



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA
MESTRADO EM FISIOTERAPIA

SHIRLEY DIAS BEZERRA

**ASPECTOS MORFOFUNCIONAIS VASCULARES E FORÇA DE PREENSÃO
PALMAR DE PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA PRÉ CONFEÇÃO
DE FÍSTULA ARTERIOVENOSA**

RECIFE

2019

SHIRLEY DIAS BEZERRA

**ASPECTOS MORFOFUNCIONAIS VASCULARES E FORÇA DE PREENSÃO
PALMAR DE PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA SUBMETIDOS OU
NÃO A EXERCÍCIO PRÉ CONFEÇÃO DE FÍSTULA ARTERIOVENOSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco como
requisito para obtenção do título de Mestra em Fisioterapia.

Área de Concentração: Fisioterapia na atenção à saúde.

Orientadora: Prof^a Dr^a Patrícia Érika de Melo Marinho

Co-orientadora: Dr^a Lucila Maria Valente

RECIFE

2019

B574a	Bezerra, Shirley Dias Aspectos morfofuncionais vasculares e força de preensão palmar de pacientes com doença renal crônica submetidos ou não a exercício pré confecção de fístula arteriovenosa/ Shirley Dias Bezerra. - 2019. 144 f.; il. Orientadora: Patrícia Érika de Melo Marinho. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Fisioterapia. Recife, 2019. Inclui referências, apêndices e anexo. 1. Derivação arteriovenosa cirúrgica. 2. Insuficiência renal crônica. 3. Exercício isométrico. 4. Endotélio vascular. 5. Força muscular. 6. Diálise renal. I. Marinho, Patrícia Érika de Melo (orientadora). II. Título.	615.8	CDD (23.ed.)	UFPE (CCS 2020 - 029)
-------	--	-------	--------------	-----------------------

SHIRLEY DIAS BEZERRA

**ASPECTOS MORFOFUNCIONAIS VASCULARES E FORÇA DE PREENSÃO
PALMAR DE PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA PRÉ-CONFECÇÃO
DE FÍSTULA ARTERIOVENOSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Fisioterapia.

Aprovada em: 20/11/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Daniella Cunha Brandão (Examinador Interno)

Departamento de Fisioterapia/CCS/UFPE

Prof^a. Dr^a. Helga Cecília Muniz de Souza (Examinador Externo)

Faculdade Guararapes/FG

Prof^o. Dr. Frederico Castelo Branco Cavalcanti (Examinador Externo)

Serviço de Nefrologia do HC/UFPE

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho, orientadora desta dissertação, pela atenção e disponibilidade. Pelos conhecimentos compartilhados, pela paciência, sabedoria e exigência sempre que necessário. Pelo empenho, pelo apoio e, acima de tudo, pela generosidade.

À Dra. Lucila Maria Valente, co-orientadora desta dissertação, pela atenção, apoio e pela disponibilidade. Por abrir as portas do Ambulatório de Nefrologia do Hospital das Clínicas para o desenvolvimento da pesquisa.

À minha mãe, Vilma Dias, meu pai José Ailton Bezerra e minha irmã Viviane Dias por todo apoio, compreensão e palavras de conforto. Ao meu sobrinho João Victor por ser minha fonte diária de alegria.

À Profa. Dra. Daniela Cunha Brandão, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em nível de mestrado em Fisioterapia pela competência, presença, assertividade e disponibilidade para atender às demandas.

Ao Hospital das Clínicas, especialmente à equipe do Ambulatório de Nefrologia, como as enfermeiras Melissa Moura e Verônica Pessoa, à técnica de enfermagem Jaidete Santos e o auxiliar administrativo Carlos Silva por todo apoio.

À Dra. Miriam Leite, chefe do ambulatório de Fisioterapia do Hospital das Clínicas pela disponibilização do espaço para a execução da pesquisa. Por acreditar no potencial do estudo e, acima de tudo por sempre apoiar e acreditar em mim.

A Profa. Dra. Arméle Dornelas de Andrade, coordenadora do Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da UFPE, pela generosidade em ceder todo o suporte e infraestrutura para a execução da pesquisa.

À Niége Maria de Paiva Melo, secretária do Programa de Pós-Graduação em nível de mestrado em Fisioterapia pela competência e pela prestatividade, mas, acima de tudo, pela amizade, carinho, apoio, compreensão e disponibilidade que fizeram cada momento dessa jornada mais leve.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia pelos conhecimentos compartilhados que agregarão muito na minha jornada.

À Marthley José Correia Costa, meu amigo, companheiro de curso e de todas as horas que perpassaram nestes anos de mestrado. Obrigada por me acompanhar em cada momento, por cada palavra de apoio, por compartilhar comigo todos os momentos felizes e tristes, por ser além de colega de turma, meu suporte sempre que precisei. Minha gratidão eterna.

Aos amigos que o mestrado proporcionou: Maria Carolina Simões, Afonso Tavares, Juliana Andrade, Gustavo Correia e, especialmente, à Juliana Teixeira pela amizade, por acreditar em mim e me apoiar sempre que precisei, por ser incrivelmente doce na sua maneira de se colocar e estar presente, pela alegria e confiança que me passou em cada momento de dificuldade.

À acadêmica do Curso de Fisioterapia Maria Eduarda Ribeiro pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa e companheirismo.

À Renata Pereira, doutoranda do Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar pelo suporte, conhecimento, profissionalismo, apoio e empenho. Pela amizade, por escutar tão atentamente cada palavra minha, carinho, apoio, palavras de incentivo, generosidade e afeto com que me recebeu sempre.

À Profa. Dra. Juliana Barbosa, pós-doutoranda do Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar pela paciência, pelo conhecimento compartilhado, humildade e alegria que consegue envolver todos ao redor.

Às amigas que me acompanharam nesse processo, com toda paciência, carinho e amor. Especialmente à Kássia Juliana da Silva, Camila Alves, Priscila Alves, Natália Vasconcelos, Naama Britto, Angélica Oliveira e Maria das Dores Jales. Minha eterna gratidão por cada palavra de conforto, cada sorriso, cada abraço e todo o apoio.

À todos os pacientes que aceitaram participar da pesquisa minha imensa gratidão pela disponibilidade e pelas conversas. Cada um fez uma grande diferença no desenvolvimento da pesquisa e na minha jornada pessoal.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI) recomenda que a fístula arteriovenosa (FAV) seja realizada seis meses antes do início da hemodiálise (HD), proporcionando tempo necessário para maturar o acesso. A maturação depende da adaptabilidade vascular e do incremento de fluxo sanguíneo para permitir as dilatações e acomodações necessárias à utilização da FAV. A realização de exercícios locais no antebraço pode aumentar a eficácia de maturação do acesso e estudos prévios sugerem que a adição de restrição parcial de fluxo sanguíneo (RFS) durante a realização dessas atividades pode potencializar esses resultados. Este trabalho será apresentado em dois artigos originais: um estudo transversal e uma série de casos, ambos derivados de um ensaio clínico controlado e randomizado. Será apresentada ainda uma revisão sistemática desenvolvida durante o curso de mestrado. O estudo transversal teve como objetivo avaliar a relação entre a força de preensão palmar e as características vasculares de pacientes com DRC nos estágios 4 e 5 sob tratamento conservador ou dialítico. A série de casos teve como objetivo avaliar os efeitos de um programa de exercício físico com restrição parcial de fluxo sanguíneo sobre os vasos sanguíneos do antebraço em pacientes com DRC pré-confecção de FAV. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (Nº 2.532.265), e registrada no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (RBR-4p6fk2). Foram incluídos pacientes com DRC em estágio 4 ou 5, de ambos os sexos, com idade acima de 18 anos, em tratamento conservador medicamentoso ou dialítico com indicação de confecção de FAV, totalizando 41 pacientes no estudo transversal (21 em tratamento conservador e 20 em HD) e 4 pacientes na série de casos. No estudo transversal, foi observada relação entre a força de preensão e as características vasculares dos segmentos mais proximais do antebraço. Foi verificada uma relação entre a força de preensão palmar e o diâmetro da artéria radial aos 10 e 20 cm e com a distensibilidade venosa aos 20 cm. Todos os pacientes com DRC apresentaram os critérios vasculares necessários para confecção da FAV. No protocolo de treinamento da série de casos os pacientes realizaram exercícios de compressão manual com bola de tênis, flexão de cotovelo e de punho com halteres, além de compressão manual com *handgrip*: Dois pacientes realizaram o treinamento com RFS e dois executaram o protocolo sem utilização da restrição de fluxo. Na série de casos todos os pacientes submetidos ao programa de exercícios apresentaram aumento nos diâmetros da artéria radial e veia cefálica. Em relação à força de preensão manual, os pacientes que realizaram treinamento sem restrição parcial de fluxo sanguíneo apresentaram melhor desempenho. Observamos que o treinamento com e sem restrição parcial de fluxo sanguíneo no antebraço

proporcionaram incremento no calibre vascular e na força de apreensão manual promovendo adaptações vasculares necessárias ao sucesso de maturação da FAV.

Palavras-chave: Derivação arteriovenosa cirúrgica. Insuficiência renal crônica. Exercício isométrico. Endotélio vascular. Força muscular. Diálise renal.

ABSTRACT

The Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) recommends that the arteriovenous fistula (AVF) be performed six months before the onset of hemodialysis (HD), providing time to mature access. Maturation depends on vascular adaptability and increased blood flow to allow for the dilations and accommodations required for AVF use. Performing local forearm exercises can increase the effectiveness of access maturation and previous studies suggest that the addition of partial blood flow restriction (BFR) during these activities may enhance these results. This paper will be presented in two original articles: a cross-sectional study and a case series, both derived from a randomized controlled trial. It will also be presented a systematic review developed during the master course. The cross-sectional study aimed to evaluate the relationship between handgrip strength and vascular characteristics of CKD patients in stages 4 and 5 under conservative or dialysis treatment. The objective of this case series was to evaluate the effects of a physical exercise program with partial blood flow restriction on the forearm blood vessels in patients with CKD prior to AVF. The study was approved by the institution's Research Ethics Committee (No. 2,532,265) and registered with the Brazilian Clinical Trials Registry (RBR-4p6fk2). Patients with stage 4 or 5 CKD, of both sexes, over 18 years of age, under conservative drug treatment or dialysis with indication for AVF were included, totaling 41 patients in the cross-sectional study (21 under conservative treatment and 20 in HD) and 4 patients in the case series. In the cross-sectional study, a relationship between grip strength and vascular characteristics of the most proximal forearm segments was observed. A relationship between palmar grip strength and radial artery diameter at 10 and 20 cm and venous distensibility at 20 cm was verified. All CKD patients had the vascular criteria necessary for AVF. In the case series training protocol, patients performed manual compression exercises with tennis ball, elbow and wrist flexion with dumbbells, and manual compression with handgrip: Two patients underwent BFR training and two performed the protocol without the use of flow restriction. In the case series, all patients submitted to the exercise program presented increase in the radial artery and cephalic vein diameters. Regarding the handgrip strength, the patients who performed training without partial blood flow restriction presented better performance. We observed that training with and without partial forearm blood flow restriction provided an increase in vascular caliber and handgrip strength promoting vascular adaptations necessary for successful AVF maturation.

Keywords: Surgical arteriovenous shunt. Chronic renal insufficiency. Exercise. Vascular endothelium. Muscle strength. Renal dialysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DISSERTAÇÃO

Quadro 1 – Estágios da doença renal de acordo com as diretrizes do KDIGO.....	17
Figura 1 – Cateteres venosos centrais mono, duplo e triplo lúmen.....	21
Figura 2 – Fístula arteriovenosa autógena e protética.....	22
Quadro 2 – Protocolos de exercícios para maturação de FAV.....	27
Figura 3 – Imagem do Ultrassom Samsung Medison.....	37
Figura 4 – Imagem ultrassonográfica da artéria radial a 2cm do processo estiloide do rádio, no plano transversal em escala de cinza.....	38
Figura 5 – Imagem do fluxo da artéria radial à 10cm do punho, em plano transversal espectral e cor.....	39
Figura 6 – Imagem ultrassonográfica da veia cefálica a 2cm do processo estiloide do rádio, no plano transversal em escala de cinza.....	40
Figura 7 – Avaliação da força de preensão manual.....	41
Figura 8 – Exercício de compressão manual com bola de tênis.....	43
Figura 9 – Exercício de flexão de cotovelo e punho com halter.....	44
Figura 10 – Exercício de compressão manual com <i>handgrip</i>	45
Figura 11 – Interface do programa <i>Free Tabata Timer</i>	46

ARTIGO ORIGINAL 2

Table 1 – Training protocol performed by the study patients.....	84
--	----

REVISÃO SISTEMÁTICA

Figure 1 – Search and selection of studies for the systemic review according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).....	100
--	-----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO ORIGINAL 1

Tabela 1 – Sociodemographic and clinical characteristics of the patients included in the study.....	70
Tabela 2 – Ultrasound characteristics of radial artery and cephalic vein, dynamometry and circumference of the study patients.....	71
Tabela 3 – Relation between handgrip strength and radial artery and cephalic vein morphofunctionality.....	73

ARTIGO ORIGINAL 2

Table 2 – Sociodemographic and clinical characteristics of study patients.....	85
Table 3 – Initial ultrasonographic characteristics of the radial artery and cephalic vein, dynamometry and perimeter of study patients.....	86
Table 4 – Ultrasonographic behavior of the radial artery and cephalic vein, dynamometry and perimeter of patients at the end of the study.....	87

REVISÃO SISTEMÁTICA

Table 1 – Characteristics of the included studies.....	101
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DISSERTAÇÃO

AB – Artéria braquial

AR – Artéria radial

CAPD – Diálise peritoneal ambulatorial contínua

cm – Centímetro

cm/s – Centímetros por segundo

CVC – Cateter venoso central

DMO-DRC – Distúrbio mineral e ósseo da doença renal

DPA – Diálise peritoneal automática

DPI – Diálise peritoneal intermitente

DRC – Doença renal crônica

EENM – Eletroestimulação neuromuscular

FAV – Fístula arteriovenosa

g/dL – Grama por decilitro

GC – Grupo controle

GRF – Grupo com restrição de fluxo

GRS – Grupo sem restrição de fluxo

HD – Hemodiálise

IMC – Índice de massa corporal

KDOQI – Kidney Disease Outcomes Quality Initiative

Kg – Quilograma

Kg/m² – Quilograma por metro quadrado

KgF – Quilograma-força

m – Metro

mEq/L – Miliequivalente por litro

mg/dL – Miligrama por decilitro

mL/min/1,73m² – Mililitro por minuto por 1,73 metros ao quadrado

mm – Milímetros

mRNA – RNA mensageiro

MSD – Membro superior dominante
MSND – Membro superior não-dominante
ON – Óxido Nítrico
pmp – Pacientes por milhão de população
PTFE – Politetrafluoretileno expandido
PTH – Paratormônio
RFS – Restrição parcial de fluxo sanguíneo
RM – Repetição máxima
TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido
TFG – Taxa de filtração glomerular
TRS – Terapia renal substitutiva
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
US – Ultrassonografia
VC – Veia cefálica
VEFG – Fator de crescimento endotelial vascular

ARTIGO ORIGINAL 1

cm – Centímetro
cm/s – Centímetros por segundo
CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
DRC – Doença renal crônica
FAV – Fístula arteriovenosa
HD – Hemodiálise
KgF – Quilograma-força
mm – Milímetros
STROBE – Reporting of observational studies in epidemiology
TRS – Terapias renais substitutivas

ARTIGO ORIGINAL 2

AVF – Arteriovenous fistula

BFR – Blood flow restriction

BMI – Body mass index

CKD – Chronic kidney disease

cm – Centimeter

cm/s – Centimeters per second

DM – Diabetes mellitus

FRG – Flow restriction group

KgF – Kilogram-force

mm – Millimeter

P – Patient

SAH – Systemic arterial hypertension

SP – Systolic peak

WRG – Without flow restriction group

REVISÃO SISTEMÁTICA

6MWT – 6-minute walk test

CKD – Chronic kidney disease

HD – Hemodialysis

KDOQI – Kidney Disease Outcomes Quality Initiative

KDQOL-SF – Kidney Disease Quality of Life Instrument Short-Form questionnaire

NKF – National kidney foundation

SPPB – Short physical performance battery

WBV – Whole-body vibration

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	DOENÇA RENAL CRÔNICA: DIAGNÓSTICO E COMPLICAÇÕES	17
2.2	TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA.....	19
2.3	TIPOS DE ACESSO VASCULAR PARA HD.....	21
2.3.1	Cateter venoso central	21
2.3.2	Fístula arteriovenosa	22
2.4	MATURAÇÃO E FALÊNCIA DA FAV	23
2.5	ULTRASSONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DA FAV	24
2.6	PAPEL DO EXERCÍCIO NA MATURAÇÃO DA FAV	25
2.7	EXERCÍCIOS COM RESTRIÇÃO PARCIAL DE FLUXO SANGUÍNEO (RFS) PARA A FAV	30
3	JUSTIFICATIVA.....	31
4	OBJETIVOS.....	32
4.1	OBJETIVO GERAL DO ESTUDO TRANSVERSAL	32
4.2	Objetivos Específicos do Estudo Transversal	32
4.3	OBJETIVO GERAL DA SÉRIE DE CASOS	32
4.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA SÉRIE DE CASOS.....	32
5	MÉTODO	33
5.1	LOCAL DO ESTUDO E PERÍODO DE REALIZAÇÃO	33
5.2	DESENHO E POPULAÇÃO DO ESTUDO	33
5.3	SELEÇÃO E AMOSTRA DOS PACIENTES TREINADOS	33
5.4	ALOCACÃO E DEFINIÇÃO DO MASCARAMENTO.....	33
5.5	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	34
5.5.1	Critérios de inclusão.....	34
5.5.2	Critérios de exclusão	34
5.6	CATEGORIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS	34
5.6.1	Variáveis dependentes.....	34
5.6.2	Variáveis independentes.....	35
5.6.3	Variáveis de controle.....	35
5.7	DESFECHO PRIMÁRIO DA SÉRIE DE CASOS	36
5.8	DESFECHOS SECUNDÁRIOS DA SÉRIE DE CASOS.....	36
5.9	COLETA DE DADOS.....	36

5.9.1	Procedimentos	36
5.9.2	Instrumentos.....	37
5.10	DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO	42
5.10.1	Oclusão parcial do torniquete para o tratamento	42
5.10.2	Homogeneização da amostra.....	42
5.10.3	Programa de exercícios.....	43
5.10.4	Controle do tempo dos exercícios.....	46
5.11	ANÁLISE DOS DADOS.....	47
6	RESULTADOS.....	48
7	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A – ARTIGO ORIGINAL 1	60
	APÊNDICE B – ARTIGO ORIGINAL 2	74
	APÊNDICE C – REVISÃO SISTEMÁTICA.....	89
	APÊNDICE D - ANUÊNCIAS	103
	APÊNDICE E – TCLE	105
	APÊNDICE F – FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA E SOCIODEMOGRÁFICA	108
	APÊNDICE G – FOLHETO EXPLICATIVO PARA OS EXERCÍCIOS DOMÉSTICOS.....	111
	APÊNDICE H – FICHA DE INTERVENÇÃO	112
	ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	113
	ANEXO B- DIRETRIZES PARA SUBMISSÃO	116
	ANEXO C - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO.....	142

1 INTRODUÇÃO

As alterações no perfil da morbimortalidade populacional com o passar dos anos projetaram a doença renal crônica (DRC) como um desafio à saúde pública, com elevada taxa de incidência e de prevalência (STEVENSON *et al.*, 2016). A perda da função renal na DRC é progressiva, lenta e irreversível, havendo deterioração das funções excretoras e endócrinas. Como consequência dessa perda surge a necessidade das terapias de substituição renal (TRS) como a hemodiálise (HD), diálise peritoneal (DP) e transplante renal para o desempenho dessas funções e entre os tipos de TRS conhecidas, a HD é a terapia mais utilizada no Brasil (ALMEIDA *et al.*, 2012).

O princípio básico da HD é a filtração sanguínea através de uma máquina de diálise, realizando a remoção do líquido em excesso, correção dos desequilíbrios eletrolítico e ácido-básico, além da remoção dos produtos de degradação tóxicos para o corpo (RIELLA, 2003). Para a realização da HD é necessário acesso vascular temporário ou definitivo.

O *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI) recomenda que os pacientes que necessitam de HD regular sejam submetidos à confecção de acessos vasculares permanentes (KDOQI, 2006). Até o momento, a fístula arteriovenosa (FAV) (PERL *et al.*, 2016) é considerada padrão-ouro para o acesso vascular, uma vez que está associada a maior sobrevida quando comparada aos demais acessos (MIYAMOTO *et al.*, 2017).

O KDOQI recomenda que a confecção da FAV seja realizada seis meses antes do início da HD, proporcionando tempo necessário para maturar o acesso favorecendo o sucesso na primeira canulação (KDOQI, 2006), enquanto o *Canadian Society of Nephrology* e o *European Best Practice Guidelines* aconselham a construção da FAV baseada na taxa de filtração glomerular (TFG), sendo recomendada a partir do estágio 4 da DRC (JINDAL *et al.*, 2006; TORDOIR *et al.*, 2007).

A qualidade da parede do vaso e o diâmetro vascular são fatores importantes no processo de maturação da FAV e a presença de alterações vasculares como flebites ou calibre venoso reduzido, além de calcificação da parede arterial, são fatores que influenciam no sucesso desse processo (FALK, 2006). O mapeamento vascular e o reconhecimento precoce de alterações e de complicações locais como as estenoses, ramos colaterais e problemas no sistema arterial favorecem a manutenção da perviedade do acesso, seja por meio de correção endovascular ou através da revisão cirúrgica da FAV (BEATHARD, 2006). Assim, a maturação depende da adaptabilidade vascular e do incremento de fluxo sanguíneo para permitir as dilatações e acomodações necessárias a utilização do acesso (BYLSMA *et al.*, 2017).

Acredita-se que a realização de exercícios locais no antebraço pode contribuir com a melhor eficácia de maturação do acesso e estudos prévios sugerem que a adição de restrição parcial de fluxo sanguíneo durante a realização dessas atividades pode potencializar os resultados na maturação após a cirurgia (KDOQI, 2006; BARBOSA *et al.*, 2018; WILSCHUT *et al.*, 2018).

Considerando esses aspectos, o objetivo desse estudo foi verificar as características morfológicas e funcionais vasculares do antebraço e a força de prensão em pacientes com doença renal crônica submetidos ou não a um protocolo de exercício com restrição parcial de fluxo sanguíneo em pacientes com DRC em estágios 4 e 5 no período pré-confecção da FAV.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DOENÇA RENAL CRÔNICA: DIAGNÓSTICO E COMPLICAÇÕES

Os primeiros estudos envolvendo a DRC aconteceram em 1836 quando Richard Bright analisou a morfologia renal de um paciente autopsiado (KEITH; KEYS, 1954). A definição mais recente adotada pelo *Kidney Disease Improving Global Outcome* (KDIGO), é a de que a DRC é uma condição caracterizada pela presença de anormalidade na estrutura e/ou na função renal, presente por mais de três meses e com implicações para a saúde (KDIGO, 2012). Inicialmente a DRC pode não apresentar sinais ou sintomas perceptíveis, o que dificulta o seu diagnóstica e a implementação de protocolos de prevenção e tratamento precoces (BASTOS *et al.* 2010).

Os principais mecanismos lesivos envolvidos na fisiopatologia da DRC podem ser decorrentes de anormalidades no desenvolvimento renal ou na integridade do órgão, através da deposição de imunocomplexos, processos inflamatórios ou exposição à substâncias tóxicas, com alterações tubulares e intersticiais; ou por meio da perda progressiva da função renal com lesão dos néfrons viáveis remanescentes (JAMESON; LOSCALZO, 2013).

De acordo com as orientações do KDIGO, a DRC é classificada em estágios segundo a taxa de filtração glomerular (TFG) e presença de albuminúria, apresentando-se em 5 estágios (Quadro 1).

Quadro 1 – Estágios da doença renal de acordo com as diretrizes do KDIGO.

				Estágios de albuminúria persistente (mg/g)		
				A1	A2	A3
				Normal a levemente aumentada	Moderadamente aumentada	Severamente aumentada
				<30	30-300	>300
Estágios de TFG (ml/min/1,73m ²)	1	Normal ou elevada	≥90	-	Monitorar	Encaminhar
	2	Redução leve	60-89	-	Monitorar	Encaminhar
	3a	Redução leve a moderada	45-59	Monitorar	Monitorar	Encaminhar
	3b	Redução moderada grave	30-44	Monitorar	Monitorar	Encaminhar
	4	Redução severa	15-29	Encaminhar	Encaminhar	Encaminhar
	5	Falência renal	<15	Encaminhar	Encaminhar	Encaminhar

Legenda: TFG: Taxa de filtração glomerular; A: Estágios de albuminúria. Fonte: Adaptada do KDIGO (2012).

De acordo com essa classificação, os pacientes que estão sob baixo risco (campos do quadro destacados em verde) devem ser monitorados uma vez ao ano se houver presença de DRC. Aqueles com risco moderadamente aumentado (campos destacados em amarelo) devem ter monitorização uma vez ao ano. Os pacientes com risco elevado (campos destacados em laranja) devem ser submetidos à duas monitorizações anuais. A presença de alto risco (campos destacados em vermelho) aumentam a necessidade de acompanhamento contínuo, elevando o número de monitorizações necessárias anualmente para três vezes, enquanto os pacientes que apresentam risco muito alto (campos destacados em vermelho escuro) devem ser monitorizados com maior frequência que os demais (quatro vezes ou mais por ano) (KDIGO, 2012). Esse sistema de estadiamento permite a aplicação de diretrizes para o diagnóstico e tratamento da DRC (SCHMITZ, 2012).

Indivíduos que apresentam diabetes mellitus, hipertensão arterial sistêmica assim como a idade avançada e histórico familiar de doença renal são mais suscetíveis a desenvolver a doença renal em relação aos demais indivíduos (MORSCH; VERONESE, 2011). No entanto, independentemente da doença prévia, as principais complicações decorrentes da DRC são a acidose metabólica, alterações no metabolismo mineral e ósseo, alterações musculares, respiratórias e cardiovasculares, cujo desfecho pode ser fatal (BASTOS *et al.* 2010).

O comprometimento da musculatura no paciente com DRC acontece por mecanismos que afetam tanto a estrutura quanto a função do músculo. Nesses pacientes, a miopatia urêmica está associada às alterações no metabolismo energético, no catabolismo proteico e na atrofia muscular por desuso (COELHO *et al.*, 2007). De maneira geral, as causas de fraqueza nesses pacientes incluem atrofia de massa musculoesquelética, redução da capacidade de gerar força por unidade de massa (miopatia) e redução da capacidade do sistema nervoso em ativar unidades motoras normais ou ainda a combinação desses mecanismos (JOHANSEN *et al.*, 2003).

Pacientes com DRC apresentam redução na taxa de síntese proteica implicando em alterações na síntese de cadeias de miosina, o que poderia explicar a força muscular diminuída. A ocorrência de disfunções mitocondriais culmina em anormalidades no metabolismo energético, favorecendo menor resistência e maior fatigabilidade nesses pacientes (ADEY *et al.*, 2000). Apesar desses mecanismos exercerem função importante na fraqueza muscular, o catabolismo proteico parece desempenhar um papel mais decisivo na perda de massa muscular em pacientes com DRC (ADAMS; VARIZI, 2006).

