

O Nome das Ondas do Eletrocardiograma

The name of the electrocardiogram waves

Daniele Andrade Reckziegel¹, Luann Laykon Lobo Ferreira¹, Luciana Cortes de Oliveira Lima¹, Juliana Rodrigues Beal¹, Mariana Carneiro Figueiredo¹, Caroline Ivone Fontana Formigari², Osvaldo Sampaio Netto³

Resumo

O Eletrocardiograma (ECG) é um dos instrumentos mais comumente usados para diagnóstico na medicina, e a razão da nomenclatura de suas ondas geralmente não é conhecida. O primeiro ECG humano, gravado por Waller em 1887 através do Eletrômetro de Lippmann, revelou apenas duas deflexões que foram denominadas V1 e V2, indicando eventos ventriculares (despolarização e repolarização). Einthoven inicialmente ao conseguir registrar a excitação atrial através de um Eletrômetro de Lippmann refinado obteve quatro ondas que nomeou de ABCD. Após melhora da aquisição e correções matemáticas obteve um novo traçado do eletrocardiograma e resolveu utilizar as letras PQRS, de forma semelhante a Descartes a rotular sucessivos pontos em uma curva e reconhecer que poderia ser descoberto novas ondas, como ocorreu com a descoberta da onda U.

Palavras chaves: Eletrocardiografia; cardiologia; história da medicina.

Abstract

The Electrocardiogram is one of the most commonly used instruments when it comes to diagnose in medicine and the reason behind the names given to its waves is not known. The first human ECG, recorded by Waller in 1887 using Lippmann's Electrometer, revealed only two reflexions that were called V1 and V2, indicating ventricular events (depolarization and polarization). Initially Einthoven managed to register atrial activity through a refined Lippman's Electrometer and obtained four waves which he named ABCD. After improvements on the attainment and mathematical corrections a new trace of the electrocardiogram was developed and the letters PQRS were now used, based on what Descartes applied to denominate successive points in a curve and it was acknowledged that new waves could be discovered, as a matter happened with the U wave.

Key words: Electrocardiography; cardiology; history of medicine

1. Acadêmicos do Curso de Medicina da Universidade Católica de Brasília

2. Médica, graduada pelo Curso de Medicina da Universidade Católica de Brasília

3. Médico, doutor, docente do Curso de Medicina da Universidade Católica de Brasília

E-mail do primeiro autor: danireckziegel@hotmail.com

Recebido em 29/06/2012

Aceito, após revisão, em 25/07/2012

Introdução

O eletrocardiograma é o mais antigo e mais usado procedimento cardiológico.¹ Trata-se de um método não invasivo, fácil de se registrar e de baixo custo. Provavelmente, nenhuma outra invenção médica tenha causado tanto impacto e seja tão utilizada ao redor do mundo. O ano de 2002 marcou o centenário do primeiro registro de ECG com aplicabilidade clínica feito pelo galvanômetro de corda, que foi realizado por Willem Einthoven. Essa realização fez dele o pai do eletrocardiograma.²

Nosso objetivo é desvendar a história do nome das ondas do eletrocardiograma a partir de revisão de artigos pesquisados no MEDLINE, LILACS E SciELO.

Desenvolvimento do Eletrocardiograma

Willem Einthoven (1860-1927) dedicou seus primeiros anos na medicina para estudo das correntes elétricas produzidas pelo corpo, principalmente pelo coração, resultando na obtenção do eletrocardiograma, que é um dos mais conhecidos instrumentos diagnósticos utilizados em hospitais de todo o mundo.^{3,4} Sua obra resultou em um dispositivo para imprimir ondas da corrente elétrica produzida por este órgão. Posteriormente, Einthoven observando ondas anormais do coração, caracterizou várias doenças cardíacas, e estabeleceu-os

como padrões para diagnóstico futuro. Hoje, mais de 100 anos depois, o ECG continua a ser o aparelho de cardiologia mais comumente usado.^{4,5}

Einthoven dedicou grande parte de suas pesquisas e atividades clínicas para melhorar as versões iniciais da gravação elétrica do atual dispositivo médico. Embora a ideia de usar o galvanômetro de corda como uma ferramenta de diagnóstico tenha enfrentado a oposição de cientistas e médicos de seu tempo, ele ficou convencido do potencial da sua máquina para melhorar o atendimento ao paciente. O galvanômetro de corda de Einthoven posteriormente se tornou a ferramenta padrão de diagnóstico para o reconhecimento e a diferenciação das condições do coração, através da interpretação das ondas cardíacas, e se tornou uma prática padrão na área da ressuscitação cardíaca.⁶

