



A relação fisiológica entre vitamina D, cálcio, paratormônio e osteoporose

The physiological relationship between vitamin d, calcium, parathyroid hormone and osteoporosis

La relación fisiológica entre la vitamina d, el calcio, la hormona paratiroidea y la osteoporosis

Lara Giovanna de Andrade Tavares¹, Álvaro Luiz Figueiredo Pereira de Azeredo¹, Natália Isabel Cezar Gama¹, Sonia Gomes da Cunha Barboza¹, Bruna Bortoloni Gouveia², Itamar Santos², Marcelo do Nascimento Araujo².

RESUMO

Objetivo: Destacar a regulação fisiológica do cálcio, paratormônio (PTH) e vitamina D no desenvolvimento da osteoporose, explorando sua interação e implicações na saúde óssea. **Métodos:** Este trabalho de natureza descritiva e qualitativa foi produzido com base em referências bibliográficas dos últimos 5 anos, utilizando livros e artigos científicos para fundamentar a análise da relação entre os elementos envolvidos. **Resultados:** A absorção intestinal de cálcio é facilitada pela vitamina D, promovendo a mineralização óssea pelos osteoblastos. O paratormônio (PTH), secretado pelas glândulas paratireoides, regula a reabsorção de cálcio pelos osteoclastos, promovendo desmineralização óssea. Quando ocorre desequilíbrio nessas interações, o risco de fraturas aumenta devido à progressão da osteoporose, que é caracterizada pela perda excessiva de cálcio dos ossos e consequente fragilidade óssea. **Considerações finais:** A compreensão da interação entre cálcio, vitamina D e PTH é essencial para o entendimento da fisiopatologia da osteoporose. Apesar das controvérsias existentes, os achados informativos ressaltam a importância do equilíbrio desses elementos na promoção da saúde óssea e na prevenção de fraturas.

Palavras-chave: Fraturas por osteoporose, Enzimas, Matriz óssea, Densidade óssea, Ativação enzimática.

ABSTRACT

Objective: To highlight the physiological regulation of calcium, parathyroid hormone (PTH) and vitamin D in the development of osteoporosis, exploring their interaction and implications for bone health. **Methods:** This descriptive and qualitative work was produced based on bibliographic references from the last 5 years, using books and scientific articles to support the analysis of the relationship between the elements involved. **Results:** Intestinal absorption of calcium is facilitated by vitamin D, promoting bone mineralization by osteoblasts. Parathyroid hormone (PTH), secreted by the parathyroid glands, regulates calcium reabsorption by osteoclasts, promoting bone demineralization. When an imbalance occurs in these interactions, the risk of fractures increases due to the progression of osteoporosis, which is characterized by excessive loss of calcium from bones and consequent bone fragility. **Final considerations:** Understanding the interaction between calcium, vitamin D and PTH is essential for understanding the pathophysiology of osteoporosis. Despite existing controversies, the informative findings highlight the importance of balancing these elements in promoting bone health and preventing fractures.

Keywords: Osteoporotic fractures, Enzymes, Bone matrix, Bone density, Enzyme activation.

RESUMEN

Objetivo: Destacar la regulación fisiológica del calcio, la hormona paratiroidea (PTH) y la vitamina D en el desarrollo de la osteoporosis, explorando su interacción e implicaciones para la salud ósea. **Métodos:** Este

¹ Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina - FACAPE, Petrolina – PE.

trabajo descriptivo y cualitativo se produjo con base en referencias bibliográficas de los últimos 5 años, utilizando libros y artículos científicos para sustentar el análisis de la relación entre los elementos involucrados.

Resultados: La absorción intestinal de calcio es facilitada por la vitamina D, favoreciendo la mineralización ósea por parte de los osteoblastos. La hormona paratiroidea (PTH), secretada por las glándulas paratiroideas, regula la reabsorción de calcio por parte de los osteoclastos, favoreciendo la desmineralización ósea. Cuando se produce un desequilibrio en estas interacciones, el riesgo de fracturas aumenta debido a la progresión de la osteoporosis, que se caracteriza por una pérdida excesiva de calcio de los huesos y la consiguiente fragilidad ósea. **Consideraciones finales:** Comprender la interacción entre el calcio, la vitamina D y la PTH es esencial para comprender la fisiopatología de la osteoporosis. A pesar de las controversias existentes, los hallazgos informativos resaltan la importancia de equilibrar estos elementos para promover la salud ósea y prevenir fracturas.

Palabras clave: Fracturas osteoporóticas, Enzimas, Matriz ósea, Densidad ósea, Activación enzimática.

INTRODUÇÃO

A osteoporose é uma patologia referida quando há uma redução da Densidade Mineral Óssea (DMO) e é comum a ocorrência de relatos relacionados a uma maior frequência de traumas e fraturas por baixo impacto, principalmente na coluna, antebraço e no quadril. A osteoporose possui causas multifatoriais, podendo ser divididas em primária, quando houver causas primordialmente fisiológicas, tal qual a menopausa, e secundária, quando originada por meios externos, por exemplo, o uso de determinados medicamentos ou possuir doenças genéticas. Quando a causa não for bem delimitada, pode-se chamar de osteoporose idiopática (DE CAMARGOS PESSOA, et al., 2024).