Os mecanismos que promovem a proteólise são múltiplos e envolvem processos inflamatórios celulares, acidose metabólica decorrente das substâncias urêmicas circulantes, déficit de vitamina D e aumento na produção de glicocorticosteróides estão entre possíveis fatores. Esses mecanismos atuam sinérgica mas individualmente para alterar a ação intracelular inibitória da insulina, que participa de dois processos catabólicos: caspase-3 e ubiquitina-proteassoma (WANG *et al.*, 2006; BOIVIN *et al.*, 2010). Essas alterações também interferem na atividade proliferativa e de diferenciação de células satélites, favorecendo fibrose da célula muscular (ZHANG *et al.*, 2010).

Outras alterações, assim como as que ocorre no metabolismo mineral e ósseo na doença renal resultam de uma série de manifestações que incluem a desregulação do fator de crescimento de fibroblastos, desregulação da síntese ou secreção excessiva do paratormônio, hipocalcemia e hiperfosfatemia, dentre outros mecanismos (BOVER; COZZOLINO *et al.*, 2013). Essas alterações associam-se à fragilidade óssea, com altas taxas de fraturas, calcificações vasculares e risco aumentado para desenvolvimento de doenças cardiovasculares (MOE *et al.*, 2006).

Estima-se que o risco de doença cardiovascular no paciente com DRC seja vinte vezes maior que na população geral devido a presença de fatores próprios da doença, como o estresse oxidativo, a disfunção e calcificação endotelial, além do acúmulo de toxinas urêmicas, que pode gerar aumento da resistência à insulina e desencadear uma cascata de alterações que podem culminar em aterosclerose (STORINO *et al.*, 2015).

De maneira semelhante, as alterações fisiopatológicas da DRC acometem o sistema respiratório. Os músculos respiratórios, assim como os demais grupamentos musculares esqueléticos, podem apresentar redução de força e massa muscular decorrente da miopatia urêmica e a anormalidade muscular respiratória pode gerar déficit ventilatório, com comprometimento tecidual pulmonar (KEMP *et al.*, 2004). Outras complicações do sistema respiratório nos pacientes com DRC incluem fibrose e calcificação pleural, diminuição do fluxo sanguíneo capilar pulmonar e edema pulmonar entre os principais (CURY *et al.*, 2010).

2.2 TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA

A terapia renal substitutiva tem como finalidade suprir a função renal deficitária de maneira parcial ou integral. Dentre os tipos de TRS estão a diálise peritoneal, a hemodiálise e o transplante renal (SANCHO; DAIN, 2008). Estima-se que no Brasil mais de 122.000 pacientes estejam em tratamento com alguma modalidade de TRS (SESSO *et al.*, 2017).

A diálise peritoneal apresenta-se em três tipos diferentes: diálise peritoneal intermitente (DPI), a ambulatorial contínua (CAPD) e a automática (DPA). Em 2016 a taxa de prevalência do uso de diálise peritoneal no país foi de 7,9% dos pacientes em TRS, sendo a DPA a modalidade predominante (SESSO *et al.*, 2017). A DPI é geralmente realizada em ambiente hospitalar, com duração aproximada de 20 a 24 horas seguidas, com frequência de duas vezes por semana (RANGEL *et al.*, 2017).

O segundo tipo de diálise peritoneal é a CAPD, que representa uma modalidade na qual a solução de diálise está continuamente na cavidade abdominal, sendo considerada um tipo contínuo de diálise. Sua realização pode ser feita de maneira intermitente, com trocas da solução de diálise no período noturno utilizando uma máquina cicladora que infunde e drena o líquido automaticamente. Diferente da CAPD, a DPA é realizada normalmente à noite, ocorrendo a execução da TRS apenas uma vez ao dia e as conexões realizadas na CAPD são substituídas por uma única conexão noturna, com desconexão pela manhã (ABRAHÃO *et al.*, 2010).

Pacientes com DRC em estágio terminal podem ser submetidos ainda ao transplante renal e à HD. Em caso de escolha pelo transplante, o paciente pode receber um rim saudável de um doador vivo ou falecido (TIMSIT *et al.*, 2016). A sobrevida após o transplante é considerada alta (87%) após o primeiro ano, com melhor qualidade de vida e menor taxa de complicações quando comparado às outras TRS (ANDREWS, 2002). O Inquérito Brasileiro de Diálise mais recente aponta que em 2016, mais de 29.000 pacientes com DRC estavam em fila de espera para a realização de transplante renal (SESSO *et al.*, 2017).

Dentre os tipos de TRS, a hemodiálise é modalidade mais utilizada, sendo responsável atualmente pelo tratamento de 92% dos pacientes em TRS (SESSO *et al.*, 2017). O tipo de HD mais utilizada no Brasil é a HD convencional, cujas sessões são realizadas três vezes na semana com duração média de quatro horas, utilizando a máquina de diálise onde o sangue, em contato com o líquido de diálise, é filtrado por uma membrana semi-permeável (DAUGIRDAS 2001).

A necessidade de realização de TRS implica que os pacientes possuam acesso vascular. Dentre os tipos de acesso utilizados estão os cateteres venosos centrais (CVC) não-tunelizados (de curta permanência) e tunelizados (longa permanência), além das FAVs autógenas ou protéticas (BYLSMA *et al.*, 2017).

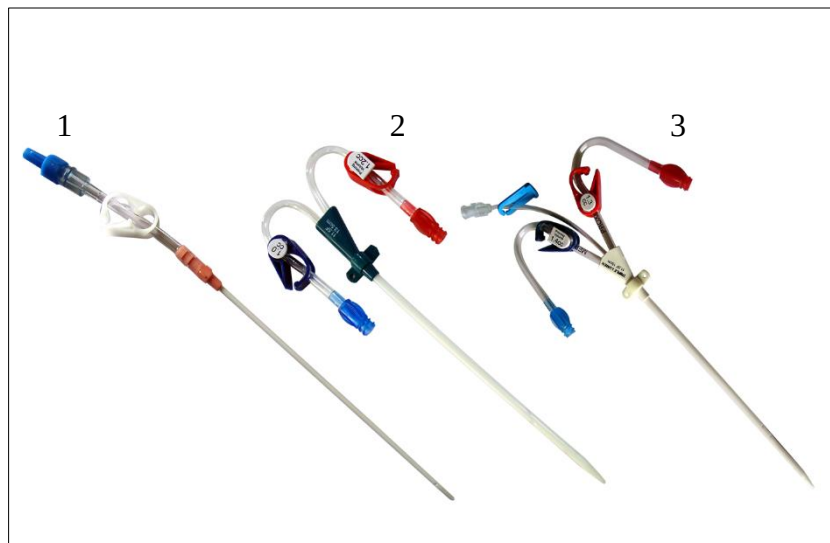
2.3 TIPOS DE ACESSO VASCULAR PARA HD

2.3.1 Cateter venoso central

Os CVCs são considerados acessos de urgência, quando o paciente está na iminência da realização da HD e não há tempo hábil ou indicação para a construção de um acesso definitivo. A praticidade e rapidez na implantação do acesso, a baixa resistência venosa e a possibilidade de uso imediato facilitam o início da HD (FERREIRA; ANRADE, 2007).

Estima-se que no Brasil, cerca de 20% dos pacientes com DRC realizam HD por meio de cateteres de curta ou longa permanências (SESSO *et al.*, 2017). São preferencialmente implantados na veia jugular, onde há menores taxas de complicações, sendo possível o implante ainda nas veias subclávias e femorais sem necessidade de período de maturação do acesso para sua utilização (NEVES JUNIOR *et al.*, 2013), que podem ser de lúmen único, duplo ou triplo lúmen (Figura 1).

Figura 1 – Cateteres venosos centrais mono (1), duplo (2) e triplo lúmen (3), respectivamente.



Fonte: Google.

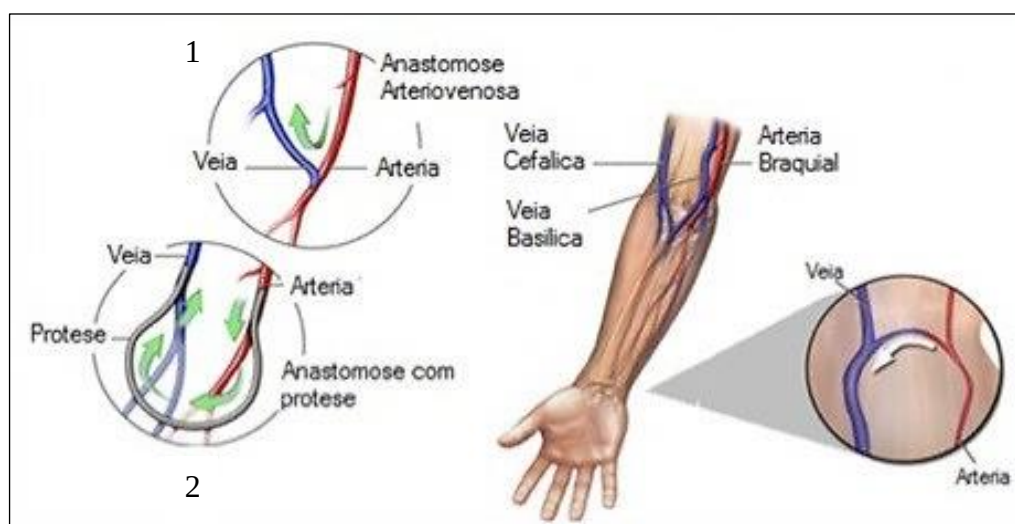
Apesar da maior facilidade de utilização, o uso de CVC está relacionado a elevadas taxas de infecção da corrente sanguínea, com maior hospitalização e morbimortalidade. Dessa forma, seu implante não exclui a posterior necessidade de um acesso mais seguro e com maior durabilidade (GROTHER *et al.*, 2010).

2.3.2 Fístula arteriovenosa

A técnica cirúrgica para a construção da FAV foi inicialmente descrita por Brescia e Cimino em 1996, sendo considerada como o acesso de melhor escolha para a realização e a manutenção da HD regular (KONNER *et al*, 2003; ARER; YABANOGLU, 2016). A FAV é definida como uma anastomose entre uma artéria e uma veia, confeccionada para proporcionar aumento de fluxo sanguíneo local e do diâmetro da veia envolvida, juntamente com o espessamento da parede do vaso, para maior durabilidade do acesso vascular (KDOQI, 2006).

A FAV pode ser classificada de acordo com o conduto ou a localização. Em relação ao conduto, a FAV pode ser autógena (sem uso de material sintético) ou protética (ESTALLO-LALIENA, 2007) com interposição de segmento de politetrafluoretileno expandido (PTFE) ou Dacron (Figura 2).

Figura 2 – Fístula arteriovenosa autógena (1) e protética (2).



Fonte: Google.

Em relação à localização, a FAV pode ser distal (rádio-cefálica) ou proximal (braquio-cefálica, braquio-basílica, braquio-braquial e braqui-axilar) (DE LEUR *et al.*, 2013; KOREPTA *et al.*, 2016).

No momento da escolha, deve-se realizar uma avaliação minuciosa das características vasculares para que se atinja o funcionamento adequado na fase operatória e pós-operatória. Prioriza-se que, na escolha do local do primeiro acesso, a preferência seja a FAV distal (rádio-cefálica) e em caso de falha, seja confeccionado o acesso proximal (braquio-cefálico) (SRIVASTAVA; SHARMA, *et al*, 2011). Em casos de dificuldades na construção desses

acessos, as escolhas subsequentes devem ser o uso do PTFE e a transposição de veia basilíca para anastomose com a artéria braquial (NASCIMENTO *et al.*, 1999).

2.4 MATURAÇÃO E FALÊNCIA DA FAV

Embora a FAV seja o método mais recomendado para a realização de HD, a falha primária e a falha de maturação (ou falha secundária) são relativamente comuns, entre 20 e 30% (KIMBALL *et al.*, 2011). A falha da FAV representa uma das causas mais comuns de hospitalização entre pacientes submetidos a HD regular, causando impacto na sobrevivência desses pacientes (FELDMAN *et al.*, 1996).

Após a criação da FAV ocorre rápido aumento do fluxo sanguíneo local, com acentuação dos níveis de óxido nítrico (ON) e prostaciclina, promovendo a vasodilatação e a inibição da proliferação de células musculares lisas e agregação plaquetária (FONTSERÉ *et al.*, 2016). A combinação do ON com o oxigênio liberado pelos radicais livres desencadeia um processo celular que resulta na remodelação mais duradoura (LEHOUX *et al.*, 2006a; LEHOUX *et al.*, 2006b).

O processo de maturação da FAV ainda não está completamente estabelecido e atinge o tempo necessário variável entre 4 e 12 semanas após o procedimento cirúrgico, e aproximadamente 30% dos acessos não atingem a maturação devido à inabilidade venosa para dilatar após a anastomose ou por baixo fluxo da artéria aferente (TOREGANI *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2016). O sucesso da maturação requer um processo complexo e ordenado de remodelação vascular que envolve vasodilatação, relaxamento muscular, alteração da elasticidade interna do vaso e inibição de antiagregação plaquetária local (KAKKOS; GOUMENOS, 2019).

Para que o acesso seja considerado maduro e apto para a utilização é necessário que a veia seja visível, de fácil canulação, apresente frêmito palpável e possua dilatação venosa de pelo menos 10cm de comprimento. Outro aspecto a ser considerado sobre a maturação da FAV é quanto ao fluxo sanguíneo mínimo (entre 350 a 450 ml/min) para o tempo total da diálise com alta eficiência da HD (DIXON, 2006).

Dentre as principais causas de falha na maturação estão as estenoses, a presença de trombos ou o roubo de fluxo sanguíneo (BORGES, 2009). Além dos fatores diretamente ligados às alterações vasculares, a DRC relaciona-se com alterações metabólicas, sendo o distúrbio mineral e ósseo da doença renal (DMO-DRC) possivelmente responsável pelos efeitos negativos na remodelação vascular desses indivíduos (LI *et al.*, 2002). Os mecanismos resultantes da redução de fosfato e da alteração dos níveis de paratormônio (PTH), podem

transformar a estrutura do tecido muscular, promovendo a calcificação e a rigidez arterial (GIACHELLI *et al.*, 2001), e o aumento de cálcio intracelular se associar a redução de capacitância dos vasos, respectivamente (BOSWORTH *et al.*, 2013).

2.5 ULTRASSONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DA FAV

A ultrassonografia (US) é um método de avaliação por imagem cuja ausência de efeitos danosos por radiação e baixo custo relativo, além da capacidade de gerar imagens estáticas e de fluxo em tempo real compõem parte dos atrativos do exame. A US possui cinco modos de avaliação (A, B, M, doppler e elastográfico), cujos mais difundidos são o modo B, na análise de imagens gerais, e o doppler, realizado para análise de fluxos em tempo real (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

A US vascular para averiguação dos diâmetros arteriais e venosos permite identificar a qualidade dos vasos a serem utilizados, assim como o status do defluxo venoso superficial e profundo (GLASS *et al.*, 2009). As imagens bidimensionais obtidas pela ultrassonografia (modo B) permitem a visualização e mensuração da morfologia dos vasos, enquanto as imagens obtidas por meio do doppler permitem mapeamento funcional local pela quantificação das velocidades de fluxo dos vasos, além de identificar presença de calcificações na parede ou de estenoses do vaso (THRUSH; HARTSHORNE, 2005; FERRING *et al.*, 2008; BORGES, 2009). A US doppler tornou-se um método importante na avaliação de anormalidades vasculares, além de ser útil no planejamento cirúrgico para o tratamento da maioria das doenças vasculares (ENGELHORN *et al.*, 2007).

A avaliação pré-operatória por meio da US permite o mapeamento e acompanhamento do desempenho do acesso da região da FAV, e os seus resultados permitem a implementação de práticas que favoreçam melhores taxas de permeabilidade e sobrevida a longo prazo (TORRES *et al.*, 2019). Nos casos onde a maturidade do acesso não pode ser confirmada por meio da avaliação física isoladamente, a realização de US pode ser utilizada para observar o sucesso ou insucesso no processo de maturação, podendo ser útil na identificação de possíveis disfunções locais como a presença de estenoses após a cirurgia (SIDAWAY *et al.*, 2008).

As dificuldades da avaliação e análise do tempo e conclusão do processo de maturação da FAV podem ser amenizadas com a utilização do US, que por sua vez fornece respostas mais precisas em relação à condição do acesso. Informações sobre o volume de fluxo sanguíneo e diâmetro da veia de drenagem do acesso facilitam a análise da maturidade da FAV. Dessa forma, de posse dessas informações, a associação com o exame físico proporciona condições para um melhor mapeamento e manuseio do acesso (FONSECA *et al.*, 2015).

2.6 PAPEL DO EXERCÍCIO NA MATURAÇÃO DA FAV

O KDOQI (2006) recomenda a realização de exercícios antes e após o procedimento cirúrgico de construção da FAV para otimizar o processo de maturação do acesso por meio do aumento do calibre do vascular e do ganho de massa muscular, além de facilitar a proeminência ou superficialização venosa pela redução da gordura superficial após a prática de exercícios de compressão manual locais (RODRÍGUEZ *et al.*, 2005; BEATHARD, 2005; KDOQI, 2006, REINAS *et al.*, 2012).

Os exercícios favorecem o incremento de fluxo sanguíneo na musculatura esquelética, com aumento da tensão de cisalhamento nas células endoteliais vasculares e aceleração da expressão da enzima ON sintetase, a qual resulta em melhora da função endotelial local (SHIMIZU *et al.*, 2016). O sucesso da maturação da FAV depende de mudanças estruturais do vaso, como angiogênese e remodelação e funcionais, que envolvem mudanças fenotípicas da musculatura lisa vascular e das células endoteliais (PADILLA *et al.*, 2011).

O processo de vasodilatação da parede endotelial é mediado pela liberação ON como resposta em curto prazo, no entanto, as adaptações continuam ocorrendo em médio prazo como consequência do aumento da tensão de cisalhamento e maiores tensões geradas durante o exercício estimulando a produção de ON, e a longo prazo, possivelmente decorrente do aumento crônico do calibre do vaso mediado pela liberação de ON (GREEN *et al.*, 2004). Essas alterações servem como suporte para a indicação de exercícios locais para FAV.

A realização de exercícios para a maturação da FAV é uma prática comum, e apesar de seus efeitos sobre o diâmetro dos vasos e da força de preensão manual serem um senso comum, a variabilidade de protocolos utilizados é relativamente alta. De maneira geral, estudos que envolvem protocolos direcionados para a maturação da FAV têm demonstrado que a realização de exercícios para o antebraço é capaz de aumentar os diâmetros vasculares e promover maior velocidade de fluxo sanguíneo local, além de favorecer maior força de preensão manual nos pacientes com DRC. No Quadro 2, estão dispostos alguns programas realizados por pacientes com DRC em tratamento conservador, previamente à confecção da fístula, e por aqueles que possuem o acesso submetidos ou não hemodiálise regular.

Apesar da variabilidade dos protocolos apresentados no quadro a seguir, é fato que independentemente de a população estar em tratamento conservador ou dialítico, os benefícios do exercício local no antebraço foram semelhantes. O uso de materiais de treino diferentes também não pareceu influenciar em resultados distintos. Dessa forma, a realização de exercícios locais parece desempenhar papel fundamental para maturação da FAV distal, considerando que

são capazes de promover aumentos do calibre vascular nesses pacientes, favorecendo ainda o ganho de força muscular assim como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Protocolos de exercícios para maturação de FAV.

Autor/ano	Desenho do Estudo	População	Material utilizado	Protocolo	Desfechos avaliados	Resultados
Leaf <i>et al.</i> , 2003	Série de casos	• 5 pacientes • Pacientes com creatinina >1,5mg/dL Em tratamento conservador	Bola de tênis	• Duração: 6 semanas • Frequência: 4 vezes/semana • Intervenção: compressões isométricas durante 80 a 360 segundos pelo MSND • Controle: MSD sem realização de exercício	• Diâmetro distal da VC	• Aumento do diâmetro da VC
Rus <i>et al.</i> , 2003	Ensaio clínico randomizado	• 14 pacientes • Submetidos à HD regular	Bola flexível	• Duração: 8 semanas • Intervenção: 20 repetições/min, durante 30min	• Diâmetros da AR e VC • Velocidade de fluxo arterial • Força de preensão palmar	• Aumento dos diâmetros da AR e VC • Aumento da força de preensão
Kumar <i>et al.</i> , 2010	Ensaio clínico randomizado	• 23 pacientes DRC em estágios 3 e 4	Bola flexível	• Duração: 4 semanas • Intervenção: 20 repetições/min, durante 30min diariamente	• Diâmetros da AR, AB e VC • Velocidade de fluxo arterial • Força de preensão manual	• Aumento dos diâmetros da AR, AB e VC • Aumento da velocidade de fluxo • Aumento da força de preensão

Uy <i>et al.</i> , 2012	Estudo piloto	• 15 pacientes • >18 anos • TFG <25 mL/min/1,73 m²	Bola flexível	• Duração: 8 semanas • Grupo intervenção: 10 séries de 20 repetições no MSND diariamente • Grupo controle: MSD sem exercício	• Diâmetro da VC • Força de preensão palmar	• Aumento do diâmetro da VC • Aumento da força de preensão
Martinez <i>et al.</i> , 2017	Ensaio clínico randomizado	• 45 pacientes • DRC em estágio 5 • Submetidos à HD regular com FAV recente	• EENM • Bola flexível • Objetos entre 1-2Kg	• Duração: 8 semanas • Grupo EENM: 30–45min de EENM, nas primeiras 2h de HD • Grupo controle: compressão manual isométrica + flexão de cotovelo*	• Diâmetro das AR e AB • Pico sistólico das AR e AB • Velocidade média do fluxo da AR e AB • Diâmetro da VC • Patência venosa • Força de preensão palmar	• Aumento nos diâmetros da AR, AB e VC • Aumento da força de preensão no GC
Barbosa <i>et al.</i> , 2018	Ensaio clínico randomizado	• 26 pacientes • DRC em estágios 4 e 5 • >18 anos • Em tratamento conservador	• Bola de tênis • Halter • <i>Handgrip</i>	• Duração: 16 semanas • Bola de tênis: 3 séries de 10 repetições, com incremento de 5 repetições/semana • Halter: 3 séries de 10 repetições • <i>Handgrip</i>: 20 compressões/minuto, com duração de 3 minutos	• Diâmetro e distensibilidade da VC • Diâmetro da AR • Velocidade média do fluxo da AR • Pico sistólico da AR	• Aumento do diâmetro da VC • Aumento do diâmetro da AR • Aumento de força de preensão manual no grupo controle

Kumar <i>et al.</i> , 2019	Ensaio clínico randomizado	• 34 pacientes • DRC em estágio 3 e 4 • >18 anos • Em tratamento conservador	• Bola flexível	• Duração: 8 semanas • Frequência: treinamento diário • Grupo intervenção: 20 compressões/min, durante 30min • Grupo controle: não realizaram exercício	• Diâmetro distal da VC • Força de preensão manual	• Aumento do diâmetro da VC • Aumento da força de preensão manual
----------------------------	----------------------------	--	---	--	---	--

Legenda: DRC: Doença renal crônica; MSND: Membro superior não-dominante; MSD: Membro superior dominante; VC: Veia cefálica; AR: Artéria radial; HD: Hemodiálise; FAV: Fístula arteriovenosa; EENM: Eletroestimulação neuromuscular; AB: Artéria braquial; GC: Grupo controle;

*O estudo não apresentou a descrição da duração ou intensidade dos exercícios.

2.7 EXERCÍCIOS COM RESTRIÇÃO PARCIAL DE FLUXO SANGUÍNEO (RFS) PARA A FAV

O exercício com RFS pode ser uma alternativa para potencializar a maturação da FAV. A RFS consiste na aplicação de dispositivo constritivo (manguito ou torniquete), durante a realização de um exercício, sendo originalmente desenvolvida para aumentar a resposta muscular hipertrófica ao exercício de resistência (NASCIMENTO *et al.*, 2019). Sua aplicação resulta em ganho de massa e força muscular e é geralmente associada a treinamento com cargas relativamente baixas, com 20-30% de 1 Repetição Máxima (RM), produzindo efeitos semelhantes aos exercícios com moderadas ou altas resistências (60-75% de 1RM) e proporcionando adaptações musculares com menos danos à musculatura (SLYSZ *et al.*, 2016; CENTNER *et al.*, 2019; BRANDNER *et al.*, 2019).

A RFS induz ao estresse hipóxico muscular esquelético, sendo capaz de gerar hipertrofia muscular por meio da liberação de fatores neuro-humorais como o lactato, a norepinefrina, o hormônio do crescimento e o fator de crescimento endotelial vascular (VEFG), sendo esse último responsável pelo papel regulatório no desenvolvimento vascular fisiológico (TAKARADA, 2000; PATTERSON *et al.*, 2013).

A hipóxia produzida pela utilização da RFS estimula a produção de VEFG e após a realização do treinamento a expressão do RNA mensageiro (mRNA) desse fator permanece acelerado por até 24 horas após a finalização do exercício (SHARKEY *et al.*, 2000; LARKIN *et al.*, 2012). As alterações nos mecanismos regulatórios vasculares são capazes de promover adaptações da parede do vaso, favorecendo o aumento do calibre venoso e alterações na funcionalidade vascular (WOLINSKI *et al.*, 2013).

3 JUSTIFICATIVA

Diante das consequências da DRC para o paciente e a iminência da necessidade de TRS, a confecção de acessos vasculares torna-se uma realidade cada vez mais próxima com a progressão da doença. Neste cenário, a maior sobrevida dos pacientes implica na necessidade do uso de FAVs e torna-se imprescindível que o acesso tenha boa durabilidade e baixo número de complicações quando comparado aos demais tipos de acesso, conferindo a segurança necessária para a realização da HD. Ainda que a FAV proporcione melhores condições para a realização da HD, a necessidade de maturação requer tempo, implicando geralmente no implante de acessos temporários enquanto a FAV está sofrendo as adaptações mínimas para sua utilização.

Em busca da melhor função e maturação da FAV, tem sido recomendado que os pacientes submetidos à sua confecção realizem exercícios físicos locais no antebraço para favorecer o aumento do calibre e funcionalidade vascular, entretanto há uma grande variabilidade entre os protocolos utilizados, não havendo consenso de qual abordagem é capaz de promover melhores resultados na maturação da FAV.

Os exercícios mais comumente indicados durante a maturação envolvem compressões manual com bola flexível ou de tênis, além de exercícios com halteres. Outra modalidade de treinamento que poderia potencializar esses resultados é o treinamento com RFS parcial que, quando associado a exercícios de baixa intensidade, é capaz de apresentar resultados similares àqueles com intensidade mais elevada, promovendo as adaptações vasculares requeridas para o uso do acesso, assim como o aumento de força muscular no local treinado. Considerando que no paciente com DRC possivelmente há alterações vasculares, assim como fraqueza muscular, o treinamento com RFS pode ser uma alternativa para favorecer a maturação da FAV e concomitantemente promover aumento de força no antebraço do acesso.

Dessa forma a definição e aplicação de um protocolo com os recursos e exercícios comumente utilizados associados à RFS pode favorecer o processo de maturação da FAV, considerando as adaptações vasculares normalmente relacionadas à restrição parcial de fluxo durante o exercício.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL DO ESTUDO TRANSVERSAL

Verificar a relação entre a força de preensão manual e as características morfofuncionais do antebraço de pacientes com DRC no período pré-confecção de FAV.

