (100%)	0 (0%)	56 (90,3%)	6 (9,7%)
RFM FRAX/TBS	61 (98,4%)	1 (1,6%)	55 (88,7%)	7 (11,3%)
RFQ FRAX	61 (98,4%)	1 (1,6%)	59 (95,2%)	3 (4,8%)
RFQ FRAX/TBS	61 (98,4%)	1 (1,6%)	57 (91,9%)	5 (8,1%)

RFM: risco de fraturas maiores; RFQ: risco de fraturas de quadril GC: Grupo Controle; Grupo Diabetes.
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A avaliação do RFM e RFQ entre os grupos foi realizada por meio da aplicação do FRAX® Brasil e FRAX® Brasil ajustado pelo TBS. Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Em nossa casuística, podemos observar que a aplicação do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS detectou mais indivíduos com alto risco para fraturas maiores e fraturas de quadril no GD. A frequência de pacientes diabéticos com alto risco para qualquer tipo de fratura modificou de 14,5% para 19,4%.

Por meio do FRAX® Brasil para avaliação do RFM, foram identificados 6 (9,7%) pacientes do Grupo Diabetes e nenhum do Grupo Controle com alto risco. Com o FRAX® Brasil ajustado pelo TBS foram identificados com alto risco 7 (11,3%) e 1 (1,6%) do Grupo Diabetes e Grupo Controle, respectivamente. Em relação ao RFQ por meio do FRAX® Brasil, 1 (1,6%) paciente do Grupo Controle e 3 (4,8%) do Grupo Diabetes tinham alto risco. Com aplicação do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS foram detectados 5 (8,1%) do Grupo Diabetes e 1 (1,6%) do Grupo Controle. Estes dados demonstram que pacientes portadores de DM 2 possuem maior risco de fratura.

Desta forma, podemos observar que a aplicação do FRAX® Brasil detectou 9 (14,5%) pacientes com alto RFM ou RFQ, ao passo que o FRAX® Brasil ajustado pelo TBS detectou 12 (19,4%), demonstrando pequena alteração na detecção de indivíduos estratificados para alto risco de fraturas.

Analisando os resultados do TBS e do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS, em nossa casuística observamos que o comprometimento da microarquitetura foi mais evidente no GD.

Houve correlação negativa entre idade e o TBS ($r = -0,25$ $p < 0,004$) e para IMC e TBS não houve correlação ($r = 0,08$ $p < 0,33$).

4. Discussão

A fragilidade óssea é uma complicação do DM 2 que foi identificada nas décadas recentes. O TBS parece ser mais preciso do que a DMO na doença óssea diabética, particularmente em mulheres na menopausa com DM 2, para independentemente detectar o risco de fratura. Estudos demonstram que os pacientes com DM 2 muitas vezes apresentam menor TBS do que aqueles sem diabetes ou com níveis normais de glicose (Trandafir *et al*, 2023).

Em nosso estudo, foi evidenciado que os principais fatores clínicos para osteoporose foram osteoporose secundária e fratura prévia. Este achado chama atenção, tendo em vista que isto implica aumento exponencial no risco de nova fratura no período de até dois anos subsequentes (Balasubramanian *et al*, 2019). Pacientes com DM 2 têm um risco aumentado de 19% de qualquer fratura por fragilidade e maior mortalidade pós-fratura do que a população não diabética. Portanto, pacientes diabéticos requerem uma avaliação detalhada quanto ao risco de fratura (Tebé *et al*, 2019).

Em relação ao TBS, nossos dados demonstraram valores menores em pacientes com DM 2, o que pode significar que estes pacientes tem comprometimento da microarquitetura óssea, uma vez que o TBS indica um número reduzido de trabéculas e menos conectividade, bem como separação trabecular (microestrutura degradada) (Hart *et al*, 2020). Atualmente, o TBS é o instrumento mais útil e prático para estudar a microarquitetura óssea no diabetes, pois tem as vantagens de ser um método não invasivo, com radiação reduzida e ser realizado juntamente com a DXA (Wang *et al*, 2022).

A nossa casuística foi composta por pacientes sem diagnóstico densitométrico de osteoporose, isto é, a DMO era normal ou osteopênica. Geralmente, o DM2 é caracterizado por DMO normal ou elevada, mas também por um aumento do risco de fraturas por fragilidade, um aparente paradoxo que sugere que fatores independentes da DMO podem influenciar o risco de fratura (Chen *et al*, 2022). Estudos indicam que menores valores de TBS foram associados a um risco aumentado de fratura por fragilidade e, mais importante, esta associação foi independente da DMO. No geral, a microarquitetura óssea afetada é reconhecida como um fator importante que contribui para o risco de fratura no DM 2 (Ali *et al*, 2022),

O controle glicêmico inadequado no DM 2 foi correlacionado com um TBS mais baixo, mas nem todos os autores concordam (Trandafir *et al*, 2023). Um espectro heterogêneo de resultados foi identificado até agora no que diz respeito à duração e controle do diabetes, bem como medicamentos antidiabéticos específicos e seus impactos na microarquitetura óssea. Como esperado, uma boa compensação da doença em longo prazo, como refletido pelos valores de hemoglobina glicada, nível de glicemia de jejum e pós-prandial, estão correlacionados com valores mais elevados de TBS (Chen *et al*, 2019).

