

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES**

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO ÂNGULO DE FASE E DA
DINAMOMETRIA MANUAL EM PACIENTES SUBMETIDOS À
CIRURGIA CARDÍACA: ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Taís Kereski da Silva

Porto Alegre/RS

2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES**

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO ÂNGULO DE FASE E DA
DINAMOMETRIA MANUAL EM PACIENTES SUBMETIDOS À
CIRURGIA CARDÍACA: ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO**

Autora: Taís Kereski da Silva

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sílvia Regina Rios Vieira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Doenças Cardiovasculares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito para obtenção do título de Mestre.

Porto Alegre/RS

2016

FICHA CATOLOGRÁFICA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Doenças Cardiovasculares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e _____ em 02/03/2016, pela comissão examinadora constituída por:

Dr.^a Aline Marcadenti de Oliveira

Dr.^a Andréia Biolo

Dr. Márcio Manozzo Boniatti

da Silva, Taís Kereski

Avaliação do comportamento do ângulo de fase e da dinamometria manual em pacientes cardíacos cirúrgicos: estudo de coorte prospectivo / Taís K. da Silva – Porto Alegre: UFRGS, 64 p

Dissertação (mestrado). UFRGS. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Doenças Cardiovasculares.

Aos meus pais Iliane Kereski da Silva e João Carlos Brum da Silva por todo apoio, carinho e compreensão, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo suporte financeiro, através da concessão de bolsa de estudo, sem a qual não poderia dedicar-me integralmente a esta pesquisa.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares da UFRGS proporcionar uma formação científica de excelência.

Ao Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), em especial à equipe da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) cardíaca por terem me acolhido e tornado possível a pesquisa de campo.

Ao grupo de pós-graduação e pesquisa (GPPG/HCPA) e ao Fundo de Incentivo do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (FIPE/HCPA).

Agradeço à professora Sílvia Regina Rios Vieira por aceitar a orientação desde trabalho e por me apoiar durante este período.

Agradeço às professoras Janete Salles Brauner, Gabriela Corrêa Souza e Ingrid Dalira Schweigert Perry por terem me acolhido e colaborado nesse projeto desde o seu início, me incentivando nos momentos necessários.

Aos meus pais Iliane e João Carlos por todo amor, carinho e dedicação envolvidos. Além de serem meus pilares de sustentação, sempre me motivando e apoiando minhas decisões e projetos de vida.

Esta dissertação de mestrado segue o formato proposto pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares da UFRGS, sendo apresentada na forma de revisão da literatura e artigo original sobre o tema da dissertação:

1. Revisão da literatura;
2. Artigo original referente ao trabalho de pesquisa que deverá ser submetido para publicação em periódico científico de circulação internacional, conforme normas do mesmo.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE QUADROS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
RESUMO.....	13
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
1.1 Doenças cardiovasculares.....	15
1.2 Cirurgia cardíaca.....	15
1.3 Modelos de estratificação de risco na cirurgia cardíaca.....	17
1.4 Dinamometria manual.....	20
1.5 Bioimpedância elétrica e ângulo fase.....	221
JUSTIFICATIVA.....	25
OBJETIVOS.....	26
Objetivo geral.....	26
Objetivos específicos.....	26
REFERÊNCIAS DA REVISÃO DA LITERATURA.....	27
ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS.....	33
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
APÊNDICES.....	61
Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	62
Apêndice B – Instrumento para coleta de dados.....	64
ANEXOS.....	66
ANEXO I – Sistema de pontuação aditivo do EuroSCORE.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviaturas da revisão da literatura

AF – ângulo de fase

AI – angina instável

AVE – acidente vascular encefálico

BIA – bioimpedância elétrica

CCS – Canadian Cardiovascular Society

CEC – circulação extracorpórea

DAC – doença arterial coronariana

DM – diabete melito

DLP – dislipidemia

EACTS – European Association for Cardio-Thoracic Surgery

EuroSCORE – European system for cardiac operative risk evaluation

HAS – hipertensão arterial sistêmica

IAM – infarto agudo do miocárdio

IC – insuficiência cardíaca

NYHA – New York Heart Association

R – resistência

RM – revascularização miocárdica

SCA – síndrome coronariana aguda

SM – síndrome metabólica

UTI – unidade de terapia intensiva

VM – ventilação mecânica

Xc – reactância

Z – impedância

Abreviaturas do artigo

BIA – bioelectrical impedance analysis

CABG - coronary artery bypass grafting

CPB – cardiopulmonary bypass

CSS – cardiovascular surgery service

ICU – intensive care unit

EuroSCORE – European system for cardiac operative risk evaluation

GEE – generalized estimating equations

HGS – handgrip strength

ICU – intensive care unit

MV – mechanical ventilation

PA – phase angle

R – resistance

Xc – reactance

Z – impedance

LISTA DE FIGURAS

Figuras da revisão da literatura

Figura 1. Fluxo de corrente elétrica da bioimpedância elétrica	22
Figura 2. Posicionamento dos eletrodos da bioimpedância elétrica.....	22
Figura 3. Derivação gráfica do ângulo de fase	23

Figuras do artigo

Figure 1. GEE of PA discriminated at set times	58
Figure 2. GEE of HGS discriminated at set times.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadros da revisão da literatura

Quadro 1. Escores de risco desenvolvidos para cirurgia cardíaca18

Quadro 2. Classificação do risco de mortalidade do EuroSCORE 19

LISTA DE TABELAS

Tabelas do artigo

Table 1. Profile of patients undergoing cardiac surgery	53
Table 2. PA correlation with age, EuroSCORE, bleeding, CPB time, ischemia, MV, LOS in ICU and LOS after surgery in patients undergoing cardiac surgery	54
Table 3. HSG correlation with age, EuroSCORE, bleeding, CPB time, ischemia, MV, LOS in ICU and LOS after surgery in patients undergoing cardiac surgery	55
Table 4. PA correlation with HSG in patients undergoing cardiac surgery	56
Table 5. Multiple linear regression analysis of PA and of HGS in patients undergoing cardiac surgery	57

RESUMO

Introdução: O ângulo de fase (AF), derivado da análise de bioimpedância elétrica (BIA), tem sido interpretado como indicador de integridade da membrana celular; e a dinamometria manual têm sido usados como indicadores de prognóstico em algumas situações clínicas.

Objetivos: avaliar o comportamento do AF e da dinamometria manual em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e associá-los com EuroSCORE e desfechos clínicos.

Métodos: Estudo de coorte prospectivo com 50 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, com idade ≥ 18 anos, entre janeiro de 2015 e outubro de 2015. O AF e a dinamometria manual foram aferidos em três momentos: pré-operatório, pré-alta hospitalar e três meses após à cirurgia. Também foram coletadas as seguintes variáveis: tempo de circulação extracorpórea (CEC), isquemia, ventilação mecânica (VM), tempo de internação na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e tempo de internação hospitalar após à cirurgia e foi calculado o EuroSCORE.

Resultados: Os pacientes foram de predominância do sexo masculino 32 (64%) com idade média de $62,8 \pm 10,2$ anos, tempo de estadia na UTI de 3 dias (2 – 23), tempo de internação pré-operatória de 7 (5 – 61) dias e EuroSCORE 4 (0 – 10) dias. Houve redução do AF, com diferença entre o período pré-operatório e os dois momentos de avaliação no pós-operatório ($p < 0,001$). Quando a dinamometria manual foi avaliada ao longo do tempo foi observada uma redução entre o pré-operatório e a pré-alta hospitalar ($p < 0,001$) e recuperação dessa nos três meses após à cirurgia ($p < 0,001$). A VM e o EuroSCORE tiveram correlação inversa com o AF e a dinamometria manual nos três momentos. A correlação do AF no período pré-operatório do EuroScore $p = 0,007$ e o segundo e o terceiro momento $p < 0,001$, e para os três momentos da VM ($p < 0,001$), respectivamente. Já a correlação da dinamometria manual no primeiro e no segundo momento com o EuroSCORE e a VM $p < 0,001$ e no terceiro momento $p = 0,010$ e $p = 0,018$, respectivamente.

Conclusões: O AF e a dinamometria manual parecem estar associados ao tempo de VM, tempo de internação na UTI e tempo de internação no pós-operatório em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Palavras-chave: Ângulo de Fase. Impedância Elétrica. Dinamometria Manual. Cirurgia Cardíaca.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Doenças Cardiovasculares

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares (DCVs) são as principais causas de morte no mundo, perfazendo 31% das mortes globais. Estima-se que 17,5 milhões de pessoas morreram de DCVs em 2012. Dessas mortes, estima-se que 7,4 milhões foram devido à doença arterial coronariana (DAC) e 6,7 milhões foram devido ao acidente vascular encefálico (AVE). Mais de 75% das mortes por DCVs ocorrem em países de baixa e média renda (1).

As DCVs são um grupo de doenças do coração e dos vasos sanguíneos e que incluem: doença arterial coronariana (DAC), doença cerebrovascular, doença arterial periférica, doença cardíaca reumática, doença cardíaca congênita e trombose venosa profunda (1).

De um modo geral, a base fisiopatológica para os eventos cardiovasculares é a aterosclerose, processo que se desenvolve ao longo de décadas de maneira insidiosa, podendo os primeiros sinais ser fatais ou altamente limitantes (2). A formação da placa de ateroma na parede dos vasos sanguíneos, bem como suas consequências clínicas, como o infarto agudo do miocárdio (IAM) e o AVE, associam-se intimamente com determinados fatores de risco cardiovascular. Há diversos fatores de risco que podem contribuir para o surgimento de uma DCV, entre eles podemos citar: idade avançada, sexo masculino, tabagismo, dislipidemia (DLP), HAS, DM e obesidade (3).

A maioria das DCVs podem ser prevenidas, abordando fatores de risco comportamentais, tais como o uso do tabaco, dieta não saudável e obesidade, sedentarismo e uso nocivo do álcool utilizando estratégias de toda a população (4).

As pessoas com DCV ou que estão em alto risco cardiovascular (devido à presença de um ou mais fatores de risco, tais como HAS, DM, DLP ou doença já estabelecida) necessitam de um diagnóstico precoce, aconselhamento e de tratamento medicamentosos, conforme apropriado (1).

Nas últimas décadas, a base para a prevenção de eventos cardiovasculares tem sido o controle rigoroso dos fatores de risco cardiovascular. O controle da pressão arterial efetivamente diminui a chance de eventos cardiovasculares, sobretudo de AVE (2).

As intervenções mais eficazes que são viáveis de serem implementadas, mesmo em ambientes de baixa renda foram identificadas pela OMS para a prevenção e controle das DCVs. Elas incluem dois tipos de intervenção: uma a nível populacional e outra a nível individual (1).

Além disso, quando o tratamento medicamentoso não for suficiente, são necessárias cirurgias para tratar as DCVs. Dentro dos procedimentos cirúrgicos estão incluídos: a revascularização do miocárdio (RM), a angioplastia com balão (onde um pequeno dispositivo em forma de balão é enfiado através de uma artéria para abrir o bloqueio), a reparação e substituição da válvula, o transplante cardíaco e o implante de dispositivos cardíacos, como marca passos, desfibriladores e próteses valvares (1).

