

Equivalência entre a taxa de filtração glomerular e a fórmula CKD-EPI: Um protocolo de revisão de escopo

Equivalence between glomerular filtration rate and the CKD-EPI formula: A scope review protocol

Equivalencia entre la tasa de filtración glomerular y la fórmula CKD-EPI: Un protocolo de revisión del alcance

Recebido: 19/12/2024 | Revisado: 29/12/2024 | Aceitado: 30/12/2024 | Publicado: 06/01/2025

Cecília Neta Alves Pegado Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2395-4846>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: netapegado@gmail.com

Laura Pires Soares de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3668-1464>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: laurinhaoliveira1807@gmail.com

Anna Livia Cunha de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2399-4787>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: annaliviaoc@gmail.com

Maria Júlia Vasconcelos Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6973-7545>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: majuvfa@gmail.com

Sophia Alves Pegado Cavalcante Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7129-2682>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: sophiapgd@gmail.com

Alice de Oliveira Maia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9985-2603>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: alice.maia.1125@gmail.com

Ennio Javi Siqueira Barbosa Diniz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6863-1150>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: enniojavil6@gmail.com

George Baracuh Cruz Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-9597>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: georgebaracuh@gmail.com

Laís Schuler de Lucena

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8896-8452>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
Email: lais.schuler@gmail.com

Larissa Santos Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8740-7832>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
Email: larissasnm@gmail.com

Matheus Felipe de Moura Ciraulo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1749-682X>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
Email: matheusciraulo06@gmail.com

Ruana Tâmara Barbosa de Alencar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-9597>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
Email: ruanatbarbosa@gmail.com

Sarah Carolyne Santos Batista

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8718-1427>
Faculdade de Medicina Nova Esperança, Brasil
E-mail: sarahcarolyne13@hotmail.com

Resumo

Objetivo: Apresentar um protocolo de revisão de escopo para identificar e organizar as evidências disponíveis sobre a equivalência entre a medida de taxa de filtração glomerular e a fórmula CKD-EPI para sua estimativa. **Métodos:** Trata-se de um protocolo de revisão de escopo elaborado conforme as diretrizes PRISMA-P para relatos de protocolos de revisão. A busca foi realizada nos bancos de dados: Lilacs, Scielo, Pubmed, Cochrane Library e CAPES periódicos. Doze revisores independentes rastrearam os artigos pelo título e resumo. Em seguida, foi feita a leitura do texto completo dos artigos incluídos, considerando os critérios de elegibilidade. **Resultados e Discussão:** A função renal é frequentemente avaliada por meio de fórmulas baseadas na creatinina sérica, como as equações CKD-EPI e MDRD-4, devido à dificuldade e custo das medições diretas, como a depuração de inulina. A fórmula CKD-EPI é considerada mais precisa e foi recomendada nas diretrizes KDIGO de 2024, demonstrando boa correlação com a taxa de clearance de creatinina (CICr), embora ainda haja uma superestimação da TFG devido à secreção de creatinina nos capilares peritubulares. Estudos sugerem que a CKD-EPI tem melhor desempenho na estimativa da TFG em comparação com a MDRD-4, especialmente em estágios iniciais da doença renal crônica (DRC), mas em estágios avançados, a MDRD-4 pode ser mais adequada. A fórmula CKD-EPI também foi validada em diferentes populações, incluindo a coreana, demonstrando sua aplicabilidade global. A utilização dessas equações é fundamental para a estratificação da DRC, influenciando a abordagem terapêutica e a prevenção de complicações, o que destaca a importância de estudos que avaliem a precisão dessas fórmulas na estimativa da TFG. **Conclusão:** Sob esta ótica, este protocolo de revisão de escopo apresenta o atual panorama das pesquisas sobre o tema, identificando os hiatos existentes na base de evidências.

Palavras-chave: CKD-EPI; Equivalência; Validação.

