

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 30/07/2028.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Paula Natsumi Yamazaki

**Distúrbios do magnésio como marcadores
prognósticos nos pacientes internados em unidade de
terapia intensiva: um estudo de coorte**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestra no Programa de Mestrado Profissional Associado à Residência Médica.

Orientadora: Profa. Titular Dra. Gláucia Maria Ferreira da Silva Mazeto

**Botucatu
2026**

Paula Natsumi Yamazaki

**Distúrbios do magnésio como marcadores
prognósticos de evolução nos pacientes internados em
unidade de terapia intensiva: um estudo de coorte.**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para
obtenção do título de Mestra no Programa de
Mestrado Profissional Associado à Residência
Médica.

Orientadora: Profa. Titular Dra. Gláucia Maria Ferreira da Silva Mazeto

**Botucatu
2026**

Y19d	<p>Yamazaki, Paula Natsumi</p> <p>Distúrbios do magnésio como marcadores prognósticos nos pacientes internados em unidade de terapia intensiva: um estudo de coorte / Paula Natsumi Yamazaki. -- Botucatu, 2026 68 f. : il., tabs.</p> <p>Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina, Botucatu Orientadora: Gláucia Maria Ferreira da Silva Mazeto</p> <p>1. Magnésio. 2. Distúrbios do magnésio. 3. Unidade de terapia intensiva. 4. Doenças Críticas. 5. Mortalidade. I. Título.</p>
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA

DISCENTE: PAULA NATSUMI YAMAZAKI

TÍTULO: Distúrbios do magnésio como marcadores prognósticos de evolução nos pacientes internados em unidade de terapia intensiva: um estudo de coorte

Data: 30 de julho de 2026

Local: Via sistemas de videoconferência e outras ferramentas para comunicação a distância

APROVADO (X)

REPROVADO ()

PARECER CIRCUNSTANCIADO:

A Pós-Graduanda cumpriu todos os requisitos exigidos para aprovação.

Botucatu, 30 de julho de 2026

Documento assinado digitalmente



GLAUCIA MARIA FERREIRA DA SILVA MAZETO

Data: 30/07/2026 15:39:28-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Glauca Maria Ferreira da Silva Mazeto

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE PAULA NATSUMI YAMAZAKI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA, DA FACULDADE DE MEDICINA - CÂMPUS DE BOTUCATU.

Aos 30 de julho de 2026, às 14h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de PAULA NATSUMI YAMAZAKI, intitulada "Distúrbios do magnésio como marcadores prognósticos de evolução nos pacientes internados em unidade de terapia intensiva: um estudo de coorte". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. GLAUCIA MARIA FERREIRA DA SILVA MAZETO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Clínica Médica / UNESP / Câmpus de Botucatu - FMB, Prof. Dr. LAERCIO MARTINS DE STEFANO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Clínica Médica / UNESP / Câmpus de Botucatu - FMB, Profa. Dra. NANCY BUENO FIGUEIREDO (Participação Virtual) do(a) Universidade Nove de Julho - Bauru, Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: __APROVADA__. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 GLAUCIA MARIA FERREIRA DA SILVA MAZETO
Data: 30/07/2026 15:39:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. GLAUCIA MARIA FERREIRA DA SILVA MAZETO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por sempre apoiarem minhas decisões, permitirem que eu trilhasse meus próprios caminhos, oferecerem suporte nos momentos de cansaço e dificuldade e celebrarem cada conquista ao meu lado.

À Professora Doutora Glaucia M. F. S. Mazeto, agradeço pela orientação, pela dedicação e pelo tempo dispensado à análise deste projeto. Agradeço também pelo incentivo nos momentos mais difíceis e por sempre me desafiar a buscar melhorias e aprimorar este trabalho.

À Mestre Monise S. Pechutti, agradeço pelo incentivo à pesquisa, pelas valiosas correções dos textos e pelo auxílio nas inúmeras etapas burocráticas necessárias para a realização deste projeto.

Às minhas amigas da Residência de Medicina Intensiva, agradeço o apoio, o companheirismo e a convivência diária na UTI. Pelos almoços repletos de conversas e risadas, pelos momentos de distração que tornaram os dias mais leves e felizes e pela ajuda nas intermináveis coletas dos termos de consentimento.