Como exposto anteriormente, há diversos fatores de risco. Esses fatores de risco e as doenças autoimunes, vasculopatias periféricas, síndrome metabólica (SM) e outras precisam ser controlados e requerem maior cuidado no pós-operatório imediato, nos casos em que as intervenções cirúrgicas são necessárias (5).

1.2 Cirurgia Cardíaca

A cirurgia cardíaca trata-se de cirurgias de grande porte difundidas mundialmente, sendo indicada quando a probabilidade de sobrevida é maior com o tratamento cirúrgico do que com o tratamento clínico (6). Dentre elas a revascularização miocárdica (RM) e as trocas valvares são as que ocorrem com maior frequência (7, 8). No entanto, as cirurgias cardíacas apresentam morbidade e muitas de suas complicações estão relacionadas com a situação pré-operatória do paciente (9).

Há várias abordagens para as cirurgias cardíacas, que variam de acordo com a doença cardíaca a que estão associadas como defeitos congênitos (persistência do canal arterial, comunicação do septo interatrial e ventricular);

doenças reumáticas (de válvulas cardíacas como mitral, aórtica, tricúspide e pulmonar) que podem incluir plastia e /ou substituição valvar; aterosclerose, que pode ter indicação de RM; envelhecimento e transplantes cardíacos (10).

As cirurgias que envolvem as válvulas cardíacas podem ser divididas em plastia ou troca da valva nativa. A plastia preserva a válvula, fazendo uma reconstituição da mesma, fazendo com que ela volte ao seu funcionamento normal. Quando as condições da valva não permitem esse remodelamento, a valva é trocada por uma prótese que pode ser biológica ou mecânica (10, 11).

As próteses biológicas são desenvolvidas a partir de tecidos biológicos de pericárdio bovino ou porcino. Essas possuem baixa trombogenicidade, boa hemodinâmica, não apresentam ruídos no pós-operatório e, em decorrência do fluxo central, apresentam baixa turbulência. No entanto, a limitação ao uso das próteses biológicas está diretamente relacionada a sua durabilidade, calcificação e necessidade de reoperações, com aumento do risco cirúrgico. A sua indicação está bem estabelecida, principalmente em idosos e aqueles impossibilitados de se submeterem a esquemas de anticoagulação (10, 11).

Já a prótese mecânica é uma opção para troca valvar em adultos e crianças, que possuem o inconveniente da rápida degeneração estrutural com as biopróteses, além do crescimento somático. As próteses mecânicas de duplo folheto são amplamente utilizadas; possuem boa hemodinâmica, boa durabilidade, incidência reduzida de trombose e fenômenos tromboembólicos, principalmente se usados esquemas de anticoagulação com controle rigoroso (10, 11).

A RM consiste em um enxerto arterial coronário usando a veia safena autógena com o objetivo de isolar o vaso obstruído e, assim, restabelecer a perfusão da artéria coronária. Esse tipo de cirurgia tem a finalidade de preservar o miocárdio e sua maior vantagem é a durabilidade, (12, 13).

Suas indicações predominantes são para pacientes sintomáticos e que o tratamento medicamentoso não seja suficiente para prevenir eventos cardiovasculares, como nos casos de lesões ateroscleróticas importantes impossíveis de serem corrigidas com angioplastia, em lesões trivasculares ou que envolvam o tronco da coronária esquerda em pacientes portadores de síndrome coronariana aguda (SCA), o que inclui o infarto agudo do miocárdio (IAM) e angina instável (AI) (12).

As principais complicações operatórias observadas nestes pacientes são as relacionadas com a função respiratória, função renal, aumento do tempo de permanência hospitalar, reinternações e mortalidade (14).

Destacamos a importância que os cuidados no pós-operatório de cirurgia cardíaca sejam realizados em ambiente de terapia intensiva para evitar uma maior incidência das complicações acima (14). Dentre elas, a possibilidade de instabilidade hemodinâmica com necessidade de reposição de volume e do uso de drogas vasoativas com avaliação frequente do paciente (15, 16) incluindo os sinais vitais, glicemia capilar e monitorização específica (15, 16).

No pós-operatório imediato o paciente permanecerá em ventilação mecânica (VM) até que recobre um estímulo respiratório eficaz e um nível de consciência adequado. Em alguns casos este tempo pode ser prolongado pelas condições clínicas do paciente (17, 18).

1.3 Modelos de estratificação de risco na cirurgia cardíaca

Diversos modelos de estratificação de risco têm sido idealizados com a finalidade de se prever a mortalidade na cirurgia cardíaca (19-21) como pode ser visto no Quadro 1.

Entre os mais conhecidos estão: Parsonnet score, STS risk score, Higgins score, Northern New England score (NNE score), Ambler score, 2000 Bernstein-Parsonnet score, European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE e EuroSCORE II) (22-26). O Bernstein & Parsonnet 2000 e o EuroSCORE se destacam por poderem ser utilizados para cirurgia de RM, cirurgia valvar ou ambas e pela sua aplicabilidade à beira do leito (NASHEF et al., 1999, BERNSTEIN et al., 2000).

Quadro 1. Escores de risco desenvolvidos para cirurgia cardíaca

Escore	Preditor	Centro	Análise	Validação
Initial Parsonnet Score (1989)	Mortalidade	Único centro / EUA	Retrospectivo com 3500 pacientes	Prospectivo com 1332 pacientes
Cleveland Clinic Score (1992)	Mortalidade / morbidade	Único centro / EUA	Retrospectivo com 5051 pacientes	Prospectivo com 4069 pacientes
French Score (1995)	Mortalidade / morbidade	Multicêntrico / França	Prospectivo com 7181 pacientes	
EuroScore (1999)	Mortalidade	Multicêntrico/ Europa	Prospectivo com 19.030 pacientes	Prospectivo com 1497 pacientes
Ontário Province Risk Score (1995)	Mortalidade / morbidade	Multicêntrico/ Canadá	Retrospectivo com 6213 pacientes	Retrospectivo com 6885 pacientes
VMCP (2009)	Mortalidade/ morbidade	Único Centro/ Brasil	Retrospectivo com 768 pacientes	Retrospectivo com 768 pacientes
Pons score (1996)	Mortalidade	Multicêntrico/ Espanha	Prospectivo com 916 pacientes	Prospectivo com 392 pacientes
STS (2008/2009)	Mortalidade / morbidade	Multicêntrico/ Americano	Retrospectivo com 986.301 pacientes	Retrospectivo com 394.520 pacientes

*Fonte: de Moraes, 2013 (27).

O EuroSCORE é o mais difundido sistema para avaliação de risco em cirurgia cardíaca para estimar o risco de morte em pacientes submetidos à RM e cirurgias valvares (23, 28-31).

Seu delineamento iniciou em 1995, quando informações sobre fatores de risco e mortalidade foram coletados de 19.030 pacientes adultos, submetidos consecutivamente à cirurgia cardíaca em 128 centros de oito países europeus (29). Foram analisados 68 fatores de risco pré-operatórios e 29 operatórios, os quais poderiam ter influência na mortalidade hospitalar. A relação entre os diversos fatores de risco e os resultados foi estudada estatisticamente por análise univariada e de regressão logística. Isso permitiu identificar 17 fatores de risco reais e, para cada um deles, foi atribuído um escore, construindo-se,

assim, um modelo que permite dividir os pacientes em três grupos de risco (24), conforme Quadro 2. Esse modelo de estratificação de risco tem-se mostrado altamente eficiente, mesmo quando aplicado a populações não europeias (32, 33).

Quadro 2. Classificação do risco de mortalidade do EuroSCORE

Classificação do Risco	Escore (pontos)
Baixo	0 – 2
Médio	3 – 5
Alto	>6

Fonte: NASHEF et al., 1999.

No Rio Grande do Sul foi realizada uma pesquisa estudando a aplicabilidade do Cleveland Clinical Score e do EuroSCORE em pacientes submetidos à RM de forma eletiva. Ambos os escores de risco mostraram-se eficazes em prever mortalidade destes pacientes (34). Já um estudo com um 752 pacientes submetidos à RM no Instituto do Coração de Pernambuco, nos anos de 2003 e 2004, o EuroSCORE mostrou-se um índice simples e objetivo, revelando-se um preditor satisfatório de mortalidade operatória (35). Quando aplicado a uma coorte de 840 pacientes submetidos à cirurgia valvar em Pernambuco, este ratificou resultado do estudo anterior, auxiliando na identificação de risco para óbito em cirurgia valvar (36).

Em 2011, no 25º encontro da European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), foi apresentado o EuroSCORE remodelado que passou a ser denominado EuroSCORE II (27). Este modelo foi validado em um estudo multicêntrico com aproximadamente 23.000 pacientes. Incluiu 150 centros de 43 países (sendo 4 centros no Brasil), entre maio e julho de 2010. Foi um sistema de registro voluntário. Novas variáveis foram incluídas: cálculo de depuração da creatinina, diabetes insulino-dependente, classes funcionais da insuficiência cardíaca (IC), conforme a New York Heart Association (NYHA) e a classe 4 da Canadian Cardiovascular Society (CCS). Do mesmo modo, foram reclassificadas: fração de ejeção, hipertensão pulmonar, urgência do

procedimento e tipo de procedimento realizado (37). No entanto, ainda o EuroSCORE original tem seu uso mais difundido pela facilidade de aplicação.

1.4 Dinamometria Manual

Além da utilização de escores prognósticos as alterações ocorridas no organismo com o procedimento cirúrgico indicam a necessidade de se mensurar a capacidade funcional do paciente no pré-operatório e no pós-operatório, de modo a conhecer a dinâmica do processo terapêutico e intervir se necessário, não permitindo que se estabeleça uma limitação funcional (38).

A dinamometria manual ou força de prensão manual é considerada um teste funcional útil para avaliar não apenas a força muscular da população em geral, mas também em indivíduos com algum tipo de doença (39-41).

A força de prensão manual é obtida por dinamometria, sendo um método não invasivo, simples e rápido, que pode ser utilizado em estudos clínicos e epidemiológicos (41). Em diversas situações clínicas ela vem sendo estudada tanto para o diagnóstico da desnutrição e do risco nutricional, como para a verificação do prognóstico clínico e de mortalidade (42-45).

Em pessoas saudáveis, a idade e o sexo, são os fatores que mais influenciam nos valores de força muscular (46). Porém, na doença aguda ou crônica, fatores adicionais, como severidade da doença, comorbidades, tratamento medicamentoso, falta de utilização muscular, desequilíbrio hidroeletrólítico, inflamação, infecção e estresse oxidativo podem ocasionar debilidade muscular (47).

