

# Alterações do segmento ST e da onda T nos distúrbios eletrolíticos

Antonio Américo Friedmann<sup>1</sup>

*Serviço de Eletrocardiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil*

Na última aula do curso teórico de eletrocardiografia, o professor, não tendo mais novidades para ensinar, teve uma ideia. Perguntou aos alunos: “é possível suspeitar de um distúrbio eletrolítico específico por alterações do segmento ST e da onda T no eletrocardiograma (ECG)?” Em seguida, apresentou quatro traçados.

O primeiro ECG (**Figura 1**) apresentava ondas T altas, pontiagudas, com base estreita, tendendo a simétricas, na maioria das derivações. “Esta é muito fácil”, respondeu um dos residentes, “é a onda T com morfologia ‘em tenda’, característica da hiperpotassemia. Ainda mais, há ausência de onda P e o QRS está alargado, indicando hipercalemia acentuada”. De fato, o paciente de 38 anos, portador de insuficiência renal, apresentava, na ocasião,  $K = 10$  mEq/L.

No segundo traçado (**Figura 2**), os comentários não foram tão imediatos. A onda T parece alargada e entalhada e o intervalo QT aumentado. Na análise mais minuciosa, depreende-se que a porção final da repolarização ventricular corresponde à onda U e o intervalo QU está prolongado. Tais alterações são sugestivas de hipopotassemia. O doente, em tratamento de hipertensão arterial com diurético tiazídico, apresentava  $K = 2,0$  mEq/L.

No terceiro ECG (**Figura 3**) houve um silêncio. A onda T parecia normal, mas a repolarização ventricular estava estranha. Observando com atenção, verifica-se que o intervalo QT está encurtado e o segmento ST ausente. Tais características são peculiares à hipercalemia. O enfermo, em investigação de tumor renal, exibiu taxa de cálcio =  $15,6$  mg/dL.

Finalmente, no quarto exemplo (**Figura 4**), os comentários foram imediatos. Ao contrário do caso anterior, este apresenta segmento ST evidentemente aumentado e retificado, prolongando o intervalo QT. Estas alterações são características de hipocalcemia. A paciente, de 44 anos de idade, estava em tratamento de insuficiência renal crônica e apresentava dosagem de cálcio =  $7,0$  mg/dL.

## DISCUSSÃO

O aumento de amplitude onda T é a primeira alteração que surge no ECG quando os níveis de potássio sérico começam a se elevar. A onda T aumenta de amplitude tornando-se alta, pontiaguda e simétrica, com base estreita, inferior a  $0,20s$ . A morfologia característica é classicamente descrita como padrão “em tenda”, por analogia ao formato da tenda do índio norte-americano. Sua eletrogênese parece estar relacionada ao aumento da velocidade da fase 3 do potencial transmembrana (**Figura 5A**), que também acarreta diminuição do intervalo QT na fase inicial da hiperpotassemia, antes do alargamento do QRS.<sup>1</sup> No ECG da **Figura 1**, além das alterações da onda T, o QRS está alargado e a onda P não é visível, indicando níveis mais elevados de potássio sérico. Há uma arritmia; como a origem do estímulo continua sendo sinusal, porque as células do nó sinusal são mais resistentes à hiperpotassemia do que as do miocárdio atrial, é difícil classificá-la.

Na hipopotassemia ocorre o inverso. A amplitude da onda T diminui gradualmente, devido à diminuição da velocidade

<sup>1</sup>Professor livre-docente pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo (SP), Brasil. Editor responsável por esta seção:

Antonio Américo Friedmann. Professor livre-docente pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo, Brasil.

Endereço para correspondência:  
R. Itapeva, 574 — 5º andar — São Paulo (SP) — CEP 01332-000  
E-mail: aafriedmann@gmail.com

Fonte de fomento: nenhuma declarada. Conflito de interesse: nenhum declarado.  
Entrada: 8 de setembro de 2021. Última modificação: 8 de setembro de 2021. Aceite: 10 de setembro de 2021.

