

# Alterações hidroeletrólíticas em pessoas com cirrose

## Hydroelectrolytic alterations in cirrhotic patients

Beatriz Costa Nava Martins<sup>1</sup>, Olival Cirilo Lucena da Fonseca Neto<sup>1</sup>

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi evidenciar e discutir as principais alterações hidroeletrólíticas em pessoas com cirrose. Trata-se de uma revisão integrativa, de natureza qualitativa. Os artigos foram selecionados por meio da plataforma *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*. Os principais achados identificados a partir dos artigos selecionados foram a ocorrência de hiponatremia, o mau prognóstico diante da presença de distúrbios hidroeletrólíticos em relação à sobrevida em pessoas com cirrose e a importância da albumina. Indivíduos com cirrose são suscetíveis ao desenvolvimento de distúrbios hidroeletrólíticos devido às mudanças fisiopatológicas da doença e às condições clínicas apresentadas. A hiponatremia e a hipocalemia são os mais recorrentes, destacando, porém, a necessidade de atenção aos demais distúrbios.

**Palavras-chave:** Desequilíbrio hidroeletrólítico; Cirrose hepática; Hiponatremia; Prognóstico; Albumina sérica

### ABSTRACT

The objective of this study was to show and discuss the main hydroelectrolytic alterations in cirrhotic patients. This is an integrative review, a qualitative study, in which articles were selected at the Medical literature Analysis and Retrieval System Online. The main findings identified in the articles selected were the occurrence of hyponatremia, the poor prognostic, due to the presence of hydroelectrolytic disorders, regarding cirrhotic individuals survival and the importance of albumin. Individuals with cirrhosis are susceptible to the development of hydroelectrolytic disorders due to the pathophysiological alterations of the disease and because of the clinical status presented. Hyponatremia and hypokalemia are the most recurrent, but attention shall be given to the other disorders too.

**Keywords:** Water-electrolyte imbalance; Liver cirrhosis; Hyponatremia; Prognosis; Serum albumin

### INTRODUÇÃO

A manutenção do equilíbrio corporal é dependente da função renal, que regula a homeostase de eletrólitos e água.<sup>1</sup> Nos serviços de emergência, as pessoas com alterações na homeostase normalmente apresentam distúrbios de potássio, sódio e cálcio.<sup>2,3</sup>

Em doenças sistêmicas, é comum o desenvolvimento de distúrbios eletrolíticos. Isso se deve tanto aos meca-

nismos próprios de cada patologia, mas também às intervenções medicamentosas que são realizadas ao longo do tratamento dessas doenças.<sup>4</sup>

Pessoas com cirrose têm suas funções hepáticas alteradas e estão mais pré-dispostos à inflamação e à infecção, o que diminui a capacidade de homeostase desse órgão. Assim, nesses indivíduos, é recorrente a presença de alterações como hiponatremia, hipocalemia, hiper-

<sup>1</sup>Hospital Universitário Oswaldo Cruz, Recife, PE, Brasil.

**Data de submissão:** 21/12/2019. **Data de aceite:** 18/2/2020.

**Autor correspondente:** Beatriz Costa Nava Martins. Rua Arnóbio Marquês, 310 – Santo Amaro – CEP: 50100-130 – Recife, PE, Brasil – Tel.: 55 (81) 3413-4611  
E-mail: beatrizcnavam@gmail.com

**Fonte de auxílio à pesquisa:** nenhuma. **Conflitos de interesse:** nenhum.

**Contribuição dos autores:** Concepção e delineamento do projeto: OCLFN. Coleta, análise e interpretação de dados: BCNM.

Redação e revisão crítica do manuscrito: BCNM.

Aprovação da versão final do manuscrito a ser publicada: OCLFN.

calemia, hipocalcemia, hipofosfatemia, hipomagnesemia, distúrbios de água e ácido-básicos.<sup>5</sup> É válido destacar que esses distúrbios são desenvolvidos, em especial, em casos de descompensação da doença, junto ao início de complicações.<sup>6</sup>

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo pesquisar na literatura informações sobre distúrbios hidroeletrólíticos em pessoas com cirrose, por meio de uma análise criteriosa e detalhada desse tema.

**MÉTODOS**

Trata-se de um estudo qualitativo, com o objetivo de elucidar as alterações hidroeletrólíticas que ocorrem em pessoas com cirrose. Para isso, realizou-se uma revisão integrativa da literatura.

