

# Águas de hemodiálise: controle de qualidade em saúde

Hemodialysis water: quality control in health

Unitermos: unidades hospitalares de hemodiálise, diálise renal, contaminação

Uniterms: hemodialysis centers, kidney dialysis, contamination

## RESUMO

*Apesar de estabilizar o equilíbrio hidroeletrólítico, pacientes com insuficiência renal crônica (IRC) submetidos à hemodiálise apresentam risco aumentado de desenvolver doenças cardiovasculares, cuja susceptibilidade pode não ser amenizada pela terapia eletrolítica, além de não substituir funções endócrinas em estado fisiológico. A explicação para complicações cardiovasculares e outras comorbidades relacionadas à hemodiálise talvez seja a presença de contaminantes microbianos e tóxicos nas águas utilizadas para o processo. Esta revisão utilizou-se de bases de dados indexadas e bibliotecas universitárias para a busca bibliográfica. A busca foi limitada aos artigos publicados até Março de 2014. Estudos atuais demonstram que o controle de qualidade em águas de hemodiálise é um processo negligenciado e torna imperativo que o profissional da saúde e pesquisadores trabalhem em conjunto para tornar mais eficiente a purificação, fornecimento e armazenamento de águas para o processo, reduzindo índices de mortalidade apresentados pelos pacientes.*

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a Resolução nº154 (de 15/06/2004) estabelece a regulamentação técnica para o funcionamento dos serviços de diálise no Brasil. De acordo com essa Resolução, a água potável para abastecimento deve ser: incolor, ausente de turvação, insípida, inodora, possuir pelo menos 0,5 mg/L de Cloro residual livre e pH entre 6,0 e 6,5. A água de diálise deve também ser analisada mensalmente para coliformes totais (ausência em 100mL) e bactérias heterotróficas (200 Unidades Formadoras de Colônia/mL ou UFC/mL), além de endotoxinas (2 EU/mL), nitrato e minerais<sup>1</sup>. Entre os anos de 2009 e 2011, a Associação Americana de Instrumentação Médica (AAMI) participou do desenvolvimento de novos padrões internacionais para a pureza da água utilizada em hemodiálise, ressaltando principalmente aspectos acerca do controle da água e equipamentos, além da estruturação de um guia para que tais padrões sejam alcançados<sup>2</sup>.

Pacientes de hemodiálise são expostos a volumes significativos de água tratada (400mL), separada do sangue apenas por uma membrana semi-

permeável, permitindo que ocasionalmente a água mova por filtragem inversa entre os meios<sup>3</sup>. Mesmo que a maioria dos sistemas de purificação de água se baseiem em osmose reversa (OR), que remove quase completamente os contaminantes químicos, os riscos de acidentes não devem ser subestimados, e foram reportados nos últimos anos<sup>4</sup>. Os contaminantes microbiológicos nas águas de hemodiálise são bactérias e seus produtos de degradação, implicando em riscos ao paciente, mesmo que o número de efeitos adversos seja pequeno na maioria dos estudos (cerca de 8%), as implicações e a atenção à qualidade da água é geralmente negligenciada, requerendo vigilância constante dos serviços de diálise<sup>5</sup>.

No Brasil, casos de infecções e contaminações decorridas da utilização de águas de hemodiálise são frequentemente reportados<sup>4</sup>. Autores também tem demonstrado a ocorrência de diversos microrganismos nessas águas; dentre estes, encontram-se: *Pseudomonas aeruginosa*, *Trichoderma sp.*, *Cladosporium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Alcaligenes xylosoxidans*,

**Joana Angélica Barbosa Ferreira**

**Hilda do Nascimento Nóbrega**

Mestre em Vigilância Sanitária, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

**Hércules Rezende Freitas**

**Daniela Cordeiro Moura**

Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

**Victor Augustus Marin**

Pós-Doutor em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

**Claudia Gladys Flores Sejas**

Biomedicina, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

Local do estudo: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Av. Brasil, 4365 - Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP: 21.040-900 - Tel.: (0xx21) 3865-5151 FAX: 2290-0915.

Recebido em outubro 2014.

Aceito em março 2015.

© Copyright Moreira Jr. Editora.  
Todos os direitos reservados.

Burkholderiacepacia e outros<sup>5-7</sup>. A contaminação microbiana de fluidos de diálise pode levar a complicações clínicas, como instabilidade cardiovascular, náuseas e dores de cabeça, além de estado inflamatório crônico, fator extenuante para aterosclerose, desnutrição e outras ocorrências desfavoráveis ao prognóstico previamente complexo de pacientes submetidos à hemodiálise<sup>8-9</sup>.

