



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**TERAPIAS DIALÍTICAS DE SUBSTITUIÇÃO RENAL: INDICAÇÕES
DE USO**

Vanessa Franco Jacob

Orientador: Prof. Dr. Jair Duarte da Costa Júnior

BRASÍLIA – DF
NOVEMBRO/2021



VANESSA FRANCO JACOB

**TERAPIAS DIALÍTICAS DE SUBSTITUIÇÃO RENAL: INDICAÇÕES
DE USO**

Trabalho de conclusão de curso de
graduação em Medicina Veterinária
apresentado junto à Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília

Orientador: Prof. Dr. Jair Duarte da Costa Júnior

BRASÍLIA – DF
NOVEMBRO/2021

Jacob, Vanessa Franco

Terapias dialíticas de substituição renal: indicações de uso. / Vanessa Franco Jacob; orientação de Jair Duarte da Costa Júnior – Brasília 2021.

58 p. il.

Trabalho de conclusão de curso de graduação – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2021.

Cessão de Direitos

Nome do Autor: Vanessa Franco Jacob

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Terapias dialíticas de substituição renal: indicações de uso

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Vanessa Franco Jacob

Vanessa Franco Jacob

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor: JACOB, Vanessa Franco

Título: Terapias dialíticas de substituição renal: indicações de uso

Trabalho de conclusão do curso de
graduação em Medicina Veterinária
apresentado juto à Faculdade de Agronomia
e Medicina Veterinária da Universidade de
Brasília

Aprovado em: 09/11/2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Jair Duarte da Costa Júnior (Orientador)

Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: _____ Assinatura: _____

MV. Esp. Juliana de Camargos Ribeiro Rosito

Instituição: Médica Veterinária Autônoma

Julgamento: _____ Assinatura: _____

MV. Paulo Henrique Lino Mamede

Instituição: Médico Veterinário Autônomo

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo suporte dado durante a minha vida.

Às várias mulheres fortes da minha vida: Ana Celeste, Railda, Ana Carla, Priscila, Ana Paula, Ana Maria, Clarice, Ana Luísa, Beatriz, Clara, Débora, Fernanda, Isabela, Jady, Jussara, Letícia, Luana, Raiane, Victória, Vitória, Yasmin.

Aos professores incríveis da Universidade de Brasília e à equipe do Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

Ao Brendo e à Juliana Rosito, muito obrigada por acreditarem em mim e serem minhas maiores referências.

Aos meus amores, Nicolas, Baruk, Axel, Maya e Taz, e aos tantos outros que já se foram.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E QUADROS	vii
RESUMO	ix

ABSTRACT	x
PARTE 01 – RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO	11
1. LOCALIZAÇÃO E ESTRUTURA	12
2. CASUÍSTICA	15
3. DISCUSSÃO	23
PARTE 02 – TERAPIAS DIALÍTICAS DE SUBSTITUIÇÃO RENAL: INDICAÇÕES DE USO	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. PRINCÍPIOS BÁSICOS	27
2.1. OBJETIVOS DA DIÁLISE	27
2.2. PRINCÍPIOS FÍSICOS	27
2.3. MÉTODOS DIALÍTICOS	30
2.3.1. HEMODIÁLISE	30
2.3.2. DIÁLISE PERITONEAL	35
2.4. DIFICULDADES	38
3. INDICAÇÕES	39
3.1. AZOTEMIA E UREMIA	39
3.1.1. FISIOPATOGENIA DA INJÚRIA RENAL AGUDA (IRA)	39
3.1.2. FISIOPATOGENIA DA DOENÇA RENAL CRÔNICA (DRC)	41
3.1.3. INDICAÇÃO DE TERAPIAS DIALÍTICAS	41
3.2. SOBRECARGA DE VOLUME CIRCULATÓRIO	43
3.2.1. FISIOPATOGENIA	43
3.2.2. INDICAÇÃO DE TERAPIAS DIALÍTICAS	44
3.3. INTOXICAÇÕES	44
4. CONTRAINDICAÇÕES E COMPLICAÇÕES	46
4.1. HEMODIÁLISE	46
4.2. DIÁLISE PERITONEAL	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
7. ANEXOS	55

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIGURA 1 – (A) e (B) Consultórios para atendimento da clínica médica geral.	13
FIGURA 2 – Consultório de nefrologia e hemodiálise.	13
FIGURA 3 – (A) Semi UTI e (B) maquinário para exames laboratoriais.	13
FIGURA 4 - Gatil.	14

FIGURA 5 - (A) Canil geral e (B) canil para cães de grande porte.	14
FIGURA 6 – (A) e (B) Pátio.	15
FIGURA 7 - Relação de espécies atendidas durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.	16
FIGURA 8 - Relação de fêmeas e machos de acordo com cada espécie atendida durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau. ..	17
FIGURA 9 - Faixa etária dos cães atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.	17
FIGURA 10 - Faixa etária dos gatos atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.	18
FIGURA 11 - Relação de raças de cães atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.	19
FIGURA 12 - Relação de raças de gatos atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.	20
FIGURA 13 - Relação de atendimentos de cães por especialidade.	22
FIGURA 14 - Relação de atendimentos de gatos por especialidade.	23
FIGURA 15 – (A) Deslocamento de solutos do meio com maior concentração para o meio com menor concentração por difusão; (B) Equilíbrio de filtração.....	28
FIGURA 16 – Deslocamento de água por ultrafiltração (A) por pressão hidrostática e (B) por pressão osmótica. (C) Arraste de solutos por convecção.....	29
FIGURA 17 – (A) Cateter venoso central (seta preta) disposto em mesa contendo instrumental necessário para sua colocação e (B) cateter venoso central em cão prestes a realizar uma sessão de hemodiálise.	31
FIGURA 18 – (A) Hemodialisador e (B) aproximação para maior percepção das fibras durante sessão de hemodiálise.	32
FIGURA 19 – (A) Máquina de hemodiálise e (B) máquina de osmose reversa.	33
FIGURA 20 – (A) Solução tampão contendo bicarbonato de sódio e (B) solução contendo eletrólitos, as quais serão misturadas pela máquina de hemodiálise.	34
FIGURA 21 – Cateter do tipo <i>fluted-T</i> . Fonte: COOPER & LABATO, 2011.	36
FIGURA 22 – Esquema representando funcionamento do procedimento de diálise peritoneal (adaptado de COOPER & LABATO, 2011).	37

QUADRO 1 - Suspeitas diagnósticas/Diagnóstico dos cães atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau. Um mesmo cão pode ter mais de um diagnóstico.	20
QUADRO 2 - Suspeitas diagnósticas dos felinos atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau. Um mesmo gato pode ter mais de um diagnóstico.	22

RESUMO

As terapias dialíticas de substituição renal compreendem técnicas de depuração sanguínea, utilizando filtros, que podem ser extracorpóreos ou não. A hemodiálise, uma técnica que utiliza um circuito de sangue extracorpóreo, utiliza um hemodialisador como filtro. Possui diversas modalidades, podendo ser realizada de forma intermitente, em tempos menores, ou contínua, em tempos maiores. Pode-se adicionar também um filtro de carbono ou carvão ativado para a depuração de substâncias que não seriam dialisadas somente com o hemodialisador. A diálise peritoneal consiste em utilizar o próprio peritônio do paciente como filtro, e é uma técnica com menor eficiência em comparação com a hemodiálise. As indicações dessas técnicas incluem situações onde há azotemia e uremia, como na injúria renal aguda e na doença renal crônica, hiperhidratação e intoxicações. Para cada uma dessas terapias dialíticas há complicações, e estas devem ser ponderadas, juntamente com a disponibilidade de equipamentos e corpo clínico, para cada caso.

Palavras chave: Hemodiálise, diálise peritoneal, azotemia, intoxicações, hiperhidratação.

ABSTRACT

Renal replacement dialysis therapies comprise blood clearance techniques, using filters, which can be extracorporeal or not. Hemodialysis, a technique that uses an extracorporeal blood circuit, uses a hemodialyzer as a filter. It has several modalities, and can be performed intermittently, in shorter times, or continuously, in longer times. A carbon or activated carbon filter can also be added to purify substances that would not be dialyzed only with the hemodialyzer. Peritoneal dialysis consists of using the patient's own peritoneum as a filter, and is a less efficient technique compared to hemodialysis. Indications for these techniques include situations where there is azotemia and uremia, such as acute kidney injury and chronic kidney disease, hyperhydration and intoxication. There are complications for each of these dialysis therapies, and these must be considered, along with the availability of equipment and medical staff, for each case.

Key-words: Hemodialysis, peritoneal dialysis, azotemia, intoxications, hyperhydratio



PARTE 01 – RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

1. LOCALIZAÇÃO E ESTRUTURA

A aluna realizou seu estágio supervisionado obrigatório no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau no período de 19 de julho a 08 de outubro de 2021, sob supervisão da médica veterinária Juliana de Camargos Ribeiro Rosito. Foram cumpridas 480 horas de atividades curriculares da área de clínica médica geral de animais de companhia.

O Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau fica localizado no setor SAIS s/n Lote 14, no bairro Setor Sul na cidade de Brasília, DF. O hospital oferece atendimento 24 horas por dia, todos os dias da semana, por ordem de chegada ou por agendamento, além de realiza atendimentos emergenciais. As atividades exercidas dentro do hospital contemplam atendimentos por ordem de chegada na clínica médica geral, atendimentos com horário marcado para consultas de especialidades, cirurgias, internação, radiografia, ultrassonografia, ecocardiografia, eletrocardiografia e hemodiálise, além dos serviços de banho e tosa e de *taxi dog*. A equipe conta com a presença também de médicos veterinários plantonistas noturnos nas áreas de clínica médica, cirurgia, anestesia e ultrassonografia.

A infraestrutura conta com 15 consultórios (Figuras 1 e 2), um centro cirúrgico, um centro de odontologia, sala de ultrassonografia, sala de radiografia, sala de fisioterapia, uma semi UTI contendo maquinário para exames laboratoriais (Figura 3), um gatil (Figura 4) e quatro canis, sendo um de risco, um para doenças infectocontagiosas, um para cães de grande porte e um para os demais cães (Figura 5). Além disso, também conta com um pátio (Figura 6) onde os cães são levados para passear e onde ocorre boa parte das visitas, duas recepções, copa, lavanderia, sala dos veterinários, sala dos funcionários e área de banho e tosa.



FIGURA 1 – (A) e (B) Consultórios para atendimento da clínica médica geral.

Fonte: Acervo pessoal.



FIGURA 2 - Consultório de nefrologia e hemodiálise.

Fonte: Acervo pessoal.

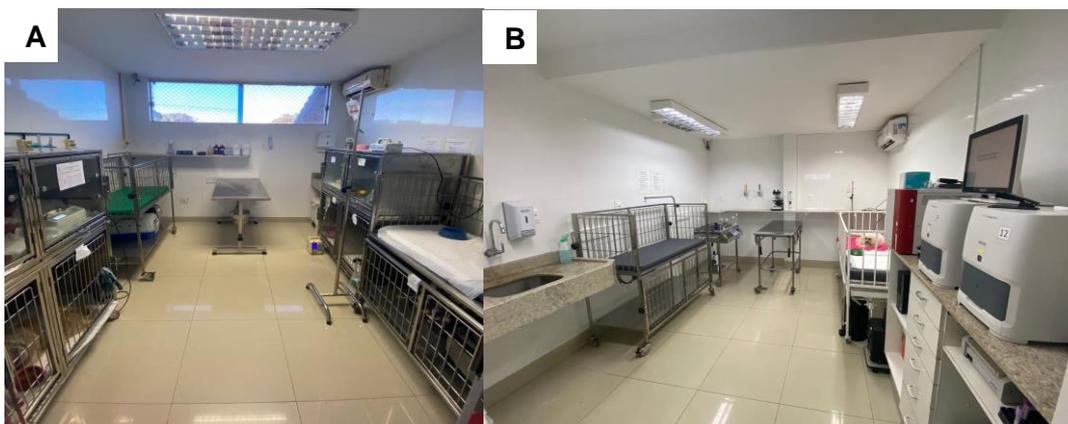


FIGURA 3 – (A) Semi UTI e (B) maquinário para exames laboratoriais.

Fonte: Acervo pessoal.



FIGURA 4 - Gatil.

Fonte: Acervo pessoal.



FIGURA 5 - (A) Canil geral e (B) canil para cães de grande porte.

Fonte: Acervo pessoal.



FIGURA 6 – (A) e (B) Pátio.

Fonte: Acervo pessoal.

A estagiária acompanhou a rotina da clínica médica geral e da internação, bem como eventualmente a rotina de procedimentos cirúrgicos e algumas especialidades, como nefrologia e urologia, cardiologia, dermatologia, gastroenterologia, oncologia, ortopedia e neurologia. Também acompanhou exames de imagem, como ultrassonografia, radiografia e ecocardiografia. Auxiliou em procedimentos como cateterização de vaso sanguíneo, coleta de sangue venoso, coleta de sangue arterial para hemogasometria, transfusão sanguínea, intubação, medicação de animais internos, manobras de reanimação cardiopulmonar, hemodiálise, toracocentese, pericardiocentese, cistocentese, sondagem nasogástrica, sondagem uretral, limpeza de ferimentos e troca de curativos.

As atividades acompanhadas eram geralmente iniciadas de segunda à sexta às 8:00h, devendo acompanhar no mínimo oito horas diárias, podendo ultrapassar o horário caso a estagiária optasse por isso. Aos sábados e domingos também era possível acompanhar a rotina, porém sem obrigatoriedade por parte da estagiária.

2. CASUÍSTICA

No período de estágio curricular obrigatório, a aluna acompanhou um total de 228 consultas, onde 183 foram com cães e 45 foram com gatos (Figura 7), o que mostra um número muito superior de cães atendidos. Neste sentido, foram

distribuídos em 102 fêmeas e 81 machos, para os cães. Para os felinos, 23 fêmeas e 22 machos, gerando um total de animais 125 fêmeas e 103 machos (Figura 8). A faixa etária dos animais atendidos variou de zero a 19 anos, sendo 72 cães e 21 gatos com idade inferior a três anos, 42 cães e 11 gatos com idade entre quatro e oito anos, 35 cães e sete gatos com idade entre nove e 11 anos, e 34 cães e seis gatos com idade superior a 12 anos (Figuras 9 e 10), o que sugere uma prevalência de atendimentos para a faixa etária de zero a três anos. A relação das raças de cães e gatos atendidos durante o período de estágio estão representadas pelas figuras 11 e 12, respectivamente. As suspeitas diagnósticas de cães e gatos atendidos durante o período de estágio estão representadas pelos quadros 1 e 2, respectivamente.