Antes de iniciar a coleta de dados, foi elaborado um protocolo para a pesquisa. Inicialmente, foi definida a pergunta norteadora da pesquisa. Em seguida, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão. Por fim, foram realizadas análise crítica e interpretação dos resultados.

Para coleta de dados, foi realizada uma busca de artigos na base de dados do *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE®) por meio do *National Center of Biotechnology Information* (NCBI). Na busca foram usados os descritores: “*hydroelectrolytic alterations*”, “*cirrhosis*” e “*cirrhotic patients*”. Os critérios de inclusão propostos na seleção foram: publicação entre 2015 e 2020; em inglês; ser original ou revisão de literatura e possuir resumos e textos completos passíveis de análise. Os critérios de exclusão foram o não atendimento de algum dos critérios de inclusão.

A forma seleção dos artigos está disposta na figura 1.

Na busca inicial no banco de dados do MEDLINE®, foram localizados 50 artigos. A partir de uma leitura cuidadosa dos resumos, foram selecionados aqueles que se encaixavam no objetivo proposto. Após a seleção com base nos critérios previamente estabelecidos, foram analisados e categorizados na íntegra 14 artigos.

**RESULTADOS**

Entre os 14 artigos selecionados para análise integral, dez (71,4%) foram classificados como “revisão de literatura”. A descrição geral de cada artigo, assim como os principais resultados, está na tabela 1.

**DISCUSSÃO**

O corpo humano é composto de água e moléculas, como os eletrólitos, que estão distribuídos nos espaços intracelulares e extracelulares. A manutenção do equilí-

brio desses elementos é chamada de homeostase e está relacionada a vários mecanismos fisiológicos.<sup>20</sup>

É muito comum, em atendimentos de emergência, a presença de indivíduos com distúrbios hidroeletrólíticos. O desenvolvimento dessas alterações hidroeletrólíticas pode comprometer várias funções vitais, podendo estar associados à maior mortalidade. De acordo com Bhat et al.,<sup>3</sup> os distúrbios mais frequentes são a hipocalcemia e a hiponatremia.

Durante a progressão de doenças hepáticas, é possível que ocorram alterações dos eletrólitos e de água decorrentes de inúmeras variáveis aos quais esses indivíduos estão expostos, como a dieta, os medicamentos, as inflamações e infecções, pela fisiopatologia dessas doenças ou por intervenções.<sup>6</sup>

Entre essas alterações, destaca-se a hiponatremia, que pode ser classificada de acordo com o tempo de início, sendo aguda ou crônica, ou de acordo com o mecanismo de desenvolvimento, podendo ser hipovolêmica, hipervolêmica ou euvolêmica. A forma mais comum é a hipervolêmica crônica.<sup>12</sup>

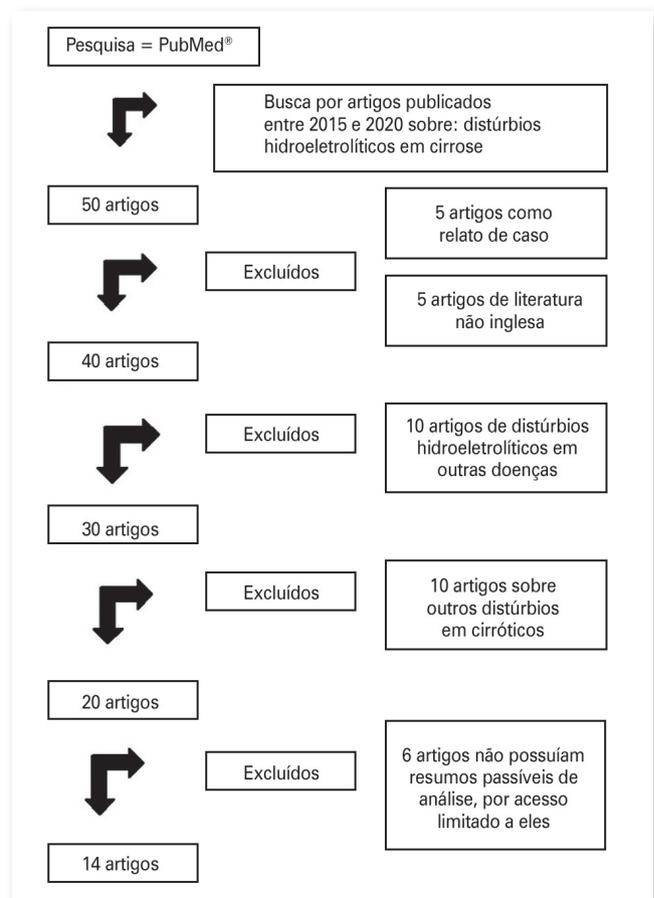


Figura 1. Forma de seleção dos artigos que compõem a revisão.