A vigilância e análise de águas utilizadas em serviços de diálise é essencial para preservar a segurança e a qualidade do processo<sup>10</sup>, além da limpeza e desinfecção preventiva de todas as partes do sistema de armazenamento e distribuição<sup>11</sup>, que evita contaminações e infecção nos pacientes, cujo estado de saúde deve ser preservado finamente.

## MATERIAL E MÉTODO

### Busca bibliográfica

Esta revisão utilizou-se de bases de dados indexadas (Scopus, Lilacs, Pubmed e Google Scholar) e as seguintes bibliotecas universitárias: Escola de Enfermagem Alfredo Pinto, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para a busca bibliográfica, obedecendo às seguintes palavras-chave: água, hemodiálise, contaminação e diálise, incluindo termos de proximidade léxica e os devidos Operadores booleanos. As denominações dos microrganismos citados neste trabalho foram equivalentes a base eletrônica de taxonomias “NCBI Taxonomy database”. A busca foi limitada aos artigos publicados em Português, Inglês, Espanhol e Francês, publicados até Março de 2014.

### Crítérios de seleção

Foram excluídos os artigos que não atenderam aos seguintes critérios de inclusão: ser publicado até Março de 2014 e contribuir de forma consistente com a obtenção de novos conhecimentos acerca do tema abordado. O presente estudo seguiu três estágios de seleção e tratamento dos dados obtidos:

1. Análise do título e resumo, visando excluir trabalhos não relacionados.
2. Seleção criteriosa, seguida de leitura individual dos trabalhos.
3. Discussão crítica dos resultados e conclusões demonstradas pelos autores selecionados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Contaminação Microbiana

Os critérios de descontaminação e análise de águas de hemodiálise foram modificadas de forma drástica ao longo dos anos. Entretanto, as alterações realizadas podem não excluir os riscos de

contaminação e infecções decorridas de águas provenientes dos serviços onde estes processos obrigatórios são negligenciados<sup>12</sup>.

Novas metodologias de análise e detecção de microrganismos em fluidos de diálise vem sendo desenvolvidas para reduzir contaminação e o risco de microinflamação em pacientes submetidos ao processo<sup>13</sup>, entretanto, mesmo através de métodos tradicionais a detecção de microrganismos em diversos serviços de diálise ainda ocorre com frequência. Lima e colaboradores avaliaram as águas de três unidades hospitalares para bactérias heterotróficas e endotoxinas, duas destas receberam recomendações para revisar os parâmetros de controle do sistema de águas para hemodiálise<sup>14</sup>.

Em países não desenvolvidos, a contaminação é um fator agravante para a realização de hemodiálise. Águas recebidas e tratadas em seis centros de diálise nigerianos estavam contaminadas com *Escherichia coli* (100%), *Salmonella typhi* (83%), *Staphylococcus spp.* (66%), *Streptococcus spp.* (50%), *Enterobacter spp.* (33%), *Pseudomonas sp.* (17%). Isso se deve principalmente à baixa frequência de testagem da água e o sistema simplificado de purificação, que favorece a permanência dos microrganismos (principalmente gram-negativos) nas amostras obtidas<sup>15</sup>.

Al-Naseri e colaboradores investigaram a presença de bactérias heterotróficas, endotoxinas e contaminantes químicos de seis centros de hemodiálise em Bagdá. Neste estudo, 60% das amostras obtidas (17 amostras por centro) possuíam contagem bacteriana maior que 50 UFC/mL, e seis dos cinco centros revelaram contagens acima de 100 UFC/mL, além disso, *Pseudomonas aeruginosa* foi detectada em um dos centros, e sua presença correspondeu ao maior nível médio de endotoxinas dentre os centros<sup>16</sup>.

A formação de biofilmes (BF) também é uma grande preocupação na água pré e pós-tratamento, devendo-se evitar que a estrutura do BF seja consolidada, já que uma vez estabelecido, o BF torna-se altamente resistente à ação de desinfetantes devido à formação de exopolissacarídeos e à diversidade bacteriológica ali acumu-

lada, construindo comunidades estruturadas que podem possuir papel relevante nos surtos contaminantes<sup>17</sup>.

Montanari et al.<sup>5</sup> também avaliaram as águas utilizadas em um centro de hemodiálise, obtendo isolados de bactérias Gram-negativas, Gram-positivas e Micobactérias, as análises foram repetidas 22 vezes em cada um de 5 pontos de distribuição de água do serviço de diálise. Em todos os pontos avaliados foi possível o isolamento de microrganismos como *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus* e *Acinetobacter baumannii*, bactérias problemáticas devido a seu caráter de virulência e resistência a antimicrobianos<sup>18-20</sup>.