4.2 Objetivos Específicos do Estudo Transversal

- Descrever as características sociodemográficas e clínicas dos pacientes com DRC candidatos a confecção da FAV.
- Verificar a força de preensão manual.
- Avaliar as condições vasculares (veia cefálica e artéria radial) do antebraço.
- Mensurar a circunferência do antebraço.
- Relacionar a força de preensão manual e as características morfofuncionais vasculares.

4.3 OBJETIVO GERAL DA SÉRIE DE CASOS

Avaliar o efeito do exercício físico com RFS sobre as alterações morfológicas vasos sanguíneos do antebraço pré-confecção de FAV na DRC.

4.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA SÉRIE DE CASOS

- Descrever as características sociodemográficas e clínicas dos pacientes com DRC candidatos a confecção da FAV.
- Avaliar as condições vasculares (veia cefálica e artéria radial) do antebraço do membro dominante e não dominante antes e após o protocolo de exercícios com e sem a RFS.
- Verificar a força de preensão manual antes e após o protocolo de exercícios.
- Mensurar a circunferência do antebraço do membro superior dominante e não dominante antes e após o protocolo de exercícios.

5 MÉTODO

5.1 LOCAL DO ESTUDO E PERÍODO DE REALIZAÇÃO

O estudo foi realizado nos ambulatórios de Fisioterapia e de Nefrologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco e no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia desta instituição de ensino. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (Nº 2.532.265), sendo desenvolvido no período entre 2017 e 2019. O estudo foi previamente cadastrado e aprovado pelo Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (RBR-4p6fk2) e seguiu as normas do CONSORT (MARTINS *et al.*, 2009).

5.2 DESENHO E POPULAÇÃO DO ESTUDO

Trata-se de um ensaio clínico randomizado do qual participaram pacientes com DRC em estágio 4 ou 5, de ambos os sexos, acima de 18 anos com indicação de confecção de FAV.

5.3 SELEÇÃO E AMOSTRA DOS PACIENTES TREINADOS

A amostra foi selecionada de forma consecutiva. Os pacientes que aceitaram apenas a realização da avaliação inicial foram incluídos no estudo transversal enquanto os que aceitaram participar do programa de treinamento foram submetidos ao treinamento e avaliação final. Os pacientes incluídos no programa de treinamento foram randomizados em dois grupos [Grupo com restrição de fluxo (GRF), grupo sem restrição de fluxo (GSR)]. A randomização dos grupos foi realizada por um indivíduo sem qualquer vínculo com o estudo, sendo gerada uma sequência aleatória em blocos pelo site www.randomization.com.

5.4 ALOCAÇÃO E DEFINIÇÃO DO MASCARAMENTO

Outro pesquisador não envolvido com o desenvolvimento do estudo foi responsável pelo sigilo de alocação dos dados dos pacientes. As fichas foram armazenadas em envelopes pretos e opacos, selados e numerados sequencialmente sem o conhecimento do pesquisador responsável pelas avaliações.

5.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

5.5.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos pacientes com DRC em estágio 4 ou 5, de ambos os sexos, acima de 18 anos, em tratamento conservador medicamentoso ou dialíticos com indicação de confecção de FAV.

5.5.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos aqueles pacientes com histórico de confecção de FAV nos dois membros superiores ou que tivessem sido submetidos a procedimento vascular local prévio; aqueles que realizassem atividades manuais com cargas elevadas e que apresentassem lesões traumato-ortopédicas em coluna cervical, ombro, cotovelo punho e/ou mão.

5.6 CATEGORIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

5.6.1 Variáveis dependentes

Foram consideradas como dependentes as variáveis apresentadas no Quadro 1.

Quadro 3. Variáveis primárias do estudo.

Variável	Medida	Tipo
Diâmetro transverso da artéria radial	Milímetros (mm)	Quantitativa contínua
Velocidade de pico sistólico da artéria radial	Centímetros por segundo (cm/s)	Quantitativa contínua
Velocidade média radial	Centímetros por segundo (cm/s)	Quantitativa contínua
Diâmetro transverso da veia cefálica	Milímetros (mm)	Quantitativa contínua
Distensibilidade da veia cefálica	Milímetros (mm)	Quantitativa contínua
Força de preensão manual	Quilograma-força (KgF)	Quantitativa contínua

5.6.2 Variáveis independentes

Foram consideradas como independentes as variáveis apresentadas no Quadro 2.

Quadro 4. Variáveis independentes do estudo.

Variável	Tipo
Treinamento com restrição parcial de fluxo sanguíneo	Qualitativa nominal

5.6.3 Variáveis de controle

Foram consideradas como variáveis de controle as apresentadas no Quadro 3.

Quadro 5. Variáveis de controle do estudo

Variável	Medida	Tipo
Idade	Anos	Quantitativa contínua
Sexo	Feminino / Masculino	Qualitativa nominal
Altura	Metro (m)	Quantitativa contínua
Peso	Quilograma (Kg)	Quantitativa contínua
Índice de massa corporal (IMC)	Quilograma por metro quadrado (Kg/m^2)	Quantitativa contínua
Hematócrito	Percentual (%)	Quantitativa contínua
Hemoglobina	Grama por decilitro (g/dL)	Quantitativa contínua
Ureia	Miligramas por decilitro (mg/dL)	Quantitativa contínua
Creatinina	Miligramas por decilitro (mg/dL)	Quantitativa contínua
Sódio	Miliequivalente por litro (mEq/L)	Quantitativa contínua
Potássio	Miliequivalente por litro (mEq/L)	Quantitativa contínua

Fósforo	Miligrama por decilitro (mg/dL)	Quantitativa contínua
Cálcio	Miligrama por decilitro (mg/dL)	Quantitativa contínua
Taxa de filtração glomerular (TFG)	Mililitro por minuto por 1,73 metros ao quadrado (mL/min/1,73m ²)	Quantitativa contínua

5.7 DESFECHO PRIMÁRIO DA SÉRIE DE CASOS

Foi considerado como desfecho primário o aumento do diâmetro basal (mm) da veia cefálica de no mínimo 0,2 mm, no antebraço do membro superior a ser confeccionada a FAV após o treinamento com RFS para o grupo GRF.

5.8 DESFECHOS SECUNDÁRIOS DA SÉRIE DE CASOS

Foram considerados desfechos secundários o aumento da distensibilidade da veia cefálica (mm) após a aplicação de RFS, o aumento do diâmetro (mm) da artéria radial, a velocidade de fluxo [pico sistólico (cm/s) e a velocidade média (cm/s)] da artéria radial, o aumento da circunferência do antebraço (cm) e da força de preensão manual (KgF).

5.9 COLETA DE DADOS

5.9.1 Procedimentos

A triagem dos pacientes foi realizada no ambulatório de Nefrologia do Hospital das Clínicas da UFPE, onde foram convidados a participar do estudo e esclarecidos sobre sua metodologia, riscos e benefícios. Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE E), foram convidados a participarem do processo avaliativo e protocolo de exercícios proposto no estudo.

Inicialmente os pacientes foram submetidos à avaliação física, sociodemográfica e clínica (APÊNDICE F). Na avaliação física foram verificadas a força de preensão manual, a circunferência do antebraço, a morfologia e o desempenho dos vasos do membro não dominante de todas as mensurações.

Após a avaliação inicial houve a randomização dos pacientes em dois grupos: GRF e GSR. Ambos os grupos foram submetidos a um programa de exercícios isotônicos e isométricos para a musculatura flexora de cotovelo e do punho (utilizando bola de tênis, halter e *handgrip*)

para o membro elegível para confecção de FAV, no entanto, apenas o grupo GRF realizou os exercícios com aplicação de RFS parcial. Todos os pacientes deste grupo receberam uma cartilha com orientações para a realização de exercícios domiciliares (APÊNDICE G).

5.9.2 Instrumentos

5.9.2.1 Avaliação clínica e sociodemográfica

Foi utilizada uma ficha de avaliação clínica e coletados dados sobre idade, sexo, peso, altura e índice de massa corporal (IMC), etiologia da DRC, presença e número de comorbidades e TFG a partir de informações retiradas do prontuário durante o momento da avaliação.

5.9.2.2 Ultrassonografia dos vasos do antebraço

Para a realização da ultrassonografia do antebraço dos pacientes deste estudo foi utilizado o protocolo de avaliação de um estudo realizado previamente (BARBOSA *et al.*, 2018) no qual a morfologia e o desempenho da artéria radial e da veia cefálica foram avaliados por meio da ultrassonografia [Sonoace R3 (Samsung Medison - Coreia do Sul)] (Figura 3).

Figura 3 – Imagem do Ultrassom Samsung Medison.



Fonte: Acervo próprio.

Durante a avaliação o paciente permaneceu na posição sentada, mantendo o ombro próximo ao tórax, com 0° de abdução e 45° de flexão, cotovelo em repouso sobre a mesa com a face palmar voltada para cima (ROBBIN *et al.*, 2000).

As avaliações foram realizadas por um pesquisador previamente treinado e cego para as intervenções. Para os fins de avaliação deste estudo não foi necessário estipular limites nos tamanhos dos vasos, visto que o objetivo foi verificar alterações nas dimensões basais após a aplicação de um protocolo de exercício local e portanto, não houve a necessidade da aplicação de um torniquete para a realização da avaliação.

Para a artéria radial foram analisados o diâmetro transverso (mm), a velocidade de fluxo [pico sistólico (cm/s) e a velocidade média (cm/s)] e para a veia cefálica foram mensurados o diâmetro transverso venoso basal (mm) e a distensibilidade da veia cefálica. O exame foi realizado a 2cm, 10cm e 20cm do processo estiloide do rádio do antebraço do membro superior não dominante. Foram registradas três imagens para cada parâmetro avaliado (diâmetro transverso, pico sistólico, velocidade média, e distensibilidade), sendo considerado o maior valor obtido para fins de análise (BARBOSA *et al.* 2018).

O diâmetro transverso da artéria radial foi mensurado utilizando pressão mínima local para evitar compressão e deformação do vaso com o ultrassom em modo bidimensional, utilizando o transdutor linear posicionado transversalmente à artéria na região antero-posterior do antebraço conforme a Figura 4.

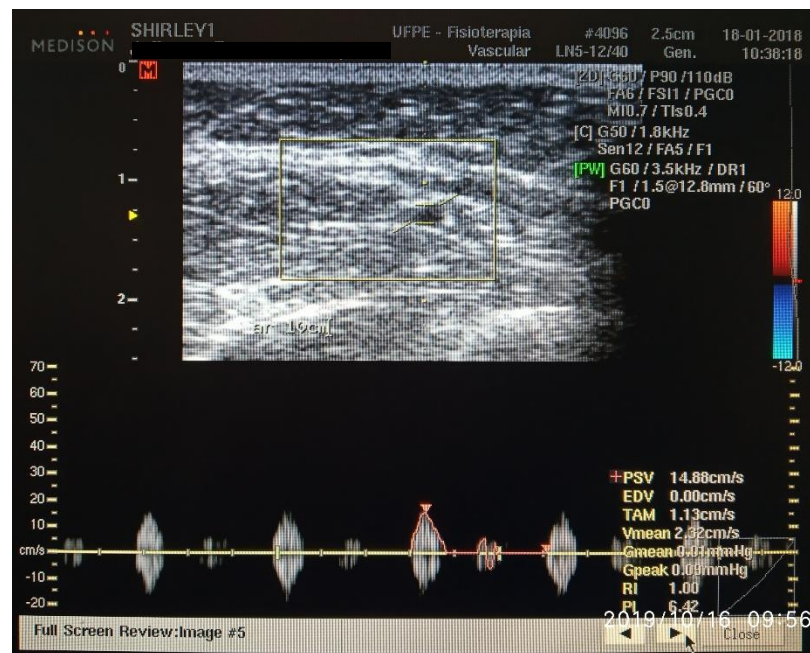
Figura 4 – Imagem ultrassonográfica da artéria radial a 2cm do processo estiloide do rádio, no plano transverso em escala de cinza. Legenda: AR: Artéria radial.



Fonte: Acervo próprio.

Para a avaliação do fluxo sanguíneo arterial (pico sistólico e velocidade média), foi utilizada a análise com Doppler espectral do punho (Figura 5) pelo sistema duplex-scanner. O ângulo de avaliação da imagem foi ajustado entre 45-60°, buscando uma menor variabilidade de velocidade de acordo com o protocolo utilizado por Lockhart *et al.* (2004).

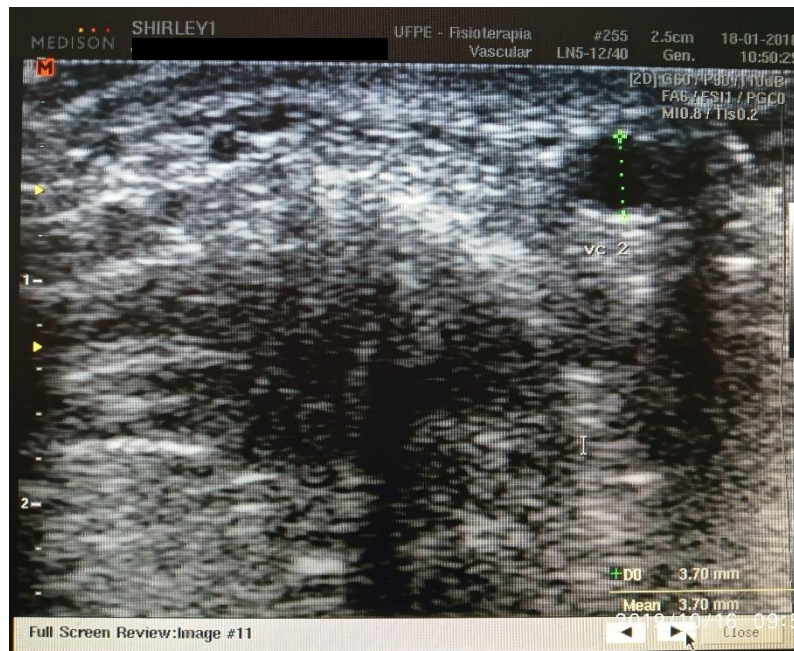
Figura 5 – Imagem do fluxo da artéria radial à 10cm do punho, em plano transversal espectral e cor. Legenda: AR: artéria radial; PSV: velocidade de pico sistólico; Vmean: velocidade média.



Fonte: Acervo próprio.

O diâmetro transversal da veia cefálica foi avaliado utilizando pressão local mínima, para reduzir a possibilidade de deformação do vaso, com o transdutor posicionado transversalmente à veia e próximo ao processo estiloide do rádio na região lateral do antebraço (Figura 6) de acordo com o protocolo de Thrush & Hartshorne (2005).

Figura 6 – Imagem ultrassonográfica da veia cefálica a 2cm do processo estiloide do rádio, no plano transverso em escala de cinza. Legenda: VC: Veia cefálica.



Fonte: Acervo próprio.

5.9.2.3 Força de preensão palmar

A avaliação da força de preensão manual foi realizada por um avaliador cego para a intervenção e previamente treinado por meio da avaliação do teste de 1RM com a dinamometria manual (Dinamometer Smedley – Type hand, marca Saehan - Coreia).

Durante a avaliação, o paciente permaneceu sentado, com o quadril fletido a 90°, ombros em posição neutra, cotovelo fletido a 90° com o antebraço em posição neutra e o punho com 0° a 15° de desvio radial (Figura 7).

Figura 7 – Avaliação da força de preensão manual.



Fonte: Acervo próprio.

Foram realizadas três manobras, com uma diferença mínima de 10% entre elas e com intervalo de dois minutos de repouso entre cada avaliação, sendo registrado o maior valor obtido em quilograma força (KgF). Além da avaliação, foi realizado o cálculo da força de preensão manual predita de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{Força de preensão} = 44,968 - (0,420 \times \text{Idade}) + (0,110 \times \text{Peso}) + (9,274 \times \text{Sexo}^*)$$

O cálculo da força predita é baseado na idade (em anos), peso (em Kg) e sexo, sendo atribuído o valor “1” para os homens e “0” para as mulheres (NOVAES *et al.*, 2009).

5.9.2.4 Perimetria de antebraço

A circunferência do antebraço foi mensurada por meio de fita métrica (trena métrica retrátil Sun Special – Brasil), com o paciente sentado mantendo cotovelo a 90° e antebraço em supinação. A fita foi posicionada a dois centímetros distais da fossa cubital, e um único examinador realizou três aferições, sendo registrado o maior valor obtido segundo protocolo de Barbosa *et al.* (2018).

5.10 DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO

O treinamento foi desenvolvido no ambulatório de Fisioterapia do Hospital das Clínicas da UFPE e os exercícios foram realizados na modalidade supervisionada (duas vezes por semana, em dias alternados, com a supervisão de um fisioterapeuta cego para as avaliações no serviço e não-supervisionada (três vezes na semana em dias alternados ao treinamento ambulatorial) em domicílio, com duração total de oito semanas. Os pacientes do GRF e GSR realizaram o mesmo protocolo e os treinamentos foram registrados em uma ficha produzida para esta finalidade (APÊNDICE H). Todos os pacientes foram avaliados após a conclusão do treinamento.

5.10.1 Oclusão parcial do torniquete para o tratamento

Para a realização dos exercícios com a RFS, foi realizado o cálculo do percentual de oclusão parcial do fluxo sanguíneo durante a avaliação inicial, por meio da aferição da pressão arterial através de esfigmomanômetro previamente testado e estetoscópio (3MTM Littmann® Classic II SE, USA). A avaliação da pressão arterial foi realizada com a aplicação do manguito no braço próximo à prega do cotovelo, realizando a insuflação com compressão do membro até a cessação do som do fluxo sanguíneo, com ausência de pulso arterial. Posteriormente, o manguito foi desinsuflado de forma lenta e progressiva, sendo registrada o valor pressórico relacionado ao som da primeira pulsação arterial (VEIGA *et al.*, 2003). Foi admitida o valor de 50% do valor da pressão arterial sistólica verificada para a realização da oclusão durante a realização dos exercícios pelo GRF. Esta porcentagem de oclusão foi mantida durante todas as modalidades de exercício, incluindo o tempo de repouso entre as séries.

5.10.2 Homogeneização da amostra

Os pacientes dos dois grupos realizaram exercícios palmares isométricos concêntricos com bola de tênis e foram instruídos verbalmente e com auxílio de folheto explicativo, criados para esta finalidade, a realizarem os exercícios. No protocolo apresentado no folheto, havia instruções para a realização de seis séries com dez repetições, a serem realizados em uma única vez no dia, durante três dias, em dias alternados. Foram acrescentadas cinco repetições a cada semana semelhante ao protocolo de um estudo previamente realizado por nosso grupo de pesquisa (BARBOSA *et al.*, 2018). Todo o material necessário para a realização dos exercícios domiciliares juntamente com o folheto explicativo das atividades (APÊNDICE G) foram entregues previamente para cada paciente.

5.10.3 Programa de exercícios

5.10.3.1 Bola de tênis

Os exercícios com bola de tênis foram realizados em três séries de dez repetições cada, com repouso de um minuto entre as séries. Durante o exercício, o paciente permaneceu sentado e com o cotovelo em repouso sobre a mesa (Figura 8).

Figura 8 – Exercício de compressão manual com bola de tênis.



Fonte: Acervo próprio.

Cada aperto na bola teve duração de três segundos com descanso subsequente de um segundo. Foi estabelecido um minuto de descanso entre as séries. A cada semana foram adicionados cinco apertos ao número de repetições. Foi estabelecido descanso de dois minutos antes do início da próxima modalidade de exercícios.

5.10.3.2 Halter

Foram realizadas duas modalidades de exercícios com halter: para musculatura flexora de punho e para os músculos flexores de cotovelo. Ambas foram realizadas com carga incremental durante o protocolo (Figura 9).

Figura 9 – Exercício de flexão de cotovelo (A) e punho (B) com halter.



Fonte: Acervo próprio.

Nas primeiras quatro semanas, os exercícios de punho foram realizados com halter de 1kg, sendo utilizado halter de 2kg nas semanas subsequentes. Os exercícios foram realizados com o paciente sentado, mantendo o cotovelo em repouso sobre a mesa e a face palmar voltada para cima. Foi realizada flexão do punho, utilizando halter, em três séries de dez repetições. Cada flexão teve duração de dois segundos, seguida da extensão da articulação com duração de um segundo. Foi estabelecido um minuto de descanso entre as séries. Após a conclusão das séries, foi estabelecido um descanso de dois minutos antes do início da próxima modalidade de exercícios.

Durante os exercícios para músculos flexores de cotovelo, o paciente permaneceu sentado mantendo o braço apoiado sobre a perna, com o ombro a 0° de abdução, sendo realizada a flexão da articulação do cotovelo. Foram realizadas três séries de dez repetições cada, com intervalo de um minuto de descanso entre as séries.

A carga foi administrada de forma incremental, sendo adicionado um quilograma por semana (halter de 1kg nas duas semanas iniciais; 2kg na terceira e quarta semanas; 3kg nas

semanas subsequentes). Cada flexão teve duração de dois segundos, seguida de extensão da articulação com duração de um segundo. Ao término das séries houve intervalo de dois minutos antes do início da próxima atividade (SALIMI *et al.*, 2013).

5.10.3.3 *Handgrip*

Durante os exercícios de compressão manual dinâmica, o paciente manteve-se sentado, com o cotovelo apoiado na mesa (Figura 10).

Figura 10. Exercício de compressão manual com *handgrip*.



Fonte: Acervo próprio.

Os exercícios foram realizados em três séries, de vinte repetições por minuto, durante três minutos (totalizando sessenta contrações). Cada contração teve duração de dois segundos, seguidas por um segundo de repouso. A carga resistiva do *handgrip* foi prescrita em 50% de 1 RM (HUNT *et al.*, 2012; UY *et al.*, 2013).

5.10.4 Controle do tempo dos exercícios

Para o controle do tempo da realização dos exercícios foi utilizado o programa *Free Tabata Timer* (www.mediafreeware.com) na sua versão em aplicativo para smartphones e tablets (sistemas Android) (Figura 11).

Figura 11 – Interface do programa *Free Tabata Timer*.



Fonte: Google.

O programa registra os tempos de preparo, de exercício, de descanso e dos ciclos e séries através da emissão de sons e cores diferentes de acordo com cada momento do treinamento, oferecendo um feedback auditivo e visual durante a realização dos exercícios. Todos os pacientes foram previamente treinados para a melhor utilização e entendimento da interface do aplicativo.

O fisioterapeuta responsável pela realização do treinamento realizava as programações de tempo necessárias para o desenvolvimento do protocolo durante as sessões e, caso o paciente apresentasse alguma inconsistência em relação aos comandos do aplicativo, as devidas correções eram feitas pelo profissional, desde que não implicassem em estímulos que influenciassem na dinâmica de realização dos exercícios.

5.11 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados descritivos foram expostos em tabelas de distribuição de frequência para as variáveis categóricas e medidas de tendência central e de dispersão para as variáveis numéricas. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para averiguar a distribuição de normalidade e o teste de Levene para homogeneidade de variâncias. A comparação de médias foi realizada por meio do teste t para amostras independentes.

Para o estudo transversal, a força de preensão palmar foi considerada a variável dependente, sendo realizada regressão linear múltipla para avaliação da possível relação entre a força de preensão palmar e as variáveis vasculares. Com o objetivo de evitar multicolinearidade, a relação entre a força de preensão palmar e as variáveis representativas da morfofuncionalidade vascular foi analisada separadamente, sendo ajustada por sexo e idade.

Para a construção da série de casos, os resultados relacionados as características vasculares e de força de preensão palmar foram apresentados individualmente para cada paciente (P).

O banco de dados foi criado inicialmente no programa Excel (2016) e posteriormente transferido para o programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS), Chicago, IL, USA, versão 20.0, sendo considerado como significativo um p valor $<0,05$ com um intervalo de confiança de 95%.

6 RESULTADOS

Os resultados do ensaio clínico que ainda está em andamento serão apresentados sob a forma de dois artigos originais: um estudo transversal (APÊNDICE A) em uma série de casos (APÊNDICE B). Será apresentada ainda uma revisão sistemática sobre os efeitos da vibração de corpo inteiro na capacidade funcional, a qualidade de vida e o equilíbrio postural pacientes com DRC submetidos à hemodiálise (APÊNDICE C). Os artigos serão apresentados abaixo:

ARTIGO ORIGINAL 1: Relation between forearm vascular morphofunctionality of handgrip strength in patients with stage IV and V chronic kidney disease: A cross-sectional study.

- Revista em que foi submetido: Journal of Vascular Access
- Área de concentração: Educação Física
- Qualis da revista: A4

ARTIGO ORIGINAL 2: Does an exercise program associated with partial blood flow restriction improve the performance of blood vessels in the forearm prior to creating an arteriovenous fistula?

- Revista em que foi submetido: Physiotherapy Theory and Practice
- Área de concentração: Educação Física
- Qualis da revista: A2

REVISÃO SISTEMÁTICA: Efficacy of Whole-Body Vibration on Functional Capacity, Quality of Life, and Postural Balance in Hemodialysis Patients: A Systematic Review.

- Revista em que será submetida: Journal of Sound and Vibration
- Fator de impacto: 3.123
- Status: A ser submetido

7 CONCLUSÃO

Em relação a série de casos, os pacientes de ambos os grupos submetidos ao programa de exercícios com e sem RFS parcial apresentaram aumento nos diâmetros da artéria radial e da veia cefálica. Em relação à força de preensão palmar, os pacientes que realizaram treinamento sem RFS parcial apresentaram melhor desempenho. Apesar das alterações vasculares e de força apresentados, esses resultados devem ser interpretados de maneira cautelosa em decorrência da amostra reduzida.

Quanto ao estudo transversal, foi observado que os pacientes envolvidos apresentaram as dimensões vasculares necessárias para confecção da FAV além de apresentarem força de preensão manual preservada. A relação entre a força de preensão e as características vasculares dos segmentos mais proximais do antebraço foi observada sugerindo que, nesses segmentos, a maior quantidade de massa muscular pode ter favorecido a apresentação de maiores calibres dos vasos avaliados.

Considerando os resultados obtidos, a prescrição direcionada às necessidades individuais de cada paciente parece ser a melhor opção antes da confecção da FAV. A indicação de exercícios sem uma avaliação precisa das necessidades reais desses pacientes pode não ser a forma mais adequada de maturar o acesso afinal.

A presença do fisioterapeuta nesse contexto favoreceria a identificação de demandas pessoais, com melhor adequação das atividades prescritas e realizadas, favorecendo a otimização tanto do processo de maturação quanto da manutenção da funcionalidade do membro superior onde foi confeccionada a FAV.