Embora a DXA represente o padrão-ouro para o diagnóstico da osteoporose independentemente da presença de diabetes, o TBS é importante nas mulheres com DM 2 na menopausa, uma vez que valores de TBS reduzidos estão associados com fraturas vertebrais no DM2 (Faienza *et al*, 2022). O declínio no TBS pode refletir um estágio inicial de comprometimento da saúde óssea no DM 2, e assim sua utilização pode detectar mais precocemente as alterações da microarquitetura óssea (Trandafir *et al*, 2023).

Neste estudo com mulheres na pós-menopausa com DM 2 comparamos a consistência do FRAX® Brasil e do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS na determinação das proporções de mulheres com alto risco de fratura. Comparações foram feitas entre as duas ferramentas para os RFM e RFQ. Este também é um dos critérios para iniciar intervenções farmacológicas para osteoporose em mulheres na pós-menopausa e homens com 50 anos de idade, de acordo com as diretrizes (Cosman *et al*, 2014). Nossos resultados mostraram que o uso do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS resultou em pequenas mudanças nas proporções de indivíduos com alto risco de fratura.

Estudos prévios mostraram que o DM 2 está associado a maior fragilidade óssea, mas também paradoxalmente com uma DMO mais elevada (Schwartz *et al*, 2011; Poiana & Capatina, 2019). O TBS e o FRAX® ajustado pelo TBS têm sido considerados ferramentas complementares para discriminar fraturas osteoporóticas em indivíduos com DM 2 (Choi *et al*, 2016). Um estudo em 4100 vietnamitas demonstrou que mulheres com DM 2 e pré-diabetes tiveram menor TBS do que indivíduos sem diabetes (Ho-Pham *et al*, 2019), achado semelhante ao nosso.

Em um estudo caso-controle com 80 mulheres na pós-menopausa com DM 2, não foram observadas diferenças significativas entre mulheres com ou sem diabetes no risco de fratura osteoporótica grave e fratura de quadril avaliada por FRAX® ou FRAX® ajustado pelo TBS (Bonaccorsi *et al*, 2017). Em contraste, os resultados de uma coorte, estudo baseado no Manitoba BMD Registry, mostrou que o FRAX® ajustado pelo TBS foi associado a uma reclassificação moderada e predominantemente ascendente para fraturas maiores e fraturas de quadril, em indivíduos com diabetes (Leslie *et al*, 2018). Além disso, no estudo observacional de Osteoporose de Geelong Study com 1.069 adultos australianos, a aplicação do FRAX® ajustado pelo TBS resultou em pontuações mais altas em indivíduos com diabetes em comparação com os normoglicêmicos ou sem comprometimento nas glicemias de jejum. As diferenças foram particularmente proeminentes em mulheres com idade inferior de 65 anos (Holloway *et al*, 2018).

5. Conclusão

Em suma, a utilidade clínica do FRAX® ajustado pelo TBS na previsão do risco de fratura em indivíduos com regulação prejudicada da glicose ainda é ambígua.

Este estudo teve algumas limitações. Primeiro, o estudo utilizou um desenho transversal com base na revisão de ficha de anamnese e não podemos identificar tempo de doença, controle glicêmico e medicações utilizadas para o tratamento do DM. Apesar das limitações mencionadas, este estudo tem como ponto forte o fato de que todas as medidas do TBS foram realizadas com o mesmo densitômetro e algoritmo TBS, que eliminou diferenças potenciais nos resultados introduzidos pelos densitômetros.

Assim como o aumento da expectativa de vida e o envelhecimento da população são previsíveis, o aumento da prevalência do DM 2 e da osteoporose com consequente elevação das taxas de fraturas por fragilidade óssea nas próximas décadas também. Desta forma, identificação preventiva e intervenção imediata para o risco de fraturas osteoporóticas são questões importantes e oportunas. Os resultados deste estudo mostraram que o uso do TBS e do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS podem ser úteis para identificar alto risco para fraturas em mulheres na pós-menopausa ainda sem o diagnóstico densitométrico para osteoporose.