Abstract

Objective: To present a scope review protocol to identify and organize the available evidence on the equivalence between the measurement of glomerular filtration rate and the CKD-EPI formula for its estimation. **Methods:** This is a scope review protocol developed according to PRISMA-P guidelines for reporting review protocols. The search was conducted in the following databases: Lilacs, Scielo, Pubmed, Cochrane Library, and CAPES journals. Twelve independent reviewers screened the articles by title and abstract. Subsequently, the full text of the included articles was read, considering the eligibility criteria. **Results and Discussion:** Renal function is often assessed through formulas based on serum creatinine, such as the CKD-EPI and MDRD-4 equations, due to the difficulty and cost of direct measurements like inulin clearance. The CKD-EPI formula is considered more accurate and was recommended in the 2024 KDIGO guidelines, showing good correlation with creatinine clearance (CICr), although there is still overestimation of GFR due to creatinine secretion in peritubular capillaries. Studies suggest that CKD-EPI performs better in estimating GFR compared to MDRD-4, especially in the early stages of chronic kidney disease (CKD), but in advanced stages, MDRD-4 may be more appropriate. The CKD-EPI formula has also been validated in different populations, including the Korean population, demonstrating its global applicability. The use of these equations is crucial for CKD stratification, influencing therapeutic approaches and preventing complications, highlighting the importance of studies evaluating the accuracy of these formulas in estimating GFR. **Conclusion:** In this regard, this scope review protocol presents the current landscape of research on the topic, identifying existing gaps in the evidence base.

Keywords: CKD-EPI; Equivalence; Validation.

Resumen

Objetivo: Presentar un protocolo de revisión de alcance para identificar y organizar las evidencias disponibles sobre la equivalencia entre la medición de la tasa de filtración glomerular y la fórmula CKD-EPI para su estimación. **Métodos:** Se trata de un protocolo de revisión de alcance elaborado conforme a las directrices PRISMA-P para la presentación de protocolos de revisión. La búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: Lilacs, Scielo, Pubmed, Cochrane Library y periódicos de CAPES. Doce revisores independientes rastrearon los artículos por título y resumen. Posteriormente, se leyó el texto completo de los artículos incluidos, considerando los criterios de elegibilidad. **Resultados y Discusión:** La función renal se evalúa frecuentemente mediante fórmulas basadas en creatinina sérica, como las ecuaciones CKD-EPI y MDRD-4, debido a la dificultad y el costo de las mediciones directas, como la depuración de inulina. La fórmula CKD-EPI es considerada más precisa y fue recomendada en las directrices KDIGO de 2024, demostrando buena correlación con la tasa de clearance de creatinina (CICr), aunque aún exista una sobreestimación de la TFG debido a la secreción de creatinina en los capilares peritubulares. Los estudios sugieren que la CKD-EPI tiene un mejor desempeño en la estimación de la TFG en comparación con la MDRD-4, especialmente en las primeras etapas de la enfermedad renal crónica (ERC), pero en etapas avanzadas, la MDRD-4 podría ser más adecuada. La fórmula CKD-EPI también ha sido validada en diferentes poblaciones, incluida la coreana, demostrando su aplicabilidad global. El uso de estas ecuaciones es fundamental para la estratificación de la ERC, influyendo en el enfoque terapéutico y en la prevención de complicaciones, lo que destaca la importancia de estudios que evalúen la precisión de estas fórmulas en la estimación de la TFG. **Conclusión:** Bajo esta perspectiva, este protocolo de revisión de alcance presenta el panorama actual de las investigaciones sobre el tema, identificando las brechas existentes en la base de evidencias.

Palabras clave: CKD-EPI; Equivalencia; Validación.