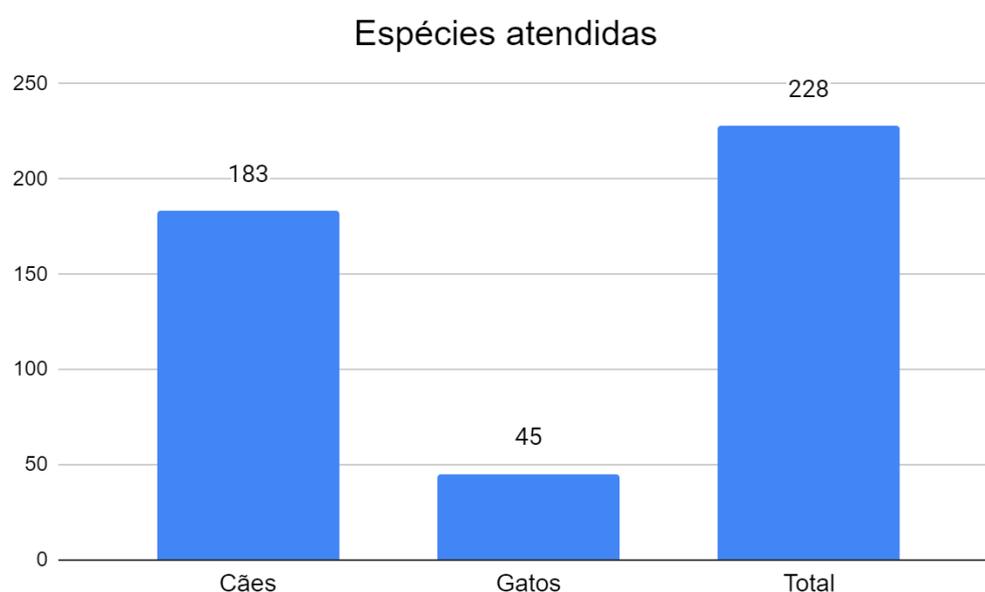


FIGURA 7 - Relação de espécies atendidas durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

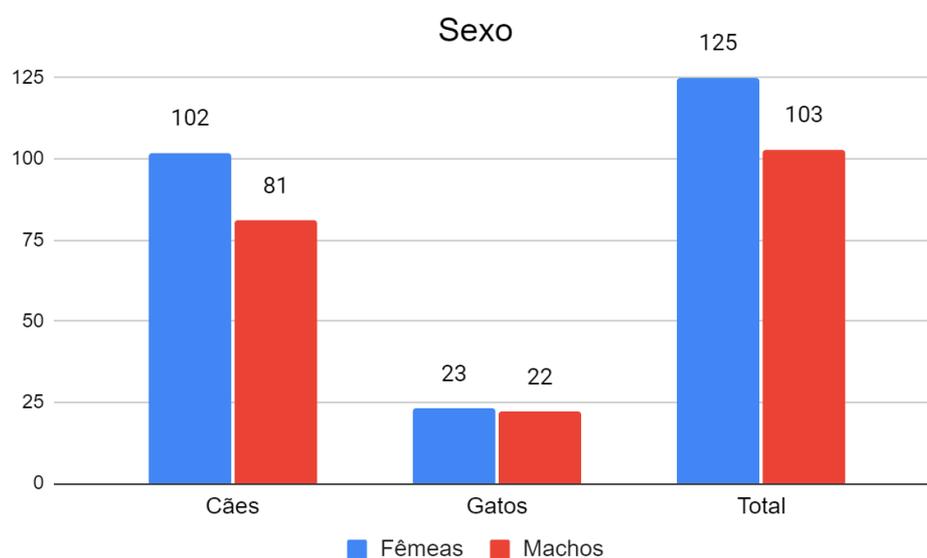


FIGURA 8 - Relação de fêmeas e machos de acordo com cada espécie atendida durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

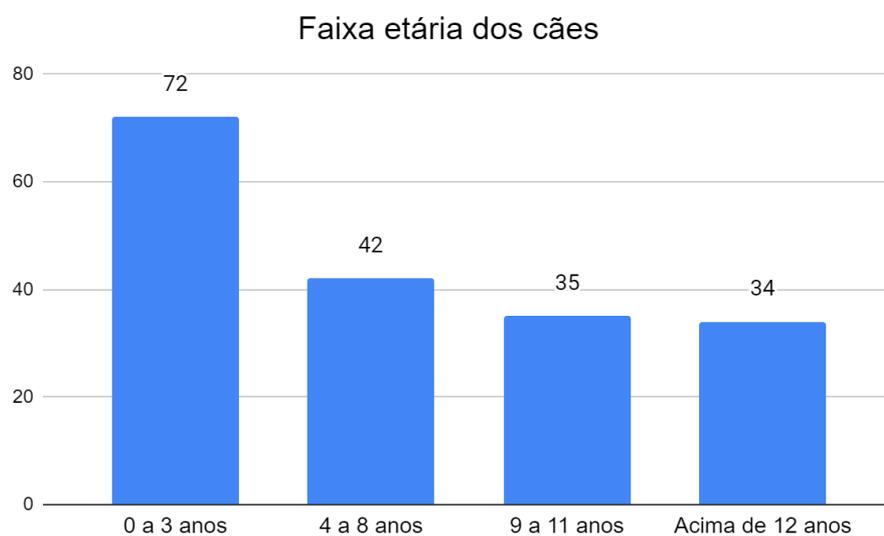


FIGURA 9 - Faixa etária dos cães atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

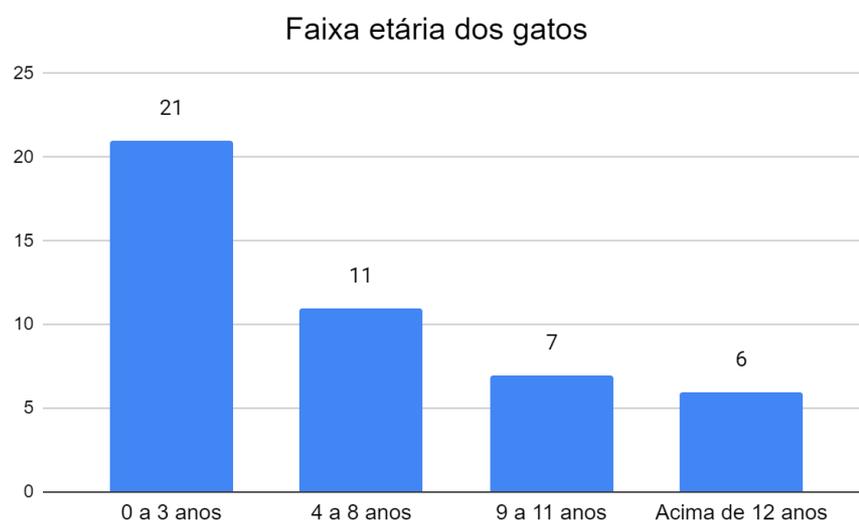


FIGURA 10 - Faixa etária dos gatos atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

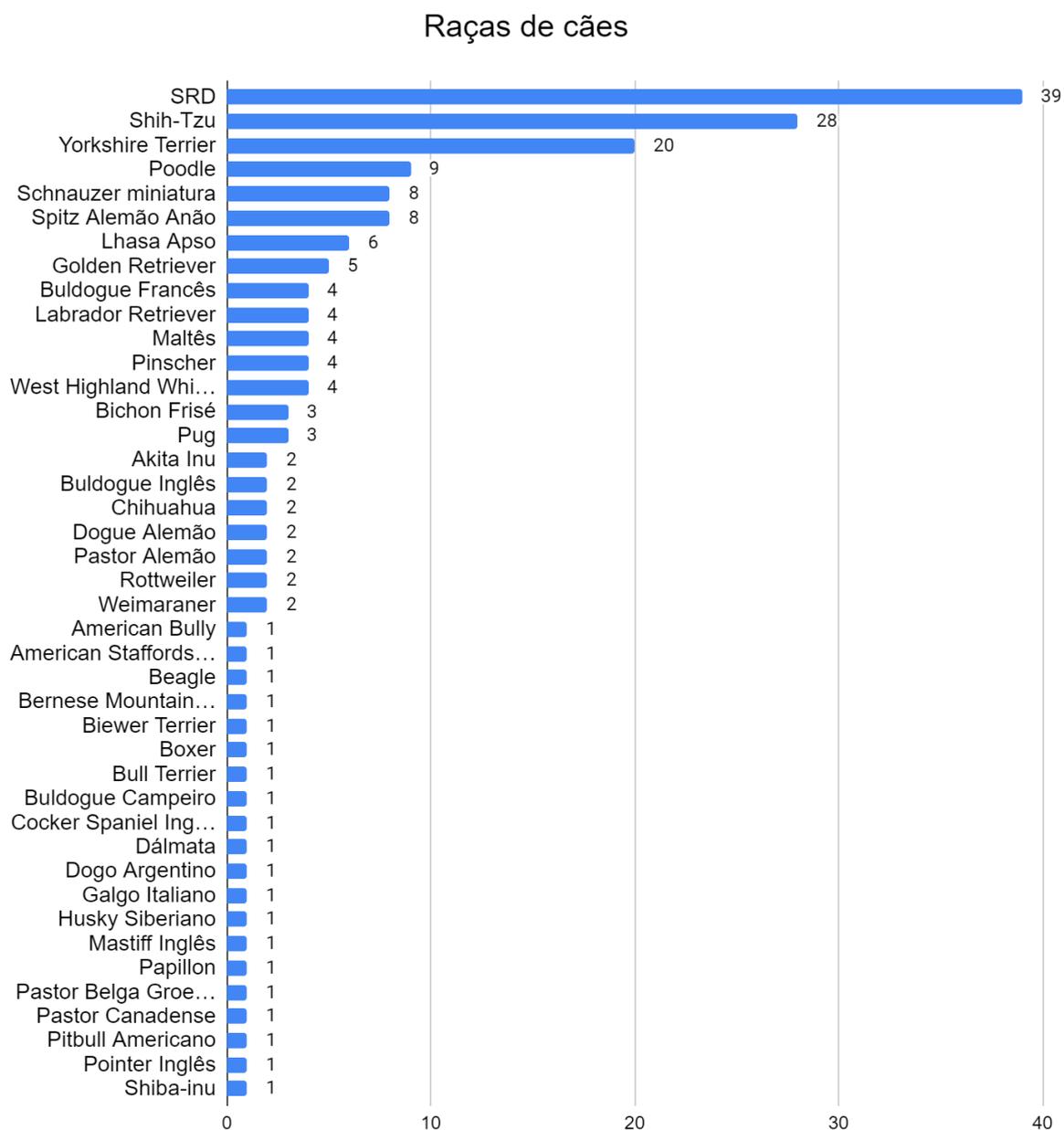


FIGURA 11 - Relação de raças de cães atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

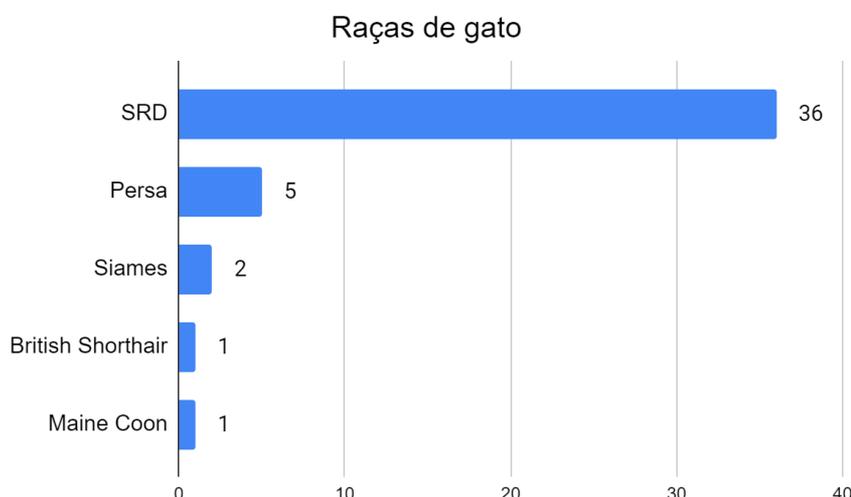


FIGURA 12 - Relação de raças de gatos atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

QUADRO 1 - Suspeitas diagnósticas/Diagnóstico dos cães atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau. Um mesmo cão pode ter mais de um diagnóstico.

