

## **Análise do eletrocardiograma diante de alteração do posicionamento dos eletrodos: ensaio clínico controlado**

**Analysis of the electrocardiogram in face of the change in the position of the electrodes: controlled clinical trial**

**Análisis del electrocardiograma ante el cambio de posición de los electrodos: ensayo clínico controlado**

Recebido: 17/07/2022 | Revisado: 29/07/2022 | Aceito: 31/07/2022 | Publicado: 11/08/2022

### **Jessica de Oliveira Calazans**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1786-9880>  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
E-mail: [ocjessica25@gmail.com](mailto:ocjessica25@gmail.com)

### **Lorena Xavier Rocha Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0103-3229>  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
E-mail: [lorenaxr@gmail.com](mailto:lorenaxr@gmail.com)

### **Monaliza Gomes Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9340-9435>  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
E-mail: [monalizagomes@yahoo.com.br](mailto:monalizagomes@yahoo.com.br)

### **Renata Flavia Abreu da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1776-021X>  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
E-mail: [renata.f.silva@unirio.br](mailto:renata.f.silva@unirio.br)

### **Resumo**

**Objetivo:** Analisar o registro eletrocardiográfico diante da intervenção no posicionamento dos eletrodos no tórax comparada ao método standard. **Método:** Ensaio clínico controlado, simples cego, realizado com 41 pacientes, que compuseram o grupo controle e intervenção, gerando registros que foram laudados por dois profissionais de saúde, proficientes em cardiologia. **Resultados:** Foram analisados 82 eletrocardiogramas, tendo como direcionamento os protocolos controle e intervenção, nos quais constavam a descrição das técnicas correta e incorreta, respectivamente. A maioria das variáveis estudadas não apresentou diferença estatística significativa quanto aos laudos analisados diante da comparação entre os protocolos aplicados. A exceção foi referente à onda P, apresentando-se negativa em V1 quando deveria estar positiva, evidenciada na comparação entre 14 pares de eletrocardiogramas ( $P = 0,003$ ). **Conclusão:** O posicionamento incorreto dos eletrodos afetou o registro da derivação V1. Considerando-se o eletrocardiograma de doze derivações usualmente realizado na prática clínica, salienta-se quanto ao possível confundimento devido aos marcos anatômicos base de outros procedimentos, como, por exemplo, os focos de ausculta cardíaca. Sugere-se o desenvolvimento de critérios adicionais e tecnológicos para o reconhecimento e detecção de erros de localização do eletrodo, bem como a capacitação profissional ser condição sine qua non para a realização do exame de eletrocardiografia. (ReBEC - NCT: RBR-9h4tp3).

**Palavras-chave:** Pesquisa; Eletrodos; Eletrocardiografia; Cardiologia; Cardiopatias; Diagnóstico.

### **Abstract**

**Objective:** To analyze the electrocardiographic record in the face of intervention in the placement of electrodes on the chest compared to the standard method. **Method:** Controlled clinical trial, single blind, conducted with 41 patients, who composed the control and intervention groups, generating records that were lauded by two health professionals, proficient in cardiology. **Results:** Eighty-two electrocardiograms were analyzed, guided by the control and intervention protocols, which included the description of correct and incorrect techniques, respectively. Most of the variables studied did not present a statistically significant difference regarding the reports analyzed when comparing the protocols applied. The exception was the P wave, which was negative in V1 when it should have been positive, as evidenced in the comparison between 14 pairs of electrocardiograms ( $P = 0.003$ ). **Conclusion:** The incorrect positioning of the electrodes affected the recording of lead V1. Considering the twelve-lead electrocardiogram usually performed in clinical practice, the possible confusion due to the underlying anatomical landmarks of other procedures, such as, for example, the focus of cardiac auscultation, is highlighted. We suggest the development of additional and

technological criteria for the recognition and detection of lead location errors, as well as professional training being a sine qua non condition for carrying out the electrocardiography exam. (ReBEC - NCT: RBR-9h4tp3).

**Keywords:** Research; Electrodes; Electrocardiography; Cardiology; Heart diseases; Diagnosis.

### Resumen

**Objetivo:** Analizar el registro electrocardiográfico ante la intervención en la colocación de electrodos en el tórax en comparación con el método estándar. **Método:** Ensayo clínico controlado, simple ciego, realizado con 41 pacientes, que compusieron los grupos de control e intervención, generando registros que fueron elogiados por dos profesionales de la salud, competentes en cardiología. **Resultados:** Se analizaron 82 electrocardiogramas, guiados por los protocolos de control e intervención, que incluyeron la descripción de las técnicas correctas e incorrectas, respectivamente. La mayoría de las variables estudiadas no presentaron diferencia estadísticamente significativa respecto a los informes analizados al comparar los protocolos aplicados. La excepción fue la onda P, que fue negativa en V1 cuando debería haber sido positiva, como se evidenció en la comparación entre 14 pares de electrocardiogramas ( $P = 0,003$ ). **Conclusión:** El posicionamiento incorrecto de los electrodos afectó el registro de la derivación V1. Teniendo en cuenta el electrocardiograma de doce derivaciones que habitualmente se realiza en la práctica clínica, se destaca la posible confusión debido a los puntos de referencia anatómicos subyacentes de otros procedimientos, como, por ejemplo, el foco de la auscultación cardíaca. Sugerimos el desarrollo de criterios adicionales y tecnológicos para el reconocimiento y detección de errores de localización de electrodos, así como la formación profesional como condición sine qua non para la realización del examen electrocardiográfico. (ReBEC - NCT: RBR-9h4tp3).

**Palabras clave:** Investigación; Electrodes; Electrocardiografía; Cardiología; Cardiopatías; Diagnóstico.

## 1. Introdução

Em 1790, o cientista italiano Aloysio Luigi Galvani, fez com que as pernas de um sapo morto se movessem por meio de estimulação elétrica de um circuito completo que conectavam metais dissimilares. A descoberta de que a ação nervosa poderia ser induzida por fenômenos elétricos artificiais marcou o início do estudo de eletrofisiologia. Galvani descreveu seu trabalho em um manuscrito em 1791, *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari*. (Piccolino, 1998, 2006).

