



Interpretação do Eletrocardiograma: Revisão de Literatura

Luana de Oliveira Jacome Costa, Jalila de Arêdes Espindola, Victória de Cássia Ribeiro Corbelli, Leticia Grossi Baião, Lauren Felipe Monteiro, Thalyssa dos Santos Mendes, Jade Novaes Rocha, Mariana Moreira Drumond, Ana Victoria Santos Costa, Gabriella Simões Coelho, José Augusto Silva da Fonseca, Luciana Toffoli Lemos Luz.

REVISÃO DE LITERATURA

Resumo

O primeiro eletrocardiograma humano foi registrado em 1887 e o eletrocardiógrafo foi inventado em 1902. Este é um elemento para avaliar doenças cardíacas porque mostra como a eletricidade do coração flui pela superfície do corpo. É seguro e barato. Estudantes de medicina e médicos têm dificuldade em entender os eletrocardiogramas, então novos softwares e tecnologias digitais ajudam. Essas ferramentas digitais melhoram o conhecimento, a compreensão e o aprendizado na educação médica. O objetivo desta revisão sistemática de literatura é avaliar o ensino de interpretação de eletrocardiogramas na área médica e determinar qual método é mais adequado para ensinar: tradicional, com aulas presenciais, digitais, usando plataformas digitais ou a combinação de ambas. Após os critérios de exclusão, foram avaliados doze trabalhos científicos que abordam o tempo de educação médica na interpretação de eletrocardiogramas, utilizando os termos eletrocardiograma, ensino ou aprendizagem, software computador ou baseado em web e seus conteúdos em inglês. Após a revisão, pode-se concluir que o uso de plataformas digitais melhorou a interpretação de eletrocardiogramas devido à disponibilidade em horários e locais mais flexíveis, bem como à repetição conforme necessário. Mas os alunos não gostam dessa abordagem porque não há horários definidos, os alunos precisam de disciplina e não há interatividade em grupo. Isso mostra que esse tipo de ensino deve ser usado como um complemento ao ensino tradicional.

Palavras-chave: Eletrocardiograma, Interpretação, Análise.

Interpretation of the Electrocardiogram: Literature review

Summary

The first human electrocardiogram was recorded in 1887 and the electrocardiograph was invented in 1902. This is a tool for evaluating heart disease because it shows how electricity from the heart flows across the surface of the body. It's safe and cheap. Medical students and doctors have difficulty understanding electrocardiograms, so new software and digital technologies help. These digital tools improve knowledge, understanding and learning in medical education. The objective of this systematic literature review is to evaluate the teaching of electrocardiogram interpretation in the medical field and determine which method is most suitable for teaching: traditional, with face-to-face classes, digital, using digital platforms or a combination of both. After the exclusion criteria, twelve scientific works were evaluated that address the period of medical education in the interpretation of electrocardiograms, using the terms electrocardiogram, teaching or learning, computer or web-based software and their content in English. After the review, it can be concluded that the use of digital platforms has improved the interpretation of electrocardiograms due to availability at more flexible times and locations, as well as repetition as necessary. But students don't like this approach because there are no set schedules, students need discipline and there is no group interactivity. This shows that this type of teaching should be used as a complement to traditional teaching.

Keywords: Electrocardiogram, Interpretation, Analysis.

Dados da publicação: Artigo recebido em 28 de Maio e publicado em 18 de Julho de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n7p1707-1718>

Autor correspondente: *Luana de Oliveira Jacome Costa*



• **Introdução**

Em 1887, o fisiologista Augustus D. Walker registrou o primeiro eletrocardiograma humano, conectando eletrodos no tórax, anterior e posteriormente e, em 1902 inventado o eletrocardiógrafo pelo fisiologista holandês Willem Einthoven (Giffoni e Torres, 2010). O eletrocardiograma representa a atividade elétrica cardíaca percebida de forma não invasiva pela superfície do corpo e é componente integral da avaliação inicial de doenças cardíacas (Sattar e Chhabra, 2021). É um exame de baixos custo e risco usado para identificar arritmias, isquemia cardíaca, distúrbios hidroeletrólíticos e complicações cardíacas de doenças pulmonares (Pastore et al, 2016).