Suspeita clínica/Diagnóstico	Cães	Suspeita clínica/Diagnóstico	Cães
CARDIOLOGIA		ONCOLOGIA	
Degeneração mixomatosa da válvula mitral	3	Hemangiossarcoma	5
Insuficiência cardíaca congestiva esquerda	3	Mastocitoma	2
DERMATOLOGIA		Neoplasia em cavidade oral	1
Atopia	6	Neoplasia perianal	1
Dermatite úmida	1	ORTOPEDIA	
Otite crônica	2	Contusão membro pélvico	1
Piodermite	2	Discopatía	3
ENDOCRINOLOGIA		Displasia coxofemoral	1
Cetoacidose diabética	2	Doença articular degenerativa	1
Diabetes mellitus	3	Higroma	1
Hiperadrenocorticismo	5	Luxação de patela	1
Hipoadrenocorticismo	2	OUTROS	
Hipotireoidismo	1	Acompanhamento pós parto	1

GASTROENTEROLOGIA		Alteração comportamental	1
Corpo estranho	4	Anemia hemolítica imunomediada	1
Doença intestinal inflamatória	3	Atropelamento	1
Enterite	1	Bronquite crônica	3
Gastrite medicamentosa	4	Checkup	1
Giardíase	7	Colecistite	2
Indiscrição alimentar	8	Endometrite pós-parto	1
INFECTOLOGIA		Ferimento/Solução de continuidade	5
Cinomose	1	Fístula perianal do pastor alemão	1
Coronavírus entérico	1	Intoxicação	5
Dirofilariose	1	Megaesôfago	1
Leishmaniose	5	Orquiectomia eletiva	3
NEFROLOGIA		Otohematoma	1
Doença renal crônica	23	Ovário-salpingo-histerectomia	5
Injúria renal aguda	2	Pancreatite	11
Pielonefrite	3	Piometra	4
NEUROLOGIA		Pneumonia	5
Ataxia cerebelar	1	Pseudociese	2
Epilepsia	2	Sepse	2
Hipoplasia medular	1	PREVENTIVA	
Neoplasia cerebral	3	Imunização	21
Síndrome vestibular	1	UROLOGIA	
ODONTOLOGIA		Hiperplasia prostática benigna	1
Doença periodontal	1	Cistite	4
OFTALMOLOGIA		Cistourólitos	6
Ceratoconjuntivite seca	1	Nefrolitíase	2
		Ureterolitíase	2

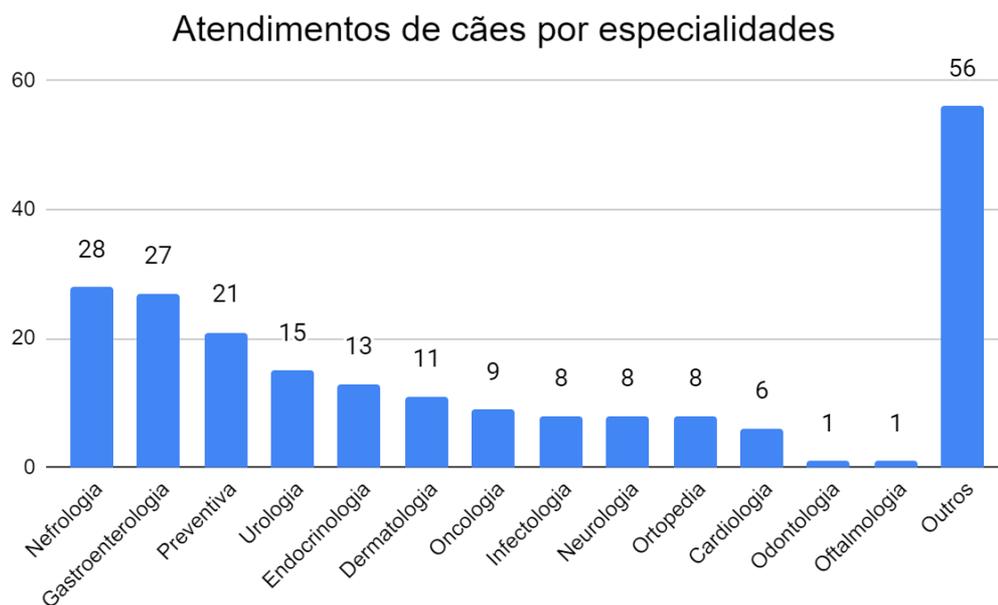


FIGURA 13 - Relação de atendimentos de cães por especialidade.

QUADRO 2 - Suspeitas diagnósticas dos felinos atendidos durante o período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau. Um mesmo gato pode ter mais de um diagnóstico.

Suspeita clínica/Diagnóstico	Gatos	Suspeita clínica/Diagnóstico	Gatos
ENDOCRINOLOGIA		ORTOPEDIA	
Hipertireoidismo	1	Fratura de úmero	1
INFECTOLOGIA		Luxação tíbio-társica	1
FeLV	6	OUTROS	
FIV	1	Colecistite	1
Micoplasmose	1	Complexo gengivite estomatite	2
Peritonite infecciosa felina	2	Ferimento/Solução de continuidade	2
Rinotraqueíte viral felina	1	Hérnia diafragmática	1
NEFROLOGIA		Intoxicação	1
Doença renal crônica	7	Lipidose Hepática	1
PKD	1	Megaesôfago	1
ONCOLOGIA		Pancreatite	2
Carcinoma de células escamosas	1	Pneumonia	2
Linfoma mediastinal	4	Sepse	2

Maxilectomia (carcinoma)	1	Trauma	2
Neoplasia cerebral	1	PREVENTIVA	
Neoplasia intestinal	1	Imunização	1
Sarcoma	1	UROLOGIA	
Tumor de mama	1	Cistite	2
		Obstrução uretral	2
		Ureterolitíase	1

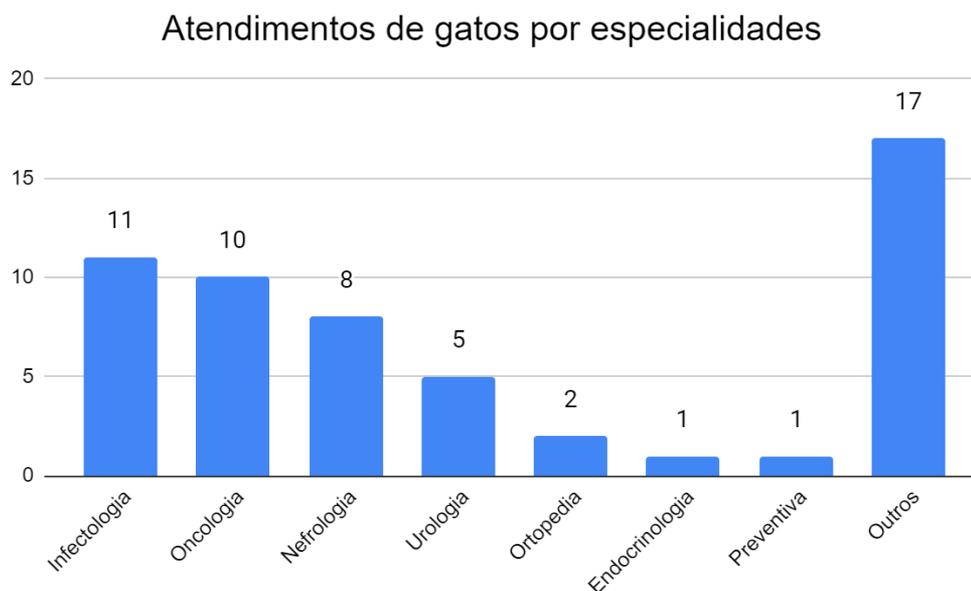


FIGURA 14 - Relação de atendimentos de gatos por especialidade.

3. DISCUSSÃO

Durante o período do estágio obrigatório, a aluna acompanhou com maior frequência os atendimentos de nefrologia e urologia, e acompanhou em menor escala os atendimentos das especialidades de clínica cirúrgica. Isso se deve ao fato do Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau ser um centro de referência em nefrologia e hemodiálise. Logo, os resultados apresentados refletem nos atendimentos acompanhados pela estagiária, e não correspondem à real casuística do hospital.

A maioria dos atendimentos acompanhados de cães foram na área de nefrologia. Destes, a maior parte dos diagnósticos foram de doença renal crônica. Isso provavelmente se deve ao fato de que a prevalência de doença renal crônica

aumenta conforme a idade do animal, e grande parte desses cães doentes renais crônicos estavam em uma faixa etária superior a oito anos (SMETS et al., 2010).

Nos gatos, a maior parte dos diagnósticos foram de doenças infecciosas, com uma maior ênfase nos gatos infectados pelo o vírus da leucemia felina (FeLV). No Brasil, esse é um dos vírus de maior importância na medicina felina, com altas taxas de óbito e sem cura. Todos os gatos FeLV positivos acompanhados durante o estágio se encaixaram em três fatores de risco para infecção pelo vírus, por serem animais jovens, não vacinados com a vacina quádrupla e que tiveram acesso à rua (AQUINO, 2012).

O estágio curricular foi muito enriquecedor para a experiência profissional da estagiária, permitindo um amplo acesso ao conhecimento teórico e uma enorme experiência prática em procedimentos importantes para o cotidiano da clínica médica. Além disso, foi aprendido também sobre contato com o tutor e trabalho em equipe, que possuem grande importância profissional e não é algo estudado em sala de aula.



PARTE 02 – TERAPIAS DIALÍTICAS DE SUBSTITUIÇÃO RENAL: INDICAÇÕES DE USO

1. INTRODUÇÃO

As terapias dialíticas de substituição renal compreendem diferentes modalidades de diálise, que têm como finalidade a depuração do sangue por meio da passagem de solutos e água através de uma membrana semipermeável (FISCHER et al., 2004; KINNEY, 2018). Essas técnicas passaram por uma série de adequações e refinamentos para o uso em animais, visto que a demanda por essas

terapias vem aumentando nos últimos anos, se tornando uma ferramenta de grande valor para medicina veterinária (COWGILL, 2013).

Os primeiros experimentos de hemodiálise foram realizados em coelhos por Abel, Rowntree e Turner em 1912, mas logo nos anos seguintes os estudos começaram a ser desenvolvidos nos cães (EKNOYAN, 2009). Devido às dificuldades encontradas para a realização da diálise fora do corpo, Ganter, em 1923, foi o primeiro a investigar uma técnica menos complicada, empregando diálise peritoneal tanto em animais quanto em humanos (NEGOI & NOLPH, 2009). Apesar da grande quantidade de experimentos feitos particularmente nos cães, o primeiro relato de terapia dialítica com propósito veterinário se deu em 1968, por Butler, mas que só começou a ser praticada por volta de 1990, nos Estados Unidos (COWGILL & LANGSTON, 1996).

A hemodiálise utiliza uma membrana semipermeável localizada em uma máquina, com circuito para sangue extracorporeal, o que demanda uma equipe experiente e equipamentos específicos. A diálise peritoneal consiste no uso do peritônio como membrana semipermeável, e é uma técnica mais acessível e menos onerosa, pois pode ser feita utilizando equipamentos mais simples e exige menos da equipe. O conhecimento dessas técnicas chamou a atenção não somente de nefrologistas, como também de intensivistas, em especial para o manejo da injúria renal aguda, intoxicações por fármacos e hiperhidratação. (MONAGHAN et al., 2012; COWGILL & GUILLAUMIN, 2013).

Este trabalho de conclusão de curso visa revisar as principais indicações, contraindicações e complicações relacionadas às terapias dialíticas de substituição renal em cães e gatos.

2. PRINCÍPIOS BÁSICOS

2.1. OBJETIVOS DA DIÁLISE

A diálise tem como finalidade retirar solutos e água acumulados por conta de um distúrbio, inclusive por distúrbios relacionados à função renal. Por ter maior eficiência que as terapias conservativas, considerada como alternativa quando estas não podem mais minimizar o desequilíbrio hidroeletrolítico e ácido-básico causado pela perda da função dos rins. Sua indicação mais comum na

medicina veterinária é na injúria renal aguda, onde o acúmulo de compostos nitrogenados é mais intenso que na doença renal crônica (ELLIOTT, 2000; COWGILL & GUILLAUMIN, 2013; KINNEY, 2018).

Em virtude da correção dos níveis de metabólitos, do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-básico do sangue, observa-se uma melhora no quadro do paciente, melhorando as condições de recuperação ou regeneração dos rins e/ou sua função. Além disso, a diálise também pode ser usada para a depuração de substâncias em casos de envenenamento e superdosagem de fármacos (ELLIOTT, 2000; FISCHER et al., 2004; DORVAL & BOYSEN, 2009).

2.2. PRINCÍPIOS FÍSICOS

A depuração sanguínea se dá pela transferência de solutos e água entre o sangue e a solução de diálise, também chamada de dialisado. Essa transferência ocorre através dos poros de uma membrana semipermeável. O deslocamento de resíduos metabólicos para fora do plasma, assim como o restabelecimento de moléculas para dentro deste, é proporcionado pela composição do dialisado. Esses movimentos são regidos pelos princípios de difusão, ultrafiltração e convecção (COWGILL & LANGSTON, 1996; FISCHER et al., 2004).

A difusão é o movimento aleatório de solutos por entre os poros da membrana, transferindo-os para o lado oposto. A direção do deslocamento de um determinado soluto será sempre do meio com maior concentração para o meio com menor concentração ou potencial termodinâmico (Figura 15a). Quando as concentrações dos dois meios se equiparam, ocorre um equilíbrio de filtração, onde os solutos se movem bidirecionalmente na mesma proporção, sem gerar um gradiente de concentração (Figura 15b). Solutos com menor peso molecular, como a ureia, passarão mais rapidamente pela membrana que os de maior peso molecular, como a creatinina. Outros fatores que interferem na taxa de difusão são a espessura da membrana, a área da superfície do dialisador ou do peritônio, além do tamanho e número de poros (COWGILL & LANGSTON, 1996; ELLIOTT, 2000; COOPER & LABATO, 2011; COWGILL & FRANCEY, 2011).

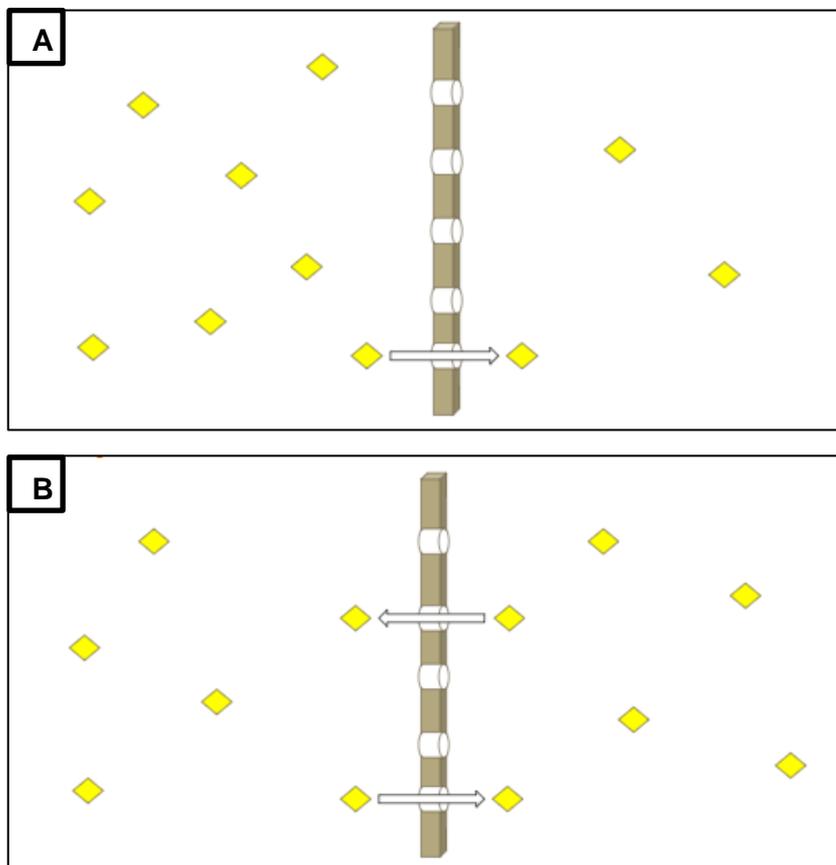


FIGURA 15 – (A) Deslocamento de solutos do meio com maior concentração para o meio com menor concentração por difusão; (B) Equilíbrio de filtração.

