

José Muniz Pazeli Júnior

COMPARAÇÃO DA
AVALIAÇÃO DA VOLEMIA DE PACIENTES HEMODIALÍTICOS
ATRAVÉS DE ULTRASSOM DE VEIA CAVA INFERIOR POR
ECOCARDIOGRAFISTA E NEFROLOGISTA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de concentração: Saúde Brasileira como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Hélydy Sanders Pinheiro
Co-orientador: Prof. Dr. Rogério Baumgratz de Paula

JUIZ DE FORA
2012

Pazeli Júnior, José Muniz.

Comparação da avaliação da volemia de pacientes hemodialíticos através de ultrassom de veia cava inferior por ecocardiografista e nefrologista / José Muniz Pazeli Júnior. – 2012.

47 f. : il.

Tese (Mestrado em Saúde)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

1.Fluido extracelular. 2. Hemodiálise. 3. Ultrassonografia. I. Título.

CDU 616-008.8

José Muniz Pazeli Júnior

COMPARAÇÃO DA
AVALIAÇÃO DA VOLEMIA DE PACIENTES HEMODIALÍTICOS
ATRAVÉS DE ULTRASSOM DE VEIA CAVA INFERIOR POR
ECOCARDIOGRAFISTA E NEFROLOGISTA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de concentração: Saúde Brasileira como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Hélady Sanders Pinheiro – Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora



Profa. Dra. Maria Eugênia Fernandes Canziani
Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina



Profa. Dra. Natália Maria da Silva Fernandes
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Marcus Gomes Bastos
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Hélydy Sanders Pinheiro, minha amiga e orientadora, por todo empenho, dedicação, competência, e acima de tudo, muita paciência. Você me fez acreditar, me incentivou, me ensinou e me apoiou quando quase desisti.

Ao Professor Doutor Rogério Baumgratz de Paula, meu amigo e co-orientador pela inspiração, incentivo e por ter me ajudado muito em todas as fases deste trabalho.

Ao Professor Doutor Marcus Gomes Bastos por ter sempre acreditado nos seus sonhos e criado este núcleo de pesquisa, por ter me inspirado desde os tempos da Residência Médica, pela amizade e apoio.

À Professora Doutora Darcília Nagem por ter compreendido as dificuldades que a distância impôs e por ter me ajudado nas matrículas das disciplinas.

Aos pacientes da Clínica Pró-Renal de Barbacena por terem aceitado participar deste estudo, mesmo cientes que os resultados dos exames não os beneficiaria de forma direta.

À equipe da Clínica Pró-Renal por terem me apoiado e incentivado. Minhas desculpas pelos transtornos.

À minha amiga e sócia Enfermeira Nilcéia Cunha por ter me apoiado desde o início do trabalho e ter coletado e organizado os dados dos pacientes.

Aos meus amigos e colegas de trabalho Doutora Andréa Matos e Doutor Anderson Rodrigues por terem me apoiado e me substituído na clínica todas as vezes que me ausentei para cumprir as atividades da pós-graduação.

À todos os colegas da Pós-Graduação pelo apoio e companheirismo. À querida amiga Enfermeira Elisa Marsicano, sem sua ajuda eu não conseguiria.

À Professora Doutora Natália Fernandes e Professor Doutor Fernando Colugnati por terem feito a análise estatística. Natália, muito obrigado por ter ido muito além do formal.

Aos colegas e amigos cardiologistas Doutor Tarcísio Grossi e Doutor Daniel Vidigal pela participação no trabalho e pelo muito que me ensinaram.

Ao meu amigo Doutor Welfane Cordeiro Júnior por ter me convidado para o primeiro curso do Winfocus, que desencadeou todo este processo.

Ao amigo Prof. Doutor Luca Neri por ter me ensinado as primeiras noções de ultrassonografia e pela oportunidade de participar deste movimento mundial que está revolucionando a Medicina. Você me fez acreditar de novo que é possível mudar o mundo.

Aos meus muitos e muito queridos filhos, Luísa, Leandro, Júlia, Beatriz e Vinicius por serem minha maior razão para viver e lutar por um mundo melhor. Desculpem-me pelas muitas horas que não lhes dediquei por conta deste trabalho.

À minha querida esposa Andréa por todo amor, carinho, compreensão e por ter suportado do meu lado toda a pressão. Me desculpe pelos momentos que não estava a seu lado, mesmo estando fisicamente.

Aos meus queridos irmãos Marcelo, Rosa, Waldênia e Lívia pelo amor e carinho que sempre me dedicaram. Estendo a meus cunhados, cunhadas e sobrinhos. À meu saudoso irmão José Nelson, que partiu quando eu estava fora do Brasil, justamente em um curso de ultrassonografia. Zé, eu nunca me despedi, e nem vou.

Aos meus pais Marinelsi Muniz e José Muniz Pazeli por terem me dado tudo o que tenho, me apoiado e vibrado com cada pequena conquista. Dedico a vocês este trabalho.

“Quando nada acontece, há um grande milagre acontecendo que não estamos vendo.”

“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende.”

João Guimarães Rosa

RESUMO

A Doença Renal Crônica (DRC) é um problema de saúde pública mundial e o número de pacientes inscritos em programas de terapia de substituição de função renal vem crescendo progressivamente. A morbimortalidade dos pacientes com DRC é impressionante e se deve principalmente a doença cardiovascular. A remoção inadequada de líquidos durante a hemodiálise é um dos principais fatores responsáveis por esta evolução desfavorável. A hipervolemia crônica leva a hipertensão, hipertrofia ventricular esquerda, congestão pulmonar e aumenta as taxas de hospitalização e mortalidade. A hipovolemia, por outro lado, se associa com náuseas, vômitos, diminuição da qualidade de vida, perda da função renal residual, trombose do acesso venoso e redução da adequação da diálise, devido às frequentes interrupções das sessões de diálise. O peso seco, definido como o menor peso atingido pelo paciente no final das sessões, quando a maior parte do excesso de líquido acumulado tenha sido removido, ainda é avaliado clinicamente, mas tem fraca correlação com a verdadeira volemia. Apesar de não podermos contar com método que seja “padrão-ouro”, devido às limitações na acurácia e aplicabilidade, várias exames complementares tem sido estudados e validados para a determinação mais precisa da volemia em pacientes dialíticos, incluindo a avaliação ultrassonográfica da veia cava inferior (VCI). O alto custo dos ecocardiógrafos e a necessidade de um ecocardiografista para operá-los têm impedido a disseminação da ultrassonografia para avaliar a VCI e, conseqüentemente, a volemia. Nós hipotetizamos que a classificação volêmica baseada na determinação do diâmetro expiratório da VCI indexado pela superfície corpórea (DVCIi) e o índice de colabamento inspiratório da VCI (ICVCI) realizada por médico nefrologista, sem especialização em ultrassonografia, é similar àquela obtida no mesmo exame

realizado por médico especialista em ecocardiografia utilizando um ecocardiógrafo padrão (ECO) ou um equipamento de ultrassom convencional (US). Neste estudo transversal, um ecocardiografista experiente e um nefrologista sem especialização formal em ultrassonografia avaliaram consecutivamente o DVCLI e o ICVCI de 52 pacientes, durante as sessões de hemodiálise. No protocolo I, o nefrologista usou o US e o cardiologista usou o ECO; no protocolo II os aparelhos foram invertidos entre os pesquisadores. Em ambos os protocolos, os coeficientes de Pearson e kappa foram utilizados para avaliar a correlação entre as variáveis contínuas e categóricas, respectivamente. A concordância entre os examinadores foi avaliada pelo Bland-Altman. Obtivemos imagens de boa qualidade da VCI em 96% dos pacientes. As avaliações do DVCLI apresentaram forte correlação em ambos os protocolos ($r = 0,88$ e $0,84$, nos protocolos I e II, respectivamente). A correlação entre as classificações volêmicas foi excelente no protocolo I (kappa = $0,82$ e $0,93$ pelo DVCLI e ICVCI, respectivamente) e substancial no protocolo II (kappa = $0,77$ e $0,75$ pelo DVCLI e ICVCI, respectivamente). A concordância entre os examinadores pelo gráfico de Bland-Altman das avaliações de DVCLI foi também muito boa em ambos os protocolos. Nefrologistas sem especialização formal em ultrassonografia usando um US podem avaliar a volemia de pacientes dialíticos através da ultrassonografia de VCI. O mesmo equipamento que já equipa as clínicas de diálise e é utilizado para diversas outras finalidades, como biópsia renal guiada, acesso venoso guiado, avaliação do trato urinário, mapeamento vascular e estudo das fístulas e enxertos, pode ser utilizado para determinação do peso seco. Esperamos assim, reduzir custos e melhorar a qualidade do atendimento dos pacientes dialíticos, através da disseminação da avaliação ultrassonográfica da VCI.

Palavras-chave: líquido extracelular; hemodiálise; veia cava inferior; ultrassonografia; sistemas automatizados de assistência junto ao leito.

ABSTRACT

Chronic kidney disease has emerged as a public health problem of substantial proportions, and the number of patients who require renal replacement therapy has been growing over the years. The mortality rate of patients with ESRD remains amazing, and a large part of this mortality is due to cardiovascular disease. The inadequate fluid removal during hemodialysis is a major factor responsible for this unfavorable development. The hypervolemia leads to chronic hypertension, left ventricular hypertrophy, pulmonary congestion and increased rates of hospitalization and mortality. The hypovolemia, moreover, is associated with nausea, vomiting, diminished quality of life, loss of residual renal function, access thrombosis and reduction of dialysis adequacy, due to frequent interruptions of dialysis sessions. Clinically estimated dry weight, defined as the lowest post-dialysis weight at which most excess body fluid will have been removed, is widely used but is poorly predictive of volemic status. Despite the lack of gold standards, related to limitations in accuracy and feasibility, fluid volume has been assessed by using various tools, including ultrasonographic evaluation of the inferior vena cava (IVC). We sought to determine whether a nephrologist with limited ultrasound training can accurately assess the IVC in patients undergoing haemodialysis compared with a cardiologist by using a regular ultrasound system (RUS) or a full cardiovascular ultrasound system (CVUS). In a cross-sectional study, an experienced cardiologist and a nephrologist without formal ultrasound training consecutively measured the indexed IVC expiratory diameter (VCDi) and IVC collapsibility index (IVCCI) of 52 patients during haemodialysis sessions. In protocol I, the nephrologist used an RUS and the cardiologist used a CVUS; in protocol II, the machines were interchanged. In both protocols, Pearson and kappa correlation coefficients were used to evaluate the

interobserver correlation of continuous and categorical data, respectively. The interexaminer agreement was determined by the Bland–Altman method. High-quality IVC images were obtained in 96% of the patients. The VCDi measurements showed strong correlation in both protocols ($r = 0.88$ and 0.84 in protocols I and II, respectively). The volaemic classifications were excellent in protocol I (kappa = 0.82 and 0.93 by the VCDi and IVCCI, respectively) and substantial in protocol II (kappa = 0.77 and 0.75 by the VCDi and IVCCI, respectively). The interexaminer agreement on the VCDi measurements was also very good in both protocols. Ultrasound evaluation of the IVC can be performed by nephrologists without formal training using an RUS to assess volaemic status in patients undergoing haemodialysis. The same equipment that is already being used in dialysis clinics for several other purposes, such as guided renal biopsy, guided venous access, evaluation of the urinary tract, vascular mapping and study of fistulas and grafts can be used to determine the dry weight. We hope reduce costs and improve the quality of care for dialysis patients, through the spread of ultrasound evaluation of the IVC.

Keywords: extracellular fluid; haemodialysis; inferior vena cava; ultrasound; point-of-care.

ABREVIATURAS

ANP - Peptídeo Natriurético Atrial

BIA - Bioimpedância

BNP - Peptídeo Natriurético Cerebral

c-BIA - Bioimpedância da Panturrilha

c-GMP - Monofosfato de Guanosina Cíclico

DRC - Doença Renal Crônica

DVCI - Diâmetro da Veia Cava Inferior Indexado à Superfície Corporal

EUA - Estados Unidos da América

FRR - Função Renal Residual

HD - Hemodiálise

ICVI - Índice de Colapamento da Veia Cava Inferior

LEC - Líquido Extracelular

LIC - Líquido Intracelular

MF-BIA - Espectroscopia de Bioimpedância Multifrequencial

SBN - Sociedade Brasileira de Nefrologia

s-BIA - Bioimpedância Segmentar

SF-BIA - Bioimpedância Unifrequencial

TRS - Terapia Renal Substitutiva

VS - Volume Sanguíneo

VCI - Veia Cava Inferior

wh-BIA - Bioimpedância Corporal Total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 DOENÇA RENAL CRÔNICA.....	18
2.2 DIÁLISE.....	19
2.3 HIPERVOLEMIA.....	22
2.4 HIPOVOLEMIA.....	24
2.5 DETERMINAÇÃO DA VOLEMIA.....	26
2.5.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA	28
2.5.2 EXAMES COMPLEMENTARES PARA AVALIAÇÃO DA VOLEMIA	30
2.5.2.1 TÉCNICAS DE DILUIÇÃO COM RADIOTRAÇADORES.....	30
2.5.2.2 RADIOGRAFIA DE TÓRAX	31
2.5.2.3 BIOIMPEDÂNCIA	32
2.5.2.4 VOLUME SANGUÍNEO	35
2.5.2.5 MARCADORES BIOQUÍMICOS.....	36
2.5.2.6 ULTRASSONOGRAFIA DA VEIA CAVA INFERIOR.....	38
3 HIPÓTESE DO ESTUDO.....	44
4 OBJETIVOS DO ESTUDO.....	45
4.1 PRIMÁRIO.....	45
4.2 SECUNDÁRIO.....	45
5 METODOLOGIA	46
5.1 DESENHO DO ESTUDO	46
5.2 AMOSTRA.....	47
5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	47
5.4 PROTOCOLO DO ESTUDO.....	47
5.4.1 CÁLCULO DA SUPERFÍCIE E ÍNDICE DE MASSA CORPORAIS.....	48
5.4.2 OBTENÇÃO DO DVCII E ICVCI.....	49
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
8 CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICES.....	89
ANEXOS	93

1 INTRODUÇÃO:

A doença renal crônica (DRC) é um problema de saúde pública mundial. Nos Estados Unidos (EUA), há uma crescente incidência e prevalência de DRC (K/DOQI, 2002). O número de pacientes atendidos pelo Medicare, no estágio final da doença, aumentou de cerca de 10 mil beneficiários em 1973 para 86.354 em 1983, e para 488,938 em 2010. Somente em 2010, 116,946 novos pacientes foram inscritos em programas de terapia renal substitutiva (TRS) naquele país (UNITED STATES RENAL DATA SYSTEM, 2012). O aumento da prevalência de pacientes inscritos explica-se principalmente pelo aumento no número de pacientes que iniciam a TRS em cada ano e, em menor medida, pelo aumento da sobrevivência de pacientes com doença renal terminal (UNITED STATES RENAL DATA SYSTEM, 2009). Pelo menos nos EUA, este aumento da prevalência e incidência de DRC parece resultar do envelhecimento da população e da pandemia de diabetes tipo 2 (HIMMELFARB, 2002; KNIGHT et al., 2003; EL NAHAS e BELLO, 2005). O último censo realizado pela Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) tendo como referência o mês de julho de 2011, constatou que havia 91.314 pacientes em diálise no Brasil, sendo a grande maioria, 90,6%, inscritos em programa de hemodiálise (HD), o restante sob diálise peritoneal (SESSO et al., 2012). O número de pacientes dialíticos aumentou de 42.629 em 2000 para 92.091 em 2010 (SESSO et al., 2012).