Existe a teoria de que Willem Einthoven teria tido a cautela de reconhecer que, escolhendo letras próximas ao meio do alfabeto (PQRST), teria letras disponíveis para designar ondas que pudessem ser descobertas futuramente. Essa teoria foi confirmada por Snellen, o biógrafo oficial de Einthoven. No entanto, há outra hipótese proposta por Hanson, na qual Einthoven teria usado as letras P e Q por conta de estudos popularizados por Descartes, que já havia utilizado tais letras para designar pontos em

O nome das ondas do ECG

uma curva. Essa hipótese é viável, pois Einthoven indiscutivelmente estudou os trabalhos de Descartes, tal como fizeram os estudantes de Geometria e Física da época.⁷

O primeiro ECG humano, gravado por August Désiré Waller (1856-1922) em 1887 através do Eletrometro de Lippmann feito de mercúrio, revelou apenas duas deflexões. Sendo um fisiologista, Waller nomeou as ondas de forma que as letras sugerissem as partes anatômicas do coração que geravam as mesmas. Desta forma, designou as ondas como V1 e V2, indicando eventos ventriculares (despolarização e repolarização). A onda de atividade elétrica atrial não pôde ser discernida com o aparato de 1887.⁷ O eletrometro capilar foi inventado pelo fisiologista francês Gabriel Lippmann (1845-1921), em 1872. Tal equipamento consiste em um tubo de vidro contendo um fino capilar de mercúrio imerso verticalmente em ácido sulfúrico diluído. A medição é baseada no deslocamento do menisco do mercúrio, devido sua contração e expansão, de acordo com a diferença de potencial entre o mercúrio e o ácido, que estão conectados a dois pontos no corpo.^{6,8}

Waller exibiu para a comunidade científica o seu trabalho no hospital de St. Mary's, Paddington, em Londres, em 1887, quando foi capaz de gravar ondas elétricas cardíacas a partir da superfície do

corpo.^{9,10,11} Foi nessa época que o termo "cardiógrafo" foi usado pela primeira vez.¹¹

Einthoven desenvolveu equações que compensavam a inércia e a fricção da coluna de mercúrio no tubo do eletrometro capilar de Lippman refinado. A princípio, utilizando o eletrometro capilar de Lippmann, obteve, assim como Waller, traçados com duas ondas originadas nos ventrículos, e nomeou-as A e B. Posteriormente, quando Einthoven registrou a excitação atrial através de um Eletrometro de Lippmann refinado, nomeou essas ondas de ABCD, sendo a letra A para designar a atividade elétrica atrial, B para designar a primeira onda descendente produzida pela atividade elétrica dos ventrículos, C para a primeira onda ascendente e D para a última onda ascendente da despolarização ventricular.⁷

No período de 1890-1895, Eithoven melhorou consideravelmente a qualidade dos traçados que eram obtidos a partir do eletrometro capilar. Ele lançou mão de seus conhecimentos matemáticos e físicos para desenvolver equações que compensassem a baixa frequência e sensibilidade do eletrometro capilar, prevendo, portanto, a forma correta do traçado do eletrocardiograma humano.⁵

Em 1895 publicou uma ilustração que mostrava sua curva matematicamente corrigida sobrepondo-se à curva incorreta,

O nome das ondas do ECG

para mostrar que seu novo ECG continha mais ondas e diferia do traçado previamente registrado. Como já havia usado ABCD no traçado antigo, ele escolheu PQRST para o

novo traçado. A hipótese para tal escolha é o uso, novamente por Descartes, desta mesma sequência de letras para identificar sucessivos pontos em uma curva (figura 1).⁷

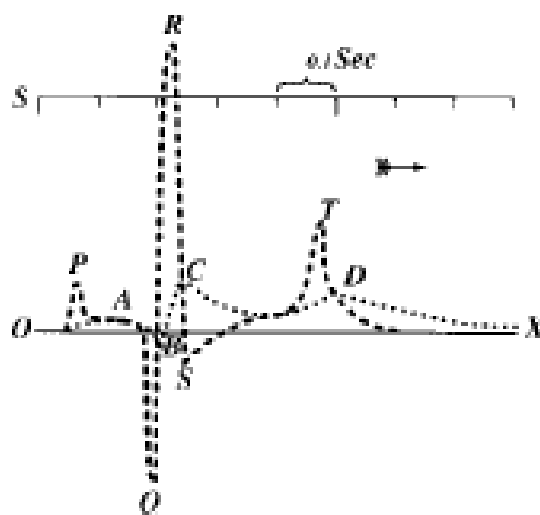


Figura 1. Dois ECGs superpostos onde Einthoven queria mostrar a diferença entre as duas curvas. Ele rotulou a curva errada como ABCD. Esse traçado foi feito com seu eletrômetro capilar de Lippman refinado. A outra curva foi matematicamente corrigida por Einthoven que escolheu as letras PQRST para diferenciar o novo traçado da curva anterior com ABCD.⁷