Além de ser uma doença osteometabólica sistêmica, a osteoporose pode ser assintomática até que o paciente apresente uma fratura. Estima-se que uma a cada três pacientes com fratura no quadril seja diagnosticado com osteoporose e mesmo após o tratamento por uma fratura, muitos não recebem o diagnóstico. Dessa forma, essa enfermidade permanece fora da percepção de grande parte dos profissionais de saúde envolvidos no tratamento de fratura por fragilidade. Essa fragilidade óssea é estimada por meio da medição da DMO decorrente de um conjunto de propriedades que incluem a microarquitetura óssea e a taxa/grau de remodelação óssea (BRASIL, 2021).

Mantida pela relação entre vitamina D e paratormônio, a homeostase do cálcio é vital para prevenir a perda excessiva de cálcio dos ossos e para garantir a funcionalidade ótima dele no indivíduo. Desregulações no equilíbrio desse elemento estão intimamente associadas ao desenvolvimento da osteoporose (FOUHY LE, et al., 2023).

A intrincada rede de interações entre vitamina D, cálcio, paratormônio e sua relação com a osteoporose representa um campo crucial de estudo na fisiologia humana. A vitamina D, adquirida por meio da dieta ou suplementos, é ativada pela exposição ao sol, desempenhando um papel primordial na absorção intestinal de cálcio. Da mesma forma, o cálcio, essencial para a integridade estrutural dos ossos, também é regulado de forma precisa pelo paratormônio (PTH), secretado pelas glândulas paratireoides (CHAROENNGAM N e HOLICK MF, 2020).

Inúmeros alimentos de origem vegetal e animal são fontes de cálcio, sendo 30% do cálcio da dieta disponibilizado para reações fisiológicas. A biodisponibilidade desse mineral é capaz de alterar o seu grau de absorção intestinal. Ele será mais absorvido em situações de alta demanda fisiológica (como na infância e gestação) ou quando ocorre insuficiência de cálcio na dieta. A absorção desse elemento ocorre em meio ácido por via transcelular ou paracelular no intestino. A via transcelular é a principal, sendo um processo dependente do hormônio calcitriol, a forma ativa da vitamina D, já que essa última se conecta ao receptor de vitamina D (VDR) e modula a expressão das proteínas calbindina e canais responsáveis pela extração e transporte de cálcio no enterócito respectivamente (BRASIL, 2021).

O paratormônio (PTH) é um hormônio produzido pelas glândulas paratireoides, possuindo 84 aminoácidos. Ele é responsável pelo controle dos níveis extracelulares de cálcio. PTH é armazenado em vesículas após sua síntese, possuindo meia vida de aproximadamente 2 minutos. A sua metabolização ocorre nos rins, fígado

e tecido ósseo, e sua ação determina, nos receptores dos túbulos contorcidos distais, a reabsorção de magnésio e cálcio, assim como a excreção de bicarbonato e fosfato pelo rim. Dessa forma, consegue aumentar o cálcio plasmático, diminuindo os níveis urinários, ajustando rapidamente a calcemia (QUIRINO RL, et al., 2024).

Com isso, a exploração das complexas relações entre vitamina D, cálcio, paratormônio e os mecanismos fisiopatológicos que culminam na osteoporose, foco principal deste resumo expandido, é fundamental para orientar práticas clínicas e intervenções preventivas, dado que o entendimento da fisiopatologia orienta a tentativa de evitar a progressão da doença, promover a saúde óssea e prevenir complicações associadas à osteoporose (VIANA LRC, et al., 2023).

O objetivo deste estudo foi evidenciar a regulação fisiológica do cálcio, entendendo sua relação com outros elementos fundamentais para homeostase do corpo: a vitamina D e o paratormônio. Assim, buscamos compreender como o impacto da desregulação fisiológica do cálcio, vitamina D e paratormônio contribui no avanço da desmineralização óssea. Para isso reunimos estudos e dados recentes para entender os mecanismos. Dessa forma, será possível proporcionar aos profissionais de saúde um melhor entendimento sobre a progressão da osteoporose para melhores manejos e avanços no tratamento desta enfermidade.

MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com o escopo de produzir um resumo sistemático de natureza descritiva e qualitativa. Foram selecionadas publicações de referência dos últimos 5 anos. O estudo se fundamentou em artigos científicos, excluídos os de revisão de literatura. Utilizaram-se as bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e PubMed. Foram utilizados os seguintes descritores na pesquisa bibliográfica: “Vitamina D”; “Cálcio”; “Hormônio Paratireóideo”; “Osteoporose”. Todos os descritores constam no DeCs e a pesquisa foi feita no sítio <https://decs.bvsalud.org/>.