Recentemente, Oumokhtar et al.<sup>21</sup> demonstraram que 14% dos isolados de bactérias gram-negativas em centros de hemodiálise marroquinos eram resistentes à três ou mais antibióticos, sendo todos os organismos que apresentaram resistência eram do gênero *Pseudomonas*, entretanto, não foi demonstrada resistência à colistina ou imipenem nestes isolados. Tais achados reiteram os resultados de Peresi et al.<sup>7</sup> onde 8,5% dos isolados de *Pseudomonas aeruginosa* provenientes de águas de Unidades de Terapia Renal Substitutivas (UTRS), cerca de 2,6% apresentaram resistência a antibióticos como gentamicina e ticarcilina/ácido clavulânico.

Fungos filamentosos também foram identificados e isolados de 7 pontos de distribuição em uma unidade de hemodiálise, sendo 40,5% *Trichoderma sp.*, 25% *Cladosporium sp.*, 13,8% *Aspergillus sp.* e 9,5% *Fusarium sp.*<sup>6</sup>. Estudos evidenciam a necessidade de controlar a distribuição e armazenamento de águas utilizadas em serviços de hemodiálise, em todas as etapas de seu fornecimento, aplicação no equipamento e nos sistemas de reutilização<sup>5</sup>, além disso, é provável que a utilização de águas com controle adequado e em condições seguras de execução, conciliado à intensificação do período de uso da hemodiálise (para >5.5h, três à sete vezes por semana), possa otimizar a sobrevivência e sensação de saúde física e funcional dos pacientes<sup>22</sup>, exceto quando estas sessões são realizadas no período noturno, o que

pode promover a aceleração da perda de função renal residual<sup>23</sup>.

Há substâncias presentes nas águas de diálise que não são regularmente detectados pelos processos de análise e controle rotineiros, como microrganismos intactos que não chegam a formar colônias detectáveis e derivados bacterianos incomuns normalmente não analisados (e.g. peptidoglicano e fragmentos de DNA), que são reconhecidos como padrões moleculares associados a patógenos e iniciam resposta inflamatória sinérgica e simultânea, tornando a soma de seus efeitos muito maior que a presença de apenas um contaminante<sup>24</sup>, ressaltando a necessidade de métodos de análise mais criteriosos e seguros no controle de qualidade das águas de hemodiálise.

### Substâncias Tóxicas

Produtos do metabolismo microbiano, componentes membranares de bactérias e metais como o alumínio podem causar danos adicionais à saúde de usuários dos serviços de diálise<sup>25-26</sup>. Dentre as endotoxinas relatadas como contribuintes no processo inflamatório encontrado em pacientes de hemodiálise, os Lipopolissacarídeos (LPS) possuem maior destaque na literatura. Estes são os principais glicolídeos compondo a parede celular de bactérias gram-negativas e possuem capacidade de induzir a expressão de citocinas, proteínas de adesão e mediadores pro inflamatórios em monócitos e macrófagos<sup>25-27</sup>, entretanto, Feroze et al.<sup>28</sup> demonstraram que níveis moderados de LPS representavam maior risco de mortalidade diferente quando estes encontravam-se altos. Os autores também evidenciaram a relação da endotoxemia com CRP, lipoproteínas de alta densidade (HDL) e composição corporal. A terapia com inibidores do sistema complemento também pode representar um valioso recurso para controlar as respostas inflamatórias induzidas por hemodiálise<sup>29</sup>, mas sua contribuição ainda é pouco evidenciada na literatura. A microcistina-LR é uma toxina que tornou o monitoramento ainda mais necessário. Produzida por cianobactérias, esta toxina

pode gerar impactos à saúde, levando o indivíduo a óbito devido a seu elevado potencial intoxicante, fato este ocorrido em uma clínica de hemodiálise de Caruaru, Pernambuco, onde 60 pacientes submetidos à hemodiálise faleceram devido a toxina, evidenciando a necessidade do desenvolvimento e validação de métodos para o monitoramento eficiente desta toxina<sup>30</sup>.

Em 2012, Harrison et al.<sup>31</sup> demonstraram relação entre a endotoxemia causada por hemodiálise repetitiva e resistência à eritropoetina (EPO) como indicador de mortalidade em 50 pacientes com doença renal crônica, evidenciando a ação direta da presença de LPS e a alteração de parâmetros vitais destes pacientes. O tratamento com EPO é importante para reduzir a peroxidação de lipídeos e restaurar níveis de antioxidantes<sup>32</sup>.

A obesidade também é um fator preditivo de mortalidade em diversos estados fisiológicos e implica em riscos crônicos à saúde<sup>33</sup>, entretanto, um estudo realizado em 2009 não foi capaz de relacionar a mortalidade de pacientes submetidos à hemodiálise com índices inflamatórios apresentados por pacientes obesos quando comparados ao grupo controle<sup>34</sup>. Mesmo contando com recentes estratégias tecnológicas voltadas para prevenção de contaminação em águas de hemodiálise, a microinflamação causada pelo processo é um fator imperativo a ser considerado por nefrologistas e profissionais envolvidos, pois implica em riscos de grande impacto em pacientes portadores de doença renal crônica (DRC) e indivíduos atendidos em serviços de diálise<sup>35</sup>.