Nesse contexto, a força muscular reduzida está associada à perda de funcionalidade física e com impacto negativo sobre a recuperação do paciente após uma doença ou cirurgia, o que em parte explica o alto poder preditivo dos testes de função muscular. Alguns estudos têm demonstrado a existência de uma correlação entre a força muscular e o desfecho tanto na doença aguda como na crônica (48).

Originalmente a dinamometria manual foi desenvolvida para avaliação de cirurgia da mão, a fim de determinar a capacidade após trauma ou cirurgia. Dessa forma, a força de prensão manual rapidamente se tornou foco de

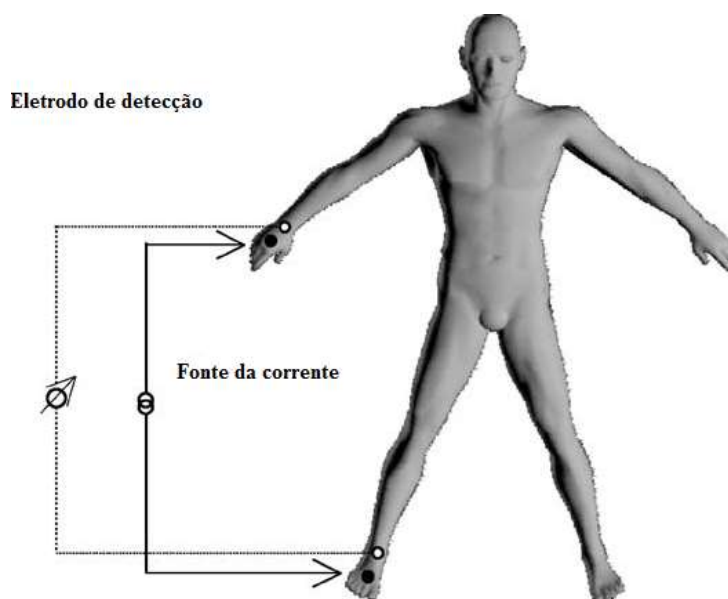
interesse em diversos estudos, devido à sua viabilidade e relevância prognóstica. Em pacientes cardiopatas (doença crônica) e com cirurgia cardíaca eletiva (trauma cirúrgico) este teste foi pouco estudado (49) .

1.5 Bioimpedância Elétrica e Ângulo Fase

O ângulo de fase (AF) é uma variável derivada da bioimpedância elétrica (BIA), e tem sido descrito como um marcador prognóstico em algumas doenças, como em pacientes cardíacos e oncológicos (49, 50).

A BIA é um método de avaliação da composição corporal amplamente utilizado tanto em indivíduos saudáveis como em doentes críticos e pode ser aferida à beira do leito (51-53). De acordo com alguns autores, trata-se de um método reproduzível e barato que, diferente de outros instrumentos, não é limitado pela presença de algumas comorbidades (insuficiência renal e doenças hepáticas), além de ser aplicável em pacientes acamados (51, 54, 55).

A análise da BIA é baseada na medida da resistência total do corpo à passagem de uma corrente elétrica de baixa amplitude (800 μ A) e alta frequência (50 kHz), fornecendo através dessas medidas propriedades como a impedância elétrica (Z), a resistência (R), a reactância (X_c) e o AF (53), como pode ser visto na Figura 1 e na Figura 2.



Figuras 1. Fluxo de corrente elétrica da bioimpedância elétrica.

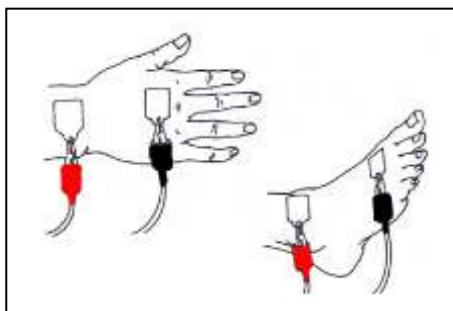


Figura 2. Posicionamento dos eletrodos da bioimpedância elétrica.

A R é uma medida que reflete a oposição à passagem da corrente elétrica pelo corpo, sendo que esta é inversamente proporcional à quantidade de fluidos, o que torna os tecidos musculares altamente condutores, representando um meio de baixa resistência elétrica. Já os tecidos: adiposo e ósseo, por apresentarem uma menor quantidade de líquidos e eletrólitos conduzem mal a corrente elétrica e em decorrência disso, apresentam um alto valor de resistência. A X_c , por outro lado, é entendida como um indicador de quantidade de massa magra e massa celular corpórea, estando relacionada com a estrutura e com a função da membrana celular, possibilitando uma avaliação funcional da mesma (53).

O AF é obtido através da relação entre medidas diversas de R e Xc e é calculado pela equação ($AF = \text{Arco Tangente } Xc/R$), como pode ser visto na Figura 3. Este valor interpretado como indicador de integridade da membrana celular e de distribuição de água nos espaços intra e extracelular. Dessa forma, possibilita prever a quantidade de massa celular corpórea intacta, estando essa associada ao estado clínico do paciente. Assim, o AF é utilizado como indicador nutricional, com os seus valores em indivíduos saudáveis variando aproximadamente entre 4 e 10 graus (53).

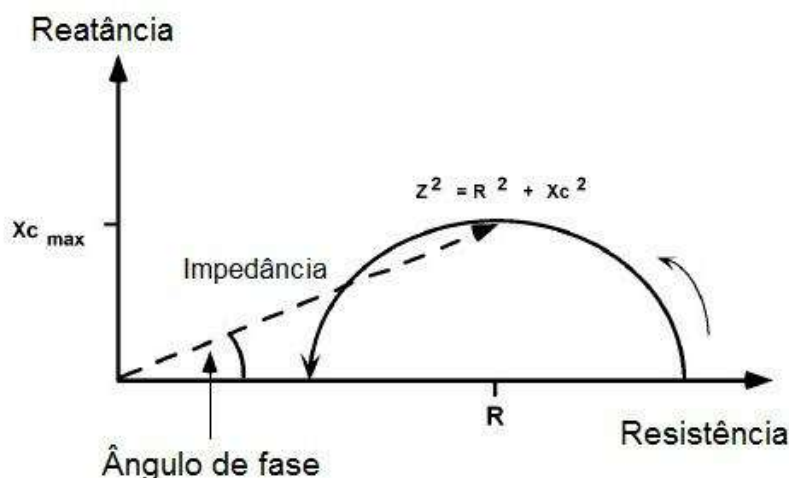


Figura 3. Derivação gráfica do ângulo de fase.

Fonte: adaptado de BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988. (56)

Conforme a literatura (57), as medidas dos valores crús obtidos na BIA (R e Xc), são peso independentes, sendo assim, ideais para pacientes acamados, como os pacientes em estado crítico. AFs menores parecem ser consistentes com Xc baixa, morte celular ou interrupção da permeabilidade seletiva da membrana celular. Já AFs maiores parecem ser mais compatíveis com a Xc alta e maior integridade das membranas celulares (57).

Os valores de AF têm apresentado uma contribuição além das já comumente utilizadas. Este tem sido interpretado como indicador de prognóstico e preditor de sobrevida em algumas situações clínicas, como em pacientes com resposta inflamatória sistêmica exacerbada (58), como HIV positivos (59), portadores de alguns tipos de câncer (60, 61), naqueles que realizam hemodiálise (36), em hepatopatas (62), em pacientes com IC (63) e

cirúrgicos (49). Esses achados também são observados em idosos (64) e em pacientes com anorexia nervosa (65).

Desfechos clínicos adversos como maior tempo de internação na UTI e internação hospitalar foram observados em pacientes cardíacos cirúrgicos, dentre os quais, os que apresentaram $AF < 5,38^\circ$ obtiveram maior tempo de internação na UTI e maior tempo de internação hospitalar (49).

JUSTIFICATIVA

Estudos realizados com diversos tipos de pacientes demonstram que o AF e a dinamometria manual estão associados a prognóstico clínico. Por estes serem métodos práticos e não invasivos com associação positiva com diversas doenças, os mesmos parecerem ser importantes instrumentos para estimar resultados clínicos e monitorar pacientes cardíacos cirúrgicos apesar de escassos estudos neste sentido.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar o comportamento do AF e da dinamometria manual e a associação dos mesmos com desfechos no pós-operatório precoce e tardio em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva.

Objetivos específicos

- Avaliar a associação do AF e da dinamometria manual com o tempo de internação na UTI cardíaca e com o tempo de internação no pós-operatório;
- Avaliar a associação do AF e da dinamometria manual com e EuroSCORE;
- Avaliar a associação do AF e da dinamometria manual com indicadores clínicos, tempo de circulação extracorpórea (CEC), tempo de isquemia e tempo de VM;
- Avaliar a associação entre o AF e a dinamometria manual.

REFERÊNCIAS DA REVISÃO DA LITERATURA

1. World Health Organization. Cardiovascular Diseases, Fact Sheet n°317, 2015. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>. Updated January 2015 and accessed on April 2016.
2. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Sociedade Brasileira de Hipertensão / Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol 2010; 95(1 supl.1): 1-51
3. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk (WHO,2007).
4. Tunstall-Pedoe H, ed. (for the WHO MONICA Project) MONICA Monograph and Multimedia Sourcebook. World largest study of heart disease, stroke, risk factors and population trends. 1979–2002. Geneva, World Health Organization, 2003.
5. Pimenta E, Passarelli O, Borelli F, Sousa MG, Gun C, Amato V, et al. Metabolic syndrome in patients undergoing coronary artery bypass graft: prevalence and a marker of morbidity/mortality during hospitalization and 30 days after hospital discharge. Arq Bras Cardiol. 2007;88(4):413-7.
6. Pivoto D, Alvim I, Kanda L, Mendes RSP, Cruz DALM. Diagnósticos de enfermagem em pacientes no período pós-operatório de cirurgias cardíacas: Acta Paul Enfermagem; 2010.
7. Azzolin KO, Castro I, Feier F, Pandolfo F, Oderich C. Prognostic value of the Doppler index of myocardial performance in postoperative of coronary artery bypass surgery. Arq Bras Cardiol. 2006;87(4):456-61.
8. Feier FH, Sant'Anna RT, Garcia E, Bacco F, Pereira E, Santos M, et al. The influence of time on the characteristics and risk factors for patients submitted to myocardial revascularization. Arq Bras Cardiol. 2006;87(4):439-45.
9. Laizo A, Delgado FE, Rocha GM. Complications that increase the time of Hospitalization at ICU of patients submitted to cardiac surgery. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2010;25(2):166-71.
10. Braunwald E, Zipes DP, et al. **Braunwald's Heart Disease: e: A Textbook of Cardiovascular Medicine**. 10 ed 2014.