Dessa forma, na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), foi realizada pesquisa, utilizando operadores Booleanos “e/ou” e relacionados ao tema em diferentes português e inglês. Após essa pesquisa, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: assunto principal sobre cálcio, osteoporose, cálcio da dieta e fraturas ósseas. Com base em fatores de risco, ensaio clínico controlado, estudo de incidência e guia de prática clínica, nos idiomas inglês e português, com intervalo de publicação dos últimos 5 anos.

Desses, foram utilizados aqueles que se relacionam ao público de meia idade e idosos. Os últimos critérios de inclusão a serem usados foi o de alto fator de impacto A1 e A2 e os que mais se assemelham a temática.

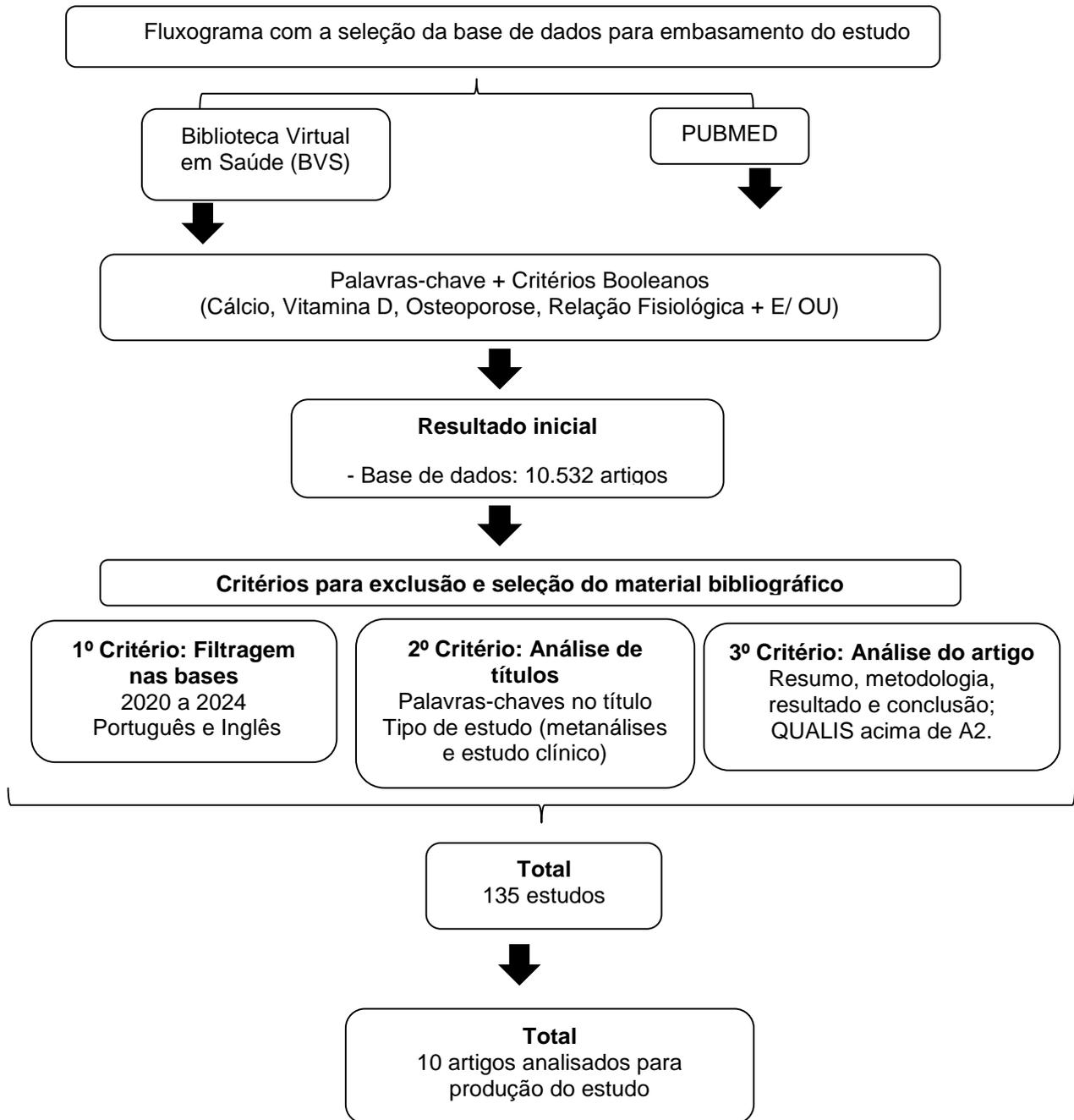
Na plataforma PUBMED houve busca utilizando operadores booleanos “e/ou” nos últimos 5 anos em português e inglês. Foi utilizado critério acesso a “textos completos gratuitos” e, posteriormente, foram escolhidos “estudo clínico”, “Metanálises” e “artigos de jornal”. Desses artigos restantes, foram selecionados aqueles que se referem a “meia idade e idosos a partir de 45 anos”. O último critério adotado foi o de alto fator de impacto A1 e A2 e maior relação com a temática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), buscou-se “Cálcio e Osteoporose” e na plataforma PUBMED buscou-se “osteoporosis e Vit. D”. Nessa mineração de dados, foram encontrados 10.532 e conforme os critérios de inclusão e exclusão, foram utilizados nesse estudo 10 artigos que estão apresentados no quadro 1. Na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) foram encontrados 8.599 artigos. Ao utilizar os critérios de exclusão, foram selecionados 143 artigos. Desses, foi adotado novo critério e 70 artigos foram para nova análise. Posteriormente, foram utilizados 6 artigos para produção do estudo.