Apesar da magnitude dos recursos utilizados para o tratamento da DRC terminal em todo o mundo, devido ao alto custo do tratamento, e das melhorias substanciais na qualidade da TRS, os pacientes continuam a experimentar altas mortalidade e morbidade, e redução da qualidade de vida. Apesar do declínio da mortalidade observada nas últimas duas décadas nos EUA, apenas 51% dos

pacientes em tratamento dialítico e 82% daqueles que recebem um transplante renal preemptivo, permanecem vivos após 3 anos do início da TRS, números que ilustram a extrema vulnerabilidade destes pacientes, quando comparados com a população geral. Entre pacientes acima de 65 anos, a mortalidade é duas vezes maior que a observada em pacientes com câncer, diabetes, insuficiência cardíaca ou coronariopatia (UNITED STATES RENAL DATA SYSTEM, 2012). Além disso, 50 por cento dos pacientes em diálise têm três ou mais comorbidades, o número médio de dias de internação por ano é de cerca de 12,6 por paciente, e os índices de qualidade de vida auto-relatados são muito mais baixos em pacientes de diálise do que na população em geral (MCCLELLAN et al., 1991; DEOREO et al., 1997; DE CASTRO et al., 2003; UNITED STATES RENAL DATA SYSTEM, 2012). No Brasil, Sesso et al. acompanharam 200 pacientes hemodialíticos entre 2001 e 2004 e observaram que o número médio de internações é de 12 por paciente/ano, sendo a maioria por eventos cardiovasculares, 56% por doença coronariana e 25% por insuficiência cardíaca congestiva (SESSO et al., 2007).

A remoção inadequada de líquidos durante as sessões de HD é um dos fatores críticos na morbimortalidade e na qualidade de vida destes pacientes (CHANG et al., 2004; CHAZOT, 2009; AGARWAL, 2010; PARKER et al., 2011). Em estudo com mais de 3.000 pacientes em hemodiálise, o risco relativo de morte se correlacionou com a volemia avaliada por bioimpedância, sendo maior nos pacientes hipervolêmicos (PILLON et al., 2004).

A hipervolemia é o principal fator relacionado à hipertensão arterial, que acomete a maior parte dos pacientes dialíticos (CHARRA et al., 1996). A hipertensão arterial, por sua vez, está associada à alta mortalidade cardiovascular nestes pacientes (CHARRA et al., 1996; MAZZUCHI et al., 2000). O controle da

hipervolemia pode normalizar a pressão arterial ou torná-la mais facilmente controlável na maioria das vezes (HORL, 2010).

A hipovolemia, por outro lado, se associa com sintomas intra-dialíticos, como hipotensão, desconforto gastrintestinal, náuseas, vômitos, câimbras e zumbidos que podem levar à interrupção da sessão de HD e impactar negativamente na qualidade do tratamento dialítico e na qualidade de vida do paciente (CHANG et al., 2004; LONDON, 2011). A hipovolemia pode também determinar a perda do acesso venoso, devido à trombose de fístulas e enxertos vasculares e acelerar a perda da função renal residual, secundária à hipotensão e baixo fluxo sanguíneo renal (WANG; LAI, 2006; CURATOLA et al., 2011).

Atualmente, a estimativa da volemia dos pacientes em HD é feita empiricamente através de tentativas e erros, com o objetivo de se atingir o chamado “peso seco”. O peso seco pode ser definido como o peso adequado após as sessões de HD, quando se retirou todo o excesso de líquidos e abaixo do qual sintomas de hipovolemia ocorram, como náuseas, vômitos, câimbras e hipotensão (JAEGER e METHA, 1999). O peso seco é muito variável e pode flutuar no mesmo indivíduo com as doenças intercorrentes, como diarreia e infecção e com as alterações na hemoglobina, secundárias ao uso de eritropoetina (PALMER E HENRICH, 2008).

Embora os médicos possam diagnosticar graves depleções ou sobrecargas de volume pelo exame clínico, há clara limitação em sua capacidade para detectar alterações mais sutis da volemia, o que exige métodos mais objetivos para melhorar a precisão da estimativa do peso seco (JAEGER E METHA, 1999; ISHIBE & PEIXOTO; 2004; DOUL et al., 2012). Desta forma, várias ferramentas têm sido usadas para reduzir a margem de erro da avaliação clínica da volemia neste grupo

de pacientes, incluindo radiografia de tórax, bioimpedância (BIA), monitorização de volume sanguíneo, marcadores bioquímicos e avaliação ultrassonográfica da veia cava inferior (VCI) (ISHIBE et al., 2004). Cada um destes métodos tem limitações teóricas e práticas que dificultam seu uso rotineiro (BRENNAN et al., 2006).

Os nefrologistas ainda não dispõem de um método simples, confiável e que possa ser usado no dia a dia das clínicas de diálise para avaliar de forma adequada a volemia dos seus pacientes e mitigar as consequências tanto da hiper quanto da hipovolemia. Pretendemos portanto, avaliar a ultrassonografia da VCI como método diagnóstico para estimativa da volemia em pacientes dialíticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DOENÇA RENAL CRÔNICA

A DRC é definida pela National Kidney Foundation como uma patologia que preencha uma das seguintes condições, que se estendam por pelo menos três meses:

Lesão renal, definida pela presença de dano estrutural e/ou funcional avaliada pela presença de alterações na histologia, exames de imagem, anormalidades no sangue ou urina (como redução da taxa filtração glomerular, proteinúria acima de 300 mg/dia, hematúria);

Redução isolada da taxa de filtração glomerular para menos de 60 ml/min/1,73m² de área corporal.

A doença é evolutiva e classificada em 5 estágios, desde lesão renal oculta com função renal preservada até a falência renal funcional com indicação de TRS (Tabela 1). Para os estágios 1 e 2 a lesão renal é definida com a presença de proteinúria maior ou igual a 300mg em 24 horas ou a relação albumina/creatinina maior que 30mg/g. Quanto mais avançado o estágio, ocorre uma piora progressiva da doença (NATIONAL KIDNEY FOUNDATION, 2002; LEVEY et al., 2011). Recentemente esta classificação foi revista e o estágio 3 foi subdividido em estágio 3 A e B. Também foi sugerido que em todos os pacientes seja mencionado o nível de proteinúria, em A, B e C, como forma de avaliação do risco de desfechos desfavoráveis, como eventos cardiovasculares (NATIONAL KIDNEY FOUNDATION, 2002; LEVEY et al., 2011).

Tabela 1 –Estadiamento da doença renal crônica proposto pelo K/DOQI e revisto pelo KDIGO.

Estágios da DRC	Taxa de Filtração Glomerular (mL/ mL/min/1,73 m ²)	Proteinúria (RA/C) (mg/g)
1	≥ 90	<30
2	60-89	
3A	45-59	30-299
3B	30-44	
4	15-29	>300
5	<15	

Fonte: Modificado de Levey e cols. (2011)
Legenda: R A/C- Relação albumina/creatinina

A DRC é normalmente assintomática até seus estágios mais avançados. No estágio 5 (taxa de filtração glomerular menor que 15mL/min/1,73m² de área corporal), torna-se necessário o início das TRS. Neste estágio, as opções de tratamento são o transplante renal e a diálise. A HD é o método dialítico mais empregado na maioria dos países, respondendo por 80% dos pacientes nos EUA (DAUGIRDAS et al., 2004). No Brasil, 90,6% dos pacientes são tratados por HD (SESSO et al., 2012).

2.2 DIÁLISE

A diálise ainda é a modalidade de TRS mais utilizada em todo o mundo. Este processo consiste basicamente no movimento de moléculas em solução por difusão, através de uma membrana semipermeável. Basicamente, a diálise inclui um

solvente, o sangue, que contem os solutos dissolvidos e uma membrana com poros, através dos quais os solutos se movem por difusão, em direção à solução de diálise. Como TRS temos disponíveis dois tipos de tratamento dialítico, a hemodiálise e a diálise peritoneal (DEPNER, 2005).

Na hemodiálise, a remoção do excesso de água e solutos se dá quando o sangue circula, através de um circuito extracorpóreo, dentro de um filtro de diálise e entra em contato com uma membrana semipermeável (NESRALLAH et al., 2005). A solução de diálise circula pelo outro lado dessa membrana, que tem uma grande área de superfície, permitindo que os detritos passem do sangue para a solução de diálise de acordo com seus gradientes de concentração. Algumas moléculas importantes para o paciente, tais como o cálcio e bicarbonato, passam da solução de diálise para o sangue (DEPNER, 2005). A dose de hemodiálise é adequada quando o tratamento é capaz de minimizar a morbimortalidade a longo prazo e proporcionar aos pacientes a melhor qualidade de vida possível (LEYPOLDT et al., 2005). A hemodiálise é geralmente administrada em uma clínica ou hospital, com uma dose padrão de três sessões por semana, com duração de 3 a 4 horas. A medida mais amplamente aceita para adequação da hemodiálise é o Kt/V , onde Kt é o volume total de uréia retirado normalizado pelo seu volume de distribuição, V (GOTCH e SARGENT, 1989). A hemodiálise é considerada adequada quando o Kt/V é de pelo menos 1,2 (GOTCH e SARGENT, 1989; N/KDOQI, 2002). O tratamento é intermitente, com conseqüente acúmulo de água e solutos corporais entre as sessões (DAUGIRDAS et al., 2004).

Os principais dispositivos presentes nas máquinas de diálise são os monitores de pressão, temperatura, condutividade do dialisato e volume de ultrafiltração, e os detectores de ar no sangue e hemoglobina na solução de diálise ;

estes dispositivos visam tornar o tratamento seguro e eficaz (DAUGIRDAS et al., 2004). Durante as sessões de HD, além da retirada de solutos, que depende da dose ofertada de diálise, ocorre a ultrafiltração de água, que é também prescrita pelo médico e precisamente controlada pelas máquinas (DAUGIRDAS et al., 2004). Os solutos são retirados principalmente por difusão através da membrana do dialisador, uma menor parte é removida por transporte convectivo, acompanhando a água ultrafiltrada. A ultrafiltração por pressão hidrostática é o mecanismo utilizado para remover a água acumulada no período inter-dialítico (DAUGIRDAS et al., 2004).

A diálise peritoneal, por outro lado, utiliza a membrana peritoneal, altamente vascularizada, do próprio paciente como membrana semi-permeável e fornecimento de sangue, sendo a solução de diálise estéril instalada diretamente na cavidade abdominal através de um cateter (GOKAL e MALLICK, 1999). Os resíduos urêmicos se difundem seguindo seu gradiente de concentração para a solução. A retirada de água ocorre por osmose, uma vez que a solução de diálise é hiperosmolar em relação ao sangue. O resultado é uma translocação de soluto e líquido do sangue para o dialisado. A solução de diálise é renovada a intervalos regulares, de modo que os solutos e a água sejam continuamente removidos (NESRALLAH et al., 2005).

Existem diferentes tipos de diálise peritoneal, incluindo a diálise peritoneal ambulatorial contínua, a diálise peritoneal contínua por cicladora e a diálise peritoneal intermitente noturna. A diálise peritoneal ambulatorial contínua é o tipo mais comum, e como o nome indica, o paciente realiza as trocas na sua residência, o que normalmente é feito a cada 4-6 horas. A dose de diálise é considerada adequada quando o Kt/V é, pelo menos, 2,0 por semana (K/DOQI, 2002). Na diálise peritoneal contínua por cicladora, uma máquina automática é usada para realizar 3-5 trocas durante a noite, enquanto o paciente dorme. Uma nova troca é realizada na

manhã e a solução fica no abdômen o dia inteiro. A diálise peritoneal intermitente noturna também utiliza uma máquina cicladora automática que faz entre 6 a 8 trocas durante a noite e o paciente fica com o abdome vazio durante o dia (GOKAL e MALLICK, 1999).

A escolha do tipo de diálise peritoneal depende de vários fatores, entre eles a função renal residual e a permeabilidade da membrana peritoneal. A diálise peritoneal intermitente noturna, por exemplo, pode ser indicada para um paciente que tem alguma função renal residual e uma membrana peritoneal altamente permeável (NESRALLAH et al., 2005).