1. Introdução

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Nefrologia, a prevalência da doença renal crônica no mundo é de 7,2% para indivíduos acima de 30 anos e 28% a 46% em indivíduos acima de 64 anos. No Brasil, a estimativa é de que mais de dez milhões de pessoas tenham a doença (Marinho et al., 2017). A doença renal crônica (DRC) consiste na presença de anormalidades na estrutura e/ou função renal há igual ou há mais de 3 meses e é considerado um problema mundial de saúde pública (Almeida et al., 2024). Sua prevalência tem aumentado nos últimos anos diante do aumento da expectativa de vida, acompanhada pelo consequente envelhecimento populacional e a transição demográfica do período, caracterizada pelo predomínio da população idosa (Marinho et al., 2017). Tem como principais etiologias a nefropatia diabética e hipertensiva e a detecção precoce e o tratamento adequado em estágios iniciais ajudam a evitar o surgimento de complicações mais graves e está associado a melhoria da qualidade de vida do paciente (Marinho et al., 2017). Assim, entende-se a imprescindibilidade de identificação da doença em fases iniciais. Tal achado pode ser alcançado através da taxa de filtração glomerular (TFG) que indica, aproximadamente, a massa de néfrons funcionantes e de acordo com as diretrizes atuais, o diagnóstico de DRC pode ser estabelecido quando a TFG for inferior a 60 ml/min/1,73 m² por mais de três meses (Almeida et al., 2024). O exame padrão-ouro para a medição da TFG é o cálculo da depuração renal de marcadores que são totalmente filtrados no glomérulo, sem passarem pelos processos de reabsorção e secreção, tais como a inulina (Almeida et al., 2024). No entanto, tais substâncias são administradas por via endovenosa, sendo inviáveis para emprego corriqueiro na prática clínica. Assim, urge a necessidade de descoberta de outros marcadores que possam atender a esta finalidade. Nos dias hodiernos, a creatinina sérica tem sido o marcador mais acessível para uso na atenção primária.

Entretanto, a dosagem da creatinina sérica e o clearance de creatinina (CICr) sofrem influência de uma série de fatores como metabolismo hepático e muscular, secreção tubular, necessidade de medir o fluxo urinário por 24 horas, sendo suscetível a erros e desistência por parte do paciente (Almeida et al., 2024). Assim, surgiu a necessidade de desenvolver maneiras de estimar a TFG de forma mais acessível e não invasiva. Com o avanço das pesquisas e o desenvolvimento de novos métodos avaliativos, diversas fórmulas foram criadas na tentativa de estimar a taxa de filtração glomerular (Holness et al., 2020). Tais avanços permitem a estimativa de um valor mais próximo do real dessa taxa, assim como proporcionam o diagnóstico mais fácil e preciso da doença renal crônica e norteiam a conduta nos processos terapêuticos.

Sob essa ótica, dentre as equações desenvolvidas, as mais frequentemente usadas são a MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) e a CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) (Holness et al., 2020). Tais fórmulas avaliam uma série de variáveis e são muito utilizadas para a pesquisa de DRC no contexto ambulatorial. Todavia, existem diminutos estudos que comparem e testem o desempenho destas fórmulas com a TFG estimada pelo método direto, o clearance de creatinina (CICr) com coleta urinária de 24h (Almeida et al., 2024).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um protocolo de revisão de escopo, o qual pretende mapear as evidências científicas sobre a relação entre as fórmulas de estimativa e a medição direta da taxa de filtração glomerular. Para atingir esse objetivo, busca-se: sintetizar as evidências disponíveis e apontar lacunas ainda existentes na literatura sobre o tema em estudo e os questionamentos que podem ser esclarecidos em pesquisas futuras.

2. Metodologia

Este protocolo de revisão de escopo será realizado de acordo com proposta metodológica designada pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI) (Peters et al., 2015) e as diretrizes para elaboração de revisões de escopo do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis Protocols – extension for scoping reviews* (PRISMA – ScR) (Tricco et al., 2018). O acrônimo PCC (População, Conceito e Contexto) foi utilizado para elaboração da pergunta de pesquisa (Cabral et al., 2023). Em relação à população: indivíduos de todas as faixas etárias que são portadores de fatores de risco para DRC e tem indicação de

classificação da patologia conforme o KDIGO (KDIGO, 2024). Quanto ao conceito: formas de avaliar a função renal pela medição de TFG ou estimativa. Por fim, quanto ao contexto: estudos que utilizaram avaliações da fórmula CKD-EPI para a análise dos parâmetros em relação ao valor real da TFG. Assim, a pergunta de pesquisa desta revisão de escopo é: “A fórmula CKD-EPI substitui o clearance de creatinina na avaliação da função renal?”.