Na plataforma PUB MED, foram encontrados 1.933 artigos. Utilizando critérios de exclusão, 1206 foram selecionados para estudo. Posteriormente, foi utilizado novo critério de exclusão, excluindo 1.081 e restando 125 para o estudo. Desses, foram selecionados 65 para análise e novo critério foi adotado, selecionando 10 artigos para produção do estudo (**Figura 1**).

Figura 1- Fluxograma das etapas de seleção dos trabalhos para análise crítica dos resultados.



Fonte: Tavares LGA, et al., 2025.

Quadro 1 - Autores e conclusão dos artigos selecionados.

Autores (Ano)	Conclusão
Fouhy LE, et al. (2023)	A ingestão conjunta de cálcio e o magnésio são importantes para os ossos. Notou-se que a relação de ingestão de Ca:Mg pareceu mais protetora dentro de uma faixa testada, preconizando que um equilíbrio desses nutrientes pode ser recomendado para osteoporose.
Polzonetti V, et al. (2020)	A deficiência de vitamina D aumenta o risco de fratura osteoporótica, visto que esse micronutriente biologicamente aumenta a absorção intestinal de cálcio. Com isso, pode-se confirmar que a suplementação dessa vitamina é necessária, além disso a fortificação de alimentos, apesar de auxiliar na prevenção da osteoporose, é algo questionável.
George KS, et al. (2022)	Pesquisas clínicas anteriores demonstraram os efeitos benéficos do consumo de ameixas secas a curto e longo prazo na manutenção e prevenção da perda de densidade óssea, bem como na diminuição da inflamação, em mulheres na pós-menopausa. Embora o objetivo deste estudo fosse examinar se efeitos semelhantes poderiam ser observados em homens, os resultados deste estudo indicam que, após três meses de consumo regular, as ameixas secas têm um efeito mínimo nos níveis de inflamação, embora tenham sido observadas melhorias modestas em alguns ossos. biomarcadores. Três meses de consumo podem não ser suficientes para manifestar alterações no metabolismo ósseo; portanto, são necessários estudos em larga escala que analisem os efeitos de curto e longo prazo das ameixas secas na saúde óssea e na inflamação.
Dai, et al. (2021)	Encontramos que as recomendações sobre vitamina D e cálcio variam substancialmente em um conjunto de 47 diretrizes de saúde óssea baseadas em evidências de diferentes países/regiões do mundo; há variabilidade nos métodos de desenvolvimento das diretrizes e nos tipos de evidências que fundamentam as recomendações. Do ponto de vista da saúde pública, essas variações significativas nas diretrizes de saúde óssea podem afetar as decisões de prescrição dos clínicos sobre os níveis de suplementação de vitamina D/cálcio para seus pacientes na prevenção da osteoporose. Portanto, nossa revisão destaca a importância de aderir aos métodos padrão de desenvolvimento de diretrizes baseadas em evidências para formular recomendações rigorosas.
Feehan O, et al. (2022)	O estudo evidenciou grande prevalência de insuficiência e deficiência de vitamina D em idosos resistentes de asilos, implicando em consequências negativas para respostas imunes e saúde musculoesqueléticas. Além disso, foi visto que a maior concentração de 25-OHD está relacionada com a redução de remodelação óssea, essencial para ocorrer a prevenção da perda óssea e manutenção da saúde óssea.
Panato AC e Araújo AVM (2021)	A vitamina D atua na regulação do metabolismo ósseo, mobilização do cálcio no osso (junto ao PTH) e no aumento da absorção renal do cálcio. O seu déficit, assim como do cálcio e do PTH, pode causar danos extremos ao corpo. Dessa forma, é essencial que mais pesquisas sobre Vitamina D sejam realizadas para orientar a prevenção de doenças autoimunes e como ela pode ser usada na prevenção da osteoporose.
Veras MOV (2021)	O estudo aponta que fitas de magnésio envoltas com fosfato de cálcio são favoráveis para serem utilizadas clinicamente como estrutura em situações em que há defeitos ósseos críticos, a exemplo na reconstrução da crista óssea, ou levantamento de seio maxilar. Foi indicado a realização de mais estudos in vivo abordando principalmente seu papel na regeneração óssea.
López-Góme JJ., et al. (2022)	Mulheres obesas na pós-menopausa mostraram níveis mais baixos de marcadores de formação óssea, especialmente em idades mais jovens. Mulheres mais velhas e obesas apresentaram marcadores mais altos de reabsorção óssea. Essa situação pode estar relacionada ao fato de que pacientes obesas apresentaram uma diminuição nos níveis de vitamina D, independentemente da idade, o que está associado a um PTH elevado. No entanto, não foi encontrado um risco aumentado de fratura em cinco anos entre pacientes obesas. A interação entre obesidade e metabolismo ósseo é complexa devido à multiplicidade de fatores que interferem nesse processo.
Li GH, et al. (2020)	A predisposição genética para níveis mais elevados de cálcio sérico por si só pode ter um impacto negativo no metabolismo ósseo. Se o aumento do cálcio sérico causado por suplementações de cálcio/vitamina D teria o mesmo efeito negativo sobre os ossos permanece desconhecido, o que justifica mais investigações. Além de outros desfechos clínicos adversos, é necessário o uso cuidadoso de suplementações em altas doses.
Malheiros-Souza D., et al. (2021)	Pacientes com osteoporose apresentaram diferenças hormonais relacionadas ao gênero. As mulheres tinham níveis significativamente mais baixos de estradiol e vitamina D, enquanto os homens tinham níveis significativamente mais altos de hormônio da paratireoide, aparentemente impactando a doença.