11. Pibarot P, Dumesnil JG. Prosthetic heart valves: selection of the optimal prosthesis and long-term management. *Circulation*. 2009;119(7):1034-48.
12. Galdeano LE, Rossi LA, Nobre LF, Ignácio DS. [Nursing diagnosis of patients in the intraoperative period of cardiac surgery]. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2003;11(2):199-206.
13. PC S, MH M, CJ R. Cuidados de enfermagem ao paciente cirúrgico. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1995.
14. Potapov EV, Loebe M, Anker S, Stein J, Bondy S, Nasser BA, et al. Impact of body mass index on outcome in patients after coronary artery bypass grafting with and without valve surgery. *Eur Heart J*. 2003;24(21):1933-41.
15. Bianco AC, Timerman A, Paes AT, Gun C, Ramos RF, Freire RB, et al. [Prospective risk analysis in patients submitted to myocardial revascularization surgery]. *Arq Bras Cardiol*. 2005;85(4):254-61.
16. Haase-Fielitz A, Haase M, Bellomo R, Lambert G, Matalanis G, Story D, et al. Decreased catecholamine degradation associates with shock and kidney injury after cardiac surgery. *J Am Soc Nephrol*. 2009;20(6):1393-403.
17. Auler Júnior JO, Carmona MJ, Silva MH, Silva AM, do Amaral RV. Haemodynamic effects of pressure-controlled ventilation versus volume-controlled ventilation in patients submitted to cardiac surgery. *Clin Intensive Care*. 1995;6(3):100-6.
18. Lopes CR, Brandão CM, Nozawa E, Auler JO. Benefits of non-invasive ventilation after extubation in the postoperative period of heart surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2008;23(3):344-50.
19. Pons JM, Granados A, Espinas JA, Borrás JM, Martín I, Moreno V. Assessing open heart surgery mortality in Catalonia (Spain) through a predictive risk model. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997;11(3):415-23.
20. Roques F, Gabrielle F, Michel P, De Vincentiis C, David M, Baudet E. Quality of care in adult heart surgery: proposal for a self-assessment approach based on a French multicenter study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1995;9(8):433-9; discussion 9-40.
21. Tu JV, Jaglal SB, Naylor CD. Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay, and overall hospital length of stay after cardiac surgery. Steering Committee of the Provincial Adult Cardiac Care Network of Ontario. *Circulation*. 1995;91(3):677-84.

22. Michel P, Roques F, Nashef SA, Group EP. Logistic or additive EuroSCORE for high-risk patients? *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003;23(5):684-7; discussion 7.
23. Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SA. The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J*. 2003;24(9):881-2.
24. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;16(1):9-13.
25. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation*. 1989;79(6 Pt 2):13-12.
26. Bernstein AD, Parsonnet V. Bedside estimation of risk as an aid for decision-making in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2000;69(3):823-8.
27. de Moraes RCS. Validação do EuroSCORE em valvopatas submetidos à cirurgia cardíaca. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2013.
28. Hannan EL, Kilburn H, Racz M, Shields E, Chassin MR. Improving the outcomes of coronary artery bypass surgery in New York State. *JAMA*. 1994;271(10):761-6.
29. Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;15(6):816-22; discussion 22-3.
30. Turner JS, Morgan CJ, Thakrar B, Pepper JR. Difficulties in predicting outcome in cardiac surgery patients. *Crit Care Med*. 1995;23(11):1843-50.
31. Au WK, Sun MP, Lam KT, Cheng LC, Chiu SW, Das SR. Mortality prediction in adult cardiac surgery patients: comparison of two risk stratification models. *Hong Kong Med J*. 2007;13(4):293-7.
32. Kawachi Y, Nakashima A, Toshima Y, Arinaga K, Kawano H. Risk stratification analysis of operative mortality in heart and thoracic aorta surgery: comparison between Parsonnet and EuroSCORE additive model. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001;20(5):961-6.
33. Nashef SA, Roques F, Hammill BG, Peterson ED, Michel P, Grover FL, et al. Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation

- (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(1):101-5.
34. Nery RM, Pietrobon RC, Mahmud MI, Zanini M, Barbisan JN. Comparison of two risk stratification models in elective coronary artery bypass patients. *Rev Assoc Med Bras.* 2010;56(5):547-50.
35. Moraes F, Duarte C, Cardoso E, Tenório E, Pereira V, Lampreia D, et al. Assessment of the EuroSCORE as a predictor for mortality in miocardial revascularization surgery at the Heart Institute of Pernambuco. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery [Internet].* 2006; 21(1):[29-34 pp.].
36. Andrade IN, Moraes Neto FR, Oliveira JP, Silva IT, Andrade TG, Moraes CR. Assesment of the EuroSCORE as a predictor for mortality in valve cardiac surgery at the Heart Institute of Pernambuco. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2010;25(1):11-8.
37. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41(4):734-44;
38. Carvalho ACC, Oliveira M, Souza JAM. *Conduitas no paciente grave.* São Paulo: Atheneu; 1998.
39. Bohannon RW. Dynamometer measurements of hand-grip strength predict multiple outcomes. *Percept Mot Skills.* 2001;93(2):323-8.
40. Noori N, Kovesdy CP, Bross R, Lee M, Oreopoulos A, Benner D, et al. Novel equations to estimate lean body mass in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2011;57(1):130-9.
41. Leal VO, Mafra D, Fouque D, Anjos LA. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: a systematic review. *Nephrol Dial Transplant.* 2011;26(4):1354-60.
42. Ling CH, Taekema D, de Craen AJ, Gussekloo J, Westendorp RG, Maier AB. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *CMAJ.* 2010;182(5):429-35.
43. Humphreys TL, Schnizlein-Bick CT, Katz BP, Baldrige LA, Hood AF, Hromas RA, et al. Evolution of the cutaneous immune response to experimental *Haemophilus ducreyi* infection and its relevance to HIV-1 acquisition. *J Immunol.* 2002;169(11):6316-23.

44. Cereda E, Vanotti A. The new Geriatric Nutritional Risk Index is a good predictor of muscle dysfunction in institutionalized older patients. *Clin Nutr.* 2007;26(1):78-83.
45. Matos LC, Tavares MM, Amaral TF. Handgrip strength as a hospital admission nutritional risk screening method. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(9):1128-35.
46. Budziareck MB, Pureza Duarte RR, Barbosa-Silva MC. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clin Nutr.* 2008;27(3):357-62.
47. Wagenmakers AJ. Muscle function in critically ill patients. *Clin Nutr.* 2001;20(5):451-4.
48. Humphreys J, de la Maza P, Hirsch S, Barrera G, Gattas V, Bunout D. Muscle strength as a predictor of loss of functional status in hospitalized patients. *Nutrition.* 2002;18(7-8):616-20.
49. Visser M, van Venrooij LM, Wanders DC, de Vos R, Wisselink W, van Leeuwen PA, et al. The bioelectrical impedance phase angle as an indicator of undernutrition and adverse clinical outcome in cardiac surgical patients. *Clin Nutr.* 2012;31(6):981-6.
50. Norman K, Stobäus N, Zocher D, Bosy-Westphal A, Szramek A, Scheufele R, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(3):612-9.
51. Frankenfield DC, Cooney RN, Smith JS, Rowe WA. Bioelectrical impedance plethysmographic analysis of body composition in critically injured and healthy subjects. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(3):426-31.
52. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr.* 2004;23(6):1430-53.
53. Silva LMDL, Caruso L, Martini LA. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica [Internet].* 2007; 22(4):[317-21 pp.].
54. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney Int.* 1994;46(2):534-9.

55. Torres D, Parrinello G, Paterna S, Di Pasquale P, Torres A, Trapanese C, et al. A new option in measuring bioimpedance in congestive heart failure. *Am Heart J.* 2009;158(1):e1.
56. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr.* 1988;48(1):16-23.
57. Schiper L, Sadigursky D, Rosario DA, Schiper SP, Passos LC, Faintuch J. Hip fracture prognosis: could bioimpedance be an alternative to conventional nutritional assessment? *Nutr Hosp.* 2011;26(4):904-6.
58. Stobäus N, Pirlich M, Valentini L, Schulzke JD, Norman K. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *Br J Nutr.* 2012;107(8):1217-20.
59. Schwenk A, Beisenherz A, Römer K, Kremer G, Salzberger B, Elia M. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2):496-501.
60. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, King J, Vashi PG, Grutsch JF, et al. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutr J.* 2008;7:19.
61. Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, King J, Dahlk SL, Grutsch JF, et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer.* 2009;9:37.
62. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(6):509-16.
63. Azevedo ZM, Silva DR, Dutra MV, Elsas MI, Barbosa-Silva MC, Fonseca VM. Association between phase angle, PRISM I and sepsis severity. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2007;19(3):297-303.
64. Wirth R, Volkert D, Rösler A, Sieber CC, Bauer JM. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010;51(3):290-4.
65. Marra M, Caldara A, Montagnese C, De Filippo E, Pasanisi F, Contaldo F, et al. Bioelectrical impedance phase angle in constitutionally lean females, ballet dancers and patients with anorexia nervosa. *Eur J Clin Nutr.* 2009;63(7):905-8.

ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS

ORIGINAL ARTICLE**PERFORMANCE EVALUATION OF PHASE ANGLE AND
HANDGRIP STRENGTH IN PATIENTS UNDERGOING CARDIAC
SURGERY: A PROSPECTIVE COHORT STUDY**

Periodical: Nutrition in Clinical Practice

Impact Factor: 2.4

Publicação da: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN)

**PERFORMANCE EVALUATION OF PHASE ANGLE AND HANDGRIP
STRENGTH IN PATIENTS UNDERGOING CARDIAC SURGERY: A
PROSPECTIVE COHORT STUDY**

RUNNINGTITLE: PHASE ANGLE AND HANDGRIP STRENGTH IN PATIENTS
UNDERGOING CARDIAC SURGERY

Taís Kereski da Silva¹, Gabriela Corrêa Souza^{2,3}, Ingrid Dalira Schweigert Perry^{3,4},
Janete Salles Brauner⁵, Sílvia Regina Rios Vieira^{5,6}

1 Post-Graduation Program on Cardiovascular Sciences, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

2 Department of Nutrition, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

3 Food and Nutrition Research Center, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

4 Post-Graduate Program on Collective Health, Health Unit, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brazil

5 Intensive Medicine Service, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil

6 Intensive Medicine Department, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

Corresponding Autor:

Taís Kereski da Silva E-mail: tata.kereski@gmail.com

Address: Rua Ramiro Barcelos, 2.350, Santa Cecília, Porto Alegre / RS, Brazil

Zip Code: 90035 903 Phone: +55 51 33596321 Fax: 55 (51) 33598503

Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Financial support: Fundo de Incentivo a Pesquisa e Eventos (FIPE) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Support: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

ABSTRACT

Background and aims: The phase angle (PA), derived from bioelectrical impedance analysis (BIA), have been interpreted as cell membrane integrity indicator; and the handgrip strength (HGS) have been used as prognostic indicators in some clinical situations. This study aims to evaluate the PA and HGS behavior in patients undergoing cardiac surgery and associate these with clinical outcomes and prognostic.

Methods: Cohort prospective study of consecutive recruited patients undergoing cardiac surgery aged ≥ 18 years. The PA and HGS were measured at three set points: preoperatively, hospital pre-discharge and three months after surgery. Were also collected: time of cardiopulmonary bypass (CPB), ischemia, mechanical ventilation (MV), length of stay (LOS) in Intensive Care Unit (ICU) and LOS after surgery and calculated the EuroSCORE.