Vários estudos, praticamente todos retrospectivos e observacionais, foram realizados comparando a mortalidade entre os pacientes em HD e diálise peritoneal. Os resultados são conflitantes, sendo que alguns mostram superioridade da hemodiálise, outros não mostram diferenças enquanto outros mostraram que a diálise peritoneal é superior (NELSON et al, 1992; HELD et al 1994; MURPHY et al, 2000). Alguns estudos revelam que a diálise peritoneal talvez devesse ser o tratamento inicial da DRC em fase dialítica, pois preserva melhor a função renal residual (ROTTEMBOURG al, 1983; LYSAGHT et al, 1991; MISRA et al, 2001).

A maioria dos pacientes pode ser tratada tanto por hemodiálise, quanto por diálise peritoneal. A escolha da modalidade dialítica acaba sendo muito mais influenciada por fatores não médicos; como a preferência do paciente, a distância da clínica à residência do paciente (SINNAKIROUCHENAN & HOLLEY, 2011).

2.3 HIPERVOLEMIA

A quantidade total de sódio presente no corpo controla o volume do líquido extracelular (LEC). Na DRC avançada, em consequência da redução do volume urinário e/ou remoção inadequada pela diálise, o balanço de sódio torna-se positivo e o LEC expande-se. Isto leva à hipertensão arterial e suas consequências cardiovasculares neste grupo de pacientes (LONDON, 2011).

O balanço de sódio tem forte impacto na morbidade e mortalidade dos pacientes em HD. O balanço de sódio afeta a mortalidade cardiovascular dos pacientes hemodialíticos não apenas por aumentar a pressão arterial, através de aumento do LEC, do conteúdo de sódio intracelular e do aumento da resistência vascular periférica, mas também por efeitos independentes na hipertrofia e dilatação cardíacas, na hipertrofia das células musculares lisas vasculares e na produção de espécies reativas de oxigênio (KITIYAKARA et al., 2003).

A hipervolemia crônica leva à hipertensão volume-dependente, sobrecarga cardiovascular e congestão pulmonar, resultando em aumento da morbiletalidade, sendo a hipervolemia considerada um dos principais fatores responsáveis pelo aumento considerável do risco cardiovascular nestes pacientes (FISHBANE et al., 1996; AGARWAL, 2010). A doença cardiovascular é, inquestionavelmente, a principal causa de óbitos em pacientes com DRC, em qualquer fase da doença (KEITH et al., 2004; FOLEY et al., 2005).

A importância da hipervolemia na alta mortalidade cardiovascular dos pacientes em tratamento dialítico foi balizada por estudo recente de Wizemann e cols., onde 269 pacientes em programa de hemodiálise foram submetidos à avaliação de volemia por bioimpedância e acompanhados por 3,5 anos. Numa

análise multivariada ajustada, eles observaram que a hipervolemia foi um preditor independente de mortalidade, com risco de 2,1 vezes maior, comparado com os pacientes sem hipervolemia, superada apenas pela presença de diabetes, risco de 2,7 vezes maior, comparado com os não diabéticos (WIZEMANN et al., 2009).

2.4 HIPOVOLEMIA

Thomson foi quem usou pela primeira vez a expressão “peso seco”, e o definiu como o peso no final da diálise que permite o controle da pressão arterial através da obtenção do menor volume de LEC possível (THOMSON et al, 1967). Ele afirmava que a redução da pressão arterial até a hipotensão durante a ultrafiltração representaria a obtenção do status de peso seco. Obviamente, neste caso o paciente não poderia estar usando drogas anti-hipertensivas, para que a hipotensão secundária aos efeitos vasoativos das drogas não fosse confundida com a obtenção do peso seco. Na definição de Charra, o paciente está no seu peso seco quando ele termina sua sessão de diálise normotenso e assim permanece até a próxima sessão, sem uso de anti-hipertensivos, a despeito da retenção de fluidos no período inter-dialítico (CHARRA, 1996). Em ambos os casos, pressupõe-se que para atingir o peso seco o paciente deverá apresentar em algum momento episódios de hipovolemia e hipotensão arterial. Charra afirma que uma estratégia interessante para se encontrar o peso seco é progressivamente abaixar o peso pós-diálise até que a hipotensão ocorra regularmente no final da sessão de HD. Quando isto ocorre, o peso deve ser ajustado para algumas centenas de gramas acima para melhorar o conforto do paciente (CHARRA, 2007). Este teste dinâmico é o método mais

empregado universalmente para adequação do peso seco, mas, apesar de prático, expõe o paciente aos incômodos e riscos da hipovolemia (PALMER & HENRICH, 2008).

A hipovolemia se associa a náuseas, vômitos, câimbras, hipotensão intradialítica, vertigens e colapso circulatório, que resultam em interrupções do procedimento dialítico e aumento do risco de trombose do acesso venoso (PALMER & HENRICH, 2008; AGARWAL & WEIR, 2010).

Estes eventos clínicos secundários à estimativa incorreta do peso seco têm impacto negativo na adequação da diálise, na qualidade de vida e na mortalidade dos pacientes em HD (CHANG et al, 2004; PALMER & HENRICH, 2008). A hipotensão arterial intradialítica, por exemplo, pode levar ao infarto cerebral e isquemia mesentérica (JONH et al, 2000; SCHREIBER, 2001).

Além destes efeitos adversos anteriormente citados, a hipovolemia pode acelerar a perda da função renal residual (FRR). Em 2000, Moist et al. demonstraram que maiores valores médios de pressão arterial pós-diálise se associaram com melhor preservação da FRR em pacientes iniciando programa de HD crônica (MOIST et al., 2000). No estudo NECOSAD, a frequência de episódios de hipotensão intra-dialíticos foi diretamente proporcional à deterioração da FRR (TERMORSHUIZEN et al., 2003). O mesmo se aplica à diálise peritoneal, conforme demonstrado por estudos que revelaram uma deterioração mais rápida da FRR em diálise peritoneal automática em comparação com diálise peritoneal ambulatorial contínua, fato explicado pela natureza intermitente da diálise automática, que produz flutuações volêmicas e osmóticas mais intensas que a diálise contínua (HUFNAGEL et al., 1999; HOLLEY et al., 2001).

Na última década, muitos pesquisadores têm demonstrado que a preservação da função renal é tão importante após o início da terapia dialítica quanto no tratamento conservador da DRC (RĂDULESCU e FERECHE, 2009). A FRR comprovadamente contribui para a qualidade de vida do paciente em diálise (TERMORSHUIZEN et al., 2003). A melhor preservação da FRR garante uma melhor remoção de moléculas médias e pequenas, melhora o controle da volemia, melhora o controle da pressão arterial e diminui o risco de calcificação vascular e valvular, devido à melhor remoção de fosfato (BROWN et al., 1988; GUNAL et al., 2004; WANG et al., 2004). A deterioração da FRR resulta em agravamento da anemia, da inflamação e da desnutrição (LEVIN et al., 1999; SUDA et al., 2000; PECOITS et al., 2003). Consequentemente, existe um relacionamento direto entre FRR e sobrevida em tratamento dialítico, tanto na hemodiálise quanto na diálise peritoneal (PANIAGUA et al., 2002; TERMORSHUIZEN et al., 2003).

2.5 DETERMINAÇÃO DA VOLEMIA

Os pacientes nos estágios avançados da DRC evoluem com dificuldade de regulação do volume de líquidos corporais, o que os torna hipervolêmicos (THOMSON et al., 1967). A hipervolemia é considerada a principal causa da hipertensão arterial, presente na maioria destes indivíduos (ARGILES et al., 2004). Este excesso de líquidos precisa ser removido durante as sessões de HD de forma precisa, visto que tanto a hipervolemia como a hipovolemia são deletérias ao paciente (FISHBANE et al., 1996; AGARWAL et al., 2009; AGARWAL & WEIR, 2010).

A qualidade do tratamento hemodialítico evoluiu consideravelmente nos últimos anos, mas a avaliação da volemia e do conteúdo de líquido extracelular (LEC) é ainda um dos pontos mais críticos desta terapêutica (RAINE, 1996; ARGILES et al, 2004, KOOMAN; VAN DER SANDE; LEUNISSEN, 2009). O objetivo da diálise é deixar o paciente normovolêmico, dentro do seu peso seco. O conceito clínico de peso seco, o menor peso alcançado no período pós-diálise sem que o paciente desenvolva sintomas de hipotensão, é amplamente utilizado, mas fracamente correlacionado com a verdadeira volemia (YOSHIMURA et al., 2003; KUHLMANN et al., 2005).

O erro na determinação do peso seco para o paciente gera uma prescrição inadequada do volume de líquido a ser ultrafiltrado durante a diálise. A consequência é que muitos pacientes terminam suas sessões de HD sem corrigir adequadamente seu volume de fluidos do intravascular e acabam sofrendo as conseqüências da hipovolemia durante e após a excessiva retirada de líquidos nas sessões, e da hipervolemia no período inter-dialítico (KOUW et al., 1993; ISHIBE et al., 2004).

O método mais utilizado para determinação da volemia é a avaliação clínica periódica. Quando se suspeita de hipervolemia, a estratégia universalmente utilizada é a redução gradativa do peso seco até que o paciente desenvolva sinais de hipovolemia. Se o paciente apresenta sinais e sintomas de hipovolemia, aumenta-se gradativamente o peso seco até que estes desapareçam. Infelizmente, apesar de prática e simples, esta abordagem é grosseira, frequentemente imprecisa e pode ser deletéria ao paciente (JAEGER & MEHTA, 1999; AGARWAL et al., 2009; AGARWAL e WEIR, 2010).

O foco no Kt/V como índice de adequação do tratamento dialítico, baseado unicamente na remoção de solutos, ignora a importância do ajuste da volemia como

um fator independente na evolução destes pacientes. Como ainda não dispomos de um índice de adequação da remoção de volume, é fundamental que usemos o máximo de recursos possível para o ajuste do peso seco de nossos pacientes, objetivando mitigar os efeitos deletérios da hipovolemia e da hipervolemia (JAEGER & MEHTA, 1999).

2.5.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA

Na maioria das vezes, a estimativa da volemia é baseada em critérios clínicos. A hipervolemia é detectada quando o paciente se queixa de dispnéia, o que ocorre tardiamente, ou na presença de sinais clínicos clássicos, como turgência jugular, edema e crepitações pulmonares. A hipovolemia se manifesta com os sinais de hipotensão durante ou após a diálise, principalmente em posição ortostática. Apesar de a avaliação clínica ser ainda o método mais utilizado para estimar o status volêmico nestes pacientes, as evidências sugerem que isoladamente os dados clínicos carecem de sensibilidade e especificidade tanto no diagnóstico da hipovolemia, quanto da sobrecarga de volume (BADGETT et al., 1997; MCGEE et al., 1999).

Os sintomas clássicos de depleção de volume, vertigem postural, fadiga e câimbras, são inespecíficos, tem baixa sensibilidade, são frequentemente discordantes e tem grande variabilidade inter e intra-individual (WIZEMANN et al., 1995). Um paciente pode estar francamente hipervolêmico e ter sintomas de hipovolemia durante e após as sessões de HD. Por outro lado, um paciente hipovolêmico pode queixar-se de falta de ar ou cefaléia. Os sintomas fornecem

apenas indícios, porém o diagnóstico correto da volemia exige dados mais sólidos (CHARRA, 2007).

Mesmo nos pacientes com função renal normal, a capacidade do exame físico para reconhecer um aumento ou diminuição da volemia é muito limitada. O único achado confiável na hipervolemia é a distensão venosa jugular, sendo todos os outros sinais demasiadamente insensíveis ou inespecíficos (BADGETT et al., 1997). A presença de edema, por exemplo, é um forte indício de hipervolemia, principalmente se descartarmos disfunção cardíaca e hipoalbuminemia, mas sua ausência não implica necessariamente que o paciente não tenha expansão do LEC. A maioria dos pacientes hipervolêmicos não tem edema (AGARWAL; ANDERSEN; PRATT, 2008)

Na detecção da hipovolemia, por outro lado, as variações ortostáticas dos sinais vitais são os melhores parâmetros. A pressão arterial e a frequência cardíaca devem ser avaliadas com o paciente em decúbito, sentado e em posição ortostática. No entanto, apesar de muito específicas (91-100%), tem sensibilidade de apenas 22% (MCGEE et al., 1999). Considerando que muitas vezes os pacientes em diálise têm outras razões para alterarem seus sinais vitais em ortostatismo, tais como o uso de anti-hipertensivos, neuropatia autonômica, ou disfunção de barorreceptores, é provável que a especificidade destes sinais seja comprometida, tornando ainda mais limitada a avaliação clínica da hipovolemia neste grupo de pacientes (ISHIBE et al., 2004).

Já em 1960, Scribner convenceu toda a comunidade nefrológica que a normalização da volemia é o aspecto mais importante no controle da hipertensão arterial em pacientes dialíticos, quando demonstrou que a hipertensão arterial maligna poderia ser controlada com ultrafiltração isolada (SCRIBNER et al., 1960).

Posteriormente, o grupo de Charra provou que a combinação de hemodiálise prolongada e restrição de sal foram capazes de controlar a pressão arterial em mais de 90% dos seus pacientes de Tassin, sem o uso de anti-hipertensivos (LUIK et al, 1998). Desta forma, fica claro que o controle satisfatório da pressão arterial sem o uso de anti-hipertensivos é a variável clínica mais confiável para indicar que o peso seco do paciente foi alcançado. O problema do uso da normalização da pressão arterial como meta para se alcançar o peso seco é que neste processo o paciente invariavelmente apresentará episódios de hipotensão que trarão desconforto e dor, com vertigens, fraqueza, câimbras e vômitos e, principalmente, perda da função renal residual (CHARRA, 2007; RĂDULESCU e FERECHEIDE, 2009).

Para dirimir estas dificuldades, várias ferramentas têm sido propostas com a finalidade de aumentar a objetividade da determinação do peso seco. As mais estudadas são as técnicas de diluição com radiotraçadores, radiografia de tórax, a bioimpedância (BIA), a monitorização do volume de sangue, marcadores bioquímicos e a ultrassonografia da veia cava inferior (CHARRA et al., 1996).