A ultrafiltração é o deslocamento de água de um meio para outro, movido pela força hidrostática ou osmótica. No hemodialisador, o compartimento do sangue gera uma pressão sobre o compartimento do dialisado, e vice-versa. Para gerar um deslocamento de água, a pressão gerada pela bomba de sangue deve ser superior (Figura 16a). O compartimento com o dialisado, por sua vez, ao realizar uma pressão negativa, aumenta a pressão exercida na membrana semipermeável e, conseqüentemente, a taxa de ultrafiltração. Na diálise peritoneal, ao inserir uma solução de diálise de alta osmolaridade, a água será deslocada para o dialisado por osmose (Figura 16b). A convecção é o transporte de solutos que são arrastados juntamente com a água durante a ultrafiltração (Figura 16c), facilitando a remoção de solutos com maior peso molecular, pois ocorre independentemente da difusão (COWGILL & LANGSTON, 1996; ELLIOTT, 2000; FISCHER et al., 2004; COOPER & LABATO, 2011).

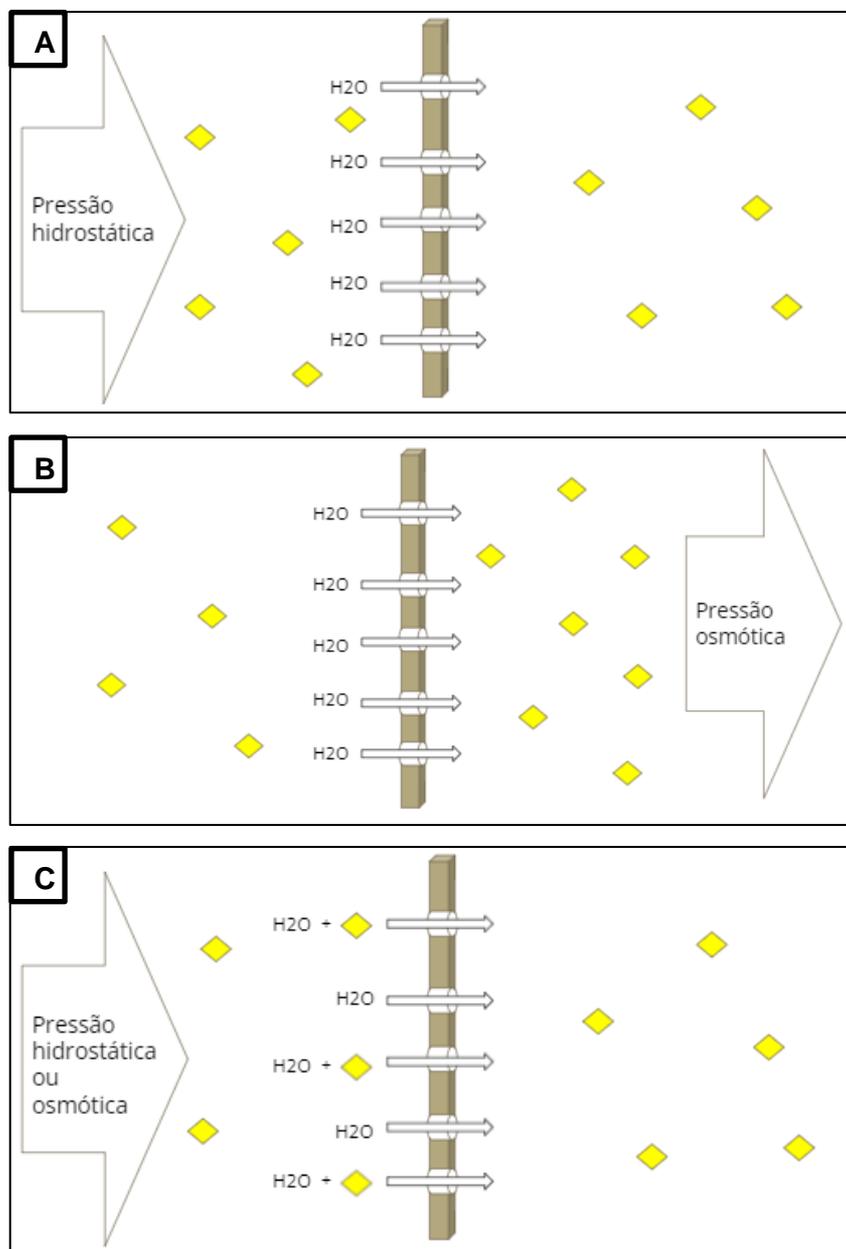


FIGURA 16 – Deslocamento de água por ultrafiltração (A) por pressão hidrostática e (B) por pressão osmótica. (C) Arraste de solutos por convecção.

2.3. MÉTODOS DIALÍTICOS

2.3.1. HEMODIÁLISE

A hemodiálise é uma terapia de substituição renal extracorporeal que utiliza um circuito de sangue externo, que passará dentro de um hemodialisador, e o sangue depurado é devolvido ao paciente (COWGILL & LANGSTON, 1996;

ELLIOTT, 2000). As terapias de substituição renal extracorporais podem ser divididas em duas modalidades: a hemodiálise intermitente (Intermittent hemodialysis – IHD) e a terapia de substituição renal contínua (Continuous Renal Replacement Therapy – CRRT). A IHD costuma ter uma duração de três a quatro horas, utilizando fluxos acelerados e, conseqüentemente, uma rápida depuração do sangue, o que pode não ser muito bem tolerado em pacientes mais instáveis. A CRRT é uma modalidade mais recente, e tem uma duração maior, normalmente de 12 a 26 horas, com fluxos mais lentos. Tem como objetivo reproduzir a velocidade fisiológica de funcionamento dos rins, com a depuração ocorrendo lentamente, o que é mais tolerável pelos pacientes críticos (ACIERNO, 2011; COWGILL & GUILLAUMIN, 2013; KINNEY, 2018).

Adicionalmente à hemodiálise, existe a técnica de hemoperfusão, onde o sangue passa, além do hemodialisador, por um filtro de carvão ativado ou carbono, e as substâncias são adsorvidas. Essa técnica tem a capacidade de eliminar toxinas e drogas de alto peso molecular, ligadas à proteínas ou lipossolúveis, sem depender dos princípios de difusão e convecção (VEADO, 2003; MONAGHAN & ACIERNO, 2011; COWGILL & GUILLAUMIN, 2013). Para se realizar a hemodiálise, é necessário alguns componentes: acesso vascular, circuito de sangue, hemodialisador, máquina de hemodiálise, sistema de tratamento de água, dialisado e anticoagulante (COWGILL & LANGSTON, 1996; ELLIOTT, 2000).

O acesso vascular de escolha é a veia jugular externa, utilizando um cateter venoso central de duplo lúmen não-tunelizado (Figura 17). Esse tipo de cateter é temporário, e pode se manter funcional por até quatro semanas. Seu lúmen é preenchido por heparina, para evitar a formação de coágulos. Estudos recentes têm avaliado a possibilidade do uso de ativador do plasminogênio tecidual para restaurar a função de cateteres obstruídos, otimizando sua utilização (MELCHERT et al., 2008; CHALHOUB et al., 2011; LANGSTON et al., 2014; KINNEY, 2018).

A

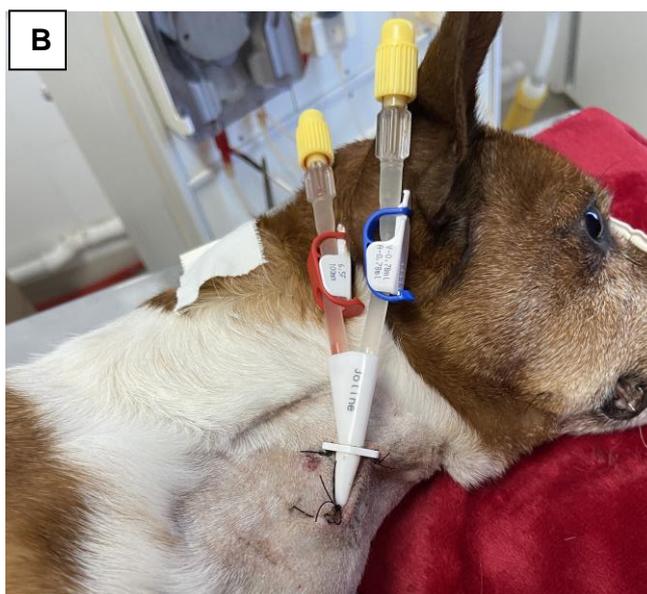


FIGURA 17 – (A) Cateter venoso central (seta preta) disposto em mesa contendo instrumental necessário para sua colocação e (B) cateter venoso central em cão prestes a realizar uma sessão de hemodiálise.

O circuito de sangue tem a função de levar o sangue para o hemodialisador e de volta ao animal. Deve possuir o menor volume interno possível, para isso são utilizados circuitos pediátricos ou neonatais, a depender do peso do animal. É necessário seu preenchimento antes da passagem do sangue, o que normalmente é feito com solução de cloreto de sódio 0,9%, mas em cães muito pequenos e gatos, é recomendável preencher com sangue compatível, colóides ou plasma, para evitar hipotensão e hipovolemia. O volume de sangue extracorporeal total é a soma do volume contido nos tubos do circuito de sangue e do

hemodialisador (COWGILL & LANGSTON, 1996; BLOOM & LABATO, 2011; KINNEY, 2018).

O hemodialisador, ou dialisador (Figura 18a), é a unidade que de fato realiza a função de néfron, também sendo chamada de “rim artificial”. Internamente, é constituído por fibras ocas (Figura 18b) com formato tubular, sendo esses túbulos a própria membrana semipermeável, que separa o sangue o qual transita, em seu interior, do dialisado fluindo pelo lado oposto da membrana. Hemodialisadores devem ser capazes de permitir a passagem de solutos de pequeno e médio peso molecular, mas ao mesmo tempo impedir a passagem de proteínas plasmáticas, componentes celulares e solutos essenciais. Eles podem ser feitos de material natural, como a celulose, que são mais baratos, porém com menor biocompatibilidade e maior trombogenicidade; ou podem ser feitos de material sintético, que são mais onerosos, porém possuem maior biocompatibilidade e eficiência (COWGILL & LANGSTON, 1996; BLOOM & LABATO, 2011; POEPPPEL & LANGSTON, 2012; KINNEY, 2018).

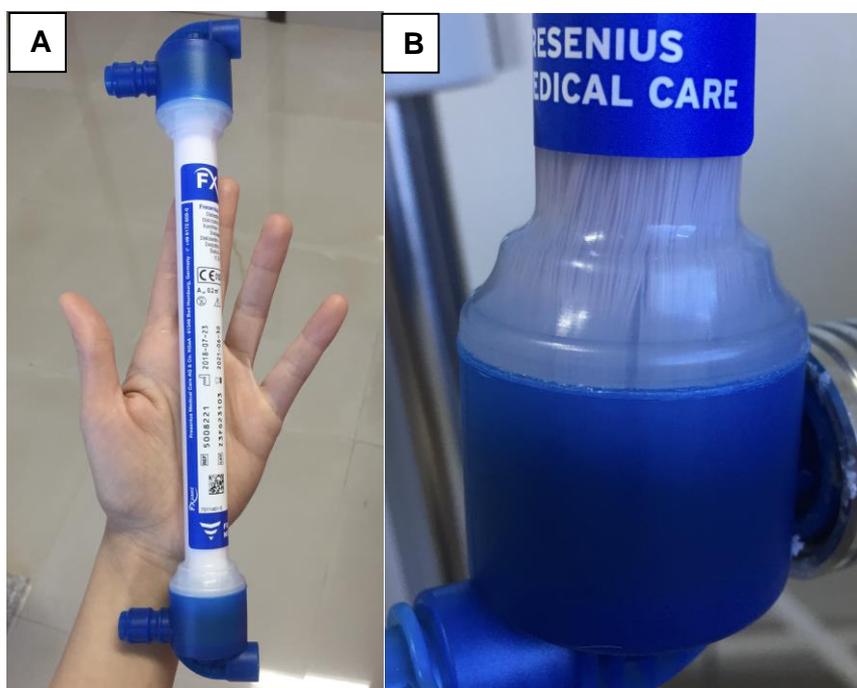


FIGURA 18 – (A) Hemodialisador e (B) aproximação para maior percepção das fibras durante sessão de hemodiálise.

A máquina de hemodiálise (Figura 19a) é responsável por regular e monitorar diversas funções, como a concentração e fluxo do dialisado, taxa de

ultrafiltração, fluxo de sangue, infusão de anticoagulante, entre outros. As máquinas possuem tela onde todos os parâmetros podem ser visualizados e ajustados e dispõem de um sistema sonoro que é ativado em situações variadas. O sistema de tratamento de água é de extrema importância para a realização de uma hemodiálise segura, pois a água é o componente mais abundante do dialisado. Há uma grande variedade de máquinas, mas no geral todas possuem mecanismos de mistura de água quente com água fria, filtros, tanques de troca de íons, de carbono e de osmose reversa (Figura 19b) (COWGILL & LANGSTON, 1996; BLOOM & LABATO, 2011; POEPEL et al., 2011; KINNEY, 2018).