Results: A decrease in PA was observed between the preoperative and the two postoperative stages ($p < 0.001$). When the HGS was evaluated over time was seen a reduction between preoperative and pre-discharge ($p < 0.001$) and a recovery in three months after surgery ($p < 0.001$). The MV and EuroSCORE had an inverse association with PA and HGS in three stages. PA correlation in the first stage of the EuroSCORE $p = 0.007$ and the second and third stage $p < 0.001$, and for the three stages of MV ($p < 0.001$), respectively. In HGS correlation in the first and second stage of the EuroSCORE and MV $p < 0,001$ and in the third stage $p = 0.010$ and $p = 0.018$, respectively. **Conclusion:** PA and HGS appears to be related to MV time, LOS in ICU and LOS after surgery in patients undergoing cardiac surgery.

Keywords: Phase Angle. Electrical impedance. Handgrip strength. Cardiac surgery.

INTRODUCTION

Several risk stratification models have been proposed in order to predict mortality in cardiac surgery (1-3). Among the existing scores to estimate the risk of death in patients undergoing cardiac surgery, "European System for Cardiac Operative Risk Evaluation" (EuroSCORE) is the most widespread (4, 5). This model defines the risk of early mortality after cardiac surgery and stratified the patients into three risk groups: low (score 0-2), medium (score 3-5) and high (score > 6) (6). This model has been shown to be highly effective, even when applied to non-European populations (7, 8).

Besides the use of prognostic scores, the changes in the body with the surgical procedure indicate the importance to measure muscle function preoperative and postoperative to know the dynamics of therapeutic process and intervene when necessary, preventing them to establish a functional limitation (9).

In this context, the handgrip strength (HGS) has been considered a useful functional capacity test to evaluate not only the muscle strength of the general population, but also in individuals with some kind of illness (10-13). The HGS is obtained by using a dynamometer, been a non-invasive, simple and quick method which can be used in clinical and epidemiological studies (13). It has been studied in many clinical situations for the diagnosis of malnutrition and as well as to verify nutritional risk the clinical prognosis and mortality (14-17).

In addition to HGS, one of the parameters that have been addressed on the clinical outcome is the phase angle (PA) derived from the bioelectrical impedance analysis (BIA) (18, 19). This is a practical, non-invasive and that can be measured at the bedside (20) and conventionally used for the assessment of

body composition (21). BIA is a measure of the total body resistance to the passage of an electrical current of low amplitude (800 μ A) and high frequency (50 kHz) and measuring properties such as the impedance (Z), resistance (R), reactance (X_c) and PA (22). The resulting PA is obtained through the relation between R and X_c ($PA = \arctangent X_c / R$), reflecting stability of the cells and the distribution of water in the intra and extracellular spaces (22). It have been interpreted as an indicator of membrane integrity, body cell mass predictor) (21) and prognostic indicator in some clinical situations and several serious diseases (19, 23-29), suggesting that this may be an important tool to estimate clinical outcomes or to monitor cardiac surgical patients.

Thus, the aim of this study was to evaluate the behavior of PA through the BIA and HGS over time in patients undergoing cardiac surgery and associate these with EuroSCORE, mechanical ventilation (VM) time, length of stay (LOS) in intensive care unit (ICU) and LOS after surgery.

METHODS

This was a prospective cohort study in the Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Brazil, from January 2015 to October 2015. Patients were recruited consecutively according to the surgery schedule of the Cardiovascular Surgery Service. Included were elective cardiac surgery patients (valve replacement or coronary artery bypass grafting - CABG), aged ≥ 18 years, which agreed with the study.

The patients or their guardian signed the informed consent. Pregnant women, patients with ascites, anasarca, requiring cardiac reoperation in three

months and with impossibility of application of BIA (people with cardiac devices, amputees and skin integrity) were excluded.

Furthermore, EuroSCORE was calculated and the following variables collected: surgery time (in minutes), cardiopulmonary bypass (CPB) (in minutes), ischemia (in minutes), MV (in minutes), LOS in ICU (days) and LOS after surgery (in days) to hospital discharge.

The initial measurement of BIA was performed within 24 hours after admission preoperatively, always with the patient fasting for 4 hours. The second BIA was performed within 24 hours prior to hospital discharge and the third in three months after surgery. The third BIA was held in HCPA Clinical Research Center and it was scheduled in advance by phone.

The PA was obtained by electrical bioimpedance using the Biodynamics 450 version 5.1 device (Biodynamics®, Corp. Seattle, WA, USA) and electrodes brand Resting Tab ECG (Conmed® Corporation, Utica, NY, USA). This device requires you to enter data such as age, sex, weight and height of the patient. Thus, a digital scale was used (Líder® - Araçatuba, São Paulo - SP, Brazil) for the measurement of body weight and a wall fixed vertical anthropometer (Sanny®, Sao Bernardo do Campo, São Paulo - SP, Brazil) to measure the height.

The BIA was performed with patient lying supine on a bed with legs apart and arms not touching the torso. Four electrodes (two electrodes in the hand and two electrodes in the foot, the right side) were placed in specific locations as recommended by BIA Protocol (an electrode on the dorsal surface of the right wrist, an electrode in the third metacarpal, an electrode on the surface right anterior ankle between the prominent portions of bone and an

electrode placed on the dorsal surface of the third metatarsal) (22). The electrodes were used exclusively for each patient, which had its skin surface cleaned with alcohol gel before application.

Moreover, the HGS was evaluated in the same three stages (preoperatively, 24 hours prior to hospital discharge and in three months after surgery). For the HGS evaluation was used a hydraulic hand dynamometer (Jamar®, São Paulo, Brazil). The patient sat with the elbow flexed to 90° (30). It was requested that the patient pressed the dynamometer with right hand at full strength, holding for three seconds. The measurements were performed three times, and we used the highest value of three measurements (11).

This study complied with the ethical principles for research involving human subjects, and approved by the Research Ethics Committee of HCPA, Brazil, under No. 140698 protocol.

Statistical analysis

To verify the normality of the distributions of the variables, we used the Kolmogorov-Smirnov test. Categorical variables were expressed as absolute or relative frequencies and continuous variables as mean and standard deviation or median, minimum and maximum, as appropriate. The Spearman or Pearson correlation coefficient were used to test the correlations. To evaluate the PA and HGS changes over time we used the Generalized Estimating Equations (GEE). The post-hoc test used when the main effect was significant was the Bonferroni test. For the PA normal distribution with identity bond strength was performed, and for the HGS it was used gamma distribution with bond strength log. It was used the unstructured correlation matrix work and the covariance

matrix used was robust estimator. These variables were also analyzed subdividing patients into valve and CABG exchange. Linear regression was performed to assess the effect of variables (gender, age, EuroSCORE, bleeding, CPB time, ischemia time, MV time, LOS in ICU and LOS after surgery) on the PA and the HGS. All statistical analyses were performed with *Statistical Package for Social Sciences* software, version 18.0 (SPSS, Inc., an IBM Company Chicago, IL, USA), and a p -value ≤ 0.05 was considered statistically significant.

To obtain a statistical power of 90% assuming a standard deviation of 1.0 at time 1 and 1.0 standard deviation at two times for PA varies with a difference of 0.5 between the times, the necessary sample size was 44 patients.

RESULTS

Of the 106 patients with elective cardiac surgery, 52 patients fulfilled the inclusion criteria. There were two losses by the BIA measurement impossibility in the second and third evaluation due to definitive pacemaker implant after surgery, resulting in 50 patients.

The profile of patients and clinical outcomes are summarized in Table 1. There was a predominance of patients who underwent CABG and male gender. Regarding the classification of the EuroSCORE, 12 (24%) patients were classified as low risk, 25 (50%) at medium risk and 13 (26%) at high risk of mortality at cardiac surgery.

Over time, it was observed a decrease in PA between the measures (preoperative and after surgery). This behavior was observed in the overall

group and subdividing patients in the CABG group and valve replacement group (Figure 1).

The PA correlations with the variables are shown in Table 2. The age and EuroSCORE were correlated significantly, moderate and inverse with PA at all considered times ($p < 0.001$), whereas the MV, also inversely correlated with PA at all times ($p < 0.001$), had a strong correlation in the preoperative period. On the other hand, the ICU stay was correlated moderately to PA, only three months after surgery, whereas the hospital length of stay was correlated with PA preoperatively and three months after the surgery ($p = 0.026$ and $p = 0.011$, respectively), both on a regular basis (moderate).

Considering the HGS of the general group over time, there was a significant reduction from the preoperative and the pre hospital discharge ($p < 0.001$), but with a recovery in the three months after surgery ($p < 0.001$) as can be seen in Figure 2. When evaluating the HGS by the type of surgery, the results were similar.

The correlations of the HGS with the variables can be seen in Table 3. Age, EuroSCORE, MV time and LOS in ICU were inversely correlated (moderately) with the HGS, at the three time points.

The LOS after surgery and bleeding were negatively correlated with the HGS only three months after surgery, both with fragile correlation (Table 3).

Furthermore, a positive, (regular) moderate correlation in all measures (pre and postoperative) was observed between PA and HGS (Table 4).

Therefore, a multiple linear regression of the PA and of the HGS at second and third time was made (Table 5). Considering the results of the PA at both times, it was observed that increase in the EuroSCORE and MV time,

reduces the PA. At the second time, increase in the EuroSCORE reduces also the HGS. In relation to gender, the average HGS in women is about four points lesser than the average in men in second time and at third moment, the average of HGS in women was 7.7 kgf points lesser than in men. The other variables were not statistically significant.

DISCUSSION

It is important to point that our study is the first one to follow the PA behavior and HGS in three stages in cardiac surgical patients. A previous study assessed these parameters in this patients at preoperative period (19).

In this study, the evaluated parameters, PA and HGS, indicating cell integrity and functional capacity, respectively, were correlated with each other, and both with apparent implications in clinical outcomes. Our main findings were that patients PA had an inverse correlation with EuroSCORE, MV time and age preoperatively, hospital pre-discharge and three months after surgery; LOS in ICU was inverse correlated with PA of the patients only three months after surgery; the Hospital postoperative length of stay was negatively correlated to preoperatively and three months after surgery PA. In turn, the HGS had an inverse correlation with bleeding within three months after surgery and an inverse correlation with the LOS in ICU before surgery and three months after the surgery.

Furthermore, PA decreases along the time, while HGS decreases initially but recovered at the three months after surgery, displaying less long lasting effects on functional capacity compared to PA. Both behaviors (PA and HGS) were irrespective of surgical procedure. However, despite a similar behavior

along the time, patients of valve replacement seems to have a lower HGS value compared to CABG patients. If confirmed, this finding is likely to be related to the different patient's profile, as well as to the fact that valve replacement surgery entails a higher LOS in ICU and increased mortality during surgery (31).

