

Aplicando o raciocínio bayesiano para melhorar a precisão diagnóstica no Departamento de Emergências

Applying Bayesian reasoning to enhance diagnostic precision in the Emergency Department

LETÍCIA DE OLIVEIRA PINTO¹, JOSÉ NUNES DE ALENCAR NETO²

¹ Faculdade de Medicina, Universidade Santo Amaro, São Paulo, SP, Brasil.

² Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

A medicina de emergência exige ações rápidas e decisivas, muitas vezes baseadas em testes diagnósticos. No entanto, a dependência dos testes diagnósticos, apesar de sua aparente precisão, pode, às vezes, levar a resultados subótimos. Este artigo explora três cenários clínicos que destacam a importância de uma abordagem bayesiana criteriosa na prática médica. O primeiro cenário envolve um paciente com dor no peito e uma baixa probabilidade pré-teste de embolia pulmonar, mas com resultado de imagem positivo. O segundo aborda a ausência errônea de supradesnivelamento do segmento ST ao eletrocardiograma, gerando um resultado falso-negativo de infarto do miocárdio. O terceiro cenário clínico envolve um paciente com taquicardia de QRS largo. Os cenários enfatizam que, embora os testes diagnósticos sejam fundamentais, eles não devem ofuscar o julgamento clínico. Confiar excessivamente nos resultados diagnósticos pode levar a diagnóstico incorreto, falha terapêutica ou tratamento inadequado do paciente. Na era da medicina baseada em evidências, a combinação de experiência clínica, evidências atuais e valores do paciente é fundamental. Este discurso defende a combinação da intuição do clínico com o raciocínio probabilístico, otimizando a tomada de decisão e melhorando o bem-estar do paciente. Praticantes de emergência são instados a utilizar tanto sua perspicácia experiente quanto a abordagem bayesiana para alcançar os melhores resultados para os pacientes.

Descritores: Medicina de emergência; Raciocínio clínico; Sensibilidade e especificidade; Serviço hospitalar de emergência

ABSTRACT

Emergency medicine demands prompt, decisive actions, often contingent on diagnostic tests. However, the reliance on diagnostic tests, despite their ostensible precision, can sometimes lead to suboptimal outcomes. This paper delves into three clinical scenarios that highlight the importance of a judicious, Bayesian approach in medical practice. The first scenario focuses on a patient with chest pain and a low pre-test probability of pulmonary embolism but a positive imaging result. The second scenario addresses the misleading absence of ST-segment elevation on the electrocardiogram, providing a false negative result of myocardial infarction. The third clinical scenario involves a patient with wide QRS tachycardia. The scenarios underscore that while diagnostic tests are instrumental, they should not eclipse clinical judgment. The overreliance on diagnostics can lead to misdiagnoses, therapeutic failure and/or inadequate treatment of the patient. In the era of evidence-based medicine, the amalgamation of clinical experience, current evidence, and patient values is paramount. This discourse advocates blending clinician intuition with probabilistic reasoning, thereby optimizing decision-making and enhancing patient welfare. Emergency practitioners are urged to harness both their experiential acumen and the Bayesian approach to achieve the best patient outcomes.

Keywords: Emergency medicine; Clinical reasoning; Sensitivity and specificity; Hospital emergency service

Recebido: 31/10/2023 • Aceito: 16/7/2024

Autor correspondente:

José Nunes de Alencar Neto
jose.alencar@dantepazzanese.org.br

Fonte de financiamento: não houve.

Conflito de interesses: não houve.

Como citar: Pinto LO, Alencar Neto JN. Aplicando o raciocínio bayesiano para melhorar a precisão diagnóstica no Departamento de Emergências. JBMED. 2024;4(2):e24020.

Leticia de Oliveira Pinto: [0000-0003-1359-3047](https://orcid.org/0000-0003-1359-3047); <http://lattes.cnpq.br/5010838307153677>; José Nunes de Alencar Neto: [0000-0002-3835-6067](https://orcid.org/0000-0002-3835-6067); <http://lattes.cnpq.br/567543904934499>

DOI: 10.54143/jbmed.v4i2.161

2763-776X © 2022 Associação Brasileira de Medicina de Emergência (ABRAMEDE). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original article is properly cited (CC BY).



INTRODUÇÃO

No acelerado mundo da Medicina de Emergência, a precisão diagnóstica é fundamental. Os clínicos frequentemente se deparam com cenários nos quais precisam avaliar as probabilidades associadas aos testes diagnósticos, mobilizando uma habilidade crucial para tomar decisões informadas sob pressão. Sensibilidade e especificidade são tradicionalmente consideradas os padrões-ouro para avaliar testes diagnósticos. No entanto, no cotidiano clínico, especialmente dentro das limitações de uma sala de emergência, essas métricas podem não oferecer uma visão integral. Muitas vezes, elas surgem de estudos nos quais os desfechos dos pacientes são predefinidos, o que contrasta drasticamente com situações do mundo real, em que a trajetória médica ainda está por se desdobrar. Essa discrepância destaca as potenciais armadilhas de depender exclusivamente dessas medidas e ressalta a necessidade de ferramentas diagnósticas mais sofisticadas.

O raciocínio bayesiano oferece uma solução promissora. No contexto da medicina de emergência, ele fornece um *framework* metodológico, que integra probabilidades iniciais – derivadas tanto de dados epidemiológicos amplos quanto das apresentações individuais dos pacientes – no processo diagnóstico. Tal abordagem não apenas proporciona uma compreensão mais detalhada da condição do paciente, mas também promove decisões mais centradas nesse último. Esta revisão narrativa explorou artigos no PubMed®, abrangendo todas as datas de publicação, para reunir *insights* sobre o papel do raciocínio bayesiano na medicina de emergência.¹ Especificamente quanto à precisão dos testes em discussão, os autores selecionaram manualmente os artigos originais ou aqueles cujas metodologias espelhavam de perto os casos clínicos futuros, garantindo uma análise abrangente do tema.