Critérios de elegibilidade

Os critérios de elegibilidade utilizados seguirão o acrônimo PCC e estão expostos no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de elegibilidade.

População	Indivíduos de todas as faixas etárias que são portadores de fatores de risco para DRC e tem indicação de classificação da patologia conforme o KDIGO.
Conceito	Formas de avaliar a função renal pela medição de TFG ou estimativa.
Contexto	Estudos que utilizaram avaliações da fórmula CKD-EPI para a análise dos parâmetros em relação ao valor real da TFG.
Tipos de fontes de evidência	Publicações sobre a comparação de uso do clearance de creatinina e estimativa com a fórmula CKD_EPI. Sem restrição de idioma, tampouco limite de data de publicação.

Fonte: Autoria própria (2024).

Foram analisados todos os artigos disponíveis na íntegra, bem como não houve restrição de ano e idioma. Os critérios de exclusão são: estudos que não respondem total ou parcialmente à questão norteadora da revisão e artigos que não estavam disponíveis gratuitamente na íntegra.

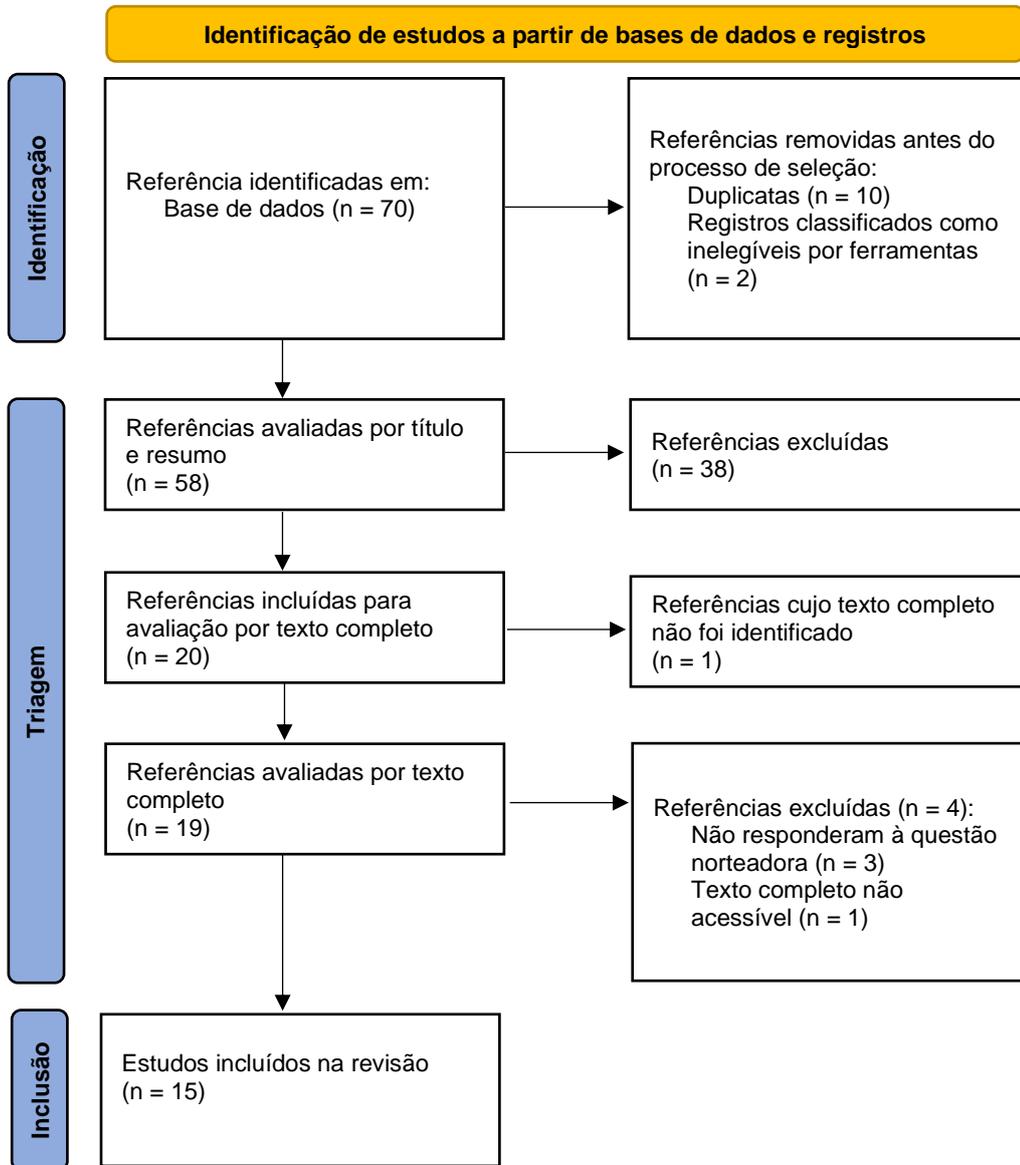
Estratégia de busca e fontes de informação