The identification of prognostic factors in cardiac surgical patients is important for the clinical management of these patients, both, pre and in the postoperative period. In the literature, the PA has been related to clinical outcomes and as a prognostic tool, that can evaluate the integrity of the membrane and cellular function in various clinical situations (19). Most studies presented PA averages lower than that described for a healthy population, in which the values are between four and 10° , depending on the sex and age (32). In the present study, PA values were also lower than references for healthy population (32),

However, the preoperative PA ($6.79 \pm 1.14^\circ$) was higher than in a study conducted at the University of Amsterdam that evaluated patients undergoing cardiac surgery just before surgery ($5.9 \pm 1.0^\circ$) (19).

On the other hand, the HGS values in our patients sample were lower than in the cited study. The fact that there was a majority of women in our study (36%), in contrast to 27.7% in Dutch study (19), could have influenced these lower values, which were also below the references for the healthy population (11). Similarly, our study also showed lower values of HGS when compared to gastrointestinal tract and attached organs surgery patients, with an average HGS of 24.73 ± 8.47 kgf (33), which could be related to the greater surgeries heterogeneity and also the younger patients profile in the cited study. Moreover,

our data indicate that this is a population with lower functional ability and impaired nutritional status.

As a recognized global marker of health and cellular vitality (34), the PA in our study shows an association between low PA and adverse clinical evaluation, such as MV and length of stay in ICU. Furthermore, PA measures and HGS were correlated with the EuroSCORE, which was also confirmed by the multiple linear regression analyses. For PA, in second evaluation moment, each one point increase in the EuroSCORE reduces 0.27° of the PA and, also, one minute more in MV time reduces 0.00016° PA; in third evaluation, each one point increase in the EuroSCORE reduces 0.22° PA and one minute more in MV time reduces 0.00015° PA. Therefore, a prolonged ventilation period (≥ 12 h) could significantly impact PA. Moreover, at the second evaluation time, each increase of one point in the EuroSCORE reduces the value of the HGS at 0.81 kgf. The influence of gender in HGS is already known (11). Once PA and HGS in our study were associated with EuroSCORE, which in turn, is correlated with morbidity and mortality in cardiac surgery as previously described in the literature (5, 7, 8), we could expect that PA and HGS may be correlated with morbidity and mortality as well. The relationship with morbidity is also expressed by the relations with MV (PA), bleeding (HGS), LOS in ICU (PA and HGS) and LOS after surgery (PA).

Strengths of our study were that both indicators, a cell integrity and a functional capacity parameter were analyzed, had correlation with each other, our sample were limited to elective cardiac surgery patients which gives a certain homogeneity, they were consecutively recruited and prospective

followed, and also that morbidity parameters as well as a prognostic score were included in the study.

However, we must emphasize that the total sample was achieved in the present study and that it was calculated to observe the differences in patients with elective cardiac surgery in general group. Thus, there is a limitation to perform subgroup analyzes, invalidating analysis between the CABG and the patients valve replacement, as well as between the severity scores of patients to better correlation with prognosis.

Therefore, it needs further work to set the PA and the HGS as prognostic markers of clinical severity and mortality, and also to perform analyzes by type of surgery, besides being needed studies that follow these patients over a longer period to observe what are the long-term outcomes of these patients.

CONCLUSIONS

Evaluations of the PA performance and HGS up to three months in elective cardiac surgery patients showed a significant inverse and moderated correlation to EuroSCORE, MV time, LOS in ICU and LOS after surgery.

As the correlation of PA and HGS was significant, though moderate with the EuroSCORE, which is widely used as a prognostic marker, thus raising the possibility that PA and HGS may also have some prognostic value in cardiac surgery patients.

In addition, both PA as HGS appear to be correlated with the morbidity indicators MV time, LOS in ICU and three months after surgery in patients undergoing cardiac surgery.

REFERENCES

1. Pons JM, Granados A, Espinas JA, Borrás JM, Martín I, Moreno V. Assessing open heart surgery mortality in Catalonia (Spain) through a predictive risk model. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1997;11(3):415-23.
2. Roques F, Gabrielle F, Michel P, De Vincentiis C, David M, Baudet E. Quality of care in adult heart surgery: proposal for a self-assessment approach based on a French multicenter study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1995;9(8):433-9; discussion 9-40.
3. Tu JV, Jaglal SB, Naylor CD. Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay, and overall hospital length of stay after cardiac surgery. Steering Committee of the Provincial Adult Cardiac Care Network of Ontario. *Circulation.* 1995;91(3):677-84.
4. Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;15(6):816-22; discussion 22-3.
5. Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SA. The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J.* 2003;24(9):881-2.
6. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16(1):9-13.
7. Kawachi Y, Nakashima A, Toshima Y, Arinaga K, Kawano H. Risk stratification analysis of operative mortality in heart and thoracic aorta surgery: comparison between Parsonnet and EuroSCORE additive model. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001;20(5):961-6.

8. Nashef SA, Roques F, Hammill BG, Peterson ED, Michel P, Grover FL, et al. Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(1):101-5.
9. Carvalho ACC, Oliveira M, Souza JAM. *Conduitas no paciente grave.* São Paulo: Atheneu; 1998.
10. Bohannon RW. Dynamometer measurements of hand-grip strength predict multiple outcomes. *Percept Mot Skills.* 2001;93(2):323-8.
11. Schlüssel MM, dos Anjos LA, de Vasconcellos MT, Kac G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clin Nutr.* 2008;27(4):601-7.
12. Noori N, Kovesdy CP, Bross R, Lee M, Oreopoulos A, Benner D, et al. Novel equations to estimate lean body mass in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2011;57(1):130-9.
13. Leal VO, Mafra D, Fouque D, Anjos LA. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: a systematic review. *Nephrol Dial Transplant.* 2011;26(4):1354-60.
14. Humphreys J, de la Maza P, Hirsch S, Barrera G, Gattas V, Bunout D. Muscle strength as a predictor of loss of functional status in hospitalized patients. *Nutrition.* 2002;18(7-8):616-20.
15. Cereda E, Vanotti A. The new Geriatric Nutritional Risk Index is a good predictor of muscle dysfunction in institutionalized older patients. *Clin Nutr.* 2007;26(1):78-83.

16. Matos LC, Tavares MM, Amaral TF. Handgrip strength as a hospital admission nutritional risk screening method. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(9):1128-35.
17. Ling CH, Taekema D, de Craen AJ, Gussekloo J, Westendorp RG, Maier AB. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *CMAJ.* 2010;182(5):429-35.
18. Norman K, Stobäus N, Zocher D, Bosy-Westphal A, Szramek A, Scheufele R, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(3):612-9.
19. Visser M, van Venrooij LM, Wanders DC, de Vos R, Wisselink W, van Leeuwen PA, et al. The bioelectrical impedance phase angle as an indicator of undernutrition and adverse clinical outcome in cardiac surgical patients. *Clin Nutr.* 2012;31(6):981-6.
20. Frankenfield DC, Cooney RN, Smith JS, Rowe WA. Bioelectrical impedance plethysmographic analysis of body composition in critically injured and healthy subjects. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(3):426-31.
21. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr.* 2004;23(6):1430-53.
22. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23(5):1226-43.
23. Stobäus N, Pirlich M, Valentini L, Schulzke JD, Norman K. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *Br J Nutr.* 2012;107(8):1217-20.

24. Schwenk A, Beisenherz A, Römer K, Kremer G, Salzberger B, Elia M. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2):496-501.
25. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, King J, Vashi PG, Grutsch JF, et al. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutr J.* 2008;7:19.
26. Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, King J, Dahlk SL, Grutsch JF, et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer.* 2009;9:37.
27. Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, Silva CA, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2010;20(5):314-20.
28. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(6):509-16.
29. Wirth R, Volkert D, Rösler A, Sieber CC, Bauer JM. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010;51(3):290-4.
30. Hillman TE, Nunes QM, Hornby ST, Stanga Z, Neal KR, Rowlands BJ, et al. A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clin Nutr.* 2005;24(2):224-8.

31. Santos R, Cremonese C, Gregoletto MLdO. Fatores associados ao tempo de internação em uti pós-cirurgia cardíaca: estudo em pacientes de um hospital do sul do Brasil. *Revista Gestão & Saúde [Internet]*. 2015; 13:[17-26 pp.].
32. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(1):49-52.
33. Silveira TM, Sousa JB, Stringhini ML, Freitas AT, Melo PG. Nutritional assessment and hand grip strength of candidates for surgery of the gastrointestinal tract. *Arq Bras Cir Dig*. 2014;27(2):104-8.
34. Barbosa-Silva MC, Barros AJ. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8(3):311-7.

Table 1. Profile of patients undergoing cardiac surgery

	n = 50
Male ^a	32 (64)
Age (years) ^b	62.8 ± 10.18
Surgical procedure	
CABG ^a	30 (60)
Valve replacement ^a	20 (40)
EuroSCORE ^c	4 (0 - 10)
Bleeding (mL) ^c	300 (80 - 1400)
CPB time (minutes) ^b	73.90 ± 21.29
Ischemia time (minutes) ^b	51.72 ± 17.75
MV time (minutes) ^c	515 (177 - 15135)
LOS in ICU (days) ^c	3 (2 - 23)
LOS after surgery (days) ^c	7 (5 - 61)

CABG: coronary artery bypass grafting; CPB: cardiopulmonary bypass; EuroSCORE: European system for cardiac operative risk evaluation; ICU: intensive care unit; LOS: length of stay; MV: mechanical ventilation. Data expressed as ^afrequency and percentage, ^bmean ± standard deviation or ^cmedian and minimum and maximum.