**Tabela 1.** Detalhamento dos artigos avaliados na revisão

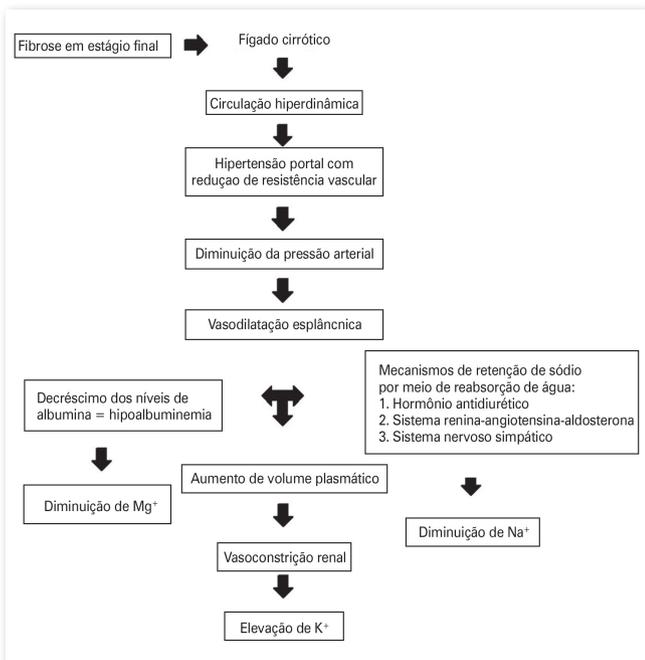
Autor	Tipo de estudo	Principais resultados
Jiménez et al. <sup>6</sup>	Revisão de literatura	A hiponatremia reflete disfunção hemodinâmica avançada com perda de <i>feedback</i> hormonal normal O advento da pontuação <i>Model for End-Stage Liver Disease</i> de sódio aumenta as expectativas para melhor alocação na lista de espera pelo transplante Fatores intrínsecos da cirrose se relacionam com a perda de potássio A hipercalemia é elevada em casos da cirrose em fase avançada
John et al. <sup>7</sup>	Revisão de literatura	O progresso da cirrose e da ascite compromete os rins na eliminação de água livre de soluto A hiponatremia é associada ao aumento de morbidade e mortalidade em pessoas com cirrose, sendo um importante definidor de prognóstico antes e após transplante A correção da hiponatremia é iniciada na presença de sintomas neurológicos, e em pessoas que receberão transplante em algumas horas
Mihaylov et al. <sup>8</sup>	Artigo original	As concentrações adequadas de sódio pré e pós-transplantes aumentaram em 94% a sobrevida em 3 meses A grande quantidade de transfusão sanguínea intraoperatória e a variação grande de sódio foram associadas a resultados ruins em 3 meses A hiponatremia e a grande variação de sódio foram associadas à frequentes complicações neurológicas, com internação prolongada e mortalidade precoce
Scheiner et al. <sup>9</sup>	Revisão de literatura	Pessoas com cirrose estável apresentam equilíbrio de distúrbios acidobásicos, com excesso de base e pH normais; Pessoas com cirrose descompensada apresentam, frequentemente, acidose metabólica evidente
Fortune et al. <sup>10</sup>	Revisão de literatura	A ascite predispõe a complicações como a hiponatremia; As complicações clínicas, como hiponatremia, síndrome hepatorenal e ascite estão ligadas ao aumento da mortalidade a curto prazo
Musso et al. <sup>11</sup>	Revisão de literatura	Hiponatremia, hipocalemia, hipercalemia, hipocalcemia, acidose metabólica e alcalose respiratória e metabólica são os distúrbios mais presentes em pessoas com cirrose As pessoas com cirrose apresentam, pela capacidade homeostática prejudicada, alterações fisiopatológicas e condições clínicas, que predispõem a esses distúrbios
Leise et al. <sup>12</sup>	Revisão de literatura	A hiponatremia se relaciona com mau prognóstico antes de transplante de fígado, independente do <i>Model for End-Stage Liver Disease</i> A supercorreção de hiponatremia pode gerar complicações neurológicas, como a síndrome da desmielinização osmótica A correção da hiponatremia ainda é um grande desafio, sem conclusões concretas
Kaplan et al. <sup>13</sup>	Artigo original	24,3% da população avaliada faleceu e, comparada aos sobreviventes, teve maior taxa de desenvolvimento de carcinoma hepatocelular e encefalopatia hepática e menor nível médio de potássio no sangue Pessoas com potássio abaixo de 3,4mmol/L apresentaram maior taxa de mortalidade e maiores pontuações dos escores <i>Child-Pugh</i> e <i>Model for End-Stage Liver Disease</i>
Koop et al. <sup>14</sup>	Revisão de literatura	A deficiência de vitamina D é associada a: fibrose, infecções, carcinoma hepatocelular e mortalidade A deficiência de vitamina A é relacionada ao desenvolvimento de ascite e encefalopatia hepática O zinco impacta na função imune e na complicação da encefalopatia hepática
Liu et al. <sup>15</sup>	Revisão de literatura	A deficiência de magnésio pode resultar de menor absorção, excreção renal aumentada, diminuição de albumina sérica e inativação por hormônio O magnésio baixo pode gerar progressão das doenças hepáticas
Attar <sup>16</sup>	Revisão de literatura	A concentração de sódio de 120mmol/L é limite para hiponatremia grave e está associada à insuficiência renal O manejo do indivíduo com insuficiência renal inclui menor ingestão hídrica, retenção dos diuréticos e possível infusão albumínica A hiponatremia e as alterações renais estão associadas a mau prognóstico
Paine al. <sup>17</sup>	Revisão de literatura	A albumina intravenosa é um potencial tratamento para as complicações cirróticas Alguns prováveis benefícios da albumina intravenosa são a melhora de sintomas, diminuição de hospitalização e menos danos em órgãos-alvo
Bernardi et al. <sup>18</sup>	Artigo original	A utilização de albumina em pessoas com doença hepática atua em alterações de sistema circulatório e no estado inflamatório A utilização da albumina pode melhorar a longo prazo a sobrevivência dos indivíduos com doença hepática, além prevenir complicações e reduzir hospitalizações
Massel et al. <sup>19</sup>	Artigo original	Pessoas com ascite tiveram risco aumentado de complicações quando comparadas com o grupo de referência O risco de mortalidade aumentou em pessoas com ascite quando comparadas com o grupo de referência