O ensino de eletrocardiograma para estudantes segue paradigmas de interpretação que seguem uma linha tradicional de aprendizado através de leitura e aulas tradicionais (Pontes et al, 2018). É, nas universidades, ensinada por especialistas para turmas com grande número de estudantes (Cantilon, 2003).

O eletrocardiograma é uma importante ferramenta e tem interpretação precária por estudantes de medicina e médicos, por isso uso de novas tecnologias digitais tem como objetivo facilitar o processo de adquirir conhecimento (Fent et al, 2015). Assim, diversos softwares com foco no ensino sobre eletrocardiograma são criados para computadores, além de outros dispositivos, como tablets e smartphones (Marçal et al, 2005).

Educação médica com assistência de plataformas digitais permite aos aprendizes aprimorar seu conhecimento, entendimento e aprendizado (Henry, 1990). Proporciona, aos usuários, maior controle sobre a matéria em si, escolha do espaço de aprendizado, domínio do tempo em que será realizado e eficiência ao realizar uma tarefa (Clayden e Wilson, 1988). Os programas podem auxiliar e reduzir o tempo usado para maximizar determinada matéria (Piemme, 1988).

O objetivo dessa revisão sistemática é avaliar, na literatura atual, o ensino da interpretação em eletrocardiograma na área médica e identificar a melhor forma de ensino: tradicional, por meio de aulas presenciais, digital utilizando plataformas tecnológicas ou a com combinação de ambas metodologias.

• **Metodologia**

Essa revisão sistemática baseia-se de acordo na sistemática ao Preferred Reporting Items for Systematic Review (PRISMA), seguindo etapas propostas por

Pereira e Galvão (2004): 1. Elaboração da pergunta de pesquisa; 2. Busca na literatura; 3. Seleção dos artigos; 4. Extração dos dados; 5. Avaliação da qualidade metodológica e 6. Síntese dos dados.

Esta sintetiza a literatura em ensino da interpretação do eletrocardiograma em medicina. No período entre 1 de Março de 2021 a 13 de Agosto de 2021, foram analisados artigos por meio das plataformas: Pubmed, Medline, Cochrane, Science Direct e Scielo, com último acesso sendo realizado em 13 de Agosto de 2021. Para a busca dos mesmos, foram-se usados termos como: eletrocardiograma, ensino ou aprendizagem, computador ou baseado em web ou software e seus correlatos em inglês.

Com esses termos foram encontrados 81 artigos e estes foram selecionados conforme os critérios de inclusão e exclusão do protocolo. Os primeiros foram incluídos com base na presença de conteúdo sobre ensino ou aprendizagem na interpretação do eletrocardiograma em torno do ensino tradicional ou utilizando plataformas digitais ou até mesmo com ambas formas de ensino. Foram excluídos aqueles artigos que não citavam sobre ensino de eletrocardiograma e aqueles que não incluíram ensino avaliando o uso de tecnologias digitais. Não foram excluídos artigos baseados em sua linguagem ou data de publicação. No final, 12 artigos sobraram para análise da revisão e suas principais características são detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Estudos, ano de publicação, objetivo e achados principais