Diante da relevância do tema abordado e da existência de divergências acerca do uso do FRAX® Brasil ajustado pelo TBS, sugere-se a realização de novos estudos para esclarecer o significado preditivo desta ferramenta, principalmente na fase inicial do comprometimento da glicose.

Conflito de Interesses

Os autores do presente estudo declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Ali, D., Tencerova, M., Figeac, F., Kassem, M., & Jafari, A. (2022). The pathophysiology of osteoporosis in obesity and type 2 diabetes in aging women and men: The mechanisms and roles of increased bone marrow adiposity. *Frontiers in Endocrinology*, *13*, 981487.
- Bai, J., Gao, Q., Wang, C., & Dai, J. (2020). Diabetes mellitus and risk of low-energy fracture: A meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, *32*(11), 2173–2186.
- Balesubramanian, A., Zhang, J., Chen, L., Wenkert, D., Daigle, S. G., Grauer, A., & Curtis, J. R. (2019). Risk of subsequent fracture after prior fracture among older women. *Osteoporosis International*, *30*(1), 79–92.
- Bonaccorsi, G., Fila, E., Messina, C., Maietti, E., Ulivieri, F. M., Caudarella, R., Greco, P., & Guglielmi, G. (2017). Comparison of trabecular bone score and hip structural analysis with FRAX® in postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus. *Aging Clinical and Experimental Research*, *29*(5), 951–957.
- Bouxsein, M. L. (2005). Determinants of skeletal fragility. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, *19*(6), 897–911.
- Chen, F. P., Kuo, S. F., Lin, Y. C., Fan, C. M., & Chen, J. F. (2019). Status of bone strength and factors associated with vertebral fracture in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Menopause*, *26*(2), 182–188.
- Chen, W., Mao, M., Fang, J., Xie, Y., & Rui, Y. (2022). Fracture risk assessment in diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology*, *13*, 961761.
- Choi, Y. J., Ock, S. Y., & Chung, Y. S. (2016). Trabecular bone score (TBS) and TBS-adjusted fracture risk assessment tool are potential supplementary tools for the discrimination of morphometric vertebral fractures in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Journal of Clinical Densitometry*, *19*(4), 507–514.
- Chuang, T. L., Chuang, M. H., Wang, Y. F., & Koo, M. (2022). Comparison of Trabecular Bone Score-Adjusted Fracture Risk Assessment (TBS-FRAX) and FRAX Tools for identification of high fracture risk among Taiwanese adults aged 50 to 90 years with or without prediabetes and diabetes. *Medicina (Kaunas)*, *58*(12), 1766.
- Cosman, F., de Beur, S. J., LeBoff, M. S., Lewiecki, E. M., Tanner, B., Randall, S., Lindsay, R., & National Osteoporosis Foundation. (2014). Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporosis International*, *25*(10), 2359–2381.
- De Abreu, L. L. F., Holloway-Kew, K. L., Sajjad, M. A., Kotowicz, M. A., & Pasco, J. A. (2019). FRAX (Australia) scores in women with impaired fasting glucose and diabetes. *Bone Reports*, *11*, 100223.
- Faienza, M. F., Pontrelli, P., & Brunetti, G. (2022). Type 2 diabetes and bone fragility in children and adults. *World Journal of Diabetes*, *13*(11), 900–911.