2.5.2 EXAMES COMPLEMENTARES PARA AVALIAÇÃO DA VOLEMIA

2.5.2.1 TÉCNICAS DE DILUIÇÃO COM RADIOTRAÇADORES

A água corporal total e água extracelular podem ser avaliadas através de técnicas que utilizam radiotraçadores. O óxido de deutério (D_2O) e o brometo de sódio (NaBr) são os mais utilizados para avaliar a água corporal total e a água extracelular, respectivamente (PUPIM et al., 2000).

A técnica consiste na dosagem inicial do radiotraçador no sangue, saliva ou urina, seguida da administração oral ou venosa do radiotraçador, calculando-se a dose pelo peso do paciente. Aguarda-se um período de 2 a 8 horas da administração, quando o traçador entrará em equilíbrio por todos os segmentos do corpo, exceto no tecido gorduroso, e realizam-se novas dosagens. Assim que o equilíbrio é atingido, a concentração do radiotraçador irá refletir o quanto o este tenha se diluído na água corporal. Através de cálculos matemáticos, obtém-se o volume de distribuição do D₂O na água corporal total e do NaBr na água extracelular (COX-REIJVEN et al., 2001).

As técnicas de diluição com traçadores são consideradas o padrão-ouro para avaliação da água corporal total e extracelular em pacientes dialíticos, mas devido às dificuldades técnicas, custo e escassa disponibilidade, elas são restritas ao âmbito das pesquisas científicas (SARKAR et al., 2005; CHARRA, 2007).

2.5.2.3 RADIOGRAFIA DE TÓRAX

A radiografia de tórax é rotineiramente usada para avaliar volemia em pacientes dialíticos. Ela é utilizada na avaliação da hipervolemia através da constatação de congestão pulmonar e do aumento do índice cárdio-torácico (POGGI e MAGGIORE, 1979).

Já foi previamente demonstrado que o uso de radiografia portátil, sob posição supina, em pacientes criticamente enfermos tem baixa sensibilidade e não é útil para avaliar água extravascular pulmonar, quando comparado com uso de radiotraçadores (HALPERIN et al., 1985). Pistolesi e Giuntini utilizaram albumina marcada com iodo radioativo para quantificar água extravascular pulmonar e

compararam com radiografias de tórax em pacientes críticos, mas sob posição ortostática. Encontraram fraca correlação entre alterações radiológicas e água extravascular pulmonar (PISTOLESI & GIUNTINI, 1978).

Mais recentemente Yashiro e colaboradores demonstraram que o índice cárdio-torácico não se correlaciona com outros marcadores mais confiáveis de volemia, como o peptídeo natriurético atrial (ANP) sérico, avaliação ultrassonográfica da veia cava inferior e monitorização do volume sanguíneo, em pacientes dialíticos (YASHIRO et al., 2007). Além disto, o hiato entre a resolução dos sintomas clínicos e o desaparecimento dos sinais radiológicos de congestão pulmonar torna o método pouco confiável (NOBLE et al., 2009).

Apesar da radiografia de tórax poder ser útil para avaliar congestão pulmonar, ela não é capaz de detectar aumentos menos significantes da volemia e não se presta para diferenciar a normovolemia da hipovolemia. Outro problema é que por razões logísticas e pela exposição, embora pequena, à radiação o uso frequente da radiografia de tórax não seria recomendável (KOOMAN, 2009).

2.5.2.3 BIOIMPEDÂNCIA

A BIA tem sido estudada como um método para avaliação da água corporal total, assim como na avaliação da água nos compartimentos extracelular e intracelular em pacientes dialíticos (HO et al., 1994 e HOENICH et al., 2003). A premissa para a utilização da BIA é a sua capacidade de detectar diferenças nas propriedades condutoras das células, medindo a resistência, ou impedância, à passagem de uma corrente elétrica. Em frequências baixas, a corrente não atravessa a membrana celular e, portanto, só passa através do LEC. Em altas

freqüências, a corrente flui através de ambos os compartimentos intra e extracelular (DE LORENZO et al., 1997). A BIA pode utilizar apenas uma frequência (SF-BIA) ou pode ser multifrequencial (MF-BIA), mais utilizada atualmente, aplica diferentes frequências que permitem identificar e analisar os diferentes compartimentos de fluido do corpo (COX-REIJVEN et al., 2001).

Além da diferenciação entre SF-BIA e MF-BIA, existem duas tecnologias de BIA: a BIA segmentar (s-BIA), que avalia as resistências e calcula a distribuição do líquido corporal (LIC e LEC) em cada segmento do corpo - braços, pernas e tronco - e depois soma os valores; e a BIA corporal total (wh-BIS), que avalia a composição do LIC e LEC do corpo todo (CHANCHAIRUJIRA & METHA, 2001). A mudança no volume extracelular medido pela s-BIA se correlaciona fortemente com o volume de ultrafiltração e, ao contrário da wh-BIA, é independente da posição do corpo (ZHU et al., 1998 e ZHU; SCHNEDITZ; LEVIN, 1999). No entanto, numa comparação dos dois métodos, concluiu-se que ambos, wh-BIA e s-BIA, podem ser usados para acompanhar as alterações no líquido extracelular em pacientes dialíticos, ressaltando, porém que ambos são imprecisos na quantificação do volume absoluto de LEC (CHANCHAIRUJIRA & MEHTA, 2001). Mais recentemente, uma nova modalidade de s-BIA, que avalia a panturrilha (c-BIA) foi desenvolvida especificamente para avaliar o peso seco de pacientes dialíticos e se baseia na idéia de que as alterações do LEC da panturrilha refletem a avaliação do LEC do corpo todo (ZHU, 2004).

Quando se comparou a avaliação da água corporal total e LEC utilizando BIA com técnicas que utilizam marcadores de diluição, consideradas padrão-ouro, óxido de deutério para água corporal total e brometo de sódio para LEC, em 17 pacientes em HD, não houve correlação entre os dois métodos de medição. A água

corporal total foi subestimada em 6,9L e o LEC foi subestimado em 2,3L. Os autores atribuíram esta ausência de correlação à subestimação dos fluidos corporais no tronco, devido a sua grande área transversal, o que gera baixa resistência à corrente elétrica, contribuindo de forma desproporcional na avaliação do total de água corporal por BIA (COX-REIJVEN et al., 2001).

Um estudo recente avaliou a presença de congestão pulmonar em 88 pacientes em diálise peritoneal através da detecção de linhas B na ultrassonografia de pulmão. Entre os pacientes com moderada a severa congestão pulmonar, somente 15 e 11%, respectivamente, tinham BIA sugestiva de hipervolemia. Esta proporção não foi diferente da observada entre pacientes com ausência ou leve congestão pulmonar (PANUCCIO et al., 2012). A ultrassonografia de pulmão reflete precisamente a água extravascular pulmonar avaliada por métodos invasivos na insuficiência cardíaca, e já foi previamente validada em pacientes em HD (AGRICOLA et al., 2005; MALLAMACI et al., 2010; GARGANI, 2011).

Assim, medidas isoladas de LEC e LIC pela BIA tem valor limitado na prática clínica. No entanto, a reprodutibilidade das medidas é adequada, fazendo com que a bioimpedância seja uma opção razoável para acompanhar alterações sequenciais do volume extracelular num mesmo indivíduo (COX-REIJVEN et al., 2001). Mas mesmo neste caso, uma vez que não existem padrões de normalidade, as metas devem ser direcionadas a objetivos específicos, como hipotensão, hipertensão, nos períodos intra e inter-dialítico. Outras limitações incluem mudanças nos eletrólitos, glóbulos vermelhos, concentrações de proteínas e alterações na temperatura do paciente que podem ocorrer durante a HD, todos fatores conhecidos por influenciar a BIA (HOENICH et al., 2003). Além disso, o alto custo dos monitores, a falta de consenso sobre o momento adequado para se obter medidas e a ausência de

estudos clínicos em larga escala dificultam a utilização da BIA neste grupo de pacientes (ISHIBE et al., 2004 e KUHLMANN et al., 2005).

2.5.2.4 VOLUME SANGUÍNEO

Outro método de avaliação da volemia é a monitorização contínua do volume sanguíneo (VS) baseado nas alterações do hematócrito e teor de proteína total no sangue. Este parâmetro é obtido através da medida da velocidade do sangue por ultra-som ou da avaliação óptica da massa de hemácias por luz infravermelha. O racional desta técnica é que a massa de células vermelhas, ou de proteínas totais, deve permanecer constante, enquanto a ultrafiltração retira o líquido do espaço intravascular, fazendo com que a alteração no VS seja inversamente proporcional à alteração do hematócrito, ou de proteínas totais (KOOMANS et al., 1984). A disponibilidade de monitores que avaliam opticamente o hematócrito em tempo real com um elevado nível de precisão tem disseminado o uso desta tecnologia para acompanhamento dos pacientes em HD (SCHNEDITZ et al., 1997).

A diminuição do VS durante a sessão de HD depende da taxa de ultrafiltração e da velocidade de reenchimento do volume intra-vascular pelo interstício. Se o paciente está desidratado, o interstício não tem como ceder líquido para o intra-vascular e o VS diminui mais rapidamente durante a diálise (RODRIGUEZ et al., 2005).

Apesar da monitorização do VS ser reconhecidamente uma ferramenta útil tanto na prevenção da hipotensão intradialítica, como na identificação de pacientes com sobrecarga de volume, estudo recente não demonstrou redução das taxas de

hospitalização e mortalidade (STEUER et al., 1996; STEUER et al., 1998; REDDAN et al., 2005).

Mesmo sendo uma técnica fácil de usar e interpretar, existem limitações, uma vez que além do estado de hidratação do paciente e da taxa de ultrafiltração, outros fatores também influenciam o declínio do VS durante a diálise, como a concentração de sódio do dialisado e albumina sérica (DISKIN et al., 1999). Além disso, uma vez que o hematócrito não se distribui uniformemente no sistema vascular, a translocação do sangue de uma região com menor hematócrito para a circulação central pode ser interpretada erroneamente como aumento do VS (DASSELAAR et al., 2005). Finalmente, não existe ainda normatização para se estimar o peso seco a partir das alterações intra-dialíticas do VS e o método ainda precisa ser clinicamente validado (KOOMAN et al., 2009).

2.5.2.5 MARCADORES BIOQUÍMICOS

O ANP é um hormônio liberado pelo átrio em resposta à expansão volêmica, provavelmente mediado por estiramento da parede atrial (DE ZEEUW et al., 1992). As células ventriculares também produzem o hormônio na insuficiência cardíaca crônica, embora o átrio seja quantitativamente a fonte mais importante (YASUE et al., 1989). A maioria das ações do ANP são mediadas por ligação a um receptor específico na membrana celular, e subsequente ativação da guanilato-ciclase e formação do GMP cíclico (cGMP). A dosagem de ANP é usada para o diagnóstico, prognóstico e como guia terapêutico na insuficiência cardíaca (TSUTAMOTO et al., 1997; MCDONAGH et al., 1998; YASUE et al., 1989).

O ANP e seu segundo mensageiro, o cGMP, também são utilizados para diagnosticar hipervolemia em pacientes com DRC (LEUNISSEN et al., 1993; JAEGER & METHA, 1999). Teoricamente, o aumento dos níveis de ANP poderia ser usado como um marcador de sobrecarga de volume, e sua normalização poderia indicar que o paciente atingiu seu “peso seco”. No entanto, as evidências indicam que medições do ANP pouco acrescentam ao exame clínico devido à grande variabilidade nos resultados e a falta de correlação com medidas de volume extracelular (KOUW et al., 1993). Da mesma forma, embora os níveis de cGMP geralmente diminuam em resposta à ultrafiltração, pacientes com níveis normais ou abaixo do normal de cGMP podem, às vezes, estar clinicamente em franca insuficiência cardíaca congestiva (LAUSTER et al., 1990; FRANZ et al., 1997). Uma outra limitação importante destes marcadores é a sua incapacidade de detectar depleção de volume, uma vez que não existem diferenças de valores entre normovolemia e hipovolemia. Além disso, ensaios para dosagem de ANP e cGMP não são disponíveis na maioria dos laboratórios clínicos. Assim, apesar das evidências mostrarem que a elevação de ANP pode prever hipertrofia e disfunção sistólica ventricular esquerdas em pacientes em diálise, sua dosagem não tem valor prático na avaliação da volemia neste grupo de pacientes (ISHIBE et al., 2004).

Mais recentemente, o peptídeo natriurético cerebral (BNP) tem sido citado como um instrumento para diagnosticar insuficiência cardíaca em pacientes com ou sem doença renal (ZOCCALI et al., 2001; CATALIOTTI et al., 2001; MCCULLOUGH et al., 2002; COWIE et al., 2002). Apesar de BNP ter sido identificado inicialmente no cérebro, ele foi encontrado nos ventrículos e seu nível sérico se eleva nos pacientes hipervolêmicos. A facilidade de dosagem sérica tornou a utilização do marcador uma

opção viável na conduta da insuficiência cardíaca, tanto para diagnóstico como para prognóstico (LEVIN et al., 1998).

Nas fases finais da DRC, a dosagem de BNP enfrenta os mesmos problemas que limitam a utilidade do ANP. O BNP é similar ao ANP na predição de hipertrofia e disfunção de ventrículo esquerdo, e é um marcador de mortalidade global em pacientes em diálise (ZOCCALI et al., 2001; CATALIOTTI et al., 2001). Embora o valor prognóstico do BNP provavelmente reflita sua associação com sobrecarga de volume devido à disfunção cardíaca associada, o uso do BNP para melhorar a definição do peso seco tem apresentado resultados variáveis na literatura e necessita de validação para que possa vir a ser utilizado para este fim (ISHIZAKA et al., 1994; NITTA et al., 1998; NISHIKIMI et al., 2001).