ΕΠΙΓΡΑΦΕ

“Às vezes, simplesmente continuar, continuar, é a conquista sobre-humana”

Albert Camus

RESUMO

Distúrbios do magnésio como marcadores prognósticos de evolução nos pacientes internados em unidade de terapia intensiva: um estudo de coorte.

Introdução: O magnésio (Mg), conhecido como o “eletrólito esquecido”, por ser, em geral, pouco dosado, é um íon abundante e essencial para a homeostase, sendo que a falta ou excesso deste, denominados hipomagnesemia e hipermagnesemia, decorrem em geral de distúrbios renais, tendo alta prevalência entre pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI).

Hipótese: Uma vez que efeitos dos distúrbios do Mg sérico envolvem consequências neurológicas, cardiovasculares e musculares, além de afetar as diversas reações bioquímicas das quais faz parte como cofator ou ativador enzimático, os distúrbios do Mg podem representar preditores de piores prognósticos de pacientes internados, como maior tempo de internação, ocorrência de fibrilação atrial e óbito.

Objetivos: Avaliar os distúrbios do magnésio como preditores dos desfechos dias de internação na UTI, ocorrência de fibrilação atrial e óbito.

Métodos: Trata-se de estudo de Coorte Prospectivo Observacional, onde foram avaliados pacientes internados nas UTIs do Hospital das Clínicas da UNESP de Botucatu-SP, admitidos com ou que evoluíram, ao longo da internação, com distúrbios do Mg, comparados com aqueles sem tais distúrbios.

Resultados: Distúrbios do Mg ocorreram em 174 pacientes (58%), sendo 129 (43%) casos de hipermagnesemia e 45 (15%) de hipomagnesemia. A hipermagnesemia teve associação significativa com maior tempo de internação na UTI (OR = 3,14; IC95%: 1,89–5,22; $p < 0,001$) e associação independente com ocorrência de fibrilação atrial após análise multivariada por regressão logística (OR ajustada = 2,77; IC95%: 1,30–5,91; $p = 0,008$), mesmo após ajuste para sexo e SAPS 3. Também se associou à mortalidade em UTI (OR = 6,33; IC95%: 2,52 – 15,92; $p < 0,001$) e hospitalar (OR = 3,97; IC95%: 2,01–7,84; $p < 0,001$). A hipomagnesemia não se associou com esses desfechos.

Conclusão: Observou-se elevada frequência de distúrbios do Mg nos pacientes internados em UTI, durante a primeira semana de internação. A hipermagnesemia esteve associada a maior tempo de internação na UTI, maior ocorrência de fibrilação atrial e maior mortalidade. A hipomagnesemia não apresentou associações significativas com os desfechos avaliados.

Palavras-chave: Magnésio, distúrbios do magnésio, Unidade de terapia intensiva, Doenças Críticas, mortalidade

ABSTRACT

Magnesium disorders as prognostic markers of clinical outcomes in patients admitted to the intensive care unit: a cohort study

Introduction: Magnesium, known as the “forgotten electrolyte” due to it being generally under-measured, is an abundant ion essential for homeostasis. Both its deficiency and excess—termed hypomagnesemia and hypermagnesemia—generally result from renal disturbances and have a high prevalence among patients admitted to Intensive Care Units (ICUs).

Hypothesis: Since the effects of serum magnesium disturbances involve neurological, cardiovascular, and muscular consequences, in addition to affecting various biochemical reactions in which it acts as a cofactor or enzymatic activator, magnesium disorders are predictors of worse outcomes in hospitalized patients, such as longer length of stay, atrial fibrillation and increased mortality.

Objectives: To evaluate magnesium disorders as predictors of the following outcomes: ICU length of stay, occurrence of atrial fibrillation, and mortality.

Methods: This prospective observational cohort study was conducted in the intensive care units of the Hospital das Clínicas, Botucatu Medical School, São Paulo State University (UNESP), Brazil. Patients who presented hypomagnesemia or hypermagnesemia either at admission or during the first week of ICU stay were included and compared with patients who maintained normal magnesium levels.