- Farr, J. N., & Khosla, S. (2016). Determinants of bone strength and quality in diabetes mellitus in humans. *Bone*, 82, 28–34.
- Ferrari, S. L., Abrahamsen, B., Napoli, N., Akesson, K., Chandran, M., Eastell, R., El-Hajj Fuleihan, G., Josse, R., Kendler, D. L., Kraenzlin, M., Suzuki, A., Pierroz, D. D., Schwartz, A. V., Leslie, W. D., & Bone and Diabetes Working Group of IOF. (2018). Diagnosis and management of bone fragility in diabetes: An emerging challenge. *Osteoporosis International*, 29(12), 2585–2596.
- Hans, D. B., Kanis, J. A., Baim, S., Bilezikian, J. P., Binkley, N., Cauley, J. A., Compston, J. E., Cooper, C., Dawson-Hughes, B., El-Hajj Fuleihan, G., Leslie, W. D., Lewiecki, E. M., Luckey, M. M., McCloskey, E. V., Papapoulos, S. E., Poiana, C., Rizzoli, R., & FRAX® Position Development Conference Members. (2011). Joint official positions of the International Society for Clinical Densitometry and International Osteoporosis Foundation on FRAX®. Executive summary of the 2010 position development conference on interpretation and use of FRAX® in clinical practice. *Journal of Clinical Densitometry*, 14(3), 171–180.
- Hart, N. H., Newton, R. U., Tan, J., Rantalainen, T., Chivers, P., Siafarikas, A., & Nimphius, S. (2020). Biological basis of bone strength: Anatomy, physiology and measurement. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(3), 347–371.
- Ho-Pham, L. T., & Nguyen, T. V. (2019). Association between trabecular bone score and type 2 diabetes: A quantitative update of evidence. *Osteoporosis International*, 30(10), 2079–2085.
- Ho-Pham, L. T., Tran, B., Do, A. T., & Nguyen, T. V. (2019). Association between pre-diabetes, type 2 diabetes and trabecular bone score: The Vietnam Osteoporosis Study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 155, 107790.
- Holloway, K. L., De Abreu, L. L. F., Hans, D., Kotowicz, M. A., Sajjad, M. A., Hyde, N. K., & Pasco, J. A. (2018). Trabecular bone score in men and women with impaired fasting glucose and diabetes. *Calcified Tissue International*, 102(1), 32–40.
- International Diabetes Federation. (2019). *IDF Diabetes Atlas* (9th ed.).
- Kanis, J. A., Oden, A., Johnell, O., Johansson, H., De Laet, C., Brown, J., Burckhardt, P., Cooper, C., Christiansen, C., Cummings, S., Eisman, J. A., Fujiwara, S., Glüer, C., Goltzman, D., Hans, D., Krieg, M. A., La Croix, A., McCloskey, E., Mellstrom, D., Melton, L. J., 3rd, & Yoshimura, N. (2007). The use of clinical risk factors enhances the performance of BMD in the prediction of hip and osteoporotic fractures in men and women. *Osteoporosis International*, 18(8), 1033–1046.
- Kanis, J. A., McCloskey, E. V., Johansson, H., Cooper, C., Rizzoli, R., & Reginster, J. Y. (2013). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 24(1), 23–57.
- Leslie, W. D., Johansson, H., McCloskey, E. V., Harvey, N. C., Kanis, J. A., & Hans, D. (2018). Comparison of methods for improving fracture risk assessment in diabetes: The Manitoba BMD Registry. *Journal of Bone and Mineral Research: The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 33(11), 1923–1930.
- Marshall, D., Johnell, O., & Wedel, H. (1996). Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ*, 312(7041), 1254–1259.
- Pothuau, L., Barthe, N., Krieg, M. A., Mehsen, N., Carceller, P., & Hans, D. (2009). Evaluation of the potential use of trabecular bone score to complement bone mineral density in the diagnosis of osteoporosis: A preliminary spine BMD-matched, case-control study. *Journal of Clinical Densitometry*, 12(2), 170–176.
- Poiana, C., & Capatina, C. (2019). Osteoporosis and fracture risk in patients with type 2 diabetes mellitus. *Acta Endocrinologica (Bucharest)*, 15(2), 231–236.
- Schwartz, A. V., Vittinghoff, E., Bauer, D. C., Hillier, T. A., Strotmeyer, E. S., Ensrud, K. E., Donaldson, M. G., Cauley, J. A., Harris, T. B., Koster, A., Womack, C. R., Palermo, L., Black, D. M., Study of Osteoporotic Fractures (SOF) Research Group, Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Research Group, & Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Research Group. (2011). Association of BMD and FRAX score with risk of fracture in older adults with type 2 diabetes. *JAMA*, 305(21), 2184–2192.
- Tebé, C., Martínez-Laguna, D., Carbonell-Abella, C., Reyes, C., Moreno, V., Diez-Perez, A., Collins, G. S., & Prieto-Alhambra, D. (2019). The association between type 2 diabetes mellitus, hip fracture, and post-hip fracture mortality: A multi-state cohort analysis. *Osteoporosis International*, 30(12), 2407–2415.
- Toassi, R. F. C., & Petry, P. C. (2021). Metodologia científica aplicada à área da Saúde (2ª ed.). Editora da UFRGS.
- Trandafir, A. I., Sima, O. C., Gheorghe, A. M., Ciuche, A., Cucu, A. P., Nistor, C., & Carsote, M. (2023). Trabecular bone score (TBS) in individuals with type 2 diabetes mellitus: An updated review. *Journal of Clinical Medicine*, 12(23), 7399.
- Wang, F., Zheng, L., Theopold, J., Schleifenbaum, S., Heyde, C. E., & Osterhoff, G. (2022). Methods for bone quality assessment in human bone tissue: A systematic review. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1), 174.
- Winzenrieth, R., Dufour, R., Pothuau, L., & Hans, D. (2010). A retrospective case-control study assessing the role of trabecular bone score in postmenopausal Caucasian women with osteopenia: Analyzing the odds of vertebral fracture. *Calcified Tissue International*, 86(2), 104–109.