À medida que avançamos por esta revisão, os leitores são introduzidos a cenários clínicos, começando com um caso de tromboembolismo pulmonar (TEP) analisado por meio de uma

angiogramografia. Casos subsequentes destacam a interpretação matizada de eletrocardiogramas (ECGs), lançando luz sobre as aplicações multifacetadas do raciocínio bayesiano em diagnósticos de emergência.²

CENÁRIO CLÍNICO 1: ABORDAGEM TRADICIONAL

Um paciente se apresenta ao Departamento de Emergência queixando-se de dor no peito. A avaliação clínica revela que a dor é claramente de natureza muscular, piorando à palpação suave em um local torácico específico e não sendo modificada pelos movimentos respiratórios. Notavelmente, o histórico médico do paciente não apresenta qualquer evento prévio de trombose venosa, intervenção cirúrgica ou episódios de imobilização prolongada, e o exame físico detalhado é normal. No entanto, influenciado por um encontro anterior em que um paciente assintomático foi diagnosticado com trombo na artéria pulmonar por tomografia, o médico, talvez sob viés de ancoragem, decide realizar uma angiografia pulmonar por tomografia computadorizada para todos os pacientes subsequentes que se apresentam com dor no peito. Os resultados da imagem para o paciente atual indicam a presença de um trombo em uma das artérias pulmonares.

Dada a sensibilidade relatada da modalidade de imagem de 94% (intervalo de confiança de 95% [IC95%] 0,89-0,97) e a especificidade de 98% (IC95% 0,97-0,99),³ o médico rapidamente faz o diagnóstico de TEP nesse paciente. No entanto, confiar exclusivamente nesses valores estatísticos, sem considerar o contexto clínico, merece escrutínio.

A sensibilidade mede a taxa de verdadeiro-positivos, indicando a probabilidade do teste detectar a doença em indivíduos doentes, enquanto a especificidade calcula a taxa de verdadeiro-negativos, demonstrando a habilidade do teste de identificar corretamente indivíduos saudáveis. Aqui estão as fórmulas correspondentes:

$$\text{Sensibilidade} = \frac{\text{Verdadeiro-positivos}}{\text{Doentes}}$$

$$\text{Especificidade} = \frac{\text{Verdadeiro-negativos}}{\text{Saudáveis}}$$

Traduzir essas definições para o cenário que descrevemos levanta questões pertinentes: a sensibilidade de 94% confirma que o paciente tem TEP, ou a especificidade de 98% é um indicador melhor da presença da doença? Ao depender da sensibilidade, como se pode assegurar a presença da doença antes do teste, dado que o exame foi destinado a esclarecer essa incerteza? Por outro lado, se alguém se convence pelo mnemônico “*SpIn and SnOut*” e usa a especificidade de 98%, a questão fundamental permanece: como podemos afirmar de forma conclusiva o estado inicial de saúde do paciente?

POR QUE A SENSIBILIDADE E A ESPECIFICIDADE FALHAM

No cerne da questão, reside a natureza retrospectiva inerente da sensibilidade e da especificidade. Definidos pela capacidade de identificar com precisão indivíduos com ou sem uma doença, essas métricas estão inevitavelmente enraizadas em dados *post-hoc*. Elas surgem de situações em que os estados de saúde dos participantes são preestabelecidos, servindo como uma medida retroativa. Em contraste, o campo clínico opera primariamente em um domínio *pre-hoc*.^{4,5} Aqui, profissionais médicos utilizam ferramentas diagnósticas para discernir a presença ou a ausência de uma doença quando o desfecho permanece incerto.

Considere o médico informado de que um teste apresenta tanto sensibilidade quanto especificidade fixadas em 90%. Com base em um resultado positivo desse teste, o instinto imediato pode ser supor probabilidade de 90% de o paciente estar sofrendo da doença. Contudo, isso é uma evidente falácia. A desconexão deriva da base fundamental da sensibilidade e da especificidade: elas requerem conhecimento prévio do estado de saúde dos indivíduos. Ao contrário, na maioria dos contextos clínicos, o propósito do teste é elucidar esse *status* desconhecido. Nem a sensibilidade de 90%, nem a especificidade de 90%, portanto, fornecem diretamente uma estimativa precisa da probabilidade da doença no paciente.

As complexidades dos cenários clínicos vão além dos parâmetros definidos pela sensibilidade e pela especificidade. Integrados à tomada de decisão informada estão inúmeros fatores, incluindo histórico do paciente, sintomatologia e descobertas de outros testes diagnósticos. No entanto, sensibilidade e especificidade operam isoladamente, desprovidas desse contexto clínico multidimensional.

Essa lacuna é ainda exacerbada pela tendência dos clínicos em favorecer o raciocínio intuitivo, especialmente na resolução de problemas rotineiros. Esse método, embora eficaz em alguns casos, pode levar a erros diagnósticos, devido à sua falta inerente de estrutura e rigor analítico.⁶ Outro problema cognitivo reside na negligência da natureza probabilística do processo diagnóstico, levando ao fenômeno da negligência da taxa base.⁷ Ao enfatizar desproporcionalmente a sensibilidade e a especificidade, o clínico pode inadvertidamente negligenciar a probabilidade inicial da doença ou sua prevalência real em um segmento populacional. Tais falhas prejudicam a aplicação do raciocínio bayesiano e podem resultar em julgamentos clínicos distorcidos.

ENTENDENDO O RACIOCÍNIO BAYESIANO

A estatística bayesiana se apresenta como o fundamento lógico para lidar com a incerteza inerente às estruturas de tomada de decisão. Em sua essência, o raciocínio bayesiano é bastante direto. Em qualquer cenário de tomada de decisão, existem quantidades ou resultados que foram observados e documentados, e outros que não foram, o que leva a incertezas inerentes. Para tomar decisões racionais e informadas, é imperativo quantificar essas incertezas. Essa quantificação é alcançada por meio da estatística bayesiana, que fornece avaliações de probabilidade considerando todas as evidências relevantes derivadas de quantidades e resultados observados e registrados.⁸

A coerência dessas declarações de probabilidade é garantida pelo teorema de Bayes, um resultado matemático fundamental. Esse teorema assegura que as avaliações de probabilidade, baseadas em dados observados, alinhem-se logicamente, facilitando uma tomada de decisão robusta.

A transição para o raciocínio bayesiano representa uma mudança do pensamento convencional para uma abordagem mais dinâmica e probabilística. No contexto da tomada de decisões clínicas, além de tomar decisões corretas, é importante também tomar decisões corretas rapidamente, e isso é apoiado pelo raciocínio bayesiano.⁹ Ao invés de depender de resultados simples e diretos, o pensamento bayesiano oferece um espectro de possibilidades. Ele proporciona uma perspectiva graduada, possibilitando entender como novas informações ou resultados de testes diagnósticos modificam a probabilidade preexistente de um resultado específico.