O Child-Pugh é uma classificação usada para avaliar o prognóstico da doença hepática crônica.

Em pessoas não cirróticas, considera-se como hiponatremia casos em que o nível sérico de sódio está abaixo de 135mEq/L. Todavia, em pessoas com cirrose, o valor de referência é de 130mEq/L.<sup>12</sup> Considerando a importância, a alta incidência e recorrência em pessoas com cirrose, a hiponatremia foi incorporada ao escore *Model for End-Stage Liver Disease* (MELD), como MELD-Na (sódio), na busca por caracterizá-la e classificá-la como fator de risco na mortalidade.<sup>19</sup>

Ainda, em pessoas com cirrose, observa-se frequentemente a presença de quadros de hipertensão portal, com redução de resistência vascular sistêmica, o que promove a queda na pressão arterial.<sup>12</sup> Como consequência da hipovolemia, observa-se o aparecimento de vasodilatação esplâncnica, que ativa diversos mecanismos de retenção de sódio pela reabsorção de água, como pelo sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), pelo sistema nervoso simpático, além da liberação do ADH (hormônio antidiurético), de forma a desenvolver uma hiponatremia hipervolêmica.<sup>16</sup> Dessa maneira, esses indivíduos passam a ter a excreção renal de água e sódio inibidas, tornando-se prevalente o estado de diluição sérica.<sup>10</sup> A figura 2 explica a fisiopatologia da cirrose e as complicações hidroeletrólíticas desenvolvidas.