Foram pesquisadas as bases de dados eletrônicas: Pubmed/Medline, Lilacs, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scielo, Cochrane Library e CAPES periódicos. Essas bases de dados foram selecionadas por serem abrangentes, tendo ampla cobertura das publicações na área da saúde. A estratégia de busca foi direcionada para selecionar estudos publicados, utilizando combinações entre os descritores e palavras-chaves em títulos e resumos de artigos pertinentes sobre o tema. Também foram consideradas as referências contidas nos artigos encontrados.

Seleção e extração de dados

Após obter os resultados da busca, os estudos foram importados para o Rayyan®, um aplicativo de software gratuito e online que permite o cegamento na colaboração entre os revisores e o aprimoramento da triagem de dados. Doze revisores cegos para o julgamento um do outro, classificaram cada artigo pelo título e resumo para inclusão ou exclusão. Os textos completos dos resumos incluídos foram recuperados e considerados para a revisão. Após a triagem, todos os artigos incluídos foram analisados por meio da leitura do texto completo e considerada a elegibilidade para a revisão. Os dados após, extraídos através de um formulário de extração de dados, foram analisados de acordo com o conteúdo em estudo e os resultados da pesquisa foram apresentados em um diagrama de fluxo preconizado pelo PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018) e publicados no produto da revisão de escopo. A síntese foi realizada por doze revisores independentes por meio da extração dos dados após leitura completa dos artigos incluídos.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA.



Fonte: Autoria própria (2024).

3. Resultados e Discussão

A função renal é difícil de ser medida diretamente e seu valor pode variar de acordo com o biomarcador ou equação utilizada (Antony et al., 2023). Idealmente, para a obtenção de um valor com maior precisão, a TFG seria medida através da depuração de inulina ou pela depuração plasmática de iotalamato (Lee et al., 2023). Contudo, são métodos onerosos, complexos e demorados. Nesse cenário, a taxa de clearance de creatinina (ClCr) é amplamente utilizada, mesmo que esteja sujeita a uma variabilidade biológica intrínseca dentro do sujeito (CVI) (Rowe et al., 2019).

A avaliação da TFG pela depuração da creatinina através da coleta de urina de 24 horas oferece uma medida direta da função renal que independe da variabilidade nos níveis séricos de creatinina (Shabaz & Gupta, 2023; Antony et al., 2023). No entanto, na prática, não é avaliada rotineiramente, sendo estimada mais pela creatinina sérica com equações que modelam diferenças na produção, secreção e reabsorção de creatinina por modificadores como idade, sexo e raça (Shabaz & Gupta, 2023;

Antony et al., 2023).