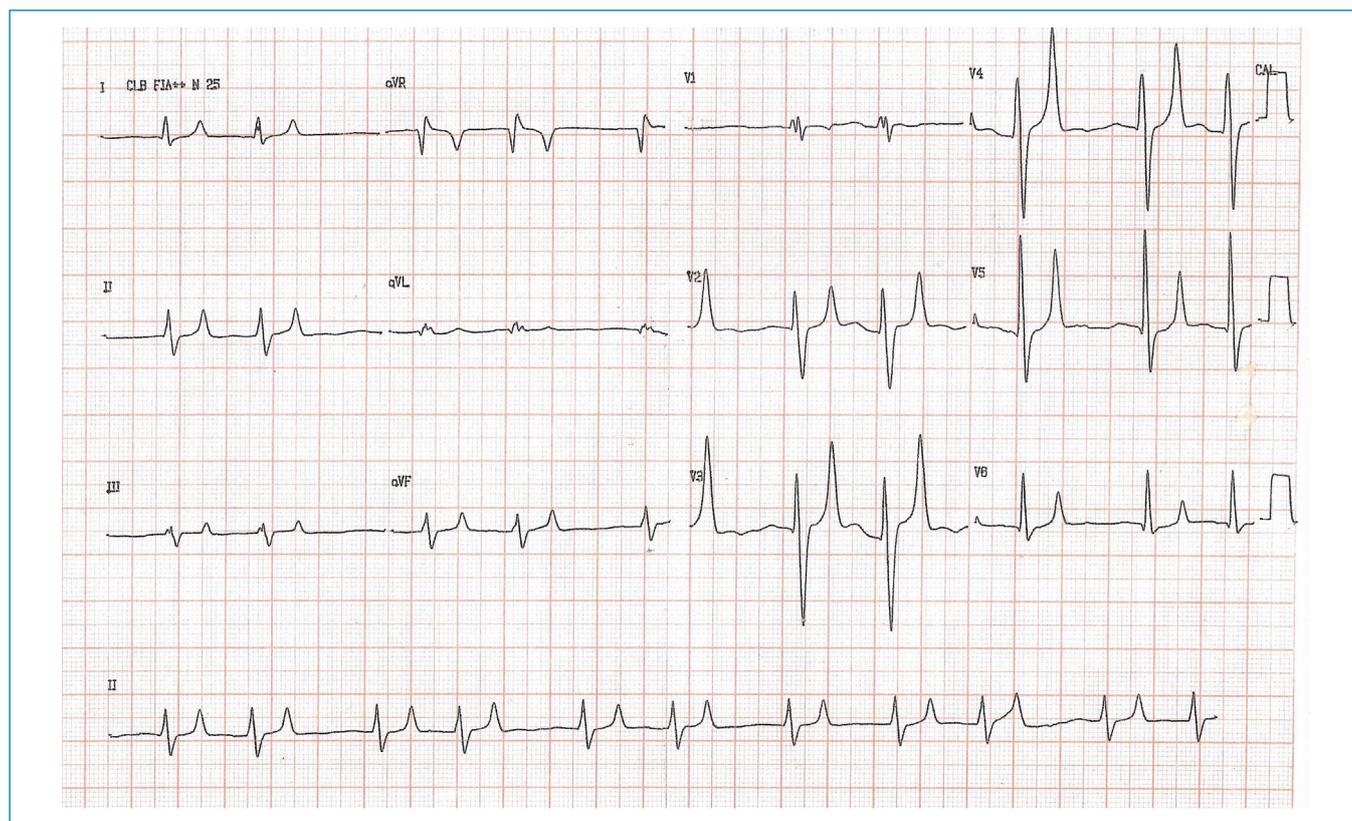


Figura 1. Hiperpotassemia acentuada. Ondas T altas, simétricas e de base estreita ("em tenda"). QRS alargado e onda P ausente.