Estudo	Ano	Objetivo	Achados
Davies et al	2016	Comparar a eficácia do programa aprendizado eletrônico com grupos tutoriais na fase pré-clínica do currículo médico.	O grupo baseado em tutorias demonstrou melhor performance que o grupo aprendizado eletrônico na avaliação final. (84% x 74,5%)
Bojsen et al	2015	Explorar (1) o efeito de um tutorial de ECG “web- based” nas habilidades de interpretação de ECG em estudantes de medicina e (2) a retenção de habilidades no curto, médio e longo acompanhamento.	Houve melhora significativa do pré-teste para pós- teste, mas com redução entre o pós-teste e o teste de retenção.
Keis et al	2017	Usado o fato que ensino ECG ofertado de dois formatos diferentes para examinar as seguintes questões: (1) Quais razões porque estudantes escolhem método frente a frente ou online se conteúdo de ambos é idêntico e (2) Que conclusões são tiradas dessas preferências para criar formatos de ensino eletrônico que melhor atenda às necessidades do estudante.	Aulas tradicionais promoveram mais motivação e eficácia, sugeriram que o online tivesse feedback pessoal. Preferiram métodos tradicionais com maior interação com quem ensina e os demais estudantes, encaixaram a interação como fator chave para o sucesso do aprendizado. Por isso, forma híbrida de ensino é o recomendado.
Viljoen et al	2020	Comparar a efetividade da combinação de aulas tradicionais (frente a frente) e ensino eletrônico com ensinamento convencional de ECG (frente a frente isolada) na aquisição e retenção de competências em	Ambas coortes aprimoraram competência após 6 semanas (maior valor visto no grupo combinado). Após 6 meses o grupo ensino tradicional teve queda significativa para números próximos ao pré-teste, ao

		ECG de estudantes de medicina.	passo que, o grupo combinado, apesar da queda, manteve retenção de quase duas vezes mais o valor pré-teste.
Fent et al	2016	Hipotetizou que estudantes de medicina usando o “Epicardio Simulation” demonstrariam melhor habilidade de interpretação de ECG imediatamente após e 3 meses após o uso do programa comparados aqueles que receberam ensinamentos tradicionais	Média de escores foram maiores no grupo tradicional que no grupo com uso do simulador (7.07 x 6.62). Não houve diferença no relato próprio de confiança na interpretação do ECG entre os dois grupos. Após 3 meses não houve diferença significativa entre as médias dos grupos (5.79 x 5.3).

Fincher et al	1986	Relatar os resultados de um ensaio educacional para avaliar se o aprendizado com assistência do computador é mais efetivo que seminários semanais para ensinar eletrocardiografia fundamental	Avaliado em pré e pós teste com aumento da nota escolar naqueles do grupo com ensino baseado no computador
Barthelemy et al	2015	O alvo do estudo é avaliar a acurácia na interpretação de eletrocardiogramas clinicamente significantes e comparar duas estratégias de ensino baseado em aulas e baseado em ensino eletrônico	Globalmente, houve melhora na média pós teste em ambos os grupos
Montassier et al	2016	Comparar a eficiência dos cursos baseado em aulas e baseado em aprendizado eletrônico para aprimorar habilidades de interpretação em eletrocardiograma	Comparando os grupos pós-teste o grupo em aprendizado eletrônico foi não inferior ao baseado em aulas
Kopec et al	2018	Comparar a eficiência de duas estratégias de aprendizado eletrônico no desenvolvimento de habilidades de interpretação em eletrocardiograma em estudantes de medicina (colaborativa e autoaprendizado)	Estudantes do grupo colaborativo foram capazes de diagnosticar anormalidades mais frequentemente que aqueles no grupo do autoaprendizado
Akbarzadeh et al	2012	Avaliar a eficácia da educação baseada em ensino eletrônico para o eletrocardiograma normal	Educação baseada em ensino eletrônico pode ser tão eficiente quanto ensino baseado em aulas
Nilsson et al	2008	Avaliar programa de interpretação de eletrocardiograma para estudantes de medicina e avaliar o impacto e efetividade comparando o aprendizado no grupo intervenção e no grupo controle	O grupo intervenção no pós teste obteve pontuação média superior aos controles (9,7 x 8,1)

Fonte: Autores (2021).