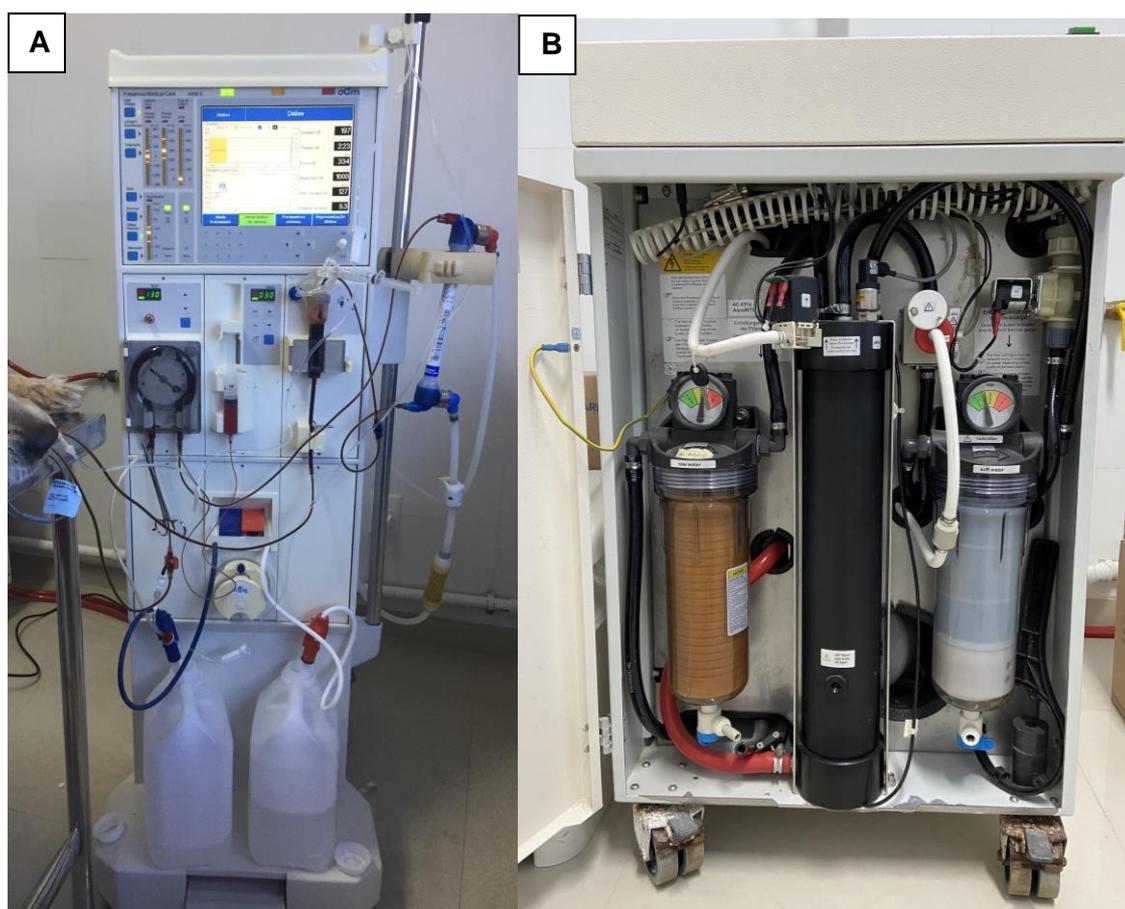


FIGURA 19 – (A) Máquina de hemodiálise e (B) máquina de osmose reversa.

O dialisado é a solução que contém eletrólitos e tampões (Figura 20) que realiza as trocas com o sangue. Sua composição deve se aproximar o máximo possível da do plasma, mas pode ser adaptado às necessidades do paciente, como por exemplo não adicionar potássio para animais hipercalêmicos. Deve ser aquecido, e possui um fluxo contracorrente em relação ao sangue, o que aumenta

a eficiência das trocas, pois maximiza o gradiente de concentração pela membrana do dialisador e compensa a perda de calor gerada pela passagem do sangue no circuito externo (BLOOM & LABATO, 2011; COWGILL & GUILLAUMIN, 2013; KINNEY, 2018).

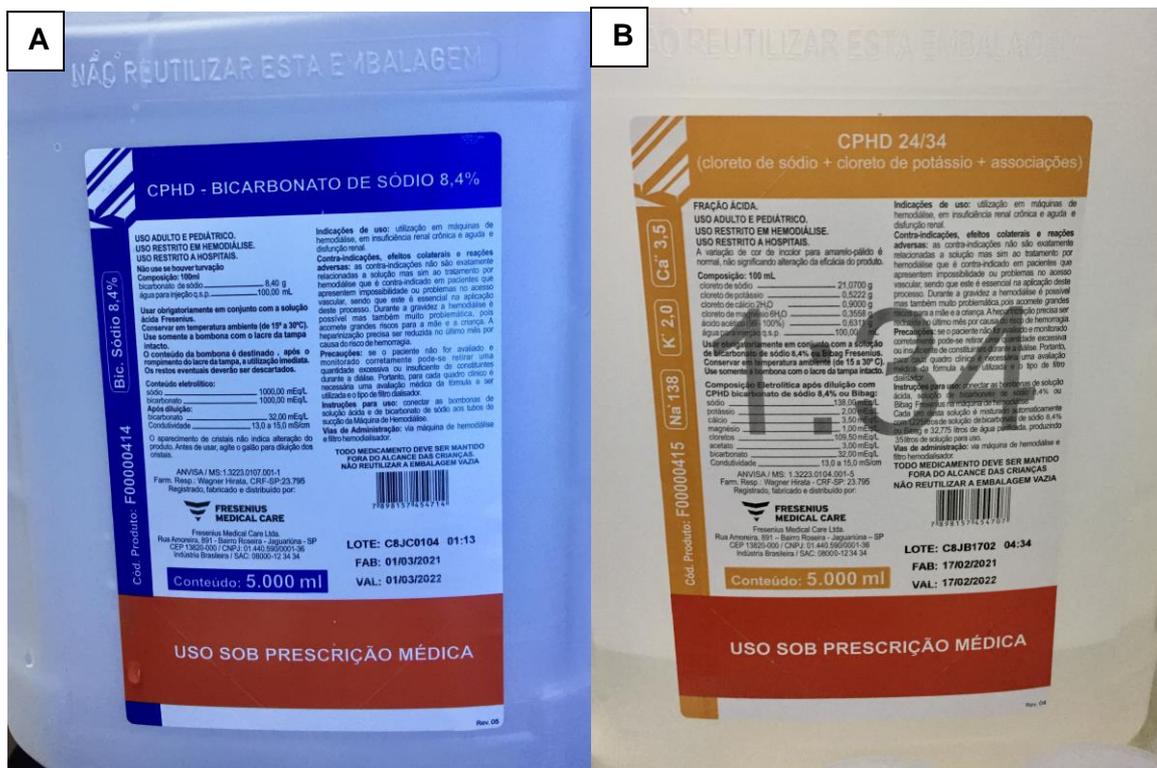


FIGURA 20 – (A) Solução tampão contendo bicarbonato de sódio e (B) solução contendo eletrólitos, as quais serão misturadas pela máquina de hemodiálise.

A anticoagulação é imprescindível para a hemodiálise, pois a passagem do sangue pelo circuito extracorporeal pode ativar a cascata de coagulação o que leva à formação de coágulos. A heparina é o anticoagulante mais utilizado na medicina veterinária, pois possui baixo custo e é administrada sistemicamente e por infusão contínua dentro do circuito. Porém, necessita de constante monitoramento dos tempos de ativação do coágulo e possui contraindicações para pacientes sob risco de hemorragia. Além da heparina, o citrato também pode ser usado, sendo administrado unicamente por infusão contínua dentro do circuito. Contudo, como o citrato é um quelante de cálcio, os níveis de biodisponibilidade deste eletrólito devem ser monitorados e podem ser regulados ao adicionar cloreto

de cálcio à linha de retorno do sangue para o paciente, ou utilizando um dialisado contendo cálcio. O uso do citrato não é recomendado para pacientes com insuficiência hepática severa, pois boa parte do metabolismo deste é dependente da função hepática (ACIERNO, 2011; ROSS, 2011; POEPEL & LANGSTON, 2012).

2.3.2. DIÁLISE PERITONEAL

A diálise peritoneal é uma técnica mais simples a qual não utiliza de circuito extracorporeal. Diferentemente da hemodiálise, o dialisado é introduzido na cavidade peritoneal e quando a solução entra em equilíbrio de filtração, ela é retirada, devendo o ciclo ser repetido quantas vezes necessário até que sejam alcançados os níveis plasmáticos pré-determinados. O próprio peritônio funciona como membrana semipermeável, que separa o sangue dos capilares da cavidade peritoneal. A eliminação de toxinas urêmicas é gradual, o que evita o desenvolvimento da síndrome do desequilíbrio dialítico, quando comparado com a IHD. Nessa modalidade, o transporte de solutos por convecção não possui um papel importante. Por ser uma modalidade relativamente mais simples, pode ser realizado em qualquer centro de terapia intensiva, demandando de equipamentos menos sofisticados como: cateter, dialisado, torneira de três vias ou equipo de transferência em “Y”, um meio de aquecimento para fluido, bolsas de coleta e linhas de fluido estéreis (BERSENAS, 2011; COOPER & LABATO, 2011; WELSH & LABATO, 2012).

Não há consenso sobre qual cateter para diálise peritoneal é o ideal em pequenos animais, então a escolha deve se basear nos modelos que causem menos oclusão do fluxo, visto que esse é um problema comum. Além disso, é importante se atentar para possíveis vazamentos e deslocamentos do tubo, pois a peritonite também ocorre com facilidade, o que torna o uso de cateteres com *cuffs* mais interessante. A técnica para inserção deve ser asséptica, e varia de acordo com o tipo do cateter. Na medicina veterinária, o cateter *fluted-T* (Figura 21), em sentido cranial-caudal, costuma dar bons resultados (BERSENAS, 2011; ROSS & LABATO, 2011; WELSH & LABATO, 2012).

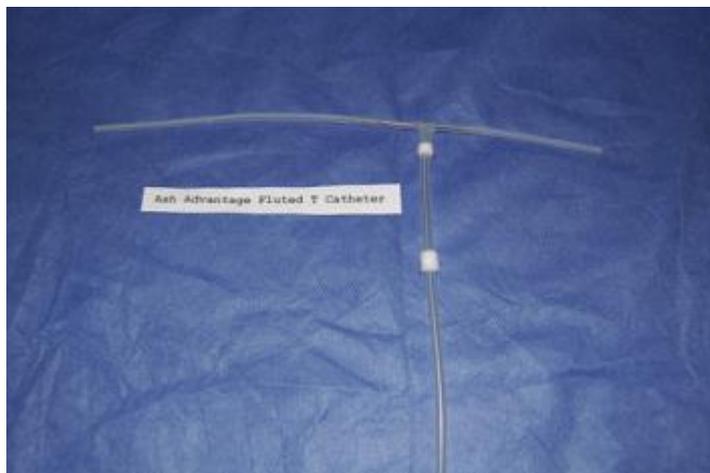


FIGURA 21 – Cateter do tipo *fluted-T*. Fonte: COOPER & LABATO, 2011.

A solução de diálise varia em sua composição, podendo ser comprada comercialmente ou formulada no próprio local, sempre de forma asséptica, com Ringer Lactato adicionado de componentes necessários para o paciente. O lactato é o tampão mais utilizado, deixando a solução com um baixo pH. O agente osmótico mais empregado é a glicose, lembrando que sua concentração varia de acordo com o estado de hidratação, e nos animais diabéticos pode-se também adicionar insulina à composição. Uma solução hipertônica possui eficiência para reduzir edemas e hiperhidratação. Outra adição possível é de heparina, visando prevenir a formação de fibrina no cateter, evitando a ocorrência da repercussão sistêmica. O uso de antibióticos com finalidade de prevenção é desaconselhável. A solução deve ser aquecida à temperatura corporal do animal, utilizando equipamentos e técnicas próprias. Não é recomendado o aquecimento das soluções por meio do forno de microondas (BERSENAS, 2011; COOPER & LABATO, 2011; ROSS & LABATO, 2011).

Para a realização do procedimento, é feita conexão entre o cateter e o equipo de transferência em “Y” ou em um conjunto de equipos para fluido com uma torneira de três vias acoplada. Uma das linhas é conectada ao dialisado, e a outra linha é conectada à uma bolsa estéril vazia (Figura 22). Antes de realizar o preenchimento da cavidade peritoneal, é recomendado fazer um *flush*, ou seja, passar uma pequena quantidade de dialisado diretamente para a bolsa de coleta, desviando do cateter. Isso minimiza a possibilidade de contaminação com consequente desenvolvimento de peritonite. O volume infundido no animal deve ser menor nas primeiras 24 a 48 horas após a fixação do cateter, para evitar

vazamentos, avaliar a distensão abdominal e a função respiratória. O dialisado permanece na cavidade peritoneal por um período de 30 a 40 minutos, e depois é drenado para a bolsa de coleta. O processo é repetido, lembrando de sempre realizar o *flush* antes no início do ciclo seguinte. As quantidades de dialisado infundido e o tempo de permanência na cavidade devem ser ajustados. O volume de entrada e o volume de saída devem ser cuidadosamente anotados para avaliar a retenção de água e possíveis vazamentos. Sequencialmente, o líquido deve ser analisado macroscopicamente, e em caso de alterações, um exame de cultura é indicado (BERSENAS, 2011; ROSS & LABATO, 2011; COOPER & LABATO, 2011).