Inicialmente, não são observados desdobramentos graves nos casos mencionados, visto que o organismo se readapta ao estado de baixa osmolaridade e de hipotonia, consequentes do estado de diluição sérica.



Mg: magnésio; K: potássio; Na: sódio.

**Figura 2.** Fisiopatologia da cirrose e complicações hidroeletrólíticas.

Contudo, é importante a monitoração desse distúrbio, visto que pode ocasionar encefalopatia hepática.<sup>7</sup> Ademais, podem ocorrer desdobramentos como ascite, peritonite bacteriana espontânea (PBE) e infecções, além da síndrome da desmielinização osmótica (SDO) no pós-transplante.<sup>12</sup>

Os níveis séricos de potássio não seguem um padrão em pessoas com cirrose, pois a maioria apresenta uma reserva total desse eletrólito normal, a despeito das baixas reservas intracelulares, mascarando, dessa forma, a hipocalemia.<sup>6</sup> A principal causa de depleção de potássio nessas pessoas é promovida pela adrenalina, pela hiperativação do sistema nervoso simpático. Além disso, uma dieta pobre em potássio, a presença de vômitos e diarreia e o aumento nos níveis de aldosterona (que promove maior perda de potássio pelas células tubulares renais) podem resultar em menor nível sérico de potássio sérico.<sup>11</sup>

Já a hipercalemia apresenta menor incidência em pessoas com cirrose do que a hipocalemia, sendo sua ocorrência maior, em geral, em estágios avançados da doença, nos casos em que já há insuficiência renal.<sup>6</sup> Estudos recentes propõem uma relação entre o elevado nível de potássio sérico e os níveis de mortalidade, visto que a condição da doença nesses casos é avançada, com insuficiência renal e possivelmente com síndrome hepatorenal, aumentando os riscos de óbito.<sup>13</sup>

Associado à hipocalemia, outro distúrbio eletrolítico bastante frequente em pessoas com cirrose é a hipomagnesemia.<sup>15</sup> Esse distúrbio é típico devido a alguns fatores: a desnutrição presente em pessoas com cirrose; a absorção intestinal do eletrólito prejudicada; o uso de diuréticos, que aumentam a excreção renal de magnésio; e as disfunções hepáticas típicas da doença, que diminuem os níveis de albumina sérica, que é uma proteína transportadora de magnésio, e promovem a liberação de hormônios, como a aldosterona, que aumentam a excreção renal do magnésio.<sup>15</sup>

De forma semelhante, é comum que pessoas com cirrose apresentem hipofosfatemia (diminuição do fósforo sérico), pela dieta pobre nesse eletrólito, pela deficiente absorção intestinal, além de disfunções renais que aumentam a excreção renal do fósforo.<sup>11</sup>

Uma das funções do fígado está relacionada com o metabolismo da vitamina D, que em um de seus estágios é convertida nesse órgão. Devido às alterações desenvolvidas pela cirrose, é comum que os níveis de vitamina D sofram uma queda e, conseqüentemente, alterem a concentração de cálcio sérico em pessoas acometidas pela doença.<sup>16</sup> A vitamina D tem papel fundamental no metabolismo do cálcio e na óssea, o que pode culminar no desenvolvimento de doenças ósseas de mineralização.<sup>14</sup> Dessa forma, é comum a presença de hipocalcemia em

casos de cirrose, não apenas pela deficiência de vitamina D, mas também por questões nutricionais, uso de diuréticos ou distúrbios de origem renal.<sup>11</sup>

A albumina é a proteína mais importante e abundante no plasma, sendo responsável pela pressão oncótica, pelo transporte de várias substâncias e apresenta função antioxidante. É produzida exclusivamente pelo fígado. Em função disso, em casos de cirrose, é comum o desenvolvimento de hipoalbuminemia, além da modificação da estrutura proteica típica.<sup>17</sup> Esse quadro pode ser agravado pelo processo inflamatório instalado em indivíduos com cirrose. Diante das múltiplas funções dessa proteína, a albumina vem sendo testada e usada no tratamento de contra cirrose como um colóide plasmático, tendo apresentado impacto positivo no volume sanguíneo circulante, melhora no estado inflamatório sistêmico e queda nos níveis de estresse oxidativo.<sup>18</sup> Em um dos vários estudos de teste dessa proteína em cirróticos, demonstrou-se que, a partir de infusões de albumina, ocorreu aumento da sobrevida, menor tempo das

hospitalizações e diminuição na incidência de complicações nesses indivíduos.<sup>17</sup>