• Resultados e Discussão

Fincher et al comparou dois grupos de estudantes de medicina, o primeiro com seminários semanais durante 1 hora e o segundo com uso de software de computador e ambos apresentavam o mesmo tema de conceitos básicos em eletrocardiograma. Foi realizado pré teste e pós teste variando de 0 a 10, a média pré teste foi 0.48 e 0.85 respectivamente, pós teste foi 4.91 e 6.58 respectivamente, com média de aumento de 4.36 e 5.69 respectivamente.

Já Akbarzadeh et al avaliou em dois grupos ambos com estudantes de medicina com e sem experiência prévia em eletrocardiograma os conhecimentos pré teste e pós teste acerca do ECG normal, o primeiro consistia no uso de software com assuntos e imagens para ensinar ECG normal e o segundo consistia no ensino por

aulas tradicionais em abordagem tanto quantitativa quanto qualitativa. Na abordagem quantitativa a porcentagem de acertos no pós teste não diferiu entre os grupos (72% e 71% respectivamente). Na abordagem qualitativa, considerando os estudando sem e com experiência prévia 87% e 73% respectivamente acharam o software interessante, considerando os que queriam aprender as porções do ECG pelo software 80% 93% respectivamente e considerando satisfação pelo uso do software 80% e 60% respectivamente.

Para Montassier et al comparar a efetividade e a não inferioridade do ensino baseado em mídias digitais (não tinham contato com nenhum tutor e não havia vídeos de tutores com aulas) com ensino em aulas tradicionais para aprimorar habilidades em interpretar ECG em estudantes de medicina. Ambos os grupos foram submetidos a teste antes e 2 semanas após o término de 6 semanas do ensino, o teste compreendeu avaliação em múltipla escolha acerca de 10 eletrocardiogramas. Na avaliação pré teste ambos os grupos tiveram uma média de 9 pontos ($p = 0.9$). Na avaliação pós teste o grupo mídias digitais foi não inferior ao grupo aulas tradicionais com pontuação 14.2 vs 15.1 ($p < 0.0001$).

O ganho na habilidade de interpretação do eletrocardiograma em estudantes de medicina, comparando dois grupos, por Nilsson et al, o primeiro com intervenção assistido por software de computador com temas de princípios básicos em ECG, ECG patológicos e casos clínicos com eletrocardiograma por meio de textos, animações e imagens comparado ao ensino tradicional com aulas. Realizados pós testes (pontuação máxima 16) após período de 5 meses do estudo. O grupo intervenção obteve pontuação superior aos controles (9,7 vs 8,1). Além disso, os pertencentes ao grupo intervenção foram questionados sobre apreensão do software em escala de 1 (ruim) a 5 (muito bom), classificando a utilidade em 4,1 e a qualidade do programa 3,9.

Realizado um ensaio clínico randomizado por Davies et al com estudantes de medicina comparando em um grupo o uso de ferramenta digital de computador com ilustrações de princípios básicos de interpretação do eletrocardiograma comparado a outro grupo com ensino por meio de aulas tradicionais presenciais com apresentação no “Power Point” em duas sessões consecutivas de 30 minutos acerca dos princípios básicos do ECG. Os estudantes foram avaliados tanto no ganha de confiança (avaliado de 0 a 10) ao interpretar ECG quanto pós teste de conhecimentos. No pós teste o grupo tradicional obteve melhor atuação (84% x 74,5%). Para ganho de

confiança ao interpretar o ECG a pontuação de ambos os grupos foram inicialmente 3/10 e após o ensino 7/10 e 8/10 (tradicional e ferramenta digital respectivamente).

Ainda para Davies et al o método tradicional levava a maior aquisição de conhecimento, mas que ambos aprimoravam a confiança do estudante na interpretação do ECG. A vantagem da ferramenta digital se daria no contexto de mais fácil disponibilização, revisão e atualização do material, além de poder ser acessado a qualquer momento. Dessa forma, é um método usado para complementar, e não substituir outras formas de ensino.