Levando em consideração outra teoria defendida por Snellen, o nome das ondas do ECG se explicaria pela modificação das letras previamente escolhidas (ABCD), a fim de eliminar a confusão com o traçado incorreto e de possibilitar espaço para possíveis adições de novas letras antes de P e depois de T. Este espaço possibilitou a futura adição da onda U, por exemplo, descoberta algum tempo depois. A suposta forma correta dos traçados eletrocardiográficos de humanos proposta por Eithoven foi retificada pelo

galvanômetro de corda, também introduzido por ele por volta de 1902.^{4,5,12} A onda U, inclusive, foi primariamente detectada por esta nova tecnologia.² No ano em questão, uma nova ilustração foi desenvolvida (Figura 2), estabelecendo contraste entre o traçado de alta sensibilidade advindo do galvanômetro de corda, o antigo traçado por ele previsto, e o advindo do eletrômetro capilar de baixa sensibilidade. Nela, podemos observar a acurácia da previsão do real traçado proposta por Eithoven.⁷

O nome das ondas do ECG

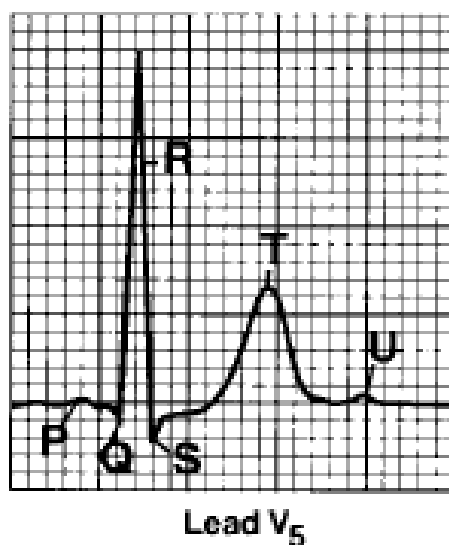


Figura 2 – ECG com o traçado que Einthoven rotulou as ondas de P, QRS, T, e U.⁷

Antes de Einthoven ser capaz de conceber e testar o primeiro dispositivo de ECG, várias descobertas importantes lançaram as bases para ele construir sua obra. Em 1791 o físico italiano Luigi Galvani (1737–1798) descobriu a relação entre eletricidade e movimento, ou espasmos dos músculos.⁹ Galvani conseguiu estimular não só os músculos e nervos da rã, como também o músculo cardíaco. Em meados de 1800, foi postulado que à medida que o coração se contraía, ele produzia uma corrente elétrica.¹³ Este fenômeno que Galvani denominou "eletricidade animal" caracterizaria a faísca no início da investigação sobre o que viria a ser conhecido como "galvanismo".⁹ Logo depois, muitos físicos e médicos começaram a posterior

investigação do galvanismo. Em 1820, Hans Christian Oersted (1777–1851) descobriu como a força do eletromagnetismo moveu uma agulha em direções diferentes, dependendo da carga elétrica.⁹ A descoberta do eletromagnetismo seria essencial para a gravação do eletrocardiograma, e estas descobertas iniciais pavimentaram o caminho para seu desenvolvimento.

Conforme descrito por Einthoven em 1906, para o uso clínico do galvanômetro de corda, foi necessária uma conexão telefônica entre o hospital e o seu laboratório, de cerca de 1,5 km de distância. Este estudo revelou grande riqueza de padrões de ECG e arritmias. Einthoven identificou padrões de hipertrofia ventricular direita e esquerda,

O nome das ondas do ECG

extrassístoles ventriculares, bloqueio total do coração e outras arritmias.²

Waller reconheceu a importância clínica do eletrocardiograma apenas em 1909 após visitar o laboratório de Einthoven e examinar uma extensa coleção de eletrocardiogramas, mas mesmo assim continuou subestimando as possibilidades diagnósticas do ECG. Em 1911, ele disse: “Eu não acredito que seja encontrada grande utilidade para o eletrocardiograma no hospital... seu uso pode ser no máximo raro e ocasional... nos casos de raras anormalidades cardíacas”.^{1,11}

Einthoven, além de ter desenvolvido um sistema de padronização eletrocardiográfico que continua a ser utilizado em todo o mundo, e introduzido o sistema triaxial bipolar com três membros ligados, estabelecendo a uniformidade do processo de gravação, também concebeu o famoso triângulo equilátero (com derivações I, II e III em seus lados), e o cálculo do eixo elétrico (no plano frontal), descrito como um único vetor com uma seta no centro do triângulo (figura 3).²