REFERÊNCIAS

1. ABRAHAO, S.S.; RICAS, J.; ANDRADE, D.F.; POMPEU, F.C.; CHAMAHUM, L.; ARAÚJO, T.M.; SILVA, J.M.P.; NAHAS, C. LIMA, E.M. Estudo descritivo sobre a prática da diálise peritoneal em domicílio. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**. São Paulo, v. 32, n. 1, p. 45-50, março de 2010
2. ADAMS, G.R.; VAZIRI, N.D. Skeletal muscle dysfunction in chronic renal failure: effects of exercise. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**. v. 290, n. 4, p. 53–61, 2006.
3. ADEY, D.; KUMAR, R.; MCCARTHY, J.T.; NAIR, K.S. Reduced synthesis of muscle proteins in chronic renal failure. **American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism**. v. 278, n. 2, p. E219–225, 2000.
4. ALMEIDA, A.B.; ALVES, V.F.; SILVA, S.D.C. Qualidade de vida do paciente renal crônico em hemodiálise. **Revista de Iniciação Científica da Libertas**, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2012.
5. ANDREWS, P.A. Renal transplantation. **BMJ**, v. 324, n. 7336, p. 530-534, 2002.
6. ARER, I.M.; YABANOGLU, H. Impact of surgeon factor on radiocephalic fistula patency rates. **Annals of Medicine and Surgery**, v. 5, n. 1, p. 86-89. 2016.
7. BARBOSA, J.B.; MAIA, T.O.; ALVES, P.S.; BEZERRA, S.D.; MOURA, E.C.; MEDEIROS, A.I.C.; FUZARI, H.K.; ROCHA, L.G.; MARINHO, P.E. Does blood flow restriction training increase the diameter of forearm vessels in chronic kidney disease patients? A randomized clinical trial. **Journal of Vascular Access**, v. 19, n. 6, p. 626-633, 2018.
8. BASTOS, M.G.; BREGMAN, R; KIRSZTAJN, G.M. Chronic kidney diseases: common and harmful, but also preventable and treatable. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 2, P. 248-253, 2010.
9. BEATHARD, G.A. An Algorithm for the Physical Examination of Early Fistula Failure. **Seminars Dialysis**, v. 18, n. 4, p. 331-335, 2006.
10. BEATHARD, G.A. An algorithm for the physical examination of early fistula failure. **Seminars in Dialysis**, v. 18, n. 4, p. 331-335, 2005.
11. BOIVIN, M.A.; BATTAH, S.I.; DOMINIC, E.A. Activation of caspase-3 in the skeletal muscle during hemodialysis. **European Journal of Clinical Investigation**. v. 40, n. 10, p. 903–910, 2010.

12. BORGES, M.A.P. **Ecografia Vascular com Doppler no Acesso para Hemodiálise**. Brasília: SER, 2009. p15-23.
13. BOSWORTH, C.; SACHS, M.C.; DUPREZ, D.; HOOFNAGLE, A.N.; IX, J.H.; JACOBS, J.R. *et al.* Parathyroid hormone and arterial dysfunction in the multi-ethnic study of atherosclerosis. **Clinical Endocrinology**, v. 79, n. 3, p. 429e36, 2013.
14. BRANDNER, C.R.; CLARKSON, M.J.; KIDGELL, D.J.; WARMINGTON, S.A. Muscular Adaptations to Whole Body Blood Flow Restriction Training and Detraining. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1099, 2019.
15. BYLSMA, L.C.; GAGE, S.M.; REICHERT, H.; DAHL, S.L.M.; LAWSON, J.H. Arteriovenous Fistulae for Haemodialysis: A Systematic Review and Meta-analysis of Efficacy and Safety Outcomes. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 54, n. 4, p. 513-522, 2017.
16. CENTNER, C.; WIEGEL, P.; GOLLHOFER, A.; KONIG, D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 95-108, 2019.
17. COELHO, D.M.; GODOY, C.G.; TAVARES, H.; NAVARRO, F.; ALMEIDA, A.L. Avaliação funcional e prescrição de treinamento para paciente portador de insuficiência renal crônica submetido a hemodiálise: Um relato de caso. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.1, n.3, p.29-41, 2007.
18. CURY, J.L.; BRUNETTO, A.F.; AYDOS, R.D. Efeitos negativos da insuficiência renal crônica sobre a função pulmonar e a capacidade funcional. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 2, p.91-98, 2010.
19. DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G.; ING, T.S. **Manual de diálise**. 3. ed. Rio de Janeiro: Médica e Científica LTDA, 2001.
20. de LEUR, K.; OZTURK, C.; VAN ZEELAND, M.L.; de GROOT, H.G.; HEYLIGERS, J.M.; VRIENS, P.W.; *et al.* Vascular access outcome in the elderly dialysis patient in combination with the quality of life. **Vascular and Endovascular Surgery**, v. 47, n. 6, p. 444-448, 2013.
21. DIXON, B.S. Why don't fistulas mature? **Kidney International**, v. 70, n. 8, p. 1413-1422, 2006.
22. ENGELHORN, C.A.; FILHO, D.M.; BARROS, F.S.; COELHO, N. **Guia Prático de Ultrassonografia Vascular**. 2.ed. Rio de Janeiro: DiLivros, 2010.
23. ESTALLO-LALIENA, L. Accesos vasculares para hemodíálises: Técnica quirúrgica. **Diálisis y Trasplante**, v. 29, n. 4, p. 207-210, 2008.

24. FALK, A. Maintenance and Salvage of arteriovenous fistula. **Journal of Vascular and Interventional Radiology**, v. 17, n. 5, p. 807-813, 2006.
25. FELDMAN, H.I.; KOBRIN, S.; WASSERSTEIN, A. Hemodialysis vascular access morbidity. **Journal of the American Society of Nephrology**. v. 7, n. 4, p. 523-535, 1996.
26. FERREIRA, V.; ANDRADE, D. Cateter para hemodiálise: Retrato de uma realidade. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 40, n. 4, p. 582-588, 2007.
27. FERRING, M.; HENDERSON, J.; WILMINK, A.; SMITH, S. Vascular ultrasound for the pre-operative evaluation prior to arteriovenous fistula formation for haemodialysis: review of the evidence. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 23, n. 6, p. 1809-1815, 2008.
28. FONSECA, J.H.J.; PITTA, G.B.B.; MIRANDA, F.J. A acurácia da ultrassonografia com Doppler na avaliação da maturação da fístula arteriovenosa para hemodiálise. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. v. 42, n. 3, p. 138-142, 2015.
29. FONTSERÉ, N.; MESTRES, G.; YUGUEROS, X.; LÓPEZ, T.; YUGUERO, A.; BERMUDEZ, P.; *et al.* Effect of a postoperative exercise program on arteriovenous fistula maturation: A randomized controlled trial. **Hemodialysis International**, v. 20, n. 2, p. 306-314, 2016.
30. GIACHELLI, C.M.; JONO, S.; SHIOI, A.; NISHIZAWA, Y.; MORI, K.; MORII, H. Vascular calcification and inorganic phosphate. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 38, n. 4, p. S34e7, 2001.
31. GLASS, C.; JOHANSSON, M.; DIGRAGIO, W.; ILLIG, K.A. A meta-analysis of pre-operative duplex ultrasound vessel diameters for successful radiocephalic fistula peacement. **Journal for Vascular Ultrasound**, v. 33, n. 2, p. 65-68, 2009.
32. GREEN, D.J.; MAIORANA, A.; O'DRISCOLL, G.; TAYLOR, R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. **The Journal of Physiology**, v. 561, n. 1, p. 1-25, 2004.
33. GROTHE, C.; BELASCO, A.G.S.; BITTENCOURT, A.R.C.; VIANNA, L.A.C.; SESSO, R.C.; BARBOSA, D.A. Incidência de infecção da corrente sanguínea nos pacientes submetidos à hemodiálise por cateter venoso central. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2010.

34. HUNT, J.E.A.; WALTON, L.A.; FERGUSON, R.A. Brachial artery modifications to blood flow-restricted handgrip training and detraining. **Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 1, p. 956-961, 2012.
35. JAMESON, J.L.; LOSCALZO, J. **Nefrologia e Distúrbios Acidobásicos de Harrison**. 2. ed. Porto Alegre: McGraw Hill Brasil, 2013.
36. JINDAL, K.; CHAN, C.T.; DEZIEL, C.; HIRSCH, D.; SOROKA, S.D.; TONELLI, M.; CULLETON, B.F. Hemodialysis clinical practice guidelines for the Canadian Society of Nephrology. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 17, n. 3, p. S1–S27, 2006.
37. JOHANSEN, K.L.; SHUBERT, T.; DOYLE, J.; SOHER, B.; SAKKAS, G.K; KENT-BRAUN, J.A. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. **Kidney International**, v. 63, n. 1, p. 291-297, 2003.
38. KAKKOS, S.K.; GOUMENOS, D. The Quest for the Culprit Responsible for Arteriovenous Fistula Maturation Failure. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 57, n. 5, p. 729, 2019.
39. KDIGO-Kidney Disease: Improving Global Outcomes. Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. **Nephron Clinical Practice**, v. 120, n. 2, p. 179–184, 2012.
40. KDOQI. VASCULAR ACCESS WORK GROUP. Clinical practice guidelines for vascular access. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 48 (Supl. 1), p. 176-247. 2006.
41. KEITH, N.M.; KEYS, T.E. Contributions of Richard Bright and his associates to renal disease. **Archives of Internal Medicine**, v. 94, n. 1, p. 5-21, 1954.
42. KEMP, G.J.; CROWE, A.V.; ANIJEET, H.K.; GONG, Q.Y.; BIMSON, W.E.; FROSTICK, S.P.; BONE, J.M.; BELL, G.M.; ROBERTS, J.N. Abnormal mitochondrial function and muscle wasting, but normal contractile efficiency, in haemodialysed patients studied non-invasively in vivo. **Nephrology Dialysis Transplantation**. v. 19, n. 6, p. 1520-1527, 2004.
43. KIMBALL, T.A.; BARZ, K.; DIMOND, K.R.; EDWARDS, J.M.; NEHLER, M.R. Efficiency of the kidney disease outcomes quality initiative guidelines for preemptive vascular access in an academic setting. **Journal of Vascular Surgery**, v. 54, n. 3, p. 760-765, 2011.

44. KONNER, K.; NONNAST-DANIEL, B.; RITZ, E. The Arteriovenous Fistula. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 14, n. 1, p. 1669-1680, 2003.
45. KOREPTA, L.M.; WATSON, J.J.; ELDER, E.A.; DAVIS, A.T.; MANSOUR, M.A.; CHAMBERS, C.M.; CUFF, R.F.; WONG, P.Y. Outcomes for forearm and upper arm arteriovenous fistula creation with the transposition technique. **Journal of Vascular Surgery**, v. 63, n. 3, p. 764-771, 2016.
46. KUBIAK, R.W.; ZELNICK, L.R.; HOOFNAGLE, A.N.; ALPERS, C.E.; TERRY, C.M.; SHIU, Y.T.; *et al.* Mineral Metabolism Disturbances and Arteriovenous Fistula Maturation. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 57, n. 5, p. 719-728, 2019.
47. KUMAR A.L.S.K.; SAFRI, L.S., HOU, L.G.; MALIKI, A.H.; IDRIS, M.A.M.; HARUNARASHID, H. Effect of isometric handgrip exercise on the size of cephalic veins in patients with stage 3 and 4 chronic kidney disease: A randomized controlled trial. **Journal of Vascular Access**, v. 4, p. 1129729819879314, 2019.
48. KUMAR, S.; SEWARD, J.; WILCOX, A.; TORELLA, F. Influence of muscle training on resting blood flow and forearm vessel diameter in patients with chronic renal failure. **British Journal of Surgery**, v. 97, n. 6, p. 835-838, 2010.
49. LARKIN, K.A.; MACNEIL, R.G.; DIRAIN, M.; SANDESARA, B.; MANINI, T.M.; BUFORD, T.W. Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 11, p. 2077, 2012.
50. LEAF, D.A.; MACRAE, H.S.; GRANT, E.; KRAUT, J. Isometric exercise increases the size of forearm veins in patients with chronic renal failure. **The American Journal of the Medical Sciences**, v. 325, n. 3, p. 115-119, 2003.
51. LEHOUX, S. Redox signalling in vascular response to shear and stretch. **Cardiovascular Research**, v. 71, n. 2, p. 269-279, 2006a.
52. LEHOUX, S.; CASTIER, Y.; TEDGUI, A. Molecular mechanism of the vascular response to haemodynamic forces. **Journal of Internal Medicine**, v. 259, n. 4, p. 381-392, 2006b.
53. LI, Y.C.; KONG, J.; WEI, M.; CHEN, Z.F.; LIU, S.Q.; CAO, L.P. 1,25-Dihydroxyvitamin D(3) is a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system. **Journal of Clinical Investigation**, v. 110, n; 2, p. 229e38, 2002.

54. LOCKHART, M.E.; ROBBIN, M.L.; ALLON, M. Preoperative sonographic radial artery evaluation and correlation with subsequent radiocephalic fistula outcome. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 23, n. 2, p. 161–168, 2004.
55. MARTINEZ, L.; ESTEVE, V.; YESTE, M.; ARTIGAS, V.; LLAGOSTERA, S. Neuromuscular electrostimulation: a new therapeutic option to improve radio-cephalic arteriovenous fistula maturation in end-stage chronic kidney disease patients. **International Urology and Nephrology**, v. 49, n. 9, p. 1645-1652, 2017.
56. MARTINS, J.; SOUSA, L.M.; OLIVEIRA, A.A. Recomendações do enunciado CONSORT para o relato de estudos clínicos controlados e randomizados. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 42, n. 1, p. 9-21, 2009.
57. MOE, S.; DRÜEKE, T.; CUNNINGHAM, J.; GOODMAN, W.; MARTIN, K.; OLGAARD, K.; OTT, S.; SPRAGUE, S.; LAMEIRE, N.; EKNOYAN, G. Definition, evaluation, and classification of renal osteodystrophy: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). **Kidney International**, v. 69, n. 11, p. 1945-1953, 2006.
58. MORSCH, C.; VERONESE, F.J.V.; Doença renal crônica: Definição e complicações. **Revista HCPA**, v. 31, n. 1, p. 114-115, 2011.
59. NASCIMENTO, D.C.; SCHOENFELD, B.J.; PRESTES, J. Potential Implications of Blood Flow Restriction Exercise on Vascular Health: A Brief Review. **American Journal of Sports Medicine**, p:1-9, 2019.
60. NASCIMENTO, M.M.; RIELLA, M.C.; *et al.* Avaliação de acesso vascular em hemodiálise: um estudo multicêntrico. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 21, n. 1, p. 22-29, 1999.
61. NEVES, J.M.A.; MELO, R.C.; ALMEIDA, C.C.; FERNANDES, A.R.; PETNYS, A.; IWASAKI, L.S.; RABONI, E. Avaliação da perviedade precoce das fístulas arteriovenosas para hemodiálise. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 10, n. 2, p. 105-109, 2011.
62. NOVAES, R.D.; MIRANDA, A.S.; SILVA, J.O.; TAVARES, B.V.F.; DOURADO, V.Z. Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros de meia idade e idosos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 217-222, 2009.
63. PADILLA, J.; SIMMONS, G.H.; BENDER, S.B.; ARCE-ESQUIVEL, A.; WHYTE, J.J.; LAUGHLIN, M.H. Vascular Effects of Exercise: Endothelial Adaptations Beyond Active Muscle Beds. **Physiology**, v. 26, p. 132-145, 2011.

64. PAPALÉO, R.M.; SOUZA, D.S. Ultrassonografia: princípios físicos e controle da qualidade. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 13, n. 1, p. 14-23, 2019.
65. PATTERSON, S.D.; LEGGATE, M.; NIMMO, M.A.; FERGUSON, R.A. Circulating hormone and cytokine response to low-load resistance training with blood flow restriction in older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 3, p. 713-719, 2013.
66. PEREIRA, O.R.; FERNANDES, J.S.; MENEGAZ, T.N. Avaliação do tempo de maturação das fístulas rádio-cefálicas para hemodiálise. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 45, n. 2, p. 02-10, 2016.
67. PERL, J.; NESSIM, S.J.; MOIST, L.M.; WALD, R.; NA, Y.; TENNANKORE, K.K.; CHAN, C.T. Vascular access type and patient and technique survival in home hemodialysis patients: the Canadian Organ Replacement Register. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 67, n. 2, p. 251–259, 2016.
68. RANGEL, C.H.I.F.; RIBEIRO, R.C.H.M.; CESARINO, C.B.; BERTOLIN, D.C.; SANTOS, M.C.; MAZER, L.E. Peritonites em pacientes com insuficiência renal crônica em tratamento de diálise peritoneal. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 21, p. 1-7, 2017.
69. REINAS, C.A.; NUNES, G.O.; MATTOS, M. O auto-cuidado com a fístula arteriovenosa realizado pelos doentes renais crônicos da região sul de Mato Grosso. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 3, n. 1, p. 505-519, 2012.
70. RIELLA, M.C. **Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólíticos**. 4. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2003.
71. ROBBIN, M.L.; CHAMBERLAIN, N.E.; LOCKHART, M.E.; GALLICHIO, M.H.; YOUNG, C.J.; DEIERHOI, M.H.; ALLON, M. Hemodialysis arteriovenous fistula maturity: US evaluation. **Radiology**, v. 225, n. 1, p. 59-64, 2002.
72. ROBBIN, M.L.; GALINCHO, M.H.; DEIERHOI, M.H.; YOUNG, C.J.; WEBER, T.M.; ALLON, M. US vascular mapping before hemodialysis access placement. **Radiology**, v. 217, n. 1, p. 83-88, 2000.
73. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, J.A.; GONZÁLEZ PARRA, E.; JULIÁN GUTIÉRREZ, J.M.; SEGARRA MEDRANO, A.; ALMIRANTE, B.; MARTÍNEZ, M.T.; *et al.* Sociedad Española de Nefrología: Vascular access guidelines for hemodialysis. **Nefrologia**, v. 25, n. 1, p. 3-97, 2005.

74. RUS, R.R.; PONIKVAR, R.; KENDA, R.B.; BUTUROVIC-PONIKVAR, J. Effect of local physical training on the forearm arteries and veins in patients with end-stage renal disease. **Blood Purification**, v. 21, n. 6, p. 389-394, 2003.
75. SALIMI, F.; MAJD NASSIRI, G.; MORADI, M.; KESHAVARZIAN, A.; FARAJZADEGAN, Z.; SALEKI, M.; NIKPOOR, A.; GHANE, M. Assessment of effects of upper extremity exercise with arm tourniquet on maturity of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. **Journal of Vascular Access**, v. 14, n. 3, p. 239-244. 2013.
76. SANCHO, L.G.; DAIN, S. Análise de custo-efetividade em relação às terapias renais substitutivas: como pensar estudos em relação a essas intervenções no Brasil?. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 6, p. 1279-1290, 2008.
77. SCHMITZ, P.G. **Rins: uma abordagem integrada à doença**. Porto Alegre: McGraw
78. SESSO, R.C.; LOPES, A.A.; THOMÉ, F.S.; LUGON, J.R.; MARTINS, C.T. Inquérito Brasileiro de Diálise Crônica 2016. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 39, n. 3, p. 261-266, 2017.
79. SIDAWY, A.N.; SPERGEL, L.M.; BESARAB, A.; ALLON, M.; JENNINGS, W.C.; PADBERG, F.T. JR.; MURAD, M.H.; MONTORI, V.M.; O'HARE, A.M.; CALLIGARO, K.D.; MACSATA, R.A.; LUMSDEN, A.B.; ASCHER, E. The Society for Vascular Surgery: clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. **Journal of Vascular Surgery**, v. 48, suppl. 5, p: 2S–25S, 2008.
80. SHARKEY, A.M.; DAY, K.; MCPERSON, A.; MALIK, S.; LICENCE, D.; SMITH, S.K.; CHARNOCK-JONES, D.S. Vascular endothelial growth factor expression in human endometrium is regulated by hypoxia. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 85, n. 1, p. 402-409, 2000.
81. SHIMIZU, R.; HOTTA, K.; YAMAMOTO, S.; MATSUMOTO, T.; KAMIYA, K.; KATO, M. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.
82. SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J.F. The efficacy of blood flow restricted exercise: a systematic review & meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 8, p. 669-675, 2016.

83. SRIVASTAVA, A.; SHARMA, S. Hemodialysis vascular access options after failed Brescia-Cimino arteriovenous fistula. **Indian Journal of Urology**, v. 27, n. 2, p. 163-168, 2011.
84. STEVENSON, J.K.; CAMPBELL, Z.C.; WEBSTER, A.C.; CHOW, C.K.; CAMPBELL, K.L.; LEE, V.W.S. eHealth interventions for people with chronic kidney disease (Protocol). **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2016, n. 10, p. CD012379, 2016.
85. STORINO, G.F.; MORAES, C.; SALDANHA, J.; MAFRA, D. Mortalidade Cardiovascular em Pacientes Renais Crônicos: o Papel das Toxinas Urêmicas. **Internacional Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 28, n. 4, p. 327-334, 2015.
86. TAKARADA, Y.; NAKAMURA, Y.; ARUGA, S.; ONDA, T.; MIYAZAKI, S.; ISHII, N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61-65, 2000.
87. TORRES, E.M.; NIETO, S.C.; BADUELL, H.C.; PEÑART, M.L.; VELESCU, A.; VELASCO, A.C. Utilidad de la valoración ecográfica previa a la realización del primer acceso vascular para hemodiálisis. **Nefrología**, v. 39, n. 5, p. 539-544, 2019.
88. THRUSH, A.; HARTSHORNE, T. Duplex assessment of upper extremity arterial disease. In: **Peripheral Vascular Ultrasound**. 2ª edição, Ed. Elsevier Limited, p. 136, 222. 2005.
89. THRUSH, A.; HARTSHORNE, T. Duplex assessment of upper extremity arterial disease. In: **Peripheral Vascular Ultrasound**. 2ª edição, Ed. Elsevier Limited, p. 136, 222. 2005.
90. TIMSIT, M.O.; KLEINCLAUSS, F.; THURET, R. History of kidney transplantation surgery. **Progrès en Urologie**, v. 26, n. 15, p. 874-881, 2016.
91. TORDOIR, J.; CANAUD, B.; HAAGE, P.; KONNER, K.; BASCI, A.; FOUQUE, D.; *et al.* EBPG on vascular access. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 22, n. 2, p. ii88–ii117, 2007.
92. TOREGIANI, J.F.; KIMURA, C.J.; ROCHA, A.S.T.; VOLPIANI, G.G.; BORTONCELLO, A.; SHIRASU, K.; PERES, L.A. Avaliação da maturação das fístulas arteriovenosas para hemodiálise pelo eco-Doppler colorido. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 7, n. 3, p. 203-213, 2008.
93. UY, A.L.; JINDAL, R.M.; HERNDON, T.H.; YUAN, C.M.; ABBOTT, K.C.; HURST, F.P. Impact of isometric handgrip exercises on cephalic vein diameter in non-AVF candidates, a pilot study. **Journal of Vascular Access**, v. 14, n. 2, p. 157-163, 2013.

94. UY, A.L.; JINDAL, R.M.; HERNDON, T.W.; YUAN, C.M.; ABBOTT, K.C.; HURST, F.P. Impact of isometric handgrip exercises on cephalic vein diameter in non-AVF candidates, a pilot study. **Journal of Vascular Access**, v. 14, n. 2, p. 157-163, 2013
95. VEIGA, E.V.; NOGUEIRA, M.S.; CÁRNIO, E.C.; MARQUES, S.; LAVRADOR, M.A.S.; MORAES, S.A. *et al.* Avaliação de Técnicas da Medida da Pressão Arterial pelos Profissionais de Saúde. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 80, n. 1, p. 83-89, 2003.
96. WANG, X.; HU, Z.; DU, J.; MITCH, W.E. Insulin resistance accelerates muscle protein degradation: activation of the ubiquitin proteasome pathway by defects in muscle cell signaling. **Endocrinology**. v. 147, n. 9, p. 4160–4168, 2006.
97. WOLINSKI, P.A.; NEVES, E.B. PIETROVSKI, E.F. Análise das repercussões hemodinâmicas e vasculares do treinamento Kaatsu. **ConScientiae Saúde**, v. 12, n. 2, p. 305-312, 2013.
98. ZHANG, L.; WANG, X.H.; WANG, H.; DU, J.; MITCH, W.E. Satellite cell dysfunction and impaired IGF-1 signaling cause CKD-induced muscle atrophy. **Journal of the American Society of Nephrology**. v. 21, n. 3, p. 419–427, 2010.

APÊNDICE A – ARTIGO ORIGINAL 1

ARTIGO ORIGINAL 1: Relation between forearm vascular morphofunctionality of handgrip strength in patients with stage IV and V chronic kidney disease: A cross-sectional study.

- Revista em que foi submetido: Journal of Vascular Access
- Área de concentração: Educação Física
- *Qualis* da revista: A4

Relation between forearm vascular morphofunctionality of handgrip strength in patients with stage IV and V chronic kidney disease: A cross-sectional study

Vascular morphofunctionality in CKD

Shirley D. Bezerra¹, Lucila Maria Valente², Marthley J. C. Costa¹, Juliana F. S. Barbosa², Patrícia E. M. Marinho¹

¹ Post-Graduate Program in Physiotherapy, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brazil

² Physiotherapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brazil

³ Clinics Hospital of Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brazil

Corresponding author:

Patrícia Érika de Melo Marinho.

Endereço: Avenida Jornalista Aníbal Fernandes, s/n - Cidade Universitária.

CEP: 50740-560 - Recife (PE), Brasil.

E-mail: patricia.marinho@ufpe.br/patmarinho@yahoo.com.br.

Telefone: +55 81 2126-8496

Abstract

Objective: To evaluate the relation between handgrip strength and vascular characteristics of patients with stage IV and V chronic kidney disease (CKD) under conservative or dialysis treatment. **Method:** A cross-sectional study with 41 CKD patients in stages IV and V under conservative or dialysis treatment. Radial artery and cephalic vein diameters, mean radial flow velocity, arterial systolic peak and venous distensibility (ultrasonography), handgrip strength (dynamometry) and non-dominant upper limb forearm circumference (perimetry) were evaluated. **Results:** A relation between handgrip strength and radial artery diameter was observed at 10cm ($R^2 = 23.4\%$; $\beta = 10.80$; $CI_{95\%} = 1.38-20.21$; $p = 0.02$) and at 20cm ($R^2 = 21.3\%$; $\beta = 7.44$; $CI_{95\%} = 0.16-14.72$; $p = 0.04$), and with the distensibility at 20cm ($R^2 = 25.9\%$; $\beta = 6.24$; $CI_{95\%} = 1.39-11.09$; $p = 0.01$). **Conclusion:** There was a relation between handgrip strength and vascular diameters and venous distensibility in the proximal forearm segments.

Keywords: Renal Insufficiency; Arteriovenous Fistula; Muscle strength; Renal dialysis.

Introduction

The irreversibility and chronicity of chronic kidney disease (CKD) requires renal replacement therapy (RRT). In this scenario, hemodialysis (HD) is the most common modality of choice despite the technological progress of transplants.¹ It is necessary to create a vascular access to perform HD, with the arteriovenous fistula (AVF) being considered as the best choice of access and its creation is the most frequent.²

Efficacy in the creation and maintenance of AVF is surrounded by factors that range from the necessary vascular characteristics to the performance of exercises which favor its maturation for its successful use.³⁻⁸ It is common to perform manual compression exercises during the maturation period, in addition to concentric isometric and isotonic exercises, seeking that the shear between the muscles and the vessels promote structural changes which contribute to more effective maturation, with secondary strength gain.^{7,9}

Therefore, the aim of this study was to evaluate the relation between handgrip strength and vascular characteristics of patients with stage IV and V CKD under conservative or dialysis treatment.

Method

A cross-sectional study conducted from April 2018 to June 2019 with conservative treatment of stage IV and V CKD patients followed up at a university hospital in Recife and patients with CKD under regular HD without AVF and using temporary venous access. This study followed the norms of the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE).¹⁰

The study was approved by the Institutional Research Ethics Committee (No. 2,532,265) in accordance with CONEP (National Research Ethics Committee) Resolution 466/2012 and is in accordance with the principles established by the Helsinki Declaration. The sample was obtained by convenience and consisted of 41 individuals selected during the study period.

Patients with stage IV and V CKD undergoing conservative treatment or HD, who had been using temporary venous access for up to 6 months, of both genders, aged between 30 and 70 years, with medical indication for the preparation of AVF. Those with a history of AVF in both upper limbs or who had undergone previous local vascular procedure or who performed manual activity with high loads were excluded.