A primeira gravação bem-sucedida de ritmo elétrico no coração humano foi provavelmente alcançada por Alexander Muirhead, em 1869. Ele usou um gravador de sifão da Thomson (disponível no St. Bartholomew's Hospital, em Londres) que havia sido projetado para gravar sinais transatlânticos. (Waller, 1887; Mehta, 2002)

Naquela época, o melhor aparelho de gravação para este fim foi o eletrômetro capilar de Lippman, criado por Gabriel Lippman e lançado por ele em 1875. Este instrumento consistia em um tubo de vidro fino terminado por uma extremidade capilar muito fina e cheia de mercúrio, sobre o qual repousava uma camada de ácido sulfúrico diluído. Os eletrodos eram ligados ao ácido sulfúrico e ao mercúrio, respectivamente, e as variações no potencial elétrico se estabeleciam entre eles modificando a tensão superficial e fazendo com que o menisco de separação entre o mercúrio e o ácido sulfúrico se deslocasse para acima ou para baixo no tubo capilar. A zona de separação dos dois líquidos era iluminada, e a imagem era aumentada por uma lente acromática e projetada sobre uma fenda vertical, por trás do qual uma placa fotográfica a uma velocidade constante deslizava. Este instrumento teve a vantagem de ser aperiódico, com a grande desvantagem de ter uma inércia exagerada, o que o tornava muito lento, além de não permitir o registro de potenciais de alta frequência. (Lama, 2004)

Em 1887, o médico e fisiologista Augustus D. Waller registrou o primeiro “eletrograma” humano (como era então chamado) em um ambiente clínico e fisiológico. Ele mudaria esse termo para “cardiograma” um ano depois. (Burch, 1964)

Willem Einthoven, agraciado com o Prêmio Nobel de medicina em 1924, tem protagonismo ímpar na cardiologia e sua presença é obrigatória ao se contar a história da especialidade. Ao receber o Prêmio Nobel de medicina a 8 de dezembro de 1925 em memorável conferência sobre o galvanômetro de corda e a medida da corrente de ação do coração, salientou: “um novo capítulo se abria no aprendizado das doenças do coração, não por obra de um só homem, mas pelo trabalho conjugado de muitos homens de talento que, espalhados pelo mundo e sem respeitar fronteiras políticas, convergiam seus esforços para um propósito comum: aumentar nosso conhecimento da doença, para alívio da humanidade sofredora”. (Lopes et al., 2020)

A invenção do galvanômetro de corda por Einthoven, em 1901, forneceu um método direto para registrar a atividade

elétrica do coração nos seres humanos. Em 1910, o ECG havia emergido do laboratório de pesquisa para a clínica e logo se tornou o teste diagnóstico cardíaco mais utilizado. (Mirvis, 2015)

Apesar de antigo, continua sendo um dos exames mais importantes na cardiologia atual. Mesmo após o surgimento de métodos complementares bem mais sofisticados nas últimas décadas (ecocardiografia tridimensional, angiotomografia, ressonância magnética, entre outros) o eletrocardiograma continua sendo a principal ferramenta para, junto à história clínica e exame físico adequados, suspeitar e definir a maior parte das hipóteses diagnósticas em cardiologia. (Santos et al., 2017).

O eletrocardiograma (ECG) é o registro do sinal elétrico resultante da diferença de potencial coletada durante atividade cardíaca (Pereira, 2020). É um tipo de exame indicado como parte da análise de doenças cardíacas sendo fundamental para imediata tomada de decisão. Ele registra a variação dos potenciais elétricos gerados pela atividade do coração. (Thaler, 2013)

Quando o impulso cardíaco passa através do coração, uma corrente elétrica também se propaga do coração para os tecidos adjacentes que o circundam e pequena parte da corrente se propaga até a superfície do corpo. Se eletrodos forem colocados sobre a pele, em lados opostos do coração, será possível registrar os potenciais elétricos gerados por essa corrente. (Burch, 1964)

Por ser um exame que conquistou importante relevância clínica já desde os primórdios, a precisão da técnica adequada merece atenção especial por ter impacto direto no diagnóstico médico, influenciando na interpretação dos traçados elétricos. (Thygesen, 2012)

Um fator crucial para sua interpretação adequada é a colocação correta dos eletrodos no ECG padrão de 12 derivações. (Jekova, 2016). A má colocação dos eletrodos de ECG precordial superiormente é um erro de procedimento prevalente. (Lehmann, 2012). As derivações V1 e V2 do ECG precordial costumam estar mal colocadas. Esse posicionamento incorreto geralmente envolve a colocação desses eletrodos muito alta no peito. O ECG resultante pode gerar padrões de ECG errôneos. (Walsh, 2018)

O resultado de uma pesquisa realizada no Reino Unido (Bond, 2012) conclui e classifica o posicionamento dos eletrodos do ECG como protagonista nos laudos conclusivos de infarto agudo do miocárdio, comprovando sua relevância e impacto nos diagnósticos médicos quando aplicados de maneira inadequada.

Estudos anteriores mostraram mudanças importantes que afetam a morfologia da onda P quando os eletrodos V1 e V2 são colocados em espaços intercostais superiores. (Koehler, 1993; García-Niebla, 2009)

Dentro do contexto supracitado, ainda há o questionamento sobre os achados específicos encontrados em exames eletrocardiográficos quando os eletrodos V1 e V2 são posicionados em espaços intercostais incorretos.