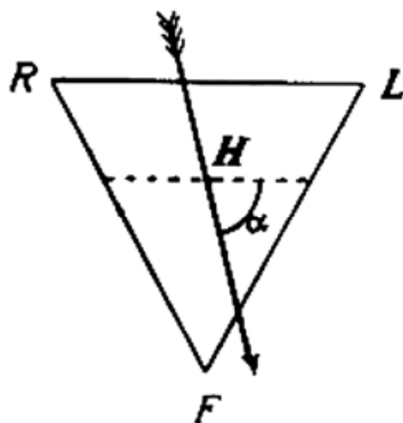


Figura 3. Método de Eithoven para calcular o eixo elétrico utilizando um triangulo equilátero com as letras R representando o braço direito, L representando o braço esquerdo, F representando a perna, e H o coração.²

Willem Einthoven reconheceu a importância potencial do ECG como ferramenta diagnóstica e de investigação, e seus resultados fizeram dele o fundador da moderna eletrocardiografia. Foi o ganhador

do Prêmio Nobel de fisiologia e medicina em 1924 pela descoberta dos mecanismos do eletrocardiograma. Em 1993, a Holanda emitiu um selo em comemoração ao Prêmio Nobel recebido por Einthoven (figura 4).⁷

O nome das ondas do ECG

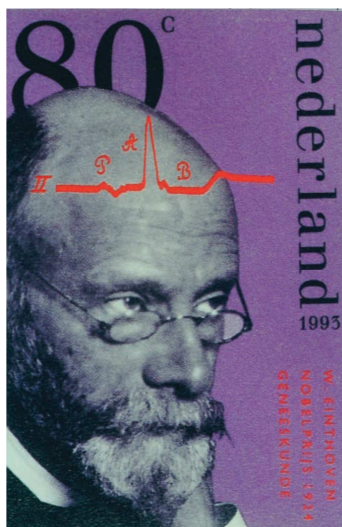


Figura 4. O selo postal emitido pela Holanda 1993, em honra de Einthoven. O ECG impresso na testa foi feita com um galvanômetro.⁴

A vida de Einthoven se extinguiu em 28 de setembro 1927, com 67 anos de idade. Está enterrado na cidade de Oegstgeet na Holanda.¹⁴

Conclusão

O ECG, desde o seu surgimento há cerca de 110 anos até os dias de hoje, é um dos exames de extrema importância na prática clínica. Apesar da frequente utilização, a origem da nomenclatura de cada onda é pouco conhecida e revisamos as razões que levaram Willem Einthoven designá-las com as letras PQRST e U utilizadas na prática eletrocardiográfica.

Referências

1. Fye WB. A history of the origin, evolution, and impact of electrocardiography. *Am J Cardiol.* 1994; 73(13):937-49.
2. Barold SS. Willem Einthoven and the Birth of Clinical Electrocardiography a Hundred Years Ago. *Card Electrophysiol Rev.* 2003; 7(1):99-104.
3. Irzhak LI. On the 80th anniversary of the awarding of the Nobel Prize to Willem Einthoven. *Hum Physiol.* 2004; 30(6):737-9.
4. Fish C. Centennial of the string galvanometer and the electrocardiogram. *J Am Coll Cardiol.* 2000; 36(6):1737-45.
5. Kligfield P. Derivation of the correct

O nome das ondas do ECG

waveform of the human electrocardiogram by Willem Eithoven, 1890-1895. *Cardiol J*. 2010; 17(1):109-13.

6. Cajavilca C , Varonb J. Willem Einthoven: The development of the human electrocardiogram. *Resuscitation* 2008; 76(3):325-8.

7. Hurst JW. Naming of the Waves in the ECG, With a Brief Account of Their Genesis. *Circulation*. 1998; 98(18):1937-42.

8. Sykes AH. AD Waller and the electrocardiogram, 1887. *Br Med J*. 1987; 294(6584):1396-8.

9. Breathnach CS, Westphal W. Early detectors of the heart's electrical activity. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006; 29(4):422-4.

10. Moukabary T. Willem Einthoven (1860 - 1927): Father of electrocardiography. *Cardiology J*. 2007; 14(3):316-7.

11. Mehta NJ, Khan IA. Cardiology's 10 greatest discoveries of the 20th century. *Tex Heart Inst J*. 2002; 29(3):164-71.

12. Kligfield P. The centennial of the Einthoven electrocardiogram. *J Electrocardiol*. 2002; 35(suppl):123-9.

13. Moss AJ. The electrocardiogram: from Einthoven to molecular genetics. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2001; 6(3):181-2.

14. Lama T A. Einthoven: El hombre y su invento. *Rev Med Chile*. 2004; 132(2):260-4.