Data regarding age, gender, weight, and height were collected and the patients' body mass index (weight/height^2) was calculated, as well as the presence of comorbidities and CKD stage. Patients were evaluated for vessel morphology and performance, handgrip strength, and circumference of the arm eligible for AVF.

Vessel ultrasound

Non-invasive hemodynamic assessment of the forearm was performed by ultrasound [Sonoace R3 (Samsung Medison - South Korea)]. The diameters of the radial artery and the cephalic vein, the mean velocity (in cm/s) and the radial artery flow (systolic peak in cm/s), as well as the cephalic vein distensibility were analyzed. The patient remained seated with their elbow flexed at 45 ° and resting on the table during the evaluation, with the palmar face up. Three measurements were made at 2, 10 and 20cm of the forearm from the styloid process of the radius⁷ and the highest value between the measurements was considered since they differed by less than 10%.

Handgrip strength

Hand grip strength was performed on the non-dominant upper limb by manual dynamometry (Smedley Dynamometer - hand type, Saehan - Korea), with the patient sitting, shoulders in neutral position, elbow flexed at 90 °, forearm in neutral position and the wrist at 0 ° to 15 ° radial deviation. Three measurements were performed with a two-minute rest interval between them, and the highest value obtained from the difference between the measurements was less than 10% (KgF).⁹

Forearm circumference

Forearm circumference was measured on the non-dominant limb with the patient remaining in the same position with a measuring tape (retractable measuring tape-Sun Special, Brazil) positioned two centimeters distal to the cubital fossa.⁹

Statistical analysis

Descriptive data were presented in frequency distribution tables for categorical variables and central tendency and dispersion measures for numerical variables. The Kolmogorov-Smirnov test was used to verify the normality distribution and the Levene test for homogeneity of variances. The comparison of means was performed using the t-test for independent samples.

Multiple linear regression was performed to analyze a possible influence of handgrip strength on vascular variables. The relation between the handgrip strength and the representative variables of vascular morphofunctionality were analyzed separately in order to avoid multicollinearity between the variables, being adjusted for gender and age.

Statistical analysis of the results was performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 20.0, with $p < 0.05$ and a confidence interval of 95% as significant.

Results

A total of 21 of the 41 (51.2%) patients were under conservative CKD treatment and 20 (48.8%) underwent hemodialysis. Those who underwent HD had a mean RRT time of 3.5 ± 1.5 months. The characteristics of the patients who participated in the study are shown in Table 1. [Insert Table 1]

The sonographic, strength and forearm circumference characteristics are described in Table 2. [Insert Table 2]

According to the multiple linear regression, the handgrip strength was related to the radial artery diameter at 10cm ($R^2 = 23.4\%$; $\beta = 10.80$; $CI_{95\%} = 1.38-20.21$; $p = 0.02$) and at 20cm ($R^2 = 21.3\%$; $\beta = 7.44$; $CI_{95\%} = 0.16-14.72$; $p = 0.04$), and with the distensibility at 20cm ($R^2 = 25.9\%$; $\beta = 6.24$; $CI_{95\%} = 1.39-11.09$; $p = 0.01$) (Table 3). [Insert Table 3]

Discussion

Patients undergoing conservative treatment had similar vascular characteristics to those under dialysis treatment; however, the former had higher handgrip strength and forearm circumference. Handgrip strength was related to arterial and venous morphological characteristics in the proximal forearm segments.

Vascular morphological and functional characteristics

Both conservative and regular HD patients in our study had adequate arterial and venous diameters for creating the AVF. The observed values are in accordance with those suggested in the literature as being favorable to the success of creating adequate radial-cephalic distal access,

with arterial and venous diameters greater than 1.5mm and 2mm, respectively.³⁻⁶ However, other aspects need to be taken into account for successful access creation or maturation, such as age, the presence of peripheral vascular disease, diabetes mellitus, stenosis, thrombosis or calcification, which may imply in AVF failure.¹¹

The patients in our study had a high frequency of diabetes mellitus. Studies suggest that the presence of this disease reduces vascular adaptability in patients with CKD, interfering with the ability to create and maintain an AVF, as well as increasing primary failure and patency rates.^{12,13} Considering that diabetes mellitus is not solely responsible for maturation failure,^{4,14} monitoring the vascular condition by ultrasonography in these patients is necessary in order to monitor the possible changes along the course of the renal disease.

Handgrip strength

The patients in this study had preserved muscle strength compared to predicted, although loss of skeletal muscle mass with worsening renal function is expected,¹⁵ since the imbalance between synthesis and protein degradation, in addition to the presence of metabolic acidosis, play a role in protein catabolism.^{16,17} A more recent study¹⁸ showed that increased collagen levels in muscle tissue indicated the presence of skeletal muscle fibrosis in addition to the muscle changes found in CKD. According to these authors, the reduction in knee extension strength observed in these patients compared to healthy individuals can be partially explained, since excess collagen impairs the ability of contractile myofibrils to generate strength.¹⁸

Relation between vascular morphofunctional characteristics and handgrip strength

The relation between handgrip strength, vascular diameters and distensibility was only observed in the 10 and 20cm segments of the forearm in the patients in our study. Strength preservation associated with greater muscle mass in this region may favor vascular adaptations, triggering vascular functional and structural changes, with increased compliance and distensibility of these vessels.¹⁹

The implications of this relation for clinical practice seem to justify the importance of performing isometric and isotonic exercises for patients who will have an AVF performed in more proximal forearm regions, thus ensuring that the muscles of this segment can act to promote necessary changes for the vessels that will be used to make the fistula. According to the results of the systematic review by Fuzari et al.,²⁰ insufficient evidence was found among the evaluated studies to support exercise prescription for AVF maturation, which was attributed

to the methodological quality of the studies that entered the review. However, we draw attention to the fact that exercise prescription in the pre-AVF phase and its maturation, if already done, need to consider where the location is to obtain the most effective results.

Study limitations

Our study has some limitations which need to be taken into consideration. One of these concerns the knowledge about the previous physical activity level of the patients involved in the study and if they performed exercises for their upper limbs. Another aspect to consider is the fact that we did not evaluate patients at other stages of CKD, which would enable a comparison between the stage and the relationship between handgrip strength and forearm vessel behavior.

Final considerations

Our study found a relation between handgrip strength and vascular morphological characteristics in the proximal forearm segments of CKD patients in stages IV and V. These patients had preserved strength and adequate arterial and venous diameters according to the recommendations for creating vascular access.

Financing

The authors of this study did not receive financial support for this research, authorship or publication of this article.

References

1. Gjorgjieviski N, Dzekova-Vidimliski P, Gerasimovska V, et al. Primary failure of the arteriovenous fistula in patients with chronic kidney disease stage 4/5. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019; 7(11): 1782 – 1787.
2. Balamuthusamy S, Miller LE, Clynes D, et al. American association of kidney patients survey of patient preferences for hemodialysis vascular access. *J Vasc Access.* 2019: 1129729819870962.
3. Dageforde LA, Harms KA, Feurer ID, Shaffer D. Increased minimum vein diameter on preoperative mapping with duplex ultrasound is associated with arteriovenous fistula maturation and secondary patency. *J Vasc Surg* 2015; 61(1): 170–176.

4. Allon M, Litovsky S, Young CJ, et al. Medial fibrosis, vascular calcification, intimal hyperplasia, and arteriovenous fistula maturation. *Am J Kidney Dis.* 2011; 58(3): 437–443.
5. Bashar K, Clarke-Moloney M, Burke PE, Kavanagh EG, Walsh SR. The role of venous diameter in predicting arteriovenous fistula maturation: when not to expect an AVF to mature according to pre-operative vein diameter measurements? A best evidence topic. *Int J Surg* 2015; 15: 95–99.
6. Nakata J, Io H, Watanabe T, et al. Impact of preoperative ultrasonography findings on the patency rate of vascular access in Japanese hemodialysis patients. *Springerplus.* 2016; 5: 462.
7. Barbosa JB, Maia TO, Alves PS, et al. Does blood flow restriction training increase the diameter of forearm vessels in chronic kidney disease patients? A randomized clinical trial. *J Vasc Access.* 2018; 19(6): 626–633.
8. Wilschut ED, Rotmans JJ, Bos EJ, et al. Supervised preoperative forearm exercise to increase blood vessel diameter in patients requiring an arteriovenous access for hemodialysis: rationale and design of the PINCH Trial. *J Vasc Access.* 2018; 19(1), 84–88.
9. Kong S, Lee KS, Kim J, Jang SH. The effect of two different hand exercises on grip strength, forearm circumference, and vascular maturation in patients who underwent arteriovenous fistula surgery. *Ann Rehabil Med* 2014; 38(5): 648–657.
10. Cuschieri S. The STROBE guidelines. *Saudi Journal of Anaesthesia.* 2019; 13(Suppl 1): S31–S34.
11. Han A, Min SK, Kim MS, et al. A prospective, randomized trial of routine duplex ultrasound surveillance on arteriovenous fistula maturation. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016; 11(10): 1817–1824.
12. Monroy-Cuadros M, Yilmaz S, Salazar-Bañuelos A, Doig C. Independent prediction factors for primary patency loss in arteriovenous grafts within six months. *J Vasc Access.* 2012; 13(1), 29–35.
13. Nanami M, Suemitsu K, Nagasawa Y, et al. Current topics in vascular access: superficialization of arteriovenous fistula. *Contrib Nephrol.* 2019; 198:1–11.
14. Sedlacek M, Teodorescu V, Falk A, Vassalotti JA, Uribarri J. Hemodialysis access placement with preoperative noninvasive vascular mapping: comparison between patients with and without diabetes. *Am J Kidney Dis.* 2001; 38(3): 560–564.

15. Zhou Y, Hellberg M, Svensson P, Höglund P, Clyne N. Sarcopenia and relationships between muscle mass, measured glomerular filtration rate and physical function in patients with chronic kidney disease stages 3–5. *Nephrol Dial Transplant*. 2018; 33(2): 342–348.
16. Thomas SS, Mitch WE. Mechanisms stimulating muscle wasting in chronic kidney disease: the roles of the ubiquitin-proteasome system and myostatin. *Clin Exp Nephrol*. 2013; 17: 174–182.
17. Wang XH, Mitch WE. Mechanisms of muscle wasting in chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol*. 2014; 10: 504–516.
18. Abramowitz MK, Paredes, Zhang K, et al. Skeletal muscle fibrosis is associated with decreased muscle inflammation and weakness in patients with chronic kidney disease. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2018; 315(6): F1658-F1669.
19. Padilla J, Simmons GH, Bender SB, et al. Vascular effects of exercise: endothelial adaptations beyond active muscle beds. *Physiology*. 2011; 26(3): 132-145.
20. Fuzari HKB, Leite H, Souza T, Rocha ADA, Marinho PE. Exercise effectiveness of arteriovenous fistula maturation in chronic renal patients: A systematic review with meta-analysis. *Int J Ther Rehabil*. 2017; 24(3): 98–104.

Table 1. Sociodemographic and clinical characteristics of the patients included in the study.

Variables	Conservative (n=21)	Hemodialysis (n=20)
	n (%) / Mean $\pm$ SD	n (%) / Mean $\pm$ SD
Gender		
Female	10 (47.6%)	12 (60%)
Male	11 (52.4%)	8 (40%)
Age (years)	57.52 $\pm$ 8.65	52.6 $\pm$ 7.32
BMI (Kg/m²)	27.16 $\pm$ 2.87	25.67 $\pm$ 2.67
CKD stage		
IV	10 (47.6%)	6 (30%)
V	11 (52.4%)	14 (70%)
Comorbidities		
SAH	7 (33.3%)	6 (30%)
DM	8 (38.1%)	8 (40%)
SAH+DM	6 (28.6%)	6 (30%)

Legend: SD: Standard Deviation; BMI: Body Mass Index; CKD: Chronic Kidney Disease; SAH: Systemic Arterial Hypertension; DM: Diabetes Melittus.

Table 2. Ultrasound characteristics of radial artery and cephalic vein, dynamometry and circumference of the study patients.

Variables	Conservative (n=21)	Hemodialysis (n=20)	p-value*
	n (%) / Mean ± SD	n (%) / Mean ± SD	
Radial Artery (2cm)			
Diameter (mm)	2.48 ± 0.44	2.19 ± 0.25	0.016
SP velocity (cm/s)	28.94 ± 7.31	29.23 ± 2.05	0.863
Mean velocity (cm/s)	11.06 ± 6.93	16.49 ± 2.17	0.002
Radial Artery (10cm)			
Diameter (mm)	2.37 ± 0.27	2.25 ± 0.13	0.095
SP velocity (cm/s)	26.30 ± 6.43	29.65 ± 3.83	0.051
Mean velocity (cm/s)	11.47 ± 4.62	15.92 ± 2.18	0.0004
Radial Artery (20cm)			
Diameter (mm)	2.66 ± 0.32	2.56 ± 0.29	0.271
SP velocity (cm/s)	24.70 ± 7.58	27.20 ± 3.64	0.190
Mean velocity (cm/s)	10.22 ± 4.88	11.88 ± 1.44	0.150
Cephalic vein (2cm)			
Diameter (mm)	2.49 ± 0.38	2.40 ± 0.28	0.393
Distensibility (mm)	2.54 ± 0.43	2.19 ± 0.44	0.014
Cephalic vein (10cm)			
Diameter (mm)	2.39 ± 0.35	2.34 ± 0.15	0.521
Distensibility (mm)	2.44 ± 0.45	2.49 ± 0.40	0.690

Cephalic vein (20cm)

Diameter (mm)	2.71 ± 0.40	2.64 ± 0.22	0.516
---------------	-------------	-------------	-------

Distensibility (mm)	2.70 ± 0.48	2.40 ± 0.34	0.285
---------------------	-------------	-------------	-------

Dynamometry (KgF)

35.95 ± 8.62	31.10 ± 3.97	0.027
--------------	--------------	-------

Forearm circumference (cm)

26.07 ± 2.43	23.92 ± 0.58	0.001
--------------	--------------	-------

Legend: SD: Standard Deviation; SP: Systolic peak; * T-test for independent samples; $p < 0.05$.

Table 3. Relation between handgrip strength and radial artery and cephalic vein morphofunctionality.

Vascular Morphofunctionality	Dynamometry				
	β	R^2	95%CI		p-value
RA Diameter (10cm)	10.80	23.4%	1.38	20.21	0.02
RA Diameter (20cm)	7.44	21.3%	0.16	14.72	0.04
SP Velocity (20cm)	0.30	18.6%	-0.05	0.67	0.09
Distensibility (20cm)	6.24	25.9%	1.39	11.09	0.01
Mean Velocity (20cm)	-0.38	16%	-0.98	0.21	0.20

Legend: RA: Radial Artery; SP: Systolic Peak; All variables were adjusted for gender and age. * Multiple Linear Regression; $p < 0.05$.

APÊNDICE B – ARTIGO ORIGINAL 2

ARTIGO ORIGINAL 2: Does an exercise program associated with partial blood flow restriction improve the performance of blood vessels in the forearm prior to creating an arteriovenous fistula?

- Revista em que foi submetido: Physiotherapy Theory and Practice
- Área de concentração: Educação Física
- *Qualis* da revista: A2

Does an exercise program associated with partial blood flow restriction improve the performance of blood vessels in the forearm prior to creating an arteriovenous fistula?

Running head: Exercise and arteriovenous fistula

¹ Shirley Dias Bezerra, MSc, PT

² Lucila Maria Valente, PhD, MD

¹ Marthley José Correia Costa, MSc, PT

³ Maria Eduarda de Lima Ribeiro,

¹ José Cândido de Araújo Filho, MSc, PT

¹ Patrícia Érika de Melo Marinho, PhD, PT

¹ Post Graduation in Physical Therapy, Physical Therapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil

² Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil

³ Physical Therapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil

Corresponding Author:

Patrícia Érika de Melo Marinho

Universidade Federal de Pernambuco, Physical Therapy Department.

Avenida Jornalista Aníbal Fernandes, s/n - Cidade Universitária, Recife-PE, Brazil.

CEP: 50740-560

E-mail: patricia.marinho@ufpe.br/patmarinho@yahoo.com.br

Abstract

Introduction: Previous studies have stated that vascular conditioning prior to surgery may promote better maturation outcomes. The objective of this study was to evaluate whether exercise with blood flow restriction (BFR) on the forearm blood vessels in patients with chronic kidney disease (CKD) prior to creating an arteriovenous fistula (AVF) is able to promote better results than conventional exercise. **Method:** A case series with four CKD patients who underwent BFR training (n = 2), without BFR (n = 2), and conventional manual compression protocol. The BFR was performed with 50% systolic blood pressure and the exercise load was based on 40% of manual grip strength. **Results:** There was an increase in radial artery and cephalic vein diameters, distensibility, and mean and flow velocities in all study patients. In relation to the cephalic vein, there was an increase in all groups; however, higher values were observed in the FRG and WRG patients. **Conclusion:** Despite the similar vascular gains, the results should be interpreted with caution considering the sample size. Nevertheless, our results suggest that patients may benefit from a protocol with partial BFR, as well as the conventional protocol.

Keywords: Surgical arteriovenous shunt; chronic renal insufficiency; isometric exercise; vascular endothelium.

Introduction

An arteriovenous fistula (AVF) is considered the gold standard vascular access, with better patency, lower incidence of complications and better quality of life for chronic kidney disease patients (CKD) in relation to other types of access. AVF efficacy requires good maturation and involves changes which include vasodilating, remodeling and expanding the blood vessel lumen (Nanami et al., 2019; Kubiak et al., 2019).

In the maturation period, the performance of manual compression exercises promotes structural and functional alterations of vascular smooth muscle and endothelial cells which favors the maturation process, providing greater durability of access and effective dilation for smaller caliber vessels (Reinas et al., 2012).

Local exercises associated with applying blood flow restriction (BFR) were performed to increase the hypertrophic muscle response to resistance exercise (Loenneke et al., 2010). Associating conventional exercises with BFR may be a therapeutic alternative which is capable of stimulating better adaptation of the vessels, providing the necessary dilation for AVF success, even when performed prior to creating the access (Barbosa et al., 2018).

Previous studies have performed exercises prior to creating AVF with the justification that the vascular conditioning prior to surgery may promote better results in maturation than the performance after surgery (Barbosa et al., 2018; Wilschut et al., 2018). It is known that not performing training may cause insufficient dilation when exposed to an increase in blood flow after making the AVF with a shorter creation time and access utilization (Chemla et al., 2016). However, it is still unclear whether the prior performance or performance of BFR training is better than conventional training.

Thus, the objective of this study was to evaluate whether physical exercise with BFR on the forearm blood vessels in CKD patients prior to AVF creation is capable of promoting better results than conventional exercise.

Method

This is a series of cases derived from a clinical trial involving CKD patients who were attended at the Nephrology outpatient clinic of a tertiary hospital from April 2018 to January 2019, of the Federal University of Pernambuco. The present study was approved by the institutional research ethics committee (Opinion No. 2,532,265), in accordance with resolution 466/2012. The sample was obtained by convenience and composed of four individuals selected during the study period.

Stage IV and V CKD patients of both genders aged between over 70 years in conservative drug treatment with a medical indication for AVF creation were included. We

excluded those with a history of AVF creation in the upper limbs or who those had undergone a previous local vascular procedure or who performed manual activity with high loads.

All were submitted to physical and socio-demographic evaluation (age, gender, education, weight, height, body mass index) and assessed for vessel morphology and performance, hand grip strength, and eligible forearm circumference for AVF.

Vessel morphology and performance

The analysis was performed by a previously trained evaluator, blinded for the intervention. The radial artery and the cephalic vein were evaluated by ultrasound [Sonoace R3 (Samsung Medison - South Korea)] with the patient seated, keeping its evaluated limb near the thorax, with 0 ° shoulder abduction and 45 ° elbow flexion, with the limb resting on the table and their palm facing up (Robbin et al., 2000). For the radial artery, the transverse diameter (mm) and flow velocity [systolic peak (cm/s) and mean velocity (cm/s)] were evaluated, while basal venous diameter (mm) and distensibility were evaluated for the cephalic vein (Barbosa et al., 2018). The vessels (artery and vein) were evaluated at 2cm, 10cm and 20cm from the radial styloid process.

Manual grip strength

Palmar grip strength was verified by hand dynamometry (Dinamometer Smedley - Saehan - Korea) with the patient sitting, maintaining their hip at 90 ° flexion, shoulders in a neutral position, flexed elbow at 90 °, forearm in a neutral position and their wrist at 0 ° to 15 ° of radial deviation. Three measurements were performed with a two-minute rest interval between them and the highest obtained value was considered (KgF) (Kong et al., 2014).

Forearm circumference

The measurement was performed by a tape measure (retractable metric-Sun Special, Brazil) positioned two centimeters distal from the cubital fossa, with the patient sitting and holding their elbow at 90 ° and their forearm in supination (Kong et al., 2014). Three successive measurements were performed, and the highest obtained value was considered for recording purposes.

Partial occlusion of forearm blood flow

To achieve partial occlusion of the blood flow during the training, 50% systolic blood pressure was obtained by blood pressure measurement with a sphygmomanometer (51cm x 14cm, nylon cuff) and stethoscope (3MTM Littmann® Classic II SE, USA). A 50% occlusion pressure was based on the initial assessment and was kept unchanged until the end of the

protocol. Two measurements were performed to determine this value with a 10-minute interval between measurements, and the highest obtained value was considered.

Control of the exercise performance time

The Free Tabata Timer program (www.mediafreeware.com) in its smartphone and tablet version (Android system) was used to control exercise time. This program enables recording preparation times, training, rest and cycles, and series execution through the emission of different sounds and colors, according to the training moment.

Training program

The developed training protocol lasted eight weeks and involved two types of exercises: supervised by the instructor (twice a week, every other day) and unsupervised (three times a week, every other day, at home). Patients were randomized into two groups: Flow Restriction Group (FRG) and Without Flow Restriction Group (WRG). The FRG and WRG groups underwent an exercise program for flexing the elbow and wrist muscles (using a tennis ball, dumbbell and handgrip) on the eligible member for AVF preparation; however, only the FRG group performed the exercises with application of partial blood flow restriction. For the flow restriction, clamps were used with the same characteristics as those used in the evaluation of blood pressure. The training protocol is provided in Table 1 [Insert Table 1].

Results

Of the participants, two patients were in stage IV of CKD (one participant of the FRG and another of the WRG), while the others were in stage V. Because it is a case series, the results are presented individually for each patient (P), which will thus be identified as FRG (P1 and P2) and WRG (P3 and P4).

General characteristics of the patients

Four men and two women participated in the study. In FRG, P1 was male, 57 years old and stage IV CKD; P2 was female, 63 years old and stage V CKD. The two patients in the WRG were male, 49 and 57 years old (P3 and P4) and in stages V and IV, respectively. The sociodemographic and clinical characteristics of the patients are presented in Table 2. [Insert Table 2]

Vessel morphology and performance

The initial ultrasound and physical characteristics of the patients are set forth in Table 3 [Insert Table 3] and the results are shown in Table 4 [Insert Table 4].

Radial artery

The largest percentage increases in radial artery diameter in the 2cm segment were observed in patients P4 and P1, while P2 presented the smallest increase. However, the P1

patient still had the highest mean velocity, while the highest blood flow velocity was observed in patient P3.

The greatest increase in percentage diameter at 10cm was observed in patient P2, while patients P4 and P1 obtained the smallest increases. The highest mean velocity and flow velocities in this segment were obtained by patient P3 and P1, respectively.

The highest percentage increase at 20cm was observed in patient P2 and the lowest in patient P3. The highest increase in flow velocity was observed in P1 and the lowest in P4. In this follow-up, the highest mean velocity was observed at P2 and the lowest at P1.

Cephalic vein

The highest diameters and distensibility percentages in all the evaluated segments among the patients were observed in P1. The smallest diameter increments were observed at 2cm, 10cm and 20cm in patients P2 and P4. For distensibility, the lowest values were observed in P4 in all evaluated segments.

Manual grip strength and forearm circumference

All patients had an increase in manual grip strength, especially the P3 patient who had the best performance after the intervention (37%). Regarding the forearm circumference, patients P1 and P2 presented the highest values in relation to the other participants.

Discussion

Increases in radial artery diameters and mean and flow velocities were observed in all study patients, regardless of the allocation group. In relation to the cephalic vein, there was an increase in all groups, however higher values were observed in FRG and WRG patients. Regarding the manual grip strength, the WRG patients presented better performance, whereas the FRG patients' circumference showed larger increments.

The increase in the transverse diameter of the radial artery observed in all patients suggests that there is no superiority between the exercise modalities, as observed in the study by Barbosa et al. (2018). The performance with BFR was not superior to the exercise performed without the restriction, which makes us think that the addition of this resource may not justify its use in clinical practice since the other patients also presented similar gains. We observed that only 50% of each presented a considerably high response between patients, while the others presented a more modest gain. In spite of this, all the patients reached the expected dimensions for creating the AVF (Wilschut et al., 2018) with the two training modalities, enabling the minimum conditions for the venous access success.

According to our results, patients who presented lower responses in arterial vessel performance were diabetic and were in the final stage of CKD. Endothelial dysfunction in these

individuals may have contributed to these results, since it is expected to increase contractility and vascular relaxation deficit in diabetes mellitus (Kim et al., 2016).

Regarding the increased diameter and venous distensibility obtained in our study, we observed that similar results were described by Rus et al. (2005). These authors used intermittent flow restriction for a few minutes throughout the day and manual compression exercises (Rus et al., 2005), while our protocol involved exercises for the musculature of the entire trained upper limb. We believe that the exercise volume provided by our study made it possible to obtain similar results to the study by Rus et al. (2005), even though the exercises performed by our patients were only performed once a day.

The patients in our study presented increases in blood flow velocity similar to that found by Rus et al. (2005) and Lockhart et al. (2004). Although these authors did not use BFR, our results suggest that the use of BFR can provide similar increases to conventional exercises. According to Mouser et al. (2019), the BFR increases the vascular conduction of the forearm with consequent increase in the blood flow, and this effect can be due to the increase of the synthesis of nitric oxide and vascular endothelial growth factor, signaling angiogenesis (Ferguson et al., 2018; Larkin et al., 2012). Thus, considering the effect of BFR on the vessels, it is possible to think of using the partial restriction associated with an exercise program since it benefited the group that used it, especially when this program is instituted before creating the AVF.

Regarding strength, WRG patients presented greater increases in relation to the FRG, suggesting that the renal patient may benefit more from exercises without flow restriction for increased muscle strength. These findings may be due to factors related to muscle dysfunction present in CKD, whose inefficient mitochondrial metabolism of the skeletal muscles activates proteolytic pathways and promotes loss of muscle mass (Roshanravan et al., 2019). Thus, reducing the availability of blood flow and oxygen during exercise with BFR may be contributing to this mechanism.

The energy expenditure resulting from the application of BFR may be another factor influencing the force gain. Pfeiffer et al. (2019) observed that the use of partial occlusion between 40 and 50% in their study (as used in our study) is enough to increase energy expenditure in relation to training without restriction. In addition, previous studies that evaluated energy expenditure after exercise with BFR observed that the mean oxygen consumption is 14% higher than in the absence of the restriction (Abe et al., 2010), leading to reduction of oxygen and accumulation of intramuscular metabolites, which may influence muscle performance (Yasuda et al., 2010).

Conclusion

All the patients in our study had an increase in the evaluated outcomes. Despite the similar vascular and strength-like presentation, the results should be interpreted with caution considering the sample size. The results suggest that patients generally appear to benefit from the partial flow restriction protocol as well as from the protocol without flow restriction. However, studies with a larger number of participants are necessary to better solidify these findings.