Bojsen et al avaliou o conhecimento pré teste e imediatamente pós teste, além disso, avaliação com teste de retenção em três grupos, curto prazo (2 a 4 semanas), médio prazo (10 a 12 semanas) e longo prazo (18 a 20 semanas) todos os testes com pontuação máxima de 100 pontos. Foi aplicado em estudantes de medicina com e sem conhecimentos prévios em cardiologia após realizar tutorial em um software com conhecimentos sobre eletrocardiograma e seus componentes, ritmo sinusal, causas de arritmias, bloqueios cardíacos, bloqueios de ramo, padrões de hipertrofia, eixo cardíaco, baixa voltagem e isquemia. Os estudantes com conhecimento prévio apresentaram médias maiores em todos os três testes. A média entre pré teste e pós teste foi de 52,7 e 68,4 respectivamente, porém com queda entre pós teste e testes de retenção para 59,9. Dessa forma, Bojsen et al evidenciou que houve queda no conhecimento de interpretação em ECG após semanas de ser realizado o tutorial, mas ainda em níveis maiores comparados ao pré teste e não houve diferença significativa na média do teste de retenção com o prazo que foi realizado (60.2, 60.8, 58.6 respectivamente). Assim, o software foi efetivo para o ensino do ECG em estudantes com níveis diferentes de conhecimento prévio e, apesar de declínio da retenção do aprendizado era ainda superior à antes do ensino. Provou que os softwares podem ser usados de forma isolada para ensino do ECG, mas não esclarece de que forma isto seria introduzido no currículo médico ou usado de forma para reforçar sob demanda o conhecimento seguido de intervenções baseadas em aulas tradicionais.

Keis et al analisou de forma qualitativa a opinião de estudantes de medicina sobre o ensino tradicional em aulas e o ensino por meio de curso digital para interpretação do ECG com exercícios de treinamento, sendo a próxima sessão liberada após conclusão da anterior. As principais desvantagens do método digital foi necessidade de maior iniciativa e disciplina própria, além da falta de interação. A principal vantagem se deu por poder realizar o método com tempo flexível quando

desejado e quantas vezes fosse necessário, porém, o espaço e tempo fixos do modelo tradicional estimularia o estudante a participar e estudar o assunto. Os principais motivos que fizeram os estudantes a abandonarem o modelo digital foi a falta de motivação e pressão extrínseca, necessitando de mais iniciativa e disciplina por parte do estudante. Dessa forma, especificar um tempo limite no modelo digital e integrar ao ensino radical seria o recomendado.

Viljoen *et al* avaliou o ensino da interpretação em estudantes de medicina com conhecimentos prévios em ECG comparando dois grupos, o primeiro com modelo tradicional em aulas e o segundo com modelo combinado de aulas tradicionais associado a uso de software online de livre acesso para facilitar análise do ECG com feedback e analisado avaliação tanto quantitativa quanto qualitativa. O quantitativo se deu por aplicação do pré teste e pós teste após 6 semanas e 6 meses de ensino, o primeiro grupo (tradicional) teve aumento em 1.6 vezes (31.2 para 50.3) e o segundo grupo (combinado) aumento de 2.4 vezes (31 para 75.3) na média dos testes, aos 6 meses houve queda comparado com 6 semanas, mas, comparado ao início retenção superior de conhecimento para a estratégia combinada (37.6 e 57.7 respectivamente). Na análise qualitativa a vantagem seria permitir a prática e revisão da análise e interpretação do ECG, além de poder realizar de forma remota quando e onde fosse conveniente, a desvantagem seria relacionada ao próprio software já que não explicava após resultado correto ou incorreto, apresentava número limitado de exemplos de cada condição e presença de erros nas páginas digitais. Dessa forma, estratégia combinada resultou em melhor aquisição de competências na análise do ECG que a estratégias de aulas tradicionais isoladamente.