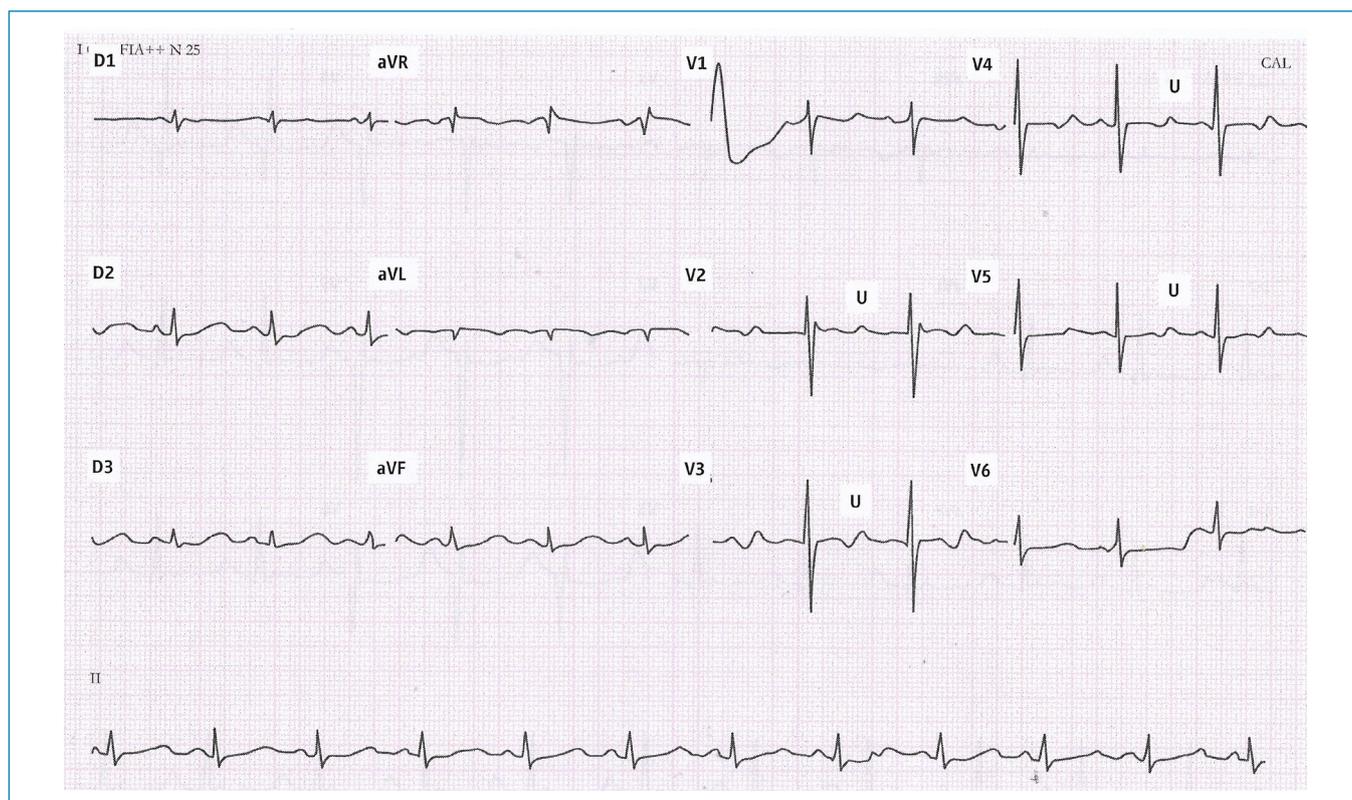


Figura 2. Hipopotassemia. À primeira vista, o intervalo QT parece estar aumentado. A análise mais minuciosa do traçado mostra ondas T com voltagem relativamente baixa sobrepostas por ondas U proeminentes com voltagem maior.