Fonte: Tavares LGA, et al., 2025.

A relação entre vitamina D, cálcio, paratormônio e osteoporose

Vitamina D auxilia na absorção do cálcio, mineral importante no metabolismo humano visto que ele reduz os riscos de fraturas ósseas, frequentes em doenças como a osteoporose, na qual os ossos ficam porosos devido redução da absorção de cálcio. Portanto, a interação hormonal com a vitamina D desempenha um papel crucial na regulação do metabolismo do cálcio, já que influencia diretamente a homeostase do mineral e, como consequência, na densidade mineral óssea (LEBOFF MS, et al., 2022). A vitamina D é um composto esteroide com múltiplos efeitos nos seres humanos e apesar de mais de 50 metabólitos da vitamina D já terem sido identificados, apenas a 1,25-di-hidroxitamina D3 (1,25(OH)2D3) é amplamente reconhecida como biologicamente ativa. Após entrar na circulação, a vitamina D é metabolizada pela enzima D-25-hidroxilase, sobretudo no fígado, em 25-hidroxitamina D [25(OH)D] (calcifediol).

Essa última forma é convertida, principalmente nos rins, pela enzima 25-hidroxitamina D-1 α -hidroxilase para ficar na forma ativa. O nível de 25(OH)D3 é usado como referência para avaliar os estoques de vitamina D no organismo, enquanto o papel dos demais metabólitos ainda não foi completamente compreendido (DE SIRE, et al., 2022). Em resposta aos baixos níveis de cálcio no sangue, o paratormônio (PTH) é secretado pelas glândulas paratireoides. Esse hormônio estimula a liberação de cálcio dos ossos, aumenta a reabsorção renal de cálcio e ativa a síntese de vitamina D, a qual é responsável pela elevação da absorção intestinal de cálcio.

Logo, o PTH estimula, indiretamente, a reabsorção de cálcio no intestino, mas diretamente nos ossos, além de diminuir a eliminação de cálcio pelos rins, aumentando, dessa forma, a sua concentração no sangue. Essa relação em cadeia de diversas origens, quando estão com o funcionamento adequado, colaboram para realizar manutenção dos níveis séricos de cálcio nos limites fisiológicos (PANATO AC e ARAÚJO AVM, 2021). Além disso, o ativador do receptor da reabsorção óssea dependente do fator nuclear kappa-B (RANK) é estimulado pela forma ativa da vitamina D. O RANK é expresso por osteoblastos (responsáveis por produzir parte orgânica da matriz óssea) e regula a formação de osteoclastos multinucleados (responsáveis pela reabsorção óssea, por meio da desmineralização e degradação da matriz óssea), auxiliando o processo de desmineralização óssea, o qual é recorrente em pacientes com osteoporose.

A ligação do RANK (receptor) ao RANKL (ligante) induz a osteoclastogênese. A OPG, outra proteína expressa pelos osteoblastos, inibe a formação e funcionamento dos osteoclastos, ligando-se ao RANKL e impedindo sua ligação ao RANK, favorecendo o processo de mineralização óssea (VERAS MOV, 2021). Os estudos encontrados no **Quadro 1** sobre a relação entre vitamina D, cálcio e saúde óssea revelam conclusões diversas que destacam a complexidade dessas interações entre os nutrientes escopo.

Leboff MS, et al. (2022) descobriram que a suplementação de vitamina D3 não reduziu com significância a incidência de fraturas em adultos e idosos saudáveis, sugerindo que somente a suplementação de vitamina D pode não ser suficiente para prevenir fraturas em populações sem deficiência clara. Em oposição, Polzonetti V, et al. (2020) ressaltam a importância da vitamina D na absorção de cálcio e na prevenção de fraturas fruto de osteoporose, o que reforça a necessidade de uma abordagem conjunta que inclua vitamina D para maximizar a absorção de cálcio.