Table 2. PA correlation with age, EuroSCORE, bleeding, CPB time, ischemia, and MV, LOS in ICU and LOS after surgery in patients undergoing cardiac surgery (n = 50)

Variables	Preoperatively	Hospital pre-discharge	Three months after surgery
Age	$r_p = -0.478$ $p < 0.001$	$r_p = -0.469$ $p = 0.001$	$r_p = -0.584$ $p < 0.001$
EuroSCORE	$r_s = -0.374$ $p = 0.007$	$r_s = -0.512$ $p < 0.001$	$r_s = -0.500$ $p < 0.001$
Bleeding	$r_s = -0.330$ $p = 0.019$	$r_s = -0.141$ $p = 0.330$	$r_s = -0.332$ $p = 0.019$
CPB time	$r_p = -0.285$ $p = 0.045$	$r_p = -0.159$ $p = 0.271$	$r_p = -0.236$ $p = 0.099$
Ischemia time	$r_p = -0.237$ $p = 0.097$	$r_p = -0.148$ $p = 0.304$	$r_p = -0.150$ $p = 0.298$
MV time	$r_s = -0.630$ $p < 0.001$	$r_s = -0.583$ $p < 0.001$	$r_s = -0.550$ $p < 0.001$
LOS in ICU	$r_s = -0.278$ $p = 0.051$	$r_s = -0.189$ $p = 0.189$	$r_s = -0.406$ $p = 0.003$
LOS after surgery	$r_s = -0.314$ $p = 0.026$	$r_s = -0.184$ $p = 0.201$	$r_s = -0.356$ $p = 0.011$

CPB: cardiopulmonary bypass; EuroSCORE: European system for cardiac operative risk evaluation; ICU: intensive care unit; LOS: length of stay; MV: mechanical ventilation; PA: phase angle. r_p : Pearson's correlation coefficient; r_s : Spearman's correlation coefficient (Bonferroni post hoc)

Table 3. HSG correlation with age, EuroSCORE, bleeding, CPB time, ischemia and MV, LOS in ICU and LOS after surgery in patients undergoing cardiac surgery (n = 50)

Variables	Preoperatively	Hospital pre-discharge	Three months after surgery
Age	$r_s = -0.501$ $p < 0.001$	$r_p = -0.511$ $p < 0.001$	$r_s = -0.352$ $p = 0.012$
EuroSCORE	$r_s = -0.551$ $p < 0.001$	$r_s = -0.503$ $p < 0.001$	$r_s = -0.361$ $p = 0.010$
Bleeding	$r_s = -0.133$ $p = 0.361$	$r_s = -0.179$ $p = 0.219$	$r_s = -0.338$ $p = 0.016$
CPB time	$r_s = -0.079$ $p = 0.590$	$r_p = -0.052$ $p = 0.722$	$r_s = -0.138$ $p = 0.338$
Ischemia time	$r_s = -0.102$ $p = 0.486$	$r_p = -0.067$ $p = 0.645$	$r_s = -0.191$ $p = 0.184$
MV time	$r_s = -0.500$ $p < 0.001$	$r_s = -0.479$ $p < 0.001$	$r_s = -0.334$ $p = 0.018$
LOS in ICU	$r_s = -0.349$ $p = 0.014$	$r_s = -0.443$ $p < 0.001$	$r_s = -0.287$ $p = 0.043$
LOS after surgery	$r_s = -0.265$ $p = 0.066$	$r_s = -0.259$ $p = 0.070$	$r_s = -0.280$ $p = 0.049$

CPB: cardiopulmonary bypass; EuroSCORE: European system for cardiac operative risk evaluation; HSG: handgrip strength; ICU: intensive care unit; LOS: length of stay; MV: mechanical ventilation. r_p : Pearson's correlation coefficient; r_s : Spearman's correlation coefficient (Bonferroni post hoc).

Table 4. PA correlation with HGS in patients undergoing cardiac surgery (n=50)

Variables	Preoperatively	Hospital pre-discharge	Three months after surgery
HGS preoperatively	$r_s = 0.483$ $p < 0.001$	$r_p = 0.494$ $p < 0.001$	$r_s = 0.526$ $p < 0.001$
HGS hospital pre-discharge	$r_s = 0.596$ $p < 0.001$	$r_p = 0.549$ $p < 0.001$	$r_s = 0.596$ $p < 0.001$
HGS three months after surgery	$r_s = 0.464$ $p = 0.002$	$r_p = 0.422$ $p = 0.001$	$r_s = 0.550$ $p < 0.001$

HGS: handgrip strength; PA: phase angle. r_p : Pearson's correlation coefficient; r_s : Spearman's correlation coefficient (Bonferroni post hoc).

Table 5. Multiple linear regression analysis of PA and of HGS in patients undergoing cardiac surgery (n=50)

Dependent Variable	Predictors	B	CI for B (95%)	Adjusted R square	P-value
PA hospital pre-discharge	EuroSCORE (points)	-0,266	-0,401 – -0,130	0,0337	<0,001
	MV time	-0,00016	-0,00029 – -0,00037		
PA three months after surgery	EuroSCORE (points)	-0,224	-0,340 – -0,107	0,343	<0,001
	MV time	0,00015	-0,00026 – -0,00042		
HGS Pre-discharge	Gender	-3,987	-6,915 – -1,058	0,385	<0,001
	EuroSCORE (points)	-0,811	-1,841 – -0,544		
HGS three months after surgery	Gender	-7,708	-12,490 – -2,297	0,162	0,002

CI: confidence interval; HSG: handgrip strength; PA: phase angle.

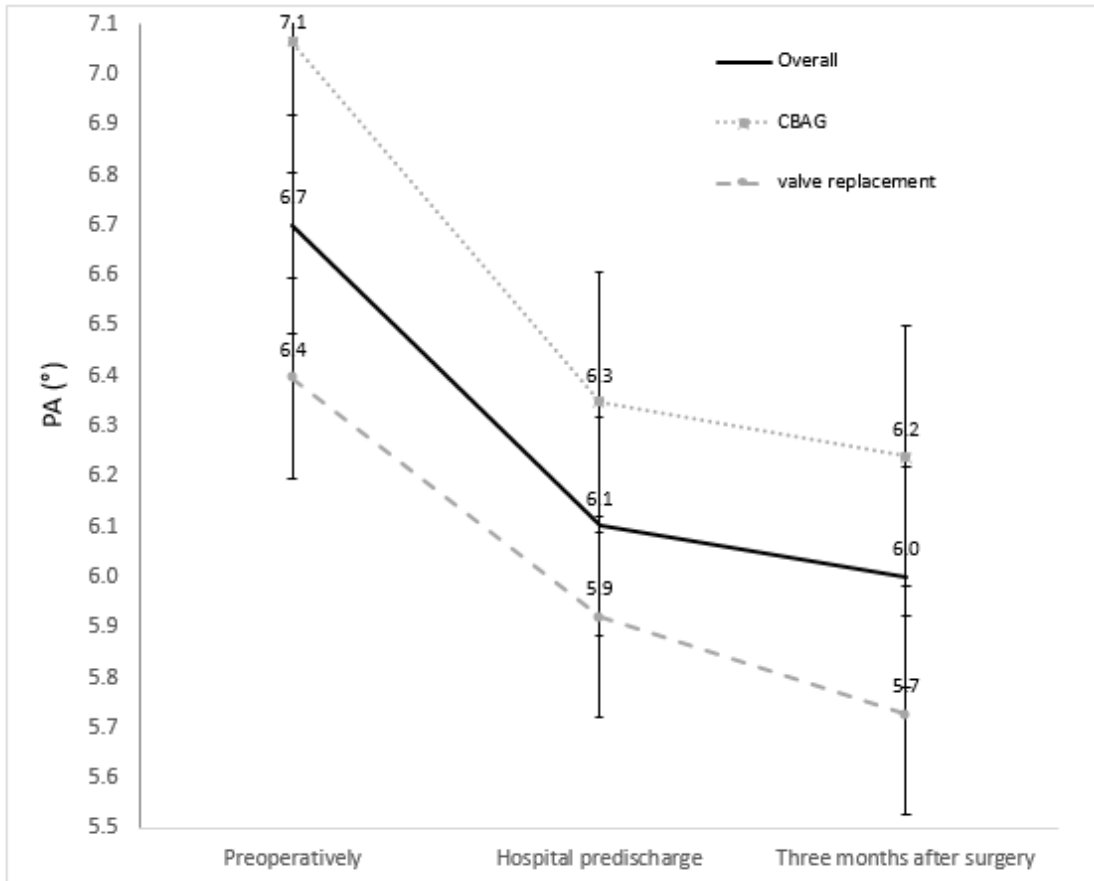


Figure 1. GEE of PA discriminated at set times (mean \pm SE), $p < 0.001$ between preoperative and predischarge, preoperative and three months after surgery, for all groups.

*Preoperative: SE overall: 0.1643; SE CABG: 0.1773; SE valve replacement: 0.2767.

*Predischarge: SE overall: 0.1808; SE CABG: 0.2086; SE valve replacement: 0.2953.

*Three months after surgery: SE overall: 0.1563; SE CABG: 0.1705; SE valve replacement: 0.2620.

CABG: coronary artery bypass grafting; GEE: generalized estimating equation; PA: phase angle; SE: standard error.

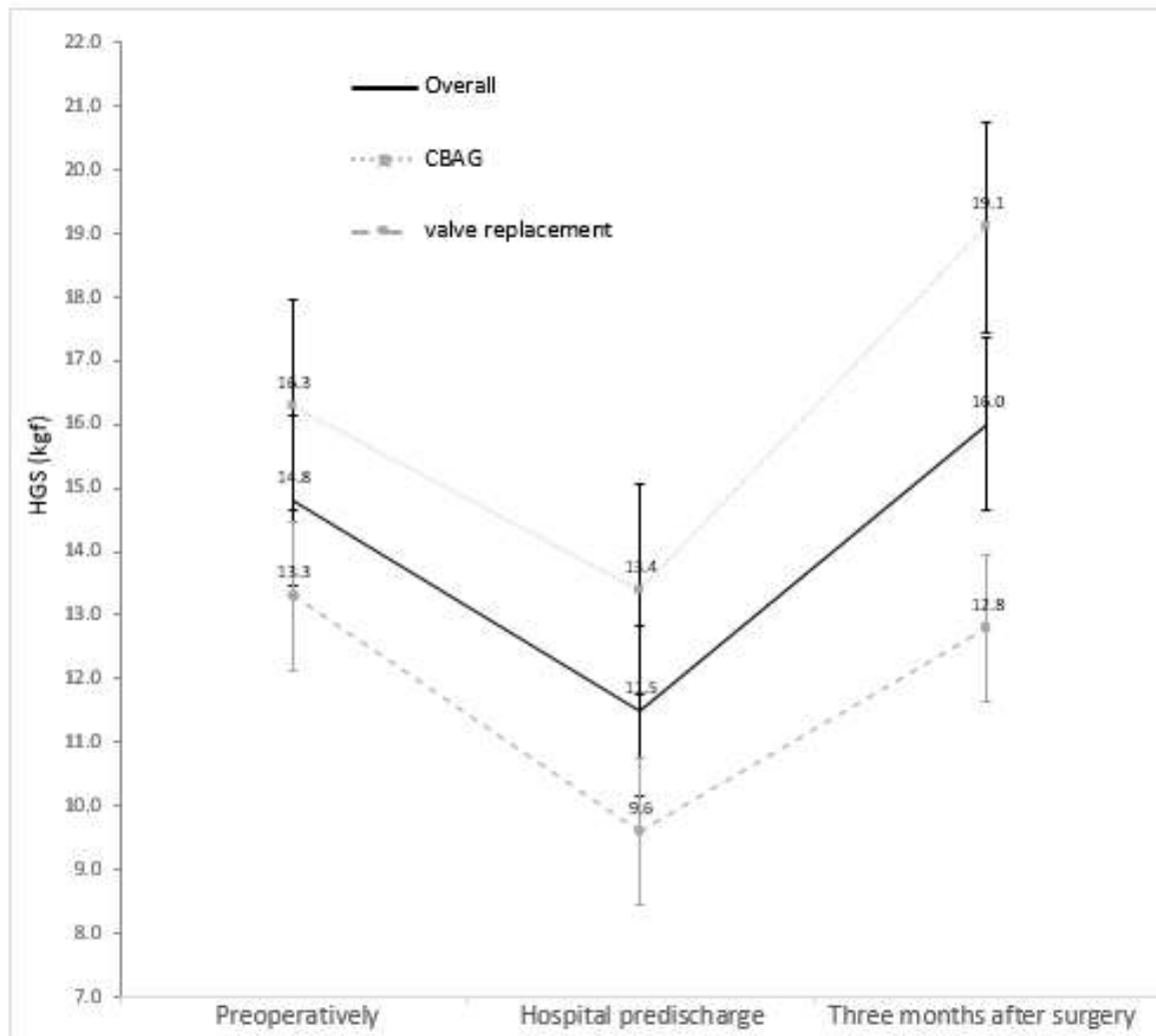


Figure 2. GEE of HGS discriminated at set times (median \pm SE), $p < 0.001$ between preoperative and predischarge, predischarge and three months after surgery, for all groups.