References

- Abe T, Samaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, Nakajima T. 2010. Effects of Low-Intensity Cycle Training with Restricted Leg Blood Flow on Thigh Muscle Volume and VO₂max in Young Men. *Journal of Sports Science and Medicine*. 9: 452-458.
- Barbosa JB, Maia TO, Alves PS, Bezerra SD, Moura EC, Medeiros AIC, Marinho PE. 2018. Does blood flow restriction training increase the diameter of forearm vessels in chronic kidney disease patients? A randomized clinical trial. *The Journal of Vascular Access*. 19: 626-633.
- Chemla E, Velazquez CC, D'Abate F, Ramachandran V, Maytham G. 2016. Arteriovenous Fistula Construction with the VasQ™ External Support Device: a Pilot Study. *The journal of vascular access*. 17: 243-248.
- Ferguson RA, Hunt JEA, Lewis MP, Martin NRW, Player DJ, Stangier C, Turner MC. 2018. The Acute Angiogenic Signalling Response to Low-Load Resistance Exercise With Blood Flow Restriction. *European Journal of Sport Science*. 18: 397-406.
- Kim EJ, Soh S, Kim SY, Kil HK, Lee JH, Kim JM, Koo B. 2016. Impact of Diabetes Mellitus on Radial and Ulnar Arterial Vasoreactivity after Radial Artery Cannulation: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Medical Sciences*. 13: 701-707.
- Kong S, Lee KS, Kim J, Jang SH. 2014. The Effect of Two Different Hand Exercises on Grip Strength, Forearm Circumference, and Vascular Maturation in Patients Who Underwent Arteriovenous Fistula Surgery. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 38: 648-657.
- Kubiak RW, Zelnick LR, Hoofnagle AN, Alpers CE, Terry CM, Shiu YT, Kestenbaum B. 2019. Mineral Metabolism Disturbances and Arteriovenous Fistula Maturation. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 57: 719-728.
- Larkin KA, Macneil RG, Dirain M, Sandesara B, Manini TM, Buford TW. 2012. Blood Flow Restriction Enhances Post-Resistance Exercise Angiogenic Gene Expression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 44: 2077-2083.

- Lockhart ME, Robbin ML, Allon M. 2004. Preoperative Sonographic Radial Artery Evaluation and Correlation With Subsequent Radiocephalic Fistula Outcome. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 23: 161-168.
- Loenneke JP, Pujol TJ. 2009. The Use of Occlusion Training to Produce Muscle Hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*. 31: 77-84.
- Mouser JG, Mattocks KT, Buckner SL, Dankel SJ, Jessee MB, Bell ZW, Abe T, Benthley JP, Loenneke JP. 2019. High-Pressure Blood Flow Restriction With Very Low Load Resistance Training Results in Peripheral Vascular Adaptations Similar to Heavy Resistance Training. *Physiological Measurement*. 40: 035003.
- Nanami M, Suemitsu K, Nagasawa Y, Hasuike Y, Karaganu T, Nakanishi T. 2019. Current Topics in Vascular Access: Superficialization of Arteriovenous Fistula. *Contributions to Nephrology*. 198: 1-11.
- Pfeiffer PS, Cirilo-Sousa MS, Santos HHD. 2019. Effects of Different Percentages of Blood Flow Restriction on Energy Expenditure. *International Journal of Sports Medicine*. 40: 186-190.
- Reinas CA, Nunes GO, Mattos M. 2012. O Auto-Cuidado com a Fístula Arteriovenosa Realizado pelos Doentes Renais Crônicos da Região Sul de Mato Grosso. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*. 3: 505-519.
- Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH, Young CJ, Weber TM, Allon M. 2000. US Vascular Mapping Before Hemodialysis Access Placement. *Radiology*. 217: 83–8.
- Roshanravan B, Patel KV. 2019. Assessment of Physical Functioning in The Clinical Care of The Patient With Advanced Kidney Disease. *Seminars in Dialysis*. 00: 1-10.
- Rus RR, Ponikvar R, Kenda R, Buturovic-Ponikvar J. 2005. Effects of Handgrip Training and Intermittent Compression of Upper Arm Veins on Forearm Vessels in Patients With End-Stage Renal Failure. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*. 9: 241-244.
- Wilschut ED, Rotmans JI, Bos EJ, van Zoest D, Eefting D, Hamming JF, van der Bogt KEA. 2018. Supervised Preoperative Forearm Exercise to Increase Blood Vessel Diameter in Patients Requiring an Arteriovenous Access for Hemodialysis: Rationale and Design of the PINCH Trial. *The Journal of Vascular Access*. 19: 84-88.
- Yasuda T, Abe T, Brechue WF, Iida H, Takana H, Meguro Kurano M, Fugita S, Nakajima T. 2010. Venous Blood Gas and Metabolite Response to Low-Intensity Muscle Contractions With External Limb Compression. *Metabolism: Clinical and Experimental*. 59: 1510-1519.

Table 1. Training protocol performed by the study patients.

Equipment	Tennis ball		umbbell		Handgrip
Protocol	- 3 series of 10 isometric manual contractions - 3-second contractions and 1-second rests - increasing 5 contractions per week	2 minutes de rest	- 3 series of tem elbow flexions - 3-second contractions and 1-second rests - 1 kg (1 st and 2 nd weeks) - 2 kg (3 rd and 4 rd weeks) 3kg (5 th to the 8 th weeks)	2 minutes de rest	- 60 dynamic manual handgrip pressures - 20 contractions per minute - 2-second contractions and 1-second rests - 40% 1RM

Table 2. Sociodemographic and clinical characteristics of study patients.

Variables	FRG		WRG	
	P1	P2	P3	P4
Age (years)	57	63	49	57
BMI (Kg/m²)	28.0	25.7	28.5	29.4
Gender (F/M)	M	F	M	M
CKD stage	IV	V	V	IV
Comorbidities	SAH	DM	DM	SAH
Laboratory Exams				
Hemoglobin (%)	13.4	16.8	12.4	11.7
Hematocrit (g/dL)	36.8	47.1	38.6	36.1
Urea (mg/dL)	72.0	137.7	97.1	69.0
Creatinine (mg/dL)	2.4	4.1	4.6	2.5
Sodium (mEq/L)	142.8	139.7	137.5	143.2
Potassium (mEq/L)	3.7	3.5	5.5	4.3
Phosphorus (mg/dL)	3.1	4.3	4.2	4.8
Calcium (mg/dL)	8.8	9.6	9.2	10.2

Legend: FRG: Flow Restriction Group; WRG: Without Flow Restriction Group; BMI: Body

Mass Index; CKD: Chronic Kidney Disease; M: Male; F: Female; SAH: Systemic Arterial Hypertension; DM: Diabetes Mellitus.

Table 3. Initial ultrasonographic characteristics of the radial artery and cephalic vein, dynamometry and perimeter of study patients.

Variables	FRG		WRG	
	P1	P2	P3	P4
Radial Artery (2cm)				
Diameter (mm)	2.3	2.4	2.2	1.6
SP velocity (cm/s)	51.55	23.71	23.25	25.64
Mean velocity (cm/s)	17.45	2.81	7.51	17.33
Radial Artery (10cm)				
Diameter (mm)	2.3	2.1	2.6	2.7
SP velocity (cm/s)	37.2	20.92	28.7	26.04
Mean velocity (cm/s)	13.31	2.43	7.58	22.89
Radial Artery (20cm)				
Diameter (mm)	2.8	2.7	3.4	2.9
SP velocity (cm/s)	48.36	20.92	34.01	26.17
Mean velocity (cm/s)	16.81	2.36	9.21	24.07
Cephalic vein (2cm)				
Diameter (mm)	2.4	2.7	1.6	2.7
Distensibility (mm)	1.7	3.0	2.0	3.2
Cephalic vein (10cm)				
Diameter (mm)	2.2	2.7	2.2	2.9
Distensibility (mm)	2.0	2.8	2.4	3.3
Cephalic vein (20cm)				
Diameter (mm)	3.0	3.0	2.4	2.7
Distensibility (mm)	2.2	3.4	2.8	3.5
Dynamometer (KgF)	40.0	43.4	60.0	40.0
Perimeter (cm)	28.0	23.2	29.5	26.51

Legend: FRG: Flow Restriction Group; WRG: Without Restriction Group; P: Patient; SP: Systolic peak.

Table 4. Ultrasonographic behavior of the radial artery and cephalic vein, dynamometry and perimeter of patients at the end of the study.

Variables	FRG		WRG	
	Δ Final – Initial (%)			
	P1	P2	P3	P4
Radial Artery (2cm)				
Diameter (mm)	0.7 (30%)	0.1 (4%)	0.2 (9%)	0.5 (31%)
SP velocity (cm/s)	4.71 (9%)	2.33 (10%)	17.2 (74%)	0.53 (2%)
Mean velocity (cm/s)	12.08 (69%)	0.28 (10%)	1.3 (17%)	1.3 (8%)
Radial Artery (10cm)				
Diameter (mm)	0.5 (20%)	1.5 (71%)	0.4 (15%)	0.2 (7%)
SP velocity (cm/s)	7.97 (21%)	2.33 (11%)	2.65 (9%)	0.26 (1%)
Mean velocity (cm/s)	1.69 (13%)	0.28 (12%)	2.74 (36%)	0.73 (3%)
Radial Artery (20cm)				
Diameter (mm)	0.2 (7%)	0.3 (11%)	0.2 (6%)	0.3 (10%)
SP velocity (cm/s)	8.5 (18%)	2.67 (13%)	2.66 (8%)	0.8 (3%)
Mean velocity (cm/s)	0.8 (5%)	1.41 (60%)	1.41 (15%)	1.9 (8%)
Cephalic vein (2cm)				
Diameter (mm)	1.1 (46%)	0.4 (15%)	0.4 (25%)	0.5 (19%)
Distensibility (mm)	2.1 (124%)	0.3 (10%)	0.4 (20%)	0.3 (9%)

Cephalic vein (10cm)

Diameter (mm)	1.3 (59%)	0.6 (22%)	0.4 (18%)	0.1 (3%)
Distensibility (mm)	2.3 (115%)	1.1 (39%)	0.4 (17%)	0.4 (12%)

Cephalic vein (20cm)

Diameter (mm)	0.8 (27%)	0.2 (7%)	0.4 (17%)	0.2 (7%)
Distensibility (mm)	1.6 (73%)	0.8 (24%)	0.4 (14%)	0.4 (11%)

Dynamometer (KgF)	6.0 (15%)	8.6 (20%)	22.0 (37%)	10.2 (26%)
--------------------------	-----------	-----------	------------	------------

Perimeter (cm)	2 (7%)	0.21 (10%)	1 (3%)	0.39 (1%)
-----------------------	--------	------------	--------	-----------

Legend: FRG: Flow Restriction Group; WRG: Without Restriction Group; P: Patient; SP: Systolic peak.

APÊNDICE C – REVISÃO SISTEMÁTICA

REVISÃO SISTEMÁTICA: Efficacy of Whole-Body Vibration on Functional Capacity, Quality of Life, and Postural Balance in Hemodialysis Patients: A Systematic Review.

- Revista: Journal of Sound and Vibration
- Fator de impacto: 3.123
- Status: A ser submetido

Efficacy of Whole-Body Vibration on Functional Capacity, Quality of Life, and Postural Balance in Hemodialysis Patients: A Systematic Review

Shirley Dias Bezerra¹; Helen Kerlen Bastos Fuzari¹; Marthley José Correia Costa¹
Armèle Dornelas de Andrade¹; Patrícia Érika de Melo Marinho¹

¹ Physical Therapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil

Corresponding Author

Patrícia Érika de Melo Marinho

Physical Therapy Department, Universidade Federal de Pernambuco

Avenida Jornalista Aníbal Fernandes, s/n - Cidade Universitária. CEP: 50740-560 - Recife (PE), Brasil.

E-mail: patricia.marinho@ufpe.br/patmarinho@yahoo.com.br

ABSTRACT

Introduction: Individuals with chronic kidney disease (CKD) have a decline in physical function that can be observed in the pre-dialytic stage. Whole-body vibration (WBV) is an alternative to conventional exercises because it is a training that requires less physical effort.

Objective: To investigate whether whole-body vibration training improves functional capacity, quality of life, and postural balance in patients with CKD undergoing hemodialysis. **Materials**

and Methods: A systematic review of clinical trials and pilot studies. **Participants:** CKD

patients undergoing hemodialysis (HD). **Evaluated outcomes:** Functional capacity, quality of life and postural balance. **Results:** The research identified three eligible studies with 55

participants. The training sessions were carried out with WBV platforms, lasting from 2 to 3 months. Improvement in functional capacity with partial improvement of quality of life, but

without improvement in postural balance were found. **Conclusion:** The studies showed low quality of evidence, as well as insufficient reports to understand the protocols. Therefore, there is no evidence as to the benefits of WBV on the functional capacity and quality of life of individuals with CKD undergoing HD, and therefore results of the studies should be analyzed with caution.

Keywords: Chronic Renal Insufficiency, Vibration Training, 6-Minute Walk Test, Postural Balance.

1. Introduction

Individuals with chronic kidney disease (CKD) have weakness in their peripheral and respiratory muscles resulting from uremic myopathy, reduced caloric-protein intake, physical inactivity, reduced vascular bed and vascular calcification [1]. Despite advances in treating CKD with hemodialysis (HD), skeletal muscle catabolism, anemia, uremia, chronic inflammatory process and comorbidities contribute to the dysfunctional muscle, resulting in a lower physical performance of these patients in relation to healthy individuals [2,3].

The decline in physical function is usually observed simultaneously with loss of muscle mass, which can already be observed in the pre-dialysis stage where patients demonstrate reduced strength, balance and gait speed [4]. Although the NKF Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (NKF KDOQI)TM recommends increasing the level of physical activity in order to minimize the deleterious effects of disease progression, the practice of aerobic and resistance exercises with different protocols have been proposed and developed; however, the high energy expenditure for its implementation has made it difficult for these patients to participate and join these programs [5,6].

Considering the potential effects of an exercise program for these individuals, whole body vibration (WBV) arises as an alternative to conventional exercises because it is considered a training modality which requires less physical effort to perform it. The main benefits observed with its use are improvement in bone quality, neuromuscular function and postural balance, and may favor individuals with some functional limitation or low mobility [7]; however, the evidence of WBV in CKD patients on hemodialysis has not yet been investigated.

Thus, the objective of this systematic review was to investigate whether training with whole body vibration improves functional capacity, quality of life and postural balance in CKD patients undergoing hemodialysis.

2. Materials and Methods

This systematic review was performed from August to November 2018 according to the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses (PRISMA), being registered in PROSPERO under registration number CRD42018104884.

2.1 Study identification and selection

Primary studies were identified by searching the following electronic databases: The Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), MEDLINE/PubMed (1966-2018), LILACS/BIREME (1982-2018), Scielo, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Cumulative Index of Nursing and Allied Health (CINAHL/ Ebsco) (1981-2018), Web of

Science (1945-2018) and Scopus/ Elsevier (1950-2018), in addition to theses and dissertations in the *IBICT* (Brazilian Institute of Information in Science and Technology - *Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia*) and abstracts from congresses and symposiums, considered gray literature.

In the search strategy the Boolean terms “AND” or “OR” were used with the following terms: *chronic renal insufficiency, chronic kidney disease, kidney disease, renal insufficiency, hemodialysis, exercise test, whole body vibration, vibration exercise, vibration training, vibration therapy, biomechanical stimulation, biomechanical oscillation.*

The titles corresponding to the inclusion criteria were selected After the systematic search. Summaries of selected articles were evaluated, followed by selected full papers. Eligibility criteria were assessed by two independent reviewers (SDB and HKBF) and disagreements were resolved by a third author (PEMM). To create a table of general characteristics of the articles (Table 1), data were extracted as: authors, year of publication, country where the research was conducted, study design, and characteristics of the participants (demographics and sample size). [Table 1 here].

2.2 Evaluation of study characteristics

2.2.1 Quality

The included studies were evaluated using the Cochrane Risk of Bias Tool, which identifies and classifies the risk of bias as high, low or unclear bias. A study was considered as having a high risk of bias if a methodological procedure was not described, unclear if the description was not clear, and having low risk if all the procedure was described in detail.

2.2.2 Participants

Articles with study populations involving stage 5 CKD patients submitted to hemodialysis, over 18 years of age of both genders and who underwent WBV training were included. Articles with patients with CKD in conservative (non-dialytic) or transplanted treatment, with hemodynamic instability or hospitalization were excluded.

2.2.3 Intervention

The experimental intervention targeted by this review was WBV performed by patients with CKD who underwent regular hemodialysis in an interdialytic or intradialytic period. The information extracted from the intervention was the load and the device used, the duration and the frequency of the training. The control intervention (if any) was the absence of training or simulated training.

2.3 Outcome measures

The outcome measures of this review were functional capacity, quality of life and postural balance. The functional capacity assessment was evaluated by means of the 6-minute walk test (6MWT) being expressed by the distance traveled in meters according to the norms of the American Thoracic Society [8]. The quality of life, expressed in points, was evaluated through the Kidney Disease Quality of Life Instrument Short-Form questionnaire - KDQOL-SF [9], while postural balance was evaluated by scales or equipment designed for this purpose.

3. Results

The search resulted in 114,011 articles. After withdrawing 5 duplicates, 114,001 were then excluded by title or abstract, and only 5 were then selected for analysis; however, 2 of which were excluded after analyzing the text in full due to the ineligibility of their study designs, leaving 3 for final analysis and inclusion in the systematic review: one clinical trial [9] and two pilot studies [11,12] (Figure 1). [Figure 1 here]

3.1 Characteristics of the included studies

The characteristics of the studies and the analyzed outcomes are shown in Table 1.

3.1.1 Study population

The number of participants in each study varied between 14 and 25 patients, with a mean age between 19 and 92 years. All studies were performed in patients with CKD undergoing regular hemodialysis.

3.1.2 Intervention

The three performed studies presented distinct training protocols, which mainly consisted of a series of exercises performed on the platform at different degrees of knee and hip positions. The interventions lasted between twelve and twenty-four weeks [10-12].

3.1.3 Risk of bias

Regarding randomization and allocation, the main methodological limitation was lack of randomization in the studies of Seefried et al. [12], constituting a high risk of bias, whereas it was considered an unclear risk of bias in the study by Doyle et al. [11] because there was only one group, and had its final results compared to the initial evaluation. The use of concealment and allocation was made clear in the study by Fuzari et al. [10], reporting the use of sealed and opaque envelopes. In relation to blinding, only the study by Fuzari et al. [10] did so, constituting a low risk of bias.

Regarding the intention-to-treat analysis, the study by Seefried et al. [12] was considered as having a risk of high bias because there was exclusion of losses in the final analysis, while the risk of bias for this item in the study by Doyle et al. [11] was considered unclear: patients were treated as their own control, however there are a different number of results per participant for each analyzed test. Regarding selective reporting, studies by Seefried et al. [12] and Fuzari et al. [9] presented an unclear risk of bias; the final results in the study by Seefried et al. [12] were presented as if the participants had been submitted to the same intervention, however there were different protocols to which they were submitted; moreover, the risk of bias was unclear in the study by Fuzari et al. [10] due to the fact that all dimensions of the kidney disease quality of life instrument were not presented, and only the item with the most relevant outcome was reported.

3.1.4 Effects of WBV training

3.1.4.5 Functional capacity

Both studies which analyzed the functional capacity observed increases in the distance traveled, with an increase of 17 meters being reported by Seefried et al. [12], while Fuzari et al. [10] reported a gain of 71.12 meters.

3.1.4.6 Quality of Life

Only the study by Fuzari et al. [10] reported improvement in the symptom domain of the questionnaire for both the intervention and Sham groups, while Doyle et al. [11] did not observe changes in the quality of life of their patients.

Postural balance

Improvement in postural balance was only reported in the study by Seefried et al. [12], with an increase of 0.36 points in the field related to balance on the Short Physical Performance Battery (SPPB). Fuzari et al. [10] and Doyle et al. [11] did not observe changes in the static or dynamic balance.

4. Discussion

The results of this review identified low or very low quality evidence for improvement of functional capacity, quality of life and balance through WBV training for CKD patients on hemodialysis. The three studies included in this review demonstrated methodological limitations and wide variation between protocols regarding frequency and amplitude used in WBV, duration of sessions and positioning of patients during training. The inconsistencies among the data made it impossible to carry out a meta-analysis on the presented data.

Although the authors used the same instrument to analyze the functional capacity by means of the distance covered, the results of the 6MWT were presented in different ways [10,12]. Fuzari et al. [10] presented the results obtained by groups, allowing individualized analysis between patients submitted to the training protocol and those submitted to Sham WBV. However, Seefried et al. [12] described the results of the test in a grouped manner, and it was not questioned whether there would be any influence of the type of protocol performed either before or after HD on the 6MWT results. Regardless of how the results were presented, both studies reported gains in distance traveled [10,11].

The mechanisms related to WBV which lead to improvement in muscular and cardiorespiratory function are still not fully understood. Vibratory stimuli increase muscle activation through tonic vibration reflex; in addition, there is an increase in energy and heat generation, as well as increased tissue and muscle perfusion. These factors may directly or indirectly contribute to the improvement in physical performance [13].

In relation to the quality of life, there was improvement in general health and disease-related symptoms in the study by Doyle et al. [11], as well as reported improvement in symptoms reported by Fuzari et al. [10]. In general, improvement in the quality of life has been demonstrated in patients who perform HD after performing exercise programs [14]. In addition to the complications resulting from kidney disease and HD, patients on HD are generally inactive, and one of the factors responsible for this condition is the immobility imposed during HD, which can vary between 500 and 800 hours per year, in addition to the commute to perform the therapy which reaches between 400 and 500 annual hours [15]. Thus, the change in lifestyle from the including regular physical activity may have been responsible for the perceived improvement in symptoms and general health of these patients.

Regarding balance, the continuous impulse generated during WBV to the proprioceptive receptors can be considered a mechanism which triggers the beneficial effects provided by unstable surfaces, providing an improvement in balance [16].

Among the three studies, only Seefried et al. [12] presented an increase in the balance-related score in the implemented test; however, in the data layout it is not clear if this increase was enough to reach a score that reflected improvement in the body balance of the evaluated patients. The discrepancy between the protocols and tests used may have been fundamental in the disparity between the results presented between the studies.

Although the analyzed studies show improvement in functional capacity and in some aspects of quality of life, the results presented by them should be interpreted with caution due

to the great variation between the performed protocols. In addition, the quality of the reported WBV protocols was low, making it difficult to reproduce the studies in general.

According to the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, there are 13 important items that should be reported in descriptions of WBV protocols [17]. In the studies investigated by this review, the type of vibration used (whether vertical or alternating) [11,12], peak acceleration [11,12], the presence of support devices during WBV or if training was performed without support during [11,12], the type of footwear used or if the patient was barefoot [10-12], the posture maintained during the WBV [11] and the type of exercise performed on the platform [11].

5. Conclusion

The insufficient reports make it difficult to reproduce and better understand the protocols of the analyzed studies, as the low quality of evidence does not seem sufficient for the use of WBV in CKD patients undergoing hemodialysis with the objective of improving physical performance and quality of life. Thus, according to the analyzed studies, it is not evident that the use of whole-body vibration can improve functional capacity and quality of life. The lack of standardized conducts, as well as the small number of patients involved in the studies were not enough to verify the presented benefits.

6. Conflict of Interests

The authors declare having no conflicts of interest.

7. References

- [1] Chung YC, Yeh ML, Liu YM. 2017. Effects of intradialytic exercise on the physical function, depression, and quality of life for hemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled. Journal [1]
- [2] Bacha JMR, Cordeiro LR, Alvise TC, Bonfim TR. 2016. Impacto do treinamento sensório-motor com plataforma vibratória no equilíbrio e na mobilidade funcional de um indivíduo idoso com sequela de acidente vascular encefálico: relato de caso. Fisioterapia e Pesquisa. 23: 111-116.
- [3] Dziubek W, Bulińska K, Rogowski L, Golebiowski T, Kuształ M, Grochola M, Markowska D, Zembruń-Lacny A, Weyde W, Klinger M, et al. 2015. The effects of aquatic exercises on physical fitness and muscle function in dialysis patients. Biomed Research International. 2015: 1-9.
- [4] Gollie JM, Harris-Love MO, Patel SS, Arganil S. 2018. Chronic kidney disease: considerations for monitoring skeletal muscle health and prescribing resistance exercise.

Clinical Kidney Journal. 11: 822-831.

- [5] Heiwe S, Jacobson SH. 2014. Exercise training in adults with CKD: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Kidney Diseases*. 64: 383-93.
- [6] Saunders WB. 2007. KDOQI Clinical practice guidelines and clinical practice recommendations for diabetes and chronic kidney disease. 49: S12-S154.
- [7] Goudarzian M, Ghavi S, Shariat A, Shirvani H, Rahimi M. 2017. Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men. 13: 573-580.
- [8] American Thoracic Society. 2002. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 166: 111-117.
- [9] Ferreira PL, Anes EJ. 2010. Medição da qualidade de vida de insuficientes renais crônicos: criação da versão portuguesa do KDQOL-SF. *Doenças Crônicas*. 28: 31-40.
- [10] Fuzari HK, Andrade AD, Rorigues MA, Medeiros AI, Pessoa MF, Lima AM, Cerqueira MS, Marinho PE. 2018. Whole body vibration improves maximum voluntary isometric contraction of knee extensors in patients with chronic kidney disease: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*. 35: 409-418.
- [11] Doyle A, Chalmers K, Chinn DJ, McNeill F, Dall N, Grant, C. 2017. The utility of whole body vibration exercise in haemodialysis patients: a pilot study. *Clinical Kidney Journal*. 10: 822-829.
- [12] Seefried L, Genest F, Luksche N, Schneider M, Fazeli G, Brandl M, Bahner U, Heidland A. 2017. Efficacy and safety of whole body vibration in maintenance hemodialysis patients: A pilot study. 17: 268-274.
- [13] Zhou J, Pang L, Chen N, Wang Z, Hai Y, Lyu M, Lai H, Lin F. 2018. Whole-body vibration training – better care for COPD patients: a systematic review and. 13: 3243-3254.
- [14] Chung YC, Yeh ML, Liu YM. 2017. Effects of intradialytic exercise on the physical function, depression, and quality of life for hemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled. *Journal of Clinical Nursing*. 26: 13-14.
- [15] Nowicki M, Jagodzińska M, Murlikiewicz KNM. 2009. Aktywność fizyczna chorych przewlekle dializowanych – porównanie skuteczności różnych metod jej zwiększania. *Postępy Nauk Medycznych*. 10:799–804.
- [16] Ko M, Wu L, Lee S, Wang C, Lee P, Tseng C, Ho C. 2017. Whole-body vibration training improves balance control and sit-to-stand performance among middle-aged and older adults: a pilot randomized controlled trial. *European Review of Aging and Physical Activity*. 14: 1-11.
- [17] Rauch F, Sievanen H, Boonen S, Cardinale M, Degens H, Felsenberg D, Roth J, Shoenau

E, Verschueren S, Rittweger. 2010. Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. 10: 193-198.

Figure 1. Search and selection of studies for the systemic review according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes (PRISMA).