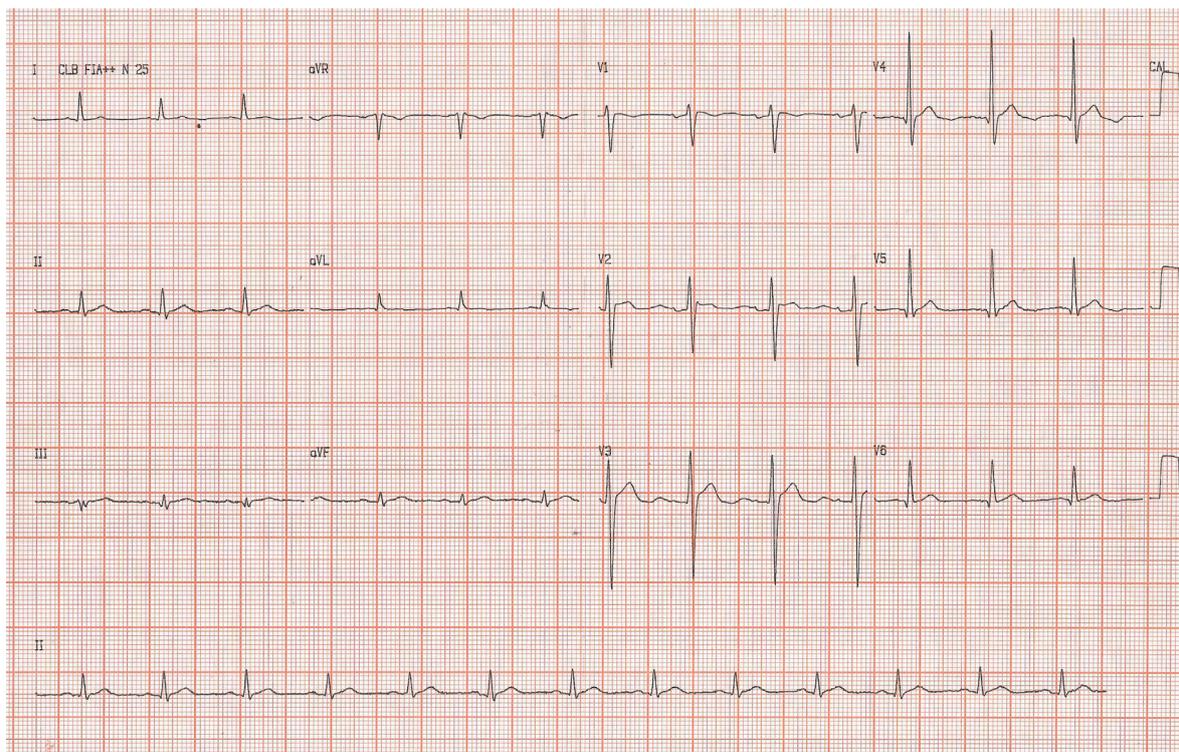


Figura 3. Hipercalcemia. Encurtamento do intervalo QT às custas de redução do segmento ST. Intervalo QT = 320 ms.

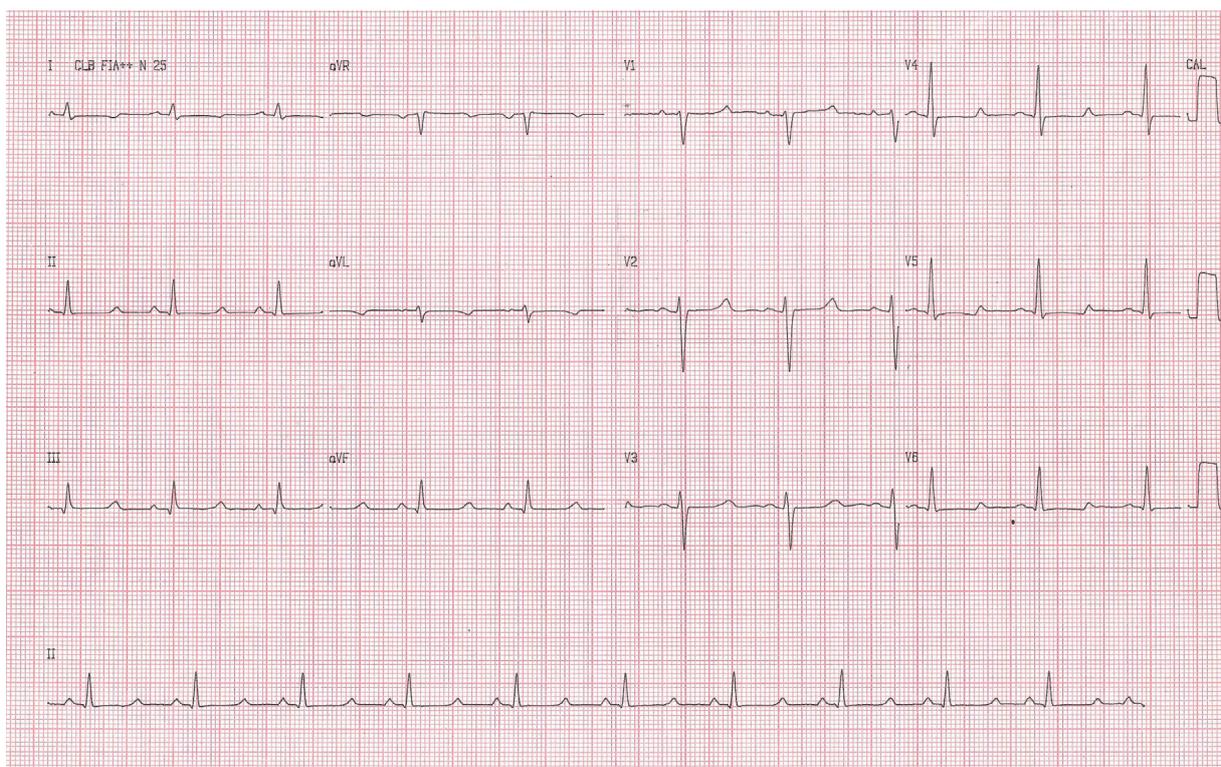
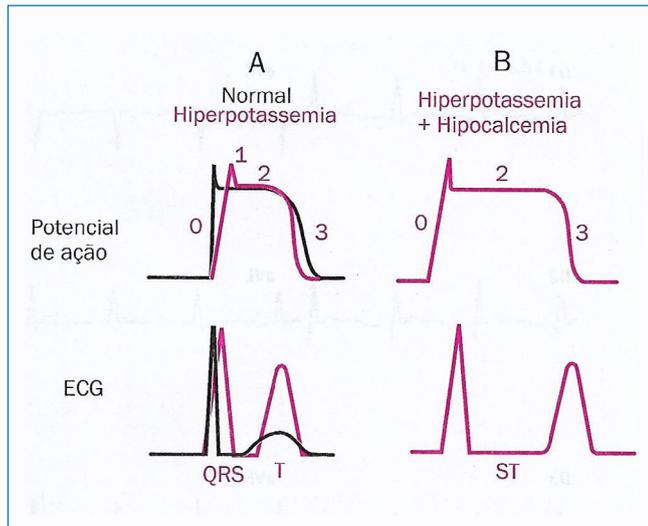