Tratando-se de distúrbios acidobásicos, o íon cloreto pode estar elevado em casos de cirrose, pelo mecanismo de aumento a substituição de bicarbonato por cloreto, especialmente por perdas do íon bicarbonato, como ocorre na diarreia, desenvolvendo a acidose hiperclorêmica. As pessoas com cirrose estável que desenvolvem alcalose hipoalbuminêmica podem apresentar uma acidose hiperclorêmica, em uma tentativa de restabelecer o pH normal.<sup>9</sup>

O impacto dos distúrbios eletrolíticos em indivíduos com cirrose, especialmente naqueles que se encontram na fila de espera por transplante hepático, é significativo, visto que se relacionam com aumento de mortalidade durante a espera pela cirurgia, principalmente pela hiponatremia. Além disso, já foram descritas relações entre hiponatremia prévia e os resultados do transplante.<sup>8</sup> De forma concisa, os distúrbios, as causas e complicações estão descritos na tabela 2.

**Tabela 2.** Distúrbios hidroeletrólíticos, suas causas e complicações

Eletrólito/distúrbio	Causas do distúrbio	Complicações
Sódio (hiponatremia)	Liberação de ADH Ativação de SRAA Ativação de SNS	Ascite Edema Encefalopatia hepática Infecções bacterianas PBE SDO
Potássio (hipocalemia e hipercalemia)	Hipocalemia: • Hiperativação de SNS = adrenalina • Dieta pobre em potássio • Vômitos, diarreias • Liberação de aldosterona Hipercalemia: vasoconstrição renal	Insuficiência renal Síndrome hepatorenal
Magnésio (hipomagnesemia)	Uso de diuréticos: aumentam excreção renal Liberação de hormônios: aumentam excreção renal Diminuição de albumina sérica	Estresse oxidativo Respostas inflamatórias Desordens metabólicas
Fósforo (hipofosfatemia)	Dieta pobre em fósforo e deficiência absorptiva Aumento de excreção renal	Insuficiência renal
Cálcio (hipocalcemia)	Diminuição dos níveis de vitamina D Má nutrição e deficiência absorptiva Uso de diuréticos e disfunções renais	Desmineralização óssea Osteoporose
Cloreto (hipercloremia)	Desenvolvimento de acidose hiperclorêmica, como reação a alcalose hipoalbuminêmica	Diminuição do íon bicarbonato
Albumina (hipoalbuminemia)	Estado inflamatório Mudanças estruturais hepáticas	Diminuição da volemia Estado inflamatório sistêmico Aumento de estresse oxidativo
Água (hipervolemia)	Liberação do ADH Ativação do SRAA Ativação do SNS	Ascite Edema Encefalopatia hepática Infecções bacterianas PBE SDO

ADH: hormônio antidiurético; SRAA: sistema renina-angiotensina-aldosterona; SNS: sistema nervoso simpático; PBE: peritonite bacteriana espontânea; SDO: síndrome da desmielinização osmótica.

## CONCLUSÃO

Pessoas com cirrose são suscetíveis ao desenvolvimento de distúrbios hidroeletrólíticos devido às mudanças fisiopatológicas da doença e pelas condições clínicas apresentadas. As alterações mais recorrentes são a hiponatremia e hipocalcemia, destacando, porém, a necessidade de atenção de todas as demais alterações hidroeletrólíticas.