Essa visão graduada faz mais do que apenas aprofundar o pensamento diagnóstico: ela desafia os profissionais médicos a enfrentarem as ambiguidades frequentemente negligenciadas que permeiam a saúde. Ao forçá-los a abordar essas ambiguidades diretamente, o raciocínio bayesiano prepara os médicos para tomar decisões que não apenas são informadas, mas também têm raízes em um entendimento profundo da complexa interação das probabilidades.

Aplicar o raciocínio bayesiano na prática clínica demanda uma variedade de metodologias. Uma ferramenta crucial dentro do *framework* bayesiano é o conceito de “razões de verossimilhança”. Enquanto essas razões têm suas raízes em sensibilidade e especificidade, elas proporcionam uma interpretação mais dinâmica dos resultados diagnósticos. Elas esclarecem como os testes diagnósticos recalibram nossa estimativa da probabilidade de um paciente ter uma condição específica. A força das razões de verossimilhança está em sua capacidade de integrar avaliações clínicas com base em probabilidades preexistentes ou probabilidade pré-teste, garantindo que o clínico mantenha uma visão abrangente que integra riscos inerentes e novos dados dos resultados diagnósticos. Do ponto de vista matemático, a razão de verossimilhança positiva (RV+) e a negativa (RV-) podem ser expressas como:

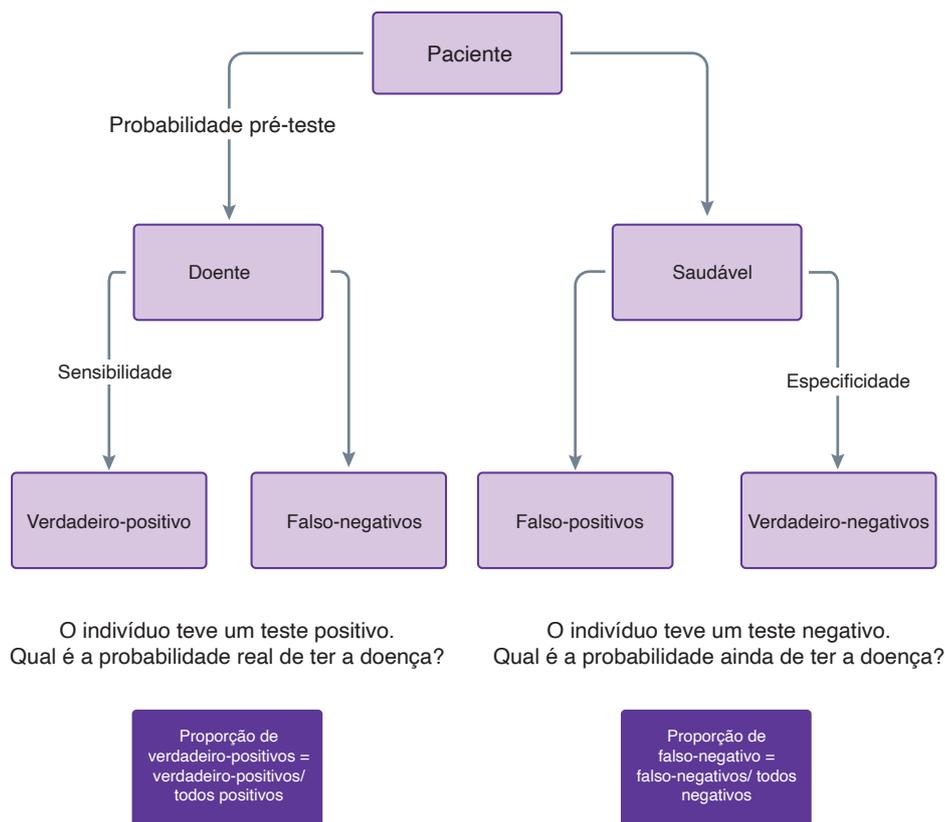
$$RV+ = \frac{\text{Sensibilidade}}{(1-\text{especificidade})}$$

$$RV- = \frac{(1 - \text{sensibilidade})}{\text{Sensibilidade}}$$

Adentrando mais profundamente na essência dessas razões de verossimilhança, elas funcionam como indicadores fundamentais que capacitam os profissionais médicos a tomarem decisões informadas. Quando um médico considera solicitar um teste diagnóstico, o objetivo é identificar qual teste, ou combinação de testes, pode efetivamente confirmar ou refutar a presença de uma doença em um paciente. Quando se trata da epidemiologia clínica, os médicos começam com uma avaliação inicial da probabilidade da doença, denominada “probabilidade pré-teste”. Após a execução do teste, essa probabilidade inicial sofre uma modificação, culminando em uma “probabilidade pós-teste”. A **figura 1** esclarece esse processo de transformação de “revisão da probabilidade de doença”. As razões de verossimilhança desempenham papel fundamental ao indicarem a extensão dessa mudança na suspeita com base em um resultado específico do teste. Dado que os testes podem fornecer resultados positivos ou negativos, cada teste diagnóstico carrega inerentemente duas razões de verossimilhança. A RV+ nos orienta sobre a magnitude de ampliar a probabilidade da doença ao obter um teste positivo, enquanto a RV- oferece *insights* sobre a redução necessária caso o resultado seja negativo.¹⁰

Uma interpretação prática das razões de verossimilhança está ancorada nas seguintes referências: RV >1 significa uma probabilidade aumentada de que o distúrbio-alvo exista. Por outro lado, RV <1 sugere probabilidade diminuída da presença do distúrbio. Se a RV for igual a 1,0, o resultado do teste não altera de forma alguma a probabilidade da doença.