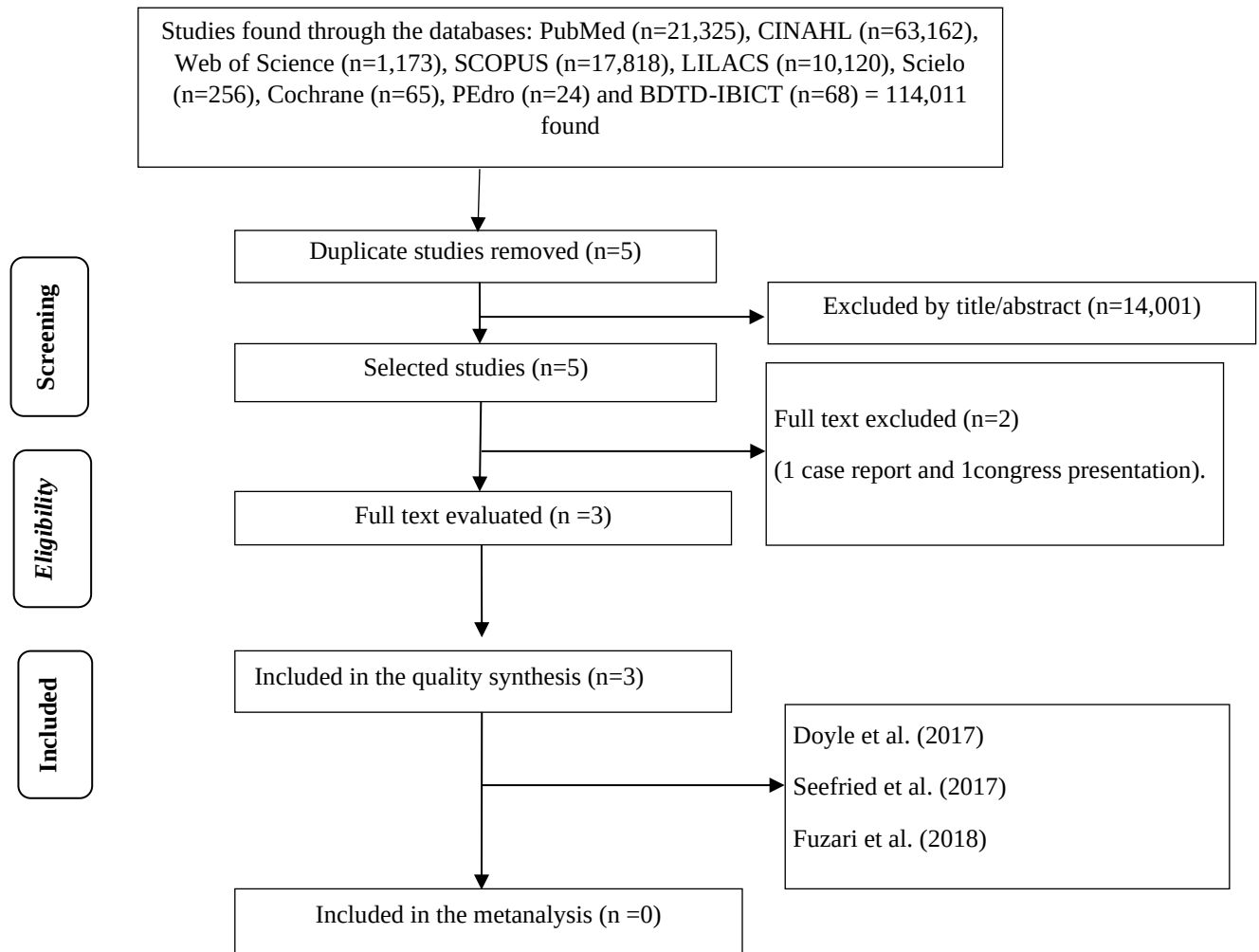


Table 1. Characteristics of the included studies.

Author, Year and Country	Design	Participants	Intervention and Control Groups	Evaluated Outcomes	Results
Doyle et al. (2017), United Kingdom	PS	n = 25 Age (years) = 24-92 Gender = 27 M, 22 F	G1 = Protocol of 2 months, with 3 sessions per week, lasting 3 min each, performed before the HD, with vibration of 50Hz and amplitude of 10mm. Material: WBV platform (iFit Pro®). Con = Did not have.	Balance (Tinetti), Quality of life (KDQOL-SF)	- No improvement in balance - No improvement in QoL
Seefried et al. (2017), Germany	PS	n = 14 Age (years) = 45-75 Gender = 8 M, 6 F	Group 1 (n=8) - Protocol of 3 months, with 2 sessions per week before HD, with duration of 5, 12.5 and 20 min in the first, second and third month, respectively, with gradual increment of: frequency - 5, 7 and 9Hz in the first, second and third months, respectively; and amplitude of - 0.5 to 1.5mm in the easy group; 1.5 to 2.5mm in the intermediate group; and 2 to 3mm in the difficult group.	Distance traveled (6MWT), Static balance test (SPPB)	17-meter increase in distance traveled - Presented an increase of 0.36 points on the SPPB

Material: Galileo® platform.

G2 (n=6) - Same protocol as G1, being performed after HD.

Fuzari et al. (2018), Brazil	RCT	n = 16 Age (years) = 19-69 Gender = 23 M, 16 F	G1 (n=8) – Protocol of 3 months, with 2 sessions per week of 10, 15 and 20 minutes during the first, second and third month, respectively. Vibration of 35Hz, amplitude of 2mm in the first two weeks and 4mm in the following weeks. Material: WBV platform (Power Plate MY3®)	Distance traveled (6MWT), Quality of life (KDQOL-SF) and balance (Balance system)	71,12 meter increase in distance traveled - Improvement only in the KDQQOL-SF symptom domain - No improvement in balance
			G2 (n=8) - Same protocol as G1 but without vibration: the platform vibration was simulated by a device created for this purpose.		

PS: Pilot study; RCT: Randomized Controlled Clinical Trial; M: Male; F: Female; HD: Hemodialysis; WBV: Whole Body Vibration; KDQOL-SF: Kidney Disease Quality of Life – Short Form; 6MWT: 6-minute Walk Test; SPPB: Short Physical Performance Battery; QoL: Quality of Life.

APÊNDICE D - ANUÊNCIAS



CARTA DE ANUÊNCIA



SERVIÇO DE NEFROLOGIA DO HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos que a pesquisadora Shirley Dias Bezerra, mestranda do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da UFPE, desenvolva seu projeto de pesquisa intitulado EFICÁCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE OS VASOS SANGUÍNEOS DO ANTEBRAÇO PRÉ E PÓS-CONFEÇÃO DE FÍSTULA ARTERIOVENOSA NA DOENÇA RENAL CRÔNICA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, que está sob a orientação da ProP. Drª. Patrícia Erika de Melo Marinho, cujo objetivo é avaliar a eficácia do exercício físico com restrição de fluxo sanguíneo sobre a morfologia e o desempenho dos vasos sanguíneos em pacientes com doença renal crônica antes e após a confecção da fistula arteriovenosa, no Serviço de Nefrologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do pesquisado, aos requisitos da resolução 466/12 e suas complementares, e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/UFPE), comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins de pesquisa.

Recife, 14 de novembro de 20 17

 Filipe Carrilho
Nefrologia
RPM-01.13.000

7/ Profa. Drª Lucila Maria Valente

Chefe do Serviço de Nefrologia do Hospital das Clínicas/UFPE



CARTA DE ANUÊNCIA
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA



Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos que a pesquisadora Shirley Dias Bezerra, mestranda do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da UFPE, desenvolva seu projeto de pesquisa intitulado EFICÁCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE OS VASOS SANGUÍNEOS DO ANTEBRAÇO PRÉ E PÓS-CONFEÇÃO DE FÍSTULA ARTERIOVENOSA NA DOENÇA RENAL CRÔNICA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, que está sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Patrícia Erika de Melo Marinho, cujo objetivo é avaliar a eficácia do exercício físico com restrição de fluxo sanguíneo sobre a morfologia e o desempenho dos vasos sanguíneos em pacientes com doença renal crônica antes e após a confecção da fistula arteriovenosa, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) da Universidade Federal de Pernambuco.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do pesquisado, aos requisitos da resolução 466/12 e suas complementares, e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/UFPE), comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins de pesquisa.

Recife, 17 de novembro de 2017.


 Prof^a. Dra. Armêle Dornelas de Andrade
 Coordenadora do LACAP

Prof^a Armêle Dornelas de Andrade
 Dept de Fisioterapia - UFPE
 CREDITO: 002 - FÍSICA

APÊNDICE E – TCLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “Efeitos do exercício físico com restrição parcial de fluxo sanguíneo sobre a morfologia dos vasos sanguíneos do antebraço da fístula arteriovenosa na doença renal crônica: Ensaio Clínico Randomizado”, que está sob a responsabilidade do pesquisadora Shirley Dias Bezerra, endereço: Rua Alcântara, nº 415, Tejipió, Recife-PE, CEP: 50920-620. Telefone: (81) 99669-3769, email: shi.dias.b@gmail.com, está sob a orientação de Patrícia Erika de Melo Marinho, telefone para contato (81)2126-8496, e-mail: patmarinho@yahoo.com.br.

Este documento pode conter algumas informações que o/a senhor/a não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando. Após, caso aceite, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Este projeto tem o objetivo de avaliar a eficácia do exercício físico com restrição parcial de fluxo sanguíneo sobre as alterações morfológicas vasos sanguíneos do antebraço pré e pós-confecção de fístula arteriovenosa na doença renal crônica. Será realizado no Ambulatório de Fisioterapia e de Nefrologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar, localizado no Departamento de Fisioterapia da UFPE.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido (a) inicialmente a uma avaliação onde você responderá a um questionário contendo dados pessoais e profissionais. Também serão avaliados peso, altura, pressão arterial e alguns dados clínicos que serão vistos em prontuário na sua frente, que está armazenado no ambulatório. Esta avaliação terá duração de aproximadamente 30 minutos. Logo em seguida, será agendada a data para os exames físicos, que serão realizados no início e final do programa de treinamento.

Antes da realização o senhor (a) será orientado (a) a não ingerir cafeína, não fumar ou ser exposto (a) e não realizar de exercícios físicos por pelo menos 12 horas antes do exame. Para os testes você ficará na posição sentada por 20 minutos, aos 10 minutos nesta posição será verificada a pressão arterial e será realizada a avaliação da circunferência do antebraço, utilizando uma fita métrica de nylon que contornará seu braço.

Ao término dos 20 minutos, será realizada a avaliação dos vasos sanguíneos do antebraço dos membros superiores através de ultrassonografia. Você permanecerá sentado (a) e a avaliadora utilizará um equipamento com gel e realizará pequenos movimentos com mínima pressão em seu antebraço. Em determinado momento deste exame será necessário utilizar um torniquete (garrote) que aplicará uma pressão na região próxima ao cotovelo para reduzir o fluxo sanguíneo, que não causará dor nem desconforto, dando continuidade ao procedimento.

O último exame será para avaliar a força dos membros superiores através de um equipamento em que será necessário fazer uma contração máxima dos músculos do punho por um curto período de tempo. Será repetido este movimento 2 vezes, com descanso de 5 minutos entre eles. O exame físico terá duração de aproximadamente 50 minutos.

Após os exames iniciais você será submetido a um programa de exercícios físicos de 8 semanas de duração para o membro superior não dominante. Caso você não seja incluído no programa de exercícios será submetido ao processo cirúrgico normalmente, assim como estabelecido inicialmente pelo médico que o acompanha. No entanto, para aqueles que não realizarem o programa de exercícios, será entregue uma cartilha com orientações sobre os exercícios a serem realizados em domicílio.

Você virá 2 dias da semana ao ambulatório de Fisioterapia do HC-UFPE e realizará exercícios de apertar uma bola de tênis, dobrar o punho e o cotovelo com halter com carga que irá variar de acordo com a semana de treino e apertar um exercitador de mão. Durante os dias em que não vier para o ambulatório você realizará exercícios de apertar de bola de tênis em casa.

Serão dadas todas as orientações e serão entregues um folheto explicativo, materiais para os exercícios (bola de tênis) e um diário de controle de realização do treinamento para aqueles que participarem do programa de exercícios. Serão realizadas ligações nos dias de realização dos procedimentos em domicílio para lhe auxiliar no controle dos procedimentos. A duração, frequência e intensidade dos exercícios serão ditas pela instrutora.

O programa terminará ao final do 3º dia de treinamento da última semana da realização de procedimentos em domicílio. Em seguida será realizada a reavaliação. Os instrutores lhes ajudarão em todos os momentos. Após a realização da cirurgia para confeccionar a fístula arteriovenosa, será realizada a última avaliação. Sua participação encerrará após a avaliação realizada depois da cirurgia. Os dados obtidos poderão ser publicados, porém seus dados pessoais serão mantidos em sigilo.

Pode haver o risco direto por dor e formigamento, além de sensação de dormência durante a realização do protocolo no membro submetido aos exercícios. Essa sensação será minimizada através do repouso entre as séries de exercício e ao longo do tempo o paciente se adaptará sem apresentar queixas. Estes riscos não estarão presentes na realização das atividades propostas em domicílio. Caso ocorram, o senhor (a) terá o direito à não dar continuidade nos procedimentos se não sentir-se à vontade para tal.

O benefício direto que se espera obter para o paciente é o aumento do diâmetro, da distensibilidade e do fluxo dos vasos avaliados através do protocolo de exercícios proposto, o que pode favorecer bons resultados para a confecção da fístula, reduzindo os índices de insucesso quanto ao processo de maturação e insuficiência das fístulas e prevenindo reabordagens cirúrgicas relacionadas a este acesso, ocasionando um maior período de duração da FAV.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não haverá identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Shirley Dias Bezerra e da orientadora Patrícia Erika de Melo Marinho, nos endereços acima informados, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Em caso de dúvidas sobre a parte ética deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE, no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar da pesquisa “Eficácia do exercício físico com restrição parcial de fluxo sanguíneo sobre os vasos sanguíneos do antebraço pré e pós-confecção de fístula arteriovenosa na doença renal crônica: Ensaio Clínico Randomizado”, como voluntário (a).

Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento.

Local e data _____, _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

(02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE F – FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA E SOCIODEMOGRÁFICA

Data de avaliação: ____/____/____

Nome: _____ Idade: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Sexo: () F () M Identificação: _____

Ocupação: _____ Telefone: _____

Escolaridade: () 0 a 4 anos () 5 a 8 anos () 9 ou mais anos

Renda familiar: () 0 a 1 salário mínimo () 2 ou mais salários mínimos

Peso (Kg): _____ Altura (m): _____ Índice de massa corporal (IMC): _____

Desenvolve algum tipo de trabalho manual com cargas elevada? Sim () Não ()

Qual (is): _____

Apresenta história prévia ou sinais e sintomas que causem suspeita de acidente cardiovascular?

Sim () Não ()

Apresenta lesões traumato-ortopédicas em cervical, ombro, cotovelo, punho e (ou) mão não tratadas?

Sim () Não ()

Apresenta deficiência física em MMSS, visual e (ou) auditiva? Sim () Não ()

Estágio da DRC: _____

Etiologia da DRC: Diabetes Mellitus () Doença Cardiovascular () Doença Reumática () Câncer de Próstata () Doença Renal () Indeterminada () Outras ()

Se outras, quais? _____

Realiza ou realizou TRS: Sim () Não () / Se sim, quais? _____

Já possui FAV em MMSS: Sim () Não () / Se sim, onde? _____

Motivo de falha da FAV: Estenose () Trombose () Insuficiência () Outras ()

Se outras, quais? _____

Medicações em uso: _____

Exames Bioquímicos

Hemoglobina	
Hematócrito	
Ureia	
Creatinina	
Sódio	

Potássio	
Fósforo	
Cálcio	
TFG – CKD EPI	
TFG – MDRD	

Exame Físico

Pressão Arterial (mmHg)	
Data: _____	1ª avaliação:
	2ª avaliação:
50% da PAS – Prescrição do torniquete	

Perimetria (cm)					
	Data	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	Maior valor
Antes da Intervenção					
Após intervenção					
Após confecção da FAV					

Ultrassonografia de Antebraço – Antes da Intervenção						
Variável	Vaso	1	2	3	Maior valor	%
2 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
10 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
20 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
Aplicação do torniquete						
Distensibilidade da veia cefálica (mm)	2 cm					
	10 cm					
	20 cm					

Data: _____

Ultrassonografia de Antebraço – Após Intervenção						
Variável	Vaso	1	2	3	Maior valor	%
2 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
10 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
20 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
Aplicação do torniquete						
Distensibilidade da veia cefálica (mm)	2 cm					
	10 cm					
	20 cm					

Data: _____

Ultrassonografia de Antebraço – Após Confeção da FAV						
Variável	Vaso	1	2	3	Maior valor	%
2 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
10 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
20 cm						
Diâmetro (mm)	Artéria radial					
	Veia cefálica					
Velocidade de pico sistólico (cm/s)	Artéria radial					
Velocidade Média (cm/s)	Artéria radial					
Aplicação do torniquete						
Distensibilidade da veia cefálica (mm)	2 cm					
	10 cm					
	20 cm					

Data: _____

Dinamometria (Kgf)					
	Data	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	Maior valor
Antes da Intervenção					
Após intervenção					
Após confecção da FAV					

APÊNDICE G – FOLHETO EXPLICATIVO PARA OS EXERCÍCIOS DOMÉSTICOS

Material utilizado: Bola de Tênis

Quando realizar: 3 vezes por semana em dias alternados aos atendimentos ambulatoriais

Como realizar:

- 1ª Semana: 10 apertos por 6 vezes
- 2ª Semana: 15 apertos por 6 vezes
- 3ª Semana: 20 apertos por 6 vezes
- 4ª Semana: 25 apertos por 6 vezes
- 5ª Semana: 30 apertos por 6 vezes
- 6ª Semana: 35 apertos por 6 vezes
- 7ª Semana: 40 apertos por 6 vezes
- 8ª Semana: 45 apertos por 6 vezes

Figura demonstrativa:

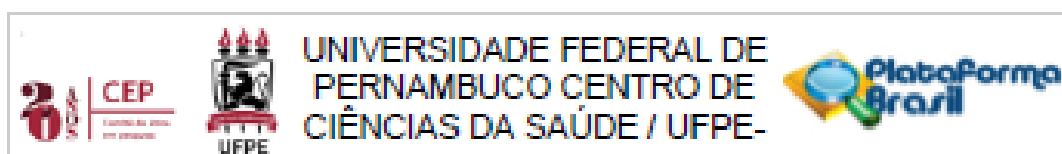


Atenção!!! Após cada série de repetições, descansar por 1 minuto.

APÊNDICE H – FICHA DE INTERVENÇÃO

TREINAMENTO MUSCULAR										
Paciente						PA / PO		Força / 50 % CMV		
Semana	Sessão	Data	Bola de Tênis	1	2	Halter – Punho		Halter – Cotovelo		Handgrip
			Frequência	Visto	Visto	Carga (Kg)	Visto	Carga (Kg)	Visto	Frequência
1 ^a	1		3 X 10			1		1		
	2		3 X 10			1		1		
2 ^a	3		3 X 15			1		1		
	4		3 X 15			1		1		
3 ^a	5		3 X 20			2		2		
	6		3 X 20			2		2		
4 ^a	7		3 X 25			2		2		
	8		3 X 25			2		2		
5 ^a	9		3 X 30			2		3		
	10		3 X 30			2		3		
6 ^a	11		3 X 35			2		3		
	12		3 X 35			2		3		
7 ^a	13		3 X 40			2		3		
	14		3 X 40			2		3		
8 ^a	15		3 X 45			2		3		
	16		3 X 45			2		3		

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFICÁCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGÜÍNEO SOBRE OS VASOS SANGÜÍNEOS DO ANTEBRAÇO PRÉ E PÓS-CONFEÇÃO DE FÍSTULA ARTERIOVENOSA NA DOENÇA RENAL CRÔNICA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Pesquisador: Shirley Dias Bezerra

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 81350717.0.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.532.265

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto de pesquisa elaborado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia pela Universidade Federal de Pernambuco. Apresentado pela aluna Shirley Dias Bezerra, sob a orientação da Profa. Drª. Patrícia Érika de Melo Marinho.

Objetivo da Pesquisa:

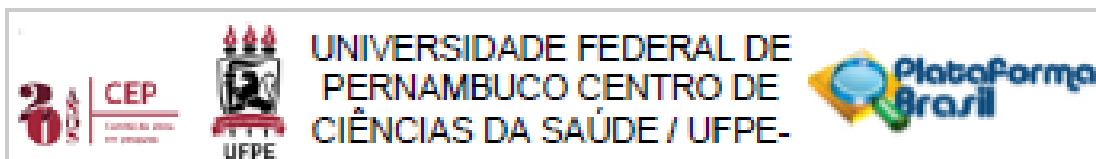
Objetivo geral: Avaliar a eficácia do exercício físico com RFS sobre as alterações morfológicas dos vasos sanguíneos do antebraço pré e pós-confeção de fístula arteriovenosa na DRC e acompanhar o comportamento dos pacientes que realizaram a FAV sem o programa de exercício.

Objetivos específicos:

•Descrever as características sociodemográficas, clínicas e laboratoriais dos pacientes com DRC candidatos a confecção da FAV.

•Avaliar as condições vasculares (veia cefálica e artéria radial) do antebraço do membro dominante e não dominante antes e após o protocolo de exercícios com e sem a RFS e após a cirurgia para confecção da FAV.

Endereço: Av. de Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-6588 E-mail: cepcca@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.532.265

- *Verificar a força de preensão manual antes e após o protocolo de exercícios.
- *Mensurar a circunferência do antebraço do membro superior dominante e não dominante antes e após o protocolo de exercícios.
- *Avaliar o nível de satisfação dos pacientes após o término do programa de exercício.
- *Acompanhar as condições vasculares (veia cefálica e artéria radial) do antebraço do membro dominante após a confecção da FAV entre aqueles que realizaram o programa de exercícios com e sem restrição e aqueles que apenas realizaram a FAV.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

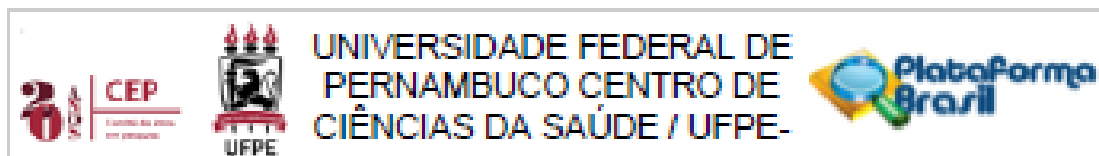
Riscos: Como o protocolo de treinamento para o grupo GRF envolverá a restrição do fluxo sanguíneo, no início do treinamento o paciente poderá apresentar dor e formigamento, além de sensação de dormência durante a realização do protocolo no membro submetido aos exercícios. A pesquisadora refere que essa sensação será minimizada através do repouso entre as séries de exercício e ao longo do tempo o paciente se adaptará sem apresentar queixas. Estes riscos não estarão presentes na realização das atividades propostas em domicílio.

Benefício: a pesquisadora refere que se espera obter um benefício direto para o paciente que será a alteração no diâmetro, da distensibilidade e do fluxo dos vasos avaliados através do protocolo de exercícios proposto, o que poderá trazer bons resultados para a confecção da fistula, reduzindo os índices de insucesso quanto ao processo de maturação e insuficiência das fistulas e prevenindo reabordagens cirúrgicas relacionadas a este acesso, ocasionando um maior período de duração da FAV.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo será do tipo Ensaio clínico controlado, randomizado, cego e dotado de sigilo de alocação. Será desenvolvido no ambulatório de Fisioterapia e nefrologia do HC. Após a avaliação inicial os pacientes serão randomizados em três grupos: GRF, G&R e GFAV. O grupo GRF e G&R serão submetidos a um programa de exercícios isotônicos e isométricos concêntricos para a musculatura flexora de cotovelo e punho (utilizando bola de tênis, halter e handgrip) para o membro que receberá a FAV, após a alocação. Apenas o grupo GRF realizará os exercícios com aplicação de restrição parcial de fluxo sanguíneo. O grupo GFAV não será submetido à realização de exercícios, no entanto todos os pacientes receberão uma cartilha com orientações para a realização de exercícios domiciliares. O estudo tem relevância uma vez que estima-se que 10 a 33% das FAVs confeccionadas não obtêm sucesso no processo de maturação cerca de quatro a cinco meses após o processo cirúrgico. E segundo a pesquisadora tem sido recomendado nas

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-6588 E-mail: cepocs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.532.205

diretrizes de acesso vascular que o treinamento físico local no antebraço é capaz de melhorar a maturação do acesso vascular, reduzindo a gordura superficial e aumentando o fluxo e diâmetro vascular, prevenindo complicações e prolongando o tempo de vida útil do acesso. Dessa forma, a associação entre o exercício e a restrição parcial de fluxo sanguíneo pode favorecer resultados mais eficazes, necessitando de estratégias direcionadas e padronizadas que possam integrar a terapêutica já estabelecida para esses casos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram anexados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais e critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está **APROVADO** para iniciar a coleta de dados. Informamos que a **APROVAÇÃO DEFINITIVA** do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (Item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (Item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-6588 E-mail: cepcca@ufpe.br

ANEXO B- DIRETRIZES PARA SUBMISSÃO

Physiotherapy Theory and Practice

About the Journal

Physiotherapy Theory and Practice is an international, peer-reviewed journal publishing high-quality, original research. Please see the journal's Aims & Scope for information about its focus and peer-review policy.

Please note that this journal only publishes manuscripts in English.

Physiotherapy Theory and Practice accepts the following types of article: Research reports, Qualitative research reports, Descriptive reports, Single subject research reports, Clinical technical notes, Professional theoretical articles, Case reports, and Systematic reviews.

Peer Review and Ethics

Taylor & Francis is committed to peer-review integrity and upholding the highest standards of review. Once your paper has been assessed for suitability by the editor, it will then be double blind peer reviewed by independent, anonymous expert referees. Find out more about what to expect during peer review and read our guidance on publishing ethics.

Preparing Your Paper

All authors submitting to medicine, biomedicine, health sciences, allied and public health journals should conform to the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, prepared by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE).

Structure

Your paper should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text introduction, materials and methods, results, discussion; acknowledgments; declaration of interest statement; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figures; figure captions (as a list).

Word Limits

Please include a word count for your paper. There are no word limits for papers in this journal.

Style Guidelines

Please refer to these quick style guidelines when preparing your paper, rather than any published articles or a sample copy.

Please use American spelling style consistently throughout your manuscript.

Please use double quotation marks, except where “a quotation is ‘within’ a quotation”. Please note that long quotations should be indented without quotation marks.

Formatting and Templates

Papers may be submitted in Word or LaTeX formats. Figures should be saved separately from the text. To assist you in preparing your paper, we provide formatting template(s).

Word templates are available for this journal. Please save the template to your hard drive, ready for use.

If you are not able to use the template via the links (or if you have any other template queries) please contact us [here](#).

Figures should be saved separately from the text. The main document should be double-spaced, with one-inch margins on all sides, and all pages should be numbered consecutively. Text should appear in 12-point Times New Roman or other common 12-point font. Normally, only two categories of heading should be used. Major ones should be typed in capital letters in the middle of the page and underlined; sub-headings should be typed in lowercase and also underlined. Headings should not be numbered. Authors may give the names and e-mail addresses of up to four persons whom they judge would have appropriate knowledge and expertise to review their manuscript during the submission process.

References

Please use this reference guide when preparing your paper.

Taylor & Francis Editing Services

To help you improve your manuscript and prepare it for submission, Taylor & Francis provides a range of editing services. Choose from options such as English Language Editing, which will ensure that your article is free of spelling and grammar errors, Translation, and Artwork Preparation. For more information, including pricing, visit [this website](#).