Figura 4. Hipocalcemia. Intervalo QT aumentado (520 ms) às custas de prolongamento do segmento ST, em portador de insuficiência renal crônica, causa mais frequente de hipocalcemia. Observe o segmento ST retificado e prolongado.



**Figura 5.** Potencial de ação e eletrocardiograma (ECG) na insuficiência renal crônica. A: na hiperpotassemia o aumento da velocidade de repolarização encurta a fase 3 do potencial de ação e aumenta a amplitude da onda T no ECG. A diminuição da velocidade de despolarização (fase 0) alarga o QRS. B: a hipocalcemia associada aumenta a duração da fase 2 do potencial de ação e prolonga o segmento ST no eletrocardiograma.

da fase 3 do potencial de ação, até tornar-se achatada. Em contraste com o esmaecimento da onda T, a onda U

aparece e se torna proeminente, prolongando a repolarização ventricular.<sup>2</sup>

Na hipercalcemia, observa-se diminuição do intervalo QT, às custas de encurtamento do segmento ST. O QRS e a onda T ficam caracteristicamente muito próximos entre si e o segmento ST desaparece.<sup>3</sup>

A hipocalcemia aumenta a duração da fase 2 do potencial de ação transmembrana. Em consequência, verifica-se aumento do intervalo QT, às custas do prolongamento do segmento ST. O segmento ST, além de prolongado, torna-se retificado. O QRS separado da onda T por uma linha isoeletrica é o aspecto distinto.<sup>4</sup>

Como cálcio e potássio influenciam fases distintas do potencial de ação da célula cardíaca, é possível diagnosticar associação de hiperpotassemia e hipocalcemia, quando se encontra o segmento ST bastante prolongado seguido da onda T alta e simétrica, com o aspecto em tenda (**Figura 5B**). Tais características ocorrem com frequência no ECG do paciente renal crônico.<sup>5</sup>

## CONCLUSÃO

Os distúrbios eletrolíticos determinam alterações marcantes no ECG. Nos desequilíbrios do potássio e do cálcio, as modificações da onda T e do segmento ST são tão características que é possível suspeitar do diagnóstico pela análise do ECG.

## REFERÊNCIAS

1. Friedmann AA. Eletrocardiograma: teste mais rápido para diagnosticar hiperpotassemia. *Diagn Tratamento*. 2018;23(2):59-60.
2. Oliveira CAR, Friedmann AA, Grindler J. Alterações da onda T. In: Friedmann AA, Grindler J, Oliveira CAR, Fonseca AJ, editores. *Diagnóstico diferencial no eletrocardiograma*. 2ª ed. São Paulo: Editora Manole; 2011. p. 145-60.
3. Friedmann AA. O ECG em doenças não cardíacas. In: Pastore CA, Samesima N, Tobias N, Pereira Filho HG, editores. *Eletrocardiografia atual. Curso do Serviço de Eletrocardiografia do INCOR*. 3ª ed. São Paulo: Atheneu; 2016. p. 289-302.
4. Friedmann AA, Grindler J, Fonseca AJ, Oliveira CAR. Prolongamento do intervalo QT. In: Friedmann AA, Grindler J, Oliveira CAR, Fonseca AJ, editores. *Diagnóstico diferencial no eletrocardiograma*. 2ª ed. São Paulo: Editora Manole; 2011. p. 161-72.
5. Friedmann AA. ECG no Hospital Geral. In: Friedmann AA, editor. *Eletrocardiograma em 7 aulas: temas avançados e outros métodos*. 2ª ed. São Paulo: Editora Manole; 2016. p. 93-116.