2.5.2.6 AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DA VEIA CAVA INFERIOR

Natori e cols. foram os primeiros a demonstrar que o diâmetro ântero-posterior e a diminuição, isto é, o colabamento da VCI à inspiração, avaliados no seu segmento logo abaixo do diafragma, se correlacionam com as pressões de enchimento do átrio direito e, conseqüentemente, com a volemia (NATORI et al., 1979). Posteriormente, Moreno e cols., estudando pacientes com insuficiência cardíaca direita, demonstraram que havia uma diferença significativa entre o diâmetro e o percentual de colabamento da VCI entre os pacientes com e sem insuficiência cardíaca (MORENO et al., 1984).

Baseado nestes trabalhos, Cheriex e cols. estudaram pacientes dialíticos e correlacionaram o diâmetro expiratório e o percentual de colabamento da VCI com pressões de enchimento obtidas diretamente por cateter de Swan-Ganz e volume

sanguíneo obtido por albumina radiomarcada e obtiveram excelentes correlações (CHERIEX et al., 1989). Neste trabalho foram estabelecidos os índices de normalidade, que desde então vem sendo utilizados e validados por outros autores (KRASSIMIR et al., 1989; TETSUKA et al., 1995; CHANG et al., 2004; BRENNAN et al., 2006). Um diâmetro máximo da VCI, obtido durante a expiração, dividido pela superfície corporal, denominada Diâmetro da Veia Cava Inferior Indexado à Superfície Corporal (DVCLI), acima de $11,5\text{mm/m}^2$ e abaixo de 8mm/m^2 se correlacionam com hipervolemia e hipovolemia, respectivamente. Assim como o índice de colapso das paredes da VCI (ICVCI) com redução do seu diâmetro durante uma inspiração profunda acima de 75% indicam hipovolemia e valores abaixo de 40% sugerem hipervolemia. Valores intermediários sugerem normovolemia (CHERIEX et al., 1989).

Passados mais de 30 anos da publicação dos primeiros trabalhos e após inúmeras outras publicações sobre o uso destes parâmetros tanto em pacientes dialíticos quanto em pacientes críticos, o método ainda não foi normatizado (WALLACE; ALLISON; STONE, 2010). Persistem ainda algumas controvérsias sobre o ponto da VCI que deve ser avaliado, sobre o uso do modo unidimensional ou bidimensional, sobre o uso de eixo longitudinal ou transversal e sobre a necessidade de monitorização eletrocardiográfica simultânea. Mais controverso ainda é a avaliação do colapso inspiratório da VCI, por depender do esforço inspiratório do paciente, que pode variar por vários motivos e interferir no resultado (KUSABA et al., 1994).

A VCI apresenta muita variação no seu diâmetro, num mesmo indivíduo, dependendo do local exato onde se avalia. Apesar disto, existe muita discrepância no sítio de avaliação nos diversos trabalhos publicados (Tabela 2). Em estudo

publicado recentemente, Wallace e cols. avaliaram 39 voluntários saudáveis, durante respiração passiva em três sítios diferentes: longitudinalmente na junção da VCI com o átrio direito, a 2cm do óstio da veia hepática e transversalmente no óstio da veia renal esquerda. Os autores observaram que avaliações da variação respiratória da VCI em voluntários saudáveis apresentam resultados similares no óstio da veia renal esquerda e a 2cm caudal ao óstio da veia hepática, mas ampla variação quando as avaliações foram realizadas próximo à junção da VCI com o átrio direito. Os autores sugerem, portanto, que se evite este último sítio (WALLACE; ALLISON; STONE, 2010).

No trabalho de Cheriex e cols., a VCI inferior foi visualizada no segmento hepático, sem especificar a que distância do átrio, tanto no eixo longitudinal, quanto no transversal, e o diâmetro expiratório foi obtido com modo unidimensional, antes da onda P, através de monitorização eletrocardiográfica simultânea. O diâmetro inspiratório foi obtido durante uma inspiração profunda (CHERIEX et al., 1989).

Tetsuka e cols., utilizaram somente o modo bidimensional e não utilizaram monitorização eletrocardiográfica. Especificaram que a VCI foi visualizada logo após a sua interseção com a veia hepática, sendo que o maior e menor diâmetros foram obtidos durante uma expiração e inspiração leves, respectivamente (TETSUKA et al, 1995). Brennan e cols., em estudo recente, utilizaram técnica similar, mas fizeram a avaliação expiratória da VCI durante uma expiração normal e, para avaliar o diâmetro inspiratório, solicitaram ao paciente que fizesse um leve esforço inspiratório similar ao esforço para cheirar algo (BRENNAN et al, 2006).

Tabela 2 : Sítios de avaliação ultrassonográfica da VCI.

Referência	Local de avaliação da VCI
Barbier et al, 2004	Logo após o óstio da veia supra-hepática
Chang et al, 2004	Na junção da VCI com o átrio, logo abaixo do diafragma
Brennan et al, 2006	A 2,5 cm da junção da VCI com o átrio
Brennan et al, 2007	A 2 cm da junção da VCI com o átrio direito
Feissel et al, 2004	Aproximadamente a 3cm do átrio direito
Guioto et al, 2010	Aproximadamente a 3cm do átrio direito
Mandelbaum e Ritz, 1990	Dentro de 2cm da junção da VCI com o átrio
Lichtenstein, 2004	Na altura da veia renal esquerda
Lyon et al, 2005	A 2 cm distal da junção da VCI com a veia hepática
Minutiello et al, 2003	Dentro de 2cm do átrio
Mintz et al, 1981	Inferior à junção das veias hepáticas
Kusaba et al, 1989	No segmento hepático da VCI , logo abaixo do diafragma
Moreno et al, 1984	Logo abaixo da inserção das veias hepáticas, a poucos centímetros inferior à junção da VCI com o átrio
Natori et al, 1979	Não definiu
Sakurai et al, 1996	Distal ao óstio da veia hepática
Tesuka et al, 1995	Logo após o óstio da veia hepática
Tamaki et al, 1981	Ligeiramente periférico ao óstio da veia hepática
Cherix et al, 1989	No segmento hepático, a poucos centímetros do átrio

Fonte: modificado de Wallace e cols., 2010.

Por outro lado, Kusaba e cols. fizeram 128 avaliações seriadas da VCI em 28 pacientes durante e após as sessões de hemodiálise e observaram que a variação do diâmetro expiratório se correlacionou muito bem com a redução do peso corporal, o que não foi encontrado com os resultados do diâmetro inspiratório da VCI. Os autores explicaram tais achados pelo fato do diâmetro expiratório não sofrer influências da musculatura respiratória, que está relaxada na expiração. O diâmetro inspiratório varia com a profundidade da inspiração, que pode sofrer influências da saturação de oxigênio, do equilíbrio ácido-básico e até do status mental dos pacientes (KUSABA et al, 1994).

Nos trabalhos do grupo do Dr. Chang, avaliando o impacto do ajuste do peso seco através de ultrassonografia de VCI nos eventos intra-dialíticos e na qualidade de vida, os autores utilizaram somente o diâmetro expiratório da VCI e nem citaram

o índice de colabamento da VCI. Estes autores observaram que a titulação do peso seco usando o diâmetro expiratório da VCI diminuiu significativamente os eventos adversos intra-dialíticos, com impacto positivo na qualidade de vida e na adequação da diálise (CHANG et al, 2004; CHANG et al, 2004).

Além destas questões metodológicas, o custo dos ecocardiógrafos e a necessidade de ecocardiografista “à beira do leito” para operar estes equipamentos dificultam ou inviabilizam a disseminação do método (BRENNAN et al., 2006). A imensa maioria dos trabalhos publicados sobre ultrassonografia de VCI em pacientes dialíticos, com exceção daquele de Brennan et al., utilizaram ecocardiografistas operando ecocardiógrafos. Por outro lado, há uma tendência crescente do uso do ultrassom tanto na propedêutica, quanto na terapêutica por não especialistas (DECARA, et al., 2002; KIRKPATRICK, et al.; 2007 MOORE & COPEL, 2011). Os nefrologistas já o utilizam frequentemente no diagnóstico diferencial de nefropatias crônicas e agudas, em biópsias renais e acesso vascular, mas não rotineiramente para avaliar volemia em pacientes dialíticos (GOSMANOVA et al., 2009). Brennan e cols. demonstraram que médicos sem especialização formal em ultrassonografia, após treinamento mínimo, são capazes de avaliar o diâmetro e colabamento da VCI com boa acurácia, utilizando ecocardiógrafos portáteis (BRENNAN et al., 2006).

A avaliação mais objetiva da volemia nos pacientes com DRC dialítica é fundamental para o melhor controle pressórico, diminuição das intercorrências intradialíticas, aumento da qualidade de vida e redução do risco cardiovascular. Os nefrologistas que cuidam destes pacientes anseiam por um método que seja confiável e reprodutível e factível à beira do leito, possibilitando seu uso no dia-a-dia das unidades de diálise.

3 HIPÓTESE DO ESTUDO:

A avaliação da VCI pode ser considerada um procedimento simples e de fácil aprendizagem, e é factível de ser realizada por médicos não especialistas após treinamento rápido e utilizando aparelhos de ultrassonografia convencionais que já equipam muitas unidades de diálise e tem custo muito inferior aos ecocardiógrafos.

Hipotetizamos portanto, que a classificação volêmica baseada na determinação do DVCI e ICVCI realizada por médico nefrologista, sem especialização em ultrassonografia, é similar àquela obtida no mesmo exame realizado por médico especialista em ecocardiografia utilizando um ecocardiógrafo padrão ou um equipamento de ultrassom convencional.

4 OBJETIVOS DO ESTUDO

4.1 PRIMÁRIO

Avaliar se a determinação da volemia através do DVCI e ICVCI realizada por médico não-ecocardiografista, sem treinamento formal, utilizando equipamento de ultrassonografia convencional (sem doppler e sem transdutor de ecocardiografia) ou ecocardiógrafo padrão é similar ao exame realizado por ecocardiografista utilizando alternadamente os mesmos equipamentos.

4.2 SECUNDÁRIO

Como objetivo secundário, avaliamos a influência de características clínicas dos pacientes na realização do exame.

5 METODOLOGIA

5.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo epidemiológico transversal, no qual foi avaliada a concordância entre o DVCI e ICVCI avaliados por um nefrologista com treinamento mínimo e limitado e um ecocardiografista experiente, assim como também entre um equipamento de ultrassonografia convencional e um ecocardiógrafo (Figura 1).

O protocolo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais e os pacientes que concordaram em participar assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Não houve ônus financeiro nem remuneração por participação no estudo para os pacientes.

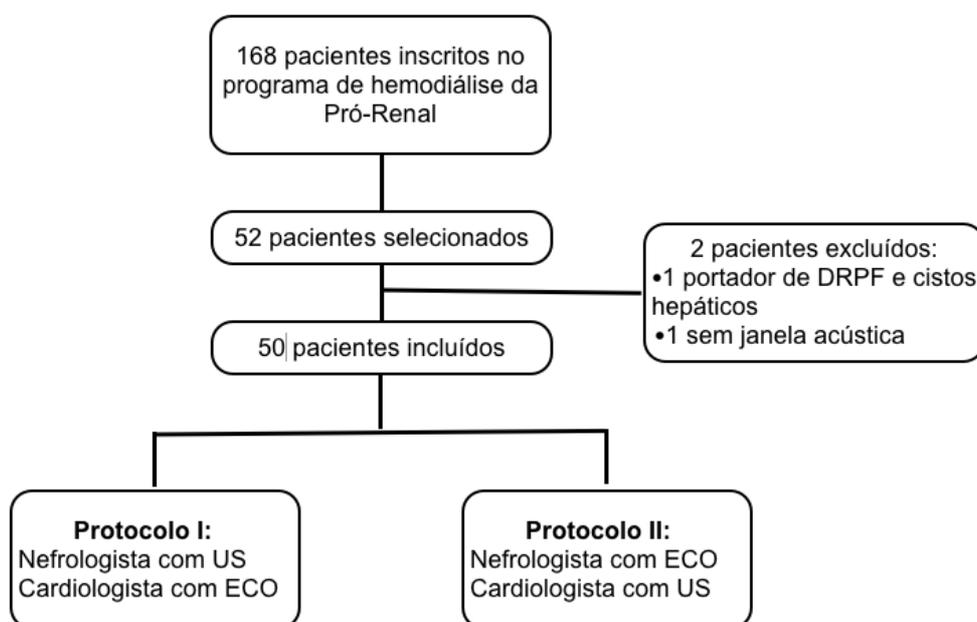


Figura 1 : Desenho do estudo e composição da amostra.

Legenda : DRPF: doença renal policística familiar; US : ultrassonógrafo convencional; ECO: ecocardiógrafo

5.2 AMOSTRA

As avaliações foram realizadas entre maio a junho de 2012, sendo que uma amostra aleatória de 52 pacientes foi selecionada entre os 168 pacientes inscritos no programa de hemodiálise da Clínica Pró-Renal de Barbacena, MG. Os pacientes foram recrutados consecutivamente e aleatoriamente, sem levar em conta a história médica, biotipo ou qualquer outro critério de seleção, exceto idade maior que 18 anos.

5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram considerados critérios para inclusão: pacientes nefropatas crônicos sob tratamento hemodialítico, idade superior a 18 anos e concordância e assinatura do termo de esclarecimento livre e esclarecido. Não foram incluídos apenas os pacientes que não concordaram em participar do estudo.

5.4 PROTOCOLO DO ESTUDO

Os pacientes foram avaliados durante as sessões de hemodiálise, primeiro por um observador e posteriormente pelo outro, com um intervalo máximo de 15 minutos entre os dois exames, para evitar variações volêmicas entre os dois exames.