Checklist: What to Include

Author details. Please ensure everyone meeting the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) requirements for authorship is included as an author of your paper. All authors of a manuscript should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. Where available, please also include ORCiDs and social media handles (Facebook, Twitter or LinkedIn). One author will need to be identified as the corresponding author, with their email address normally displayed in the article PDF (depending on the journal) and the online article. Authors' affiliations are the affiliations where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer-review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after your paper is accepted. Read more on authorship.

Abstract. Should contain a structured abstract of 200 words. You may structure your abstract with the following headings: (a) Background or Introduction, (b) Objective or Purpose, (c) Methods, (d) Results, and (e) Conclusion.

Video abstract. You can opt to include a video abstract with your article. Find out how these can help your work reach a wider audience, and what to think about when filming.

Between 3 and 5 keywords. Read making your article more discoverable, including information on choosing a title and search engine optimization.

Funding details. Please supply all details required by your funding and grant-awarding bodies as follows:

For single agency grants

This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx].

For multiple agency grants

This work was supported by the [Funding Agency <] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency >] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency &] under Grant [number xxxx].

Disclosure statement. This is to acknowledge any financial interest or benefit that has arisen from the direct applications of your research. Further guidance on what is a conflict of interest and how to disclose it.

Data availability statement. If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). Templates are also available to support authors.

Data deposition. If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a recognized data repository prior to or at the time of submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.

Supplemental online material. Supplemental material can be a video, dataset, files, sound file or anything which supports (and is pertinent to) your paper. We publish supplemental material online via Figshare. Find out more about supplemental material and how to submit it with your article.

Figures. Figures should be high quality (1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour, at the correct size). Figures should be supplied in one of our preferred file formats: EPS, PS, JPEG, TIFF, or Microsoft Word (DOC or DOCX) files are acceptable for figures that have been drawn in Word. For information relating to other file types, please consult our Submission of electronic artwork document.

Tables. Tables should present new information rather than duplicating what is in the text. Readers should be able to interpret the table without reference to the text. Please supply editable files.

Equations. If you are submitting your manuscript as a Word document, please ensure that equations are editable. More information about mathematical symbols and equations.

Units. Please use SI units (non-italicized).

Using Third-Party Material in your Paper

You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold copyright, and which is not

covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on requesting permission to reproduce work(s) under copyright.

Disclosure Statement

Please include a disclosure statement, using the subheading “Disclosure of interest.” If you have no interests to declare, please state this (suggested wording: The authors report no conflict of interest). For all NIH/Wellcome-funded papers, the grant number(s) must be included in the declaration of interest statement. Read more on declaring conflicts of interest.

Clinical Trials Registry

In order to be published in a Taylor & Francis journal, all clinical trials must have been registered in a public repository at the beginning of the research process (prior to patient enrolment). Trial registration numbers should be included in the abstract, with full details in the methods section. The registry should be publicly accessible (at no charge), open to all prospective registrants, and managed by a not-for-profit organization. For a list of registries that meet these requirements, please visit the WHO International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP). The registration of all clinical trials facilitates the sharing of information among clinicians, researchers, and patients, enhances public confidence in research, and is in accordance with the ICMJE guidelines.

Complying With Ethics of Experimentation

Please ensure that all research reported in submitted papers has been conducted in an ethical and responsible manner, and is in full compliance with all relevant codes of experimentation and legislation. All papers which report in vivo experiments or clinical trials on humans or animals must include a written statement in the Methods section. This should explain that all work was conducted with the formal approval of the local human subject or animal care committees (institutional and national), and that clinical trials have been registered as legislation requires. Authors who do not have formal ethics review committees should include a statement that their study follows the principles of the Declaration of Helsinki.

Consent

All authors are required to follow the ICMJE requirements on privacy and informed consent from patients and study participants. Please confirm that any patient, service user, or participant (or that person’s parent or legal guardian) in any research, experiment, or clinical trial described in your paper has given written consent to the inclusion of material pertaining to themselves, that they acknowledge that they cannot be identified via the paper; and that you have fully anonymized them. Where someone is deceased, please ensure you have written consent from the family or estate. Authors may use this Patient Consent Form, which should be completed, saved, and sent to the journal if requested.

Health and Safety

Please confirm that all mandatory laboratory health and safety procedures have been complied with in the course of conducting any experimental work reported in your paper. Please ensure your paper contains all appropriate warnings on any hazards that may be involved in carrying

out the experiments or procedures you have described, or that may be involved in instructions, materials, or formulae.

Please include all relevant safety precautions; and cite any accepted standard or code of practice. Authors working in animal science may find it useful to consult the International Association of Veterinary Editors' Consensus Author Guidelines on Animal Ethics and Welfare and Guidelines for the Treatment of Animals in Behavioural Research and Teaching. When a product has not yet been approved by an appropriate regulatory body for the use described in your paper, please specify this, or that the product is still investigational.

Submitting Your Paper

This journal uses ScholarOne Manuscripts to manage the peer-review process. If you haven't submitted a paper to this journal before, you will need to create an account in ScholarOne. Please read the guidelines above and then submit your paper in the relevant Author Centre, where you will find user guides and a helpdesk.

If you are submitting in LaTeX, please convert the files to PDF beforehand (you will also need to upload your LaTeX source files with the PDF).

Please note that Physiotherapy Theory and Practice uses Crossref™ to screen papers for unoriginal material. By submitting your paper to Physiotherapy Theory and Practice you are agreeing to originality checks during the peer-review and production processes.

On acceptance, we recommend that you keep a copy of your Accepted Manuscript. Find out more about sharing your work.

Data Sharing Policy

This journal applies the Taylor & Francis Basic Data Sharing Policy. Authors are encouraged to share or make open the data supporting the results or analyses presented in their paper where this does not violate the protection of human subjects or other valid privacy or security concerns.

Authors are encouraged to deposit the dataset(s) in a recognized data repository that can mint a persistent digital identifier, preferably a digital object identifier (DOI) and recognizes a long-term preservation plan. If you are uncertain about where to deposit your data, please see this information regarding repositories.

Authors are further encouraged to cite any data sets referenced in the article and provide a Data Availability Statement.

At the point of submission, you will be asked if there is a data set associated with the paper. If you reply yes, you will be asked to provide the DOI, pre-registered DOI, hyperlink, or other persistent identifier associated with the data set(s). If you have selected to provide a pre-registered DOI, please be prepared to share the reviewer URL associated with your data deposit, upon request by reviewers.

Where one or multiple data sets are associated with a manuscript, these are not formally peer reviewed as a part of the journal submission process. It is the author's responsibility to ensure the soundness of data. Any errors in the data rest solely with the producers of the data set(s).

Publication Charges

There are no submission fees, publication fees or page charges for this journal.

Colour figures will be reproduced in colour in your online article free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply.

Charges for colour figures in print are £300 per figure (\$400 US Dollars; \$500 Australian Dollars; €350). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$75 US Dollars; \$100 Australian Dollars; €65). Depending on your location, these charges may be subject to local taxes.

Copyright Options

Copyright allows you to protect your original material, and stop others from using your work without your permission. Taylor & Francis offers a number of different license and reuse options, including Creative Commons licenses when publishing open access. Read more on publishing agreements.

Complying with Funding Agencies

We will deposit all National Institutes of Health or Wellcome Trust-funded papers into PubMedCentral on behalf of authors, meeting the requirements of their respective open access policies. If this applies to you, please tell our production team when you receive your article proofs, so we can do this for you. Check funders' open access policy mandates [here](#). Find out more about sharing your work.

Open Access

This journal gives authors the option to publish open access via our Open Select publishing program, making it free to access online immediately on publication. Many funders mandate publishing your research open access; you can check open access funder policies and mandates [here](#).

Taylor & Francis Open Select gives you, your institution or funder the option of paying an article publishing charge (APC) to make an article open access. Please contact openaccess@tandf.co.uk if you would like to find out more, or go to our Author Services website.

For more information on license options, embargo periods and APCs for this journal please go [here](#).

Diretrizes para Submissão

Journal of Sound And Vibration

Types of contribution

Original full length articles, review articles, rapid communications, discussions of previously published articles in JSV and commentaries in response to discussions, book reviews and Virtual Special Issue papers. Authors are advised that papers whose contribution is not concerned with fundamental issues in sound and vibration are not normally accepted; such material should be directed to more appropriate publications.

Papers published in JSV should contain new results, of potentially wider application than the specific situation reported; otherwise they should contain new insights of value to the acoustics and vibration community (for example by synthesizing material from traditionally separate fields), or provide authoritative reviews of progress in a defined area. Each paper submitted for publication is normally subject to review and criticism by two independent, anonymous referees, and authors are provided with copies of these reviews so that they can make revisions and improvements to their manuscripts before publication. For more information about how the peer review process is conducted for this journal, please take a look at the 'Peer review policy statement' [here](#) The normal time limit for the submission of an author's revised manuscript is three months; revised manuscripts received after this time may be considered as new submissions and subject to full re-review.

Authors should aim to produce a manuscript that can be reviewed on its own, without assuming that earlier or later parts will be published. The Editors strongly encourage authors considering the submission of multiple papers (eg: Part I, Part II, etc.) to instead combine them into one paper - in such cases this is a common recommendation of the reviewer(s). Alternatively, authors may choose to submit the respective parts sequentially, once the outcome of the review of the earlier manuscript is known. Authors in any doubt should contact the editor to whom the submission will be made.

Discussion Comments, of either a specific or a general nature, on work previously published in JSV should be submitted as Discussion items. A discussion should contain a maximum of 10 journal pages, including any figures. Discussion items do not require an abstract. Should the Discussion item be accepted, JSV policy is that the authors of the original article will be offered the opportunity to submit a response to the Discussion in the form of a Commentary. The timescale for authors to submit a response, to ensure publication within the same issue, is approximately 4-6 weeks.

Review Articles The Editors wish to encourage publication of scholarly review articles in the Journal. Review articles are typically 20-40 journal pages in length (about 20,000 words), and may focus on any area of sound or vibration likely to interest JSV readers. They may be relatively broad in scope - thereby serving a tutorial function - or quite specialized, aimed at researchers in the chosen field.

Before submitting a review article please contact the Editor-in-Chief with an outline of the proposed manuscript.(jsv@isvr.soton.ac.uk). The proposal should include:

List of authors, with credentials that show their standing in the field;

A summary of the paper (max A4);

Contents of the paper

If the Editor-in-Chief approves an outline please ensure that you make a note of this in the cover letter and/or submission details when you submit your manuscript.

Rapid Communications in the JSV are short papers addressing fundamentally new ideas, novel experimental observations or formulation of new challenging problems. Fast turn-around times are one of the key benefits of Rapid Communications providing a competitive advantage to authors.

Purpose: Rapid Communications are publications, up to four pages in size, and reporting a result likely of impact on the future research in the respective field. Authors are encouraged to submit an extended version of the paper at a later stage.

Scope: Different from full research papers, it does not need to cover either detailed background information or a comprehensive evaluation. Instead, the focus is on quick publication of preliminary results and thoughts that are related to:

Fundamentally new ideas, not yet fully proven

Novel and Intriguing experimental observations

Formulation of new problems of fundamental importance to the field of sound and vibration and/or its application in the emerging industries

Acceptance: The work reported needs to be novel and advancing the state of the art. Papers will be handled by the EiC or one of the Deputy EiCs, who will base their decision on one review.

Format: Short Communications are limited to 2500 words (approx. 4 pages, a figure counts as 200 words) and should have no more than 10 references.

Review Guidelines: Review time will be short, ideally less than four weeks. A decision for acceptance or rejection will be made after the first round, with the option to make minor revisions. The decision is primarily based on (i) novelty, (ii) technical soundness, (iii) expected impact on the state-of-the art and (iv) overall presentation and readability.

Machine Learning Papers In the last few years, JSV has been receiving a large number of papers relating to machine learning or 'soft computing' applied in a mechanical systems context. Many of these papers are rejected without review as they do not conform to the standards required of a JSV paper. Please click [here](#) for further information.

Book Reviews

Book reviews are by invitation only. Books for review should be submitted to the Book Review Editors, Dr Brian Tester (Tel: +44 23 8059 2286, Email: B.J.Tester@soton.ac.uk) or Dr Jen Muggleton (Tel: +44 23 8059 59 7624, Email jmm@isvr.soton.ac.uk) c/o Journal of Sound and

Vibration Office, Room 1003, Building 15, Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton, Southampton, SO17 1BJ, UK., (Fax: +44 23 8059 3190)

Virtual Special Issues (VSI)

Nominated Guest Editors will need to submit an outline proposal to Professor Andrei Metrikine (A.Metrikine@tudelft.nl) giving some background to a suggested Virtual Special Issue (VSI) plus the theme of the issue. There are two types of VSI available:

Curated VSI - A selection of up to 12 papers can be selected from past publications in the journal. These will appear on-line only. Papers retain their original DOI and are not re-printed.

New Work VSI - Up to 12 manuscripts describing new work can be submitted to the journal within an agreed theme. Manuscripts are subject to our usual peer review process. Accepted manuscripts will appear together on-line and will also appear in the printed journal.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare

- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.

Ethics in publishing

Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

Policy and ethics

The work described in your article must have been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; EC Directive 86/609/EEC for animal experiments http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm; Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals <http://www.icmje.org>. This must be stated at an appropriate point in the article.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors should complete the declaration of interest statement using this template and upload to the submission system at the Attach/Upload Files step. If there are no interests to declare, please choose: 'Declarations of interest: none' in the template. This statement will be published within the article if accepted. More information.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

Preprints

Please note that preprints can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's sharing policy. Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the

beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. More details and an example

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. More information.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must

obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of user license.

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information.

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of existing agreements are available online.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the accepted manuscript in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The published journal article cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

Gold open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is USD 3300, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our open access page for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 24 months.

Elsevier Researcher Academy

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate

possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's Author Services.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online. Use the following guidelines to prepare your article. Via the homepage of this journal (<http://www.ees.elsevier.com/jsv>) you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. You will be asked to approve the PDF once it has been built. If equations appear corrupted at this stage please upload a locally made PDF. Please keep source files safe as they are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail and via the author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail. When submitting manuscripts please be aware that from July 2016 our electronic system will automatically add line numbers to your manuscript.

Pre-Screening of Submissions

Please note that the Journal of Sound and Vibration does operate a pre-screening process. Your manuscript, once submitted, will be checked by:

Assistant Editor - checks for clarity, statement of novelty, format, similarity index.

Receiving Editor - decides whether the manuscript is potentially publishable, and will either:

Reject without review as being out of scope, insufficiently original, incremental or linked to a submission under consideration or

Assign to an appropriate Subject Editor if the manuscript is possibly publishable.

Subject Editor - handles potentially publishable manuscripts by means of sending to reviewers and making a decision based on the reviewers' comments. They may also reject manuscripts without review in consultation with the Editor-in-Chief, Receiving Editor or Advisors to JSV.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our Support site. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Additional Information

Authors may select a section heading when submitting their manuscript. If the manuscript is accepted for publication, the Editors will allocate it to the most suitable category, which may be the same or different to the one chosen by the author during submission.

Each manuscript must be accompanied by a cover letter outlining the basic findings of the paper and their significance.

Concise manuscripts are appreciated and aid the review process. See Guidance on keeping manuscripts short

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. More information on types of peer review.

Use of Word Processing Software

Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity. For the main text (including Abstract), a minimum font size of 11 pt and a minimum line spacing of 18 pt are appropriate. Authors should adopt a consistent hierarchy of headings to assist the typesetter; this can be done in LaTeX using Elsevier's document class 'elsarticle'. Authors using other software should try to follow JSV style, as far as is reasonably possible.

LaTeX

You are recommended to use the Elsevier article class `elsarticle.cls` to prepare your manuscript and BibTeX to generate your bibliography.

Our LaTeX site has detailed submission instructions, templates and other information.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. The abstract is not to be included in section numbering; the Introduction should not be split into sub-sections. Subsections thereafter should be numbered as 2.1 (then 2.1.1, 2.1.2, ...), 2.2, etc. Use this numbering also for internal cross-referencing; do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. All sections and subsections should be numbered using Arabic numerals.

Introduction

The introduction sets the tone for the rest of the paper and is therefore very important. It should state the problem in enough detail to maintain and develop the reader's interest. The introduction is also the place to say why the problem is hard and also why it has not been solved before, or it should explain what is deficient about solutions that have previously been proposed. The introduction should contain a sufficiently inclusive and comprehensive literature review to confirm that the new work proposed is properly placed in context, and the literature search should go back as far as possible in order to capture all the really relevant past work. The introduction should conclude with a statement of sufficient depth and clarity that confirms the key components of the approach taken, the importance of the results obtained, and the novelty of the work as a whole.

1. Clearly set out the objectives of the paper and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.
2. Make clear what new contribution the present paper offers relative to existing published work.
3. If appropriate, give a brief outline of the structure of the rest of the paper.

Equations

Equations should be referred to as Eq. (1), Eq. (2) etc.

Conclusions

The main conclusions of the paper should be presented in a conclusions section, which should not form a subsection of the discussion or results, but should stand alone.

The Conclusions should:

1. Give a summary of the problem considered and the results obtained.
2. It may also stress the importance of the paper's findings.
3. It is not JSV style to discuss possible future work in depth in the Conclusions but a short statement of intentions can be given if this is felt to be appropriate.

Appendices

If an appendix is required the order at the end of the article should be: Conclusion, Acknowledgement, Appendix, References. If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Please note that changes to the list of contributors are not permitted after the article has been accepted. Authors' affiliations must be the institutions where the research presented in the article took place. Please note that changes to the author affiliations are not permitted once the corrected proof is published online.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required in one single paragraph. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided but if essential full publication details should be given. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. In general an abstract should state the problem, and then explain the approach to obtaining the solution, and then describe the solution itself. It should also summarise key facts relating to the work done, the principal conclusions, and it should convey the overall impact of the work presented. The abstract should be as intelligible to the widest range of technically literate readers possible. Reference citations, figures and tables should not be included in the abstract.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h $\times$ w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5×13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Abbreviations that appear in the abstract and the body of the text should be defined when they first appear. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.) Funding sources may be acknowledged here, as well as individuals who provided help during the research and writing stages of the work.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and Units

Units:

The international system of units (SI) should be used as far as possible. When quantities are expressed in other units, give their equivalent in SI. For unit symbols, follow standard SI conventions. Thus Roman (normal upright) type is used, with spaces after the number. Spaces also separate unit symbols that are to be multiplied, e.g. 5 N m. Superscript powers, e.g. 30 mm²s⁻¹, are preferred (rather than 30 mm²/s).

Symbols:

Letter characters should be limited to the Latin and Greek alphabets. Authors wishing to present a table of nomenclature should do so on the second page of their manuscript. The following order should be used within this table: Latin characters should appear first, arranged a, A, b, B etc.; then Greek characters, similarly arranged; sub/superscripts, abbreviations, special functions etc. usually come as a separate final group. More detailed guidance is available here.

Math Formulae

Mathematics is printed using Latin or Greek symbols. Formatting conventions used in JSV are listed below. In order to assist the copyeditors and typesetters as far as possible, authors are kindly asked to ensure that the mathematical symbols used in the final version of their manuscript sent for typesetting follow JSV conventions. The Editors may request corrections of this nature before the manuscript can be accepted.

For additional guidance and examples, refer to STYLE or to any recent issue of JSV.

- Use Roman (normal upright) type for: Total differential operators (e.g. d in differential); i or j (square root of -1); exp or e (base of natural logarithms); Re or Im (real or imaginary part); log, ln, sin, cos, etc.; abbreviations such as c.c. (complex conjugate); multiletter symbols (e.g. TL for transmission loss); subscripts of two or more letters identifiable as words or word-abbreviations (e.g., Apipe, fmax)
- Use italic (sloping) type for: all scalar quantities represented by a single letter symbol (Latin-alphabet), except where noted above;
- Use upright bold for: vectors, matrices and tensors;

- Script (calligraphic) font may be used for operators, or for variables where the standard form of a Latin character has already been used;
- words like “where” or “with” following equations and explaining the notation used, should not begin with capital letters.

Figures

When preparing Figures, authors are reminded that the lettering and symbols, as well as other details, should have proportionate dimensions, so as not to become illegible or unclear after possible reduction. Fonts smaller than 11 pt (or subscripts smaller than 8 pt) should be avoided. Typically, a reduction factor of two to three will be applied. The degree of reduction will be determined by the Publisher. Illustrations will not generally be enlarged.

It will often be helpful to consider the page format of the journal when designing the layout of Figures. Gridlines should be avoided when constructing graphs.

Ensure that each figure has a caption. Multipart figures require a single caption that describes all the parts (see example). Each figure and table file should be uploaded with an editable text caption (including figure/table number) attached, unless such captions already appear in the main text with figures/tables embedded.

Captions should contain sufficient information to allow the reader to interpret the figure, including any legends/keys not already described in the figure itself. No titles should appear above or below the figure; use the caption for this purpose.

Where an author has chosen to split a figure into a number of parts, each part should be clearly labelled with a lower case letter (a), (b),.... The caption should be a single paragraph below the figure, mentioning each part of the figure in turn.

Authors are required to embed figures and captions throughout the text of their manuscript, at the appropriate points, to aid the Editors and referees during the peer-review process.

In the case of colour figures, there are two options open to authors: (1) Separate figure files are uploaded for (a) the online paper version (colour allowed at no cost), and (b) the print version (black and white figures required). This is the preferred option.

(2) A single set of figures is uploaded, including colour where required for the online version. In this case the captions, choice of colours, and system of line codes must be designed so they function adequately when reproduced in black/white in the print journal. Colour alone will not be enough to differentiate different lines on a graph; different line styles are also needed.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- All figures and the associated captions may be embedded within the text in the initial submission to aid reviewers.
- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file for final typesetting of your article.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<https://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-sound-and-vibration>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Example: '..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result'

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, *J. Sci. Commun.* 163 (2010) 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

[2] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

[3] W. Strunk Jr., E.B. White, *The Elements of Style*, fourth ed., Longman, New York, 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

[4] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*, E-Publishing Inc., New York, 2009, pp. 281–304.

Reference to a website:

[5] Cancer Research UK, Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>, 2003 (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] [6] M. Oguro, S. Imahiro, S. Saito, T. Nakashizuka, Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, Mendeley Data, v1, 2015. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.

Supplementary material

Supplementary material such as images, animations and sound clips can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any correction on a previous version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data in Brief

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for Data in Brief as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to Data in Brief where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, Data in Brief. Please note an open access fee of 600 USD is payable for publication in Data in Brief. Full details can be found on the Data in Brief website. Please use this template to write your Data in Brief.

MethodsX

You have the option of converting relevant protocols and methods into one or multiple MethodsX articles, a new kind of article that describes the details of customized research methods. Many researchers spend a significant amount of time on developing methods to fit their specific needs or setting, but often without getting credit for this part of their work. MethodsX, an open access journal, now publishes this information in order to make it searchable, peer reviewed, citable and reproducible. Authors are encouraged to submit their MethodsX article as an additional item directly alongside the revised version of their manuscript. If your research article is accepted, your methods article will automatically be transferred over to MethodsX where it will be editorially reviewed. Please note an open access fee is payable for publication in MethodsX. Full details can be found on the MethodsX website. Please use this template to prepare your MethodsX article.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

Revised manuscripts

Please ensure when submitting revised work that only one copy of the manuscript is uploaded plus responses to the reviewers comments and a list of changes made to the manuscript. We do not accept secondary uploads of manuscripts with highlighted changes at the present time. An original version of your work is stored on our electronic system for comparison purposes.

AUTHOR STYLE CHECKLIST

Before a paper can be accepted for publication the author should download and follow the Author Checklist. This is not a requirement for new submissions, however please note this is mandatory for all revised papers.

Rejected manuscripts

Previously rejected material: If the submitted manuscript, or parts of it, have been previously submitted in similar form (either to JSV or elsewhere), details should be given. Failure to do so is considered unethical. On the other hand, any paper that has been rejected by another journal will be considered on its merits by JSV provided its prior history is revealed at the submission stage. Authors are requested to supply a statement for all manuscripts (whether they are based on material previously rejected by JSV or by another journal), making it clear how the new submission differs from the previously rejected one.

Authors are allowed to resubmit work that has been previously rejected by JSV, provided

(a) significant changes have been made relative to the rejected version (b) the authors supply a covering letter explaining what changes have been made; (c) six months have elapsed since the previous submission.

Reject - Resubmission possible

The main differences between this case and the previous one are that (a) resubmission is explicitly offered as an option, with no 6-month minimum delay imposed; (b) authors should note that if they do resubmit, they need to provide details of the previous submission, so that editors can refer to the original reviews and, if appropriate, may use the same reviewers.

We encourage all authors of accepted articles to act as reviewers for the Journal of Sound and Vibration

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text,

tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Author Services. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

ANEXO C - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO

Submissão do Artigo Original 1

The Journal of Vascular Access <onbehalf@manuscriptcentral.com>

25 de outubro de 2019 10:17

Responder a: jva@sagepub.com

Para: shi.dias.b@gmail.com, lucilamvalente@gmail.com, marthleycosta@gmail.com, julianaferoso@gmail.com, patmarinho@yahoo.com.br

25-Oct-2019

Dear Dr. Marinho:

Your manuscript entitled "Relation between forearm vascular morphofunctionality of handgrip strength in patients with stage IV and V chronic kidney disease: A cross-sectional study" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in The Journal of Vascular Access.

Your manuscript ID is JVA-19-0370.

You have listed the following individuals as authors of this manuscript:

Bezerra, Shirley; Valente, Lucila; Costa, Marthley José; Barbosa, Juliana; Marinho, Patrícia Érika de Melo

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc.manuscriptcentral.com/vascular-access> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc.manuscriptcentral.com/vascular-access>.

As part of our commitment to ensuring an ethical, transparent and fair peer review process SAGE is a supporting member of ORCID, the Open Researcher and Contributor ID (<https://orcid.org/>). We encourage all authors and co-authors to use ORCID iDs during the peer review process. If you have not already logged in to your account on this journal's ScholarOne Manuscripts submission site in order to update your account information and provide your ORCID identifier, we recommend that you do so at this time by logging in and editing your account information. In the event that your manuscript is accepted, only ORCID iDs validated within your account prior to acceptance will be considered for publication alongside your name in the published paper as we cannot add ORCID iDs during the Production steps. If you do not already have an ORCID iD you may login to your ScholarOne account to create your unique identifier and automatically add it to your profile.

Thank you for submitting your manuscript to The Journal of Vascular Access.

Sincerely,

Megha Bisht

The Journal of Vascular Access

jva@sagepub.com

Submissão do Artigo Original 2

De: Physiotherapy Theory and Practice <onbehalf@manuscriptcentral.com>
Para: "patmarinho@yahoo.com.br" <patmarinho@yahoo.com.br>
Enviado: quarta-feira, 11 de setembro de 2019 14:21:52 BRT
Assunto: Physiotherapy Theory and Practice - Manuscript ID UTP-2019-0563

11-Sep-2019

Dear Professor Marinho:

Your manuscript entitled "Does an exercise program associated with partial blood flow restriction improve the performance of blood vessels in the forearm prior to creating an arteriovenous fistula?" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in Physiotherapy Theory and Practice.

Your manuscript ID is UTP-2019-0563.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to Manuscript Central at <https://mc.manuscriptcentral.com/utp> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc.manuscriptcentral.com/utp>.

Thank you for submitting your manuscript to Physiotherapy Theory and Practice.

Sincerely,
Physiotherapy Theory and Practice Editorial Office