O arsênio, cádmio e o chumbo estão entre os principais contaminantes a serem controlados nas águas de diálise. Estes contaminantes, por sua extrema toxicidade, fazem parte do programa de controle da qualidade da água para diálise, realizado pelo Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS/FIOCRUZ), a fim de monitorar e garantir a segurança deste tratamento<sup>36</sup>. Além desses, o zinco, alumínio, cobre, fluor, nitrato, sulfato, cloro e cloraminas também são contaminantes com comprovados efeitos adversos sobre pacientes submetidos ao procedimento<sup>37</sup>.

A presença de quantidades elevadas de alumínio em águas de hemodiálise (> 1  $\mu\text{mol/L}$ ) também é demonstrada como um fator negativo do processo, podendo levar à osteodistrofia, fraturas recorrentes e encefalopatia, entretanto, sua contribuição para a ocorrência de tais comorbidades pode não ser prevalente em serviços que utilizam OR e deionização para a descontaminação da água, muito embora sua presença acima de valores aceitáveis nestes serviços ainda possa ser demonstrada<sup>16</sup>. Além disso, as quantidades de alumínio ingeridas na alimentação apresentam o melhor ponto de corte para prevenir consequências negativas quando em excesso no plasma de pacientes submetidos ao regime de diálise<sup>26,38,39</sup>.

Em países como a Nigéria, a presença de contaminantes químicos como alumínio, cobre, zinco, magnésio, cálcio, sódio, potássio, fluoreto, sulfato, nitrato, cloraminas e cloreto livre superam significativamente os valores estabelecidos pela Associação Americana de Instrumentação Médica (AAMI), com exceção de cloreto livre e potássio, a água utilizada para hemodiálise parece não cumprir com os padrões de segurança da AAMI mesmo após tratamento e preparo para utilização nos serviços de diálise<sup>40</sup>.

A contaminação por substâncias tóxicas e elementos não microbianos permanece uma característica da maioria dos serviços de hemodiálise, tornando imperativo que o profissional da saúde avalie com cautela o quadro de inflamação e indicadores bioquímicos de mortalidade apresentados pelo paciente.

### Riscos Associados

Uma das principais preocupações com pacientes submetidos à hemodiálise é o caráter inflamatório crônico que esta proporciona, levando o paciente a apresentar determinadas comorbidades relacionadas, dentre elas: aterosclerose, complicações coronárias, nervosas (e.g. náuseas e dores de cabeça) e hipermetabolismo<sup>41-42</sup>, que podem estar associado à desnutrição nestes pacientes. Juntos, inflamação e desnutrição são fortes preditivos de morbidade e mortalidade em

indivíduos submetidos à diálise<sup>43</sup>.

A pressão do pulso é um bom marcador da rigidez vascular e está associado ao aumento da mortalidade em pacientes em hemodiálise. Em um estudo com 438 pacientes, onde o processo de diálise foi avaliado por 6 meses, foi demonstrado que cada redução de 10mmHg na pressão de pulso durante a diálise estava associado a uma diminuição de 20% de risco de mortalidade. Entretanto, mais estudos são necessários para identificar a metodologia adequada na qual a pressão de pulso é controlada<sup>44</sup>.

Em um estudo prospectivo observacional com 7719 pacientes norte-americanos, compreendendo 145 centros de diálise por todo o país, foram encontradas relações significativas entre os parâmetros de Avaliação Subjetiva Global modificada (mSGA), Índice de Massa Corporal (BMI), albumina sérica, creatinina sérica e contagem total de linfócitos com risco significativamente maior de mortalidade<sup>45</sup>. Níveis de proteína C-reativa (CRP) também foram positivamente relacionadas à extenuação de riscos cardiovasculares e mortalidade de pacientes<sup>8</sup>, possivelmente o mecanismo de fase aguda em resposta à hemodiálise seja dependente da qualidade da água utilizada no serviço. Thomé et al.<sup>46</sup> demonstraram que águas tratadas por osmose reversa reduziram significativamente os níveis de CRP em pacientes previamente tratados com água deionizada, o que pode estar relacionado à redução dos níveis de substâncias pirogênicas como os lipopolissacarídeos (LPS), que se presentes em águas de hemodiálise podem causar a liberação endógena de citocinas inflamatórias (e.g. Interleucina-1 e Fator de Necrose Tumoral- $\alpha$ ), já que alguns pirógenos (inclusive LPS) podem apresentar baixo peso molecular (5kD) e penetrar em certos tipos de membranas<sup>9</sup>. Intervenções que modifiquem o status nutricional e inflamatório podem ter importante impacto na sobrevivência de pacientes sob regime de hemodiálise<sup>45</sup>, ressaltando a contribuição do controle de qualidade em águas de diálise.