Dessa forma, observa-se que apesar da discordância apresentada nos estudos de Leboff MS, et al. (2022) relatando que a suplementação de vitamina D não reduziu a incidência de fraturas, é fundamental levar em consideração que a vitamina D desenvolve um papel importante na absorção do cálcio, e por isso necessita de estudos que amplie e aprofunde a relação destes elementos, como defendido por Polzonetti V, et al. (2020). As recomendações diárias de vitamina D para a população geral podem variar de acordo com a dose de 600 UI a 800 UI e com a idade, principalmente relacionado a população idosa, como mencionadas pelo Manual Brasileiro de Osteoporose, Brasil (2021).

Em seus estudos, evidenciou-se as seguintes doses recomendadas: Entre 9 e 70 anos estipula-se uma média de 600 UI, já para maiores de 70 anos a recomendação é aumentada para 800 UI (PEDRO AO, et al., 2021). A importância de equilibrar o cálcio e a vitamina D é evidenciada no estudo de Fouhy LE, et al. (2023), o qual sugere que uma proporção adequada de cálcio para uma quantidade de magnésio é protetora contra

a osteoporose. Isso complementa as descobertas de Iuliano S, et al. (2021), os quais demonstraram que a ingestão adequada de cálcio e proteínas através de alimentos lácteos reduz o risco de quedas/fraturas em idosos.

Esses achados salientam que a nutrição óssea eficaz não se trata somente da suplementação isolada, mas de um balanço entre vários nutrientes essenciais. A variação nas recomendações sobre vitamina D e cálcio é uma preocupação destacada por Dai, et al. (2021), os quais encontraram grandes diferenças nas diretrizes de saúde óssea em todo o globo. Essa discrepância pode impactar nas decisões clínicas e a saúde pública, tornando clara a necessidade de diretrizes baseadas em evidências rigorosas.

Esse ponto é corroborado por Bristow SM, et al. (2022), os quais concluem que a ingestão de cálcio, baseada em valores de referência com recomendações para doses diárias, podem variar e levar em consideração, por exemplo: idade e sexo, como exposto pelo Manual Brasileiro de Osteoporose, Brasil (2021), e dentro dos limites estudados, não é um fator determinante importante da perda óssea em mulheres com idade mais avançada, o que sugere que outras intervenções ou combinações de nutrientes podem ser mais eficazes.

As recomendações de ingestão de cálcio variam conforme a idade e o sexo. Para homens e mulheres de 9 a 18 anos, a ingestão média estimada (EAR) é de 1100 mg, com uma ingestão recomendada (RDA) de 1300 mg e um limite superior tolerável (UL) de 3000 mg. Entre 19 e 50 anos, a EAR é 800 mg, a RDA é 1000 mg e o UL é 2500 mg. Para adultos de 51 a 70 anos, os valores são os mesmos, com exceção da RDA para mulheres, que é de 1200 mg. A ingestão ideal é ajustada para pessoas acima de 70 anos, com 1000 mg de EAR, 1200 mg de RDA e 2000 mg de UL, de acordo com o Manual Brasileiro de Osteoporose (BRASIL, 2021).

Os desafios do tratamento e prevenção da osteoporose são evidentes nas populações de vulnerabilidade, como idosos em instituições ou abrigo. Feehan O, et al. (2022) documentam a alta prevalência de deficiência de vitamina D nesses indivíduos, o que gera impactos negativos na saúde musculoesquelética e na imunidade. Makan AM, et al. (2021) destacam o tratamento farmacológico com uso de doses infra terapêuticas da osteoporose nesta população, o que indica a necessidade de uma abordagem ampla, a qual inclua tanto intervenções nutricionais quanto farmacológicas

Sexo, idade e status de estrogênio são fatores de risco conhecidos para perda óssea, segundo de Fouhy LE, et al. (2023). Sincronicamente, no estudo realizado por Marshall K, et al. (2020), houve concordância quanto ao fato de que para as mulheres, fatores como a menopausa são mais atuantes em se tratando da osteoporose, enquanto para os homens a idade e a nutrição inadequada, que podem ser exacerbadas pelas disparidades econômicas, exercem maior peso.

Polzonetti V, et al., (2020) relata que a deficiência de vitamina D aumenta o risco de fratura por osteoporose. Com isso, pode-se confirmar que a suplementação dessa vitamina é necessária. Entretanto, para Leboff MS, et al. (2022), a suplementação de vitamina D3, quando comparado ao placebo não resultou num risco significativamente menor de fraturas, em se tratando do público de estudo deles (adultos de meia-idade geralmente saudáveis e idosos que não foram selecionados por deficiência de vitamina D, baixa massa óssea ou osteoporose).

Além das abordagens mais tradicionais, o estudo de George KS, et al. (2022) encontrados no quadro 1 sobre o consumo de ameixas secas e sua modesta melhora nos biomarcadores ósseos em homens, apesar da especificidade, sugere que alguns alimentos pontuais podem oferecer benefícios adicionais para a saúde óssea. Esses achados salientam a relevância de continuar explorando e validando diferentes fontes alimentares e suplementos para que haja prevenção eficaz da osteoporose e manutenção da saúde óssea em diversas populações (GRILI PPDF, et al., 2023).