Fent *et al* submeteu estudantes de medicina e médicos recém-formados a, em um grupo, aulas tradicionais e, no segundo grupo, software de computador com interpretação de ECG e animações interativas em 3D e avaliou, de forma quantitativa e qualitativa, a atuação em interpretar ECG imediatamente após e 3 meses após a aula por meio de questionário. Na abordagem qualitativa não houve diferença quanto a ganho de confiança na interpretação do ECG quando comparado as duas estratégias, as principais vantagens eram que poderiam aprender no seu próprio ritmo, as animações ajudaram no aprendizado e a aparência era boa, as principais críticas foram que gostariam de ser possível realizar perguntas e que se tivessem mais áudios e vídeos em vez de explicações em texto aprimoraria melhor o software. Na abordagem quantitativa, as médias do grupo baseado em aulas foi superior ao baseado no

software, embora não estatisticamente significativa (7.07 vs 6.62, $p = 0.12$), envolvendo apenas os estudantes de medicina o grupo em aulas também foi superior ao grupo do software, mas também não estatisticamente significativa (6.67 vs 6.28, $p = 0.28$).

Kopéc *et al* comparou a efetividade entre dois métodos diferentes de ensino com aprendizado eletrônico e dividiu entre dois grupos estudantes de medicina, o primeiro colaborativo com grupo de 6 estudantes que respondiam às perguntas individualmente e após 24 horas em plataforma da internet discutiam em grupo sobre o assunto para uma resposta final e o segundo grupo individual com material educativo e respondiam aos testes isoladamente. Encontrou que o grupo colaborativo em que houve discussão em grupo apresentou média final superior aos que responderam isoladamente (6,4 e 5,6 respectivamente, $p = 0.04$).

Avaliando residentes no departamento de emergência Barthelemy *et al* comparou a acurácia do ensino na interpretação de ECG clinicamente significativos baseado em aulas tradicionais (dois tutores com duas apresentações de 180 minutos cada) com o ensino baseado em aprendizado eletrônico (uso de plataforma digital demonstrando princípios básicos de ECG e alterações) e avaliados em pós teste após 4 meses do término do curso composto de 10 questões e requerendo interpretação do ECG. Na avaliação pré teste a acurácia entre grupos foi de 37,5% e 42,1% respectivamente e, pós teste de 51% e 59,5% respectivamente ($p = 0.14$). As condições com melhora significativa foram flutter atrial ($p = 0.044$), bloqueios de ramos ($p = 0.007$) e infarto do miocárdio ($p = 0.005$) e que não obteve aprimoramento foi detecção de eletrodos periféricos mal posicionados ($p = 0.5$).

• **Conclusão**

Considerando os estudos analisados, o uso softwares de computadores e de outros dispositivos eletrônicos tiveram crescimento cada vez maior nas últimas décadas e tiveram potencial para prover aprimoramento nas habilidades de interpretação do eletrocardiograma, uma vez que esse permite disponibilidade em horários e locais mais flexíveis, repetição dos assuntos o quanto for necessário e atualização do conteúdo periodicamente. Contudo, a não definição de um horário específico para ensino, a necessidade de disciplina por parte isolada do aprendiz, a ausência de interatividade em grupo são fatores que distanciam, de certa forma, os estudantes desse método, mostrando que, esse ensino não deve ser usado de forma

isolada, mas sim, de forma a complementar o método tradicional de ensino baseado em aulas. Dessa forma, com as ressalvas aqui citadas, estudos futuros com o desenvolvimento de novos aplicativos e softwares digitais com maior adesão, controle, aplicabilidade e interação sejam realizados, visando comparação entre as três estratégias de ensino (tradicional, digital e mista) para que possam trazer evidências científicas confiáveis para implantação efetiva destas ferramentas de ensino.

Referências

Akbarzadeh, F., Kazemi, B., Alizadeh, A., & Akbarzadeh, A. (2012). The Efficacy of Web-Based Multimedia Education of Normal Electrocardiogram in Junior and Senior Medical Students. *Research and Development in Medical Education*. 1. 10.5681/rdme.2012.016.