Diversos parâmetros devem ser levados em consideração em se tratando das consequências impostas pela he-

modiálise. Drew et al.<sup>47</sup> demonstraram que pacientes com média de 55  $\pm$  17 anos apresentaram maior severidade em doenças de massa encefálica branca e atrofia cerebral, além de elevada prevalência de infartos. Pacientes idosos de ambos os sexos submetidos à hemodiálise podem apresentar redução nos níveis de indicadores como albumina, pré-albumina e massa magra, além de estarem propensos à obesidade sarcopênica<sup>48</sup>. Uma avaliação do estado nutricional de pacientes com idade entre 28-81 anos de idade revelou inadequação acessada por parâmetros dietéticos, antropométricos e hematológicos, além de destacar a relação da diabetes mellitus (DM) com a presença de hipertensão na amostra utilizada, ressaltando a contribuição de doenças cardiovasculares multifatoriais como a principal causa de morte em pacientes no último estágio da doença renal<sup>49</sup>.

Também devem-se considerar os aspectos da atuação profissional e do funcionamento das máquinas utilizadas na hemodiálise. Erros durante o procedimento não são reportados com frequência, entretanto, cerca de 49% dos pacientes se sentem, em dado momento, receosos em relação a erros médicos quando passam pelo processo. Eventos reportados mais comuns se referem à falhas no fluxo de sangue para acesso à máquina, coagulação sanguínea durante a diálise ou interrupção do processo à pedido do paciente<sup>50</sup>. Além disso, o descarte da água utilizada na diálise pode causar toxicidade ambiental devido às concentrações de contaminantes químicos, como nitritos, fosfatos, sulfatos, amônia e elevada salinidade, turbidez e condutibilidade, que excedem valores estabelecidos por órgãos governamentais, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente<sup>51</sup>.

### Aspectos Nutricionais

Pacientes incapazes de utilizar o trato gastrointestinal ou até crianças em estágio final de doença renal podem se beneficiar de nutrição parenteral intradiálise (NPI) durante a hemodiálise de manutenção, entretanto, o principal objetivo da intervenção nutricional em

pacientes que podem receber nutrição enteral ou oral, mantidos em regime de hemodiálise, é fornecer quantidades adequadas de energia e proteínas, utilizando suplementação oral de nutrientes específicos quando necessário<sup>52-53</sup>, entretanto, a nutrição adequada de crianças portadoras de IRC deve obedecer a diversos outros fatores<sup>54</sup>.

Com o objetivo de reduzir os efeitos inflamatórios causados pela hemodiálise, é possível a utilização de recursos nutricionais como a suplementação controlada de proteínas e ácidos graxos ômega-3<sup>55</sup>. Também é importante a observação de carências nutricionais, principalmente dos micronutrientes não-vitamínicos, como selênio (Se), cobre (Cu), iodo (I) e manganês (Mn), que podem representar um importante marcador de desnutrição e inflamação em pacientes sob hemodiálise<sup>56</sup>, ressaltando a importância da manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico nestes pacientes.

Em uma pesquisa de revisão sistemática, foi demonstrado que pacientes em hemodiálise tendem a ter níveis mais baixos de zinco e selênio, em comparação com indivíduos saudáveis. A deficiência de zinco está associada a cicatrização retardada, e deficiência imunológica (e.g. função das células T e expressão anormal de citocinas), o que pode aumentar os riscos de infecção. E o selênio, por sua vez, quando em níveis reduzidos está associado à hipertensão, insuficiência cardíaca e doença coronária, além de aumentar o estresse oxidativo<sup>57</sup>.

Características étnicas dos indivíduos também foram relacionadas aos níveis de desnutrição e inflamação como fatores causais de mortalidade em pacientes de diálise que, quando hispânicos ou afro-americanos, apresentaram menores índices de mortalidade, melhor estado nutricional e antropométrico<sup>58-60</sup>. Kaysen et al.<sup>34</sup> reportaram que a elevação na frequência de hemodiálise em períodos noturnos de três para seis vezes por semana foi capaz de reduzir o conteúdo de água extracelular, mas sem causar alterações nos valores de albumina sérica ou massa celular. Também foi demonstrado que qualquer ganho de peso nestes pacientes representava aumento de tecido

adiposo ao invés de massa muscular.

Diversos aspectos nutricionais devem ser levados em consideração nos pacientes de hemodiálise, já que estes podem ser fatores determinantes na capacidade do indivíduo de resistir à quadros inflamatórios e períodos de desequilíbrio eletrolítico causado pela diálise. Novamente, o controle de águas utilizadas nestes serviços deve ser intensificado, visando reduzir os riscos de mortalidade e otimizar a qualidade de vida dos pacientes submetidos à hemodiálise.