Os trabalhos elencados no quadro 1 trazem à tona a importância de uma abordagem por vários ângulos na prevenção e tratamento da osteoporose, considerando tanto os nutrientes específicos quanto as populações alvo. Exemplificando, o estudo de Marshall K, et al. (2020) destaca que, embora a pobreza esteja relacionada ao aumento do risco de osteoporose nas pessoas do sexo masculino, há prevalência da osteoporose em mulheres em termos de comparação, independentemente da situação socioeconômica. Este

dado sugere a necessidade de intervenções diferenciadas que considerem as variáveis socioeconômicas e do gênero ao abordar e ao agir na promoção da saúde óssea em populações vulneráveis.

Ademais, a gestão de fármacos no manejo da osteoporose em residentes de abrigos da terceira idade, discutida por Makan AM, et al. (2021), nos revela que grande parte desses indivíduos são tratados em quantidades abaixo do ideal, o que prejudica o tratamento em si, além de haver uma baixa adesão à combinação de vitamina D e cálcio. Isso aponta uma lacuna de relevância na implementação de normas e diretrizes de tratamento, os quais precisam ser abordados para haver melhora na eficácia do cuidado focado em prevenção nesses ambientes. A variação nas práticas quando comparamos diferentes países também enseja a necessidade de haver a instituição de padrões quanto às diretrizes e fomentar a melhora na educação dos profissionais de saúde sobre a condução e controle da osteoporose (PAPADOPOULOU SK, et al., 2021).

A relação entre a saúde dos ossos e a nutrição é ainda mais elevada quando se considera o papel de variados nutrientes e seus efeitos combinados. Exemplificando, o estudo de Panato AC e Araújo AVM (2021) salienta a importância da vitamina D na regulação do metabolismo do cálcio e do PTH, os quais são essenciais para a saúde dos ossos. A deficiência dessas substâncias pode causar danos com significância, logo há a necessidade de mais pesquisas para orientar intervenções nutricionais com eficácia. Essa percepção é apoiada por Charoenngam e Holick MF. (2020), os quais defendem programas de educação e políticas de fortificação nutricional para melhorar a questão de vitamina D ao longo de toda vida, o que faz prevenir não apenas a osteoporose, mas também outras doenças, como autoimunes e infecções.

Além das visões de âmbito nutricional, inovar no tratamento de defeitos nos ossos é também crucial. Veras MOV (2021) nos mostra que fitas de magnésio revestidas com fosfato de cálcio são substâncias bastante promissoras para a regeneração óssea em situações consideradas críticas. A biocompatibilidade e a eficácia dessas fitas em estudos antes da clínica fazem sugerir um potencial de significância para aplicações na própria clínica, em especial em procedimentos em que se envolve reconstrução dos ossos. Além disso, mais estudos em pessoas são necessários para que possa haver validação desses resultados e explorar suas aplicações em humanos.

Um outro ponto de relevância é o estudo de Feehan O, et al. (2022) sobre a saúde dos ossos em pessoas de terceira idade em asilos, o qual destaca a alta prevalência de insuficiência de calciferol, o que acarreta impactos negativos na saúde dos músculos e esqueleto, assim como imunológica. A concentração adequada de calcifediol enquanto pré-hormônio da vitamina D está associada à diminuição da remodelagem óssea, o que é primordial para a manutenção da saúde dos ossos. Esses dados são achados que reforçam a necessidade de monitorar regularmente e suplementar de forma adequada a vitamina D em populações nessas instituições para fomentar a prevenção da perda óssea, assim como promover melhor qualidade de vida (LI GH, et al. 2020).

Todos esses estudos conjuntamente deixam evidente a complexidade do tema “prevenção e tratamento da osteoporose”, o que destaca a necessidade de que existe um cenário onde as abordagens devem ser integradas e devem considerar não apenas a suplementação de substâncias e nutrientes específicos, mas também devem levar em consideração fatores ambientais, socioeconômicos, de farmacoterapia e inovações variadas na terapia. Uma padronização das diretrizes de saúde dos ossos e uma contínua educação dos profissionais de saúde que atuam nesse objetivo de resolução e prevenção são fundamentais para haver a implementação eficaz dessas estratégias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação fisiológica entre cálcio, vitamina D, paratormônio e osteoporose é fundamental para a manutenção da saúde óssea e para nortear práticas clínicas eficazes. A análise realizada destacou a relevância de uma dieta equilibrada, rica em cálcio, e da manutenção de níveis adequados de vitamina D, associadas ao acompanhamento médico regular, como pilares na prevenção de fraturas e na redução do impacto da osteoporose, especialmente em indivíduos de grupos mais vulneráveis. O desequilíbrio no sistema