A partir das informações apresentadas, o presente estudo tem como objetivo geral: Analisar as diferenças do registro obtido em exames eletrocardiográficos gerados a partir da técnica correta descrita versus a incorreta. Analisar o registro eletrocardiográfico diante da intervenção no posicionamento dos eletrodos no tórax comparada ao método standard.

## 2. Metodologia

Trata-se de um ensaio clínico controlado, simples cego, registrado sob o nº RBR-9h4tp3 na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC), em que o grupo de interesse no qual se realizou a exposição ao procedimento eletrocardiográfico foi comparado a si próprio por meio de um protocolo controle.

Segundo Azeredo (2017), “o termo “ensaio clínico randomizado (controlado)” refere-se a um delineamento de pesquisa específico, em que seres humanos recebem diferentes intervenções que lhes são alocadas aleatoriamente (por sorteio, sem interferência do investigador), em contexto experimental (presença de grupo controle e 1 ou mais grupos experimentais).

Ainda, de acordo com Köche (2011), na maioria das pesquisas utiliza-se a randomização da amostra, ou constituição

aleatória da amostra, como garantia de neutralização das possíveis variáveis que poderiam interferir na análise entre a variável independente e a dependente.

Mediante o exposto, a pesquisa enquadra-se na definição supracitada pois a ordem de realização do procedimento, protocolo controle ou intervenção, nos participantes da pesquisa, deu-se aleatoriamente por meio de uma tabela de randomização previamente elaborada, a qual as pesquisadoras executoras do exame não tiveram acesso, onde foi feito um sorteio para escolha da ordem de realização de cada protocolo, por uma pesquisadora não executora do exame o que portanto garantiu a ausência de possível viés no processo.

Sobre o cegamento do estudo, Vasconcelos (2016) afirma que o cegamento é um ponto, dentre outros necessários, que se caracteriza por evitar erros de aferição de dados e conseqüentemente tendências indesejáveis. O estudo cego simples ou mono-cego ocorre quando o observado ou observador não conhece a intervenção nos grupos. O presente estudo foi considerado cego simples por ter tido os ECGs, resultantes de duas formas diferentes de execução, com emissão de laudo por profissionais que desconheciam sobre qual protocolo, controle ou intervenção, cada exame poderia ser atribuído, rechaçando, assim, qualquer possibilidade de viés nos resultados obtidos.

A ordem de realização do procedimento, protocolo controle ou intervenção, nos participantes da pesquisa se deu aleatoriamente por meio de uma tabela de randomização previamente elaborada, a qual as pesquisadoras executoras do exame não tiveram acesso, onde era feito um sorteio para escolha da ordem de realização de cada protocolo, por uma pesquisadora não executora do exame o que, portanto, garantiu a ausência de possível viés no processo.

O estudo foi realizado entre os meses de fevereiro e abril de 2020 em uma instituição pública que faz parte da Rede Sentinela da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) desde o ano de 2002 até o presente momento, localizada na cidade do Rio de Janeiro. A Rede Sentinela funciona como observatório no âmbito dos serviços para o gerenciamento de riscos à saúde, em atuação conjunta e efetiva com o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) na vigilância pós-comercialização de produtos para saúde na área de tecno vigilância. (Brasil, 2014)

Os participantes da pesquisa seguiram aos seguintes critérios de inclusão: adulto com idade mínima de 18 anos, de ambos os sexos, alfabetizado, e que estivesse hospitalizado durante o período de coleta de dados no serviço de afecções coronarianas da instituição em apreço, em momentos pré e/ou pós-operatórios de cirurgia de revascularização do miocárdio e diagnóstico médico, confirmado em laudo, de angina instável ou infarto agudo do miocárdio. Foram excluídos os adultos que tivessem anormalidades de cavidades cardíacas.

Para a definição da amostra foi utilizado o programa G. Power para cálculo de proporção independente de dois grupos. O embasamento foi o estudo de Koehler (1993), que traz resultados percentuais das alterações nos registros gráficos do ECG como: onda P, onda T e complexo QRS quando os eletrodos são aplicados nos espaços intercostais impróprios. Assim, o resultado do tamanho da amostra satisfatória para esse estudo, considerando o percentual encontrado com alfa de 5% e poder de reprodutibilidade de 80%, foi de 41 indivíduos.

As variáveis estudadas foram: complexo QRS e frequência cardíaca; onda P de 2,5mm; onda P com duração  $\leq$  a 110 m; onda P negativa em V; desnivelamento do segmento PR  $>$  0,5 mm; QRS com padrão RSR'; QRS com morfologia RS de V1 a V3; elevação do ponto J e do segmento ST; depressão do ponto J e do segmento ST; elevação do segmento ST  $\geq$  1,0 mm em concordância com o QRS/T; elevação do segmento ST  $\geq$  5,0 mm em discordância com o QRS/T; onda T negativa; presença de onda U.

O Eletrocardiógrafo usado para essa pesquisa estava devidamente calibrado e na vigência do prazo da manutenção preventiva como comprova a ordem de serviço número 109089 INC 2019. O recrutamento dos participantes da pesquisa e o convite ao estudo, assim como o registro dos ECG foi realizado por duas enfermeiras residentes, pesquisadoras responsáveis pela coleta de dados.