Results: Magnesium disorders occurred in 174 patients (58%), with 129 (43%) cases of hypermagnesemia and 45 (15%) of hypomagnesemia. Hypermagnesemia was significantly associated with longer ICU length of stay (OR = 3.14; 95% CI: 1.89–5.22; $p < 0.001$), and an independent association with the occurrence of atrial fibrillation after multivariate logistic regression analysis (adjusted OR = 2.77; 95% CI: 1.30–5.91; $p = 0.008$), even after adjustment for sex, and SAPS 3. It is also associated with ICU mortality (OR = 6.33; 95% CI: 2.52–15.92; $p < 0.001$) and hospital mortality (OR = 3.97; 95% CI: 2.01–7.84; $p < 0.001$). Hypomagnesemia did not show statistical significance for these outcomes.

Conclusion: A high prevalence of magnesium disorders was observed in patients admitted to the ICU during the first week of hospitalization. Hypermagnesemia was associated with longer ICU stay, a higher incidence of atrial fibrillation, and higher hospital mortality. Hypomagnesemia did not show relevant associations with the outcomes evaluated.

Keywords: Magnesium, magnesium disorders, intensive care unit, critical illness, mortality

Sumário

LISTA DE TABELAS.....	13
LISTA DE FIGURAS	14
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. FISIOLÓGIA DO MAGNÉSIO	16
1.2. HIPOMAGNESEMIA	17
1.2.1. Etiologia	17
1.2.2. Quadro clínico / repercussões	19
1.2.3. Tratamento	20
1.3. HIPERMAGNESEMIA	20
1.3.1. Etiologia	20
1.3.2. Quadro clínico / repercussões	21
1.3.3. Tratamento	21
1.4. DIAGNÓSTICO DOS DISTÚRBIOS DO MAGNÉSIO	22
1.5. MAGNÉSIO NO PACIENTE INTERNADO EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA	23
1.6. MAGNESEMIA E FIBRILAÇÃO ATRIAL	23
2. JUSTIFICATIVA	25
3. HIPÓTESE	27
4. OBJETIVOS	29
5. MATERIAIS E MÉTODOS	31
5.1. QUESTÕES ÉTICAS	32
5.2. PACIENTES.....	32
5.3. DELINEAMENTO	33
5.4. DADOS AVALIADOS.....	33
5.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
6. RESULTADOS	37
6.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA POPULAÇÃO.....	38
6.2. COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS COM HIPOMAGNESEMIA, NORMOMAGNESEMIA E HIPERMAGNESEMIA	41
6.2.1 <i>Magnesemia e tempo de internação na UTI.....</i>	<i>42</i>
6.2.2 <i>Magnesemia e fibrilação atrial.....</i>	<i>42</i>
6.2.3 <i>Magnesemia e óbito.....</i>	<i>45</i>
7. DISCUSSÃO	47
7.1. TEMPO DE INTERNAÇÃO NA UTI	49
7.2. FIBRILAÇÃO ATRIAL.....	49
7.3. ÓBITO	50
8. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	55
ANEXOS	61
ANEXO1: TCLE PACIENTE.....	62
ANEXO 2: TCLE FAMILIAR	63
ANEXO 3: PARECER CEP	64

Lista de Tabelas

Tabela 1. Causas de Hipomagnesemia

Tabela 2. Manifestações clínicas da hipomagnesemia

Tabela 3. Causas de Hipermagnesemia

Tabela 4. Manifestações clínicas da hipermagnesemia

Tabela 5. Método e valor de referência magnésio sérico total.

Tabela 6. Dados gerais dos pacientes

Tabela 7. Características da Internação

Tabela 8. Distribuição dos pacientes quanto à magnesemia da admissão e da primeira semana de internação

Tabela 9. Características gerais dos pacientes por grupo

Tabela 10. Associação entre magnesemia e tempo de internação na UTI

Tabela 11. Associação entre magnesemia e fibrilação atrial

Tabela 12. Associação entre magnesemia e fibrilação atrial sem pacientes da cardiologia e cirurgia cardíaca

Tabela 13. Análise multivariada com regressão logística para associação com FA

Tabela 14. Avaliação dos óbitos

Tabela 15. Associação entre os grupos e óbito UTI

Tabela 16. Associação entre os grupos e óbito hospitalar

Lista de Figuras

Figura 1. Demonstração da excreção de magnésio pelo néfron

Figura 2. Máquina Vitros® XT 7600

Figura 3. Valores para distúrbios do Magnésio.