de regulação do cálcio, com consequente desmineralização óssea, evidencia a importância de intervenções direcionadas para minimizar a fragilidade óssea e o risco de fraturas. No entanto, limitações como a carência de estudos específicos em certos grupos, especialmente mulheres pós-menopáusicas, ressaltam a necessidade de pesquisas adicionais que explorem mais profundamente as interações desses elementos no organismo e desenvolvam estratégias preventivas e terapêuticas mais eficazes. Essas investigações são essenciais para avanços na área, contribuindo para a redução da incidência de condições degenerativas ósseas e para a promoção da qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Manual brasileiro de osteoporose: orientações práticas para os profissionais de saúde. 2021. Disponível em: [https://www.febbrasgo.org.br/pt/component/k2/item/1298-manual-brasileiro-de-osteoporose?highlight=WyJvc3Rlb3Bvcml9zZSjd](https://www.febbrasgo.org.br/pt/component/k2/item/1298-manual-brasileiro-de-osteoporose?highlight=WyJvc3Rlb3Bvcml9zZSjd.). Acessado em: 06/02/2024.
2. BRISTOW SM, et al. Dietary calcium intake and change in bone mineral density in older adults: a systematic review of longitudinal cohort studies. *Eur J Clin Nutr*. 2022; 76(2):196-205.
3. CHAROENNGAM N e HOLICK MF. Immunologic effects of vitamin D on human health and disease. *Nutrients*. July 15, 2020; 12(7): 2097.
4. DAI, ZHAOLI, et al. Assessment of the methods used to develop vitamin D and calcium recommendations: a systematic review of bone health guidelines. In: *Nutrients*. 2021; 13(7): 1-18.
5. DE CAMARGOS PESSOA GL, et al. Abordagem da Osteoporose na Odontologia. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 2024; 6: 144-163.
6. DE SIRE A, et al. Vitamin D deficiency in women with breast cancer: a correlation with osteoporosis? A machine learning approach with multiple factor analysis. *Nutrients*. 2022; 14(8): 1586.
7. FEEHAN O, et al. Vitamin D and bone health of older adults within care homes: an observational study. *Nutrients*. 2022; 14(13): 2680
8. FOUHY LE, et al. Association between a ratio of calcium to magnesium and osteoporosis among Puerto Rican adults. *J Nutr*. 2023; 153(9): 2642-2650.
9. GEORGE KS, et al. The short-term effect of prunes in improving bone in men. *Nutrients*. 2022; 14(2): 276.
10. GRILI PPDF, et al. Nutritional patterns and risk of osteopenia in postmenopausal women. *Nutrients*. 2023; 15(7): 1670.
11. IULIANO S, et al. Effect of dietary sources of calcium and protein on hip fractures and falls in older people in residential care: cluster randomized controlled trial. *BMJ*. 2021; 375: 2364.
12. LEBOFF MS, et al. Supplemental vitamin D and incident fractures in midlife and older adults. *N Engl J Med*. 2022; 387(4): 299-309.
13. LI GH, et al. Association of genetic variants related to serum calcium levels with reduced bone mineral density. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2020; 105(3): 328-336.
14. LÓPEZ-GÓMEZ JJ, et al. Influência da obesidade nos marcadores de remodelação óssea e risco de fratura em mulheres na pós-menopausa. *Nutrientes*. 2022; 14(8): 1617.
15. MAKAN AM, et al. Pharmacological management of osteoporosis in nursing home residents: the Shelter study. *Maturitas*. 2021; 143: 184-189.
16. MALHEIROS-SOUZA D, et al. Evaluation of Hormonal Influence in Patients with Fractures Attributed to Osteoporosis. *Rev Bras de Ortop*. 2021; 56(6): 804-808.
17. MARSHALL K, et al. Inadequate calcium and vitamin D intake and osteoporosis risk in older Americans living in poverty with food insecurities. *PLoS One*. 2020; 15(7): 235042.
18. PANATO AC e ARAÚJO AVM. A relação entre a vitamina D, a calcitonina e o paratormônio nos níveis de cálcio do organismo. Produção Acadêmica (Trabalho de Conclusão de Curso). Escola de Ciências Biológicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2530>.
19. PAPADOPOULOU SK, et al. Impacto do exercício e nutrição na osteoporose e sarcopenia - a incidência de osteosarcopenia: uma revisão narrativa. *Nutrients*. 2021; 13(12): 4499.
20. PEDRO AO, et al. Manual brasileiro de osteoporose: orientações práticas para os profissionais de saúde. São Paulo: Editora Clannad, 2021; 1.
21. POLZONETTI V, et al. Dietary intake of vitamin D from dairy products reduces the risk of osteoporosis. *Nutrients*. 2020; 12(6): 1743.
22. QUIRINO RL, et al. Tratamento cirúrgico do hiperparatireoidismo secundário: uma revisão sistemática da literatura. *Arch Health J*. 2024; 5(3): 1769.
23. VERAS MOV. Avaliação de fitas de magnésio, com ou sem revestimento de fosfato de cálcio, e sua influência na viabilidade, proliferação e ativação de osteoblastos murinos, além da biocompatibilidade em dorso de ratos wistar. 2021 70 f. Tese (Doutorado em Ciências Morfofuncionais) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
24. VIANA LRC, et al. Contexto fisiopatológico da doença mineral óssea na doença renal crônica. *Rev Eletrônica Acervo Médico*. 2023; 23(1): e11538.