O registro do ECG conforme o protocolo controle (técnica correta) seguiu as etapas descritas no Quadro 1:

**Quadro 1.** Descrição do protocolo controle.

Higienização das mãos antes do contato com o paciente.
Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)s recomendados para precaução de contato, quando aplicável.
Explicação pormenorizada quanto ao procedimento a ser realizado.
Verificação quanto à necessidade de tonsura de pelos e, caso necessária, a sua realização antes da limpeza da pele.
Limpeza da pele em pontos de fixação dos eletrodos precordiais (tórax) e periféricos (membros).
Alocação do cabo do eletrodo Braço direito (BD ou RA).
Alocação do cabo do eletrodo Perna Direita (PD ou RL).
Alocação do cabo do eletrodo do Braço Esquerdo (BE ou LA).
Alocação do cabo do eletrodo Perna Esquerda (PE ou LL).
Palpação do manúbrio para orientação anatômica dos espaços intercostais e posicionamento dos eletrodos precordiais.
Posicionamento do eletrodo ou ventosa precordial V1 no quarto espaço intercostal na borda esternal à direita.
Posicionamento do eletrodo ou ventosa precordial V2 no quarto espaço intercostal na borda esternal à esquerda.
Confirmação quanto ao posicionamento de V1 e V2 se estão na mesma direção (na mesma linha à D e E).
Posicionamento do eletrodo ou ventosa precordial V4 no quinto espaço intercostal na linha hemiclavicular à esquerda.
Posicionamento do eletrodo ou ventosa precordial V3 entre V2 e V4 à esquerda.
Posicionamento do eletrodo ou ventosa precordial V5 no quinto espaço intercostal na linha axilar anterior à esquerda.
Posicionamento do eletrodo ou ventosa precordial V6 no quinto espaço intercostal na linha axilar média à esquerda.
Solicitação ao paciente quanto à interrupção de movimentação, fala, tosse e/ou espirro durante o exame, se possível.
Repetição do registro diante de problema técnico.
Retirada dos eletrodos e limpeza de possíveis resíduos de gel.
Identificação do exame por código de cor.

Fonte: Adaptado Hallake (2012) e Santos (2017).

Protocolo 1 (controle) - registro do eletrocardiograma, tendo como base a prática correta das etapas necessárias para o procedimento. Os eletrodos precordiais foram posicionados estritamente conforme referências existentes. (Hallake, 2012; Santos, 2017)

Protocolo 2 (intervenção) - Havia troca do posicionamento dos eletrodos precordiais: V1 e V2, esses eram posicionados nos focos de ausculta cardíaca, de forma que os eletrodos v1 e v2 ficavam no 2º espaço intercostal, à direita e à esquerda respectivamente.

Ao término dos registros, conforme os protocolos 1 e 2, controle e intervenção respectivamente, os exames eram classificados por codinomes onde somente as pesquisadoras tinham acesso e sem a descrição quanto ao método de obtenção do registro.

Os exames codificados foram submetidos à apreciação de dois profissionais de saúde, um enfermeiro e um médico, ambos proficientes em cardiologia e especialistas no procedimento, conforme o preconizado pela literatura vigente.

Os dados foram tabulados nos softwares Jamovi (versão 1.2, 2020) e R Core Team (versão 3.6, 2019), e a amostra foi submetida a testes de normalidade, com análises descritiva e inferencial, nas quais foram estudados a acurácia dos registros gerados em cada técnica conforme os protocolos e os possíveis impactos pela exacerbação ou falsas ondas elétricas geradas, comparando os resultados obtidos a partir da técnica correta (protocolo controle) versus a incorreta (protocolo intervenção).

O estudo foi realizado conforme os preceitos éticos orientados pela Resolução 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, registrado sob os CAAEs das instituições proponente e coparticipante, respectivamente, com número 26265019.3.0000.5285 e 26265019.3.3001.5272, aprovado sob seus respectivos pareceres de número 3.785.965 e 3.847.713. O estudo também foi registrado na REBEC, pela proposta metodológica, recebendo o número U1111-1239-4003.

### 3. Resultados

Foram analisados um total de 82 ECGs, sendo cada 2 destes realizados em cada um dos 41 participantes, tendo como direcionamento os protocolos 1 e 2. Os 82 eletrocardiogramas foram analisados estatisticamente em pares, porém de forma cega pelos profissionais de saúde responsáveis pelos laudos e os resultados estão dispostos nas Tabelas 1 e 2 a seguir:

**Tabela 1** – Dados referentes à análise das variáveis numéricas de duração do QRS e frequência cardíaca dos pacientes coronariopatas submetidos aos protocolos controle e intervenção comparados entre si. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2019.

Variáveis analisadas	Valor de p *
Duração QRS 1	0,100 [0,100 – 0,120]
Duração QRS 2	0,100 [0,100 – 0,110]
FC †1	60,0 [56,0 – 72,0]
FC 2	63,0 [54,0 – 71,0]

\*(mediana [IIQ1 – IIQ3]) † FC = frequência cardíaca Fonte: Elaborada pelos autores.

A distribuição, segundo os critérios do teste de normalidade Shapiro-Wilk, resultou em um  $P < 0,01$ , sendo, portanto, classificada como uma distribuição não normal. A distribuição é considerada normal quando Shapiro-Wilk tem valor de  $P > 0,05$ . Desta forma, a análise foi direcionada para o teste não paramétrico Wilcoxon W, utilizado para distribuições não normais, apresentando um valor de P de 0,271, concluindo, com isso, que, na comparação entre os protocolos 1 e 2, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas na duração do QRS, obtendo-se no protocolo 1 um  $P = 0.100$  e no protocolo 2

um P = 0.100 (Tabela 1).

A comparação da frequência cardíaca entre os dois protocolos, distribuição não normal, foi obtida por meio do Wilcoxon W um valor de P de 0.936, evidenciando assim ausência de diferenças estatísticas significativas resultando em um P = 60.0 no protocolo controle e P = 63.0 no protocolo intervenção (Tabela 1).

**Tabela 2** – Análise referente às variáveis categóricas dos pacientes coronariopatas submetidos aos protocolos controle e intervenção comparados entre si. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2019.