Essa compreensão traz revelações esclarecedoras. Um teste com uma RV+ próximo ou igual a 1,0 não contribui para o raciocínio clínico do paciente, independentemente de sua sensibilidade ou especificidade. Por exemplo, em um cenário hipotético, um teste com especificidade de 96% pode parecer impressionante para uma mente menos experiente, mas um pensador bayesiano investigaria



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 1. Esse diagrama ilustra o processo diagnóstico para determinar a presença ou ausência de uma doença em um indivíduo, começando com uma probabilidade pré-teste. Ele avança por meio dos resultados potenciais de um teste diagnóstico, segmentados em categorias de “doentes” e “saudáveis”. Cada categoria se divide ainda mais para refletir os resultados do teste: verdadeiro-positivos e falso-negativos sob “doentes”, e verdadeiro-negativos e falso-positivos sob “saudáveis”. O diagrama enfatiza a importância da sensibilidade e da especificidade na interpretação desses resultados. As seções subsequentes apresentam a abordagem baseada em proporções para entender a probabilidade de ter ou não a doença com base no resultado do teste. A proporção de verdadeiro-positivos indica as chances de realmente ter a doença após um resultado positivo, enquanto a proporção de falso-negativos mostra a probabilidade de ter a doença mesmo após um resultado negativo no teste.

também sua sensibilidade. Se a sensibilidade for ínfima, de apenas 4%, tanto $RV+$ quanto $RV-$ girariam em torno de 1,0. Isso implica que um teste, que à primeira vista parecia uma excelente ferramenta confirmatória, é, em termos matemáticos, inútil. Além disso, considerando que os intervalos de confiança, por definição matemática, variam para valores inferiores e superiores aos descritos na pesquisa, essa variabilidade poderia implicar que um teste positivo poderia até argumentar contra a presença da doença (em casos em que a $RV+$ é menor que 1,0, por exemplo), ou que um teste negativo poderia sugerir a presença da doença.

Em essência, os clínicos devem refletir sobre uma questão fundamental: por qual fator eu amplio as chances de o indivíduo ter ou não ter a doença?

Para utilizar na prática o conceito de razões de verossimilhança no raciocínio clínico, pode-se, inicialmente, acreditar que apenas multiplicar a probabilidade pré-teste pela RV seria suficiente. No entanto, essa suposição é uma supersimplificação. Na realidade, não é tão simples, porque as razões de verossimilhança são razões de chances, não métricas diretas de probabilidade.

Para determinar com precisão a probabilidade pós-teste, a probabilidade pré-teste deve primeiro ser transformada em chances. Uma vez nesse formato, as chances pré-teste são, então, multiplicadas pela razão de verossimilhança apropriada, seja $RV+$ para um teste positivo ou $RV-$ para um teste negativo. Essa multiplicação resulta nas chances pós-teste. O último passo envolve converter essas chances pós-teste de volta em uma probabilidade.

Esse cálculo pode ser dividido na seguinte seqüência:

1. Converta a probabilidade pré-teste para chances:

$$\text{Chances (pré-teste)} = \frac{\text{Probabilidade}}{1 - \text{probabilidade}}$$

2. Multiplique pela RV:

$$\text{Chances (pós-teste)} = \text{chances (pré-teste)} \times \text{RV}$$

3. Converta as chances para probabilidade:

$$\text{Probabilidade (Pós-teste)} = \frac{\text{Chance (pós-teste)}}{1 + \text{chances (pós-teste)}}$$

Existem *sites*, como o <http://getthediagnosis.org/calculator.htm>, que facilitam muito esse processo, simplesmente pedindo ao usuário que insira sensibilidade e especificidade ou RV+ e RV- e probabilidade pré-teste.

Além disso, o domínio do raciocínio bayesiano introduz o uso de frequências naturais ou o que chamamos de “árvore Bayesiana” (Figura 1). Essa abordagem requer a elaboração de uma árvore de decisão, iniciada pela avaliação da probabilidade de uma doença em um paciente ou grupo específico. Essa estrutura é projetada para elucidar como os testes médicos interagem com as probabilidades preexistentes para refinar nosso entendimento do estado de saúde de um paciente.¹¹

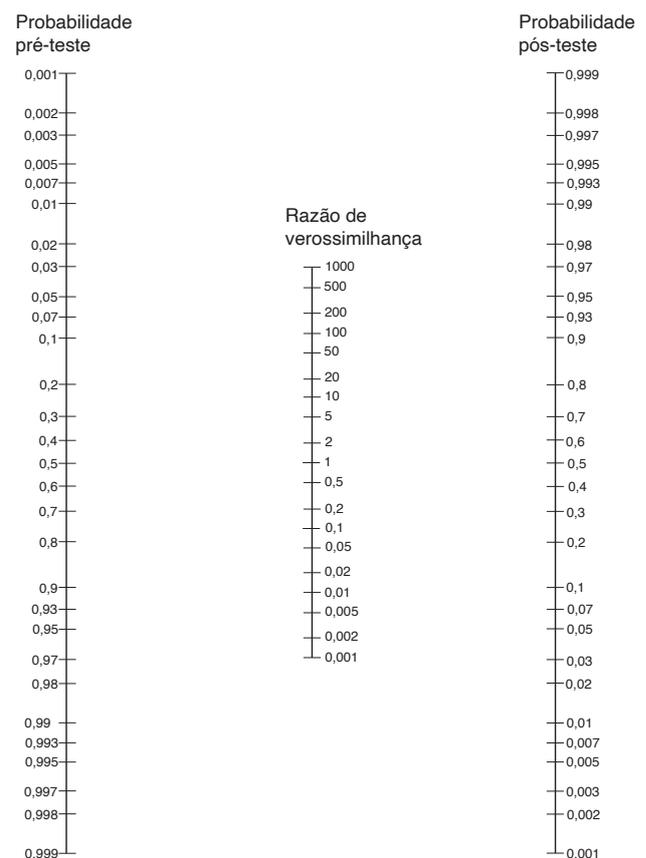
Inicialmente, há a probabilidade pré-teste, que é a estimativa inicial de um clínico ou a probabilidade epidemiológica de um indivíduo ter uma doença antes de qualquer teste ser realizado. Essa estimativa é baseada em diversos fatores, como histórico do paciente, sintomas clínicos e dados epidemiológicos.

Esse esquema, então, divide-se em dois ramos principais: “doentes” e “saudáveis”. Cada ramo se divide ainda mais, com base nos resultados do teste diagnóstico em questão. Sob “doentes”, há resultados que são verdadeiro-positivos (corretamente identificados como tendo a doença) e falso-negativos (identificados incorretamente como não tendo a doença apesar de estarem doentes). O lado “saudáveis” se divide em verdadeiro-negativos (corretamente identificados como não tendo

a doença) e falso-positivos (identificados incorretamente como tendo a doença).