## CONCLUSÃO

Ao longo dos anos, os serviços de diálise tem passado a aplicar melhores metodologias objetivando a descontaminação das águas utilizadas nestes, como osmose reversa e deionização. Entretanto, diversos estudos ainda evidenciam que esses serviços falham em determinadas etapas de controle, sendo possível o isolamento de microrganismos em amostras pré e pós diálise, além da detecção de pirógenos como LPS e contaminantes não microbianos, como o alumínio. A nutrição de pacientes também é um fator extremamente relevante na prevenção de quadros inflamatórios crônicos e diminuição do risco de mortalidade em pacientes. Alguns destes são menos susceptíveis, talvez devido a fatores relacionados à etnia, favorecendo principalmente afro-americanos e hispânicos quando se avalia sobrevivência e ganho de massa muscular magra.

A interação entre a equipe multidisciplinar e o adequado controle de águas disponibilizadas a serviços de hemodiálise podem favorecer a sobrevivência de pacientes submetidos a regimes contínuos e frequentes do processo, melhorando índices de sobrevida e qualidade de vida nestes.

## SUMMARY

Although it stabilizes hydroelectrolyte equilibrium, patients with chronic renal failure (IRF) undergoing hemodialysis are at increased risk of developing cardiovascular diseases, whose susceptibility cannot be ameliorated by electrolyte