Variáveis analisadas	Protocolo controle		Protocolo intervenção		Valor de p
	Sim	Não	Sim	Não	
Onda P de 2,5 mm*	28	13	29	12	0,564
Onda P ≤ a 110 ms †	23	18	24	17	0,705
Onda P negativa em V1	18	23	30	11	0,003
Desnívelamento PR > 0,5 mm‡	2	39	2	39	1,000
QRS padrão rSr' §	9	32	11	30	0,317
QRS Morfologia rS de V1 a V3	22	19	18	23	0,157
Elevação do ponto J e do ST	15	26	12	29	0,257
Depressão do ponto J e do segmento ST	3	38	6	35	0,180
Elevação ST ≥ 1,0 mm com o QRS/T	7	34	4	37	0,180
Elevação ST ≥ 5,0 mm com o QRS/T ¶	4	37	7	34	0,257
Onda T negativa	30	11	33	8	0,257
Onda U presente	10	31	10	31	1,000

\* Amplitude máxima de 2,5 mm

† Duração igual ou inferior a 110 m

‡ Desnívelamento de segmento PR maior que 0,5 mm

§ QRS padrão rSr' simulando atraso final de condução;

|| Elevação do segmento ST igual ou maior a 1,0 mm em concordância com o QRS/T;

¶ Elevação do segmento ST igual ou maior a 5,0 mm em discordância com o QRS/T.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a análise da onda P foram utilizadas as variáveis de amplitude máxima e de duração. Na análise da amplitude, a intenção foi avaliar a presença de Sobrecarga Atrial Direita (SAD), onde a onda P por definição apresenta-se apiculada com amplitude acima de 0,25 mV ou 2,5 mm, e, na derivação V1 apresenta-se, em caso de SAD, com porção inicial positiva > 0,15



mV ou 1,5 mm. Como se pôde observar na Tabela 2, não houve diferença estatística significativa na comparação entre os dois protocolos, havendo divergências somente na comparação entre 3 pares de ECGs, onde em uma variável estudada esteve presente apenas no protocolo controle e nos outros dois, somente no protocolo intervenção, com  $P = 0.564$  (Tabela 2).

Com prosseguimento na análise da onda P, foi avaliada se há diferença de sua duração quando dentro da normalidade, que por definição é  $\leq$  a 110 ms. (Pastore et al., 2016) Na comparação entre os dois protocolos não houve diferença estatística significativa, havendo discordância em sete pares de ECGs, onde quatro destes tiveram o achado da duração normal apenas no protocolo dois, nos outros três a duração apresentou-se normal no protocolo controle, com  $P = 0.705$  (tabela 2).

Já a variável da presença de onda P negativa em V1 é avaliada com o objetivo de estabelecer a presença de Sobrecarga Atrial Esquerda (SAE), que por definição é evidenciada pelo aumento de sua duração igual ou superior a 120 ms, associado ao aparecimento de entalhe (onda P mitrale) na derivação D2, com intervalo entre os componentes atriais direito e esquerdo de 40 ms e onda P com componente negativo aumentado (final lento e profundo) na derivação V1. (Pastore et al., 2016) Foi observada diferença estatística significativa na comparação entre os dois protocolos, houve discordância na comparação entre 16 pares de ECGs, com valor de  $P = 0,003$  (Tabela 2), onde a onda P negativa esteve presente em V1, em 14 pares, apenas no protocolo intervenção (técnica incorreta), técnica na qual os eletrodos V1 e V2 são aplicados no 2º espaço intercostal à direita e à esquerda, respectivamente.

Para fins de diagnóstico de infarto atrial avalia-se a presença de desnivelamento do segmento PR  $>$  que 0,5 mm. (Pastore et al., 2016) Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas na comparação entre os protocolos, sendo identificadas na comparação entre 4 pares de ECGs divergência na variável estudada, onde em dois estiveram presentes apenas no protocolo 1 e a outra metade somente no protocolo intervenção, com  $P = 1.000$  (tabela 2).

Os eletrodos V1 e V2 quando posicionados incorretamente acima do 2º espaço intercostal podem produzir padrão rSr', simulando atraso final de condução. (Pastore et al., 2016) Na análise pela busca desse possível achado houve discordância em quatro pares de ECGs, sendo que em três destes pares foi observado atraso final de condução apenas no protocolo intervenção, com  $P = 0.317$  (tabela 2).

A análise desta variável, que avalia presença de morfologia rS de V1 a V3, simulando SAE. (Pastore et al., 2016), demonstrou diferença na comparação entre os dois protocolos em oito pares de ECGs, sendo que em seis destes pares a alteração esteve presente apenas na aplicação do protocolo controle, embora esse achado não se configure, em termos estatísticos, em uma diferença significativa, com  $P = 0.157$  (tabela 2).

O estudo da repolarização ventricular foi realizado utilizando os critérios diagnósticos da presença de lesão subepicárdica, que consiste na elevação do ponto J e do segmento ST, com concavidade ou convexidade (mais específica) superior deste segmento em duas derivações contíguas que exploram a região envolvida, de pelo menos 1 mm no plano frontal e precordiais esquerdas. Para as derivações precordiais V1 a V3 o supradesnivelamento do segmento ST é considerado em mulheres  $\geq$  1,5 mm; em homens acima de 40 anos,  $\geq$  2,0 mm; e em homens abaixo de 40 anos  $\geq$  2,5 mm. (Pastore et al., 2016) Nesta análise o dado que se apresentou como mais expressivo, porém, sem relevância estatística, foi a divergência entre cinco pares de ECGs, que evidenciou a elevação do segmento ST apenas na aplicação do protocolo controle. Houve ainda discordância entre outros dois pares, com a alteração presente no protocolo intervenção, com  $P = 0.257$  (tabela 2).

A fim de detectar a lesão subendocárdica foi utilizada a variável de depressão do ponto J e do segmento ST, horizontal ou descendente,  $\geq$  0,5 mm em duas derivações contíguas que exploram as regiões envolvidas, aferindo 60 ms após o ponto J. (Pastore et al., 2016). Na análise desta variável foram encontradas divergências nos ECGs de cinco participantes, sendo que em quatro destes a depressão do ponto J e do segmento ST esteve presente apenas na aplicação do protocolo intervenção e em um par a aplicação foi encontrada somente no protocolo controle, com  $P = 0.180$  (Tabela 2).