O estudo foi dividido em dois protocolos (Figura 1). No protocolo I, 26 pacientes foram examinados pelo nefrologista, utilizando um ultrassonógrafo comum, equipado com um transdutor de uso geral, pertencente à Clínica Pró-Renal. Posteriormente, os mesmos pacientes foram examinados pelo ecocardiografista, utilizando um ecocardiógrafo e transdutor cardíaco, cedido para o estudo. No protocolo II, os equipamentos foram trocados entre os pesquisadores e os demais 26 pacientes foram examinados consecutivamente. Os pesquisadores não tiveram acesso aos resultados obtidos pelo outro e não tinham conhecimento sobre os dados clínicos dos pacientes.

Os dados clínicos e demográficos que poderiam influenciar na obtenção das imagens, tais como idade, sexo, peso, altura, etiologia da DRC e duração do tratamento dialítico foram obtidos dos prontuários eletrônicos dos pacientes.

O pesquisador nefrologista não frequentou cursos formais de ultrassonografia. Ele recebeu cerca de 30 min de exposição teórica sobre a avaliação ultrassonográfica da veia cava inferior e realizou alguns exames supervisionados por um cardiologista com especialização em ecocardiografia. Este último pesquisador não participou das avaliações dos pacientes.

5.4. CÁLCULO DA SUPERFÍCIE CORPORAL (SC) E ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC)

A superfície corporal foi calculada segundo a fórmula de Mosteller (MOSTELLER, 1987), descrita abaixo:

$$SC (m^2) = ([\text{Altura(cm)} \times \text{Peso(kg)}] / 3600)^{\frac{1}{2}}$$

O IMC foi calculado para avaliar sua influência na obtenção de imagens adequadas da veia cava inferior, segundo a fórmula descrita abaixo:

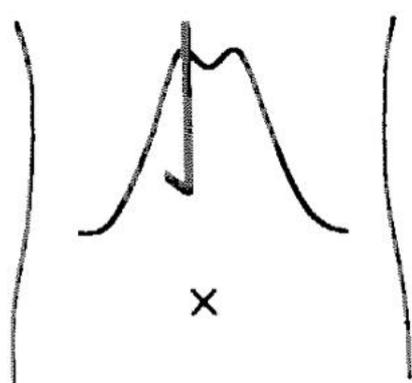
$$\text{IMC (Kg/m}^2\text{)} = \text{Peso (Kg)}/\text{Altura (m)}^2$$

5.4.2 OBTENÇÃO DO DVCli E ICVCI

Um ecocardiógrafo (t3000CV, Terason, Burlington, MA, USA) e um ultrassonógrafo convencional (SonoAce Pico, Samsung Medison, Seoul, Korea) foram utilizados no estudo. O preço de mercado do ecocardiógrafo no Brasil é de aproximadamente R\$ 80.000,00, enquanto que o ultrassonógrafo foi avaliado por R\$ 30.000,00 (2012). O ecocardiógrafo estava equipado com um transdutor cardíaco, setorial, e foi cedido pela Terason para o estudo. O ultrassonógrafo convencional pertence à Clínica Pró-Renal e é equipado com um transdutor geral, abdominal.

Os pacientes foram avaliados tanto pelo pesquisador nefrologista, quanto pelo ecocardiografista, em posição supina, a 30° de inclinação, durante as sessões de hemodiálise. O transdutor foi posicionado na janela subxifoide, em posição longitudinal, eixo longo, no modo bidimensional (Figura 2). A VCI foi visualizada em seu segmento hepático, logo abaixo do diafragma. O modo unidimensional e a monitorização eletrocardiográfica simultânea foram evitados, porque a visualização do mesmo ponto da VCI na inspiração e expiração é impossível devido ao movimento respiratório da VCI junto com o diafragma e o fígado (TETSUKA et al, 1995). Após a visualização da VCI, tomando-se o cuidado de maximizar o seu diâmetro, através do ajuste do ângulo entre o transdutor e a pele, a imagem foi

congelada e os pesquisadores rolaram a imagem à procura do maior diâmetro, durante uma expiração passiva. Posteriormente, foi feita a medida e gravada a imagem. As medidas foram realizadas imediatamente após o óstio da veia hepática ou a 2,5cm da junção da VCI com o átrio direito, quando a veia hepática não pôde ser visualizada. Finalmente, o diâmetro mínimo da VCI foi avaliado durante uma inspiração passiva. Evitamos solicitar ao paciente que fizesse uma respiração profunda, ou simulasse o ato de cheirar algo, pois as diferenças na magnitude do esforço respiratório poderiam alterar o grau de colapso da VCI (KUSABA et al, 1994; MINTZ et al., 1981).



A



B



C

Figura 2 : A - Posicionamento do transdutor para visualização da VCI. B e C - Imagens em modo bidimensional da VCI na expiração e inspiração. Notar que a medida foi realizada logo após o óstio de chegada da veia hepática.

O maior diâmetro, expiratório, da VCI foi dividido pela superfície corporal ($DVCI_{exp}/\text{superfície corporal}$) e o valor foi expresso em mm/m^2 , sendo denominado de diâmetro da veia cava inferior indexado ($DVCI_i$). O índice de colapamento da VCI ($ICVCI$) foi calculado usando-se a fórmula: $[(\text{Diâmetro VCI expiratório} - \text{Diâmetro VCI inspiratório})/\text{Diâmetro VCI expiratório}] \times 100$. O resultado do $ICVCI$ foi expresso em percentagem (%) de colapamento (CHERIEX et al., 1989).

Os pacientes foram classificados do ponto de vista de sua volemia, de acordo com CHERIEX et al. (1989). (Tabela 3).

Tabela 3: Diâmetro e Colapsibilidade da VCI e Volemia

	DCVli (mm/m^2)	ICVCI (%)
Hipovolemia	< 8	> 75
Normovolemia	8 - 11	40 - 75
Hipervolemia	> 8	< 40

Fonte: Adaptado de Cheriex EC, 1989

5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada uma análise descritiva dos dados que foram expressos como média \pm DP, mediana ou percentagem conforme a distribuição e característica da variável. O teste de Shapiro-Wilk foi usado para avaliar normalidade. Os coeficientes de correlação intraclassa de Pearson e kappa foram empregados para avaliar a correlação entre os $DVCI$ avaliados pelos dois observadores assim como entre as classificações volêmicas - pelo $DVCI$ e $ICVCI$ - respectivamente, em ambos os

protocolos. O método de Bland-Altman foi usado para expressar graficamente a concordância do DVCI entre os dois avaliadores. O gráfico é composto de uma linha horizontal representando o ponto de concordância entre as medidas e duas outras linhas representam a média das diferenças. Quanto mais próximos do eixo estão os pontos, maior a concordância entre os observadores (HIRAKATA, 2012). A análise estatística foi processada pelo software Stata 11 (StataCorp, College Station, TX, USA). Diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão serão apresentados em forma de artigo.

No artigo intitulado “Can nephrologists use ultrasound to evaluate the inferior vena cava? A cross-sectional study of the agreement between a nephrologist and a cardiologist” encontram-se os resultados do estudo, e foi submetido ao Nephrology Dialysis and Transplantation (Anexo A).

Os resumos aprovados para apresentação em congressos estão listados no Apêndice D.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados suportam que a avaliação ultrassonográfica da VCI pode ser realizada por nefrologistas após treinamento mínimo e utilizando equipamentos de ultrassonografia convencionais, e não necessariamente um ecocardiógrafo, como tem sido proposto em outros estudos (AGARWAL et al., 2011; BRENNAN et al., 2006; FIELDS et al., 2011). Muitas clínicas de diálise no Brasil são equipadas com ultrassonógrafos convencionais, mas raramente com ecocardiógrafos, que tem um custo mais elevado. Os nossos dados sugerem que não há necessidade de se investir em um novo equipamento ou em um transdutor cardíaco com a finalidade de se avaliar a VCI. Estes achados fazem com que esta tecnologia seja um método não invasivo e facilmente repetível para estimativa do peso seco adequado de pacientes dialíticos.

8 CONCLUSÕES

1.O exame ultrassonográfico da VCI para determinação da volemia foi factível de ser realizado obtendo-se imagens de boa qualidade na quase totalidade dos indivíduos avaliados;

2.Não houve influência das variáveis estudadas [sexo, idade e índice de massa corporal (IMC)] na realização do exame;

3.A determinação da volemia através do DVCI e ICVCI realizada por médico não-ecocardiografista, sem treinamento formal, utilizando equipamento de ultrassonografia convencional (sem doppler e sem transdutor de ecocardiografia) ou ecocardiógrafo padrão foi similar ao exame realizado por ecocardiografista utilizando alternadamente os mesmos equipamentos.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, R. Hypervolemia is associated with increased mortality among hemodialysis patients. *Hypertension*, v. 56, n. 3, p. 512–517, Set 2010.

AGARWAL, R.; WEIR M.R. Dry-Weight. A Concept Revisited in a Effort to Avoid Medication-direct Approaches for Blood Pressure Control in Hemodialysis Patients. *Clin J Am Soc Nephrol*, v. 5, n.7, p. 1255-1260, Jul 2010.

AGARWAL, R. et al. Dry-Weight Reduction in Hypertensive Hemodialysis Patients (DRIP). A Randomized, Controlled Trial. *Hypertension*, v. 53, p. 500-507, Mar 2009.

AGARWAL, R. ; ANDERSEN, M.J.; PRATT, J.H. On the importance of pedal edema in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol.*, v. 3, n. 1, p. 153-8, Jan 2008.

AGRICOLA, E. et al. “Ultrasound comet-tail images”: a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest*, v. 127, n. 5, p. 1690–1695, Mai 2005.

ARGILES, A. et al. Seasonal modifications in blood pressure are mainly related to interdialytic body weight gain in dialysis patients. *Kidney Int May*, v. 65, n.5, p. 1795-801, Mai 2004 .

BADGETT, R.G.; LUCEY, C.R.; MULROW, C.D. Can the clinical examination diagnose left-sided heart failure in adults? *JAMA*, v.277, p. 1712-1719, Jun 1997.

BRENNAN, J.M. et al. Handcarried Ultrasound Measurement of the Inferior Vena Cava for Assessment of Intravascular Volume Status in the Outpatient Hemodialysis Clinic. *Clin J Am Soc Nephrol*, v. 1, p. 749 -753, Mai 2006.

BROWN, P.H. et al. Serum low molecular-weight proteins in haemodialysis patients: effect of residual renal function. *Nephrol Dial Transplant*, v. 3, p. 169-173, 1988.

CATALIOTTI, A. et al. Circulating natriuretic peptide concentrations in patients with end-stage renal disease: role of brain natriuretic peptide as a biomarker for ventricular remodeling. *Mayo Clin Proc*, v. 76, p. 1111-1119, Nov 2001.

CHANCHAIRUJIRA, T.; MEHTA, R.L. Assessing fluid change in hemodialysis: whole body versus sum of segmental bioimpedance spectroscopy. *Kidney Int*, v. 60, p. 2337–2342, 2001

CHANG, S.T. et al. Enhancement of quality of life with adjustment of dry weight by echocardiographic measurement of inferior vena cava diameter in patients undergoing chronic hemodialysis. *Nephron Clin Pract*, v. 97, p. c90 - c97, 2004.

CHANG, S.T. et al. Clinical events occurrence and the changes of quality of life in chronic haemodialysis patients with dry weight determined by echocardiographic method. *Int J Clin Pract*, v. 58, n. 12, p. 1101-1107, Dez 2004.

CHARRA, B. Fluid balance, dry weight, and blood pressure in dialysis. *Hemodialysis Int.*, v. 11, p. 21-31, Jan 2007.

CHARRA, B. et al. Clinical assessment of dry weight. *Nephrol Dial Transplant*, v. 11, p. 16-19, 1996. Supl. 2.

CHAZOT, C. Managing dry weight and hypertension in dialysis patients: still a challenge for the nephrologist in 2009? *Journal of Nephrology*, v. 22, n. 5, p. 587–597, Ago 2009.

CHERIEX, E.C. et al. Echography of the inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of “dry weight” in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*, v. 4, p. 563-568, 1989.

COX-REIJVEN, P.L. et al. Role of bioimpedance spectroscopy in assessment of body water compartments in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, v. 38, p. 832-838, Out 2001.

COWIE, M.R.; MENDEZ, G.F. BNP and congestive heart failure. *Prog Cardiovasc Dis*, v. 44, p. 293-321, Jan/Fev 2002.

CURATOLA, G. et al. Ultrafiltration intensification in hemodialysis patients improves hypertension but increases AV fistula complications and cardiovascular events. *Journal of Nephrology*, v. 24, n. 4, p. 465–473, Jul/Ago 2011.

DASSELAAR, J.J. et al. Measurement of relative blood volume changes during haemodialysis: merits and limitations. *Nephrol Dial Transplant*, v. 20, p. 2043-2049, Out 2005.

DAUGIRDAS, J.T. Dialysis hypotension: A hemodynamic analysis. *Kidney Int*, v. 39, p. 233-246, Fev 1991.

DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G.; ING, T.S. *Handbook of Dialysis*, 3^o ed. Philadelphia: Lippincott, Williams &Wilkins, 2004.

DECARA, J.M. et al. The use of small personal ultrasound devices by internists without formal training in echocardiography. *Eur J Echocardiogr*, v. 4, p. 141-147, Jun 2002.

DE CASTRO, M. et al. [Quality of life in chronic renal disease patients submitted to hemodialysis evaluated with SF-36 instrument]. *Revista da Associação Médica Brasileira* (1992), v. 49, n. 3, p. 245–249, Jul 2003.

DEOREO, P.B. Hemodialysis-patient assessed functional health status predicts continued survival, hospitalization, and dialysis-attendance compliance. *Am J Kidney Dis*, v. 30, p. 204, Ago1997.

DE LORENZO, A. et al. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods:a technological review. *J Appl Physiol*, v. 82, p. 1542–1558, Mai 1997.