A CíCr aproxima-se do cálculo da TFG, tendo em vista que a creatinina é filtrada livremente pelo glomérulo (Shabaz; Gupta, 2023). No entanto, sofre processo de secreção nos capilares peritubulares, fazendo com que superestime a TFG em aproximadamente 10% a 20%. Apesar dessa margem de erro, é a melhor forma disponível para estimar a TFG, levando em consideração que a medição da inulina é dispendiosa e invasiva (Rothenbacher et al., 2020). Desse modo, a taxa de filtração glomerular (TFG) pode ser estimada através de diversas fórmulas que se baseiam na concentração sérica de creatinina e outras variáveis como idade e sexo. Dentre as mais utilizadas, estão a CKD-EPI e a MDRD-4. Ambas consideram como variáveis: idade, sexo, raça e valor de creatinina sérica. Foi demonstrado que a fórmula CKD-EPI de 2009 tem a mais alta precisão na estimativa da TFG e seu uso foi recomendado nas diretrizes da KDIGO (KDIGO, 2024). Verificou-se que ambas as fórmulas exibem correlação positiva com o CíCr, sendo a CKD-EPI discretamente superior no sexo feminino. Os dados sugerem que as equações MDRD-4 e CKD-EPI tendem a subestimar a TFG, com a CKD-EPI demonstrando maior proximidade (Almeida; Mill, 2024). Na literatura vigente, consta que a diferença entre o resultado destas equações e valor real de TFG pode alterar a classificação dos estágios da DRC e, conseqüentemente, alterar condutas e tratamentos a serem adotados nos pacientes (Marinho et al., 2017; Almeida & Mill, 2024). No geral, os resultados mostraram que a equação CKD-EPI funcionou como um preditor um pouco mais relevante para a TFG, sugerindo que se deve dar preferência ao seu uso no rastreamento preliminar da DRC, o que geralmente é feito na atenção básica (Holness et al., 2020). No entanto, segundo Briones et al. (2011), em estágios de DRC avançada (4 e 5), a equação CKD-EPI não é considerada superior, e deve-se preferir o uso da MDRD-4. Levey et al. (2009) demonstraram maior precisão e exatidão, bem como diminuição do viés da equação CKD-EPI quando comparada com o MDRD. As equações foram comparadas com um ensaio direto da TFG usando iotoalamato, e os resultados foram validados em uma coorte de 3.900 pacientes (Levey et al., 2009).

De acordo com Osho et al. (2014), que realizou uma coorte de pacientes com doença pulmonar em estágio terminal, a equação CKD-EPI correlaciona-se melhor com o teste TFG com radionuclídeos. Ademais, este afirma que as equações baseadas na creatinina podem auxiliar na estratificação de pacientes com risco de desenvolver lesão renal aguda (LRA) ou DRC após transplante pulmonar. Com base nessas descobertas, recomenda que os centros de transplante que utilizem o ensaio de radionuclídeos possam considerar a substituição da medição direta pela estimativa da TFG utilizando a equação CKD-EPI. No entanto, não foi visto se substitui o uso de outros marcadores de medição direta como a inulina (Osho et al., 2014).

Além disso, em consonância a Valente et al. (2014), a CKD-EPI deve ser preferível a MDRD-4 em pacientes com insuficiência cardíaca sistólica crônica, tendo em vista a reclassificação de 9% dos pacientes em classes menos severas de DRC. Tal achado é de suma relevância diante do alto risco cardiovascular, com desenvolvimento de insuficiência cardíaca crônica nos pacientes renais crônicos (Valente et al., 2014).