Para aprimorar ainda mais nosso entendimento: se o resultado do teste for positivo, a probabilidade de realmente ter a doença é dada pela proporção de verdadeiro-positivos entre todos os resultados positivos. Se o resultado do teste for negativo, a probabilidade de ainda ter a doença é definida pela proporção de falso-negativos entre todos os resultados negativos.

Baseando-se nisso, o nomograma de Fagan surge como um mecanismo visual poderoso.¹² Esse instrumento combina probabilidades pré-teste com razões de verossimilhança, abrindo caminho para derivar probabilidades pós-teste (Figura 2). É como ter um companheiro visual que acompanha o clínico ao longo da jornada de tomada de decisão Bayesiana.



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 2. O nomograma de Fagan, uma representação gráfica projetada para integrar de forma contínua as probabilidades pré-teste com as razões de verossimilhança, resultando posteriormente em probabilidades pós-teste. Essa representação facilita a compreensão intuitiva e a aplicação dos princípios bayesianos em cenários clínicos.

Para trazer as implicações práticas do raciocínio bayesiano, o artigo explora três cenários hipotéticos, porém comuns, enfrentados em ambientes de emergência. O caso inicial será reexaminado, mas, dessa vez, sob a perspectiva bayesiana, seguido por outros dois casos subsequentes.

CENÁRIO CLÍNICO 1: LIVRES DE VIÉS (ABORDAGEM BAYESIANA)

Ao revisar o caso clínico de dor torácica em ambiente de emergência, os resultados de imagem da angiotomografia computadorizada indicam a presença de um trombo em uma das artérias pulmonares.

Antes de iniciar a análise, é importante destacar que as estratégias diagnósticas para TEP baseiam-se na avaliação da probabilidade pré-teste para cada paciente, que fornece uma estimativa da probabilidade clínica de TEP em uma população de pacientes semelhante. Nesse caso, a probabilidade pré-teste foi determinada pelo escore de Wells, que resulta em uma classificação clínica como alta, intermediária e baixa probabilidade de TEP.

Agora que estamos livres dos vieses, podemos optar por uma das três estratégias delineadas na seção anterior: razão de verossimilhança, frequências naturais ou nomograma de Fagan. É essencial entender que essas abordagens são representações diferentes do mesmo método bayesiano, apenas visualizadas de maneiras distintas, não metodologias separadas. Independentemente da escolha, o resultado permanece consistente. Para esse caso, vamos selecionar o método de cálculo direto.

Considerando nosso teste diagnóstico, ele apresenta sensibilidade de 94% e especificidade de 98%. Com esses valores em mente, procederemos ao cálculo da RV+ e da RV-.

$$RV+ = \frac{\text{Sensibilidade}}{(1-\text{especificidade})} = \frac{0,94}{(1-0,98)} = \frac{0,94}{0,02} = 47$$

$$RV- = \frac{(1-\text{sensibilidade})}{\text{Especificidade}} = \frac{(1-0,94)}{0,98} = \frac{0,06}{0,98} = 0,06$$

Os valores das razões de verossimilhança obtidos são notavelmente bons. Especificamente,

quando tais achados estão presentes, as chances de alguém ter uma tromboembolia pulmonar multiplicam-se aproximadamente 47 vezes. Esse aumento é significativo e, por si só, pode ser bastante convincente.

No entanto, dar um passo atrás e considerar o quadro clínico mais amplo é fundamental. Nosso paciente não apresenta quadro clínico clássico para TEP. Tendo isso em mente, o clínico considerou prudente atribuir uma probabilidade pré-teste para TEP de apenas uma em cem, ou 1%. Essa probabilidade pré-teste, embora baixa, serve como nossa base. Com essa probabilidade de 1% em mãos e dado que o resultado do teste foi positivo, agora vamos proceder ao cálculo da probabilidade pós-teste.

Isso se torna:

$$1. \text{ Chances (pré-teste)} = \frac{0,01}{(1-0,01)} = \frac{0,01}{0,99} = 0,01$$

$$2. \text{ Chances (pós-teste)} = 0,01 \times 47 = 0,47$$

$$3. \text{ Probabilidade (pós-teste)} = \frac{0,47}{(1+0,47)} = \frac{0,47}{1,47} = 0,31 \text{ ou } 31\%$$

A probabilidade pós-teste calculada de que esse indivíduo tem TEP é de 31%, enquanto há chance de 69% de que eles não tenham a condição. É crucial destacar que uma probabilidade de 31% é substancialmente menor do que o que as impressionantes sensibilidades e especificidades de 94 e 98% podem inicialmente sugerir. No entanto, isso não deve ser ignorado.

O médico agora se depara com um paciente que tem 31% de chance de ter embolia pulmonar, que é uma doença potencialmente grave. Essa percepção exige um julgamento clínico rápido em relação a outros testes diagnósticos ou até mesmo à iniciativa de tratamento empírico.

Além disso, vale mencionar que, se após uma observação mais detalhada, nosso paciente apresentar quaisquer sinais clínicos consistentes com TEP, mesmo aqueles que possam ser considerados “baixo risco”, sua classificação poderia mudar. Começando com uma pontuação baixa no escore

de Wells, por exemplo, sua probabilidade pré-teste poderia aumentar para 1,3 a 2%.^{13,14}