O reconhecimento de diagnóstico de infarto do miocárdio é dificultado na presença de Bloqueio de Ramo Esquerdo



(BRE). O desnivelamento do segmento ST neste caso pode permitir sua identificação recente, de acordo com os critérios de Sgarbossa. (Pastore et al.,2016) O critério avaliado no presente estudo foi o da presença de elevação do segmento ST  $\geq 1,0$  mm em concordância com o QRS/T, onde foi encontrada elevação positiva nos ECGs de quatro participantes apenas na aplicação do protocolo controle, e em um participante no protocolo intervenção somente, não havendo desta forma diferença estatística significativa, com  $P = 0.180$  (tabela 2).

Avaliou-se ainda a presença do critério de elevação do segmento ST  $\geq 5,0$  mm em discordância com o QRS/T (Pastore et al.,2016), sendo essa alteração evidenciada em sete pares de ECGs, sendo que em cinco destes pares a alteração esteve presente apenas na aplicação do protocolo intervenção, os outros dois restantes, no protocolo controle, com  $P = 0.257$  (tabela 2).

Para análise de isquemia subepicárdica foi utilizada a variável que estudou a presença de onda T negativa (Pastore et al.,2016), resultando em discordância nos pares de ECGs de sete participantes, onde foi observada presença de onda T com tal característica no protocolo intervenção em cinco destes participantes e no protocolo controle, em dois, não tendo demonstrado diferença estatística significativa, com  $P = 0.257$  (tabela 2).

Avaliou-se a última e menor deflexão do ECG, a onda U, quanto à sua presença. Quando presente, ela é evidenciada logo após a onda T e antes da onda P do ciclo seguinte, de igual polaridade da onda T precedente e de amplitude entre 5 e 25% da mesma, na maioria das vezes. Geralmente visível somente em frequências cardíacas baixas, tem sua gênese atribuída a: repolarização tardia das fibras de Purkinje; repolarização demorada dos músculos papilares; potenciais residuais tardios do septo; acoplamento eletromecânico; atividade das células M; pós-potenciais de atividade gatilho (triggered activity). (Pastore et al.,2016) No resultado da análise houve discordância em seis pares de ECGs, seis participantes, onde em três pares a presença da onda U ocorreu na aplicação do protocolo controle e na outra metade somente no protocolo intervenção, não demonstrando com isso diferença estatística significativa, com  $P = 1.000$  (Tabela 2).

#### 4. Discussão

A maior parte das variáveis estudadas no presente estudo, quando feita a comparação entre os protocolos controle e intervenção, não mostrou diferença estatística significativa quando analisada a partir do roteiro do laudo objetivo.

Sobre o conhecimento da técnica de realização do ECG, Ribeiro (2020) apresentou como resultado de seu estudo, que avaliou o conhecimento dos profissionais da enfermagem acerca do exame, pois frequentemente são aqueles que o executam, que dos 35 participantes 29 (83%) afirmaram conhecer totalmente o posicionamento dos eletrodos em relação à anatomia, e os outros 6 (17%) responderam que conhecem parcialmente esse posicionamento, o que poderia gerar repercussão em sua análise.

Verificou-se em estudo europeu (Bond, 2012) que, quando a configuração incorreta dos eletrodos (v1 e v2) é aplicada, há uma chance de 17% a 24% de que a interpretação diagnóstica seja diferente.

A onda P invertida em V1 foi a exceção do presente estudo, demonstrando diferença estatística significativa na comparação entre 14 pares de eletrocardiogramas, um total de 14 participantes, com obtenção de resultado positivo apenas na aplicação do protocolo 2 ( $P = 0,003$ ).

Corroborando com o resultado da presente pesquisa, um estudo realizado na Espanha (García-Niebla, 2009) comparou os padrões existentes da onda P derivados das posições de V1 e V2, correta e incorreta (V1 e V2 em 2º ou 3º espaço intercostal). Nele, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em 3 de 5 padrões de ECG: (Mirvis,2015) a presença de um componente negativo da onda P em V2 ( $P < 0,001$ ), (Santos, 2017) onda P negativa em V1 ( $P < 0,001$ ) e (Jekova, 2016) rSr' precedido pela onda P negativa ( $P < 0,001$ ). Esses achados foram altamente indicativos de posicionamento alto de V1 e V2.

Num estudo nacional (Koehler, 1993) realizado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, foram encontradas modificações

na onda P em 84% dos casos, sobretudo negatização ou acentuação da negatividade em sua fase final, quando V1 e V2 estiveram dispostos em 2º ou 3º espaço intercostal.

A onda P invertida na derivação V1 pode levar à conclusão de SAE, pois a fase negativa de pelo menos 0,04 mm/s, ou  $\geq$  a 1 mm<sup>2</sup> constitui o índice de Morris, que apresenta melhor sensibilidade ao diagnóstico que sua duração isolada. (Pastore et al., 2016) Portanto, esses 14 participantes que entraram no critério de SAE de maneira inadequada, poderiam ter associações errôneas com diagnósticos de patologias como: valvopatia mitral (estenose ou insuficiência), miocardiopatias (restritiva, hipertrófica, dilatada). (Santos, 2017)

Segundo Pastore et al. (2016), os eletrodos V1 e V2 posicionados incorretamente acima do segundo espaço intercostal podem produzir padrão rSr' simulando atraso final de condução, ou morfologia rS de V1 a V3. No presente estudo a análise do padrão rSr' simulando atraso final de condução e morfologia rS de V1 a V3, na comparação entre os protocolos controle e intervenção, não demonstrou diferença estatística significativa. Entretanto, na presente pesquisa o posicionamento incorreto dos eletrodos é exatamente no 2º espaço intercostal, diferente do exposto por Pastore et al. (2016), que neste contexto cita V1 e V2 acima deste espaço como pré-requisito para produção dos achados mencionados.