DEPNER, T.A. Hemodialysis adequacy: Basic essentials and practical points for the nephrologist in training. *Hemodialysis International*, v. 9, p. 241–254, 2005

DE ZEEUW, D.; JANSSEN, W.M.; DE JONG, P.E. Atrial natriuretic factor: its pathophysiological significance in humans. *Kidney Int*, May, v. 41, n.5, p. 1115-33, Mai 1992.

DISKIN, C.J. et al Towards an understanding of oedema. *BMJ*, v. 318, p. 1610-1613, Jun 1999.

DOU, Y.; ZHU, F.; KOTANKO, P. Assessment of Extracellular Fluid Volume and Fluid Status in Hemodialysis Patients: Current Status and Technical Advances. *Seminars in Dialysis*, p. no-no, 11 Jun. 2012.

EL NAHAS, A. M., BELLO, A. K. Chronic kidney disease: the global challenge. *The Lancet*, v. 365, p. 331-340, 2005.

FISHBANE S., NATKE E., MAESAKA J.K. Role of volume overload in dialysis-refractory hypertension. *Am J Kidney Dis*, v. 28, p. 257-261, 1996.

FOLEY, R.N. et al Chronic kidney disease and the risk for cardiovascular disease, renal replacement, and death in the United States Medicare population, 1998 to 1999. *J Am Soc Nephrol*, v.16, n.2, p.489-95, 2005.

FRANZ, M et al. Living on chronic hemodialysis between dryness and fluid overload. *Kidney Int*, v. 51, p. S39-S42, 1997. Supl. 59.

GARGANI, L. et al. Early detection of acute lung injury uncoupled to hypoxemia in pigs using ultrasound lung comets*. *Critical Care Medicine*, v. 35, n. 12, p. 2769-2774, Dez 2007.

GOKAL, R. & MALLICK, N. P. Peritoneal dialysis. *The Lancet*, v. 353, p. 823-828, Marc 1999.

GOSMANOVA, E. O.; WU, S.; NEILL, W. C. O. Application of Ultrasound in Nephrology Practice. *Advances in Chronic Kidney Disease*, v. 16, n. 5, p. 396-404, Set 2009.

GUNAL, A.I. et al. Should the preservation of residual renal function cost volume overload and its consequence left ventricular hypertrophy in new hemodialysis patients? *Ren Fail.*, v. 26, n. 4, p. 405-409, Jul. 2004.

HALPERIN, B.D. et al. Evaluation of the portable chest roentgenogram for quantitating extravascular lung water in critically ill adults. *Chest*, v. 88, p. 649-652, Nov 1985.

HELD, P.J. et al. Continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis: comparison of patient mortality with adjustment for comorbid conditions. *Kidney Int*, v. 45, p.1163, Abr 1994.

HIMMELFARB, J. Success and challenge in dialysis therapy. *New England Journal of Medicine*, v. 347, p. 2068-2070, Dez 2002.

HIRAKATA, V.N.; CAMEY, A.S. Bland-Altman analysis of agreement between methods. *Revista do Hospital das Clínicas de Porto Alegre*, p. 1-8, Jun 2012.

HO, L.T. et al. Bioimpedance analysis of total body water in hemodialysis patients. *Kidney Int*, v. 46, p. 1438-1442, Nov 1994.

HOENICH, N.A.; LEVIN, N.W. Can technology solve the clinical problem of "dry weight"? *Nephrol Dial Transplant*, v. 18, p. 647-650, Abr 2003.

HOLLEY, J.L. et al. The influence of demographic factors and modality on loss of residual renal function in incident peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int*, v. 21, p. 302-305, Mai/Jun 2001.

HORL, W.H. Hypertension in end-stage renal disease: different measures and their prognostic significance. *Nephrology Dialysis Transplantation*, v. 25, n. 10, p. 3161-3166, Set 2010.

HUFNAGEL, G. et al. The influence of automated peritoneal dialysis on the decrease in residual renal function. *Nephrol Dial Transplant*, v. 14, p. 1224-1228, Mai 1999.

ISHIBE, S.; PEIXOTO, A.J. Methods of assessment of volume status and intercompartmental fluid shifts in hemodialysis patients: Implications in clinical practice. *Semin Dial*, v.17, p. 37-43, Jan/Fev 2004.

ISHIZAKA, Y. et al. Plasma concentration of human brain natriuretic peptide in patients on hemodialysis. *Am J Kidney Dis*, v. 24, p. 461-472, Set 1994.

JAEGER, J.Q.; METHA, R.L. Assessment of dry weight in hemodialysis: An overview. *J Am Soc Nephrol*, v. 10, p. 392-403, Fev 1999.

JOHN, A.S.; TUERFF, S.D.; KERSTEIN, M.D. Nonocclusive mesenteric infarction in hemodialysis patients. *J Am Coll Surg*, v. 190, p. 84-88, Jan 2000.

K/DOQI National Kidney Foundation – Definition and classification of stages of chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis.*, v.39, p. S46-S75, 2002.

KEITH, D.S. et al. Longitudinal follow-up and outcomes among a population with chronic kidney disease in a large managed care organization. *Arch Intern Med*, v. 164, no 6, p. 659-63, Mar 2004.

KNIGHT, E.L. et al. The association between mental health, physical function, and hemodialysis mortality. *Kidney International*, v. 63, p. 1843-1851, Mai 2003.

KIRKPATRICK, J.N. Effectiveness of echocardiographic imaging by nurses to identify left ventricular systolic dysfunction in high-risk patients. *Am J Cardiol*, v. 95, p. 1271-1272, Mai 2005.

KITIYAKARA, C. et al. Salt intake, oxidative stress, and renal expression of NADPH oxidase and superoxide dismutase. *J Am Soc Nephrol*, v. 14, p. 2775-2782, Nov 2003.

KOOMAN, J.P.; VAN DER SANDE, F.M.; LEUNISSEN, K.M.L. Wet or Dry in Dialysis-Can New Technologies Help? *Seminars in Dialysis*, v. 22, n. 1, p. 9–12, Jan 2009.

KOOMANS, H.A.; GEERS, A.B.; MEES, E.J. Plasma volume recovery after ultrafiltration in patients with chronic renal failure. *Kidney Int.*, v. 26, p. 848-854, Dez 1984.

KOUW, P.M. et al. Assessment of postdialysis dry weight: a comparison of techniques. *J Am Soc Nephrol*, v. 4, p. 98-104, Jul 1993.

KRASSIMIR, S.K. et al. A critical evaluation of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter in assessing dry weight in normotensive and hypertensive hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, v. 30, p. 459 - 465, Out 1997.

KUHLMANN, M.K. et al. Bioimpedance, dry weight and blood pressure control: new methods and consequences. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, v. 14, p. 543-549, Nov 2005.

KUSABA, T. et al. Echography of inferior vena cava for estimating fluid removed from patients undergoing hemodialysis. *Nihon Jinzo Gakkai shi*, v. 36, n. 8, p. 914-920, Ago 1994.

LAUSTER, F. et al. Assessment of dry bodyweight in haemodialysis patients by the biochemical marker cGMP. *Nephrol Dial Transplant*, v. 5, n. 5, p.356-361, 1990.

LEVEY, A.S. et al. The definition, classification and prognosis of chronic kidney disease: a KDIGO Controversies Conference report. *Kidney international*, New York, v. 80, n.1, p. 17-28, Jul 2011.

LEVIN, E.R.; GARDNER D.G.; SAMSON, W.K. Natriuretic peptides. *N Engl J Med*, v. 339, p. 321-328, Jul 1998.

LEVIN, A. et al. Left ventricular mass index increase in early renal disease: impact of decline in hemoglobin. *Am J Kidney Dis*, v. 34, p. 125-134, Jul 1999.

LEUNISSEN, K.M. et al New techniques to determine fluid status in hemodialyzed patients. *Kidney Int*, v. 43, p.S50-S56, Jun1993. Supl. 41.

LEYPOLDT, J.K. et al. Determination of circulating blood volume by continuously monitoring hematocrit during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*, v. 6, p.214-219, Ago 1995.

LONDON, G.M. Ultrafiltration intensification for achievement of dry weight and hypertension control is not always the therapeutic gold standard. *Journal of Nephrology*, v. 24, n. 4, p. 395–397, Jun 2011.

LUIK A.J. et al. Blood pressure control and fluid state in patients on long treatment time dialysis. *Blood Purif*. v. 16, n. 4, p. 197-209, 1998.

LYSAGHT, M.J. et al. The influence of dialysis treatment modality on the decline of remaining renal function. *ASAIO Trans*, v. 37, p. 598-604, Out-Dez 1991.

MALLAMACI, F. et al. Detection of Pulmonary Congestion by Chest Ultrasound in Dialysis Patients. *JCMG*, v. 3, n. 6, p. 586–594, Jun 2010.

MAZZUCHI, N.; CARBONELL, E. ; FERNANDEZ-CEAN J. Importance of blood pressure control in hemodialysis patient survival. *Kidney Int Nov*, v. 58, no 5, p. 2147-54, Nov 2000.

MCCLELLAN, W.M. et al. Functional status and quality of life: predictors of early mortality among patients entering treatment for end stage renal disease. *J Clin Epidemiol*, v. 44, n. 1, p. 83-89, 1991.

MCCULLOUGH, P.A. et al. B-type natriuretic peptide and clinical judgment in emergency diagnosis of heart failure: analysis from Breathing Not Properly (BNP) multinational study. *Circulation*, v.106, p.416-422, 2002.

MCDONAGH, T.A. Biochemical detection of left-ventricular systolic dysfunction. *Lancet* p. 351-9, Jan1998.

MCGEE S.; ABERNETHY W.B. III; SIMEL D.L. The rational clinical examination. Is this patient hypovolemic? *JAMA*, V. 281, P. 1022-1029, Mar1999.

MINTZ, G. S. et al. Real-time inferior vena caval ultrasonography: normal and abnormal findings and its use in assessing right-heart function. *Circulation*, v. 64, n. 5, p. 1018-1025, Nov 1981.

MISRA M. et al. Effect of cause and time of dropout on the residual GFR: a comparative analysis of the decline of GFR on dialysis. *Kidney Int*, v. 59, p. 754-763, Feb 2001.

MOIST, L.M. et al. Predictors of loss of residual renal function among new dialysis patients. *J Am Soc Nephrol*, v.11, p. 556-564, Mar 2000.

MOORE, C. L.; COPEL, J. A. Point-of-care ultrasonography. *New England Journal of Medicine*, v. 364, n. 8, p. 749-757, Feb 2011.

MORENO, F. L. et al. Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *The American journal of cardiology*, v. 53, n. 4, p. 579-585, Feb 1984.

MOSTELLER, R.D. Simplified calculation of body surface area. *New England J Med.*, v. 317, p. 1098, 1987.

MURPHY, S.W. et al. Comparative mortality of hemodialysis and peritoneal dialysis in Canada. *Kidney Int*; v. 57 p. 1720, Abr 2000.

NATORI, H. TAMAKI S.; KIRA S. Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration. *Am Rev Resp Dis*, v. 120, p. 421-427, Ago 1979.

NELSON, CB et al. Comparison of continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis patient survival with evaluation of trends during the 1980s. *J Am Soc Nephrol* v. 3, p.1147, Nov 1992.

NESRALLAH, G. E.; BLAKE, P. G.; MENDELSSOHN, D.C. Modality options for end-stage renal disease care. In B. J. G. Pereira, M. H. Sayegh & P. Blake (Eds.), *Chronic kidney disease, dialysis and transplantation*, 2nd ed., p. 279-300, Elsevier, 2005.

NISHIKIMI, T. et al. Plasma brain natriuretic peptide levels in chronic hemodialysis patients: influence of coronary artery disease. *Am J Kidney Dis*, v. 37, p.1201-1208, Jun 2001.

NITTA, K. et al. Plasma concentration of brain natriuretic peptide as an indicator of cardiac ventricular function in patients on hemodialysis. *Am J Nephrol*, v. 18, n. 5, p. 411-415, 1998.

NOBLE, V.E. et al. Ultrasound Assessment for Extravascular Lung Water in Patients Undergoing Hemodialysis. *Chest*, v. 135, n. 6, p. 1433-9, Jun 2009.

PALMER, B.F.; HENRICH, W.L. Recent Advances in the Prevention and Management of Intradialytic Hypotension. *Journal of the American Society of Nephrology*, v. 19, n. 1, p. 8–11, Jan 2008.

PANIAGUA, R. et al. Effects of increased peritoneal clearances on mortality rates in peritoneal dialysis: ADEMEX, a prospective, randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol*, v. 13, p. 1307-1320, Mai 2002.

PANUCCIO, V. et al. Chest ultrasound and hidden lung congestion in peritoneal dialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, v. 27, n. 2, p. 3601-3605, Mai 2012.

PARKER, T., III et al. Dialysis at a Crossroads: 50 Years Later. *Clin J Am Soc Nephrol*, doi CJN, p. 1–5, Fev 2011.

PECOITS-FILHO, R. et al. Associations between circulating inflammatory markers and residual renal function in CRF patients. *Am J Kidney Dis*, v. 41, p. 1212-1218, Jun 2003.

PILLON, L. et al. Vector length as a proxy for the adequacy of ultrafiltration in hemodialysis. *Kidney Int*, v. 66, p.1266, Set 2004.

PISTOLESI, M. ; GIUNTINI, C. Assessment of extravascular lung water. *Radiol Clin North Am*, v. 16, p. 551-74, Dez 1978.

POGGI, A., MAGGIORE, Q. Cardiothoracic ratio as an index of body fluid balance in patients receiving RDT. *Proc Eur Dial Transplant Assoc*, v. 16, p. 692-694, 1979.

PUPIM, L.C.B. et al. Uso da Bioimpedância Elétrica em Pacientes em Diálise. *J Bras Nefrol*, v. 22, no 4, p. 249-56, 2000.

RĂDULESCU, D.; FERECHEDE, D. The importance of residual renal function in chronic dialysed patients. *Journal of Medicine and Life*, v. 2, no.2, p. 199-206, Abr/Jun 2009.