*Preoperative: SE overall: 0.9232; CABG: 1.2743; valve replacement: 1.3362.

*Predischarge: SE overall: 0.7811; CABG: 1.0484; valve replacement: 1.1582.

*Three months after surgery: SE overall: 1.1235; CABG: 1.6271; valve replacement: 1.5496.

CABG: coronary artery bypass grafting; GEE: generalized estimating equation; HGS: handgrip strength; SE: standard error.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As avaliações do comportamento do AF e da dinamometria manual em até três meses em pacientes de cirurgia cardíaca eletiva mostrou uma correlação inversa e moderada com o EuroSCORE, tempo de VM, de UTI e de pós-operatório.

Como a associação do AF e da dinamometria manual foi significativo, embora moderada com o EuroSCORE, que é amplamente utilizado como marcador prognóstico, assim levanta-se a possibilidade de que o AF e a dinamometria manual também possam ter algum valor prognóstico em pacientes cardíacos cirúrgicos.

Dessa forma, novos estudos são necessários para definir o AF e a dinamometria manual como marcadores prognósticos de mortalidade e para realizar análises por tipo de cirurgia e também por gravidade clínica dos pacientes. Também são necessários outros estudos que acompanhem estes pacientes em um maior período de tempo, para observar os desfechos a longo prazo.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Projeto de Pesquisa: “Ângulo de fase como marcador prognóstico em pacientes que serão submetidos à cirurgia cardíaca: estudo de coorte prospectivo”

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa científica que tem por objetivo verificar o ângulo de fase (AF) através da avaliação da Bioimpedância Elétrica (BIA). A BIA tem o objetivo de avaliar a composição corporal medindo a quantidade de gordura, líquido e músculo do corpo. Esse aparelho é composto por 4 (quatro) eletrodos que serão fixados no seu braço e pé, que através de uma corrente elétrica de baixa intensidade e inofensiva são capazes de informar a composição corporal e assim transformar essas informações em um índice chamado ângulo de fase (AF). Desejamos caracterizar o ângulo de fase dos pacientes com indicação de realização de cirurgia cardíaca e comparar com parâmetros clínicos antes e após a cirurgia. Esse método é rápido (em média 5 minutos), prático e não invasivo, e, com ele podemos melhorar a qualidade do cuidado dos pacientes que estiverem nessa situação. Durante sua internação, você será pesado(a) e medido(a) e serão realizadas 3 BIAs. A 1ª BIA será realizada antes da cirurgia, no dia internação hospitalar, a 2ª BIA após à cirurgia, próximo da alta hospitalar. Já a 3ª BIA será realizada 3 (três) meses após à alta hospitalar, no Centro de Pesquisa Clínica (CPC) do HCPA. Não são conhecidos riscos advindos destes procedimentos.

Além do procedimento descrito acima, solicitamos sua autorização para consultarmos o seu prontuário, com o objetivo de verificar alguns aspectos de sua condição de saúde, tais como idade, doença que levou à necessidade de cirurgia cardíaca, e qual o tipo de cirurgia cardíaca. Você poderá também ser contatado para completar as informações obtidas no prontuário. Também será necessário realizar 3 (três) coletas de sangue para análise laboratorial da Proteína C Reativa, sendo necessário aproximadamente 5 mL (cerca de uma colher de chá) de sangue em cada coleta. Se possível, esta coleta será realizada no mesmo momento da coleta de seus exames necessários para a rotina do seu atendimento, evitando nova coleta. No momento da coleta de sangue poderá haver alguma dor leve decorrente da punção da pele, e poderá aparecer pequena mancha escura no local. Complicações de coleta de sangue rotineira são raras e geralmente de pequeno porte. Você poderá ou não beneficiar-se por participar do estudo, e estará contribuindo para o aumento do conhecimento sobre o assunto, que poderá auxiliar futuros pacientes.

Todas as informações de identificação pessoal dos participantes serão confidenciais, e os resultados do estudo serão publicados de forma agrupada, sem

que a divulgação do nome dos participantes. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa.

Sua participação é totalmente voluntária e a decisão de não participar, ou a desistência após a inclusão no estudo, não influenciará o seu atendimento no Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Além disso, a participação na pesquisa não envolve custos e nenhum tipo de remuneração. Porém, você deverá vir ao HCPA para a realização da 3ª BIA, conforme explicado anteriormente.

Em caso de dúvidas você poderá contatar a pesquisadora responsável por esse projeto, Prof^a. Dr^a. Silvia Regina Rios Vieira, do Serviço de Medicina Intensiva, pelo telefone 33598632 ou a Nutricionista Taís Kereski da Silva, pelo telefone 33596321. Você poderá também contatar o Comitê de Ética em Pesquisa, no 2º andar do HCPA, ou pelo telefone 33597640, de segunda à sexta, das 8h às 17h.

Declaro que autorizo voluntariamente minha participação nesse projeto de pesquisa, assinando o TCLE em duas vias, sendo que uma ficará comigo e a outra com o pesquisador. Fui informado(a), de forma clara e detalhada, livre de qualquer forma de constrangimento e correção, sobre os objetivos desse estudo.

Nome do Paciente

Assinatura

Nome do Responsável

Assinatura

Nome da Pesquisadora

Assinatura

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Apêndice B – Instrumento para coleta de dados

Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

PESQUISA: Ângulo de fase como marcador prognóstico em pacientes que serão submetidos à cirurgia cardíaca: estudo de coorte prospectivo

Nome do Paciente: _____

Prontuário: _____ Leito do andar: _____ Leito UTI: _____

Sexo: 1. F () 2. M () Data de Nascimento: _____ Idade: _____

Motivo de Internação no Hospital: _____

História Clínica: _____

Cirurgia Realizada: 1. CRM () 2. Troca valvar () 3. CRM + Troca valvar ()

Detalhes da cirurgia: _____

Intercorrências cirúrgicas: _____

Tempo de cirurgia: _____

Tempo Circulação Extracorpórea: _____

Critérios de exclusão ou de perdas presentes: 1. SIM () 2. NÃO ()

Qual: _____

- EuroScore II: _____

- Uso de vasopressor: 1.SIM () 2. NÃO () Vasopressor utilizado: _____

Efeitos clínicos adversos:

- Infecções: 1.SIM () 2. NÃO ()

- Sangramento: 1.SIM () 2. NÃO ()

- Necessidade de transfusão: 1.SIM () 2. NÃO () Se sim, quantos CHADs?

- Necessidade de reintervenção cirúrgica: 1.SIM () 2. NÃO ()

Qual? _____

Dados antropométricos:

	1ª Avaliação Data:	2ª Avaliação Data:	3ª Avaliação Data:
Peso (kg)			
Altura (cm)			
IMC (kg/m ²)			
Força do Aperto de Mão			

Bioimpedância elétrica:

	1ª Avaliação Data:	2ª Avaliação Data:	3ª Avaliação Data:
Resistência (R)			
Reactância (Xc)			
Ângulo de Fase (AF°)			
Massa Magra (%)			
Massa Gorda (%)			
Água Intracelular (%)			
Água Extracelular (%)			
Água corporal total (%)			

Parâmetros de Ventilação Mecânica:

	No momento de admissão na UTI cardíaca	Após 10h
Modo ventilatório		
Pressão de Pico		
PIC máxima		
Pe máxima		
VAC		
FIO ₂		
SPO ₂		

Extubação em _____ horas.

Sinais Vitais

	Data:
PAM	
FC	

Variáveis Bioquímicas:

	Pré cirurgia Data:	1º PO Data:	Pré alta hospitalar Data:
PCR			

DESFECHOS:

1. Tempo de ventilação mecânica: _____
2. Tempo total de internação na UTI cardíaca: _____
3. Tempo total de internação hospitalar: _____
4. Óbito: 1.SIM () 2. NÃO ()

Outros: _____

FLUXO DA INTERNAÇÃO:

Data da internação: ____/____/____ Data de alta hospitalar: ____/____/____
 Data de internação na UTI cardíaca: ____/____/____ Alta da UTI cardíaca: ____/____/____
 Data da cirurgia: ____/____/____
 Tempo de internação no CTI : ____/____/____
 Tempo total de internação hospitalar (dias): ____/____/____

ANEXOS

ANEXO I – Sistema de pontuação aditivo do EuroSCORE

	Definições	Score
Fatores relacionados ao paciente		
Idade	Por 5 anos ou fração > 60 anos	1
Sexo	Feminino	1
Doença pulmonar crônica	Uso prolongado de broncodilatadores ou esteróides	1
Arteriopatia extracárdica	Qualquer um dos seguintes: claudicação, oclusão de artérias carótidas ou estenose > 50%, intervenção prévia ou planejada na aorta abdominal, artérias periféricas ou carótidas	2
Disfunção neurológica	Doença que afeta a deambulação ou as atividades diárias	2
Cirurgia cardíaca prévia	Requerendo a abertura do pericárdio	3
Creatinina sérica	> 2,3 mg no pré-operatório	2
Endocardite ativa	Na vigência de uso de antibióticos na data da cirurgia	3
Estado crítico no pré-operatório	Qualquer um dos seguintes: taquicardia ventricular ou fibrilação ou morte súbita abortada, massagem cardíaca pré-operatória, ventilação pré-operatória antes da chegada na sala de cirurgia, suporte inotrópico pré-operatório, balão intra-aórtico ou insuficiência renal aguda pré-operatória (< 10 ml/h)	3
Fatores relacionados ao coração		
Angina instável	Angina de repouso requerendo uso de nitratos até a chegada na sala anestésica	2
Disfunção de ventrículo esquerdo	FE 30-50%	1
	FE < 30%	3
Infarto miocárdio recente	< 90 dias	2
Hipertensão pulmonar	Pressão sistólica AP > 60 mmHg	2
Fatores relacionados à operação		
Emergência	Realizada antes da escala do próximo dia	2
Outras cirurgias além da revascularização do miocárdio	Outra cirurgia cardíaca ou em adição à revascularização do miocárdio	2
Cirurgia na aorta torácica	Para aorta ascendente, arco aórtico ou aorta descendente	3
CIV pós-infarto		4