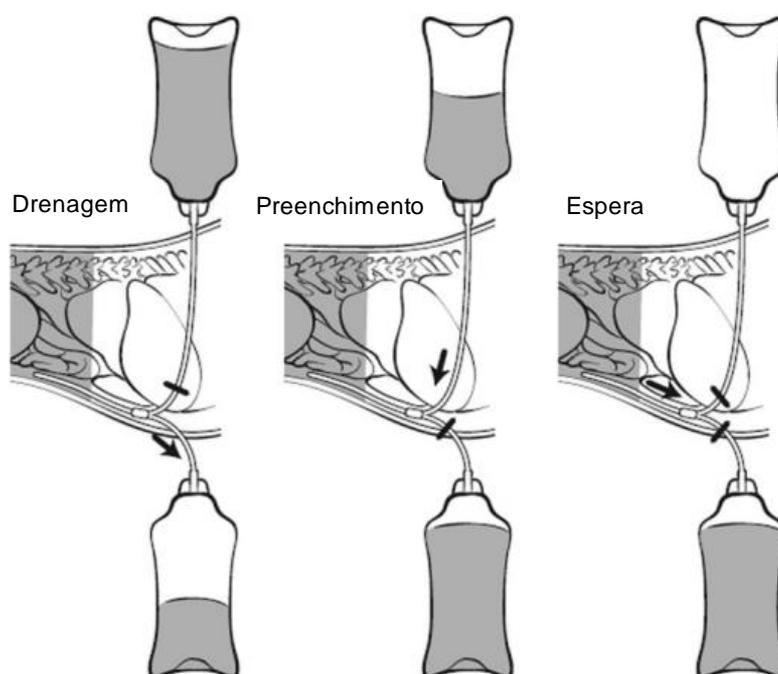


FIGURA 22 – Esquema representando funcionamento do procedimento de diálise peritoneal (adaptado de COOPER & LABATO, 2011).

2.4. DIFICULDADES

As terapias dialíticas em pacientes veterinários passaram por uma longa e lenta evolução, que envolve inúmeras adaptações dos modelos humanos para se chegar ao uso em animais de companhia. Os pacientes que necessitam de diálise

frequentemente apresentam um prognóstico ruim, com cerca de 50 a 60% de mortalidade para algumas causas de injúria renal aguda em cães e gatos, desencorajando equipes a procurarem por essa terapia. Deve-se ter em mente que as terapias dialíticas são modalidades terapêuticas complementares, sendo impossível obter sucesso sem a associação com outras medidas no tratamento da injúria renal aguda e agudização da doença renal crônica (VEADO, 2003; COWGILL, 2013; COWGILL & GUILLAUMIN, 2013).

A hemodiálise e a diálise peritoneal exigem intensa dedicação e experiência da equipe, sendo ainda limitadas à grandes centros de referência. A hemodiálise apresenta diversas limitações, como o custo ainda elevado dos equipamentos. Ademais, o peso corporal dos pacientes também é um fator, pois nos animais menores ou muito pequenos (ou leves) existe a dificuldade para adaptação aos equipamentos. Comumente cães com menos de sete quilos e gatos, possuem sérias limitações para a hemodiálise por equipamentos projetados para humanos. Foram necessárias estratégias para resolver problemas como a taxa de diálise e o volume de sangue extracorporeal, o qual costuma ultrapassar facilmente 10% do volume sanguíneo em pacientes pequenos, o que leva a quadros de hipotensão e hipovolemia (VEADO, 2003; BLOOM & LABATO, 2011; COWGILL, 2013; WELSH, 2017).

As terapias extracorporais são profissionalmente exigentes e fisiologicamente desafiadoras para o paciente. A equipe deve dominar o uso da máquina de hemodiálise, questões relacionadas ao acesso vascular, anticoagulação, eficiência dialítica e conhecimentos em nefrologia aplicada a cuidados intensivos. O espaço físico é outra limitação por conta da quantidade e tamanho dos equipamentos, que de preferência devem ser colocados em salas únicas. Os aparelhos também devem ser únicos para os pacientes em diálise, que necessitam de constante monitoramento (COWGILL & GUILLAUMIN, 2013).

A diálise peritoneal, apesar de utilizar equipamentos de mais fácil acesso, possui menos estudos e é muito mais subestimada. Há a necessidade de investigações sobre alternativas mais biocompatíveis de dialisado e cateteres apropriados. As complicações são comuns, porém raramente fatais e podem ser gerenciadas pela equipe. No entanto, não há grande difusão por parte dos pesquisadores especialistas a cerca desta modalidade e grande parte das publicações não possuem dados suficientes para avaliar a real eficiência da

técnica. O primeiro estudo a relatar resultados positivos da diálise peritoneal em gatos somente surgiu em 2009. Levando em consideração que os felinos são grandes candidatos à essa terapia, estas pesquisas e padronizações se fazem necessárias por conta das dificuldades impostas pelo reduzido peso destes animais (DORVAL & BOYSEN, 2009; ROSS & LABATO, 2011).

3. INDICAÇÕES

As terapias dialíticas possuem uma vasta lista de indicações. A possibilidade de depurar o sangue enquanto os rins não estão funcionando adequadamente, ou quando não for possível para o organismo como um todo eliminar alguma substância nociva, torna essa modalidade terapêutica uma ferramenta importante tanto no âmbito da nefrologia quanto para a medicina intensiva (FOSTER, 2020).

As indicações podem ser divididas em patologias que causam azotemia e uremia, ou seja, na injúria renal aguda e na doença renal crônica, as que causam sobrecarga de volume circulatório; e nas condições relacionadas às intoxicações e envenenamentos (FISCHER, 2007). Para melhor compreensão didática, cada um desses será abordado separadamente. Uma tabela comparativa entre as diferentes terapias dialíticas está representada no Anexo 1.

3.1. AZOTEMIA E UREMIA

3.1.1. FISIOPATOGENIA DA INJÚRIA RENAL AGUDA (IRA)

A injúria renal aguda (IRA) é caracterizada como uma diminuição abrupta da função renal, reversível ou não, gerando alterações no volume de urina e um aumento nas concentrações séricas de creatinina e ureia para além dos valores considerados normais, isto é, um quadro de azotemia. A sua etiologia pode ser classificada em causas pré-renais, renais (ou intrínsecas) ou pós-renais. Essa é uma classificação que facilita a compreensão dos processos fisiopatológicos das injúrias renais. Entretanto, é um sistema de classificação que possui relevância clínica questionável, visto que a IRA ocorre na maioria das vezes por causas sistêmicas e intrínsecas aos rins (CHEW et al., 2012; LANGSTON & EATROFF, 2016).

As causas pré-renais abrangem processos patológicos que levam a uma diminuição da perfusão renal e, conseqüentemente, redução da taxa de filtração glomerular. Essas causas incluem desidratação, choque hipovolêmico e distributivo, hipotensão, diminuição de débito cardíaco e uso de anti-inflamatórios não esteroidais. Os rins conseguem, inicialmente, se autorregular a ponto de manter a excreção adequada de solutos. Porém, caso a hipoperfusão renal persista, essa autorregulação torna-se insuficiente, levando ao acúmulo desses solutos, incluindo compostos nitrogenados resultando na instalação do quadro de azotemia (CHEW et al., 2012; MUGFORD et al., 2013).

As causas renais (ou intrínsecas) compreendem a lesão direta no parênquima renal. Isquemia, substâncias nefrotóxicas, pielonefrite, glomerulonefrite, agentes infecciosos, resposta imunomediada e trauma são algumas das causas de IRA intrínseca. O mecanismo que iniciou a injúria renal pode não ser o mesmo que perpetua essa injúria, sendo que em boa parte dos casos o que ocorre é uma junção simultânea de mais de um fator contribuindo para a lesão e agravamento desta (CHEW et al., 2012; MUGFORD et al., 2013).

As causas pós-renais envolvem processos obstrutivos e rupturas do trato urinário inferior. Nas obstruções, a pressão em sentido retrógrado nos néfrons causada pelo acúmulo de urina em alta pressão no trato urinário inferior resultam em falha no processo de filtração desses néfrons, levando a uma retenção de solutos e um quadro de azotemia. Nas rupturas, os compostos que foram excretados na urina são reabsorvidos através do peritônio, elevando também as concentrações séricas desses solutos e compostos nitrogenados (CHEW et al., 2012; MUGFORD et al., 2013).

3.1.2. FISIOPATOGENIA DA DOENÇA RENAL CRÔNICA (DRC)

A doença renal crônica (DRC) pode ser definida como um comprometimento estrutural e/ou funcional de um ou ambos os rins, presente por no mínimo três meses ou mais. Possui caráter irreversível e progressivo, podendo existir períodos de estabilidade da doença. É considerada a condição renal mais comum em cães e gatos em idade avançada, embora possa ocorrer em animais de qualquer idade (POLZIN, 2011; BARTGES, 2012).

O rim, por ser um órgão intimamente relacionado com a homeostasia do organismo, ao ser acometido pela DRC, gera um desequilíbrio em diversos âmbitos. Por estar associado à eliminação de resíduos metabólicos e retenção de água e algumas moléculas necessárias para o funcionamento do organismo, à função endócrina, e à regulação da pressão sanguínea, a progressão da DRC pode causar azotemia, proteinúria, poliúria, deficiência na síntese de eritropoietina e vitamina D, e hipertensão arterial, dentre outras alterações (POLZIN, 2011; BARTGES, 2012).

As causas de DRC nem sempre são possíveis de serem encontradas, e podem variar desde um defeito congênito, idade avançada, ou ainda por sequelas ocasionadas por IRA prévia. Animais com DRC podem passar também por episódios de agudização da doença, onde ocorre um declínio agudo da função renal com rápido agravamento dos sinais clínicos. As causas variam bastante, sendo elas majoritariamente as mesmas relacionadas à IRA, e por conta disso e dos sinais clínicos também parecidos, é uma condição difícil de ser diferenciada da própria injúria renal aguda (POLZIN, 2011; DUNAEVICH et al., 2020).

3.1.3. INDICAÇÃO DE TERAPIAS DIALÍTICAS

A injúria renal aguda é a indicação mais frequente para as terapias dialíticas. O objetivo principal da hemodiálise e da diálise peritoneal no caso de IRA é manter um balanço hidroeletrólítico e ácido-básico enquanto os rins promovem a recuperação da lesão existente. Não há um consenso sobre exatamente em qual momento iniciar a terapia dialítica, porém existem estudos que sugerem que uma abordagem mais inicial da doença reduz a taxa de mortalidade em comparação com abordagens mais tardias. A taxa de sobrevivência de cães com IRA tratados com hemodiálise varia entre 47% e 50% em alguns estudos publicados, porém a causa da injúria renal, além do momento de início da terapia, são variáveis e que podem alterar bastante essa taxa (KINNEY, 2018; PERONDI et al., 2018; FOSTER, 2020).

Para alguns autores, o gatilho para iniciar uma terapia dialítica ocorre quando o animal apresenta valor da creatinina sérica superior a 8 a 10 mg/dL, ou um nitrogênio ureico sérico maior que 80 mg/dL. Porém, a tolerância à uremia é diferente para cada animal, e a recomendação de muitos autores é de iniciar a

terapia dialítica após tentativas sem sucesso de indução de produção de urina e atenuação dos sinais clínicos relacionados à uremia através de terapias clínicas conservativas (LANGSTON, 2011; KINNEY, 2018; FOSTER, 2020).

A escolha entre realizar hemodiálise ou diálise peritoneal leva em consideração principalmente o peso do animal, disponibilidade de materiais e conhecimento técnico da equipe. A disponibilidade de materiais para realização de diálise peritoneal é maior, pois são poucos os centros que possuem todo o maquinário necessário para se realizar hemodiálise. A técnica de diálise peritoneal não é de difícil execução, apesar de ser bastante trabalhosa. Já a hemodiálise requer profissionais treinados e experientes na execução (LABATO, 2011; GUIOT et al., 2015).

A diálise peritoneal, por ser uma técnica de menor eficiência se comparada com a hemodiálise, pode ser vantajosa para animais de pequeno porte (aproximadamente menores que sete quilos), pois uma rápida depuração de solutos pode resultar em sérias consequências clínicas. Além disso, o volume total de sangue que fica dentro do circuito extracorpóreo não deve exceder 10 a 20% do volume sanguíneo do animal, evitando quadros de hipotensão e hipovolemia. Nas situações em que este percentual é excedido, pode ser necessário preencher o circuito com sangue total compatível. Alguns estudos estimam que o volume do circuito extracorpóreo é 9% do volume de sangue em cães e 23% do volume sanguíneo para os felinos (BLOOM & LABATO, 2011; LABATO, 2011; LANGSTON et al., 2017; FOSTER, 2020).

O objetivo da hemodiálise em animais com DRC é manter uma qualidade de vida aceitável, quando os sinais de uremia e desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido-básico não podem mais ser controlados com o tratamento de suporte. Para isso, é necessária a colocação de um cateter fixo e a realização de várias sessões de hemodiálise ao longo da vida do animal. Em função disso, a diálise peritoneal não é indicada para esses casos (COWGILL & FRANCEY, 2011; LABATO, 2011; GERALDES, 2018).

Apesar da indicação de hemodiálise em animais com DRC, seu uso nesses casos é relativamente raro. Os tutores devem estar dispostos a arcar com os custos altos do tratamento, além de toda rotina hospitalar que o paciente será submetido. Por conta disso, no Brasil esta prática ainda está longe de ser uma realidade, sendo que o uso da hemodiálise nesses casos tem suas dificuldades

mesmo em países cuja disseminação de centros especializados é maior (COWGILL & FRANCEY, 2011; GERALDES, 2018).

3.2. SOBRECARGA DE VOLUME CIRCULATÓRIO

3.2.1. FISIOPATOGENIA

A sobrecarga de volume circulatório é uma condição ameaçadora para a vida. Ela pode ocorrer devido à IRA com presença de oligúria ou anúria, pois nessas condições a diminuição da função renal impede a eliminação do excesso e volume presente nos vasos. Em animais com DRC, a administração de fluidos em sondas para alimentação e via fluidoterapia endovenosa pode também causar sobrecarga de fluido, ainda que o paciente apresente poliúria (FISCHER, 2007; COWGILL & FRANCEY, 2011).

Outras causas de sobrecarga de volume incluem insuficiência cardíaca congestiva, síndrome cardiorrenal tipo 3 (ou síndrome reno-cardíaca aguda) e administração excessiva de fluidos quando não há uma boa resposta ao uso de diuréticos. Os sinais clínicos de hipervolemia e sobrecarga de fluido compreendem a efusão pleural, ascite, quemose, edema pulmonar e periférico, além da hipertensão (COWGILL & FRANCEY, 2011; ORVALHO & COWGILL, 2017).