Com relação ao segmento ST, em um estudo realizado no Reino Unido (Bond, 2012), 62 % dos pacientes tiveram diagnóstico de seu supradesnívelamento perdido devido à colocação incorreta do eletrodo. A despeito de no presente estudo esta variável não ter tido diferença estatística significativa, o mesmo achado foi observado (elevação do ponto J e segmento ST) na comparação entre cinco pares de ECGs, cinco participantes (12%), somente no protocolo 1 (técnica correta). Em contrapartida, foi observada divergência na comparação entre outros dois pares (5%), com a alteração estando presente somente no protocolo intervenção.

Uma possível explicação para os achados já descritos na comparação entre ECGs com a técnica correta já estabelecida e a técnica com os eletrodos das derivações V1 e V2 dispostos em espaços intercostais acima do quarto espaço é que, quando posicionados corretamente, estes eletrodos são colocados ao lado uns dos outros em quarto espaço, ficando em estreita proximidade com o coração, resultando em morfologias mais apuradas. Contudo, quando esses eletrodos são colocados superiormente, ou seja, mais afastados do coração, a propagação elétrica do miocárdio funciona mais como um dipolo, o que explica essas diferenças. (Bond, 2012)

Sabendo disto, melhores algoritmos computadorizados podem ser criados para detectar mal posicionamento e erros, estabelecendo assim um limite de superfície corporal com potencial para ser usado como critério para detectar deslocamento superior dos eletrodos V1 e V2. Isso é importante, pois as técnicas computadorizadas atualmente usadas para detectar problemas dos eletrodos V1 e V2 são capazes apenas de detectar se estão bem aderidos a pele. (Bond, 2012)

O estudo de Rajaganeshan et al. (2008), que teve um total de 120 indivíduos recrutados, avaliou a colocação dos eletrodos precordiais do ECG por técnicos em cardiologia, enfermeiros, médicos gerais e cardiologistas envolvidos no atendimento de emergência de pacientes admitidos com suspeita de doenças cardíacas, demonstrou grandes variações interindividuais e intergrupos na colocação dos eletrodos. Notavelmente, V1 e V2 foram frequentemente posicionados incorretamente no segundo espaço intercostal, especialmente por médicos. A posição correta de V1 no quarto espaço intercostal direito foi identificada por 90% dos técnicos em cardiologia, 49% dos enfermeiros, 31% dos médicos (excluindo os cardiologistas) e - o mais decepcionante de todos - apenas 16% dos cardiologistas ( $p < 0,001$  para diferenças entre grupos). V5 e V6 também estavam frequentemente mal posicionados, muito altos na parede lateral do tórax. O resultado dessa pesquisa evidencia o quanto profissionais que com frequência realizam o ECG podem estar colaborando com os diagnósticos equivocados descritos anteriormente, indicando assim uma necessidade imperiosa de qualificação e/ou da criação de barreiras para mitigar tais erros.

As variáveis estudadas onde não foram encontradas diferenças estatísticas significativas na comparação entre os dois

protocolos e não puderam ser comparadas com outros estudos pela inexistência de dados, como as variáveis numéricas de duração do QRS (P protocolo 1 = 0,100 [0,100 – 0,120] e P protocolo 2 = 0,100 [0,100 – 0,110]) e de frequência cardíaca (P protocolo 1 = 60,0 [56,0 – 72,0] e P protocolo 2 = 63,0 [54,0 – 71,0]), bem como as variáveis categóricas de onda P com amplitude máxima de 2,5 mm (P = 0.564), onda P com duração  $\leq$  a 110 ms (P = 0.705), desnivelamento do segmento ST > que 0,5 mm (P = 1.000), depressão do ponto J e do segmento ST (P = 0.180), elevação do segmento ST  $\geq$  a 1,0 mm em concordância com o QRS/T (P = 0.180), elevação do segmento ST  $\geq$  a 5,0 mm em discordância com o QRS/T (P = 0.257), onda T negativa (P = 0.257), presença de onda U (P = 1.000), apresentaram discordâncias entre alguns pares, necessitando decerto de novos estudos com amostras mais robustas ou com diferentes metodologias para melhor compreensão de tais achados, pois até o momento não há na literatura outras pesquisas que os tenham avaliado.

O ECG de 12 derivações é comumente gravado usando uma configuração incorreta do eletrodo por desconhecimento de profissionais que o realizam. Isso pode se dever ao fato de alguns profissionais confundirem marcos anatômicos de outros procedimentos médicos, como, por exemplo, os focos de ausculta cardíaca. Quando essa configuração incorreta do eletrodo é usada, a morfologia do sinal das derivações V1 e V2 são afetadas, principalmente alterações de onda P em V1 e V2, como já estabelecido em alguns estudos. (Koehler, 1993; García-Niebla, 2009) Pacientes com doenças das valvas atrioventriculares por vezes evoluem com alteração atrial e a sua identificação por meio da análise da onda P pode ser prejudicada devido ao inadequado posicionamento do eletrodo, por exemplo.

As limitações do estudo referem-se à sua realização em apenas uma única unidade de assistência à saúde e a questão relacionada às variáveis estudadas e que não apresentaram diferenças estatísticas significativas na comparação entre os dois protocolos.

Pontua-se como contribuição para a Enfermagem dois aspectos importantes: primeiro, ao verificarmos que, em muitas instituições, este registro eletrocardiográfico é realizado pelo técnico de enfermagem, há de se garantir a sua acurácia por meio do adequado posicionamento dos eletrodos. Já aos enfermeiros, é de suma importância a proficiência na identificação de arritmias e outras anormalidades na condução elétrica e, conseqüentemente na atividade mecânica cardíaca e possível interferência no volume sistólico gerado e no débito cardíaco, sendo fundamental para a definição de Diagnósticos de Enfermagem prioritários.