therapy or replace endocrine functions at physiological state. The explanation for cardiovascular complications and comorbidities related to hemodialysis may be the presence of microbial and toxic components in the water used in the process. This review used indexed databases and university libraries for bibliographic search. The search was limited to articles published until March 2014. Recent studies show that quality control in hemodialysis waters is a neglected process and makes it imperative that health practitioners and researchers work together aiming to efficiently purify, store and supply dialysis water, reducing the mortality rates.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil. Resolução RDC nº 154, de 15 de junho de 2004. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 17 de junho de 2004.
2. Layman-Amato R, Curtis J, Payne GM. Water treatment for hemodialysis: an update. *Nephrology Nursing Journal*, 2013, 40(5), 383-404, 465.
3. Pontoriero G, Pozzoni P, Andrulli S, Locatelli F. The quality of dialysis water. *Nephrol Dial Transplant* (2003) 18 [Suppl 7]: vii21-vii25.
4. Calderaro R, Heller L. Surto de reações hemolíticas associado a residuais de cloro e cloraminas na água de hemodiálise. *Rev Saúde Pública* 2001, 35(5):481-6 - 5
5. Montarani LB, Sartori FG, Cardoso MJO et al. Microbiological contamination of a hemodialysis center water distribution system. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo*, 2009, 51(1):37-43, January-February, 8.
6. Varo SD, Martins CHG, Cardoso MJO, SFG, Montarani LB, Pires-Gonçalves RH. Isolamento de fungos filamentosos em água utilizada em uma unidade de hemodiálise. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2007, 40(3):326-331, mai-jun, 10.
7. Peres JTM, De Almeida IAZC, Teixeira ISC et al. Pseudomonas aeruginosa: ocorrência e suscetibilidade aos agentes antimicrobianos de isolados de amostras de água tratada utilizada em solução de diálise. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2011; 70(4):542-7.
8. Zimmermann J, Herrlinger S, Pruy A, Metzger T, Wanner C. Inflammation enhances cardiovascular risk and mortality in hemodialysis patients. *Kidney International*, 1999, Vol. 55, pp. 648-658.
9. Lonnerman G. The quality of dialysate: An integrated approach. *Kidney International*, 2000, 58,( 76): S-112-119.
10. Grangé S, Hanoy M, Le Roy F, Guerrot D, Godin M. Monitoring of hemodialysis quality-of-care indicators: why is it important? *BMC Nephrology* 2013, 14:109.
11. González MIG, Melián MG, Alonso MAM. Importancia sanitaria de Pseudomonas aeruginosa en agua de hemodiálisis y su desinfección. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2014;40 (2):201-214.
12. Asserajji M, Maoujoud A, Belarbi M, Elfarouki R. Monitoring the microbiological quality of dialysate and treated water. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2014;25(1):91-95.
13. Glorieux G, Schepers E, Schindler R et al. A novel bio-assay increases the detection yield of microbiological impurity of dialysis fluid, in comparison to the LAL-test. *Nephrol Dial Transplant* 2009 24: 548-554.
14. Lima JRO, Marques SG, Gonçalves AG et al. Microbiological analyses of water from hemodialysis services in São Luís, Maranhão, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 2005, 36:103-108.
15. Braimoh RW, Mabayoje MO, Amira CO, Bello BT. Microbial quality of hemodialysis water, a survey of six centers in Lagos, Nigeria. *Hemodialysis International* 2014; 18:148-152.
16. Al-Naseri SK, Mahdi ZM, Hashim MF. Quality of water in hemodialysis centers in Baghdad, Iraq. *Hemodialysis International* 2013; 17:517-522.
17. Coulliette AD, Arduino MJ. Hemodialysis and water quality. *Seminars in Dialysis* 2013, 26 (4): 427-438.
18. Poole K. Pseudomonas aeruginosa: resistance to the max. *Cellular and Infection Microbiology*, April 2011, 2 (6), 1-13..
19. Simm R, Vörös A, Ekman JV et al. BC4707 is a major facilitator superfamily multidrug resistance transport protein from *Bacillus cereus* implicated in Fluoroquinolone tolerance. *PLoS ONE* (2012) 7(5): e36720. doi:10.1371.
20. Peleg AY, Seifert H, Paterson DL. *Acinetobacter baumannii*: Emergence of a Successful Pathogen. *Clinical Microbiology Reviews*, July 2008, 21,( 3) 538-582 .
21. Oumokhtar B, Lalami AO, Mahmoud M, Berrada S, Arrayhani M, Houssaini TS. Prevent infection linked to the dialysis water in a hemodialysis center in Fez city (Morocco). *Pan African Medical Journal*. 2013; 16: 122.
22. Nesrallah GE, Lindsay RM, Cuerden MS et al. Intensive Hemodialysis Associates with Improved Survival Compared with Conventional Hemodialysis. *J Am SocNephrol*. Apr 2012; 23(4): 696-705.
23. Daugirdas JT, Greene T, Rocco MV et al. Frequent nocturnal hemodialysis accelerates the decline of residual kidney function. *Kidney Int*. 2013 May; 83(5). - 28
24. Glorieux G, Neiryck N, Veys N, Vanholder R. Dialysis water and fluid purity: more than endotoxin. *Nephrol Dial Transplant* (2012) 0: 1-12.
25. McIntyre CW, Harrison LEA, Eldehni MT et al. Circulating Endotoxemia: A Novel Factor in Systemic Inflammation and Cardiovascular Disease in Chronic Kidney Disease. *Clin J Am SocNephrol*. Jan 2011; 6(1): 133-141.
26. Platts MM, Owen G, Smith S. Water purification and the incidence of fractures in patients receiving home haemodialysis supervised by a single centre: evidence for "safe" upper limit of aluminium in water. *British Medical Journal*. Volume 288, 31 March 1984.
27. Yang R. Toll-like receptor-2mediates lipopolysaccharide-induced cellular signalling. *Nature*. Vol 395, 17 September 1998. - 33
28. Feroze U, Kalantar-Zadeh K, Sterling KA et al. Examining Associations of Circulating Endotoxin with Nutritional Status, Inflammation and Mortality in Hemodialysis Patients. *J Ren Nutr*. 2012 May; 22(3): 317-326.
29. Deangelis RA, Reis ES, Ricklin D, Lambris JD. Targeted complement inhibition as a promising strategy for preventing inflammatory complications in hemodialysis. *Immunobiology*. 2012; 217(11): 1097-1105.
30. Sanches SM, Vieira EM, Prado EL, Benetti F, Takayanagui ANM. Estudo da presença da toxina microcistina-LR em água utilizada em clínica de hemodiálise e validação de um método analítico. *Ecl. Quím.*, 2007, 32(4): 43-48.
31. Harrison LEA, Burton JO, Szeto C, Li PKT, McIntyre CW. Endotoxaemia in haemodialysis: a novel factor in erythropoietin resistance? *PLoS ONE*. 2012, 7, ( 6) - 38
32. Dimitrijevic ZM, Cvetkovic TP, Djordjevic VM et al. How the duration period of erythropoietin treatment influences the oxidative status of hemodialysis patients. *Int. J. Med. Sci.* 2012, 9.
33. Pi-Sunyer X. The medical risks of obesity. *Postgrad Med*. 2009; 121(6): 21-33.
34. Kaysen GA, Kotanko P, Zhu F et al. Relationship between adiposity and cardiovascular risk factors in prevalent

- hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2009 September ; 19(5): 357–364.
35. Bolasco P, Contu A, Meloni P, Vacca D, Galfrè A. Microbiological surveillance and state of the art technological strategies for the prevention of dialysis water pollution. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2012, 9, 2758-2771.
  36. Santos LMG, Goncalves JM, Jacob SC. Dererminação simultânea de As, Cd e Pb em amostras de água purificada para hemodiálise por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite, após otimização multivariada baseada no uso de planejamento experimental. *Quim. Nova*, 2008, 31, N(5), 975-979.
  37. Melián MG, González MIG, Alonso MAM. Criterios para la vigilancia de la calidad química y microbiológica del agua para hemodiálisis. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.* 2013;51 (2):192-202.
  38. Charhon SA, Pascale M, Meunier CPJ, Accominotti M. Serum aluminium concentration and aluminium deposits in bone in patients receiving haemodialysis. *British Medical Journal.* 1985, 290 (1).
  39. Elshamaa MF, Sabry S, Mokhtar I, El-Saaid GS, Raafat M, Haleem DAA. Aluminium and lead abnormalities in children on haemodialysis: relationship with some medications. *Arch Med Sci* 2010; 6, 3: 420-429.
  40. Braimoh RW, Mabayoje MO, Amira CO, Coker H. Quality of hemodialysis water in a resource-poor country: The Nigerian example. *Hemodialysis International* 2012; 16:532–538.
  41. Wanner C, Zimmermann J, Schwedler S, Metzger T. Inflammation and cardiovascular risk in dialysis patients. *Kidney International*, Vol. 61, Supplement 80 (2002), pp. S99–S102.
  42. Kalantar-Zadeh K, Block G, McAllister CJ, Humphreys MH, Kopple JD. Appetite and inflammation, nutrition, anemia, and clinical outcome in hemodialysis patients. *Am J ClinNutr* 2004;80:299–307.
  43. Qureshi AR, Alvestrand A, Divino-Filho JC et al. Inflammation, malnutrition, and cardiac disease as predictors of mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2002,13: S28–S36.
  44. Inrid JK, Patel UD, Toto RD et al. Decreased pulse pressure during hemodialysis is associated with improved 6-month outcomes. *Kidney Int.* 2009 ; 76(10): 1098–1107.
  45. Pifer TB, Mccullough KP, Port FK et al. Mortality risk in hemodialysis patients and changes in nutritional indicators: DOPPS. *Kidney International*, 2002, 62: 2238–2245.
  46. Thomé FS, Senger M, Garcez C, Garcez J, Chemello C, Manfro RC. Dialysis water treated by reverse osmosis decreases the levels of C-reactive protein in uremic patients. *Braz J Med Biol Res* 2005, 38(5).
  47. Drew DA, Bhadelia R, Tighiouart H et al. Anatomic brain disease in hemodialysis patients: a crosssectional study. *Am J Kidney Dis.* 2013 ; 61(2): 271–278.
  48. Çelik G, Oc B, Kara I, Yılmaz M, Yucaektas A, Apillogullari S. Comparison of nutritional parameters among adult and elderly hemodi-alysis patients. *Int. J. Med. Sci.* 2011, 8.
  49. Cho J, Hwang J, Lee S, Jang SP, Kim W. Nutritional status and the role of diabetes mellitus in hemodialysis patients. *Nutrition Research and Practice* (2008), 2(4), 301-307.
  50. Garrick R, Kliger A, Stefanchik B. Patient and facility safety in hemodialysis: opportunities and strategies to develop a culture of safety. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012, 7: 680–688.
  51. Machado CK, Pinto LH, Del Ciampo LF et al. Potential environmental toxicity from hemodialysis effluent. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2014, 102, 42–47.
  52. Ikzler TA. Optimal nutrition in hemodialysis patients. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2013 March; 20(2): 181–189.
  53. Srivaths PR, Wong C, Goldstein SL. Nutrition aspects in children receiving maintenance hemodialysis: impact on outcome. *Pediatr Nephrol* 2009 24:951–957.
  54. Rees L, Shaw V. Nutrition in children with CRF and on dialysis. *Pediatr Nephrol* 2007 22:1689–1702.
  55. Daud ZAM, Tubie B, Adams J et al. Effects of protein and omega-3 supplementation, provided during regular dialysis sessions, on nutritional and inflammatory indices in hemodialysis patients. *Vascular Health and Risk Management* 2012;8 187–195.
  56. Chen J, Peng H, Zhang K et al. The insufficiency intake of dietary micronutrients associated with malnutrition-inflammation score in hemodialysis population. *PLoS ONE* 2013 8(6): e66841.
  57. Tonelli M, Wiebe N, Hemmelgarn B et al. Trace elements in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine* 2009, 7:25.
  58. Streja E, Kovesdy CP, Molnar MZ et al. Role of nutritional status and inflammation in higher survival of africanamerican and hispanichemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2011 ; 57(6): 883–893.
  59. Noori N, Kovesdy CP, Dukkipati R et al. Racial and ethnic differences in mortality of hemodialysis patients: role of dietary and nutritional status and inflammation. *Am J Nephrol* 2011;33:157–167.
  60. Kalantar-Zadeh K, Golan E, Shohat T, Streja E, Norris KC, Kopple JD. Survival disparities within american and israelidialysis populations: learning from similarities and distinctions across race and ethnicity. *Semin Dial.* 2010 ; 23(6): 586–594.