3.2.2. INDICAÇÃO DE TERAPIAS DIALÍTICAS

Tanto a diálise peritoneal quanto a hemodiálise podem ser realizadas para os casos de sobrecarga de volume circulatório. Na diálise peritoneal, para promover a retirada do excesso de fluidos do animal, deve-se utilizar um dialisado hipertônico. Por meio da osmose, a água presente em excesso no animal irá se deslocar para o dialisado, e este será drenado (LABATO, 2011; LANGSTON, 2011).

Na hemodiálise, a água em excesso é removida do sangue por meio da ultrafiltração. É um processo que deve ser feito com cautela e com monitoração constante do animal. Como todos os dialisadores possuem eficiência o suficiente para remover fluidos do espaço intravascular mais rápido que a sua taxa de

redistribuição do interstício e do compartimento intracelular. Comumente os animais toleram melhor o início da ultrafiltração do que o final. Logo, o ideal é utilizar taxas mais rápidas de ultrafiltração no início e uma taxa mais lenta ao final do processo, permitindo tempo para que o fluido intersticial alcance o compartimento intravascular. Uma prescrição incorreta pode levar a hipovolemia, hipotensão e choque circulatório (LANGSTON, 2011; COWGILL & FRANCEY, 2011).

3.3. INTOXICAÇÕES

As terapias dialíticas, além do uso na IRA, DRC e sobrecarga de volume, também podem ser utilizadas em alguns casos de intoxicação. As técnicas que podem ser utilizadas são a diálise peritoneal e as modalidades de hemodiálise, sendo elas a hemodiálise intermitente (IHD), a terapia de substituição renal contínua (CRRT) e a hemoperfusão. A diálise peritoneal e a IHD são um processo essencialmente difusivo, enquanto a CRRT realiza difusão e convecção, e se adicionado um filtro para hemoperfusão, realiza também o processo de adsorção (MONAGHAN & ACIERNO, 2011).

Essas terapias devem ser consideradas em casos específicos de overdose de alguns fármacos ou ingestão de certas toxinas quando o tratamento conservador, como o uso de carvão ativado, lavagem gástrica, uso de antídotos e tratamento de suporte, não são suficientes. Além disso, deve-se considerar a possibilidade da intoxicação causar danos irreversíveis à órgãos, resultando na morte do animal. Isso inclui também a possibilidade de eliminar as substâncias tóxicas antes mesmo delas causarem dano celular ou antes que seja convertida em seus metabólitos tóxicos (MONAGHAN & ACIERNO, 2011; FOSTER, 2020).

Nas técnicas dialíticas extracorporais, a solubilidade (moléculas hidrofílicas ou lipofílicas), o volume de distribuição, a ligação a proteínas, a carga, o peso molecular, além do grau de eliminação renal ou não renal da toxina, contribuem para a depuração da toxina ou fármaco durante a diálise. Moléculas hidrofílicas possuem distribuição extracelular e normalmente são excretadas inalteradas pelos rins, enquanto moléculas lipofílicas possuem distribuição no espaço intracelular e passam por várias vias metabólicas antes de serem eliminadas. Quanto maior o volume de distribuição, maior é a concentração da toxina nos tecidos e menor é a concentração no espaço intravascular, sendo

consequentemente, menor a disponibilidade para ser dialisado. Características individuais do animal, como obesidade, idade, sexo, débito cardíaco e função renal e da tireoide, podem alterar o volume de distribuição (COWGILL & FRANCEY, 2011; MONAGHAN & ACIERNO, 2011).

Toxinas ligadas a proteínas são difíceis de serem dialisadas, enquanto as que não são ligadas tem maiores chances de passarem pelos poros das membranas. No entanto, substâncias com menos de 80% de ligação com as proteínas são consideradas possíveis de serem removidas por IHD. A carga pode alterar a eficiência do tratamento devido ao efeito Gibbs-Donnan, onde as proteínas aniônicas no lado sanguíneo da membrana diminuem a taxa de filtração dos solutos catiônicos por conta da formação de um complexo com a membrana carregada negativamente. Substâncias de baixo peso molecular (aproximadamente <500 Da) costumam passar por difusão pelas membranas, enquanto as de maior peso molecular conseguem passar por meio da convecção. A hemoperfusão é capaz de eliminar substâncias de alto peso molecular (até 40.000 Da), ligadas a proteínas ou lipossolúveis (COWGILL & FRANCEY, 2011; MONAGHAN & ACIERNO, 2011; FOSTER, 2020).

As substâncias tóxicas devem ter uma taxa de depuração endógena baixa (<4 mL/kg/min) para uma terapia dialítica ser indicada. Outro fator importante é a redistribuição do fármaco ou toxina dos tecidos ou espaço intracelular para o plasma, que se for lenta, pode causar uma re intoxicação no animal após uma sessão de diálise. Nesses casos é necessário aumentar a duração e a frequência dessas sessões (COWGILL & FRANCEY, 2011; FOSTER, 2020).

Diversas substâncias podem ser dialisadas. Algumas possuem indicação expressa para realização de terapia dialítica, como no caso de intoxicação por etilenoglicol, um anticongelante que invariavelmente causa IRA e que pode ser dialisada facilmente por hemodiálise antes mesmo de causar injúria nos rins. Deve-se atentar para a necessidade de um suporte mais intensivo adicionalmente à diálise para casos específicos, como intoxicação por baclofeno, um relaxante muscular que, a depender da quantidade ingerida pelo animal, pode ser necessário suporte com ventilação mecânica concomitante à hemodiálise. As substâncias passíveis de serem dialisadas estão listadas no Anexo 2 (SILVER, 2017; HOFFMAN et al., 2021).

4. CONTRAINDICAÇÕES E COMPLICAÇÕES

4.1. HEMODIÁLISE

A hemodiálise é uma técnica complexa, que demanda profundo conhecimento técnico e teórico para ser empregada, especialmente em relação às complicações que podem surgir, além dos cuidados que devem ser tomados. Os pacientes que se beneficiam dessa terapia possuem alterações fisiológicas e metabólicas de grande relevância, o que demanda cautela e antecipação de possíveis contratempos. Por vezes é difícil diferenciar quando o evento adverso foi consequência da severidade da enfermidade do animal, ou ainda por conta da terapia aplicada. No passado, eram relativamente comuns os desfechos fatais relacionados à síndrome do desequilíbrio dialítico e à hemorragia por uso de anticoagulantes. No entanto, na atualidade, complicações fatais relacionadas às terapias dialíticas são pouco frequentes, graças a evolução da tecnologia e conhecimento a cerca dessas técnicas (COWGILL & FRANCEY, 2011; COWGILL, 2013).

A monitoração de parâmetros vitais antes, durante e depois do tratamento deve ser feita para uma adequada conduta com o animal. Esses parâmetros incluem pressão arterial, temperatura, frequência cardíaca e respiratória e, quando possível, saturação de oxigênio. Deve-se atentar especialmente aos primeiros 15 minutos do tratamento, onde costumam ocorrer a maioria das descompensações. O hematócrito deve ser mensurado antes da diálise, pois pacientes anêmicos devem ter o circuito previamente preenchido com sangue ao invés de soro. Além disso, deve-se considerar a suplementação de ferro em animais anêmicos, pois as perdas desse elemento são cerca de três a seis vezes maiores em pacientes dialisados em relação aos pacientes não dialisados. Uma monitoração contínua por eletrocardiograma é interessante para a detecção de arritmias (LANGSTON, 2011; FOSTER, 2020).

A colocação do cateter venoso central deve ser feita da forma mais asséptica possível. As infecções relacionadas ao cateter são pouco frequentes, porém, caso aconteçam, antibióticos devem ser utilizados e a depender do grau da infecção, o cateter deverá ser retirado. O uso profilático de antibióticos para preenchimento do lúmen do cateter não deve ser feito, para se evitar a contaminação por fungos, resistência a antibióticos e intoxicação sistêmica. Não é

recomendado cateterizar ambas as jugulares, pois pode ocorrer bloqueio causado por trombo do fluxo sanguíneo da veia cava cranial em direção ao átrio direito, o que leva à síndrome da veia cava cranial. Seus sinais incluem principalmente edema de face e pescoço, devendo o cateter ser retirado. Outro local de escolha para cateterização é a veia femoral, apesar de ser mais difícil de se manter por risco de contaminação e de deslocamento do cateter (FOSTER, 2020; PERONDI et al., 2020).

O uso de anticoagulantes atualmente não costuma gerar complicações, porém condições individuais do animal devem ser levadas em consideração. Pacientes com coagulopatias, que passaram por procedimentos cirúrgicos ou trauma devem passar por um protocolo de anticoagulação intradialítica com maior cautela, e até mesmo realizar testes para avaliar hemostasia. Logo após o término da sessão de hemodiálise, o uso de anticoagulante (geralmente heparina) na solução de preenchimento do cateter é recomendado, para evitar a formação de trombo no lúmen e redução de fluxo de sangue dentro do cateter (LANGSTON, 2011; FOSTER, 2020).

A hipotensão é um evento que pode ocorrer durante o procedimento da hemodiálise, particularmente em animais previamente hipotensos e naqueles em que o circuito extracorporeal contenha 20% ou mais do volume de sangue do animal, ou seja, em gatos e cães de pequeno porte. Em animais previamente hipotensos, essa pressão sanguínea deve ser corrigida antes do início do tratamento. Os eventos hipotensivos intradialíticos podem ser resolvidos com a administração de cristaloides ou coloides, e em alguns casos, pode ser necessário o uso de vasopressores. Animais que fazem uso de anti-hipertensivos não devem receber esse tipo de medicação na manhã da sessão de hemodiálise (COWGILL & FRANCEY, 2011; LANGSTON, 2011; FOSTER, 2020).

A síndrome do desequilíbrio da diálise é caracterizada como uma alteração neurológica causada por uma mudança rápida na osmolaridade do sangue, o que pode culminar em edema cerebral. Essa mudança brusca ocorre principalmente em animais com níveis pré-dialíticos de ureia sérica muito elevados, que quando rapidamente depurados pode causar a síndrome, sendo possível ser causada também por hiperglicemia e hipernatremia pré-dialítica. É mais comum de ocorrer em cães de pequeno porte e em gatos, e também no início do tratamento. Os sinais incluem tremores, inquietação, desorientação, vocalização, amaurose,

convulsões, coma e morte, podendo ocorrer durante a sessão de diálise ou até 24 horas após a diálise. Em animais com maior risco de acontecer essa síndrome, deve-se instituir uma prescrição de hemodiálise mais lenta e menos intensa. O tratamento compreende na redução da taxa de fluxo do sangue ou descontinuar o tratamento, administração endovenosa de solução hipertônica e/ou manitol, além do diazepam em casos de convulsões (COWGILL & FRANCEY, 2011; MISTRY, 2019).

4.2. DIÁLISE PERITONEAL

O uso da diálise peritoneal, por envolver o uso do peritônio como membrana semipermeável, é contraindicado em casos de hipoalbuminemia, pois uma quantidade significativa de proteína pode ser perdida pelo peritônio durante as trocas de dialisado, especialmente se houver peritonite. Essa perda de proteína é também uma complicação relativamente comum e deve-se assegurar que o animal receba aporte nutricional suficiente para compensar essas perdas. Situações específicas que podem dificultar o andamento do procedimento incluem obesidade, ascite, cirurgia abdominal recente, distensão intestinal e massas abdominais (CHACAR et al., 2014; ROSS & LABATO, 2011).

Obstrução do fluxo do cateter pelo omento ou por formação de fibrina são comuns e podem levar a retenção de dialisado. Esse tipo de complicação é mais frequente nos cateteres colocados percutaneamente do que nos colocados cirurgicamente. Nos casos em que o omento enrola ao redor do cateter, pode haver redução do fluxo ao drenar o dialisado e dor ao introduzir o dialisado na cavidade abdominal. Nesses casos, o cateter deve ser reposicionado ou trocado, sendo recomendado a remoção cirúrgica do omento quando se sabe que o cateter permanecerá por mais de 48 horas. Quando há obstrução por formação de fibrina, deve-se realizar um *flush* de solução fisiológica em alta pressão. O uso de *flushes* de solução heparinizada também é recomendada para ambos os casos de obstrução de cateter (LABATO, 2011; ROSS & LABATO, 2011).

A peritonite séptica é a complicação mais comum em pacientes veterinários. Pelo menos dois dos seguintes critérios devem existir para configurar a presença de peritonite: dialisado drenado turvo, quantidade de células inflamatórias maior que 100 unidades por microlitro, resultado de cultura positivo,

além da presença de sinais clínicos como febre e dor abdominal. A peritonite deve ser tratada com antibióticos sistêmicos e/ou intraperitoneais, e um exame de cultura e antibiograma deve ser realizado. Não há a necessidade de se retirar o cateter e descontinuar a terapia em caso de peritonite (CHACAR et al., 2014; ROSS & LABATO, 2011).

Outras complicações relativamente comuns são hiper-hidratação e vazamento de dialisado para o tecido subcutâneo. A hiper-hidratação pode ser identificada com o aumento de pressão sanguínea, aumento de peso do animal ou retorno inferior a 90% do volume total de dialisado infundido. Para correção dessa condição, deve-se utilizar um dialisado de alta osmolaridade para aumentar a ultrafiltração. O vazamento de dialisado para o tecido subcutâneo deve ser contido com uma aposição cirúrgica adequada, além da redução na quantidade inicial de dialisado infundido. Caso o vazamento ocorra, pode-se realizar bandagens compressivas intermitentes nos membros do animal para mobilizar o edema (ROSS & LABATO, 2011).

A síndrome do desequilíbrio da diálise também pode ocorrer, porém em menor escala. Assim como na hemodiálise, animais com níveis de ureia muito exacerbados e outros componentes que influenciam na osmolaridade do sangue correm um risco de serem acometidos por essa síndrome. Caso isso ocorra, a prescrição deve ser alterada, diminuindo a frequência de troca de dialisado e aumentando o tempo entre uma drenagem e outra (ROSS & LABATO, 2011).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As terapias dialíticas compreendem técnicas de extrema importância tanto no âmbito da nefrologia quanto no intensivismo. Elas se mostraram grandes aliadas no tratamento de suporte de patologias renais, e em situações onde dificilmente o animal sobreviveria com outras terapias de suporte. Apesar do custo elevado, ainda assim gera muita demanda nos poucos lugares que possuem esses serviços.