O Magnésio (Mg) é um elemento essencial para diversos processos da homeostase do corpo humano, sendo um importante cofator de uma série de reações orgânicas, além de participar como ativador de enzimas, em especial nas reações de oxidação da glicose e na transferência de grupamentos fosfato pela mioquinase, importante na geração de energia pela formação de trifosfato de adenosina (ATP).^{1,2}

Esse cátion é o quarto mais abundante no organismo e, do ponto de vista intracelular, é o segundo mais abundante, atrás apenas do potássio.³ Apesar de abundante e essencial para o bom funcionamento metabólico, o Mg é conhecido como o “eletrólito esquecido” por ser pouco dosado, embora os distúrbios do magnésio – hipomagnesemia e hipermagnesemia – apresentem alta prevalência e repercussões em pacientes críticos.^{4,5}

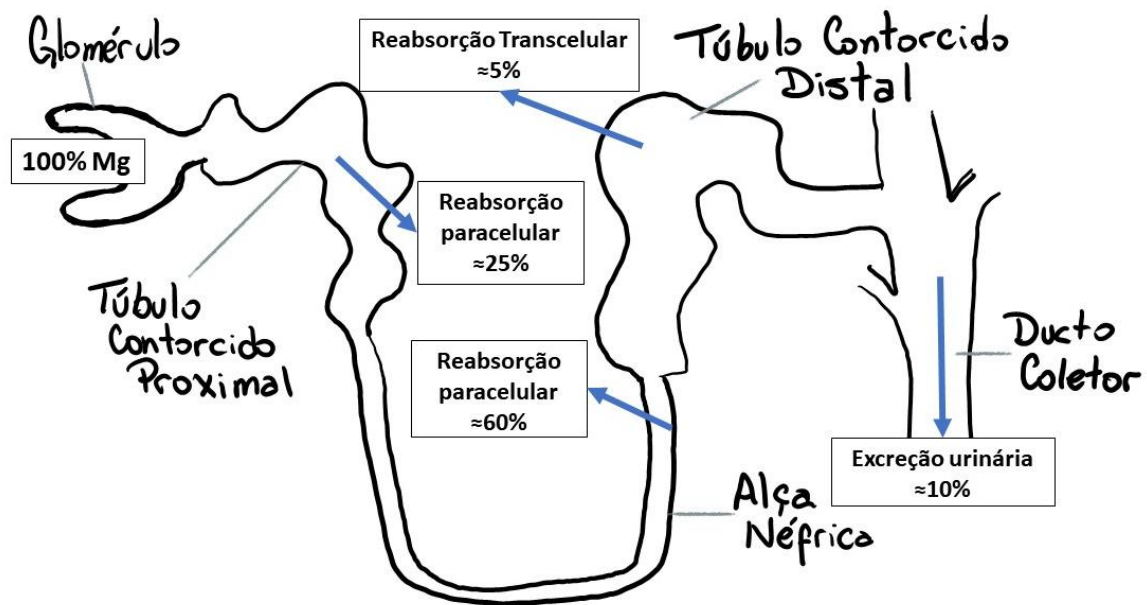
1.1. Fisiologia do Magnésio

Um adulto saudável possui cerca de 25g de Mg estocados entre ossos ($\approx$ 60%), músculos ($\approx$ 20%) e tecidos moles ($\approx$ 20%).^{6,7} No plasma, encontra-se menos de 5% do Mg total presente no organismo, sendo que, destes, cerca de 75% estarão na forma iônica ou ligados a outros íons e os demais 25% estarão ligados a proteínas como a albumina.^{6,7}

A absorção desse íon ocorre no intestino delgado, em especial no íleo, por processo passivo (90%) de difusão devido à diferença de concentração de Mg intraluminal em relação aos enterócitos, e ativamente (10%) através de canais de cátions presentes nas membranas celulares intestinais.⁸ O quanto será absorvido dependerá da concentração ingerida de Mg e do *status* de Mg no indivíduo, sendo que um adulto saudável é capaz de internalizar cerca de 25 a 60% do elemento ingerido.⁸