## 5. Conclusão

Pôde-se concluir que a configuração incorreta especificada dos eletrodos afeta mais o posicionamento do eletrodo V1.

O posicionamento incorreto dos eletrodos tem potencial de resultar em triagem atrasada para estratégias precoces de intervenção, podendo resultar em aumento de morbidade nesses pacientes para os quais o eletrocardiograma se configura como exame inicial essencial para seguimento das condutas médicas.

Como citado também, a aplicação inadequada dos eletrodos pode sugerir problemas e anormalidades não condizentes com a real situação do paciente, podendo induzir a equipe a tratar complicações que não existem.

Como sugestão, num esforço para reduzir possíveis diagnósticos e condutas errôneas, uma melhor contribuição para a saúde, no cuidado, seria o desenvolvimento de critérios adicionais e/ ou soluções computadorizadas para reconhecer e detectar erros de localização de eletrodos, bem como a capacitação profissional ser condição sine qua non para o uso do eletrocardiografo e realização do exame de eletrocardiografia.

## Referências

Azaredo, A. F. (2017). Ensaios clínicos randomizados e as fases da pesquisa clínica. *HTAnalyze Consultoria e Treinamento*. <https://www.htanalyze.com/blog/ensaios-clinicos-randomizados-e-as-fases-da-pesquisa-clinica/>

- Bond, R. R., et al. (2012). The effects of electrode misplacement on clinicians' interpretation of the standard 12-lead electrocardiogram. *Eur J Intern Med.* 23(7), 610-615.
- BRASIL. (2014). Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução da Diretoria Colegiada, RDC no 51, de 29 de setembro de 2014.* Brasília, DF.
- Burch, G.E., de Pasqual NP. (1964). A history of electrocardiography. *Chicago: Yearbook Medical Publishers Inc.*13-129.
- García-Niebla, J. (2009). Comparison of p-wave patterns derived from correct and incorrect placement of V1-V2 electrodes. *J Cardiovasc Nurs,* 24(2), 156-61.
- Hallake, J. (2012). *Eletrocardiografia.* (4ª ed.) Rubio, 43.
- Jekova, I., et al. (2016). Inter-lead correlation analysis for automated detection of cable reversals in 12/16-lead ECG. *Computer Methods and Programs in Biomedicine.*134, 31-41.
- Köche, J. C. (2011). *Teoria da ciência e iniciação à pesquisa.* Edição Digital. [http://www.adm.ufrpe.br/sites/ww4.deinfo.ufrpe.br/files/Fundamentos\\_de\\_Metodologia\\_Científica.pdf](http://www.adm.ufrpe.br/sites/ww4.deinfo.ufrpe.br/files/Fundamentos_de_Metodologia_Científica.pdf)
- Koehler, N. R. (1993) Alterações do eletrocardiograma em V1 por malposição do eletrodo precordial. *Arquivo Brasileiro Cardiologia.* 61, 99-101. <http://publicacoes.cardiol.br/portal/portal-publicacoes/Pdfs/ABC/1993/V61N2/61020007.pdf>
- Lama, A. (2004). Einthoven: El hombre y su invento. *Rev Méd.*132, 260-264
- Lehmann, M. H., et al. (2012). Proposed bedside maneuver to facilitate accurate anatomic orientation for correct positioning of ECG precordial leads V1 and V2: a pilot study. *The Journal of Emergency Medicine.* 43(4), 584-92.
- Lopes, M. A. C. Q., et al. (2020). Pintando a História da Cardiologia do Brasil. *Arquivo Brasileiro Cardiologia.* 115(6), 1047-50.
- Mehta, N. J., et al. (2002). Cardiology's 10 greatest discoveries of the 20th century. *Tex Heart Inst J.* 29(3), 164-71.
- Mirvis, D. M., et al. (2015). Electrocardiography. In: *Braunwald E. Braunwald's Heart Disease: a textbook of cardiovascular medicine.* 10.ed 114-154.
- Pastore, C. A., et al (2016). III diretriz da sociedade brasileira de cardiologia sobre análise e emissão de laudos eletrocardiográficos. *Arquivo Brasileiro Cardiologia,* 106 (4Supl. I), 1-23.
- Pereira, M. L. O. R., et al. (2020). Aplicação da metodologia Wavelet Shrinkage para redução de sinais ruidosos em Eletrocardiograma. *Brazilian Journal of Development.* 6(6), 35395-35402.
- Piccolino, M. (1998). Animal electricity and the birth of electrophysiology: the legacy of Luigi Galvani. *Brain Research Bulletin,* 46(5), 381-407.
- Piccolino, M. (2006). Luigi Galvani's path to animal electricity. *C R Biol,* 329(5-6), 303-18.
- Rajaganesan, R., et al. (2008). R. Accuracy in ECG lead placement among technicians, nurses, general physicians and cardiologists. *Int J Clin Pract,*62(1),65-70.
- Ribeiro, D. G., & Barros, F. F. (2020) Conhecimento da equipe de enfermagem de setores críticos na realização e interpretação de eletrocardiograma. *Rev Espaço para a Saúde,* 21(1), 47-58.
- Santos, E. C. L., et al. (2017). *Manual de eletrocardiografia. Cardiopapers.* (1ª ed.) Atheneu.
- Thaler, M. S. (2013). *ECG Essencial Eletrocardiograma na prática diária.* (7a. ed.) Artmed.
- Thygesen, K., et al. (2012). Third universal definition of Myocardial Infarction. *European Heart Journal,* 33, 2551–2567.
- Vasconcelos, B. C. E. (2016). O cegamento na pesquisa científica. *Rev. cir. traumatol. buco-maxilo-fac,* 16(1), 5-5.
- Waller, A. D. (1887). A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat. *The Physiological Society,* 8(5), 229-34.
- Walsh, B. (2018). Misplacing V1 and V2 can have clinical consequences. *American Journal of Emergency Medicine.* 36(5), 865-870.