## REFERÊNCIAS

1. Ellison D, Farrar FC. Kidney influence on fluid and electrolyte balance. *Nurs. Clin. N. Am.* 2018;53(4):469-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.05.004>
2. Tazmini K, Nymo SH, Louch WE, Ranhoff AH, Øie, E. Electrolyte imbalances in an unselected population in an emergency department: a retrospective cohort study. *PLoS One.* 2019;14(4):e0215673. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215673>
3. Bhat AW, Bhat BW. Prevalence of patient load with electrolyte abnormalities presenting to emergency department at a tertiary care hospital. *Int J Health Sci.* 2020[cited 2021 Nov 18];10(6):19-23. Available from: [https://www.ijhsr.org/IJHSR\\_Vol.10\\_Issue.6\\_June2020/3.pdf](https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.10_Issue.6_June2020/3.pdf)
4. Giordano M, Ciarambino T, Castellino P, Malatino L, Di Somma S, Biolo G, et al. Diseases associated with electrolyte imbalance in the ED: age-related differences. *Am. J. Emerg. Med.* 2016;34(10):1923-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.05.056>
5. Musso CG, Juarez R, Glassock RJ. Water, electrolyte, acid-base, and trace elements alterations in cirrhotic patients. *Int Urol Nephrol.* 2018;50(1):81-9. doi: <https://doi.org/10.1007/s11255-017-1614-y>
6. Jiménez JV, Carrillo-Pérez DL, Rosado-Canto R, Garcia-Juarez I, Torre A, Kershenobich D, et al. Electrolyte and acid-base disturbances in end-stage liver disease: a physiopathological approach. *Dig Dis Sci.* 2017;62(8):1855-71. doi: <https://doi.org/10.1007/s10620-017-4597-8>
7. John S, Thuluvath PJ. Hyponatremia in cirrhosis: pathophysiology and management. *World J Gastroenterol.* 2015;21(11):3197-205. doi: <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i11.3197>
8. Mihaylov P, Nagai S, Ekser B, Mangus R, Fridell J, Kubal C. Prognostic impact of peritransplant serum sodium concentrations in liver transplantation. *Ann Transplant.* 2019;24:418-25. doi: <https://doi.org/10.12659/AOT.914951>
9. Scheiner B, Lindner G, Reiberger T, Schneeweiss B, Trauner M, Zauner C, et al. Acid-base disorders in liver disease. *J Hepatol.* 2017;67(5):1062-73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2017.06.023>
10. Fortune B, Cardenas A. Ascites, refractory ascites and hyponatremia in cirrhosis. *Gastroenterology Rep.* 2017;5(2):104-12. doi: <https://doi.org/10.1093/gastro/gox010>
11. Musso CG, Juarez R, Glassock RJ. Water, electrolyte, acid-base, and trace elements alterations in cirrhotic patients. *Int Urol Nephrol.* 2018;50(1):81-9. doi: <https://doi.org/10.1007/s11255-017-1614-y>
12. Leise M, Cárdenas A. Hyponatremia in cirrhosis: implications for liver transplantation. *Liver Transpl.* 2018;24(11):1612-21. doi: <https://doi.org/10.1002/lt.25327>
13. Kaplan M, Ateş I, Gökcan H, Kayhan MA, Kaçar S, Akpınar MY, et al. Prognostic utility of hypokalemia in cirrhotic patients. *Acta Gastroenterol Bel.* 2018;81(3):398-403. PMID: 30888755
14. Koop AH, Mousa OY, Pham LE, Corral-Hurtado JE, Pungpapong S, Keaveny AP. An argument for vitamin D, A, and zinc monitoring in cirrhosis. *Ann Hepatol.* 2018;17(6):920-32. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.7192>
15. Liu M, Yang H, Mao Y. Magnesium and liver disease. *Ann Transl Med.* 2019;7(20):578. doi: <https://doi.org/10.21037/atm.2019.09.70>
16. Attar B. Approach to hyponatremia in cirrhosis. *Clin Liver Dis (Hoboken).* 2019;13(4):98-101. doi: <https://doi.org/10.1002/cld.790>
17. Paine CH, Biggins SW, Pichler RH. Albumin in cirrhosis: more than a colloid. *Curr Treat Options Gastroenterol.* 2019;17(2):231-43. doi: <https://doi.org/10.1007/s11938-019-00227-4>
18. Bernardi M, Angeli P, Claria J, Moreau R, Gines P, Jalan R, et al. Albumin in decompensated cirrhosis: new concepts and perspectives. *Gut.* 2020;69(6):1127-38. doi: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-318843>
19. Maassel NL, Fleming MM, Luo J, Zhang Y, Pei KY. Model for end-stage liver disease sodium as a predictor of surgical risk in cirrhotic patients with ascites. *J Surg Res.* 2020;250:45-52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.12.037>
20. Walker MD. Fluid and electrolyte imbalances: interpretation and assessment. *J Infus Nurs.* 2016;39(6):382-6. doi: <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000193>