Já a excreção deste cátion é principalmente renal (Figura 1), através da passagem do sangue pelos glomérulos, onde aproximadamente 85% do Mg do hiperfiltrado é reabsorvido entre o túbulo contorcido proximal e a alça néfrica, sendo excretados cerca de 10% na urina.^{6,9} Quando há algum distúrbio renal, entretanto, a porcentagem excretada final poderá estar acima dos 10%^{6,9} ou haverá retenção desse eletrólito quando há redução da taxa de filtração glomerular.¹⁰

Figura 1: Demonstração da excreção de magnésio pelo néfron. Desenho adaptado de Hansen *et al.*⁶



1. Dousdampanis P, Trigka K, Fourtounas C. Hypomagnesemia, chronic kidney disease and cardiovascular mortality: pronounced association but unproven causation. *Hemodial Int.* 2014 Oct;18(4):730-9. Doi: 10.1111/hdi.12159. Epub 2014 Mar 18. PMID: 24641780.
2. Gonuguntla V, Talwar V, Krishna B, Srinivasan G. Correlation of Serum Magnesium Levels with Clinical Outcome: A Prospective Observational Study in Critically Ill Patients Admitted to a Tertiary Care ICU in India. *Indian J Crit Care Med.* 2023 May;27(5):342-347. Doi: 10.5005/jp-journals-10071-24451. PMID: 37214118; PMCID: PMC10196642.
3. Velissaris D, Karamouzou V, Pierrakos C, Aretha D, Karanikolas M. Hypomagnesemia in Critically Ill Sepsis Patients. *J Clin Med Res.* 2015 Dec;7(12):911-8. Doi: 10.14740/jocmr2351w. Epub 2015 Oct 23. PMID: 26566403; PMCID: PMC4625810.
4. Deheinzeln D, Negri EM, Tucci MR, Salem MZ, da Cruz VM, Oliveira RM, Nishimoto IN, Hoelz C. Hypomagnesemia in critically ill cancer patients: a prospective study of predictive factors. *Braz J Med Biol Res.* 2000 Dec;33(12):1443-8. Doi: 10.1590/s0100-879x2000001200007. PMID: 11105096
5. Kothari M, Wanjari A, Shaikh SM, Tantiya P, Waghmare BV, Parepalli A, Hamdulay KF, Nelakuditi M. A Comprehensive Review on Understanding Magnesium Disorders: Pathophysiology, Clinical Manifestations, and Management Strategies. *Cureus.* 2024 Sep 1;16(9):e68385. doi: 10.7759/cureus.68385. PMID: 39355467; PMCID: PMC11444808.
6. Hansen BA, Bruserud Ø. Hypomagnesemia in critically ill patients. *J Intensive Care.* 2018 Mar 27;6:21. Doi: 10.1186/s40560-018-0291-y. PMID: 29610664; PMCID: PMC5872533.
7. Reinhart RA, Desbiens NA. Hypomagnesemia in patients entering the ICU. *Crit Care Med.* 1985 Jun;13(6):506-7. Doi: 10.1097/00003246-198506000-00015. PMID: 3996005.
8. Quamme GA. Recent developments in intestinal magnesium absorption. *Curr Opin Gastroenterol.* 2008 Mar;24(2):230-5. Doi: 10.1097/MOG.0b013e3282f37b59. PMID: 18301276.