Como resultado, as recomendações de 2024 para a melhoria dos resultados globais da doença renal (KDIGO) defendem o uso rotineiro da equação CKD-EPI para relatar a TFG. Ademais, de acordo com Fraser et al (2015), baseado no Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study, a equação CKD-EPI reclassifica 1,9% dos indivíduos como não tendo DRC estágios 3 a 5, em comparação com MDRD (Fraser et al., 2015). Este fato demonstra como a fórmula CKD-EPI é importante na classificação da DRC, interferindo na conduta terapêutica e prevenção de complicações adquiridas em fases mais avançadas da doença.

Em 2012, foi desenvolvida a fórmula CKD-EPI baseada em cistatina C, de modo a reduzir a influência das variáveis de idade, raça e massa muscular. Consoante a isso, Jeong et al. (2016) desenvolveu um estudo com o intuito de criar uma fórmula coreana da CKD-EPI, tendo em vista que a equação de 2012 considera apenas as raças caucasianas, africanas-americanas e hispânicos, excluindo os asiáticos (Jeong et al., 2017). Concluiu-se que o desempenho geral da equação coreana foi superior ao da equação MDRD e equivalente ao da equação original do CKD-EPI (Jeong et al., 2016; Jeong et al., 2017). Assim, é notório que a equação original do CKD-EPI também é válida para avaliar a população coreana, demonstrando ainda mais a sua

importância para a população mundial.

Com isso, esta revisão de escopo apresenta dados de suma importância acerca da concordância entre a real TFG e àquela obtida através do cálculo pela fórmula CKD-EPI. Através deste estudo, pretendeu-se mapear toda a literatura e identificar as evidências que investigam o quanto a fórmula e seus resultados se assemelham ao valor real da TFG. Assim, a publicação prévia deste protocolo auxilia na organização, no planejamento e na difusão do desenvolvimento da pesquisa para o meio acadêmico e científico.

4. Conclusão

O presente protocolo de revisão de escopo foi desenvolvido seguindo as diretrizes recomendadas para a elaboração deste tipo de estudo e encontra-se dentro dos padrões para execução imediata. O estudo a ser desenvolvido a partir do protocolo poderá apresentar o estado geral da literatura sobre o tema pesquisado, identificando hiatos e apontando as evidências existentes. Desse modo, conclui-se que a DRC é um problema de saúde pública e como tal, qualquer instrumento desenvolvido para otimizar a prevenção desta é necessário e revolucionário, de maneira a substituir um exame trabalhoso e submetido a erros de coleta, por uma fórmula que está disponível.