CENÁRIO CLÍNICO 2: DOR TORÁCICA SEM ELEVAÇÃO DO SEGMENTO ST

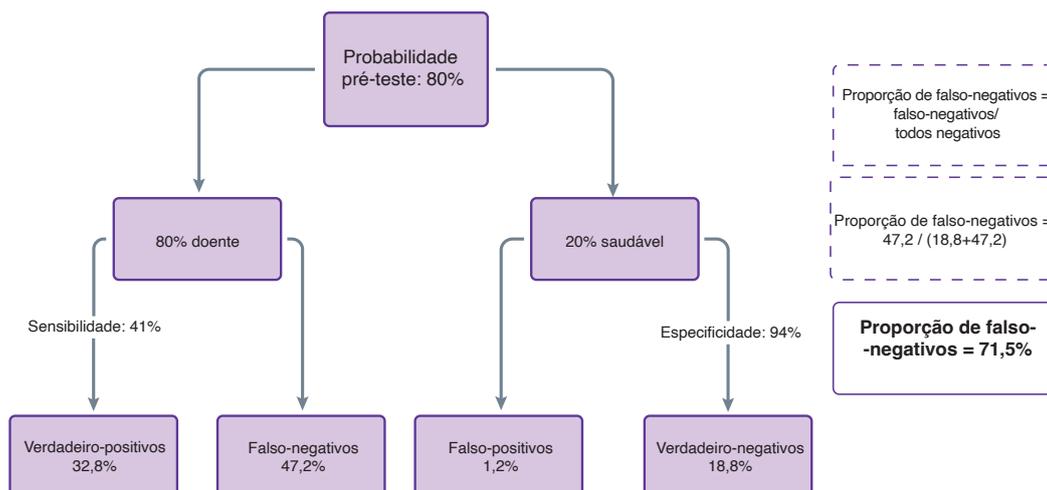
Um paciente entra no Departamento de Emergência descrevendo uma sensação de pressão retroesternal. Um ECG na urgência não revela sinais de supradesnivelamento do segmento ST. É tentador para um médico interpretar essa ausência como um sinal claro, afastando a possibilidade de um infarto com supradesnivelamento do segmento ST e diagnosticando uma síndrome coronariana aguda (SCA) sem elevação do segmento ST (SCASST). No entanto, essa perspectiva negligencia a essência probabilística inerente à prática médica. As ferramentas diagnósticas não oferecem respostas inequívocas; elas ajustam as escalas de probabilidade.

Descobertas recentes na literatura médica estão lançando luz sobre a precisão do supradesnivelamento do segmento ST como marcador diagnóstico para oclusão coronariana aguda (OCA). Um estudo destacou que a presença de elevação do segmento ST apresenta sensibilidade de 41%, especificidade de 94% e precisão de 77% ao identificar

infarto do miocárdio por oclusão.¹⁵ Para um médico que não considera a probabilidade de resultados falso-negativos, a ausência de supradesnivelamento do segmento ST pode dar a impressão de uma ausência definitiva de oclusão coronariana. Tal perspectiva é uma abordagem reducionista da situação.

Para avançar com mais profundidade, podemos adotar o *framework* bayesiano. Ao incorporar a probabilidade pré-teste inicial – que estimamos em 80% para uma OCA –, dada a apresentação do paciente e de seu perfil de risco – podemos explorar isso mais profundamente. Para esse exercício, adotemos o método de frequências naturais (embora eu deva enfatizar que escolher outra metodologia nos levaria à mesma conclusão). Criar uma árvore Bayesiana com esses dados nos direciona para uma probabilidade pós-teste de 71,5% de que um infarto esteja em curso, mesmo sem elevação visível do segmento ST (**Figura 3**)

Além da apresentação clínica e dos critérios do ECG, os biomarcadores desempenham papel complementar no diagnóstico, na estratificação de risco e no manejo de pacientes com suspeita de SCA. Um desses biomarcadores é a troponina cardíaca, seja de alta sensibilidade ou convencional,



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 3. Análise Bayesiana da avaliação de probabilidade para infarto agudo do miocárdio na presença de um segmento ST não elevado. O diagrama começa com uma probabilidade pré-teste de 80% com base na apresentação clínica do paciente. Em seguida, ele se divide nos ramos “doente” e “saudável”, dissecando ainda mais os resultados e usando os valores de sensibilidade e especificidade. O resultado final mostra as proporções de verdadeiro-positivos, falso-negativos, falso-positivos e verdadeiro-negativos. O cálculo lateral detalha a derivação da proporção de falso-negativos, enfatizando sua importância no contexto do cenário clínico apresentado.

ela aumenta rapidamente em pacientes com infarto do miocárdio e permanece elevada por um período variável de tempo.¹⁶

Apesar dos avanços significativos na sensibilidade dos testes de troponina cardíaca, mais de um em quatro pacientes com infarto do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST apresenta concentrações de troponina abaixo do limiar recomendado pela *European Society of Cardiology* (ESC) na apresentação. Essa limitação na dosagem da troponina ocorre porque, durante o infarto do miocárdio, a oclusão coronariana abrupta pode impedir a liberação de troponina na circulação, até que a reperfusão seja realizada.^{17,18} Além disso, a troponina não indica a etiologia nem distingue lesão miocárdica de infarto agudo do miocárdio (IAM). Embora os níveis de troponina não alterem a abordagem de revascularização em casos de oclusão coronariana, seu papel se torna crucial em casos de ECG falso-negativo. Nesses casos, o teste de troponina pode ser o próximo passo e apresentar resultados falso-negativos em oclusões coronárias agudas muito precoces, ainda dentro do intervalo ideal para reperfusão (porta-agulhas e porta-balão).

CENÁRIO CLÍNICO 3: TAQUICARDIA COM QRS LARGO E CRITÉRIOS NEGATIVOS NO ELETROCARDIOGRAMA

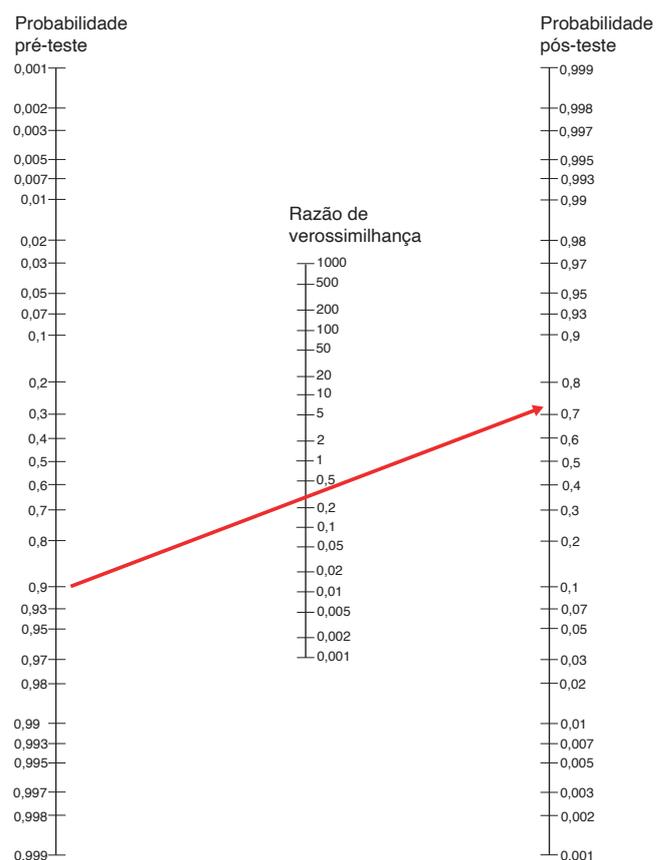
Imagine um paciente com histórico de condições cardíacas isquêmicas chegando ao Departamento de Emergência com taquicardia de complexo QRS largo. Mesmo com diretrizes reconhecidas recomendando intervenção rápida,¹⁹ o médico responsável opta por distinguir entre taquicardia ventricular (TV) e taquicardia supraventricular (TSV) utilizando os parâmetros de Vereckei.²⁰ O ECG não mostra uma onda inicial r em aVR, a duração da onda q inicial não excede 40 milissegundos, e Vi/Vt em aVR indica TSV em vez de TV, levando ao tratamento com base nesse diagnóstico.