9. Agus ZS, Wasserstein A, Goldfarb S. Disorders of calcium and magnesium homeostasis. *Am J Med.* 1982 Mar;72(3):473-88. Doi: 10.1016/0002-9343(82)90519-8. PMID: 7036737
10. Azem R, Daou R, Bassil E, Anvari EM, Taliercio JJ, Arrigain S, Schold JD, Vachharajani T, Nally J, Na Khoul GN. Serum magnesium, mortality and disease progression in chronic kidney disease. *BMC Nephrol.* 2020 Feb 12;21(1):49. doi: 10.1186/s12882-020-1713-3. Erratum in: *BMC Nephrol.* 2020 Apr 17;21(1):139. doi: 10.1186/s12882-020-01801-0. PMID: 32050924; PMCID: PMC7017617.
11. Kumar S, Honmode A, Jain S, Bhagat V. Does magnesium matter in patients of Medical Intensive Care Unit: A study in rural Central India. *Indian J Crit Care Med.* 2015 Jul;19(7):379-83. Doi: 10.4103/0972-5229.160272. PMID: 26180429; PMCID: PMC4502489
12. Jiang P, Lv Q, Lai T, Xu F. Does Hypomagnesemia Impact on the Outcome of Patients Admitted to the Intensive Care Unit? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Shock.* 2017 Mar;47(3):288-295. Doi: 10.1097/SHK.0000000000000769. PMID: 27753792
13. Wacker WE, Parisi AF. Magnesium metabolism. *N Engl J Med.* 1968 Apr 4;278(14):772-6 concl. Doi: 10.1056/NEJM196804042781406. PMID: 4867053
14. Agus ZS. Hypomagnesemia. *J Am Soc Nephrol.* 1999 Jul;10(7):1616-22. doi: 10.1681/ASN.V1071616. PMID: 10405219.
15. ZUSPAN, F. P. (1966). Treatment of severe preeclampsia and eclampsia. *Clinical obstetrics and gynecology*, 9(4), 954-972.
16. Aal-Hamad AH, Al-Alawi AM, Kashoub MS, Falhammar H. Hypermagnesemia in Clinical Practice. *Medicina (Kaunas).* 2023 Jun 24;59(7):1190. doi: 10.3390/medicina59071190. PMID: 37512002; PMCID: PMC10384947
17. Guérin C, Cousin C, Mignot F, Manchon M, Fournier G. Serum and erythrocyte magnesium in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 1996 Aug;22(8):724-7. doi: 10.1007/BF01709512. PMID: 8880238.
18. Van Laecke S. Hypomagnesemia and hypermagnesemia. *Acta Clin Belg.* 2019 Feb;74(1):41-47. doi: 10.1080/17843286.2018.1516173. Epub 2018 Sep 17. PMID: 30220246.

19. Elin RJ. Magnesium metabolism in health and disease. *Dis Mon.* 1988 Apr;34(4):161-218. doi: 10.1016/0011-5029(88)90013-2. PMID: 3282851.
20. Fawcett WJ, Haxby EJ, Male DA. Magnesium: physiology and pharmacology. *Br J Anaesth.* 1999 Aug;83(2):302-20. doi: 10.1093/bja/83.2.302. PMID: 10618948.
21. Rubeiz GJ, Thill-Baharozian M, Hardie D, Carlson RW. Association of hypomagnesemia and mortality in acutely ill medical patients. *Crit Care Med.* 1993 Feb;21(2):203-9. Doi: 10.1097/00003246-199302000-00010. PMID: 8428470.
22. Escuela MP, Guerra M, Añón JM, Martínez-Vizcaíno V, Zapatero MD, García-Jalón A, Celaya S. Total and ionized serum magnesium in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2005 Jan;31(1):151-6. Doi: 10.1007/s00134-004-2508-x. Epub 2004 Dec 17. PMID: 15605229.
23. Cirik MÖ, Kiliç M, Doğanay GE, Ünver M, Yildiz M, Avci S. The relationship between magnesium levels and mortality in the respiratory intensive care unit. *Medicine (Baltimore).* 2020 Dec 24;99(52):e23290. doi: 10.1097/MD.00000000000023290. PMID: 33350723; PMCID: PMC7769377.
24. Ribeiro HS, Burdmann EA, Vieira EA, Ferreira ML, Ferreira AP, Inda-Filho AJ. Association of magnesium abnormalities at intensive care unit admission with kidney outcomes and mortality: a prospective cohort study. *Clin Exp Nephrol.* 2022 Oct;26(10):997-1004. doi: 10.1007/s10157-022-02245-6. Epub 2022 Jun 27. PMID: 35760979.
25. Tangvoraphonkchai K, Davenport A. Magnesium and Cardiovascular Disease. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2018 May;25(3):251-260. doi: 10.1053/j.ackd.2018.02.010. PMID: 29793664.
26. Valderrábano RJ, Blanco A, Santiago-Rodriguez EJ, Miranda C, Rivera-Del Rio Del Rio J, Ruiz J, Hunter R. Risk factors and clinical outcomes of arrhythmias in the medical intensive care unit. *J Intensive Care.* 2016 Jan 22;4:9. doi: 10.1186/s40560-016-0131-x. PMID: 26807261; PMCID: PMC4724077.
27. Artucio H, Pereira M. Cardiac arrhythmias in critically ill patients: epidemiologic study. *Crit Care Med.* 1990 Dec;18(12):1383-8. doi: 10.1097/00003246-199012000-00015. PMID: 2245612