Referências

- Almeida, W. L. da C., & Mill, J. G. (2024). Validação das equações para estimativa da filtração glomerular ajustáveis por raça/cor em adultos de Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 29(1), e15752022. <https://doi.org/10.1590/1413-81232024291.15752022>
- Antony, M. B., Gopal, N., Kozel, Z., Gurrarn, S., Linehan, W. M., & Ball, M. W. (2023). Comparison of Race-Based and Non-Race-Based Glomerular Filtration Rate Equations for the Assessment of Renal Functional Risk Before Nephrectomy. *Urology*, 172, 144–148. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2022.11.032>
- Cabral, J. A. V., Leite, J. R., Buzinaro, G. S., Leite, H. Q. N. C., & Bomfim, R. A. (2023). Estratégia de implementação de apoio por pares no contexto da Atenção Primária à Saúde: revisão de escopo. *Acta Paulista De Enfermagem*, 36, eAPESPE023333. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2023ARSPE02333>
- Fraser S. D. S, Aitken G, Taal M. W, Mindell J. S, Moon G, et al. (2015) Exploration of Chronic Kidney Disease Prevalence Estimates Using New Measures of Kidney Function in the Health Survey for England. *PLOS ONE* 10(2): e0118676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118676>
- Holness, J. L, Bezuidenhout, K, Davids, M. R, & Warwick, J. M. (2020). Validation of equations to estimate glomerular nitration rate in South Africans of mixed ancestry. *SAMJ: South African Medical Journal*, 110(3), 229-234. <https://doi.org/10.7196/samj.2020.v110i3.13995>
- Jeong, T. D., Lee, W., Yun, Y. M., Chun, S., Song, J., & Min, W. K. (2016). Development and validation of the Korean version of CKD-EPI equation to estimate glomerular filtration rate. *Clinical biochemistry*, 49(9), 713–719. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2016.01.023>
- Jeong, T. D., Cho, E. J., Lee, W., Chun, S., Hong, K. S., & Min, W. K. (2017). Accuracy Assessment of Five Equations Used for Estimating the Glomerular Filtration Rate in Korean Adults. *Annals of laboratory medicine*, 37(5), 371–380. <https://doi.org/10.3343/alm.2017.37.5.371>
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group (2024). KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney international*, 105(4S), S117–S314. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.018>
- Lee, H. S., Bae, G. E., Lee, J. E., & Park, H. D. (2023). Effect of Two Cystatin C Reagents and Four Equations on Glomerular Filtration Rate Estimations After Standardization. *Annals of laboratory medicine*, 43(6), 565–573. <https://doi.org/10.3343/alm.2023.43.6.565>
- Levey, A. S., Stevens, L. A., Schmid, C. H., Zhang, Y. L., Castro, A. F., Feldman, H. I., Kusek, J. W., Eggers, P., Van Lente, F., Greene, T., Coresh, J., & CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) (2009). A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Annals of internal medicine*, 150(9), 604–612. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006>
- Marinho, A. W. G. B., Penha, A. da P., Silva, M. T., & Galvão, T. F. (2017). Prevalência de doença renal crônica em adultos no Brasil: revisão sistemática da literatura. *Cadernos Saúde Coletiva*, 25(3), 379–388. <https://doi.org/10.1590/1414-462X201700030134>
- Osho, A. A., Castleberry, A. W., Snyder, L. D., Palmer, S. M., Stafford-Smith, M., Lin, S. S., Duane Davis, R., & Hartwig, M. G. (2014). The Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKDEPI) equation best characterizes kidney function in patients being considered for lung transplantation. *The Journal of heart and lung transplantation: the official publication of the International Society for Heart Transplantation*, 33(12), 1248–1254. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2014.06.011>
- Peters, M. D., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *International journal of evidence-based healthcare*, 13(3), 141–146. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050>
- Rothenbacher, D., Rehm, M., Iacoviello, L. et al. (2020). Contribution of cystatin C- and creatinine-based definitions of chronic kidney disease to cardiovascular risk assessment in 20 population-based and 3 disease cohorts: the BiomarCaRE project. *BMC Med* 18, 300 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01776-7>

Rowe, C., Sitch, A. J., Barratt, J., Brettell, E. A., Cockwell, P., Dalton, R. N., Deeks, J. J., Eaglestone, G., Pellatt-Higgins, T., Kalra, P. A., Khunti, K., Loud, F. C., Morris, F. S., Ottridge, R. S., Stevens, P. E., Sharpe, C. C., Sutton, A. J., Taal, M. W., Lamb, E. J., & eGFR-C Study Group (2019). Biological variation of measured and estimated glomerular filtration rate in patients with chronic kidney disease. *Kidney international*, 96(2), 429–435. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2019.02.021>

Shahbaz H, Rout P, Gupta M. Creatinine Clearance. [Updated 2024 Jul 27]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544228/>

Teruel Briones, J. L., Gomis Couto, A., Sabater, J., Fernández Lucas, M., Rodríguez Mendiola, N., Villafruela, J. J., & Quereda, C. (2011). Validación de la fórmula Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) en la insuficiencia renal crónica avanzada. *Nefrología (Madrid)*, 31(6), 677–682. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-69952011000600009&lng=es&tlng=

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garrity, C., Lewin, S., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>

Valente, M. A., Hillege, H. L., Navis, G., Voors, A. A., Dunselman, P. H., van Veldhuisen, D. J., & Damman, K. (2014). The Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration equation outperforms the Modification of Diet in Renal Disease equation for estimating glomerular filtration rate in chronic systolic heart failure. *European journal of heart failure*, 16(1), 86–94. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hft128>