Seu uso já é amplamente empregado em países como nos Estados Unidos (EUA) e alguns na Europa. Porém, no Brasil ainda está restrito à poucos centros de referência e o conhecimento dos usos dessa terapia também são limitados. Há poucas publicações brasileiras sobre o tema e boa parte está

desatualizada, sendo necessário para a escrita deste trabalho a utilização de publicações científicas originais de outros países, em especial dos EUA. Isso acaba não refletindo na realidade brasileira de casuística e disponibilidade de recursos, sendo imprescindível a publicação de mais trabalhos brasileiros para maior compreensão e adequação da técnica no país.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIERNO, M. J. Continuous renal replacement therapy in dogs and cats. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 135-146, 2011.

AQUINO, L. C. **Ocorrência do vírus da leucemia felina no DF e suas alterações laboratoriais**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal)-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

BARTGES, J. W. Chronic kidney disease in dogs and cats. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 42, n. 4, p. 669-692, 2012.

BERSENAS, A. M. A clinical review of peritoneal dialysis. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 21, n. 6, p. 605-617, 2011.

BLOOM, C. A.; LABATO, M. A. Intermittent hemodialysis for small animals. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 115-133, 2011.

CHACAR, F. C.; OKAMOTO, P. T. C. G.; OLIVEIRA, J. D.; MELCHERT, A. Diálise peritoneal em cães e gatos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2014.

CHALHOUB, S.; LANGSTON, C. E.; POEPEL, K. Vascular access for extracorporeal renal replacement therapy in veterinary patients. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 147-161, 2011.

CHEW, D. J.; DIBARTOLA, S. P.; SCHENCK, P. A. **Urologia e nefrologia do cão e do gato**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 540p.

COOPER, R. L.; LABATO, M. A. Peritoneal dialysis in veterinary medicine. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 91-113, 2011.

COWGILL, L. D. Hemodialysis in veterinary medicine. **Dialysis Times**, v. 20, n. 3, p. 1-5, 2013.

COWGILL, L. D.; FRANCEY, T. Hemodialysis and extracorporeal blood purification. In: DIBARTOLA, S. P. **Fluid, Electrolyte and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4.ed. St Louis: Elsevier, 2011. cap. 29, p. 680-713.

COWGILL, L. D.; GUILLAUMIN, J. Extracorporeal renal replacement therapy and blood purification in critical care. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 23, n. 2, p. 194-204, 2013.

COWGILL, L. D.; LANGSTON, C. E. Role of hemodialysis in the management of dogs and cats with renal failure. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 26, n. 6, p. 1347-1378, 1996.

DORVAL, P.; BOYSEN, S. R. Management of acute renal failure in cats using peritoneal dialysis: a retrospective study of six cases (2003–2007). **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 11, n. 2, p. 107-115, 2009.

DUNAEVICH, A.; CHEN, H.; MUSSERI, D.; KUZU, S.; MAZAKI-TOVI, M.; AROCH, I.; SEGEV, G. Acute on chronic kidney disease in dogs: Etiology, clinical and clinicopathologic findings, prognostic markers, and survival. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 34, n. 6, p. 2507-2515, 2020.

EKNOYAN, G. The wonderful apparatus of John Jacob Abel called the “artificial kidney”. **Seminars In Dialysis**, Houston, v. 22, n. 3, p. 287-296, 2009.

ELLIOTT, D. A. Hemodialysis. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 15, n. 3, p. 136-148, 2000.

FISCHER, J. R. Diálise Peritoneal e Hemodiálise. In: ELLIOTT, J.; GRAUER, G. **BSAVA Manual de Nefrologia e Urologia em Cães e Gatos**. 2.ed. Quedgeley: British Small Animal Veterinary Association, 2007. cap. 16, p. 229-240.

FISCHER, J. R.; PANTALEO, V.; FRANCEY, T.; COWGILL, L. D. Veterinary hemodialysis: advances in management and technology. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 34, n. 4, p. 935-967, 2004.

FOSTER, J. D. Extracorporeal Therapies in the Emergency Room and Intensive Care Unit. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 50, n. 6, p.1215-1236, 2020.

GERALDES, S. S. **Hemodiálise intermitente em cães com doença renal crônica estágio III e IV**. 2018. 70 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GUIOT, Ê. G.; OKAMOTO, P. T. C. G.; CHACAR, F. C.; GOMIDE, P.; LOURENÇO, M. L. G.; MELCHERT, A. Reversão da injúria renal aguda após

diálise peritoneal em cão. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 2, p. 153-157, 2015.

HOFFMAN, L.; LONDONO, L. A.; MARTINEZ, J. Management of severe baclofen toxicosis using hemodialysis in conjunction with mechanical ventilation in a cat with chronic kidney disease. **Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports**, v. 7, n. 2, p.1-7, 2021.

KINNEY, E. I. I. Renal Replacement Therapy. In: NORKUS, C. L. **Veterinary Technician's Manual for Small Animal Emergency and Critical Care**. 2.ed. Hoboken: Wiley, 2018. cap. 26, p. 545-554.

LABATO, M. A. Peritoneal dialysis. In: BARTGES, J.W.; POLZIN, D.J. **Nephrology and urology of small animals**. 1.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. cap. 30, p. 293-305.

LANGSTON, C. Hemodialysis. In: BARTGES, J.W.; POLZIN, D.J. **Nephrology and urology of small animals**. 1.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. cap. 28, p. 255-285.

LANGSTON, C.; COOK, A.; EATROFF, A.; MITELBERG, E.; CHALHOUB, S. Blood transfusions in dogs and cats receiving hemodialysis: 230 cases (June 1997–September 2012). **Journal of veterinary internal medicine**, v. 31, n. 2, p. 402-409, 2017.

LANGSTON, C.; EATROFF, A.; POEPEL, K. Use of tissue plasminogen activator in catheters used for extracorporeal renal replacement therapy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 2, p. 270-276, 2014.

LANGSTON, C.; EATROFF, A. Acute Kidney Injury. In: LITTLE, S.E. **August's Consultations in Feline Internal Medicine**. 7.ed. St. Louis: Elsevier, 2016. cap. 50, p. 483-498.

MELCHERT, A.; MENESES, A. M. C.; BRANT, J. R. D. A. C.; BALBI, A. L.; CARAMORI, J. T.; BARRETTI, P. Acesso vascular para hemodiálise com cateter temporário de duplo lúmen em cães com insuficiência renal aguda. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1010-1016, 2008.

MISTRY, K. Dialysis disequilibrium syndrome prevention and management. **International journal of nephrology and renovascular disease**, v. 12, p. 69-77, 2019.

MONAGHAN, K. N.; ACIERNO, M. J. Extracorporeal removal of drugs and toxins. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 227-238, 2011.

MONAGHAN, K.; NOLAN, B.; LABATO, M. Feline acute kidney injury: 2. Approach to diagnosis, treatment and prognosis. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 14, n. 11, p. 785-793, 2012.

MUGFORD, A.; LI, R.; HUMM, K. Acute kidney injury in dogs and cats 1. Pathogenesis and diagnosis. **In Practice**, v. 35, n. 5, p.253-264, 2013.

NEGOI, D.; NOLPH, K. D. History of Peritoneal Dialysis. In: KHANNA, R.; KREDIET, R. T. **Nolph and Gokal's Textbook of Peritoneal Dialysis**. 3.ed. Boston: Springer, 2009. cap. 1, p. 1-18.

ORVALHO, J. S.; COWGILL, L. D. Cardiorenal syndrome: diagnosis and management. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 47, n. 5, p. 1083-1102, 2017.

PERONDI, F.; LIPPI, I.; CECCHERINI, G.; MARCHETTI, V.; BERNICCHI, L.; GUIDI, G. Evaluation of a prognostic scoring system for dogs managed with hemodialysis. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 28, n. 4, p. 340-345, 2018.

PERONDI, F.; PETERSCU, V. F.; FRATINI, F.; BROVIDA, C.; PORCIELLO, F.; CECCHERINI, G.; LIPPI, I. Bacterial colonization of non-permanent central venous catheters in hemodialysis dogs. **Heliyon**, v. 6, n 1, p. e03224, 2020.

POEPPEL, K.; LANGSTON, C. Technical management of hemodialysis. In: CREEDON, J. M. B.; DAVIS, H. **Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care**. 1.ed. Oxford: Wiley & Sons, 2012. cap. 34, p. 431-448.

POEPPEL, K.; LANGSTON, C. E.; CHALHOUB, S. Equipment commonly used in veterinary renal replacement therapy. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 177-191, 2011.

POLZIN, D. J. Chronic kidney disease. In: BARTGES, J.W.; POLZIN, D.J. **Nephrology and urology of small animals**. 1.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. cap. 48, p. 433-471.

ROSS, S. Anticoagulation in intermittent hemodialysis: pathways, protocols, and pitfalls. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 41, n. 1, p. 163-175, 2011.

ROSS, L. A.; LABATO, M. A. Peritoneal Dialysis. In: DIBARTOLA, S. P. **Fluid, Electrolyte and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4.ed. St Louis: Elsevier, 2011. cap. 28, p. 665-679.

SMETS, P.M.Y.; MEYER, E.; MADDENS, B.E.J.; DUCHATEAU, L.; DAMINET, S. Urinary markers in healthy young and aged dogs and dogs with chronic kidney disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, n. 1, p. 65-72, 2010.

SILVER, H. Ethylene glycol toxicity. **Veterinary Nursing Journal**, v. 32, n. 4, p. 109-113, 2017.

VEADO, J. C. C. Hemodiálise – Por que empregar a técnica em animais? **Revista Brasileira de Medicina Veterinária – Pequenos Animais e Animais de Estimação**, Curitiba, v.1, n.1, p. 53-57, 2003.

WELSH, L. Haemodialysis: techniques, anticoagulation and nursing. **The Veterinary Nurse**, v. 8, n. 10, p. 553-557, 2017.

WELSH, D. M.; LABATO, M. A. Peritoneal dialysis. In: CREEDON, J. M. B.; DAVIS, H. **Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care**. 1.ed. Oxford: Wiley & Sons, 2012. cap. 33, p. 421-430.

7. ANEXOS

ANEXO 1 – Comparativo entre hemodiálise e diálise peritoneal (fonte: FISCHER, 2007).

Hemodiálise	Diálise Peritoneal
Requer muita experiência da equipe	Trabalhoso
Equipamentos caros e complexos	Equipamentos baratos e simples
Maior eficiência	Menor eficiência
Alto custo para os tutores	Alto custo para os tutores
Não há risco de peritonite	Há risco de peritonite
Há risco de hipotensão	Não há risco de hipotensão
Excelente taxa de remoção para muitas toxinas	Moderada taxa de remoção para algumas toxinas

ANEXO 2 – Lista de substâncias dialisáveis e quais técnicas dialíticas podem ser empregadas para cada uma (fontes: FISCHER, 2007; LANGSTON, 2011; FOSTER, 2020).

Substância	Diálise peritoneal	Hemodiálise convencional	Hemodiálise de alto fluxo	Hemoperfusão
Aciclovir		X		
Ácido acetilsalicílico	X	X		
Ácido aminocaproico	X	X		
Ácido ascórbico	X	X		
Ácido clavulânico	X	X		
Ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA)	X	X		
Anti-inflamatórios não esteroidais				X
Álcool Isopropílico		X		
Alopurinol		X		
Alumínio		X		
Amatoxinas				X
Amicacina	X	X		
Amitriptilina		X		X
Amoxicilina (e maioria das penicilinas)	X	X		
Aspirina		X		
Atenolol		X		
Azatioprina		X		
Baclofeno		X		X
Barbitúricos				X
Bretílio		X		
Brometos		X		
Bussulfano		X		
Cafeína		X		
Canabinóides				X
Canamicina	X	X		
Captopril		X		
Carboplatina		X		
Carisoprodol	X	X		
Cefalosporinas de 1ª geração	X	X		

Cefalosporinas de 2ª geração	X	X		
Cefalosporinas de 3ª geração	X	X		
Cefoxetina		X		
Ciclofosfamida		X		
Ciclosporina				X
Cilastatina		X		
Cisplatina			X	
Citarabina			X	
Cloranfenicol		X		
Clorfeniramina		X		
Dapsona		X		
Deferoxamina		X		
Diazóxido	X	X		
Enalapril	X	X		
Enrofloxacina				X
Esmolol	X	X		
Etanol		X		
Etilenoglicol		X		
Famciclovir		X		
Fenitoína			X	
Fenobarbital	X	X		X
Flucitosina	X	X		
Fluconazol	X	X		
Fluorouracil		X		
Foscarnet		X		
Gabapentina		X		
Gentamicina	X	X		
Hidrato de cloral		X		
Ifosfamida		X		
Imipenem	X	X		
loexol		X		
Iopamidol	X	X		
Linezolida		X		
Lisinopril		X		

Lítio	X	X		
Manitol	X	X		
Meprobamato	X	X		
Mercaptopurina		X		
Mesalazina		X		
Metaldeído		X		X
Metanol		X		
Metformina		X		
Metildopa	X	X		
Metilprednisolona		X		
Metoprolol		X		
Metotrexato		X		X
Metronidazol		X		
Mexiletina		X		
Minoxidil	X	X		
Morfina			X	
Neomicina	X	X		
Nitrofurantoína		X		
Nitroprusiato	X	X		
Octreotida		X		
Ofloxacino		X		
Paracetamol		X		
Paraquat				X
Penicilamina		X		
Pentazocina		X		
Pentobarbital				X
Primidona		X		
Procainamida		X		
Ranitidina		X	X	
Salicilatos		X		X
Sotalol		X		
Sulbactam		X		
Sulfafurazol	X	X		
Sulfametoxazol		X		
Teofilina		X		X

Tobramicina	X	X		
Tocainida		X		
Trimetoprima		X		
Valaciclovir		X		
Vancomicina			X	
Vincristina				X
Zidovudina	X	X		