No entanto, essa avaliação desconsidera a natureza probabilística inerente à prática médica. Cada indicador eletrocardiográfico possui sua

respectivo RV- para TV: 0,68 sem uma onda inicial r em aVR, 0,73 quando a duração da onda inicial q não excede 40 milissegundos, e 0,60 quando Vi/Vt em aVR sinaliza contra TV. Em conjunto, a RV- agregada para os parâmetros de Vereckei é de 0,29. Para deduzir isso, utilizaremos diretamente o nomograma de Fagan (**Figura 4**), usando uma probabilidade pré-teste de 90% com base no histórico do paciente.²¹

Isso leva à inferência de que há uma probabilidade de 72% de o paciente estar com TV, mesmo quando todos os indicadores são negativos.²² Isso destaca o potencial risco de um paciente receber cuidados subótimos se o diagnóstico mais plausível for prematuramente descartado.

Essa é a razão pela qual a capacidade de diferenciar entre TV e TSV usando critérios do ECG



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 4. O nomograma de Fagan relaciona probabilidades pré-teste a probabilidades pós-teste por meio de diferentes razões de verossimilhança. A linha diagonal vermelha representa a correlação direta entre as probabilidades pré e pós-teste. Essa visualização auxilia os clínicos na atualização das probabilidades de doença após testes diagnósticos. O nomograma é uma ferramenta valiosa na medicina baseada em evidências, ajudando na tomada de decisões clínicas, ao integrar dados quantitativos.

pode não ser tão impactante clinicamente como tradicionalmente se acredita. Confiar apenas nesses critérios pode levar a diagnósticos equivocados e não alterar significativamente o manejo clínico imediato. É essencial seguir as diretrizes de arritmia de emergência e consultar um eletrofisiologista para uma avaliação abrangente após a estabilização.

ACEITANDO A INCERTEZA: LIMITAÇÕES DO RACIOCÍNIO BAYESIANO

Incorporar a incerteza na medicina é uma empreitada desafiadora. A abordagem bayesiana pode inicialmente parecer excessivamente idealista na prática. Apesar da consciência dos médicos sobre a incerteza, há uma relutância dentro da cultura médica em reconhecê-la e lidar abertamente com ela. Nossos sistemas educacionais, discussões de casos clínicos e paradigmas de pesquisa são construídos com a convicção de que devemos destilar uma ampla gama de sintomas, sinais e resultados de testes em um diagnóstico conclusivo. Frequentemente somos compelidos a formular um diagnóstico diferencial definitivo com informações limitadas e encorajamos nossos aprendizes a se comprometerem com uma decisão, desconsiderando o profundo impacto dos vieses cognitivos nessas circunstâncias. Regularmente, o objetivo se volta para converter a história complexa do paciente em um diagnóstico simplista e definitivo, que se encaixe perfeitamente nas categorias estabelecidas. Essa tendência arrisca diminuir a natureza complexa e evolutiva do raciocínio clínico e, ao mesmo tempo, contrasta com os ideais de cuidado personalizado e centrado no paciente.²³

No âmbito da medicina contemporânea, há uma tendência, consciente ou inconscientemente, de contornar ou ignorar a incerteza. Essa evitação é compreensível em parte; a incerteza traz uma sensação de vulnerabilidade, um temor pelo desconhecido que é profundamente perturbador. Isso nos impulsiona a buscar certeza, a encontrar conforto no preto e branco, longe dos incômodos e ambíguos tons de cinza. Nossos protocolos médicos

e diretrizes frequentemente priorizam resultados claros e binários, perpetuando ainda mais esse desejo por certeza. Os médicos também podem ter receios de que expressar incerteza possa ser percebido como falta de conhecimento por pacientes e colegas, levando-os a ocultar suas dúvidas. Essa atitude é largamente influenciada por uma tradição de racionalismo que promete uma falsa sensação de segurança e entendimento definitivo.²⁴

No entanto, as incertezas inerentes à vida e à medicina limitam intrinsecamente o método bayesiano. Os médicos nem sempre terão probabilidades pré-teste prontamente disponíveis de estudos anteriores, e mesmo quando as têm, essas probabilidades podem ter sido distorcidas, devido ao viés de seleção de pacientes, ou podem não corresponder perfeitamente à situação específica do paciente, restando apenas a extrapolação como opção. Da mesma forma, a aplicação de testes não está imune a vieses como o de seleção de pacientes, de incorporação ou de espectro, que podem distorcer os resultados de pesquisas determinando as razões de verossimilhança usadas nos cálculos. A incerteza no raciocínio bayesiano reflete a incerteza na própria medicina.

Para os profissionais de saúde, é vital enxergar a incerteza não como um obstáculo, mas como um aspecto essencial da prática clínica. Reconhecer e aceitar essa incerteza é fundamental para fornecer cuidados que sejam adaptados às necessidades e circunstâncias específicas de cada paciente. Ao serem conscientes das imprevisibilidades inerentes à medicina, os clínicos podem tomar decisões mais ponderadas e individualizadas. Esse enfoque melhora a qualidade dos cuidados prestados e constrói uma base de confiança e abertura entre o paciente e o provedor de saúde.