RAINE, A.E. The susceptible patient. *Nephrol Dial Transplant*, v. 11, p. 6-10, 1996. Supl. 2.

REDDAN, D.N. et al. Intradialytic blood volume monitoring in ambulatory hemodialysis patients: a randomized trial. *J Am Soc Nephrol*, v. 16, n. 7, p. 2162-2167 Jun 2005.

RODRIGUEZ, H.J. et al. Assessment of dry weight by monitoring changes in blood volume during hemodialysis using Crit-Line. *Kidney Int*, v. 68, p. 854-861, Ago 2005.

RONCO, C. The problem of hypotension in haemodialysis. *Nephrology*, v. 6, p. 99 - 103, 2001.

ROTTEMBOURG, J. et al. Evolution of residual renal function in patients undergoing maintenance haemodialysis or continuous ambulatory peritoneal dialysis. Proc Eur Dial Transplant Assoc, v.19, p. 397-403, 1983.

SARGENT, J.A.; GOTCH, F.A. Replacement of renal function by dialysis. Kluwer Academic Publishers, 1989

SARKAR, S.R. et al. Assessment of body composition in long-term hemodialysis patients: rationale and methodology. J Ren Nutr., v. 15, no 1, p. 152-8, Jan 2005

SCHNEDITZ, D.; LEVIN, N.W. Non-invasive blood volume monitoring during hemodialysis: technical and physiological aspects. Semin Dial, v. 10, p. 166-160, 1997.

SCHREIBER, M.J. Clinical dilemmas in dialysis: managing the hypotensive patient. Setting the stage. Am J Kidney Dis, v. 38 p. S1-S10, 2001.

SCRIBNER, B.H. et al. The treatment of chronic uremia by the means of intermittent dialysis: A preliminary report. Trans Am Soc Artif Intern Organs., v. 6, p.114-119, 1960.

SESSO, R. et al. Dialysis care, cardiovascular disease, and costs in end-stage renal disease in Brazil. International journal of technology assessment in health care, v. 23, n. 1, p. 126–130, 2007.

SESSO R.C.C., et al. Diálise crônica no Brasil - relatório do Censo Brasileiro de Diálise, 2011. J. Bras. Nefrol., v. 34, n. 3, p. 272-277, 2012.

SINNAKIROUCHENAN R.; HOLLEY, J.L. Peritoneal dialysis versus hemodialysis: risks, benefits, and access issues. Adv Chronic Kidney Dis., v. 18, n. 6, p. 428-32, Nov 2011;

STEUER, R.R. et al. Reducing symptoms during hemodialysis by continuously monitoring the hematocrit. Am J Kidney Dis, v. 27, p. 525-532, Abr 1996.

STEUER, R.R. et al. Enhanced fluid removal guided by blood volume monitoring during chronic hemodialysis. Artif Organs, v. 22, p. 627-632, Ago 1998.

SUDA, T. et al. The contribution of residual renal function to overall nutritional status in chronic haemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant, v. 15, p. 396-401, Mar 2000.

TERMORSHUIZEN, F. et al. The relative importance of residual renal function compared with peritoneal clearance for patient survival and quality of life: an analysis of the Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis (NECOSAD)-2. Am J Kidney Dis, v. 41, p. 1293-1302, Jun 2003.

TETSUKA, T. et al. Change in inferior vena caval diameter detected by ultrasonography during and after hemodialysis. *ASAIO journal (American Society for Artificial Internal Organs : 1992)*, v. 41, n. 1, p. 105-110, Jan-Mar 1995.

THOMSON, G. et al. Hemodialysis for chronic renal failure. *Arch Intern Med*, v. 120, p.153-167, Ago 1967.

TSUTAMOTO, T. et al. Attenuation of compensation of endogenous cardiac natriuretic peptide system in chronic heart failure: prognostic role of plasma brain natriuretic peptide concentration in patients with chronic symptomatic left ventricular dysfunction. *Circulation*, v. 96, no 2, p. 509-16, Jul 1997.

UNITED STATES RENAL DATA SYSTEM, 2012. Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, Bethesda, MD, 2012.

YASHIRO M. et al. Evaluation of Markers to Estimate Volume Status in Hemodialysis Patients: Atrial Natriuretic Peptide, Inferior Vena Cava Diameter, Blood Volume Changes and Filtration Coefficients of Microvasculature. *Ther Apher Dial*, v. 11, p.131-137, Abr 2007.

YASUE, H. et al. Increased secretion of atrial natriuretic polypeptide from the left ventricle in patients with dilated cardiomyopathy. *J Clin Invest*, v. 83, no 1, p. 46-51, Jan 1989.

YOSHIMURA, R. et al. Echography of left ventricular end-diastolic diameter as a reliable tool for estimating "dry weight" in hemodialysis patients. *Renal Fail.*, v. 25, no1, p. 31-41, Jan 2003.

ZHU, F. et al. Validation of changes in extracellular volume measured during hemodialysis using a segmental bioimpedance technique. *ASAIO J*, v. 44, p. M541-M545, Set/Out 1998.

ZHU, F; SCHNEDITZ, D.; LEVIN, N.W. Sum of segmental bioimpedance analysis during ultrafiltration and hemodialysis reduces sensitivity to changes in body position. *Kidney Int*, v. 56, p. 692-699, Ago 1999.

ZHU, F. et al. Adjustment of dry weight in hemodialysis patients using intradialytic continuous multifrequency bioimpedance of the calf. *Int J Artif Organs*, v.12, p. 104-109, Fev 2004.

ZOCCALI, C. et al. Cardiac natriuretic peptides are related to left ventricular mass and function and predict mortality in dialysis patients. *J Am Soc Nephrol*, v.12, p. 1508-1515, Jul 2001.

WALLACE, D. J.; ALLISON, M.; STONE, M. B. Inferior Vena Cava Percentage Collapse During Respiration Is Affected by the Sampling Location: An Ultrasound Study in Healthy Volunteers. *Academic Emergency Medicine*, v. 17, n. 1, p. 96–99, Jan 2010.

WANG, A.Y.M.; LAI, K.N. The importance of residual renal function in dialysis patients. *Kidney international*, v. 69, n. 10, p. 1726-1732, Mai 2006

WANG, A.Y.M. et al. Hyperphosphatemia in Chinese peritoneal dialysis patients with and without residual kidney function: what are the implications? *Am J Kidney Dis*, v. 43, p. 712-720, Abr 2004.

WIZEMANN, V.; SCHILLING, M. Dilemma of assessing volume state- the use and the limitations of a clinical score. *Nephrol Dial Transplant.*, v. 10, p. 2114-2117, Nov 1995.

WIZEMANN, V. et al .The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*, v. 24, p. 1574–1579, 2009

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da pesquisa: COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO DA VOLEMIA DE PACIENTES HEMODIALÍTICOS ATRAVÉS DE ULTRASSOM DA VEIA CAVA INFERIOR POR ECOCARDIOGRAFISTA E NEFROLOGISTA .

Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.

Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com os médicos pesquisadores ou com a clínica PRÓ-RENAL .

Os objetivos deste estudo são : comparar a avaliação da veia cava inferior realizada por médico nefrologista e médico ecocardiografista, com a finalidade de ajudar a validar este método como um parâmetro para retirada de líquidos de pacientes submetidos à hemodiálise. Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser submetido ao exame ecocardiográfico e ultrassonográfico. A realização dos exames não trará nenhum risco à sua saúde.

Os benefícios relacionados com a sua participação são a possibilidade de reconhecimento de alguma patologia cardíaca que você desconheça.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone, e-mail e o endereço institucional do pesquisador principal , podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar,

Barbacena, _____ de _____ 20

Sujeito da pesquisa

Dr. José Muniz Pazeli Júnior
Pró-Renal s/c Ltda
Rua Padre Toledo , 139 -Bairro São Sebastião, Tel : 32 33323394 , e-mail
pazeli@prorenal.com.br

APÊNDICE B

AVALIAÇÃO DO PESQUISADOR ECOCARDIOGRAFISTA

Iniciais sujeito: Idade: Data: __/__/__ Hora: __:__

Peso: Altura: IMC: SC:

Diâmetro máximo expiratório da VCI:

Diâmetro mínimo inspiratório da VCI:

DVCI (mm/m²):

ICVI (%) :

Observações :

APÊNDICE C

AVALIAÇÃO DO PESQUISADOR NEFROLOGISTA

Iniciais sujeito: Idade: Data: __/__/__ Hora: __:__

Peso: Altura: IMC: SC:

Diâmetro máximo expiratório da VCI:

Diâmetro mínimo inspiratório da VCI:

DVCI (mm/m²):

ICVI (%) :

Observações :

APÊNDICE D

Congresso:	7th WORLD CONGRESS on ULTRASOUND in EMERGENCY & CRITICAL CARE
Título:	Volume status evaluation by inferior vena cava ultrasound performed by nephrologist.
Autores:	J.M. Pazeli Jr; T.C. Grossi; N.M. Fernandes; R. B. de Paula; H. Sanders-Pinheiro
Instituição:	Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisa em Nefrologia – Niepen/ Universidade Federal de Juiz de Fora (Juiz de Fora - MG) WINFOCUS - World Interactive Network on Critical Ultrasound
Resumo:	<p>Background: The expiratory diameter of inferior vena cava (IVC) and its collapse during inspiration assessed by ultrasound (US) correlate to central venous pressure and to dry weight of dialysis patients. The availability of cardiologists and the costs of the cardiac US has hindered its use. A trend of using US by noncardiologists increased the interest in evaluating the IVC as a parameter of volume status in dialysis patients.</p> <p>Objective: To evaluate whether the volume status through expiratory IVC diameter and its inspiratory collapse (IC) performed by a nephrologist, without formal training, using conventional US equipment is similar to conventional examination carried out by echocardiographer using an echocardiograph with all resources.</p> <p>Patients and Methods: in a cross-sectional study, 14 patients were evaluated during their hemodialysis session, sequentially by the two researchers, blindly, with a minimum time between exams; each investigator evaluated the same patient on two occasions using both equipments. Subjects were classified by the diameter (VCD) and IC of the IVC in hypovolemic, normovolemic, or hypervolemic (Cherix CE, 1989) and measures made by the echocardiographer and nephrologist were compared by Chi-square, intraclass correlation coefficient, T test and Pearson's correlation coefficient.</p> <p>Results: The volemic status assessed by VCD and by IC were similar, both to between observers and equipment. The intraclass correlation coefficient was high, for conventional US (0.94 and 0.97) and for echocardiograph (0.89 and 0.95). The correlation coefficient to equipments was also high, 0.93 and 0,99 to the nephrologist and 0.97 and 0.99, to the cardiologist. The value of the VCD and IC measures performed by the two analyzers showed great similarity, by T and Pearson correlation tests.</p> <p>Conclusion: The IVC studies by US carried out by a nephrologist performed equally as conventional method. These findings corroborate that evaluation of the IVC by nonimagingologists can be used to estimate dry weight in dialysis patients.</p>

ANEXO A

Comprovante de submissão do artigo “Can nephrologists use ultrasound to evaluate the inferior vena cava? A cross-sectional study of the agreement between a nephrologist and a cardiologist”



NDT
Nephrology Dialysis and
Transplantation

[Edit Account](#) | [Instructions & Forms](#) | [Log Out](#) | [Get Help Now](#)



[Main Menu](#) → [Corresponding Author Dashboard](#) → Submission Confirmation

You are logged in as JOSE PAZELI JR

Submission Confirmation

Thank you for submitting your manuscript to *Nephrology Dialysis Transplantation*.

Manuscript ID: NDT-02036-2012

Title: Can nephrologists use ultrasound to evaluate the inferior vena cava? A cross-sectional study of the agreement between a nephrologist and a cardiologist

PAZELI JR, JOSE
VIDIGAL, DANIEL
GROSSI, TARCISIO

Authors: FERNANDES, NATALIA MARIA
COLUGNATI, FERNANDO
BAUMGRATZ, ROGERIO
SANDERS-PINHEIRO, HELADY

Date Submitted: 24-Oct-2012

 Print  Return to Dashboard

ScholarOne Manuscripts™ v4.10.0 (patent #7,257,767 and #7,263,655). © ScholarOne, Inc., 2012. All Rights Reserved.
 ScholarOne Manuscripts is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.

 Follow ScholarOne on Twitter

[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#) - [Get Help Now](#)

ANEXO B

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FHEMIG



DIGEPE/Gerência de Ensino e Pesquisa
(31) 3239-9545 - gerencia.pesquisa@fhemig.mg.gov.br
Alameda Álvaro Celso, 100 – Santa Efigênia- Belo Horizonte – MG – CEP 30150-260

Unidade HRB *ANO* 2009

Pesquisador José Muniz ~~Razol~~ Junior

Título do Projeto AVALIAÇÃO DO DIÂMETRO DA VEIA CAVA INFERIOR POR ULTRASSONOGRAFIA CONVENCIONAL REALIZADA POR MÉDICO NÃO-ECOCARDIOGRAFISTA

Servidor público FHEMIG? Não
MASP

Profissão Médico- Especialista em Nefrologia e Terapia Intensiva

Telefones 5532 88397607 e 553233323394

E-mail razoljr@hotmail.com

Grupo de pesquisa da FHEMIG HRB

SIPRO 20831-2270/2009-7

Data do parecer na GEP 22/11/2009

Número do parecer na GEP

Resultado do parecer da GEP / SISNEP Aprovado

Data do último parecer – CEP 13-8-2009

Número do parecer do CEP 109/2009

Resultado do CEP / SISNEP Aprovado

CAAE 0073.0.287.000-09

Término previsto da coleta de dados em Março/2012

Término da coleta de dados em

Com publicação (Sim / Não)

Não

Se há publicação científica referente a este projeto de pesquisa, preencher a Ficha Individualizada de Produção Científica:

Tipo de publicação *	Autores	Título	Revista, Páginas, ano de publicação

* 1- Artigo científico; 2- Resumo em Congressos; 3- Outras publicações; # : Incluir em a tabela se necessário.