Barthelemy, F. X., Segard, J., Fradin, P., Hourdin, N., Batard, E., Pottier, P., Potel, G., & Montassier, E. (2017). ECG interpretation in Emergency Department residents: an update and e-learning as a resource to improve skills. *Eur J Emerg Med*.

Bojsen, S., Räder, S. Holst, A., Kayser, L., Ringsted, C., Svendsen, J., & Konge, L. (2015). The acquisition and retention of ECG interpretation skills after a standardized web-based ECG tutorial—a randomised study. *BMC medical education*.

Cantillon, P. (2003). ABC of learning and teaching in medicine: Teaching large groups. *BMJ*;7386(326):437-437.

Clayden, G. S., & Wilson. B. (1988). Computer-assisted learning in medical education. *Med Educ*.

Davies, A., Macleod, R., Bennett-Britton, I., McElnay, P., Bakhbaki, D., & Sansom, J. (2016). E-learning and near-peer teaching in electrocardiogram education: a randomised trial. *Clin Teach*.

Fent, G., Gosai, J., & Purva, M. (2015). Teaching the interpretation of electrocardiograms: which method is best? *J Electrocardiol*.

Fent, G., Gosai, J., & Purva, M. (2016). A randomized control trial comparing use of a novel electrocardiogram simulator with traditional teaching in the acquisition of electrocardiogram interpretation skill. *Journal of Electrocardiology*.

Fincher, R. E., Abdulla, A. M., Sridharan, M. R., Houghton, J. L., & Henke, J. S. (1988). Computer-assisted learning compared with weekly seminars for teaching fundamental electrocardiography to junior medical students. *South Med J*.

Giffoni, R. T., & Torres, R. M. (2010). Breve história da eletrocardiografia. *Revista Médica de Minas Gerais*; 20(2):263-270.

- Henry, J. B. (1990). Computers in medical education: information and knowledge management, understanding, and learning. *Hum Pathol*.
- Keis, O., Grab, C., Schneider, A., & Öchsner, W. (2017). Online or face-to-face instruction? A qualitative study on the electrocardiogram course at the University of Ulm to examine why students choose a particular format. *BMC Medical Education*.
- Kopeć, G., Waligóra, M., Pacia, M., Chmielak, W., Stępień, A., Janiec, S., Magoń, W., Jonas, K., & Podolec, P. (2018). Electrocardiogram reading: a randomized study comparing 2 e-learning methods for medical students. *Pol Arch Intern Med*.
- Marçal, E., Andrade, R., & Rios, R. (2005). Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*.
- Montassier, E., Hardouin, J. B., Segard, J., Batard, E., Potel, G., Planchon, B., et al. (2016). e-Learning versus lecture-based courses in ECG interpretation for undergraduate medical students: a randomized noninferiority study. *Eur J Emerg Med*
- Nilsson, M., Bolinder, G., Held, C., Johansson, B., Fors, U., & Östergren, J. (2008). Evaluation of a web-based ECG-interpretation programme for undergraduate medical students. *BMC Medical Education* 2008; 8:25.
- Pastore, C. A., Pinho, J. A., Pinho, C., Samesima, N., Pereira Filho, H. G., Kruse, J. C. L., et al. (2016). III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos. *Arq Bras Cardiol*; 106(4)1:1-23.
- Piemme, T. E. (1988). Computer-assisted learning and evaluation in medicine. *JAMA*.
- Pontes, P. A. I., Chaves, R. O., Castro, R. C., de Souza, É. F., Seruffo, M. C. R., & Francês, C. R. L. (2018). Educational Software Applied in Teaching Electrocardiogram: A Systematic Review. *Biomed Res Int*.
- Sattar, Y., & Chhabra, L. (2021). Electrocardiogram. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>
- Viljoen, C. A., Millar, R. S., Manning, K., & Burch, V. C. (2020). Effectiveness of blended learning versus lectures alone on ECG analysis and interpretation by medical students. *BMC medical education*, 20(1), 488.