CONCLUSÃO

No complexo e exigente ambiente da medicina de emergência, os clínicos frequentemente são chamados a tomar decisões rápidas e críticas, muitas das quais fundamentadas em testes diagnósticos. Os cenários clínicos apresentados neste artigo destacam a profunda importância de adotar uma

abordagem racional e bayesiana, integrando tanto o discernimento clínico quanto os dados diagnósticos. A era da medicina baseada em evidências na qual nos encontramos defende a fusão da experiência clínica com evidências atuais e valores dos pacientes. No entanto, a propensão a confiar excessivamente em testes diagnósticos, frequentemente vistos como árbitros infalíveis da doença, pode ser uma escolha perigosa.

Nossos cenários clínicos elucidam a suscetibilidade ao erro, que pode surgir quando os testes diagnósticos são percebidos por meio de uma lente excessivamente determinística. Confiar cegamente em diagnósticos, seja devido à sua impressionante sensibilidade e especificidade ou a diretrizes estabelecidas, pode levar tanto a falso-positivos quanto a falso-negativos. Tais diagnósticos incorretos têm ramificações palpáveis, colocando em risco a evolução dos pacientes.

Os profissionais de emergência são hábeis em raciocinar diagnósticos diferenciais, frequentemente confiando na intuição aprimorada por anos de experiência. No entanto, a principal lição desse discurso é a natureza indispensável de combinar essa intuição com uma abordagem de raciocínio probabilístico. Tal abordagem protege contra as potenciais armadilhas de confiar demais ou subestimar ferramentas diagnósticas. Como profissionais de saúde, nosso princípio é garantir o bem-estar e a segurança de nossos pacientes. Ao integrar uma mentalidade racional e bayesiana e compreender as limitações e forças inerentes ao nosso arsenal diagnóstico, podemos aprimorar nosso processo de tomada de decisão e cumprir ainda mais esse princípio.

REFERÊNCIAS

1. Baethge C, Goldbeck-Wood S, Mertens S. SANRA-a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Res Integr Peer Rev.* 2019;4:5.
2. Natesan S, Bailitz J, King A, Krzyzaniak SM, Kennedy SK, Kim AJ, et al. Clinical Teaching: An Evidence-based Guide to Best Practices from the Council of Emergency Medicine Residency Directors. *West J Emerg Med.* 2020;21(4):985-98.
3. Patel P, Patel P, Bhatt M, Braun C, Begum H, Wiercioch W, et al. Systematic review and meta-analysis of test accuracy for the diagnosis of suspected pulmonary embolism. *Blood Advances.* 2020;4(18):4296-311.
4. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests. 1: Sensitivity and specificity. *BMJ.* 1994;308(6943):1552.
5. Moons KG, Harrell FE. Sensitivity and specificity should be de-emphasized in diagnostic accuracy studies. *Acad Radiol.* 2003;10(6):670-2.
6. Croskerry P. From mindless to mindful practice – cognitive bias and clinical decision making. *N Engl J Med.* 2013;368(26):2445-8.
7. O'Sullivan ED, Schofield SJ. Cognitive bias in clinical medicine. *The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh.* 2018;48(3):225-32.
8. Ashby D, Smith AF. Evidence-based medicine as Bayesian decision-making. *Stat Med.* 2000;19(23):3291-305.
9. Binder K, Krauss S, Schmidmaier R, Braun LT. Natural frequency trees improve diagnostic efficiency in Bayesian reasoning. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2021;26(3):847-63.
10. Deeks JJ, Altman DG. Diagnostic tests 4: likelihood ratios. *BMJ.* 2004;329(7458):168-9.
11. McDowell M, Jacobs P. Meta-analysis of the effect of natural frequencies on Bayesian reasoning. *Psychological Bulletin.* 2017;143(12):1273-312.
12. Fagan TJ. Letter: Nomogram for Bayes's theorem. *N Engl J Med.* 1975;293(5):257.
13. Wells PS, Anderson DR, Rodger M, Stiell I, Dreyer JF, Barnes D, et al. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging: management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and d-dimer. *Ann Intern Med.* 2001;135(2):98-107.
14. Wolf SJ, McCubbin TR, Feldhaus KM, Faragher JP, Adcock DM. Prospective validation of Wells Criteria in the evaluation of patients with suspected pulmonary embolism. *Ann Emerg Med.* 2004;44(5):503-10.
15. Meyers HP, Bracey A, Lee D, Lichtenheld A, Li WJ, Singer DD, et al. Accuracy of OMI ECG findings versus STEMI criteria for diagnosis of acute coronary occlusion myocardial infarction. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2021;33:100767.
16. Vasile VC, Jaffe AS. High-sensitivity cardiac troponin for the diagnosis of patients with acute coronary syndromes. *Curr Cardiol Rep.* 2017;19(10):92.
17. Wereski R, Chapman AR, Lee KK, Smith SW, Lowe DJ, Gray A, et al. High-sensitivity cardiac troponin concentrations at presentation in patients with st-segment elevation myocardial infarction. *JAMA Cardiol.* 2020;5(11):1302-4.
18. Wanamaker BL, Seth MM, Sukul D, Dixon SR, Bhatt DL, Madder RD, et al. Relationship between troponin on presentation and in-hospital mortality in patients with ST-segment-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention. *J Am Heart Assoc.* 2019;8(19):e013551.
19. Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, Bryant WJ, Callans DJ, Curtis AB, et al. 2017 AHA/ACC/HRS guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Hea. *Journal of the American College of Cardiology.* 2018;72(14):e91-220.
20. Vereckei A, Duray G, Szenasi G, Altemose GT, Miller JM. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *Heart Rhythm.* 2008;5(1):89-98.
21. Baerman JM, Morady F, DiCarlo LA, de Buitelir M. Differentiation of ventricular tachycardia from supraventricular tachycardia with aberration: value of the clinical history. *Ann Emerg Med.* 1987;16(1):40-3.
22. de Alencar Neto JN. Applying Bayesian reasoning to electrocardiogram interpretation. *J Electrocardiol.* 2023;81:295-9.
23. Simpkin AL, Schwartzstein RM. Tolerating Uncertainty - The Next Medical Revolution? *N Engl J Med.* 2016;375(18):1713-5.
24. Kassirer JP. Our stubborn quest for diagnostic certainty. A cause of excessive testing. *N Engl J Med.* 1989;320(22):1489-91.