28. Paula SB, Oliveira A, Melo E, Silva J, Simões AF, Gonçalves-Pereira J. Atrial Fibrillation in Critically Ill Patients: Incidence and Outcomes. *Cureus*. 2024 Feb 28;16(2):e55150. doi: 10.7759/cureus.55150. PMID: 38558719; PMCID: PMC10980169.
29. Arrigo M, Ishihara S, Feliot E, Rudiger A, Deye N, Cariou A, Guidet B, Jaber S, Leone M, Resche-Rigon M, Vieillard Baron A, Legrand M, Gayat E, Mebazaa A. New-onset atrial fibrillation in critically ill patients and its association with mortality: A report from the FROG-ICU study. *Int J Cardiol*. 2018 Sep 1;266:95-99. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.03.051. PMID: 29887481.
30. Ergün, B., Ergan, B., Küçük, M., Yakar, M.-N., Öztürk, M.-C., Demirer Aydemir, F., Öner, Ö., Hanci, V., Cömert, B. and Gökmen, A.-N. (2022). Is Serum Magnesium Level Associated With Atrial Fibrillation in the Mixed Medical/surgical Intensive Care Unit Setting? *Magnesium Research*. 35(3), 96-107. <https://doi.org/10.1684/mrh.2023.0506>
31. Fernando SM, Mathew R, Hibbert B, Rochweg B, Munshi L, Walkey AJ, Møller MH, Simard T, Di Santo P, Ramirez FD, Tanuseputro P, Kyeremanteng K. New-onset atrial fibrillation and associated outcomes and resource use among critically ill adults-a multicenter retrospective cohort study. *Crit Care*. 2020 Jan 13;24(1):15. doi: 10.1186/s13054-020-2730-0. PMID: 31931845; PMCID: PMC6958729.
32. Tan L, Xu Q, Li C, Liu J and Shi R (2021) High-Normal Serum Magnesium and Hypermagnesemia Are Associated With Increased 30-Day In-Hospital Mortality: A Retrospective Cohort Study. *Front. Cardiovasc. Med*. 8:625133. doi: 10.3389/fcvm.2021.625133
33. Hendges Heidemann, S., Souza, A. L. K. de, & Rauber, R. (2024). ASSOCIAÇÃO ENTRE FIBRILAÇÃO ATRIAL E MAGNÉSIO SÉRICO NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO NO OESTE DO PARANÁ. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 6(11), 615–632.
34. Moreno RP, Metnitz PG, Almeida E, Jordan B, Bauer P, Campos RA, Iapichino G, Edbrooke D, Capuzzo M, Le Gall JR; SAPS 3 Investigators. SAPS 3--From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2: Development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. *Intensive Care Med*. 2005 Oct;31(10):1345-55. doi: 10.1007/s00134-005-2763-5. Epub 2005 Aug 17.

Erratum in: Intensive Care Med. 2006 May;32(5):796. PMID: 16132892; PMCID: PMC1315315.

35. KDIGO. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. **Kidney International Supplements**, v. 2, n. 1, p. 1-138, 2012.
36. Ardehali SH, Dehghan S, Baghestani AR, Velayati A, Vahdat Shariatpanahi Z. Association of admission serum levels of vitamin D, calcium, Phosphate, magnesium and parathormone with clinical outcomes in neurosurgical ICU patients. Sci Rep. 2018 Feb 14;8(1):2965. doi: 10.1038/s41598-018-21177-4. PMID: 29445220; PMCID: PMC5813225.
37. Önal, C., Özgül, K. K., Kösem, A., Şenol, Y., & Arslan, G. (2026). Hypermagnesemia and mortality in COPD patients. *Signa Vitae*, 22(2).